حصاد مياه الأمطار وتنمية موارد المياه في الشريط الساحلي / للبطنان (عين الغزالة - البردي)

أ.د.زهران الرواشده – كلية الآداب والعلوم درنة ــ جامعة عمر المختار
د.فوزي مفتاح عبدالعظيم ــ كلية العلوم البيضاء ــ جامعة عمر المختار

الملخص :

تعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية في إقليم الشريط الساحلي شبه الجاف / لمنطقة البطنان -شمال شرق ليبيا ، حيث يتحكم عامل توفير موارد المياه في تركز السكان وتوطنهم . وبالرغم من امتداد الإقليم وساحل البحر المتوسط ، إلا أن عامل وقوعه في ظل المطر , جعله يتصف بمناخ صحراوي شبه جاف , تقل فيه الأمطار , وتتباين زمانيا ومكانيا, و تندر فيه مصادر مياه سطحية دائمة يعتمد عليها .

ومنذ القدم تركزت الأهمية في هذه المنطقة على أسلوب حصاد مياه الأمطار, حيث تنتشر الآبار الرومانية والمواجن ...الخ . فيما تتباين معدلات الأمطار بين 93.3/ملم سنة في عين الغزالة غربا الى132.2 ملم/سنة في طبرق , ثم 124ملم /سنة في مناطق بئر لشهب والبردي . وفي ضوء التقديرات المتعددة للموازنة المائية في المنطقة والمقدر بموجبها معدل التبخر (الفقد)بين75 - 90% من مجمل معدلات الوارد المائي للأمطار ، فيما قدر التسرب(الفقد) 5 -15 % ، أما الجريان السطحي فقدر 5- 10% في المنطقة . وفي عموم الساحل بلغ المعدل العام للامطار 115.0ملم, وقدر منه الوارد المائي للأمطار 253.7م م^3, فيما حسب معدل الجريان السطحي العام لمياه الأمطار بين12.7-25.4 م م^3 والتي تعادل(5.8ملم-11.5ملم) وهي التي يعتمد عليها في الحصاد المائي, وخلال السنوات الرطبة ترتفع معدلات الوارد المائي , فيما تقل في السنوات شبة الجافة والجافة , ومعها يهبط معها الوارد المائي للأمطار وينخفض كذلك الجريان السطحي . وفي ضوء قلة مشاريع تطوير وسائل الحصاد , نشط الأهالي في التوسع في حفر الآبار و بناء مواجن المنازل (الحصاد الحضري) في مختلف المناطق الساحلية .

المقدمة :

يقصد بحصاد مياه الأمطار تجميعها في عدة أشكال خلال فترة زمنية معينة من الدورة الهيدرولوجية التي تبدأ من سقوط الأمطار إلى سطوح الأراضي والمباني

وحتى مرحلة جريان المياه كسيول أو بتخزين المياه بهدف الاستفادة منها خلال فترة الجفاف . وتعد الأمطار من أكثر الموارد الطبيعية أهمية في منطقة الشريط الساحلي شبة الجافة لإقليم البطنان , حيث تشكل الأمطار المصدر الرئيسي للمياه السطحية وتغذية المخزون الجوفي . وتمثل الاستفادة من حصاد مياه الأمطار والسيول في هذه المناطق شبه الجافة ، أهمية كبيرة لأنها تتميز بتذبذب معدلات الأمطار زمانيا ومكانيا , فيما تزداد أهميتها كذلك بسبب قلة مصادر أخرى كالمياه الجوفية ,وبهذا تصبح هذه الوسيلة الأكثر جدوى لتوفير المياه. ورغم ارتباط عمليات حصاد مياه الأمطار ببعض العوامل المختلفة التي لا يمكن التحكم فيها كالظروف المناخية السائدة أو طبيعة التربة ، إلا أن حسن إدارة استثمار مياه الأمطار، يسد جزءا من نقص المياه في المنطقة.

مشكلة الدراسة :

تعاني المنطقة النقص الحاد لموارد المياه , يضاف إليها مشكلة ارتفاع ملوحة المياه الجوفية , ثم ندرة موارد المياه السطحية , وبذلك يعتبر حصاد مياه الإمطار الوسيلة المتاحة لتوفير كميات من المياه لسد جزء من حاجة السكان ؛ كما تعد عمليات حصاد مياه الأمطار من أهم خطط تطوير موارد المياه في مناطق البيئات الجافة التي تنتمي لها منطقة الشريط الساحلي , كما يعتبر حصاد مياه الأمطار الأسلوب المتاح في عمليات جمع وخزن مياه الأمطار والسيول في هذه المنطقة التي تعاني نقصا حادا وندرة لموارد المياه الصالحة ، ومن هذا المنطلق تبرز التساؤلات الآتية :

1ـ ما مصادر مياه الأمطار و الحصاد المائي في بمنطقة الدراسة ؟

2ـ ما الخصائص المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة ؟

3ـ ما خصائص نظام التساقط المطري ؟

4ـ ما الخصائص الهيدرولوجية للسنوات المطرية ؟

5ـ ما العلاقة بين التساقط ـ الجريان والحصاد المائي ؟

6ـ ما حساب الموازنة المائية الهيدرولوجية إلى حساب علاقة معدلات التساقط مع عناصر التبخر والتسرب ؟

أهمية الدراسة :

الاستفادة من تقنيات الحصاد المائي كونها الوسيلة الممكنة في توفير كميات من المياه الصالحة المطلوبة خاصة في مجال الشرب للسكان في هذه المنطقة ، وتعتبر هذه الدراسة بما تتضمنه من عرض وتحليل حول استخدام تقنيات حصاد المياه ، محاولة للتعرف على الأساليب السائدة لحصاد المياه وتحديد أنسب تقنيات وسائل حصاد المياه لتنمية موارد المياه في المنطقة. كما تعد مشاريع الحصاد المائي بأشكالها المختلفة في المنطقة أحد أهم أساليب التنمية الاقتصادية والاجتماعية في المنطقة.

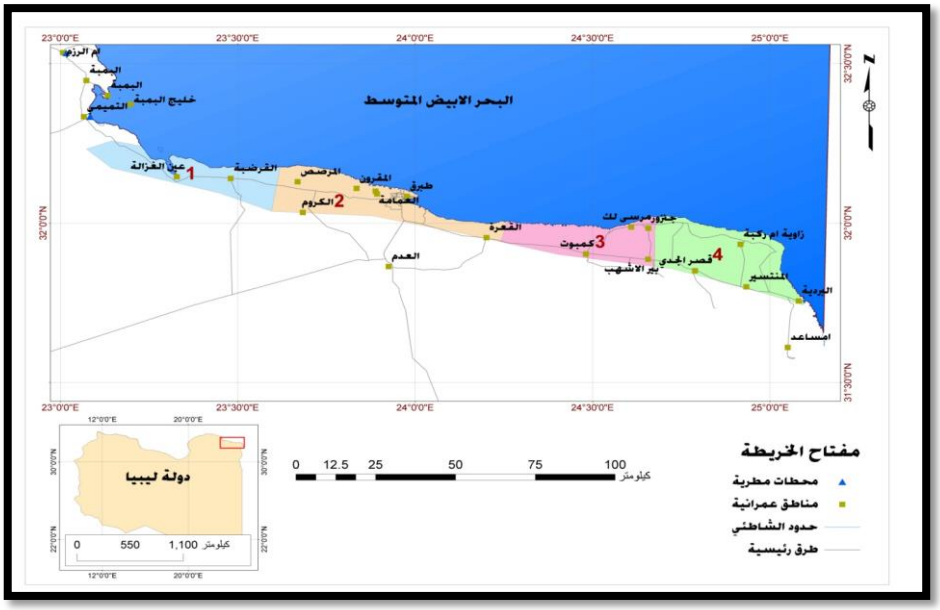
ـ أهداف الدراسة :

تهدف الدراسة إلى ما يلي :

1ـ توضيح مصادر مياه الأمطار والحصاد المائي في منطقة الدراسة .
2ـ بيان الخصائص المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة .
3ـ شرح خصائص نظام التساقط المطري .
4ـ توضيح الخصائص الهيدرولوجية للسنوات المطرية .
5ـ بيان العلاقة بين التساقط ـ الجريان والحصاد المائي .
6ـ حساب الموازنة المائية الهيدرولوجية إلى حساب علاقة معدلات التساقط مع عناصر التبخر والتسرب .

ـ المجال المكاني للمنطقة :

يمتد الشريط الساحلي في الجهة الشمالية الشرقية من الساحل الليبي , يحده غربا خليج البمبة وجنوبا هضبة البطنان وشرقا منطقة امساعد وشمالا البحر المتوسط . تمثل طبرق المركز الحضري الرئيسي نسبة سكانها نحو 70%,من سكان الشريط الساحلي التي تضم مراكز سكانية أخرى , كعين الغزالة ، القرضبة وبالخاثر والمرصص , والقعرة وكمبوت والبردي شرقا . و فلكيا تقع المنطقة بين خطي طول 00 10 23 و 00 15 25 شرقا ودائرتي عرض′ 00 50″ 31 و′10 45″ 32^0 شمالا, شكل(1).



شكل(1) موقع منطقة الدراسة(*)

ـ منهجية الدراسة :

اتبع المنهج الوصفي التحليلي لوصف الأساليب والتقنيات المستخدمة في جمع وخزن وحفظ مياه الأمطار وتفسير وتحليل عناصر النظام الهيدرولوجي والمناخي وعلاقته بأساليب وتقنيات عمليات الحصاد المائي وكيفية إدارتها في المجالات المختلفة , ثم طبقت أساليب كمية لتفسير المتغيرات والعلاقات في المجالات المختلفة . كما طبقت طريقة (ثيسن) وفق مؤشر تأثير المحطة المطرية والمساحة بهدف حساب معدلات الجريان المائي السطحي للأمطار ملم /كم^2/ م ^{3} , وعليه(*) فالأرقام 1+2+3 + 4 : هي مناطق قسمت إلى مساحات حسب طريقة (ثيسين) : 1- عين الغزالة 461.147 كم^2 . 2- طبرق 622.668 كم^2/ و 3- كمبوت وبئر لشهب 453.668 كم^2/ 4 - قصر الجدي والبردي 668.175 كم^2 والمجموع 2205.658 كم^2 .

ـ مصادر الدراسة:

شملت جمع البيانات والخرائط إضافة إلى مراجعة الدراسات من مؤسسات زراعية وموارد مياه , بالإضافة إلى الاستعانة بالإحصاءات ذات العلاقة في المنطقة . كما تم مقابلة العديد من سكان المناطق وسواقي تنكات المياه الذين لديهم خبرة واسعة في

إدارة جمع مياه السيول وخزنها في المواجن والآبار, وسعتها , ومواقعها وأصحابها, وبيعها في مختلف المناطق.

– الدراسات السابقة :

ـ لقد درست شركة ب تشيرني (1974) [1] 25 وادي في ساحل البطنان وتضمن المشروع دراسات وخرائط بهدف تنمية موارد المياه في هذه الأودية ؛ كما قامت إدارة السدود والموارد المائية (1978) [2] بدراسة الوديان في ليبيا بهدف إنشاء سدود وخزانات لجمع المياه واستغلالها في الأغراض المختلفة ، وتناولت وزارة الزراعة , والهيئة العامة للمياه تنفيذ مشاريع للحصاد المائي من خلال تقارير وبيانات للإعمال المنجزة عن البلط وقنواته والسدود التعويقية والسدود الترابية والخزانات والمواجن والجوابي والآبار الرومانية في منطقة البطنان , فمن هذه الدراسات خطة لتنمية موارد المياه (1998) [3] ,(1999)[4] وللأعوام (2000– 2013) [5] . وفي دراسة للأراضي الجافة أكساد (1983) [6]بعنوان مياه الأمطار في الجبل الأخضر حددت 11 موقع لتنفيذ بحيرات جبلية .

ـ كما درست شركة كومنير(1986) [7] الجريان السطحي لمياه الأمطار في منطقة عين الغزالة وقدرته بنحو5%. فيما درست شركة ايتالكو كونسلتنت (1978)[8] الموازنة المائية وقدر الجريان السطحي لمياه الأمطار بحوالي 5% ,وكذلك قدرت الهيئة العامة للمياه (2005) [9] الموازنة المائية لمنطقة ام الرزم –طبرق ومثل الجريان السطحي 10 % . كما درس البابور والريشي (2008) [10] الحصاد المائي للأمطار والتنمية الزراعية في الأراضي الجافة في منطقة وادي الباب باستخدام تقنيات الحصاد المائي . ودرس صلاح مفتاح (2013)[11] الحصاد المائي وخاصة في مناطق شرق ليبيا ,كما قدر مكتب الجوف للأعمال الهندسية (2014)[12] الحصاد المائي اللازمة لتنمية الزراعة في منطقة أم الرزم – طبرق . وبحث الرواشدة (2015)[13] أهمية الحصاد المائي بهدف تنمية موارد المياه في البيئات الجافة

محاور الدراسة :

المحور الأول ـ مصادر موارد المياه ، والحصاد المائي في المنطقة :

أ ـ مصادر موارد المياه :

1– مصدر المياه الجوفية : قسمت المنطقة الشرقية من ليبيا إلى أربع وحدات هيدرولوجية رئيسية ، وصنفت منطقة االشريط الساحلي ضمن الوحدة الثانية وتضم

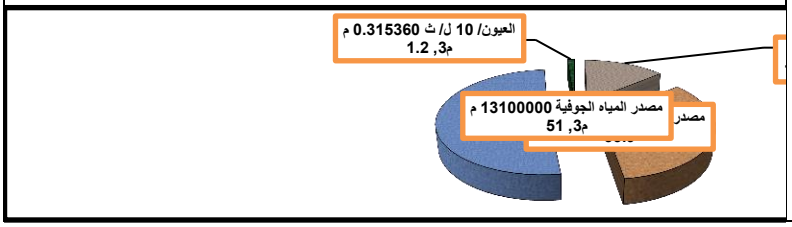
البمبة– طبرق ، وبمساحة 3839 كم^2 ، وقدر معدل الهطول فيها 537,4م م^3/سنة , وقدر معدل الجريان 53.7 م م^3/ سنة , وتعادل 10% [14] . ويتصف هذا الخزان بارتفاع معدل الملوحة وقلة الإنتاجية, وبلغت كمية السحب من الخزان الرباعي للزراعة والصناعة (28540 م^3 / اليوم) وللشرب (5000 م^3 / اليوم) ، جدول (1) شكل (2) .

2- مصدر المياه السطحية : تعتبر الأمطار المصدر الرئيسي للمياه في المنطقة ، فيما يتميز النظام المطري بتفاوته كميا وزمانيا ومكانيا ، وفي ضوء ندرة وجود مصدر دائم للمياه، يعتبر حصد مياه سيول الأمطار المصدر الرئيسي والتي تقدر بمختلف وسائل جمعها وخزنها حوالي 3.43 مليون م^3/ سنة وتمثل نسبة 13.9% ، جدول(1) وشكل (2) .

جدول (1) التوزيع الكمي والنسبي لمصادر المياه في مناطق الدراسة[15 و16]

نوع مصدر المياه	معدل كمية المياه م.م^3 / سنة	%
مصدر المياه السطحية(حصاد مياه الأمطار)	31240 00م م^3	12.0
تقدير الدراسة الميدانية (حصاد مياه أمطار)	0.3016 60 م م^3	1.90
مجموع الحصاد المائي	34300 00 م م^3	(13.9)
مصدر التحلية	87000 00 م م^3	33.9
مصدر المياه الجوفية	13100 000 م م^3	51.0
العيون/عين الغزالة / 10 ل/ ث	0.3153 60 م م^3	1.20

المجموع	25541 020 م $م^3$	100.0



شكل (2) التوزيع الكمي / م $م^3$ والنسبي % لمصادر المياه في المنطقة

3- مصدر مياه التحلية : وفي ضوء ندرة توفر أي مصدر مائي سطحي أو جوفي صالح للشرب , أقيمت محطة لتحلية المياه في مدينة طبرق عام1976 بطاقة إنتاجية 24الف $م^3$/يوم , وهي متوقفة, وفي عام 2002 , أقيمت محطة تحليه جديدة بطاقة إنتاجية 40الف $م^3$ /يوم ، تزود المدينة بنحو 25 الف/$م^3$ /يوم ، فيما تصل الحاجة إلى 40الف /$م^3$/يوم , حيث يسكن طبرق حاليا نحو 150 الف نسمة , وفي حالة إضافة 21 مركزا سكانيا تضم حوالي 65 لف نسمة , ترتفع الحاجة لنحو 25 الف $م^3$ /يوم [17], جدول (1). 18و19ب

ب ـ الحصاد المائي في منطقة الدراسة :

يطلق مصطلح الحصاد المائي على أية عملية مورفولوجية ، كيميائية أو فيزيائية تنفذ على الأرض من أجل الاستفادة من مياه الأمطار و في جميع الحالات ، لا يشمل هذا التعريف جريان المياه في الأنهار والأودية الدائمة . ويعرف الحصاد المائي المباشر بأنه تجميع مياه الجريان السطحي لأغراض إنتاجية و نافعة ، ويمكن اعتباره وسيلة لتجميع وتخزين مياه الأمطار والجريان السطحي في مكان محدد من الأرض المزروعة [18] .

ومنذ القدم شهدت هذه المنطقة وجود مظاهر لتقنيات الحصاد المائي ، حيث تنتشر في حوض البحر المتوسط السدود والآبار الحفاير, البلط balats , وتبرهن هذه التقنيات مساعدتها للإنسان والحيوان على الاستقرار والبقاء في مناطق تواجده , كما واستمرت أغلب هذه الوسائل كملكية خاصة وعائلية [19] . فيما أشار كل من ابن خلدون وتوينبي على أن ظاهرة الصراع في شمال غرب أسيا وشمال إفريقيا تمثلت

بين مناطق الواحات وأراضي الأنهار مع مناطق الصحاري الجافة وكان السبب تعاقب فترات وفرة وجفاف يصاحبها مجاعات وطاعون وأمراض...الخ [20].

1- حصاد المياه في ليبيا : وخلال العقود الماضية نفذت مشاريع لحصاد مياه الأمطار من مياه السيول الموسمية في الأودية واستغلالها من خلال إقامة سدود وخزانات وأبار على الأودية . وفي ضوء ذلك قسمت ليبيا إلى سبع مناطق لتكون أساسا لدراسات خاصة بالحصاد المائي للأمطار والاستفادة من مياه سيول الأودية وإقامة السدود . كما نفذت خطط لمشاريع بناء السدود على الأودية الرئيسية في مختلف المناطق وبسعة نحو 200 مليون/م^3 /سنة ، ومنها مشاريع لسدود على أودية الشريط الساحلي , وقدرت سعتها نحو 11 مليون /م^3 [21] .

2- حصاد المياه في منطقة الدراسة: قامت عدة جهات كالزراعة والثروة الحيوانية والهيأة العامة للمياه بتنمية موارد للمياه من خلال عمليات الحصاد, وتنفيذ مشاريع لموارد للمياه في مختلف المناطق الساحلية. وفي ضوء ذلك , أجريت دراسة للموازنة المائية في الشريط الساحلي من البمبه حتى طبرق ، حسب فيها إجمالي كميات الهطول بنحو 537.4 مليون م^3/ سنة، وقدر الجريان السطحي 53.7 مليون /م^3 /سنة ويعادل(10%) [22] .

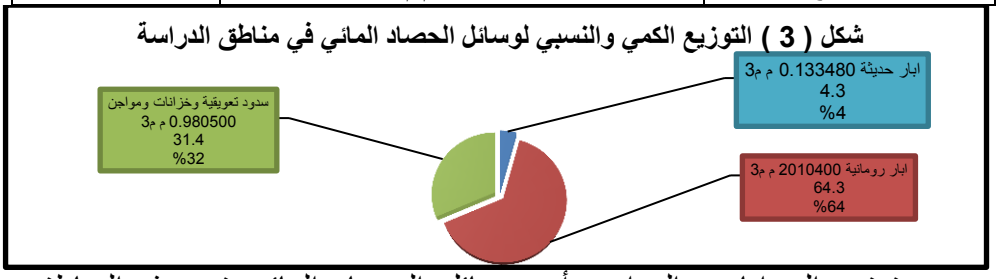
ولأهمية مشاريع الحصاد المائي نفذت مشاريع سدود صغيرة على 25 واديا تقع غرب وشرق طبرق ، وكذلك صيانة للصهاريج ، واقترح إقامة عدة سدود بسعة 2.35 م م^3 [23] . 21كما قسمت أودية البطنان إلى ثلاث مناطق وهي : أ- أودية المنطقة الغربية (تمتد من عين الغزالة إلى طبرق) . ب- المنطقة الوسطى: (جنوب طبرق إلى مطار طبرق) ، ج- المنطقة الثالثة الشرقية : (وتمتد من القعرة حتى امساعد) . وفي هذه المناطق حسب معامل الجريان بحوالي 5% [24] , و قدرت مياه هذه الأوديه بحوالي 1.0 مليون م^3[25] . و حسب كذلك الجريان لأقصى تساقط مطري في البطنان بنحو 250 ملم/سنة , وأدني تساقط 50 ملم/سنة , وقدر الجريان السطحي بحوالي 1300 م^3 / كم^2 في المنطقة [26] . كما قدرت كمية الأمطار/سنة القابلة للاستغلال في المنطقة الساحلية الممتدة من البمبة – امساعد بحوالي 16.6 مليون م^3 /سنة , وقدر السحب/سنة، من المياه لهذه المنطقة بحوالي 9.8 م م^3 /سنة [27] . وخلال مشاريع حصاد مياه الأمطار قدرت سعة الآبار الحديثة للفترة 2013/1990 نحو 133.48الف/م^3 وبنسبة 4.3% ،بينما زادت نسبة الحصاد المائي بالمواجن إلى

31.4% وبحوالي 0.980500 م م^3 , و بالآبار الرومانية نحو 2010400 م م^3/سنة 64.3% , جدول (2) وشكل (3) .

جدول (2) تطور مشاريع وسائل الحصاد المائي حسب النوع والسعة في المنطقة [28] [29]

مشروع الحصاد المائي	السعة /م3 للأعوام 2013/1990	%
أبار حديثة	0.133480 م م3	4.30
أبار رومانية	2010400 م م3	64.3
سدود تعويقية وخزانات ومواجن	0.980500 م م3	31.4
المجموع	3124380 م م3	100

شكل (3) التوزيع الكمي والنسبي لوسائل الحصاد المائي في مناطق الدراسة



و تعتبر الخزانات والمواجن أهم وسائل الحصاد المائي في هذه المناطق , وسجلت أعلى نسبة **72.2 %**و بسعة 196558 /م^3 /سنة من إجمالي سعة وسائل الحصاد المائي كافة. ويلاحظ كذلك تركز أكثر الخزانات عددا وسعة في مدينة طبرق كالموا جن الأرضية لحصاد أمطار مياه أسطح المساكن , وتمثل نسبتها نحو 40% من مباني المدينة التي تحصد مياه أمطار أسطح الأبنية ، وتتراوح سعة المواجن بين 150 -1000 م^3 ، وقدر مجموع سعتها نحو184893 م^3/سنة [30]. كما سجلت وسائل الآبار الرومانية نحو 64122 /م^3 وبنسبة 23.5%، وظهر أكثرها عدد في منطقة عين الغزالة, وفي بئر الأشهب وتوزع أغلبها في المراكز السكانية . فيما تركزت أكثر الآبار سعة في منطقة بئر الأشهب 47.7% بسبب الاعتماد الكبير على حصاد المياه ,وقدرت الآبار الحديثة نسبة 4.30 % [31] .

المحور الثاني : الخصائص المناخية والهيدرولوجية لمنطقة الدراسة :

1 – مناخ المنطقة : بالرغم من امتداد ساحل البطنان و البحر المتوسط إلا أن وقوعها خلف كتلة الجبل الأخضر شرقا ,جعلها تقع في ظل المطر وبالمناخ شبة الجاف . وإذا ما استثنينا الشريط الساحلي الضيق ونطاق المرتفعات الجبلية في الشمال الشرقي والشمال الغربي , فإن ليبيا تخضع للمؤثرات القارية, وإن كانت تلك التأثيرات تتباين بدرجات تختلف باختلاف الفصول وبعد المكان عن ساحل البحر

المتوسط . فبينما يضعف تأثير القارية بالاقتراب من ساحل البحر المتوسط بسبب تفوق المؤثرات البحرية عليها فإنها تزداد قوة ووضوحاً كلما اتجهنا جنوبا [32] .

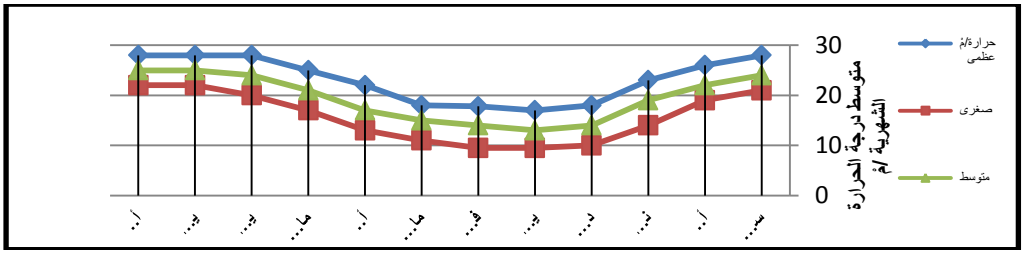
ويمكن دراسة عناصر المناخ على النحو الأتي :

أ - درجاتُ الحرارة : TC يسود المناخ شبة الجاف إقليم الشريط الساحلي , و المناخ الجاف المنطقة الداخلية (الهضبة)جنوبا , وعموما يتصف إقليم الشريط الساحلي بدرجات حرارة معتدلة بسبب المؤثرات البحرية , بحيث سجل المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في محطة طبرق نحو19.4مْ , ترتفع متوسط درجات الحرارة العظمى إلى 23.2 مْ ، و خلال أشهر فصل الصيف تسجل نحو28 مْ وتصل فوق 40 مْ كحد أعلى , وخلال أشهر الشتاء تهبط إلى 17.6مْ . وتنخفض متوسطات درجات الحرارة الصغرى بالمعدل السنوي إلى 15.6 مْ ، وتقل في أشهر فصل الشتاء إلى 9.7 مْ . كما يتصف مناخ المنطقة كذلك بالتطرف الحراري اليومي والفصلي بحيث ترتفع درجة الحرارة صيفا إلى 38 مْ في يوليو وتنخفض إلى 3.6 مْ شتاء في يناير ، جدول (3) شكل (4) .

جدول (3) المتوسطات الشهرية والفصلية لعناصر المناخ في منطقة الدراسة /طبرق [33]

شهر	سبتمبر 9	أكتوبر 10	نوفمبر 11	ديسمبر 12	يناير 1	فبراير 2	مارس 3	أبريل 4	مايو 5	يونيو 6	يوليو 7	أغسطس 8	المتوسط السنوي مْ
حرارة/مْ عظمى	28	26	23	18	17	17.8	18	22	25	28	28	28	23.2
صغرى	21	19	14	10	9.5	9.5	11	13	17	20	22	22	15.6
متوسط	24	22	19	14	13	14	15	17	21	24	25	25	19.4
المدى م	9.6	7	8.6	8.1	7.9	8.3	7.3	9	8.2	7.6	6.3	6	7.6
فصل	الخريف			الشتاء			الربيع			الصيف			
عظمى	25.6			17.6			21.7			28		23.2	
صغرى	18.0			9.7			13.7			21.3		15.6	
متوسط	21.6			13.7			17.7			24.7		19.4	
المدى م	8.6			8.1			8.2			6.6		7.6	
الرطوبة النسبية %	73.4	71.3	71.7	69.6	72.8	70.4	69.3	67.7	73.7	76.3	77.8	80	72.8
فصلي	72.1			70.9			70.2			78			72.8 %
معدل التبخر/مـ لم /يوم	5.0	4.9	4.5	4.4	3.9	4.0	4.6	5.1	4.5	4.7	4.4	4.6	54.6
فصلي	4.8			4.1			4.7			4.5			4.55
سرعة الرياح كم/عقده	8.5	7.3	8.4	9.5	9.3	10.1	9.7	9.7	8.6	8.8	10.6	10.3	
فصلي	8.1			9.6			9.3			9.9			9.2

شكل (4) المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى والصغرى والمدى / مْ -محطة طبرق

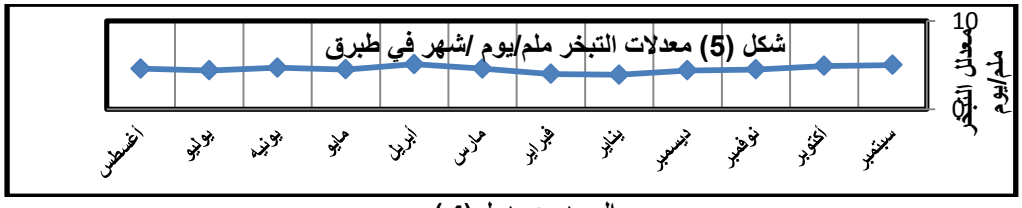


- المصدر : جدول (4)

ب – الرياح: تسود المنطقة الرياح الشمالية والشمالية الغربية و الشرقية وتمثل 67.5 % , يليها الرياح الجنوبية 16.5% ثم الشرقية 10.0% , والغربية6.0%. فيما تمثل الرياح الجنوبية العواصف الرملية القبلي بحيث سجلت خلال 12عاما (1994– 2005) نحو423 يوما, وبمتوسط 35.2 يوم عاصف/سنه ، ويعود ذلك إلى قلة وصول المنخفضات الجوية وضعف فاعليتها ثم إلى هبوب رياح القبلي المحلية إلى المنطقة [34] , جدول (3).

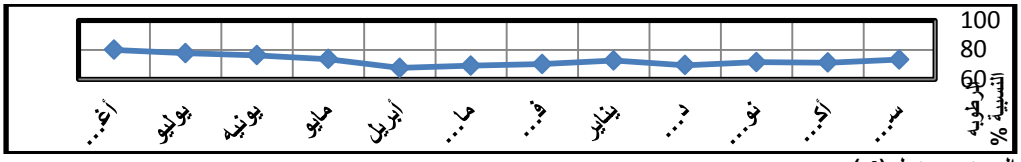
جـ– التبخر / PE : تعد أحد العناصر الرئيسية في الدورة الهيدرولوجية ، وتؤدي دورا كبيرا في الحد من القيمة الفعلية للأمطار . وعموما يتوافق ارتفاع معدلات التبخر مع درجة الحرارة المرتفعة وانخفاض الرطوبة ، وبسبب تدني درجات الحرارة خلال أشهر فصل الشتاء البارد , تنخفض معها معدلات التبخر بين 3.9-4.0ملم/ يوم , فيما ترتفع معدلات التبخر في أشهر الربيع 4.5 – 5.1 ملم /يوم، ويستمر الارتفاع في أشهر الصيف بين 4.4-4.7 مليون. . أما في أشهر الخريف فقد تراوحت بين 4.5 – 5.0 ملم /يوم ،وسجل المعدل السنوي للتبخر في طبرق نحو 4.2 ملم / يوم او 54.6 ملم /يوم /سنة , جدول(3) وشكل (5) .

د – الرطوبة النسبية : ترتفع معدلات الرطوبة النسبية بسبب تأثير البحر وقلة الارتفاع , بحيث سجل المعدل السنوي 72.8 % , وتتدنى المعدلات خلال الفصول الباردة بين 70.2و70.9% , فيما ترتفع في الفصول الحارة بين 72.1-78.0% ، جدول (3) وشكل (6)



المصدر : جدول (4)

شكل(6) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية %/طبرق



المصدر : جدول (4)

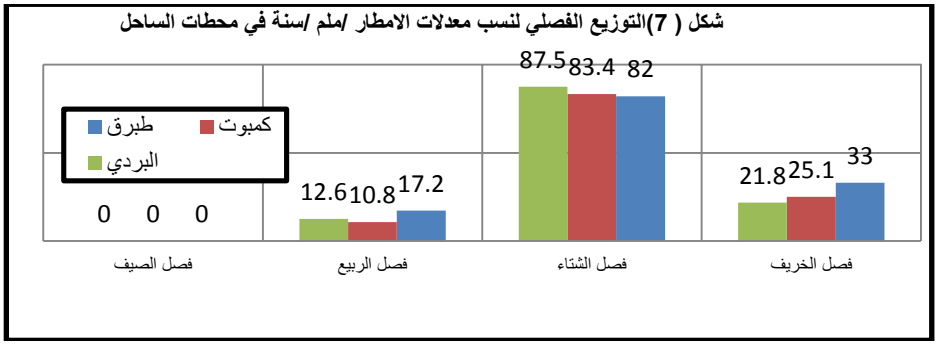
هـ – الأمطار Rain-Fall : يسود تساقط الأمطار الإعصارية المنطقة , وذلك لتعرضها للمنخفضات الباردة المصاحبة للمنخفضات الجوية المارة فوق مياه البحر الدافئة والقادمة من مختلف الجهات الشمالية والغربية المحملة ببخار الماء , وبسبب تدني درجات الحرارة يحدث تساقط أمطار غزيرة , ويتوقف معدل التساقط على عمق المنخفض الجوي ومدى اقترابه ومساره من المنطقة وإلى تمركزه وطبيعة الأحوال السينوبتكية في طبقات الجو العليا [34] .

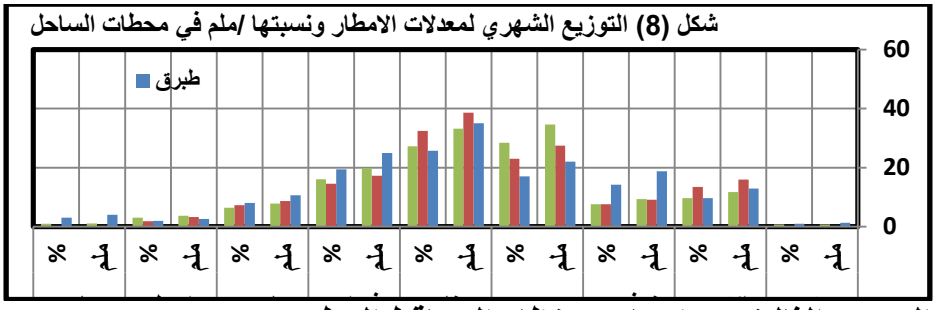
2- خصائص التساقط الشهري والفصلي في المنطقة : يتحكم في أشكال توزيع الأمطار في المنطقة اتجاه مرور الأعاصير ثم إلى عوامل تضاريسية وقربها من البحر وامتداد الساحل بموازاة مرور الرياح الممطرة مما جعل المنطقة تقع في ظل المطر وبمعدلات تتراوح 93.3 ملم/ سنة في عين الغزالة إلى 132.2 ملم/ سنة في طبرق , كما تسجل معدلات الأمطار بين 123 -124ملم / سنة في الأشهب والبردي.

وعموما تتركز الأمطار في فصل الشتاء 69.0 % ، و وبقيمة في يناير 26.2 % . فيما تتباين معدلات التساقط شهريا بين 17.0 % في فبراير إلى 20.6 % في ديسمبر . بحيث سجل فصل الشتاء أعلى معدل للتساقط 87.5 ملم في البردي إلى 82.0 ملم في طبرق , ويعود سبب تركز الأمطار شتاء إلى فاعلية تأثير المنخفضات الجوية القوية خلال عبورها المنطقة في هذه الفترة . ويمثل فصل الخريف المرتبة الثانية في نسبة معدلات التساقط 23.5% إي 30.3 ملم، وتراوحت النسبة بين 1.8 % في سبتمبر ثم 12.3 % في اكتوبر إلى 8.0 % في نوفمبر . ومكانيا تتباين معدلات التساقط بين 17.9 % في البردي إلى 24.9 % في طبرق ، و سجل اعلي معدل للأمطار خلال هذا الفصل بين 33.0 ملم في طبرق ونحو 25.1 ملم في كمبوت . ولقد شكل فصل الربيع المرتبة الثالثة في نسبة معدلات التساقط 11.0 % ، وتراوحت النسبة خلال أشهر الربيع بين 1.3 % في مايو إلى 9.0 % في مارس . ، فيما يندر تساقط الأمطار في فصل الصيف , جدول (4), شكل (7و8) وملحق (1) .

جدول (4) التوزيع الفصلي لمعدلات الأمطار ونسبتها في مناطق الدراسة

المحطات	فصل الخريف		فصل الشتاء		فصل الربيع		فصل الصيف		المجموع	
	ملم	%	ملم	%	ملم	%	ملم	%	ملم	%
طبرق	33.0	24.9	82.0	62.1	17.2	13.0	0.0	0.0	132.2	100.0
كمبوت	25.1	21.1	83.4	69.9	10.8	9.0	0.0	0.0	123.6	100.0
البردي	21.8	17.9	87.5	71.7	12.6	10.4	0.0	0.0	122.7	100.0
المعدل	26.6	20.0	84.3	69.0	13.5	11.0	0.0	0.0	124.4	100.0





المحور الثالث ـ خصائص نظام التساقط المطري :

أ- **عدد أيام الهطول:** تفيد معرفة أعداد الأيام التي حدث فيها سقوط أمطار معينة وتركزها بزمن محدد في تقدير كميات مياه الأمطار التي تتسرب إلى التربة وتغذية المياه الجوفية ومعرفة حدوث جريان سطحي للمياه وكذلك معدلات التبخر . وتدرس على النحو الآتي ، جدول (5) :

- تراوحت أعداد الأيام التي سقط فيها مطر للفترة 1985 – 2003، خلال 19 سنة بين 52 يوما عام 1991 إلى 12 يوما عام 1999، وسجل متوسط هذه الفترة 32.2 يوما /للموسم المطري.

- وبحساب تحديد 6 أشهر أو 182 يوما من السنة المحتمل أن تسقط فيها أمطار,أما الفترة الباقية جافة لا يحدث فيها تساقط, وقد تراوحت بين 313 يوم إلى 353 يوم من السنة , فيما تراوحت فترة التساقط بين 3.0%-14.2% .

ب – تركز وكثافة الأمطار : يستخدم التركيز أو غزارة التساقط : الكمية الساقطة= $\frac{\text{الكمية الساقطة}}{\text{الزمن /عدد الايام}}$ = حيث يعادل الفصل المطير 182 يوما. بمعنى بلغت عدد الأيام الماطرة في موسم عام 1991 نحو 52 يوم وهو الأعلى خلال الفترة 1985 -2003, وبذلك يقدر التركيز أو غزارة المطر في هذه الحالة: $\frac{52}{182} \times 100 = 28.6$ % من الموسم المطري أي أقل من ثلث الفترة المطرية , فيما سجل أدنى عدد أيام ماطرة نحو 12 يوما عام 1999 ,وبهذا تهبط إلى 6.6% وهي 12 يوما من 182 يوما أي شديدة الجفاف. وتشير كذلك أن فترة الجفاف لكل السنة تعادل في الحالة 85.8 % من أيام السنة تكون جافة , جدول (6) .

أما دليل التركيز فقد تراوح بين 8.6 ملم/يوم عام 1994 إلى 3.6 ملم /يوم عام 1991 , ومن خلال هذا المؤشر تتضح أهمية العلاقة بين كمية التساقط وفترة ديمومتها /زمنها ، أي أن الكمية لا تعني ارتفاع الشدة بل يمكن النظر إلى أن أعلى كمية مطرية سجلت عام 1988 والبالغة 266ملم , فيما سقطت خلال 52 يوما ووصل معها مؤشر التركيز أدناه خلال هذه الفترة . أما خلال 24 يوما فقد سقط 205.7ملم ,أدت لرفع معدل التركيز إلى أقصاه .

جـ اقصى معدلات تساقط أمطار /يومية : سجل في محطة طبرق أعلى كمية مطر هطلت 77.7 ملم / يوم واحد / فبراير عام 1997 و76.0 ملم / يوم نوفمبر عام 1986 ، جدول (5) .

جدول (5) عدد أيام المطر ونسبتها /مواسم المطر/السنة وتركيزالمطر/ يوم وأعلى هطول/يوم[36]

السنة	المطر /ملم	عدد أيام المطر	نسبة أيام لمطر من موسم المطر	نسبة أيام المطر من كل السنة	تركيز المطر ملم/يوم	أعلى كمية مطر في يوم واحد
1985	175	26	14.3	7.1	6.7	40
1986	253	41	22.5	12.3	5.6	76
1987	164	40	22.0	11.0	4.1	13
1988	266	45	24.7	12.3	5.9	28
1989	154.4	36	19.8	10.1	4.2	18

1990	150	26	14.3	7.1	5.7	31
1991	188	32	17.6	14.2	3.6	30
1992	204	24	13.2	6.6	8.5	29
1993	175.2	30	16.5	8.2	5.8	41
1994	206	24	13.2	6.6	8.6	29
1995	118	26	14.3	7.1	4.5	13
1996	154.5	31	17.0	8.5	5.0	29
1997	258	41	22.5	11.2	6.3	78
1998	190	38	20.8	10.4	5.0	16
1999	73	12	6.6	3.8	6.0	24
2000	188	38	20.8	10.4	4.9	36
2001	154	26	14.3	7.1	5.9	30
2002	106	26	14.3	7.1	4.0	-
2003	152	26	14.3	7.1	5.8	-
والمعدل	175.2	613	17.7	8.8	5.4	-

4- فترة الرجوع أو تكرار تساقط الأمطار: يقصد بها الفترة الزمنية التي يتوقع فيها عودة أو تكرار كمية معينة من المطر ، وهو مؤشر مهم في الدراسات الهايدرلوجية وخاصة في برامج الحصاد المائي . وتفيد استخدام أعداد السنوات اللازمة لتكرار قيمة معينة ، أو تقدير نسبة احتمال تكرار قيمة معينة في فترة زمنية محددة , وتحسب عادة من خلال ترتيب كميات التساقط من الأعلى إلى الأدني تنازليا حسب الرتبة . أما فترة الرجوع فتحسب= $T=\frac{n+1}{m}$, $\frac{45+1}{1}=46$. وتعني : T = الفترة الزمنية التي يتوقع تكرار كمية معينة من المطر ، و n = تعني عدد سنوات السلسلة الزمنية . m= الرتبة الكمية المطرية في الترتيب .

ولقد ربطت نظرية جامبل Gumbel ثلاثة عناصر بعضها ببعض وهي: شدة المطر وديمومة هذا المطر وتكرار هذه الشدة بهذه الديمومة . وتعني الشدة المطرية : مقدار المطر الساقط في وحدة الزمن ، فهذا لايعني كمية المطر الساقطة , بل شدة المطر الساقطة في مكان ما . اماالديمومة : تعني استمرارية المطر بهذه الشدة لفترة ما من الزمن ، والتكرار يعني: تكرار شدة المطر وديمومته في وحدة الزمن [37] . كأن يقال أن المطر الذي كانت شدته 100 ملم /في الساعة واستمر مدة 10 / دقائق متواصلة يتكرر مره كل خمس سنوات ، أو يتكرر في السنه مرتين وهكذا , ومن المتعارف أن اقصى كمية أمطار / اليوم تتكرر كل 10 / سنوات، وهذا يعتمد معيارا لتصميم تدابير صيانة التربة, وتستخدم في برامج عمليات حصاد لمياه الأمطار , و أن تكون الإنشاءات قادرة على الثبات أمام الجريان السطحي[38] .

ويظهر أن الرجوع واحتمالية تكرار نفس كمية التساقط بين 46/ سنة في طبرق إلى 11/ سنة في محطتي بئر الأشهب والبردي. كما يتضح أن سقوط أمطار تزيد

كميتها عن 266ملم/سنة [39] تصل نسبة احتمال تكرارها إلى 2.2% وبفترة رجوع 46 سنة أي يتكرر سقوط هذه الكمية مرتين كل46 سنة . فيما تحتاج اقل كمية مطر 60 ملم لفترة رجوع سنة 1.0 وبنسبة تكرار 97.8 % . وفي بقية المحطات تراوحت فترات الرجوع بين 46/ سنة في طبرق و 11/ سنة في الأشهب والبردي , ملحق (2) .

5- **القيمة الفعلية للأمطار :** تستخدم المعادلة الآتية لحساب القيمة الفعلية للأمطار وكالاتي :

$$\frac{\text{معدل الامطار السنوية ملم}}{\text{معدل الحرارة الشهرية}} = \text{م}+0 = \frac{107\text{ملم}}{19.8+10} = 3.6$$ ملم وهي قيمة اقل من 5 مما يعني انة مناخ جاف.

ولتمييز نوع المناخ السائد ، استخدمت معادلة ديمارتون وكالاتي :

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{\text{معدل المطر السنوي سنة ملم}}{\text{متوسط الحرارة السنوي مْ}+10} + \frac{12 \times \text{متوسط المطر الشهري}}{\text{متوسط حرارة اجف الاشهر}+10} =$$

ويقسم الناتج على 2 وإذا كانت القيمة اقل من 5 يكون نوع المناخ جافا، كالآتي:

محطة طبرق	متوسط الأمطار السنوي للمنطقة	المتوسط المطري/شهري	متوسط الحرارة /السنوي	متوسط اجف الشهور/مْ
	115.0/ملم	9.6/ملم	19.8	25.3

$$\text{معامل ديمارتون للجفاف} = \frac{\text{معدل المطر السنوي سنة ملم}}{\text{متوسط الحرارة السنوي مْ}+10} + \frac{12 \times \text{متوسط المطر الشهري}}{\text{متوسط حرارة اجف الاشهر}+10} =$$

$$\text{معامل الجفاف} = \frac{115}{10+19.8} + \frac{115}{10+25.3} = \frac{115}{29.8} + \frac{115}{35.3} + \frac{1150}{298} = \frac{1150}{353}$$

$$= \frac{405950}{105194} + \frac{342700}{105194} = 7.12 \div 2 = 3.86$$. إذا فالمناخ السائد في المنطقة هو الجاف

وباستخدام معادلة كوبن التي طبقت وفقا للتوزيع الفصلي لكميات الأمطار/ الشتوية للتمييز بين المناخ الصحراوي الجاف وشبة الجاف : $\frac{\text{سم/ المعدل السنوي للامطار}}{\text{مْ / المعدل السنوي للحرارة}}$ = إقليم الساحل = $\frac{11.5}{19.8}$ =0.580 . وبما أن الناتج اقل من (1) فان المناخ السائد هو الصحراوي الجاف وفقا لكوبن خاصة , وان المنطقة اقل من 250ملم.

وحسب معادلة امبيرجية 1955 : المطورة عن معادلة ديمارتون تحدد القيمة الفعلية للأمطار على أساس العلاقة بين كمية الأمطار والمدى الحراري السنوي وكالاتي : Q=R÷ (M+m)×(M—m)×100 حيث أن Q = القيمة الفعلية للأمطار أو معامل الجفاف .R = معدل المطر السنوي /ملم/ . M+m = متوسط درجة الحرارة العظمى لأحر شهور السنة بالدرجة المئوية وm متوسط درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهور السنة بالدرجة المئوية. يعطي الناتج صفة مناخ المنطقة , فكلما كبر المعامل يصبح المناخ أكثر رطوبة والعكس صحيح أي إذا صغر الناتج تكون المنطقة جافة ، وحسب هذه المعايير في طبرق 16.0 ، تصنف المنطقة بالجافة (40) .

القيمة الفعلية للأمطار حسب معادلة امبيرجية* في الإقليم/ طبرق للفترة 1957-2009							
متوسط الحرارة العظمى لأحر شهور السنة (1)	متوسط الحرارة الصغرى لأبرد شهور السنة (2)	معدل الأمطار/ ملم	2+1	2-1	2+1 × 2-1	φ *	نوع المناخ *
29.58	7.03	132.2	36.61	22.55	825.6	16.0	جاف

المحور الرابع ـ الخصائص الهايدرولوجية للسنوات المطرية :

-السنوات المطرية الرطبة ـ شبة الجافة والجافة في محطات الشريط الساحل :

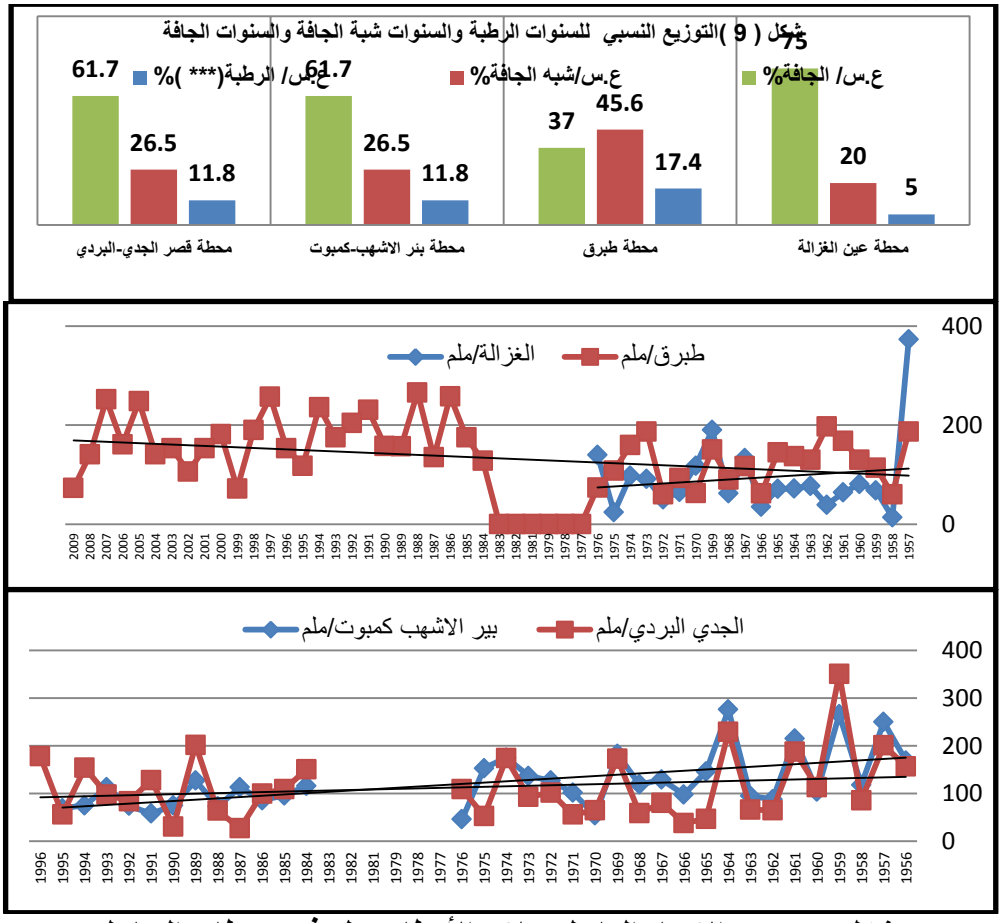
وبالرغم من اتجاه معدلات الحرارة للارتفاع خلال سنوات الجفاف , وهبوطها خلال السنوات الرطبة , إلا أن الفوارق تقل بين معدلات الحرارة خلال السنوات الجافة والرطبة , حيث وجد الشذوذ السلبي للتساقط الذي يتوافق مع شذوذ موجب لدرجات الحرارة . وخلال الفترات الرطبة تأخذ معدلات الحرارة بالانخفاض النسبي بسبب تأثر المنطقة بالجبهات الباردة والمنخفضات الجوية ووصول الهواء القطبي مسببا تدنيا في معدلات الحرارة (41) . وعموما يسود المناخ شبة الجاف الشريط الساحلي, ووفق التصانيف المناخية (امبرجية وكوبن وايفانوف) حددت السنوات الرطبة وشبه الجافة و الجافة , ومن جدول(6) والشكل (9و10) يتضح الأتي :

جدول (6) معدلات التساقط ونسبها حسب السنوات الرطبة-شبه الجافة والجافة

الحالة	محطة عين الغزالة	محطة طبرق	بئر الأشهب- كمبوت	قصر الجدي- البردي	خصائص
عدد السنوات	20	45	34	34	110
المعدل/ملم	93.3	132.2	124.3	123.6	115.5
ع.س/ الرطبة(***)%	%5.0/1	%17.4/8	%11.8/4	%11.8/4	%12.7/14
المعدل/ملم	373	244	251.8	251.8	275.5
ع.س/شبه الجافة%	%20.0/4	%45.6/21	%26.5/9	%26.5/9	%34.5/38

المعدل/ملم	145.3	162.2	149.6	153.6	154.3
ع.س/ الجافة%	%75.0/15	%37.0/17	61.7/21	61.7/21	%52.7/58
المعدل/ملم	60.7	94	89.14	86.5	81.6
أعلى معدل مطر/سنة	373	266	276	187.5	255.5
أدنى معدل مطر /سنة	24	60	46.0	28.5	42.87

- المصدر : ملحق (1) وجدول (3) / (*)ع .س: عدد السنوات (***) وفق تصنيفات امبيرجية وكوبن وايفانوف كسنوات رطبه وشبه جافة وجافة.



شكل (10) الاتجاه العام لمعدلات الأمطار /ملم في محطات الساحل

- لقد سجل المعدل العام للأمطار 115.0/ملم /سنة , و تراوح المعدل بين 93.3ملم/سنه في عين الغزالة إلى 132.2ملم/سنة في طبرق ومن 123-124ملم في الاشهب والبردي . تمثل السنوات الرطبة معدل تساقط فوق 200ملم , أما المعدلات

الأعلى بقليل من المعدل العام تصنف شبة جافه , فيما التي تقل عن المعدل العام تعتبر سنوات جافة وغالبا تقل معدلاتها عن 100ملم.

- ولقد سجلت السنوات الرطبة نسبة 12.7% وبمعدل 275.5ملم/سنة , يقابلها ارتفاع نسبة السنوات شبة الجافة إلى 34.5% وبمعدل 154.3ملم/سنة , فيما ارتفعت نسبة السنوات الجافة الى52.7% أي أكثر من نصف السنوات, وهي التي يقل معدل الأمطار فيها عن 100ملم/سنة . ولقد تبين كذلك تباين نسبة السنوات الرطبة في المحطات بين 5% وبمعدل 373ملم/سنة في محطة الغزالة إلى 17.4% وبمعدل 244ملم/سنة في طبرق

- أما بالنسبة للسنوات شبة الجافة فقد ارتفعت نسبتها من 20% في عين الغزالة وبمعدل 145.3ملم/سنة إلى 45.6% وبمعدل 162.2ملم/سنة. طبرق ، ويظهر إن المؤثرات البحرية تبدو اقل أثرا بدلالة أن أكثر من ثلثي السنوات تتصف بالجفاف , بحيث سجلت نسبة السنوات الجافة بين 37% في طبرق , إلى 75% في الغزالة .

- يتبين قلة تتابع السنوات الرطبة , و انتظام السنوات شبة الجافة في محطات الشريط الساحلي .

- المحور الخامس ـ العلاقة بين التساقط – الجريان و الحصاد المائي:

يؤثر التباين في حجم الوارد المائي للأمطار بمعدلات التساقط وبنوع السنة الهايدرولوجية , كما تعد العلاقة طردية بين معدل الوارد المائي للأمطار ملم /م^3 ومعدل الجريان المائي السطحي /م^3 , وكذلك مع المساحة /كم^2 , حيث تمثل مساحة الشريط الساحلي 2205.7كم^2 , تشكل الغزالة 461.2 كم^{2}وبنسبة 20.9%. أما طبرق 622.7كم^2 ونستها 28.2% , فيما تعادل الأشهب –كمبوت 453.7كم2 وبنسبه 20.5% , ثم البردي –الجدي 688.2كم^2 ونسبتعا30.3% .

ولقد درست عدة جهات عناصر الموازنة المائية المناخية في إقليم الشريط الساحلي ، ومنها قدرت دراسة لشركة كومنير 1985 معامل الجريان بحوالي 5% , كما قدرت الهيئة العامة للمياه (2005) [42] معامل الجريان في المنطقة بحوالي 10% . وفي ضوء دراسة الموازنة المائية - المناخية قسمت المنطقة الشرقية من ليبيا إلى أربع وحدات - هايدروجيولوجية رئيسية لكل منها خصائص جغرافية خاصة بها . و حددت منطقة (البمبه– طبرق) بمساحة 3839 /كم^2 ، وقدر فيها معدل الهطول بنحو537.4مليون م^3/سنة ، فيما حسب معدل الجريان فيها بنحو53.7 مليون/م^3/سنة ,أي تمثل (10%) ، كما قدر معدل الرشح (15 %) ومعدل التبخر (75%) . أما

(Italco Consulting1978) [43] فقدرت معامل التبخر (90.0%) والتسرب (5.0 %) ، والجريان السطحي (5.0 %) . كما و قي دراسة لوزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (2014) [44] تقرير المرحلة الثانية , دراسة الموارد المائية , قدر متوسط الجريان السطحي في هذه المنطقة 3465كم^2 بحوالي 4.5ملم /سنة , وهي 2.37% من إجمالي التساقط , و تمثل بين 1200-2800م^3/كم^2 , و هذه التقديرات مماثلة لتقدير شركة اتالكو .

وعموما تستند تقديرات الموازنة لتأثير معدلات التساقط على معدل الوارد المائي للأمطار , ثم على معدل الجريان السطحي التي تتباين معدلاتها في السنوات الرطبة و شبة الجافة ثم الجافة وكالاتي , ملحق (1) وجدول (7و8) :

- لقد قدر المعدل العام للأمطار في الساحل بنحو 115.5ملم/سنة , فيما تراوح المعدل بين 93.3ملم/سنة في عين الغزالة غربا - خليج البمبة و 132.2ملم/سنة في طبرق إلى 123.6ملم/سنة في البردي قرب الحدود مع مصر شرقا . ووفق هذه تقديرات الموازنة فقد تراوح معدل التبخر بين 86.6 -104.0ملم , يضاف لها معدل التسرب بين5.8-11.6ملم/سنة , فيما تراوح معدل الجريان السطحي للأمطار بين 5.8 -11.6 ملم/سنة .

- كما و تتضح فوارق معدل الجريان السطحي /ملم , والتي تصل فيها معدلات التساقط 275.5ملم خلال السنوات الرطبة وبمعدل جريان تراوح بين 13.8ملم-27.6ملنم , بينما خلال السنوات شبه الجافة تدنى معدل الأمطار إلى 154.3 ملم , انخفض معها حجم الجريان من 15.4ملم - 7.7ملم, فيما يتضح اتساع الفارق بهبوط معدل الأمطار خلال السنوات الجافة 81.7ملم , مما أدى إلى تدني معدل الجريان من 8.0ملم -4ملم .

- وفي ضوء هذه التقديرات سواء لإجمالي الوارد المائي المحسوب من مساحة الشريط الساحلي 2205.7كم^2 والبالغ حوالي 253.7 م م^3 ، ووفق ذلك قدر المعدل العام للجريان السطحي بين 12.7 – 25.4م م^3، وهي كميات جريان معقولة بسبب قلة التساقط وسيادة المناخ شبة الجاف . كما و يظهر التباين في المعدل العام لمعدلات الجريان بين المناطق بحيث تراوح بين 4-8/م م^3 في عين الغزالة إلى 5.8-11.6 /م

م^3 في طبرق , فيما تراوح المعدل بين 2.8-5.7م م^3 في الأشهب إلى 4.1-8.2م م^3 في البردي , وذلك بسبب تباين معدل التساقط والمساحة.

- أما خلال السنوات شبه الجافة التي مثلت مع السنوات الجافة حوالي 88.0% من إجمالي الفترة, وبمعدل أمطار سجل حوالي 154.3ملم , سجلت معدل وارد مائي مطري نحو 340.3م م^3 , فيما قدرت منها معدل الجريان المائي بين 17.0-34.0 م م^3 . أما مكانيا فقد تراوح المعدل العام للأمطار بين 154.3ملم وبوارد مائي 340.3م م^3, فيما تراوح معدل الجريان في مناطق الساحل بين 3.1-6.2م م^3 إلى 5.1-10.2م م^3. وخلال السنوات الجافة التي مثلت ثلث إجمالي الفترة وبمعدل مطري منخفض سجل 81.7ملم ,قدر منه معدل الوارد المائي لهذه الأمطار 180.2م م^3 فيما سجل معدل الجريان بين 9-18م م^3 في عموم المنطقة , كما وظهر تفاوت مكاني في معدل الجريان بين مختلف المناطق بسبب تباين معدلات الأمطار ,وسجل 1.3-2.7م م^3 إلى 2.9-5.8 م م^3.

المحور السادس ـ الموازنة الهايدرولوجية المناخية: Hydro Balance :–Climtololgical

تهدف دراسة الموازنة المائية الهايدرولوجية - المناخية إلى حساب علاقة معدلات التساقط مع عناصر التبخر والتسرب ثم مع الجريان السطحي للأمطار . و في هذا البحث اعتمد على دراسة شركة اتالكو(1978) [45] في تقدير عناصر الموازنة المائية - في المنطقة ، وصيغت بموجبها عناصر المعادلة الهايدرلوجية : P/100.0= E/90.0 +S/5.0 +R/5.0 = حيث إن التساقط :P/= 100 , التبخر E ويعادل 90.0 +التسرب أو الشحن :S /تعادل 5.0 + الجريان السطحي: R /تعادل 5.0 . فيما قدرت كذلك الهيئة العامة للمياه (2005) [46] الموازنة في المنطقة على النحو الأتي : P/100.0= E/75.0+S/15.0+R/10.0 = حيث أن التساقط P/= 100 , التبخر E ويعادل 75.0 +التسرب أو الشحن:S /تعادل 15.0 + الجريان السطحي: R /تعادل 10.0 .

وبالاستناد إلى تقديرات عناصر الموازنة العامة ، قدرت نسبة السنوات الرطبة وفق التصانيف المناخية نحو 12.7% , فيما قدرت نسبة السنوات شبة الجافة والجافة نحو 87.3%من إجمالي الفترة . وعموما يسود منطقة الشريط الساحلي المناخ شبه

الجاف عدا بعض السنوات الرطبة المنفردة , إضافة إلى فترات فصل الشتاء حيث تنخفض درجات الحرارة وحدوث التساقط , فيما يتميز هذا المناخ بعدم انتظام التساقط كميا ومكانيا ، وبدرجات حرارة وبمعدلات تبخر مرتفعة. ووفق الموازنة المائية ندرس الآتي , جدول (8)ملحق (1) وأشكال (11) .

أ – التبخر: Evaporation/PE يسود المناخ شبه الجاف ومعها يرتفع معدل التبخر ، ووفق معاملي التبخر (75% – 90%) , تراوح المعدل العام للتبخر في المناطق كافة بين 190.2 مليون م^3 /سنة - 228.3مليون م^3 / سنة إلى 190.2 مليون م^3 /سنة من إجمالي المعدل العام للتساقط 253.7 مليون /م^3.

أما خلال تقدير الفقدان بسبب التبخر خلال السنوات الرطبة بين 455.7 م م^3 - 546.9م م^3 , بينما تدنى الفقدان نتيجة التبخر خلال السنوات الجافة بين 255.3م م^3- 306.3م م^3 , وانخفض المعدل العام للتبخر لقلة التساقط في السنوات الجافة بين 135م م^3-162.2م م^3 . ويمكن اعتبار أسباب التباين بين معدلات التبخر وفق معامل 75-90% إلى تأثير تباين معدلات الأمطار واتساع مساحة كل منطقة في الساحل , بحيث تراوح التباين في معدلات التبخر وفق المعدل العام للإمطار بين 32.3م م-38.7م م3 إلى 61.7م م3-74.1م م3 في كل من عين الغزالة وطبرق, فيما تراوحت في بقية المناطق ن 42.4م م3-50.9 م م3 إلى 61.6م م3-74.0م م3 .

- ترتفع معدلات التبخر خلال السنوات الرطبة بسبب ارتفاع معدلات الأمطار وكذلك اتساع المساحة بين المناطق , وتراوحت هذه المعدلات بين 135.7م م3-161.2م م3 في البردي إلى 85.7م م3-102.8م م3 في الاشهب , فيما تراوحت على التوالي في كل من طبرق والغزالة بين113.9-136.7 م م3 إلى 129م م3-154.8م م3.
- أما خلال السنوات شبة الجافة التي تنخفض فيها معدلات الأمطار , فيما تراوحت معدلات التبخر بين 47م م3-56.4م م3 في عين الغزالة إلى 61م م3-50.9م م3 في الاشهب لترتفع وبنفس المعدلات 76.9م م3-92م م3 في كل من البردي وطبرق . وتنخفض معدلات التبخر بشكل كبير خلال السنوات الجافة إلى أكثر من 20% عن المعدل العام للتبخر وفي كل المحطات , كما يظهر التباين الكبير بين معدلات التبخر خلال السنوات الرطبة التي تزيد عن السنوات الجافة بمعدل يصل ثلاثة إلى أربعة أضعاف في كل المناطق . بمعنى أن الفارق يصبح كبيرا بين معدلات الفترة الرطبة والجافة والذي يقدر بنحو 75% , ووفق ذلك يجب أن يستند التخطيط لمشاريع

الحصاد على هذه المعطيات. وعلى الرغم من ثبات معامل التقدير بين 75%-90% إلا أن هذه التباينات في معدلات التبخر خلال الفترات الزمنية وخصائصها الهايدرولوجية يعود إلى تأثير عوامل التذبذب في معدلات التساقط بين منطقة وأخرى .

ب – التسرب اوالشحن : Seepage واستنادا إلى معامل التسرب لمياه الأمطار للخزانات الجوفية (5%- 15%) ، قدر المعدل العام للتسرب في الشريط الساحلي بين 12.7 – 38.1 مليون/ م^3 , يرتفع المعدل خلال السنوات الرطبة معدل التسرب بين 30.4-91.2م م^3 , وخلال السنوات شبة الجافة تنخفض المعدلات بين 17.0-51.0م م^3 , كما ينخفض المعدل كذلك خلال السنوات الجافة إلى 9.0-27.0م م^3 . و يتضح التباين المكاني في معدل للتسرب بين المناطق , حيث تراوح المعدل في عين الغزالة بين 2.2-6.5م م^3 إلى 4.1-12.4م م^{3}في طبرق , فيما تراوح بين 2.8-8.5م م^3 في الاشهب إلى 4.1-12.3م م^3 في البردي .

و خلال السنوات الرطبة يرتفع معدل التسرب بفعل ارتفاع معدلات التساقط بين 8.6-25.8م م^{3}في عين الغزالة إلى 7.6-22.8م م^3 في طبرق ثم بين 5.7-17.1م م^3 في الاشهب إلى 8.6-25.9م م^{3}في البردي .

- أما خلال السنوات شبة الجافة , لقد أثر تدني حجم التساقط على تدني المعدل العام للتسرب بين 3.1-9.4م م^3 , كما وأثرت قلة المطر خلال السنوات الجافة على هبوط معدل التسرب إلى 1.3-4.0م م^3 في عين الغزالة , وبين 2.9-8.8م م^3 في طبرق , فيما تراوح في الاشهب في السنوات شبه الجافة بين 3.4-10.2م م^3 , فيما ينخفض المعدل بشكل حاد لقلة التساقط في السنوات الجافة بين 2.0-6.0م م^3 . أما في البردي –قصر الجدي , يتضح هبوط معدل التسرب خلال السنوات شبة الجافة إلى 5.1-15.4م م^3 , كما وهبط معدل التسرب بشكل كبير في الفترة الجافة بين 2.9-8.7م م^3 , بمعنى يعطي هذا التباين أهمية في تخطيط وإدارة مشاريع الحصاد في المنطقة.

جـ – الجريان السطحي Rain fall -Runoff : يتأثر الجريان السطحي بعوامل كثيرة منها نوع المناخ وطبيعة نظام التساقط وكمياته وزمنه ثم نوع التربة والغطاء النباتي إضافة إلى تضاريس المنطقة . ولتقدير الجريان السطحي /م^3 من معدلات التساقط المطري ملم/م^3 /كم^2 . يقدر المعدل العام للأمطار 115.0ملم , فيما قدر منه

وارد مائي للأمطار 253.7 م م^3 , وأعطى معدلا عاما للجريان السطحي في المنطقة 12.7-25.4م م^3 .

- لقد أدى ارتفاع معدل التساقط خلال السنوات الرطبة والبالغ 275.5 , إلى ارتفاع معدل الوارد المائي إلى 607.7م م^3 , وكذلك إلى ارتفاع معدل الجريان السطحي إلى 30.4-60.8م م^3 . أما خلال السنوات شبه الجافة وبسبب انخفاض معدل المطر إلى 154.3ملم , أدى إلى تدني في معدل عام للوارد المائي للأمطار 340.3م م^3 , فيما سجل معدل للجريان السطحي بين 17.0-34.0 م م^3. كما يتضح الانخفاض في معدل الأمطار في السنوات الجافة والبالغ 81.7ملم , فيما بلغ معدل وارد مائي 180.2م م^3 , وسجل معها معدل الجريان السطحي انخفاضا واضحا بلغ 9-18م م^3 في المنطقة . وفي ضوء ذلك يتضح التباين في معدلات الجريان السطحي بسبب التذبذب الكمي والمكاني للتساقط إضافة إلى عامل مساحة مناطق الدراسة , أشكال (11) .

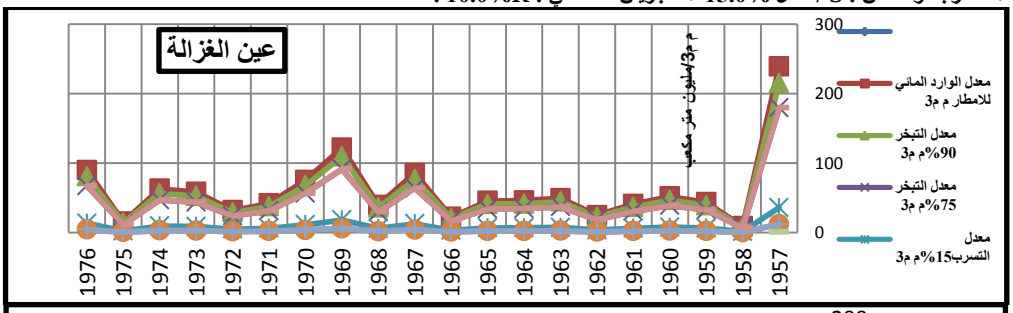
- يتضح التفاوت الكبير في معدلات الجريان السطحي في مناطق الشريط الساحلي , بين 2.2-4.3م م^{3}في عين الغزالة إلى 4.1-8.2م م^{3}في طبرق , فيما تراوح في منطقة كمبوت-بئر الاشهب المعدل بين 2.8-5.7م م^3 , كما وسجل المعدل كذلك في البردي بين 4.1-8.2م م^3 .

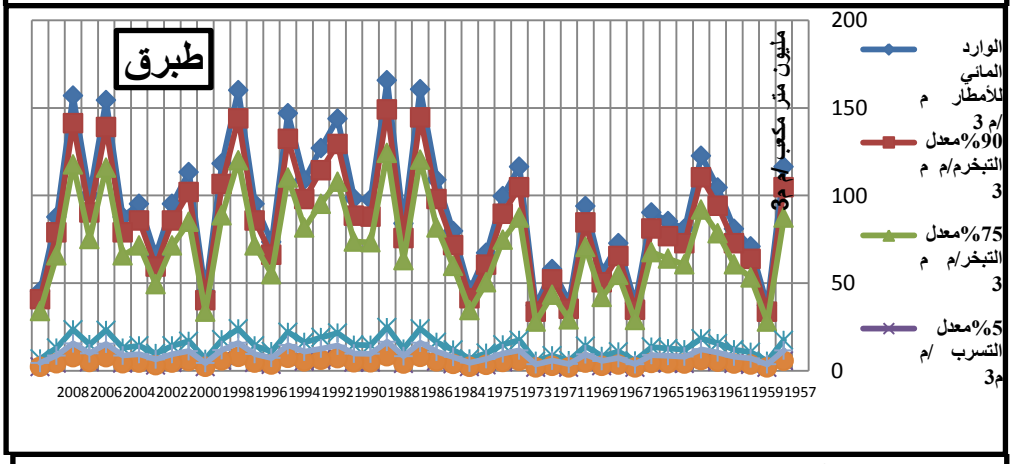
- وخلال السنوات الرطبة يؤدي ارتفاع معدلات الأمطار إلى ارتفاع في معدل الجريان السطحي للأمطار في المنطقة, بحيث تراوحت هذه المعدلات بين 8.6-17.2م م^3 في عين الغزالة إلى 7.6-15.2م م^3 في طبرق , كما وتراوح في الجهة الشرقية من الساحل بين 7.6-15.2م م^3 في بئر الاشهب إلى 8.6-17.3م م^3 . أما خلال السنوات شبه الجافة تنخفض معدلات الجريان السطحي بسبب تدني معدلات الأمطار أقل من 200ملم /سن تقريبا , وعلية تراوحت معدلات الجريان بين إلى 3.1-6.3م م^3 في عين الغزالة إلى 5.1-10.2م م^3 في طبرق , بينما تراوح في مناطق بئر الاشهب بين 3.4-6.8م م^3 إلى 5.1-10.3م م^3 في البردي . كما وأدى تدني معدلات الأمطار خلال السنوات الجافة التي يقل معدل التساقط خلالها عن 100ملم /سنة , وتتراوح معدلات الجريان السطحي بين 1.3-2.7م م^3 في عين الغزالة , فيما بلغ في طبرق نحو 2.9-5.8 م م^3 . و يتبين كذلك في السنوات الجافة انخفاض في معدلات الجريان السطحي وبلغ بين 2.0-4.0م م^3 في بئر الأشهب , والى 2.9-5.8م م^3 في البردي .

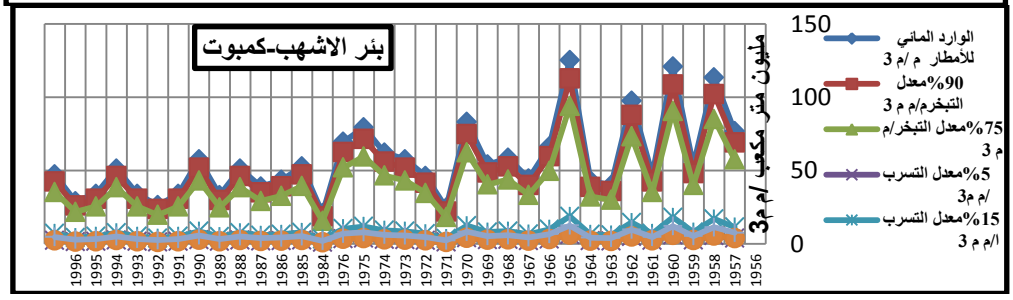
جدول(7) الموازنة المائية الهايدرولوجية في مناطق الدراسة

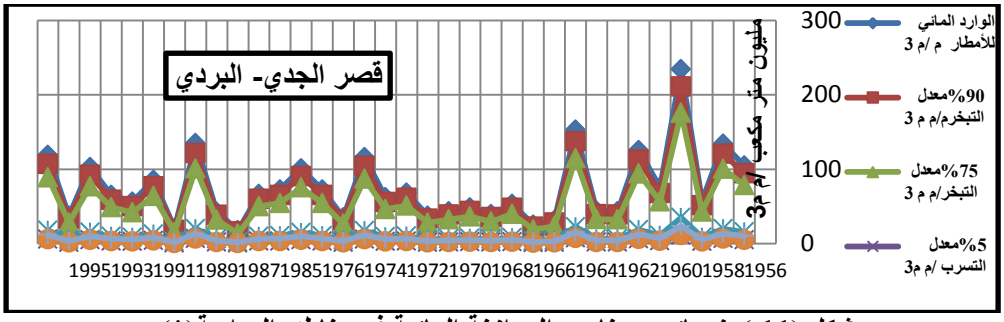
الموازنة الهايدرلوجية	%	المعدل العام	معدلات السنوات الرطبة	معدلات السنوات شبه الجافة	معدلات السنوات الجافة
عين الغزالة / ملم /المساحة 461.2 كم2/م م3 / معدلات التساقط/ملم/سنة		93.3	373	135.8	58.0
معدلات الوارد المائي للأمطار/م م3/سنة		43.0	172.0	62.6	26.7
معدلات التبخر م م3/سنة(*)	%75.0	32.3	129.0	47.0	20.0
	%90.0	38.7	154.8	56.4	24.1
معدلات الشحن الجوفي : م م3 /سنة	%5.0	2.2	8.6	3.1	1.3
	%15.0	6.5	25.8	9.4	4.0
معدلات الجريان السطحي / م م3	%5.0	2.2	8.6	3.13	1.3
	%10.0	4.3	17.2	6.3	2.7
طبرق / ملم /المساحة 622.7 كم2/م م3 معدلات التساقط/ملم/سنة		132.2	244	162.2	94.0
معدلات الوارد المائي للأمطار /م م3/سنة		82.3	151.9	101.0	58.5
معدلات التبخر م م3/سنة	%75.0	61.7	113.9	75.8	43.9
	%90.0	74.1	136.7	91.0	52.7
معدلات التسرب المائي الجوفي : م م3 /سنة	%5.0	4.1	7.6	5.0	2.9
	%15.0	12.4	22.7	15.1	8.8
معدلات الجريان السطحي / م م3	%5.0	4.1	7.6	5.0	2.9
	%10.0	8.2	15.2	10.10	5.8
كمبوت – بئر لشهب / المساحة 453.7 كم2 معدلات التساقط/ملم/سنة		124.5	251.8	149.6	89.4
معدلات الوارد المائي للأمطار /م م3/سنة		56.5	114.2	67.9	40.6
معدلات التبخر م م3/سنة	%75.0	42.4	85.7	61.0	30.4
	%90.0	50.9	102.8	50.9	36.5
معدلات الشحن: م م3 /سنة	%5.0	2.8	5.7	3.4	2.0
	%15.0	8.5	17.1	10.2	6.0
معدلات الجريان السطحي / م م3	%5.0	2.8	5.71	3.4	2.0
	%10.0	5.7	11.4	6.8	4.0
قصر الجدي - البردي / المساحة 668.2 كم2 معدلات التساقط/ملم/سنة		123.0	251.8	153.6	86.5
معدلات الوارد المائي للأمطار /م م3/سنة		82.2	178.9	102.6	57.8
معدلات التبخر م م3/سنة	%75.0	61.6	135.7	76.9	43.3
	%90.0	74.0	161.2	92.0	52.0
معدلات الشحن: م م3 /سنة	%5.0	4.1	8.6	5.1	2.9
	%15.0	12.3	25.9	15.4	8.7
معدلات الجريان السطحي / م م3	%5.0	4.1	8.6	5.1	2.9
	%10.0	8.2	17.3	10.3	5.8
المجموع / المساحة / 2205.7 كم2 معدلات التساقط/ملم/سنة/		115.0	275.5	154.3	81.7
معدلات الوارد المائي للأمطار /م م3/سنة		253.7	607.7	340.3	180.2
معدلات التبخر م م3/سنة	%75.0	190.2	455.7	255.3	135.2
	%90.0	228.3	546.9	306.3	162.2
معدلات الشحن: م م3 /سنة	%5.0	12.7	30.4	17.0	9.0
	%15.0	38.1	91.2	51.0	27.0
معدلات الجريان السطحي / م م3	%5.0	12.7	30.4	17.0	9.0
	%10.0	25.4	60.8	34.0	18.0
معامل الجريان السطحي لمياه الأمطار /ملم	%5.0	5.8	13.8	7.7	4.0
	%10	11.5	27.6	15.4	8.0

المصدر : ملحق (1) وجدول (8) / ** (*) م م3: مليون متر مكعب . و/ ف م3 :الف متر مكعب . (**)استخدم طريقة ثيسين لحساب المساحات وفق تأثير المحطة المطرية في منطقتها . / (***) : حسب معادلة الموازنة المائية المستخدمة من قبل شركة ITALCONSULT : P/100.0= E/90.0 +S/5.0 +R/5.0 = تم تقدير: التبخر E تعادل 90.0 +التسرب اوالشحن : S /تعادل 5.0 + الجريان السطحي : R /يعادل 5.0 . التساقط الأمطارP/ . / (****) كما اعتمد في هذا الجدول في حساب حجم مياه الجريان حسب تقديرات الموازنة المائية التي طبقت من قبل الهيئة العامة للمياه في منطقة الدراسة عام 2005 . و كالأتي : P/100.0= E/75.0 +S/15.0 +R/10.0تم تقدير الجريان السطحي م3 / وتعني : التساقط الأمطار P/ = التبخر E% 75.0 +التسرب اوالشحن : S /تعادل 15.0% + الجريان السطحي : R% 10.0 .









شكل (11) خصائص عناصر الموازنة المائية في مناطق الدراسة(*)

- وفي مجال تقديرات عناصر الموازنة المائية , يتبين ارتفاع معدلات الفاقد والممثلة بالتبخر والتسرب والمقدرة بين 90% - 95 % من إجمالي الهطول بسبب أثر المناخ الجاف وشبة الجاف , وتبقى النسبة القلية التي تمثل الجريان السطحي والمقدرة بين 5%-10% . فيما قدر حجم الحصاد المائي وفقا لمعاملي الجريان خلال الدراسة الميدانية (للفترة 2004 -2013) بحوالي 301.7 الف م^3 /سنة ، وهي تمثل نسبة بين 2.5 - 5.0 % من إجمالي معدل الجريان السطحي (12.0 م م^3 24.0 م م^3) في المنطقة . وفي حالة احتساب مشاريع الحصاد المنفذة (كالخزانات والآبار والمواجن) يصل معدل إجمالي الخزن 3.43 مليون /م^{3}و تمثل نسبة بين 28.5-57.0% من إجمالي المعدل العام للجريان السطحي في مختلف المناطق . ويمكن الاستفادة من تنفيذ مشاريع الحصاد المائي وإدارتها جيدا خاصة قرب الأودية , و تطوير وتنمية وسائل الحصاد المائي وبالذات الآبار و الصهاريج والخزانات الكبيرة في المراكز السكانية وفي منا طق الرعي الممتدة في الأودية وعلى امتداد الشريط الساحلي .

- النتائج والتوصيات والمقترحات:

- لقد تبين التأثير الواضح لمعدلات التساقط على معدلات الجريان السطحي خلال السنوات المائية المختلفة . كما يتبين ندرة تتابع السنوات الرطبة , وحسب التصنيف المناخي تزيد نسبة السنوات شبه الجافة الثلثين عن الرطبة , وتعني سيادة المناخ شبة الجاف في المنطقة .

- وفي ضوء تقديرات عناصر الموازنة المائية , يتبين ارتفاع معدلات الفاقد بالتبخر والمقدرة بين 75%-90% , يضاف إليها الفاقد بسبب التسرب للمياه الجوفي إلى 5%- 15% من إجمالي الوارد المائي للامطار بسبب اثر المناخ شبة الجاف , وتبقى النسبة القليلة للجريان السطحي والمقدرة بين 5%-10% .. وهي التي يمكن الحصد منها . لقد سجل المعدل المطري العام للمنطقة 115 /ملم ، فيما قدر معدل الوارد

المائي للأمطار 253.7 م م^3/سنة , بينما قدر المعدل العام للجريان السطحي من هذه الكمية نحو 12.7-25.4م م^3 . وخلال السنوات الرطبة ارتفع معدل التساقط إلى 275.5 ملم , أدى لارتفاع معدل الوارد المائي إلى 607.7م م^3 , كما ارتفع معه معدل الجريان السطحي بين 30.4-60.8م م^3 . بينما ولانخفاض التساقط خلال السنوات شبة الجافة إلى 154.3ملم , تدنى معه معدل الوارد المائي للأمطار إلى 340.3م م^3 , فيما قدر معدل الجريان السطحي بين 17-34م م^3 . كما أدى انخفاض معدل الأمطار في السنوات الجافة 81.7ملم , وبوارد مائي يعادل 180.2م م^3 , وانخفض معها الجريان السطحي إلى 9-18م م^3, ويعني التباين في معدلات الجريان التذبذب الكمي والمكاني للتساقط في المنطقة .

- لقد قدر إجمالي السعة التخزينية بمختلف مشاريع الحصاد المائي المقترحة والمنفذة للآبار والمواجن والخزانات بنحو 3.43 مليون م^3 /سنة , وهي تمثل نسبة 28.5-57.0%, وفعليا لا تتجاوز عملية التخزين بين 10-15% من إجمالي المعدل العام للجريان السطحي في المنطقة , و رغم قلة الكمية إلا أنها جيدة خاصة وأن نسبة كبيرة من هذه الكمية تحصد في مناطق المراكز السكانية , علما بأن حصاد مياه الأمطار يعد المصدر الرئيسي لموارد المياه في المنطقة.

- مقترحات وتوصيات البحث :

- إيجاد إدارة مائية فاعلة تشرف على تنمية وصيانة مختلف وسائل الحصاد وذلك لتعميم الفائدة من خلال منهج علمي يحمي بيئة وصحة هذه الوسائل لتأثيرها المباشر على الكثير من الناس. كما تعطى هذه الإدارة صلاحيات مساعدة السكان في دعم ومتابعة صيانتها والتوسع فيها عددا وسعة لأهميتها التنموية في استقرار السكان خاصة في الريف و في المراعي , وكذلك في المراكز السكنية (الحصاد الحضري والمنزلي) .

- وضع برامج لإدارة عمليات الحصاد وإرشاد السكان في كيفية مواعيد الخزن والحفظ والصيانة والمتابعة الصحية. واختيار مواقع ملائمة كضفاف الأودية وأسفل السقا يف والمنحدرات كي تعبأ الآبار او الخزانات خلال العواصف المطرية والسيول الفيضانية , كما ينصح باستغلال الآبار القديمة والحقف المنتشرة في مناطق الساحل . كما تعتبر الآبار الرومانية والخزانات أفضل وسائل الحصاد المائي ، وأن أغلبها

أقيم على جوانب الأودية وأسفل المنحدرات , وبسعة مناسبة , بحيث أصبحت مصادر مهمة في مواجهة تزايد الطلب على المياه . ويمكن حصد أكبر كمية جريان في حالة تنفيذ مشاريع الحصاد المائي المطلوبةWater Saved Water Gained .

قائمة الهوامش :

1 – مجلس التنمية الزراعية (1974) الهيئة التنفيذية لمشروع الجبل الأخضر , البحوث والدراسات , 25 وادي في منطقة طبرق , مجلد 2 , التقرير النهائي , شركة باروسلفا تشرتي , بلغراد , يوغوسلافيا.

2 - الهيئة العامة للمياه (1978)إدارة السدود والموارد المائية, تقرير /الآبار والمواجن في الجبل الأخضر .

3- أمانة الزراعة والثروة الحيوانية , الإعمال المنجزة عن مشاريع البلط وقنوات البلط والسدود التعويقية والترابية والخزانات والجوابي والخزانات المكشوفة والآبار 1998 و1999 , تقرير 8 صفحة , طبرق .

4- أمانة الزراعة - قطاع الثروة الحيوانية , قسم المراعي والآبار , كشف بالآبار العربية والبلط بمناطق طبرق / 1998 و1999 . و كشف بمشاريع الآبار والخزانات والمواجن الرعوية للفترة 2000 /2004 . طبرق .

5- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (2014) إدارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (جداول بيانات الأعمال التنموية المنفذة بمنطقة البطنان للأعوام 2000 / 2004 و2005 وللفترة 2006 /2013 . وكذلك مكتب الغابات والمراعي ,تقرير 7صفحة.

6- المركز العربي للدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة أكساد (1983) تطوير البحوث الزراعية في المركز الفرعي للبحوث الزراعية في الجبل الأخضر / ليبيا , 22 صفحة .

7- أمانة الزراعة والاستصلاح الزراعي (1985) ترب البطنان , دراسة مقدمة من شركة كومنير , طبرق .

8- Italconsult Consulting,1978 ,Preliminary Water Resources - Investigations In Bombah , Ayn Ghazala and Tobruk Area.Ist Phase, Vol; 2A, text,2B figures, Supervision of General Water Authority , Benghazi.

9- الهيئة العامة للمياه - فرع المنطقة الشرقية (2006) التقرير الرئيسي : الوضع المائي بالمنطقة الشرقية لسنة 2005 , دراسة هايدرلوجية (الموازنة المائية) المنطقة التميمي - لبمبه – الحدود المصرية , 76 صفحة .

10- البابور والريشي (2008)حصاد مياه الأمطار والتنمية الزراعية المستدامة في الأراضي الجافة : الري بالجريان في وادي الباب . مؤتمر التنمية المستدامة في ليبيا .28 – 29 /6 – 2008 / متوفر على الموقع الالكتروني http:/www.libyafourm .0rg

11- حمد , صلاح مفتاح عبداللة (2013) الفرص والتحديات لحصاد المياه والتغذية الجوفية الاصطناعية للمياه في ليبيا . المنظمة العربية للتنمية الزراعية , حلقة العمل القومية حول حصاد المياه والتغذية الجوفية الاصطناعية في الوطن العربي , سلطنة عمان , مارس 2013 .

12- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية , 2014 .هيئة تنمية منطقة الجبل الأخضر الزراعية , دراسة تأسيس مشروع الزيتون والنخيل ام الرزم –طبرق , تقرير المرحلة الثانية , دراسة الموارد المائية , (تنفيذ مكتب الجوف للأعمال الهندسية) (81 صفحة)

13- الرواشده ,زهران (2015) الحصاد المائي واهميتة في الأقاليم الجافة , المجلة الدولية للبيئة والمياه , مج4 (1). International Journal Of Envirnoment&Water; Issn 2052-3408.Vol 4.Issue 1,2015;p38-

14- الهيئة العامة للمياه , المنطقة الشرقية (2005) تقرير حول الوضع المائي بالمنطقة الشرقية , مصدر سابق

15- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية , إدارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (بيانات الأعمال التنموية المنفذة بمنطقة البطنان للأعوام 2000 / 2004 و2005 وللفترة 2006 /2013 . وكذلك مكتب الغابات والمراعي , طبرق 2014 م , مصدر سابق .
16- الرواشده، زهران(1998) جمع وخزن مياه الأمطار كمورد عذب واوجة استعمالاته, بحث غير منشور
17- الشركة العامة للمياه(2014),طبرق والشركة العامة لتحليه المياه ,طبرق تقرير15 صفحة 2009 .
18 - إبراهيم موحوش (2005) استخدام تقانات حصاد المياه والتغذية الاصطناعية للمياه الجوفية في الدول العربية . ورقة مقدمة حول الحصاد المائي و التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية . طرابلس : 10-13 جانفي 2005 , المنظمة العربية للتنمية الزراعية . الخرطوم
- Lancaster, William and Fidelity; (1999) People, Land and Water in -19 the Arab Middle East : Enverонments and Landscapes in the Bilad Ash-sham. Hardwood academic publishers, Amsterdam – Netherlands.
- Heathcote,R.L., (1983) The AridLands,Their Use and Abuse . Longman, London .20 21- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (2014), إدارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (بيانات الأعمال التنموية المنفذة بمنطقة البطنان للأعوام 2000 / 2004 و2005 وللفترة 2006 /2013 ,و مكتب الغابات والمراعي , طبرق , مصدر سابق .
22- الشركة العامة لتحليه المياه (2009),طبرق تقرير15 صفحة , مصدر سابق .
23- بقص , علي عياد (2005) تقانات حصاد المياه , الهيئة العامة للمياه , طرابلس ,
24- أمانة الزراعة والاستصلاح الزراعي(1985) عن ترب البطنان , شركة كومنير / طبرق . صدر سابق
25- أمانة التخطيط الاقتصادي (1993) دراسة لتنمية منطقة البطنان للفترة من 1992-2008 , طبرق
26- احمد, رضوان بشير (2000)تقرير أطلس التنمية :دراسة مسحية حول واقع القطاعات ببلدية البطنان . .
27 - الجمهورية العربية الليبية , الهيئة العامة للمياه (1977) الوضع المائي, تقرير ص 23 .
28 - أمانة الزراعة وتعمير الأراضي (1991) تنمية منطقة البطنان ، مكتب المتابعة و الإحصاء ، طبرق .
29 - وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (2014) إدارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية – طبرق (بيانات متفرقة تشمل الأعمال التنموية المنفذة بمنطقة البطنان للأعوام 2000 - 2013 . طبرق , مصدر سابق .
30- الرواشده، زهران(1998) جمع وخزن مياه الأمطار كمورد عذب واوجة استعمالاته, بحث غير منشور
31 - الرواشده، زهران (2015)لحصاد المائي واهميتة في الأقاليم الجافة , مصدر سابق .
32- إسماعيل , أنور (2018) التوزيع المكاني لمؤشر القارية, مجلة الاتحاد الجغرافي العربي , ع 39
33- المركز الوطني للأرصاد الجوية، بيانات المناخ للفترة 1956-1985-- 2009، محطة أرصاد طبرق.

34- عبدالعاطي, صالح عبدالعاطي 2007 اثر المناخ على حوادث المرور في إقليم البطنان , رسالة ماجستير جغرافيا , معهد الدراسات والبحوث العربية – قسم الدراسات والبحوث الجغرافية , القاهرة .
35 - هويدي , غادة (2008) الخصائص المناخية لمحطات الرصد الجوي شحات ودرنة والجغبوب : دراسة كارتوغرافية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية . رسالة ماجستير قسم الجغرافيا جامعة بنغازي غير منشورة .
36- مصلحة الأرصاد الجوية / طرابلس. بيانات للفترة 1985-2003 .
37- سعد , علي (1986) شدة المطر ومدته وتكراره, نشرة مهنية رقم 3 , وزارة المياه والري , عمان .
38- عادل الجدع (988) حصاد الأمطار و الاستفادة منها . نشرة مهنية رقم 13 , وزارة المياه والري , عمان
39- مصلحة الأرصاد الجوية , طرابلس , بيانات للفترة 1985-2009 .
40- شحاتة ,سيد احمد(2002) فاعلية الأمطار والاحتياجات المائية في المدينة المنورة , المجلة الجغرافية العربية ,ع 40 القاهرة
41- إسماعيل ,انور 2013 الجفاف المناخي , سلسلة الدراسات المناخية , الدار الوطنية للنشر وتوزيع الكتب والمطبوعات , طرابلس .
42- الهيئة العامة للمياه / فرع المنطقة الشرقية (2006) التقرير الرئيسي : الوضع المائي بالمنطقة الشرقية لسنة 2005 , دراسة هايدرلوجية (الموازنة المائية) التميمي - لبمبه – حتى الحدود المصرية ,مصدر سابق .
43- Italconsult Consulting,1978 ,Preliminary Water Resources Investigations In Bombah , Ayn Ghazala and Tobruk Area. Op.cit .
44- وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والبحرية (2014) هيئة تنمية منطقة الجبل الأخضر الزراعية , دراسة تأسيس مشروع الزيتون والنخيل ام الرزم –طبرق , تقرير المرحلة الثانية , مصدر سابق .
45- Italconsult Consulting,1978 ,Preliminary Water Resources Investigations In Bombah , Ayn Ghazala and Tobruk Area. op.cit .
46- الهيئة العامة للمياه / فرع المنطقة الشرقية (2006) الوضع المائي بالمنطقة الشرقية , مصدر سابق

ملحق (1) تقديرات الموازنة المائية المناخية

محطة الغزالة		الوارد المائي للأمطار م ^{3}/م	ITALCO-CONSULTالموازنة المائية			الموازنة المائية حسب الهيئة العامة للمياه (2005)		
ألسنه	معدل المطر/ملم		90%معدل التبخر/م م ^{3}	5%معدل التسرب او الشحن الجوفي/م م3	5% الجريان 5السطحي /م ^{3} م	10%الجريان السطحي /م ^{3} م	15%معدل التسرب ا/م ^{3} م	75%معدل التبخر/م م ^{3}
1957	373	239.1676	215.2508	11.95838	11.95838	23.91676	35.87514	179.3757
1958	14	8.9768	8.07912	0.44884	0.44884	0.89768	1.34652	6.7326
1959	68	43.6016	39.24144	2.18008	2.18008	4.36016	6.54024	32.7012
1960	81	51.9372	46.74348	2.59686	2.59686	5.19372	7.79058	38.9529
1961	64	41.0368	36.93312	2.05184	2.05184	4.10368	6.15552	30.7776

18.7551	3.75102	2.50068	1.25034	1.25034	22.50612	25.0068	39	1962
37.0293	7.40586	4.93724	2.46862	2.46862	44.43516	49.3724	77	1963
34.6248	6.92496	4.61664	2.30832	2.30832	41.54976	46.1664	72	1964
34.1439	6.82878	4.55252	2.27626	2.27626	40.97268	45.5252	71	1965
16.8315	3.3663	2.2442	1.1221	1.1221	20.1978	22.442	35	1966
63.9597	12.79194	8.52796	4.26398	4.26398	76.75164	85.2796	133	1967
29.8158	5.96316	3.97544	1.98772	1.98772	35.77896	39.7544	62	1968
91.371	18.2742	12.1828	6.0914	6.0914	109.6452	121.828	190	1969
56.7462	11.34924	7.56616	3.78308	3.78308	68.09544	75.6616	118	1970
31.2585	6.2517	4.1678	2.0839	2.0839	37.5102	41.678	65	1971
24.045	4.809	3.206	1.603	1.603	28.854	32.06	50	1972
43.7619	8.75238	5.83492	2.91746	2.91746	52.51428	58.3492	91	1973
47.1282	9.42564	6.28376	3.14188	3.14188	56.55384	62.8376	98	1974
11.5416	2.30832	1.53888	0.76944	0.76944	13.84992	15.3888	24	1975
67.326	13.4652	8.9768	4.4884	4.4884	80.7912	89.768	140	1976
32.3	6.5	4.3	2.2	2.2	38.7	43.0	93.3	المعدل
75%	15%	10%	5%	5%	90%	م/م3	المطر/ملم	كمبوت – الاشهب
57.50648	11.5013	7.66753	3.833765	3.833765	69.00777	76.6753	169	1956
85.06875	17.01375	11.3425	5.67125	5.67125	102.0825	113.425	250	1957
40.15245	8.03049	5.35366	2.67683	2.67683	48.18294	53.5366	118	1958
90.51315	18.10263	12.06842	6.03421	6.03421	108.6158	120.6842	266	1959
35.3886	7.07772	4.71848	2.35924	2.35924	42.46632	47.1848	104	1960
73.15913	14.63183	9.75455	4.877275	4.877275	87.79095	97.5455	215	1961
29.9442	5.98884	3.99256	1.99628	1.99628	35.93304	39.9256	88	1962
32.32613	6.465225	4.31015	2.155075	2.155075	38.79135	43.1015	95	1963
93.9159	18.78318	12.52212	6.26106	6.26106	112.6991	125.2212	276	1964
49.68015	9.93603	6.62402	3.31201	3.31201	59.61618	66.2402	146	1965
33.34695	6.66939	4.44626	2.22313	2.22313	40.01634	44.4626	98	1966
43.89548	8.779095	5.85273	2.926365	2.926365	52.67457	58.5273	129	1967
40.49273	8.098545	5.39903	2.699515	2.699515	48.59127	53.9903	119	1968
62.27033	12.45407	8.30271	4.151355	4.151355	74.72439	83.0271	183	1969
18.37485	3.67497	2.44998	1.22499	1.22499	22.04982	24.4998	54	1970
34.70805	6.94161	4.62774	2.31387	2.31387	41.64966	46.2774	102	1971
43.21493	8.642985	5.76199	2.880995	2.880995	51.85791	57.6199	127	1972
46.61768	9.323535	6.21569	3.107845	3.107845	55.94121	62.1569	137	1973
59.54813	11.90963	7.93975	3.969875	3.969875	71.45775	79.3975	175	1974
52.06208	10.41242	6.94161	3.470805	3.470805	62.47449	69.4161	153	1975
15.65265	3.13053	2.08702	1.04351	1.04351	18.78318	20.8702	46	1976
39.4719	7.89438	5.26292	2.63146	2.63146	47.36628	52.6292	116	1984
32.6664	6.53328	4.35552	2.17776	2.17776	39.19968	43.5552	96	1985
29.26365	5.85273	3.90182	1.95091	1.95091	35.11638	39.0182	86	1986
38.45108	7.690215	5.12681	2.563405	2.563405	46.14129	51.2681	113	1987
24.84008	4.968015	3.31201	1.656005	1.656005	29.80809	33.1201	73	1988
43.21493	8.642985	5.76199	2.880995	2.880995	51.85791	57.6199	127	1989
25.52063	5.104125	3.40275	1.701375	1.701375	30.62475	34.0275	75	1990
19.73595	3.94719	2.63146	1.31573	1.31573	23.68314	26.3146	58	1991
25.52063	5.104125	3.40275	1.701375	1.701375	30.62475	34.0275	75	1992
38.45108	7.690215	5.12681	2.563405	2.563405	46.14129	51.2681	113	1993

25.52063	5.104125	3.40275	1.701375	1.701375	30.62475	34.0275	75	1994
21.7776	4.35552	2.90368	1.45184	1.45184	26.13312	29.0368	64	1995
35.3886	7.07772	4.71848	2.35924	2.35924	42.46632	47.1848	104	1996
42.4	8.5	5.7	2.8	2.8	50.9	56.5	124.5	المعدل
75%	15%	10%	5%	5%	90%	م/م3	المطر/ملم	الجدي-البردي
78.68055	15.73611	10.49074	5.24537	5.24537	94.41666	104.9074	157	1956
100.7312	20.14623	13.43082	6.71541	6.71541	120.8774	134.3082	201	1957
43.0989	8.61978	5.74652	2.87326	2.87326	51.71868	57.4652	86	1958
175.9037	35.18073	23.45382	11.72691	11.72691	211.0844	234.5382	351	1959
56.62995	11.32599	7.55066	3.77533	3.77533	67.95594	75.5066	113	1960
94.2162	18.84324	12.56216	6.28108	6.28108	113.0594	125.6216	188	1961
32.57475	6.51495	4.3433	2.17165	2.17165	39.0897	43.433	65	1962
33.0759	6.61518	4.41012	2.20506	2.20506	39.69108	44.1012	66	1963
114.7634	22.95267	15.30178	7.65089	7.65089	137.716	153.0178	229	1964
23.55405	4.71081	3.14054	1.57027	1.57027	28.26486	31.4054	47	1965
19.0437	3.80874	2.53916	1.26958	1.26958	22.85244	25.3916	38	1966
40.092	8.0184	5.3456	2.6728	2.6728	48.1104	53.456	80	1967
29.56785	5.91357	3.94238	1.97119	1.97119	35.48142	39.4238	59	1968
36.58395	7.31679	4.87786	2.43893	2.43893	43.90074	48.7786	73	1969
32.57475	6.51495	4.3433	2.17165	2.17165	39.0897	43.433	65	1970
28.0644	5.61288	3.74192	1.87096	1.87096	33.67728	37.4192	56	1971
51.1173	10.22346	6.81564	3.40782	3.40782	61.34076	68.1564	102	1972
46.60695	9.32139	6.21426	3.10713	3.10713	55.92834	62.1426	93	1973
87.2001	17.44002	11.62668	5.81334	5.81334	104.6401	116.2668	174	1974
26.56095	5.31219	3.54146	1.77073	1.77073	31.87314	35.4146	53	1975
54.62535	10.92507	7.28338	3.64169	3.64169	65.55042	72.8338	109	1976
75.67365	15.13473	10.08982	5.04491	5.04491	90.80838	100.8982	151	1984
54.62535	10.92507	7.28338	3.64169	3.64169	65.55042	72.8338	109	1985
50.115	10.023	6.682	3.341	3.341	60.138	66.82	100	1986
13.53105	2.70621	1.80414	0.90207	0.90207	16.23726	18.0414	27	1987
32.0736	6.41472	4.27648	2.13824	2.13824	38.48832	42.7648	64	1988
101.2323	20.24646	13.49764	6.74882	6.74882	121.4788	134.9764	202	1989
15.53565	3.10713	2.07142	1.03571	1.03571	18.64278	20.7142	31	1990
64.1472	12.82944	8.55296	4.27648	4.27648	76.97664	85.5296	128	1991
42.0966	8.41932	5.61288	2.80644	2.80644	50.51592	56.1288	84	1992
49.1127	9.82254	6.54836	3.27418	3.27418	58.93524	65.4836	98	1993
77.1771	15.43542	10.29028	5.14514	5.14514	92.61252	102.9028	154	1994
28.0644	5.61288	3.74192	1.87096	1.87096	33.67728	37.4192	56	1995
89.2047	17.84094	11.89396	5.94698	5.94698	107.0456	118.9396	178	1996
61.6	12.3	8.2	4.1	4.1	74.0	82.2	123.0	المعدل
75%	15%	10%	5%	5%	90%	م/م3	المطر/ملم	طيرق/
87.33368	17.46674	11.64449	5.822245	5.822245	104.8004	116.4449	187	1957
28.0215	5.6043	3.7362	1.8681	1.8681	33.6258	37.362	60	1958
53.24085	10.64817	7.09878	3.54939	3.54939	63.88902	70.9878	114	1959
60.71325	12.14265	8.0951	4.04755	4.04755	72.8559	80.951	130	1960
78.4602	15.69204	10.46136	5.23068	5.23068	94.15224	104.6136	168	1961
92.00393	18.40079	12.26719	6.133595	6.133595	110.4047	122.6719	197	1962
60.71325	12.14265	8.0951	4.04755	4.04755	72.8559	80.951	130	1963
63.98243	12.79649	8.53099	4.265495	4.265495	76.77891	85.3099	137	1964

67.71863	13.54373	9.02915	4.514575	4.514575	81.26235	90.2915	145	1965
28.95555	5.79111	3.86074	1.93037	1.93037	34.74666	38.6074	62	1966
54.64193	10.92839	7.28559	3.642795	3.642795	65.57031	72.8559	117	1967
42.03225	8.40645	5.6043	2.80215	2.80215	50.4387	56.043	90	1968
70.52078	14.10416	9.40277	4.701385	4.701385	84.62493	94.0277	151	1969
29.42258	5.884515	3.92301	1.961505	1.961505	35.30709	39.2301	63	1970
43.43333	8.686665	5.79111	2.895555	2.895555	52.11999	57.9111	93	1971
28.0215	5.6043	3.7362	1.8681	1.8681	33.6258	37.362	60	1972
87.33368	17.46674	11.64449	5.822245	5.822245	104.8004	116.4449	187	1973
74.724	14.9448	9.9632	4.9816	4.9816	89.6688	99.632	160	1974
50.4387	10.08774	6.72516	3.36258	3.36258	60.52644	67.2516	108	1975
34.55985	6.91197	4.60798	2.30399	2.30399	41.47182	46.0798	74	1976
59.7792	11.95584	7.97056	3.98528	3.98528	71.73504	79.7056	128	1984
81.72938	16.34588	10.89725	5.448625	5.448625	98.07525	108.9725	175	1985
120.4925	24.09849	16.06566	8.03283	8.03283	144.5909	160.6566	258	1986
63.04838	12.60968	8.40645	4.203225	4.203225	75.65805	84.0645	135	1987
124.2287	24.84573	16.56382	8.28191	8.28191	149.0744	165.6382	266	1988
73.32293	14.66459	9.77639	4.888195	4.888195	87.98751	97.7639	157	1989
73.78995	14.75799	9.83866	4.91933	4.91933	88.54794	98.3866	158	1990
107.8828	21.57656	14.38437	7.192185	7.192185	129.4593	143.8437	231	1991
95.2731	19.05462	12.70308	6.35154	6.35154	114.3277	127.0308	204	1992
81.72938	16.34588	10.89725	5.448625	5.448625	98.07525	108.9725	175	1993
110.2179	22.04358	14.69572	7.34786	7.34786	132.2615	146.9572	236	1994
55.10895	11.02179	7.34786	3.67393	3.67393	66.13074	73.4786	118	1995
71.45483	14.29097	9.52731	4.763655	4.763655	85.74579	95.2731	153	1996
120.0254	24.00509	16.00339	8.001695	8.001695	144.0305	160.0339	257	1997
88.73475	17.74695	11.8313	5.91565	5.91565	106.4817	118.313	190	1998
33.6258	6.72516	4.48344	2.24172	2.24172	40.35096	44.8344	72	1999
84.99855	16.99971	11.33314	5.66657	5.66657	101.9983	113.3314	182	2000
71.45483	14.29097	9.52731	4.763655	4.763655	85.74579	95.2731	153	2001
49.50465	9.90093	6.60062	3.30031	3.30031	59.40558	66.0062	106	2002
71.45483	14.29097	9.52731	4.763655	4.763655	85.74579	95.2731	153	2003
65.85053	13.17011	8.78007	4.390035	4.390035	79.02063	87.8007	141	2004
115.8222	23.16444	15.44296	7.72148	7.72148	138.9866	154.4296	248	2005
75.19103	15.03821	10.02547	5.012735	5.012735	90.22923	100.2547	161	2006
117.6903	23.53806	15.69204	7.84602	7.84602	141.2284	156.9204	252	2007
65.85053	13.17011	8.78007	4.390035	4.390035	79.02063	87.8007	141	2008
34.09283	6.818565	4.54571	2.272855	2.272855	40.91139	45.4571	73	2009
61.7	12.4	8.2	4.1	4.1	74.1	82.3	132.2	المعدل

ملحق (2) احتمال تكرار تساقط الأمطار وفترة الرجوع /محطات الساحل[39]

1975	1962	1968	1971	1965	1960	1970	1985	1969	1957	1محطة عين الغزالة/السنة
24	39	62	65	71	81	118	140	190	373	المطر ملم
1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.3	3.5	5.3	10.5	21	فترة الرجوع والتكرار/سنة
95.2	90.4	76.2	66.6	57.1	42.8	28.5	14.3	19.0	4.7	احتمال التكرار %
1972	2002	1995	1989	1985	1998	1992	1991	1997	1988	2محطة طبرق /السنة

المطر ملم	266	258	231	204	190	175	157	118	106	60
فترة الرجوع والتكرار/سنة	46	23	6.5	5.8	4.6	3.3	2.3	1.4	1.3	1.0
احتمال التكرار %	2.8	4.3	15.2	17.4	21.7	30.4	43.5	69.5	78.3	97.8
3محطة كمبوت/ السنة	1975	1982	1977	1986	1989	1978	1987	1988	1984	1976
المطر ملم	153	137	116	113	103	96	75	70	58	39
فترة الرجوع والتكرار/سنة	17	8.5	5.7	4.3	2.4	2.1	1.5	1.3	1.1	1.0
احتمال التكرار %	5.8	11.7	17.6	29.4	41.2	47.0	64.7	76.4	88.2	94.1
4محطة بئر الاشهب	1969	1974	1973	1965	1971	1968	1966	1967	1972	1970
المطر ملم	232	189	170	133	132	99	89	84	79	75
فترة الرجوع والتكرار/سنة	11.0	5.5	3.6	2.8	2.2	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
احتمال التكرار %	9.0	18.2	27.3	36.3	45.4	54.5	63.6	72.7	81.8	90.9
5محطة قصر الجدي	1964	1969	1973	1975	1963	1974	1965	1970	1971	1966
المطر ملم	191	173	156	115	84	64	51	49	47	38
فترة الرجوع والتكرار/سنة	14	7	4.7	3.5	2.3	1.8	1.4	1.3	1.2	1.0
احتمال التكرار %	7.1	14.3	21.4	28.5	42.8	57.7	71.4	78.6	85.7	92.8
6محطة البردي	1983	1990	1988	1989	1985	1987	1986	1982	1981	1984
المطر ملم	202	178	155	141	128	99	84	64	27	19
فترة الرجوع والتكرار/سنة	11.0	5.5	3.6	2.8	2.2	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
احتمال التكرار %	9.0	18.2	27.3	36.3	45.4	54.5	63.6	72.7	81.8	90.9

////