الجمهوريـــــة الجزائريـــــة الديمقراطيـــــة الشعبيـــــة
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جـــامعة منتـــوري- قسنطينـــة-
كليـة علـوم الأرض و الجغرافيا و التهيئـــة العمرانيـــة
فرع تهيئة الأوساط الفيزيائية

الرقم التسلسلي :.....
السلسلة:.....

انعكاسات التغيرات المناخية على مصادر المياه في حوض الكبير الرمال

مشروع مقدم لنيل شهادة الماجستير في تهيئة الأوساط الفيزيائية

إعداد الطالبة:**قـــــروج آمـــال** إشراف:**د.نمـــوشي عبد المـــالك**

اللجنـــــــة المناقشـــة :

السيد: عنصر علاوة	أستاذ التعليم العالي جامعة منتوري – قسنطينة-	**رئيسا**
السيد: نموشي عبد المالك	أستاذ محاضر جامعة منتوري – قسنطينة-	**مشرفا**
السيد: مباركي عز الدين	أستاذ محاضر جامعة منتوري – قسنطينة-	**عضوا**
السيدة: طاطار حفيزة	أستاذة محاضرة جامعة منتوري – قسنطينة-	**عضوا**

-جوان 2006-

شكر و عرفان

الحمد والشكـــر لله الذي منحنا القوة و الإرادة لإتمام هـــذا البحث المتواضـــع.

ونتوجه بالشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف:الدكتور نموشي عبد المالك

كما نتقدم بشكر و العرفان إلى السيد مدير الإقامة الجامعية لالة فاطمة نسومر بوزيد عبد الرزاق

على مساعداته المادية و المعنوية.

الشكر الخالص إلى أساتذة و عمال معهد علوم الأرض

إلى كل من قدم لنا يد العون و خاصة :

الوكالة الوطنية للموارد المائية لشرق الجزائري،المكتب الوطني للأرصاد الجوية قسنطينة.

مديرية الفلاحة لمدينة قسنطينة ،مديرية الري لمدينة قسنطينة ،مديرية الاقليمية للجزائرية للمياه.

كـــــل هؤلاء شكـــرا لكم و جزاكم الله خيرا

آمال

الإهداء

إلى من أكن لهما كل الحب و التقدير

إلى أمي الحبيبة فاطمة و خالتي العزيزة عمرية

إلى من هو أعز عليا من نفسي أخي هشام

و إلى من كانت نعم الأخت و الصديقة أختي هناء

إلى كل زملائي و زميلاتي بمعهد علوم الأرض.

إلى كل لفظة تشجيع و عبارة إقدام

إلى كل هؤلاء أهدي بحثي هذا

عساه أن يكون مرجعا مفيدا و دليلا مرشدا .

آمال

يعتبر الماء الرابط الأكثر حساسية في مجموع الأنظمة الطبيعية ، و الذي يتعرض إلى تغيرات سواء من الجانب الكمي أو النوعي ، نتيجة لتذبذبات المناخية .

و بحكم الموقع الجغرافي للجزائر و انتمائها لمناخ البحر الأبيض المتوسط، ،الذي يتميز بتغيراته الكبيرة من فصل إلى أخر و من سنة إلى أخرى، و التي تترجم عادة إما بقلة الأمطار أو كثرتها ، فهذه التغيرات تؤثر لا محالة على الموارد المائية .

- فيتأثر الجريان السطحي بالتغيرات المناخية من خلال تذبذب أحجام التصريف المتوسطة و الاستثنائية (الفيضان و الشح).
- أما الجريان الجوفي فمن خلال تغيرات صبيب الينابيع و مستوى البيوزمتري لأصمطة الجوفية الحرة.
- و أما خزانات المياه فمن خلال نسبة الامتلاء المتغيرة من سنة إلى أخرى تبعا لوفرة أو قلة الأمطار .

كل هذه الانعكاسات على مصادر المياه ،ومن خلالها على مستعملي المياه (مياه الشرب ، الزراعة ، الصناعة ،السياحة) ،يجعل الهاجس الوحيد و المستمر للقائمين على هذا القطاع هو البحث عن حلول لهذه الاستثناءات خصوصا ندرة المياه منها لأن الماء هو العنصر الأساسي و المؤثر في تحديد مسار عمليات التنمية الاقتصادية و الاجتماعية .

و لأجل هذا، طرح موضوع انعكاسات التغيرات المناخية على مصادر المياه في الإقليم القسنطيني ،و التي من خلالها نحاول أن نعرف كيف تتأثر منطقة الدراسة و مصادر مياهها بهذه التغيرات ، معتمدين في ذلك على معطيات الأمطار فقط في ظل انعدام العناصر المناخية الأخرى .

وكانت دراسة هذا الموضوع على مستويين :

- **أولا** على مستوى حوض هيدروغرافي لأنه الإطار الأنسب لأي دراسة هيدرولوجية ، و قد وقع الاختيار على حوض الكبير الرمال.
- **ثانيا** على مستوى الإقليم القسنطيني لدراسة انعكاسات هذه التغيرات على مستعملي المياه .

دوافع اختيار الموضوع الدراسة :

ترجع دوافع اختيار الموضوع إلى:

1. أن مصادر المياه تتأثر بالصفة مباشرة بالتغيرات المناخية سواء على أحجام التصريف المتوسطة أو استثنائية (الفيضان و الشح) للمجاري المائية ، وعلى المياه الجوفية من خلال التغيرات مستوى البيوزمتري و صبيب الينابيع ، و على الخزانات الهيدروليكية من خلال نسبة امتلاء السدود.
2. مشكلة تناقص الموارد المائية السطحية و المنافسة الشديدة لمختلف القطاعات للاستفادة من المياه الجوفية .و التي جعلت هذه الأخيرة تشهد ضغط متزايد و هي في أغلبيتها غير متجددة.
3. دراسات الخاصة بالانعكاسات المناخية على مصادر المياه ذات أهمية كبيرة لأنها تساهم في وضع مخططات لتسيير العقلاني للموارد المائية ،كما أنه لم يسبق و أن عولجت مثل هذه المواضيع من قبل .

أسباب اختيار منطقة الدراسة :

- أهمية حوض الكبير الرمال من خلال إمكانياته السطحية و الجوفية من ناحية ،و توفره على منشئات تعبئة جد هامة التي تساهم في التنمية المحلية و الجهوية من ناحية أخرى .
- توفر معطيات تخص الجانب المناخي و الهيدرولوجي بالرغم من عدم كفايتها .
- توفر دراسات تخص منطقة الدراسة.

منهجية البحث :

اعتمدنا على ثلاث مناهج لمعالجة هذا الموضوع المنهج الوصفي ، المنهج الكمي و المنهج التحليلي من خلال ثلاث مراحل :

المرحلة الاستطلاعية :وهي مرحلة الدراسة النظرية لمختلف المراجع و الدراسات السابقة و التي تخص منطقة الدراسة و الموضوع في حد ذاته.

-المرحلة الميدانية :تهدف هذه المرحلة إلى جمع الوثائق من خرائط(طبوغرافية ،جيولوجية ،مناخية ،استغلال الأرض) ، معطيات مناخية ، هيدرولوجية و هيدروجيولوجية و أحجام المياه المستعملة من المياه السطحية المعبأة و الطبقات المياه الجوفية .

-المرحلة التحليلية : و التي من خلالها قمنا بمعالجة إحصائية لهذه المعطيات و تمثليها على جداول و أشكال بيانية لنتمكن من تحليلها و استخراج مدى تأثر مختلف مصادر المياه بتغيرات الأمطار .

أجـــزاء البـــحـــث: قسم البحث إلى ثلاث أجزاء :

الجزء الأول : الخصائص الطبيعية لحوض الكبير الرمال

من خلال هذا الجزء سنتعرف على مميزات الحوض الطبيعية ، من خلال التعرف على أنواع التضاريس ،الارتفاعات و الخصائص الموفومترية لبعض الأحوض الجزئية ، كما سنتطرق إلى اهم الوحدات البنيوية المسيطرة في الحوض و من خلالها يمكن أن نحدد إمكانات الهيدروجيولوجية

و في الأخير سنتعرف على أهم المناخات الحيوية السائدة في الحوض و أثر ذلك على توزيع الغطاء النباتي.

الجزء الثاني : تغيرات الأمطار

من خلال هذا الجزء سندرس التغيرات الزمنية و المجالية للأمطار ، من خلال استعمال مؤشرات احصائية لمعرفة مدى انتظام أو عدم النتظام للأمطار و كيفية تغير الأمطار من الشمال إلى الجنوب و كذا معرفة النظام الفصلي و الشهري لأمطار في حوض الكبير الرمال ، إضافة إلى استخراج أهم السنوات التي تميز بها كامل الحوض إما بكثرة أو قلة الأمطار .

الجزء الثالث: انعكاسات تغيرات الأمطار على مصادر المياه و استعمالاتها

من خلال هذا الجزء سنحاول أن نعرف مدى تأثر مصادر المياه السطحية (أحجام تصريف الأودية) بتغيرات الأمطار من خلال العلاقات الارتباطية ،و مؤشرات جهوية تربط الأمطار بصبيبات الأودية .

و كما نحاول معرفة أثر هذه لتذبذبات في كميات الأمطار على صبيب الينابيع و المستويات البيوزمترية لطبقات المياه الجوفية من خلال دراسة تغيراتها و مدى ارتباطها بمجموع الأمطار لسنوات التي شهدت و فرة أو عجز .

و في الأخير سنتعرف على مدى تأثر القطاعات الحيوية من هذه التذبذبات و التدابير التي يتخذها القائمون على هذا القطاع لمعالجة هذه انعكاسات .

و في ختام هذه الدراسة، سنحاول أن نعطي اقتراحات و توجيهات للمحافظة على هذه الثروة الحيوية و استعمالها بالطرق عقلانية .

عوائق البحث و نقائصه :

لا يخلو أي بحث علمي من العوائق، و خصوصا في ميدان التهيئة الأوساط الفيزيائية ، لأن في معظمها تحد من مجالات البحث و نذكر منها ما يلي :

- قلة المراجع الخاصة بانعكاسات التغيرات المناخية على مصادر المياه .
- نقص كبير في المعطيات المناخية على مستوى الحوض (محطة مناخية واحدة).
- و جود ثغرات كثيرة على مستوى بعض محطات قياس الأمطار ،و خصوصا في السنوات التي شهدت سقوط كميات معتبرة من الأمطار .
- غياب معطيات هيدرولوجية حديثة (1993 إلى يومنا هذا).

الجزء الأول

الخصائص الطبيعية لحوض الكبير الرمال

دراسة الخصائص الطبيعية لأي وسط فيزيائي مهمة جدا لمعرفة مدى استجابة الحوض الهيدروغرافي للظروف المناخية ، لأن كل عناصر هذه الأخيرة (تساقط ، الحرارة...)تتأثر بالعوامل الفيزيائية خاصة التضاريس و زيادة على المناخ ، الغطاء النباتي من خلال الدور الذي يلعبه على الجريان السطحي و التركيب الجيولوجي و ما له من تأثير على المياه السطحية و الجوفية على حد السواء .

و عليه سنتطرق في هذا الجزء إلى:

- الإطار الفيزيوغرافي و الطبكة المائية :و التي من خلالها سنتعرف على أهم الوحدات التضاريسية و فئات الارتفاع المسيطرة في الحوض إضافة إلى دراسة مقارنة لبعض الأحواض الهيدروغرافية الجزئية بالاستخدام بعض المؤشرات المورفومترية . ثم نتطرق إلى دراسة الشبكة المائية و التي نتعرف من خلالها على أهم المجاري المائية من ناحية و دراسة مورفومترية لشبكة الهيدروغرافية من ناحية أخرى .
- الجيولوجيا :و سنتعرض من خلالها إلى أهم الوحدات البنيوية السائدة في الحوض و التي تسمح لنا بإبراز الإمكانات الهيدروجيولوجية لحوض الكبير الرمال .

- الخصائص المناخية و النباتية: و سنتطرق إلى دراسة بعض المؤشرات المناخية و التي ستبرز لنا أهم المناخات الحيوية السائدة في الحوض و أثر ذلك على التوزيع الغطاء النباتي .

الـــفـــصـل ا لأو ل

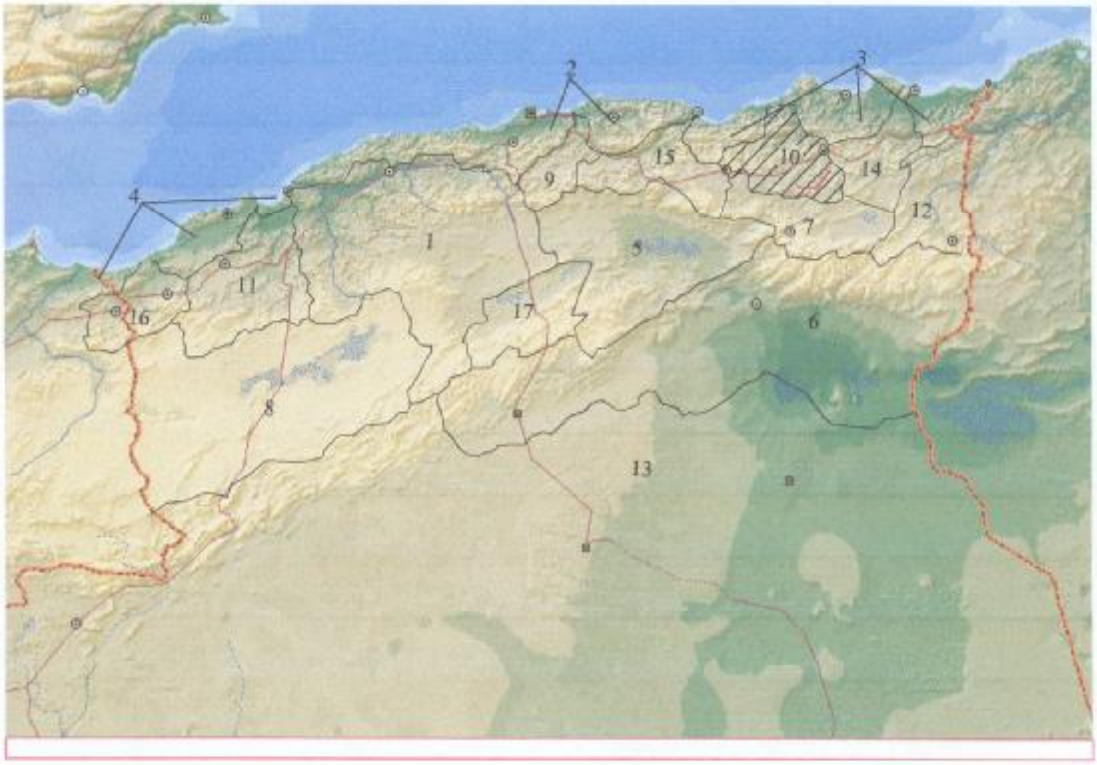
الإطار الفيزيوغرافي و الشبكة المائية :

سنتطرق في هذا الفصل إلى أهم الأوساط الفيزيائية الذي يتميز بها حوض الكبير الرمال من خلال التعرف على أنواع التضاريس و الارتفاعات الموافقة لها ، كما سنقوم بدراسة مقارنة لأهم الأحواض الجزئية من خلال بعض المؤشرات المورفومترية .

و في الأخير سنتطرق إلى الشبكة المائية و منها سنتعرف على أهم المجاري المائية للحوض و خصائص الشبكة الهيدروغرافية من خلال دراسة بعض المؤشرات الموفومترية التي تبرز خصائص هذه الأخيرة .

الخريطة رقم:(01)

الموقع الجغرافي لحوض الكبير الرمال



1	حوض الشلف	5	شط الحضنة	9	يسر	13	الصحراء	17	حوض سيبوس
2	احواض الساحل الجزائري	6	شط ملغيغ	10	[illegible]	14	حوض سيبوس		
3	احواض الساحل القسنطيني	7	السهول العليا القسنطينية	11	حوض ماكنة	15	حوض الصومام		
4	احواض الساحل الوهراني	8	السهول العليا الوهرانية	12	حوض مجردة	16	حوض ثافنة		

1الإطار الفيزيوغرافي:

قبل أن نتطرق إلى الخصائص الفيزيوغرافية للوسط الطبيعي ، لابد من التعريف لوحدة الدراسة ألا و هي الحوض الهيدروغرافي .

الحوض الهيدروغرافي أو حوض التصريف النهري كما يعرفه الهيدرلوجيين هو جميع الأراضي التي تصرف مياهها نحو واد معين أو نحو رافد من روافده ، و هو مجزأ إلى عدة وحدات هيدروغرافية أولية التى تتداخل فيما بينها لتشكل لنا حوض هيدروغرافي أكثر إتساعا و هو يتحدد عموما بخطوط تقسيم المياه LIGNE DES PARTAGES DES EAUX و التي تعتبر منشأ المجاري المائية الأولية ،و لكن قد يصادف عدم وضوح هذه الخطوط ، كما هو الحال في حوض الكبير الرمال ،خصوصا في جزءه الجنوبي و يرجع سبب ذلك إلى التركيب الصخري و المناخ السائد في هذا الجزء و سنرى ذلك لاحقا .

1.1الموقع الجغرافي :

يقع الحوض الهيدروغرافي وادي الكبير الرمال في الجزائر الشمالية الشرقية بين خطي طول 5°27 و7°1 شرقا بين دائرتي35°52 و 36°47 شمالا يحده من الشرق كل من حوض سيبوس و الأحواض السواحل القسنطينية لمنطقة سكيكدة و من الغرب كل من حوض الصومام و الأحواض السواحل الشرقية لمنطقة جيجل و من الجنوب الهضاب العليا القسنطينية و من الشمال البحر الأبيض المتوسط ،طول الشريط الساحل لحوض الكبير الرمال يصل إلى 7 كم ،مساحته حوالي 8795 كم^2 خريطة (رقم 01)

2.1عناصر الوسط الطبيعي :

يمتد الحوض وادي الكبير الرمال على نطاقين جغرافيين و هما النطاق التلي في الشمال ونطاق السهول العليا في الجنوب الشكل رقم (01)

النطاق التلي :

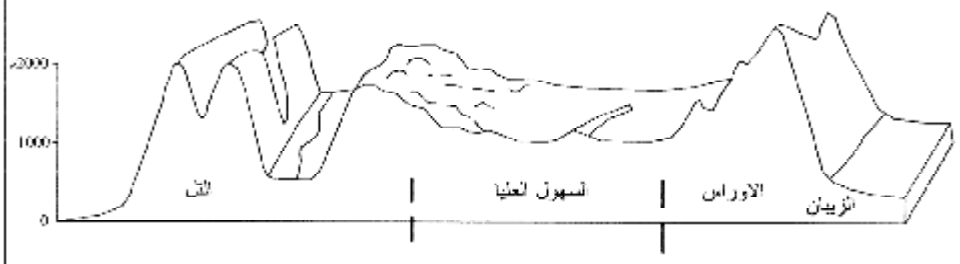
و هو النطاق الأكثر تعقيدا من الناحية الطبوغرافيا و البنية ، بحيث يتميز بتنوع تكويناته الليثولوجية التي تمتد من الزمن الأول إلى الزمن الرابع و إنحداراته القوية إلى القوية جدا .

نطاق السهول العليا :

و هو النطاق المحصور بين 800م و 1000م يتميز بوحداته الجغرافية البسيطة المجاورة لبعضها البعض و المتمثلة في الكتل الجبلية الكلسية الحاذور و منطقة الترسيب و التي تتوسطها سبخة تكويناته الصخرية تمتد من الزمن الثالث إلى غاية الزمن الرابع شكل رقم (02).

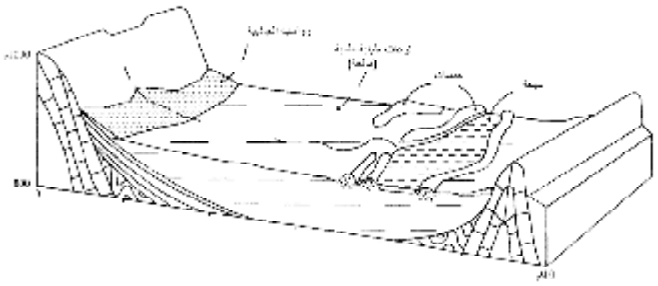
الشكل رقم:(01)

الاوساط الفيزيائية لشمال الشرق الجزائري



الشكل رقم:(02)

الاوساط الفيزيائية للسهول العليا
(عين مليلة)



المصدر: M.COTE 1977

2.2.1. 1أنواع التضاريس :

1.2.1 .1الجبال : وهي منتشرة في كامل الحوض ،إلا أنها تختلف عن بعضها البعض من حيث الليثولوجيا ، الإتجاه و الإمتداد لذاإرتئينا أن نقسمها إلى قسمين :

1.1.2.1 .1جبال الجهة الشمالية :

تتميز بإمتدادها المتواصل و صعوبة اختراقها. إتجاه العام لأهم كتلها هو شرق غرب و تتميز بالنوعين من الجبال حسب الارتفاع :

-جبال مرتفعة و تتمثل في :كتلة سيدي دريس 1364م ، مسيد عيشة 1462م ، جبال زواغة 1299م ، جبال تفرطاس 1354م و جبال مشاون 1357م .

- جبال منخفضة و هي متواجدة على الضفتين الشرقية و الغربية لواد الكبير أهمها : جبل بني عباس 583م جبل بوطويل 427 م وجبل الطاهر ولد العربي 335م .

و تكمن أهمية هذه الجبال خصوصا المرتفعة منها بأنها تشكل حاجز طبيعي لمختلف التيارات الرطبة و التي تضعف من قوتها،و بالتالي تفرغ تقريبا كل حمولتها على سفوح المواجهة لهذه التيارات .

1.1.2.1 .2جبال الجهة الجنوبية :

وهي تتمثل أساسا في الكتل الكلسية النيرتية ، تتواجد على شكل كتل متفرقة ومعزولة عن بعضها البعض ،إتجاهها العام جنوب غرب شمال شرق و هذا الاتجاه راجع إلى التكتونية المماسية Tectonique tangentielle ،أهم هذه الكتل الجبلية :كتلة شطابة 1316م ،جبل أم سطاس 1180م وجبل قريون 1729م ... .

1.2.1 .2السهول : تتميز بطبوغرافيا منبسطة قليلة التموج ،تتواجد في الجهة الجنوبية الشرقية اهمها : سهل عين مليلة ، سهل تاكسة ، سهل الخروب سهل التلاغمة ما يميز هاته السهول أنها محاطة بكتل جبلية ما يوحي بوجود توازن جغرافي (M.Cote 1998) .

1.2.1 .3التلال :أشكال تضاريسية نوعا ما محدبة على مستوى قممها ذات إنحدارات متوسطة إلى قوية متشرة أكثر في وسط الحوض إما على شكل تلال مرتفعة أو منخفضة أهمها : كدية دوردور 1000م كدية بكار 1000م ، كدية مستاوة 899م ، كدية تافودة 515م وهي معضمها تنتمي إلي تكوينات الميوبليوسين الهشة .

3.1الإرتفاعات على مستوى حوض وادي الكبير الرمال :

نظرا لتباين الواضح في تضاريس الحوض من جبال ، سهول و التلال من جهة ، و بين أقصى إرتفاع 1729 و أدنى إرتفاع مستوى سطح البحر و ما تأثير الارتفاعات على كمية و نوعية الأمطار من جهة أخرى ، فلقد قمنا بإنجاز خريطة الارتفاعات (رقم 02) بمقياس 1/500.000و التي مكنتنا من تصنيف أراضي الحوض إلى:

1.3.1مناطق ذات الارتفاعات العالية جدا :

و تظم الإرتفاعات التي تفوق 1200م ،و هي ليست محصورة في نطاق جغرافي معين فهي تتوزع في كامل الحوض بمساحة جد محدودة و التي تبلغ 181.17 كم^2 بنسبة 2.06 % من المساحة الإجمالية لحوض الكبير الرمال وتمثل القمم الجبلية من الشمال إلى الجنوب :(جبل تفرطاس ، مشاون ، مسيد عيشة ، زواغة ، جبل الوحش ، شطابة قريون ،فرطاس ...) .

2.3.1مناطق ذات الارتفاعات العالية :

و تظم الإرتفاعات المحصورة بين 1000م - 1200م تعبر كذلك هذه الفئة عن المناطق الجبلية و المنتشرة أيضا في كامل الحوض لكن بمساحات محدودة تقدر 957.7 كم^2 بنسبة 10.89 % من المساحة الإجمالية لحوض .

3.3.1 مناطق متوسطة الارتفاع :

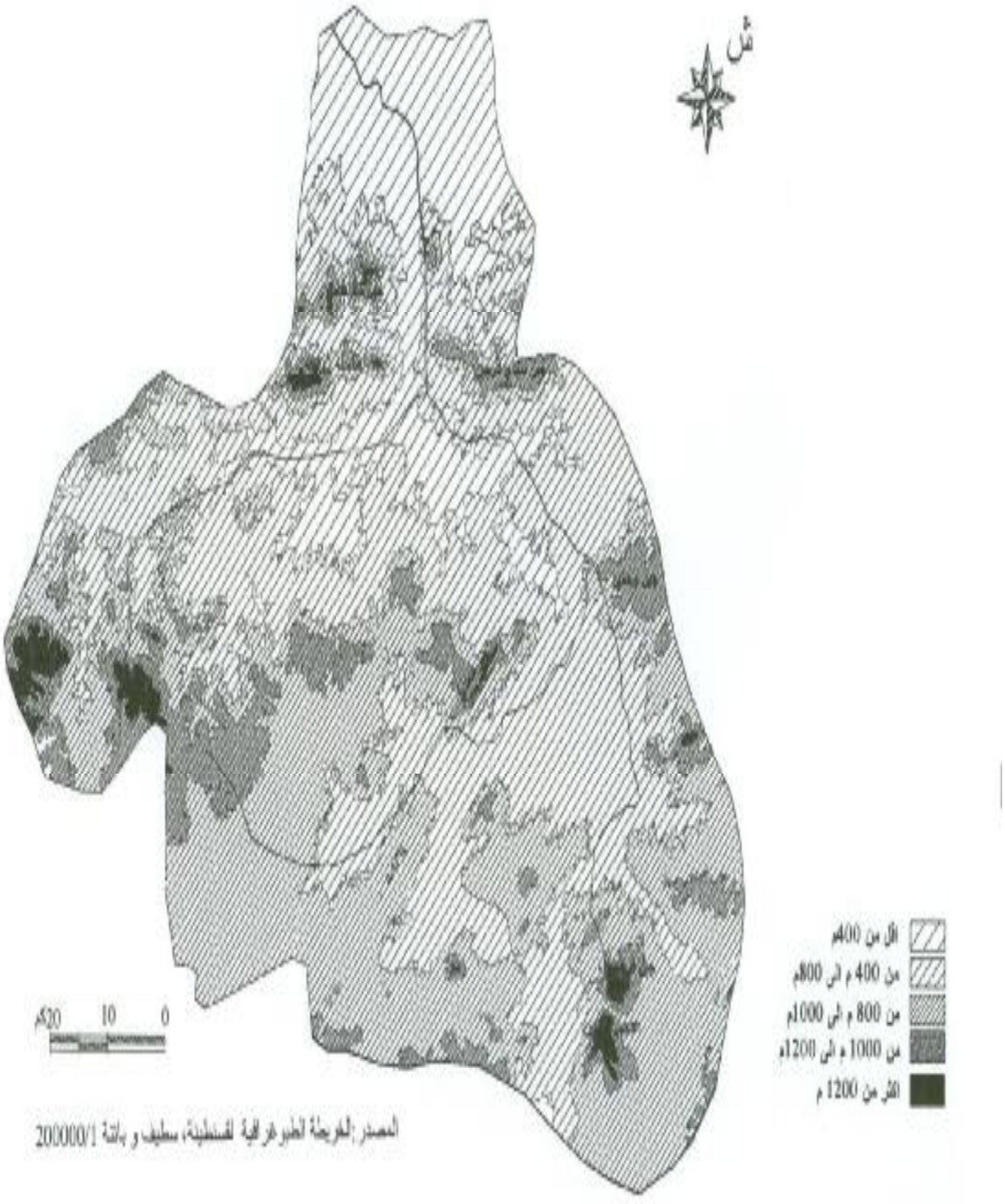
و تظم فئة الإرتفاعات 800م-1000م و تشغل حيز كبير في الحوض بمساحة تقدر ب 3188.21كم^2 بالنسبة 36.18 % من المساحـة الإجماليـة لحوض الكبير الرمال و هي منتشرة وسط و جنوب الحوض .

4.3.1 مناطق ذات الارتفاعات الضعيفة :

تظم فئة الارتفاعات 400م -800م ، و هي الأكثر إنتشارا في الحوض بمساحة تقدر ب 3347.37 كم^2 بالنسبة 38.06 % من المساحة الإجمالية للحوض وهي منتشرة وسط الحوض وتعبر عن التلال (collines) .

الخريطة رقم:(02)

حوض الكبير الرمال : خريطة الارتفاعات



المصدر :الخريطة الخبر غرافية لفلسطينية، سطيف و باتنة 1/200000

5.3.1المناطق ذات الارتفاعات الضعيفة جدا :

تظم الارتفاعات التي تقل عن 400م و تشغل مساحة تقدر ب 1125.76 كم^2 بنسبة 12.8 % من المساحة الإجمالية للحوض و هي تعبر عن مناطق الأودية (vallées) لسفح الشمالي و السفح الجنوبي لأطلس التلي و مناطق الترسيبات النهرية (منطقة الميلية) .

من خلال ما سبق ذكره نستخلص مايلي :

- **تنوع الوحدات التضاريسية على مستوى حوض الكبير الرمال فهو يتضمن جبال ،تلال سهول لكلا النطاقين (التل و السهول العليا) .**
- **أقصى ارتفاع يتواجد في المنطقة الجنوبية للحوض 1729م و أدنى إرتفاع وهو مستوى سطح البحر متواجد في المنطقة الشمالية للحوض (المنفذ).**
- **الكتل الجبلية في شمال الحوض تكون على شكل ممتد كما هو الحال في منطقة سيدي دريس مسيد عيشة و سلسلة زواغة حيث يشكلون حاجز طبيعي يفصل المنطقة التلية عن منطقة السهول العليا و التي تساهم في تشكيل حاجز لمختلف التيارات الرطبة . بينما الكتل الجبلية للمنطقة السهول العليا فهي على شكل كتل متفرقة و معزولة .**
- **الإرتفاعات من 400م إلى 800م هي الفئة المسيطرة في الحوض بالنسبة 38.06 % وهي تعبر عن التلال ، تتركز في وسط الحوض تليها مباشرة فئة الارتفاعات 800م إلى 1000م و هي تعبر على مناطق السهول العليا و هي تتركز في أعالي الحوض**

و عليه القسم الشمالي من الحوض مجال الإرتفاعات العالية جدا و الضعيفة جدا و القسم الجنوبي مجال الإرتفاعات المتوسطة .

4.1.الدراسة المورفومترية لأهم الأحواض الجزئية لحوض الكبير الرمال :

من خلال الدراسة الكيفية (الوصفية) تم التعرف على مختلف الأوساط الفيزيائية للحوض الكبير الرمال ، وسوف نكملها بتحليل كمي و الذي نعتمد من خلاله على الدراسة المورفومترية لبعض الأحواض الهيدروغرافية الجزئية .

إن أهمية الدراسة المورفومترية تكمن في تحديد الخصائص الجيومرفولوجية للمجاري المائية ، لإيضاح العلاقات بين بعض المجاري المائية وبعضها الأخر تبعا لاختلاف أشكالها و أطوالها و بين المجاري المائية و الأحواض الهيدروغرافية التابعة لها ،و نظرا لأن حوض الكبير الرمال كان محل دراسات مورفومترية سابقة جدول رقم (01) ،(ع.مباركي1982) .

جدول رقم (01) الخصائص المورفومترية لحوض الكبير الرمال

الحوض الهيدروغرافي	المساحة ($كم^2$)	المحيط (كم)	معامل الشكل	الارتفاعات (م)			معامل الانحدار (م/كم)	تصنيف التضاريس
				الارتفاع الأدنى	الارتفاع الأقصى	الارتفاع المتوسط		
وادي الكبير الرمال	8795	410	1.22	0	1729	738	11.8	تضاريس معتدلة

المصدر:ع.مباركي 1982

فإن الدراسة التي سنقوم بها ستكون على شكل مقارنة لأهم الأحواض الهيدروغرافية الجزئية، مع إضافة بعض المؤشرات التي تساهم في إبراز خصائص الأحواض ، ونظرا لامتداد حوض الكبير الرمال على إقليمين جغرافيين إقليم التل و إقليم السهول العليا فقد تم اختيار ثلاث أحواض هيدروغرافية جزئية من الجنوب إلى الشمال :

-وادي العثمانية يمثل إقليم السهول العليا .

-وادي السمندو يمثل إقليم التل (السفح الجنوبي).

- وادي بوسيابة يمثل إقليم التل (السفح الشمالي).

1.4.1معامل التماسك أو معامل الشكل : و يعبر عن النسبة بين المحيط و الجذر التربيعي للمساحة و يحسب وفق المعادلة التالية : $kc = 0.28\frac{p}{\sqrt{s}}$

حيث :

Kc: معامل الشكل
P: محيط الحوض
S : مساحة الحوض

يدل هذا المعامل ما إذا كان شكل الحوض ممتد أو دائري منسجم .

جدول رقم 02 معامل الشكــل

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	Kc
وادي الرمال العثمانية	1.17
وادي السمندو	1.44
وادي بوسيابة	1.24

من خلال الجدول رقم(02) يتضح لنا أن وادي السمندو أكثر إمتدادا من وادي بوسيابة و وادي العثمانية هذا الإمتداد سينعكس على سرعة تركز المياه بحيث تكون أكبر و عليه فإن زمن التركيز في وادي السمندو يكون أقل عنه في الأودية الأخرى وهذا ما سنثبته لاحقا .

2.4.1 الارتفاعات :

تكمن أهمية دراسة الارتفاعات بجميع مستوياتها (المتوسطة ،القصوى و الدنيا)،في معرفة التباينات الطبوغرافية المتواجدة على مستوى الأحواض .

الجدول رقم: 03 الارتفاعات على مستوى الأحواض الهيدروغرافية الجزئية

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	الإرتفاع المتوسط(م)	الإرتفاع الأدنى (م)	الإرتفاع الأقصى(م)	الفارق (م)
وادي الرمال العثمانية	900	600	1295	695
وادي السمندو	679	280	1364	1084
وادي بوسيابة	400	27	1345	1318

من خلال الجدول (03) يتبن لنا أن الارتفاعات المتوسطة والدنيا تتناقص كلما اتجهنا شمالا و الارتفاعات القصوى تتزايد كلما اتجهنا شمالا رغم أن الارتفاعات القصوى تقريبا متماثلة في الأحواض الجزئية الثلاث لذا لجأنا إلى حساب الفارق بين الارتفاعات القصوى و الدنيا ،و هو معيار أخر الذي يمكننـا من خلالـه التمييز بين أحـواض التل و أحواض السهول العليا ،بحيث يتزايد الفارق كلما إتجهنا شمالا أي أنه يتزايد كلما اقتربنا من المنفذ ما يوحي بالقوة التضاريس على مستوى أحواض التل .

3.4.1 الإنحدارات :

الانحدارات لها دور كبير في سرعة الجريان السطحي فكلما كان الإنحدار قوي كلما كانت سرعة الجريان أكبر و بالتالي زمن التركيز أقل و من أهم المؤشرات المستعملة لتحديد الإنحدارات على مستوى الأحواض الهيدروغرافية :إنحدار العام ، و الفارق الإرتفاع النوعي و كليهما يعطينا فكرة عن تضاريس ما إذا كانت شديدة أم لا.

-**إنحدار العام :** و يعبر عن مدى التغير في الإنحدار العام و يحسب وفق المعادلة التالية :

$$Ig = \frac{Ds}{L}$$

حيث :

Ds : فارق الارتفاع النوعي و الذي يساوي : Ds= H5%-H95%

L : طول المستطيل المعادل و الذي يحسب وفق المعادلة التالية :

$$L = \sqrt{S}\,\frac{C}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{C}\right)^2}\right]$$

S : مساحة الحوض

C: معامل التماسك

-فارق الارتفاع النوعي : هذا المؤشر يعطي لنا فكرة عن تضاريس الحوض مهما كانت مساحتها و فق المعادلة التالية : $Ds = Ig\sqrt{S}$

جدول رقم :04 الانحدارات في الأحواض الهيدروغرافية الجزئية

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	Ig	تصنيف	Ds	تصنيف
حوض وادي العثمانية	11.3	معتدلة	379.85	تضاريس قوية
حوض وادي سمندو	19.52	معتدلة	338.72	تضاريس قوية
حوض وادي بوسيابة	37.1	قوية نوعا ما	804.31	تضاريس قوية جدا

حسب الجدول رقم(04) فإن تضاريس الأحواض الهيدروغرافية الجزئية لحوض الكبير الرمال تصنف ضمن التضاريس المعتدلة إلى القوية نوعا ما حسب **Ig** و قوية إلى قوية جدا حسب **Ds**

جدول رقم :05 تصنيف تضاريس الأحواض حسب L'ORSTOM

Ig (م /كم)	تصنيف	Ds (م)	تصنيف
5م/كم	ضعيف جدا	10	ضعيفة جدا
5م/كم 10 م /كم	ضعيفة	10 - 25	ضعيفة
10م /كم 20 م /كم	معتدلة	25-50	قريبة من ضعيفة
20م /كم 50 م /كم	قوية نوعا ما	50-100	تضاريس متوسطة
50 م/كم 100 م/كم	قوية	100-250	قريبة من متوسطة
100م /كم	قوية جدا	250-500	تضاريس قوية
/	/	500	تضاريس قوية جدا

4.4.1معامل التضرسCoefficient orographique: عبارة عن حاصل ضرب الإرتفاع الأوسط في ظل الزاوية α و يعطى بالعلاقة : $Co = \overline{H} * tga$

حيث :

$\overline{H}$: الإرتفاع المتوسط

tg α : ظل الزاوية α الذي يساوي $tga = \frac{\overline{h} - h\min}{S}$

جدول رقم :06 معامـل التضـرس

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	Co
وادي الرمال العثمانية	234
وادي السمندو	896.28
وادي بوسيابة	316

يدل هذا المعامل على العلاقة الموجودة بين الإرتفاعات و المساحة بحيث يأخذ هذا الأخير قيم كبيرة عندما يكبر متوسط الإرتفاع و تصغر مساحة الحوض، مما يساعد كثيرا على سرعة الجريان و من خلال الجدول رقم (06) يلاحظ أن القيمة القصوى لمعامل التضرس هي في حوض السمندو في حين أن حوضي وادي العثمانية و وادي بوسيابة قيم معامل التضرس تقريبا متماثلة رغم الإختلاف الكبير في المساحة و السبب في ذلك يرجع إلى الفارق في الإرتفاع فهو تقريبا متماثلا وادي بوسيابة 373م ووادي العثمانية 300م و بالتالي لابد أن تأخذ قيم هذا المعامل بالحذر .

5.4.1 معامل تهوية التضاريس coefficient d'aération du relief:

و هو حاصل قسمة الإرتفاع الأقصى على الإرتفاع المتوسط حسب المعادلة التالية : $Ia = \frac{h\max}{hmoy}$

جدول رقم:07 معامل تهوية التضاريس

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	معامل التهوية
وادي الرمال العثمانية	1.44
وادي السمندو	2
حوض وادي بوسيابة	3.36

من خلال الجدول رقم (07) نجد أن مؤشر التهوية يسجل قيمة كبيرة في حوض وادي بوسيابة 3.36 و الذي يبين لنا مدى أهمية التعرية على مستوى أوديته (les vallées) .

6.4.1 زمن التركيز :

و يعرف بالزمن المميز للجريان في حوض هيدروغرافي بمعنى المدة التي تستغرقها المياه المتساقطة من أبعد نقطة من حدود الحوض إلى غاية منفذه و هناك عدة صيغ أو معادلات لحساب زمن التركيز أهمها الصيغة الجزائرية و صيغة Giandotti .

-**الصيغة الجزائرية** : إستخراج هذه الصيغة كان عن طريق تحليل معطيات الأوابل و الفيضانات ل 15 حوض هيدروغرافي في شمال الجزائر و هي كالتالي :

$$Tc = 0.0055 * S + 0.1657L + 0.0078\Delta H + 0.821$$

-**صيغة Giandotti** و هي الأكثر إستخداما على مستوى الأحواض الجزائرية و هي تعطى وفق العلاقة التالية :

$$Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}}$$

حيث :

S: مساحة الحوض
L:طول المجرى المائى
hmoy-hmin: ΔH

جدول رقم :08 زمن التركيز

الأحواض	صيغةGiandotti	الصيغة الجزائرية
حوض وادي العثمانية	15.72	18.58
حوض وادي سمندو	9.41	14.34
حوض وادي بوسيابة	10.75	15.09

من خلال الجدول رقم (08) نجد أن زمن التركيز في الصيغتين أقل في الأحواض التلية عنه في أحواض السهول العليا و سبب في ذلك أن أحواض التل تمتاز بشكل متطاول ممتد و الإنحدار الشديد ما يسمح بالتركز الأمطار بالصفة أسرع.

من خلال الدراسة المورفومترية للأحواض الهيدروغرافية الجزئية في حوض الكبير الرمال يتبين لنا أن أحواض التل أكثر إمتدادا و الأقوى تضرسا و أقل زمن لتركيز عنها في أحواض السهول العليا و يرجع سبب ذلك إلى الطبوغرافية من خلال الارتفاعات المتفاوتة و الانحدارات .

2.الشبكــة المائيــة :

إتفق معظم المختصين في الهيدرولوجيا على تقسيم الأحواض الهيدروغرافية إلى ثلاث أقسام و هي :

- الحوض الأعلى.
- الحوض الأوسط
- الحوض الأدنى

و على هذا الأساس تم تقسييم حوض الكبير الرمال إلى ثلاث أحواض هيدروغرافية جزئية الخريطة رقم (03).

1.2أقسام حوض الكبير الرمال :

1. 1.2الحوض الهيدروغرافي الجزئى العلوي :

و هو يشمل منطقة المنابع العليا لواد الكبير الرمال حيث يبدأ من عندها الجريـان الحقيـقي للواد و يتشكل من حوضين جزئيين لوادي بومرزوق ووادي الرمال سقان مساحته تقدر3862 كم^{2}بالنسبة 43.9 % المساحة الإجمالية للحوض الكبير الرمال ، يغذي هذا الحوض عدة مجاري مائية تنحدر معظمها من السهول العليا القسنطينة أهم هاته الأودية :

-**واد بومرزوق** :يبلغ طوله 31.5 كم منشأ هذا الواد من جبل قريون على إرتفاع 1729 م إتجاه العام لهذا الواد جنوب شمال و هو نتاج لقاء رافدين أساسيين هما واد الباردة و واد الملاح .

يعبر هذا الواد عدة تكوينات صخرية ذات نفاذية عالية جدا خاصة تكوينات الزمن الرابع و التكوينات النيريتية القسنطينية.

-**واد الرمال السقان** : يصل طوله إلى 68.5 كم منشأه على إرتفاع 1200م ،إتجاه العام لهذا الواد شمال غرب جنوب شرق ،الملاحظ على هذا الواد أنه يأخذ شكل تحدب نحو الشمال بالإضافة إلى إختراقه للكتل الجبلية (جبل ذراع مستاوة) ،أي أنه لا يغير مجراه فهو يعمق نفسه في نفس المجرى الأصلي وبالتالى يصنف هذا المجرى ضمن المجاري المائية المنطبعة (Durozoy 1960)

أهم الروافد التي تغذي هذا الواد : واد دكـري ، واد بنـي فيـلان ، واد دريـميـل ،واد غديـر وواد سقـان .

يمر بتكوينات الصخرية ذات نفاذية عالية جدا إلى متوسطة أهمها تكوينات الزمن الرابع و تكوينات الميوبليوسين .

1.2 .2الحوض الهيدروغرافي الجزئى الأوسط :

على مستوى هذا القسم يصبح وادي الكبير الرمال أكثر إتساعا ويتألف من حوضين جزئيين أساسيين هما واد سمندو وواد الكبير النجا ويشغل مساحة تقدر ب 3346كم^2 ما يعادل 38 % و يغذي هذا الحوض عدة مجاري مائية أهمها :

واد السمندو : يبلغ طوله 54 كم ،منبع هذا الواد من جبل الوحش على إرتفاع 1281 م ميزته أن له إتجاهين مختلفين شمال غرب جنوب شرق، ثم يغير إتجاهه شمال شرق جنوب غرب ،مجرى هذا الواد محصور بين كتلتين جبليتين سيدي دريس و جبل الوحش .

يمر واد السمندو بالتكوينات معظمها ذات نفاذية متوسطة إلى عالية جدا الميوبليوسين و الحجر الرملي النوميدي .

واد الكبير النجا : يصل طوله إلى 63.7 كم منبعه من السهول العليا إتجاهه العام شمال غرب جنوب شرق ، يغذي هذا الواد عدة روافد أهمها واد المانعة الذي ينبع من مرتفعات القبائل الصغرى التلية على إرتفاع 800م ، وواد الدهامشة الذي ينبع من إرتفاع 890م و إلتقاء كل من واد بوصالح وواد الكبير الدهامشة مع كل من واد الملاح وواد رجاص يشكلون واد النجا.

يمر هذا الواد بعدة تكوينات صخرية الميوبليوسين ، الغشاءات التلية و الشبه التلية ،معظمها التكوينات ذات نفاذية متوسطة إلى ضعيفة .

1.2 .3الحوض الهيدروغرافي الجزئى الأدنى :

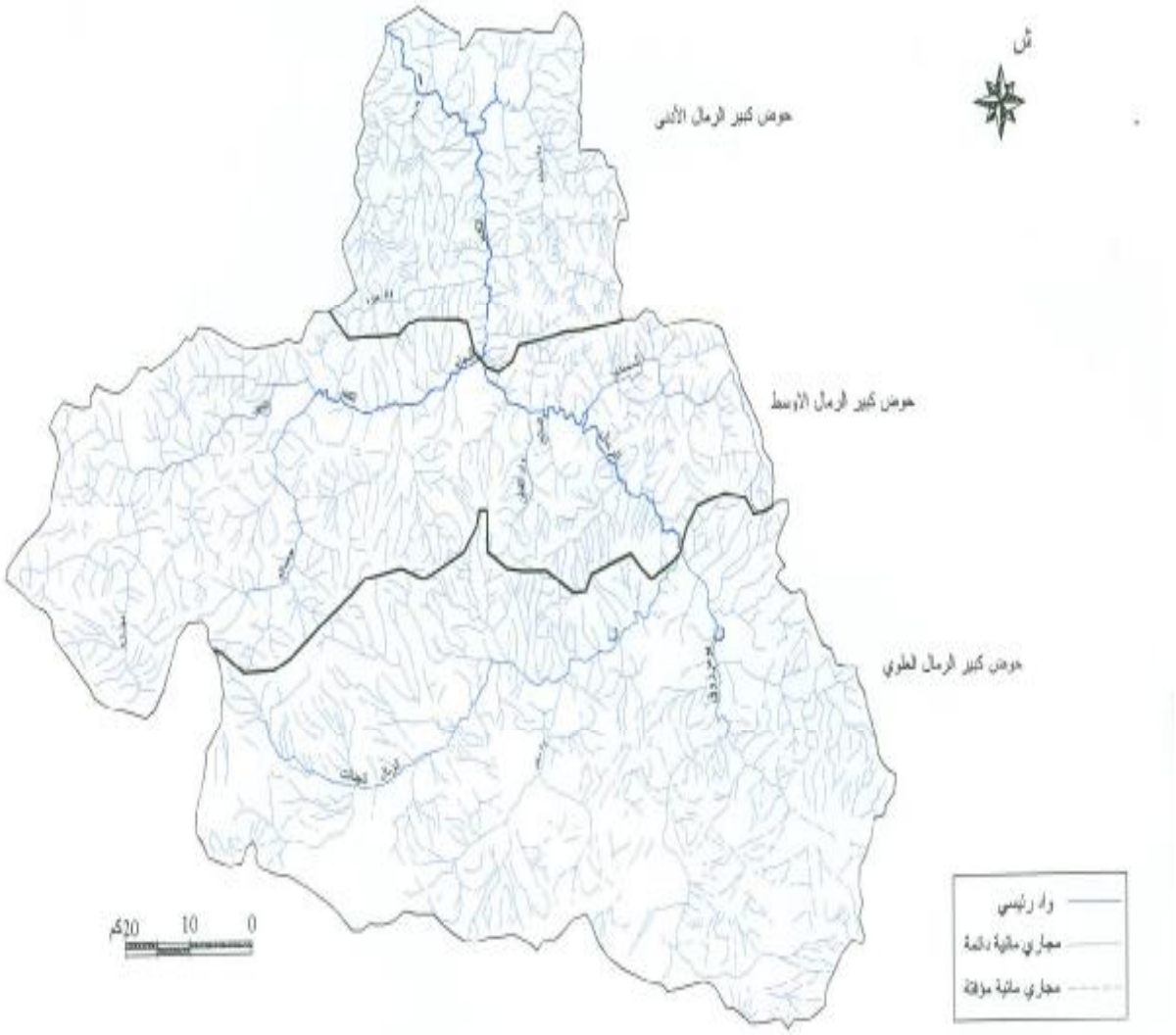
و يشمل المنطقة القريبة من المصب حيث يصل وادي الكبير إلى أقصى إتساع له (سرير الواد)، كما يتناقص على مستوى هذا القسم عمق المجرى و يقل إنحداره و تكثر فيه التعرجات و المنعطفات يمتد على مساحة تقدر ب 1587 كم^2 اي مايعادل 16 % من مساحة الحوض الإجمالية إتجاه العام لمعظم الأودية هو جنوب شمال ، أهم المجاري المائية على مستوى هذا الحوض.

واد بوسيابة : طول مجراه يصل إلى 53كلم منبع هذا الواد من جبل سيدي دريس على إرتفاع 1362م

تمر الأودية هذا القسم من الحوض بعدة تكوينات صخرية ذات نفاذية العالية ،متوسطة إلى ضعيفة أهمها تكوينات الأوليقوميوسين القبائلي الركيزة القبائلية و الفليش بالنوعيه و تكوينات الزمن الرابع .

الخريطة رقم:(03)

حوض وادي الكبير الرمال : الشبكة الهيدروغرافية



المصدر :الخريطة الطبوغرافية لقسنطينة، سطيف و بلتة 200000/1

2.2مورفومترية الشبكة المائية :

و سنتطرق من خلالها إلى كثافة التصريف ، ثابت المحافظة على الشبكة و معامل السيلان .

1.2.2 كثافة الشبكة المائية:

و تسمى أيضا بالكثافة التصريف و يمكن تعريفها بأنها النسبة بين أطوال المجاري مقاسة بالكيلومترات إلى مساحة الحوض الهيدروغرافي مقاسة بالكيلومتر مربع و تعتبر كثافة التصريف من المؤشرات الهيدرولوجية المتعلقة بطبيعة الجريان في حوض هيدروغرافي و هي تتأثر بطبيعة التركيب الصخري ، إنحدار السطح و نوع الغطاء النباتي و كثافته إضافة إلى ذلك تأثرها بكمية التساقط و شدتها في الحوض و يعبر عنها بالمعادلة التالية :

$$Dd_{(Km/km^2)} = \frac{\sum L}{S}$$

Dd : كثافة التصريف الكلية

$\sum L$: مجموع أطوال كل الروافد مهما كانت رتبتها

S: مساحة الحوض

2.2.2 ثابت المحافظة على الشبكة المائية (la constante de maintenance du chenal):

و قد عكس Schum 1956 المعادلة السابقة و التي سميت بثابت المحافظة على شبكة المائية

$$Cm_{(Km^2/Km)} = \frac{S}{\sum L}$$

3.2.2معامل السيلان coefficient de torrentialité :و يحسب وفق المعادلة التالية **:**

$$Ct = Dd.F1$$

حيث :

F1 : كثافة المجاري المائية و يعبر عنها بالعلاقة التالية: $F1 = \frac{N1}{S}$

N1 :عدد المجاري ذات الرتبة واحد

S : مساحة الحوض الهيدروغرافي

ولحساب هذه المؤشرات فقد تم إختيار مجموعة من الأحواض هيدروغرافية الجزئية التي تعبر عن الإقليمين الجغرافيين (التل و السهول العليا) اعتمادا على مقياس 1/200.000

جدول رقم :9 0 مورفومترية الشبكة الهيدروغرافية

الأحواض الهيدروغرافية الجزئية	كثافة التصريف كلم/كلم^2	Cm كلم^2/كلم	Ct
حوض وادي العثمانية	0.64	1.56	0.06
حوض وادي الدهامشة	0.53	1.89	0.06
حوض وادي أولاد مانعة	0.58	1.71	0.09
حوض وادي بوصالح	0.69	1.45	0.12
حوض وادي رجاص	0.73	1.36	0.13
حوض وادي السمندو	0.66	1.52	0.13
حوض وادي العترة	0.77	1.28	0.18
حوض وادي بوسيابة	0.69	1.44	0.13
حوض وادي الرجانة تمنجار	0.80	1.25	0.17

من خلال الجدول رقم(09) نجد أن:

1. كثافة التصريف الكلية محصورة بين 0.53 كلم /كلم ^{2} و0.80كلم /كلم^2 أكبر كثافة تصريف تتواجد في أحواض المنطقة التلية و أضعفها في أحواض منطقة السهول العليا

و يرجع سبب هذا التباين للمناخ و التركيب الصخري فبالإضافة إلى المناخ النصف الجاف أين التساقط لا يتعدى 500 مم الذي يسود القسم الأعلى من الحوض فنجد الليثولوجية السائدة ذات نفاذية عالية جدا (تكوينات الزمن الرابع و تكوينات الغشاء النيريتي) أما القسم السفلي من الحوض فيتميز بمناخه الشبه الرطب أين التساقط يتعدى 800مم بالإضافة إلى تركيبه الصخري الذي يتميز بالنفاذيته المتوسطة إلى الضعيفة .

أما الاختلافات الملاحظة على مستوى المنطقة التلية فسبب الرئيسي في ذلك :

- الواجهة : فالسفح الشمالي للتل (المواجه للمطر) الذي يمثله وادي بوسيابة كثافة التصريف به تصل إلى 0.69 كلم /كلم ^{2} بينما السفح الجنوبي(ظل المطر) و الممثل من طرف وادي سمندو كثافة التصريف به تصل إلى 0.66 كلم /كلم ^{2}

- الغطاء النباتي: و ذلك فيما يخص الضفتين لواد الكبير الضفة الشرقية و الغربية فرغم التشابه في التركيب الصخري و المناخ وطبوغرافية فإن كثافة التصريف في ضفة الشرقية أكبر منها في الضفة الغربية و يرجع هذا إلى كثافة الكبيرة للغطاء النباتي في حوض وادي بوسيابة عنه في حوض وادي رجانة تمنجار .

2- أما فيما يخص Cm فهو محصور بين 1.25 كلم^2 /كلم و 1.89 كلم^2/كلم أي أنه لابد من توفر 1.25 كلم^2 لضمان ظهور 1 كلم من المجاري المائية في وادي رجانة تمنجار و 1.89 كلم^2 لظهور 1 كلم في وادي الدهامشة .

و على العموم فإن أضعف القيم تتواجد في الأحواض الهيدروغرافية التي تقع في نطاق التل وأكبرها التي تقع في منطقة السهول العليا .

3- فيما يخص معامل السيلان فهو ضعيف جدا في الأحواض الجزئية المتواجدة في أعالي حوض الكبير الرمال (0.09-0.06) أما التي تتواجد في وسط و أدنى الحوض فمعامل السيلان بها محصور بين 0.12 إلى 0.18 و هذا المعامل له علاقة بكثافة التصريف بحيث كلما ارتفعت كثافة التصريف كلما ارتفع معامل السيلان و بالتالي فإن أحواض التل أكثر عرضة للفيضانات و السيول الجارفة عنها في أحواض السهول العليا .

تبين لنا من خلال دراسة الإطار الفيزيوغرافي و الشبكة المائية لحوض الكبير الرمال أنه ينتمي إلى إقليمين جغرافيين التل و السهول العليا . و الذي يتميز كل واحد منهما بخصائص ينفرد بها عن الأخر .

-فإقليم التل الذي يسود الجزء الأدنى من الحوض به تضاريس المختلفة من جبال ذات ارتفاعات متوسطة و عالية و سهوله الفيضية (سهل الميلية) و تميز شبكة تصريف لمعظم أوديته بانتظام و ديمومة و التي نرجعها إلى الخصائص الطبوغرافية من خلال الارتفاعات و الواجهة ، التركيب الصخري الضعيف النفاذية و المناخ الشبه الرطب .

-إقليم السهول العليا يسود الجزء الأعلى من الحوض و يتميز بجباله المتفرقة و المرتفعة وكذا تلاله المرتفعة و المنخفضة ،و تشوش شبكة تصريف ، نظرا لسيطرة التكوينات النفوذة و المناخ النصف الجاف في هذا القسم من الحوض .

الـفـصـل الـثـا نـي

الإطار الجيولوجي والإمكانات الهيدروجيولوجية

يرتبط الجريان سواء كان سطحي أو جوفي ، بتداخل العوامل الخارجية (المناخ ، الغطاء النباتي ، التدخلات البشرية) و العوامل الداخلية (الجيولوجيا) لذا سنتطرق في هذا الفصل إلى الوحدات البنيوية المشكلة للحوض من خلال دراسة التوضع الطبقي و سمك التكوينات التي تتألف منها هذه الوحدات ،و من خلال ذلك سنتعرف على الإمكانات الهيدروجيولوجيا لحوض الكبير الرمال .

1الاطـــار الجيولـوجـــي :

1.1 الجيولوجيا الإقليمية :

ينتمي الحوض الكبير الرمال إلى سلسلة المغربيد chaîne des maghrebides وهي عبارة عن غشـــاءات ذات إتجـاهـات جنوبية ،وتنقسـم هذه السلسلـة إلى ثـلاث نطـاقات جغرافـية قديمـة (Wildi 1983) .

نطاق الداخلي domaine interne:و الذي يظم كل من الركيزة القبائلية و السلسلة الكلسية

نطاق الفليش domaine des flyshs: وهو مقسم بدوره إلى ثلاث أقسام :

-فليش القروش ما يعرف بالفليش الموريتاني

-فليش الشيستي الكوارتزي ما يعرف بالفليش الماسيلي.

-الغشاء النوميدي و سلسلة المختلطة لنومليتيك

نطاق الخارجي domaine externe : نظرا للاختلافات الليثولوجية و البنيوية فقد قسم إلى عدة وحدات :

-وحدات التلية

-مجموعة جنوب سطيف الغير محلية

-وحدة النيرتية

الوحدات الغير محلية لسلاوة

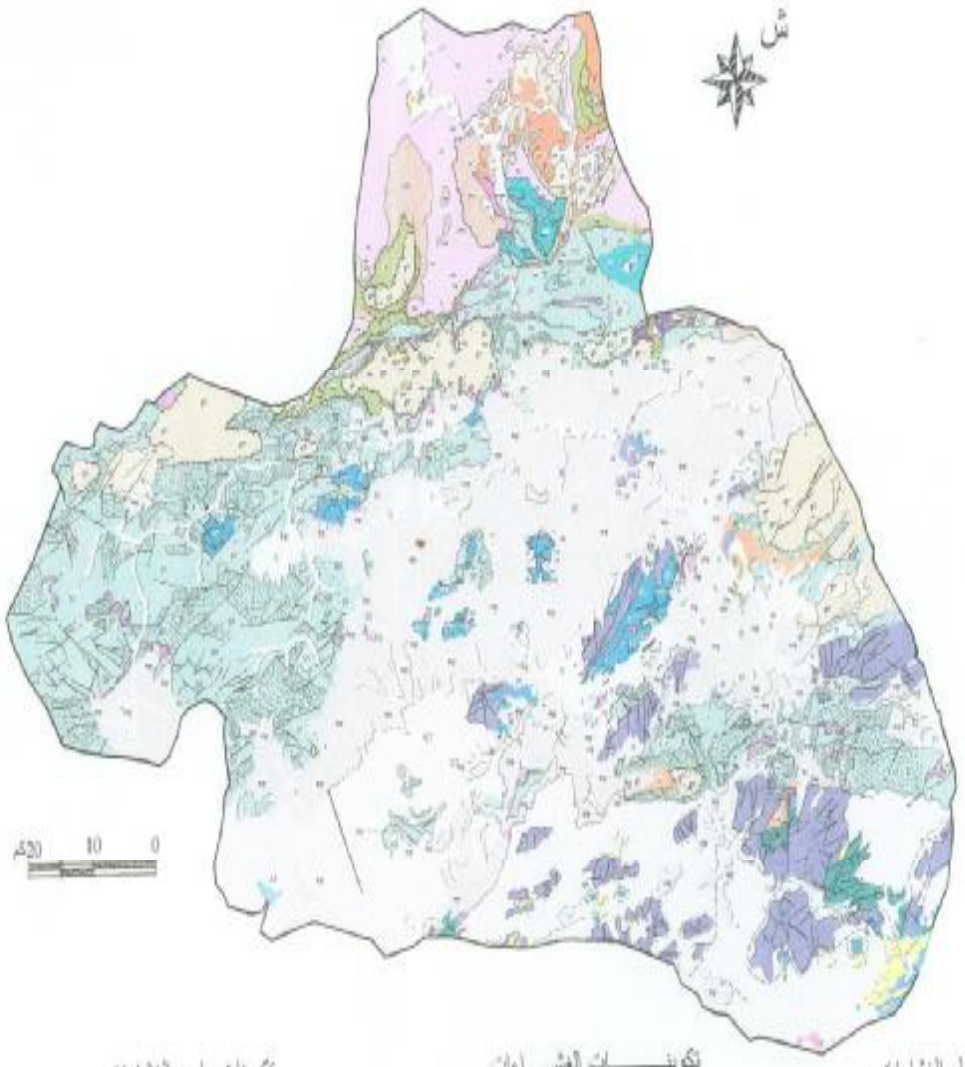
-الوحدات الشبه محلية و المحلية للحضنة و الأوراس

2.1الوحدات البنيوية لحوض الكبير الرمال

اعتمادا على الخريطة الجيولوجيا رقم (04) و المستخرجة من الخريطة البنيوية 1/500.000 لسلسلة ألبية للجزائر الشرقية و الحدود التونسية (Jean marie vila 1978) و التي تبرز لنا أهم الوحدات البنيوية في الحوض الكبير الرمال :

الخريطة رقم:(04)

حوض الكبير الرمال :الخريطة الجيولوجية



التكوينات ماقبل العشاءات

تكوينـــــات العشـــاءات

تكوينات مابعد العشاءات

المصدر : الخريطة البنيوية للسلسلة الالبية للجزائر الشرقية و الحدود التونسية
J.M.vila 1978 1/500000

1.2.1 التكوينات الجيولوجيا ما قبل توضع الغشاءات

وهي تظم كل من تكوينات أوليقوميوسين القبائلي، تراكمات الجبهة olistostromes ، سلسلة الكلسية و الركيزة القبائلية .

1.1.2.1تكوينات أوليقوميوسين القبائلي :

وهو غطاء رسوبي لركيزة القبائلية ، عبارة عن تكوينات حطامية تمتد من الأوليقوسين النهائي (oligocène terminal) إلى غاية الأكيتانيان االسفلي (aquitanien inférieur) و هي متوضعة فوق بعضها البعض من أسفل إلى الأعلى :

- كونغلوميرات متوضعة فوق الركيزة القبائلية بعدم التوافق سمكها من عدة أمتار إلى مئات الأمتار
- حجر رملي و كونغلوميرات ، طين حطامية صفراء سمكها يتراوح من 300م إلى 500م .
-الجزء العلوي يتكون من سيلكس (صخر رسوبي ذو حبيبات دقيقة) ، طبن وحجر رملي كوارتز و كلس كريتاسي .

تنتشر هذه التكوينات في شمال غرب الحوض

2.1.2.1تراكمات جبهة الغشاءات المتحركة olistostromes :

تتوضع فوق تكوينات أوليقوميوسين القبائلي ،عبارة عن تكوينات الفليش بنوعيه الموريتاني و الماسيلي سمكها لايتعدى 500 م تنتمي هذه التكوينات إلى زمن الكريتاسي (Crétacé)و هي أقدم من تكوينات أوليقوميوسين القبائلي (Oligomiocène) ،تتواجد جنوب حوض بوسيابة على ضفتيه

3.1.2.1السلسلة الكلسية la chaîne calcaire:

تكوينات هذه السلسلة تمتد من اليا السفلي(lias inférieur) إلى غاية لوتسيان(lutétien) و نظرا للإختلاف في السحنات و سمك الكلس فقد قسمت هذه السلسلة إلى ثلاث أقسام:

-السلسلة الكلسية الداخلية Dorsale interne

-السلسلة الكلسية الوسطىDorsale médiane

-السلسلة الكلسية الخارجية Dorsale externe

تكشفات هذه السلسلة محدودة على مستوى الحوض فهي متواجدة فقط على مستوى سيدي دريس و الذي لم تحدد حتى الآن السلسلة التي ينتمي إليها .

ما يميز السلسلة الكلسية هو تواجد أشكال كارستية على مستواها خصوصا البالوعات المستديرة الشكل (Dolines) و لابيير (lapiez) Alain marre 1992 و بالتالي تعتبر كالمؤشر لتواجد مياه جوفية على مستواها .

4.1.2.1الركيزة القبائلية Socle kabyle:

وهي أقدم تكوينات على مستوى الحوض ، حيث تنتمي إلى الزمن الجيولوجي الأول و التي تشكل قاعدة للسلسلة الكلسية ، تتكون أساسا من ثلاث مجموعات متوضعة فوق بعضها البعض من الأسفل إلى الأعلى :

-مجموعة الصخور المتحولة الدنيا cristallophyllien inférieur :تتكون أساسا من الغنيس ، الرخام و أومفيبوليت .

-مجموعة الصخور المتحولة العلوية cristallophyllien supérieur: تتكون أساسا من شيست و فيلاد ، حجر رملي بورفيرويد porphyroïde (صخور إندفاقية حمضية).

-الغطاء الرسوبي : ويتوضع على الركيزة القبائلية و يتكون أساسا من أمفيبوليت ،قرواكس ، سبيليت تتواجد شمال الحوض (الحوض الهيدروغرافي الأدنى)

2.2.1 التكوينات الغشاءات :

2.2.1 .1سلسلة الفليش Séries des flyschs:

تنتمي تكوينات هاته السلسلة في معظمها إلى الكريتاسي ، و هي تظم ثلاث أنواع من الفليش : (D.Delgat et Raoult 1969)

-الفليش الموريتاني : تمتد تكويناته من الدوقر(Dogger)إلى غاية لوتيسييان (Lutetien) تتشكل من تناوب بين سفات من الطين و بين الصخور الكلسية و الحجر الرملي سمك هاته السلسلة يصل إلى غاية 400 م ، ينتشر شمال الحوض في منطقة القرن جنوب سيدي دريس ، ووادي بوسيابة .

-الفليش الماسيلي : تمتد تكويناته من أبسيان(Aptien) إلى غاية سينونيان (Sénonien) يتشكل أساسا من طبقة سميكة من المارن و الطين إضافة إلى رقيقات من الكلس و الحجر الرملي سمك الفليش الماسيلي قد يصل إلى غاية 400 م ينتشر أيضا في شمال الحوض .

-الغشاء النوميدي : هذا المصطلح وضعه Ficheur 1908 ،تمتد تكوينات هذا الغشاء من أوليقوسين(Oligocène) إلى غاية برديغاليان السفلي (Burdigalien inférieur) ، يتشكل من طين. وحجر الرملي ذو أبعاد كبيرة، سمكه يصل إلى 400 م ، يتواجد أساسا في منطقة جبل الوحش و سلسلة زواغة .

التأريخ الجيولوجي لهذا الغشاء لم يحدد بالدقة نظرا لقلة عناصر التأريخ على مستواه (بقايا المستحثات)

2.2.1. 2الغشاءات التلية nappes telliennes :و تظم ثلاث غشاءات الغشاءات فوق التلية ، الغشاءات التلية ، الغشاءات الشبه التلية ،بالإضافة إلى تكوينات بريابونيان

-تكوينات البريابونيان الكتلية priabonien à bloc : تكوينات طينية أو مارنية مختلطة بلأحجار متفاوتة الأبعاد تتشكل أساسا من الكلس تنتمي إلى إيوسين على مستوى هذه التكوينات نجد أهم مستويات الأمونيت، إنتشارها جد محدود في الحوض نجدها في منطقة جبل الوحش و شمال منطقة أولاد حملة .

-غشاءات فوق التلية nappe ultra tellienne :تكوينات هذه الغشاءات تمتد من أوتيغيفيان (Hautérivien)إلى غاية لوتيسيان (Lutétien) سمكها يصل إلى 400م تتشكل أساسا من المارن مع بعض التوضعات الكلسية رفيعة ،تنكشف في قاعدة الكتلة النوميدية (جبل الوحش و كذلك في جبل سيدي دريس)

غشاءات التلية nappe tellienne sensu stricto: تكوينات هذه السلسلة تمتد من سينونيان السفلي(Sénonien inférieur) إلى غاية إيوسين العلوي(Eocène supérieur) تتشكل أساسا من مارن وكلس ، ذات امتداد واسع في الحوض خصوصا الجزء الغربي منه و التي تعرف بالغشاءات جميلة كما تنكشف على محور شلغوم العيد قسنطينة سيقوس ، و كذا شمال الحوض

-الغشاءات شبه التلية و الوحدات الجنوبية لنوميليت nappe penitellienne et unité méridionales à nummulites:

- **الغشاءات الشبه التلية :** تمتد تكوينات هذا الغشاء من الليا (Lias) إلى غاية سينونيان العلوي (Sénonien supérieur)،عبارة عن تكوينات كاربوناتية ممتدة على الحواف الكتل النيريتية لجبل قروز ، خنق ، شطابة .
- **الوحدة الجنوبية لنوميليت** : تمتد تكويناتها الليثولوجية من كونياسيان(Coniacien) إلى غاية لوتييسيان العلوي (Lutétien supérieur) تتألف من تكوينات كلسية ذات مستويات سميكة و مارن و هي تغطي الغشاءات الشبه التلية ، تتكشف حنوب شرقي الحوض .

3. 2.2.1 الغشاء النيريتى القسنطيني nappe néritique constantinoise :

تتميز بالتكوينات كاربوناتية تمتد من الجوراسيك العلوي(Jurassique supérieur) إلى غاية سنونيان(Sénonien) سمك هذه الغشاء يتعدي 1000م وقد قسمت إلى ثلاث مجموعات:المجموعة الشمالية الشرقية ، المجموعة الوسطى ، المجموعة الجنوبية و حوض الدراسة يظم كل من المجموعتين الأخيرتين :

المجموعة الوسطى و تظم كل من الكتل الجبلية التالية : أم سطاس مزالة ،عين الحجر ، صخر قسنطينة ، جبل القلال ، خنق تيديس جبل كركرة ، زواوي ، فريكتية ،جبل فلتن ، كدية توشرة

المجموعة الجنوبية و تظم الكتل الجبلية التالية : جبل فرطاس ، قريون ، ميمل ، تنوتيت ، جبل غرور و عبد النور.

4. 2.2.1وحدة سلاوة :

عبارة عن تكوينات مارنية و مارنية كلسية ، إنتشارها جد محدود في الحوض تنكشف في الجهة الجنوبية و الجنوبية الشرقية .

3.2.1تكوينات ما بعد الغشاءات (الصخور الحديثة) formations post nappes:

1.3.2.1-ميوسين البحرى :

إنتشاره جد محدود في الحوض ،عبارة عن ترسبات بحرية مارنية غني بالبقايا الحيوانية و النباتية سمكه يتراوح بين150م إلى 200م و كونغلوميرات الذي يصل سمكه إلى غاية 300م يتواجد في جنوب شرق الحوض بمحاذاة التكوينات الغير محلية .

2.3.2.1-الصخور الإندفاعية للميوسين :

منتشرة على مستوى الميلية و عين القشرة وتتشكل أساسا من غرانيت ،غيوليت أرينات الغرانيتية يصل عمرها إلى 16 مليون سنة .

3.3.2.1تكوينات البرديغاليان العلوي و لانغيان :

مرت هذه التكوينات بالمرحلتين من الترسيب وتتشكل أساسا من مارن رمادية أو زرقاء سمكها يصل إلى غاية 150م و حجر رملي سمكه يتراوح بين 5 إلى50 م ،تنكشف في منطقة الميلية .

4.3.2.1-تكوينات الميوبليوسين القاري :

ذات إمتداد واسع في الحوض تتشكل أساسا من الكونغلوميرات مختلط مع تكوينات طينية و حجر رملي سمكها يصل إلى 150م إلى 300م وتناوب غير منتظم لتكوينات الطين الرملية ، الحجر الرملي ، الكلس و كلس ترافيرتان سمكها من 30 إلى 100م وفي القمة نجد طين زرقاء رمادية سوداء غنية بالجبس حيث يتراوح سمكها في بعض المناطق (زيغود يوسف) من 300م إلى 500م .

5.3.2.1البليوسين البحري :

إنتشاره جد محدود يتشكل من ترسبات بحرية غنية بالبقايا الحيوانية والنباتية يتواجد في منطقة العنصر .

6.3.2.1تكوينات الزمن الرابع :

بمأن تكوينات زمن الرابع تشغل حيز كبير في المنطقة الجنوبية للحوض فقد إعتمدنا في تحديدها على الخريطة الجيولوجية 1/200.000 لقسنطينة و التي من خلالها يمكن أن نميز مايلي :

-المهيلات : تتمثل في مفتتات صخرية كلسية بالدرجة الأولى ،نجدها بالصفة خاصة على حدود الكتل الجبلية النيرتية

- رواسب فيضية حديثة و التي تتمثل في التكوينات الغرينية ، الرملية و الحصوية التي تحد الروافد المائية (أسرة الأودية Lits majeurs) ، أهمها متواجدة على مستوى منطقة الميلية و منطقة الخروب .
- االمصاطب النهرية و تتواجد على مستوى أهم الأودية
- حاذورات متعددة النشأة ،عبارة عن أراضي ذات إنحدارات ضعيفة منتشرة في جنوب الحوض
- قشرة كلسية تنتمي إلى الفيلافرانشيان (villafranchien)
- تشكيلات الرصرصة travertins ترتبط تكوينات هذه التشكيلات بالمياه الجوفية التي تقوم بالترسيب المواد الكيميائية المذابة ، حيث تتوضع في شكل طبقات كلسية تتخللها تجاويف تتواجد أساسا في منطقة الحامة بوزيان .

4.2.1مركب الترياس :

لا تظهر تكويناته في وضعية طبيعية و لكن تظهر على هيئة صفائح و نتوءات منتصبة وتعتبر كدليل لعدم استقرار نظرا لظهورها بالقرب من الفوالق وتتشكل من نوعين من السحنات

التكوينات الرسوبية : الجبس ، الصخور الكاربوناتية خصوصا الدولوميت ، و معادن حرة خصوصا الكوارتز ، الحجر الرملي ميكاسي .

صخور الإندفاعية : صخور قاعدية (بازلت ،دولوميت ، أنديزيت) على أقدام جبل أكحل جنوب عين التين و تعتبر كشاهد على المرحلة الامتدادية phase de distension

3.1التاريخ الجيولوجي لحوض الكبير الرمال :

من خلال ما سبق ذكره فإن حوض الكبير الرمال يشمل على عدة وحدات بنيوية من الشمال إلى الجنوب الركيزة القبائلية ،السلسلة الكلسية ، سلسلة الفليش (الموريتاني و الماسيلي) السلاسل التلية التي تغطيها تكوينات الحجر الرملي النوميدي تليها تكوينات أتت بعد توضع الغشاءات ذات العمر الميوبليوسين لحوض النيوجين القسنطيني ، الشكل رقم (03)

هذه البنية الجيولوجية هي نتاج تاريخ جيولوجي طويل و معقد و التي سيطرت عليه المرحلة التكتونية المماسية tectonique tangentielle وعليه يمكن أن نميز ثلاث مراحل لتاريخ الجيولوجي في حوض الكبير الرمال :

-مرحلة الترسيب
-مرحلة النشاط التكتوني
-مرحلة الترسيب و النشاط التكتوني

1.3.1مرحلة الترسيب : تمتد من الزمن الجيولوجي الثاني إلى الزمن الجيولوجي الثالث و تعتبر كالمرحلة إستقرار حيث شهدت ترسيبات في التریاس ، الجوراسيك و الكريتاسي .

التریاس : تكوينات التریاس تتمثل في ترسيبات ملحية و مستويات رفيعة من الكلس الدولوميتي و تكشفاتها في بعض المناطق مؤشر لعدم إستقرار لأنها تظهر غالبا بجوار الفوالق .

الجوراسيك : أهم الترسيبات هي دولومتية متواجدة على مستوى اليا (Lias)و سحنات غنية بالمستحثات على مستوى المالم (Malm) تتواجد أساسا على مستوى السلسلة الكلسية .

الكريتاسي : مايميز هذه الفترة هو تواصل الترسيبات الكاربوناتية على مستوى السلسلة الكلسية ، ترسيبات كلسية دقيقة و حجر رملي على مستوى أخدود الفليش ،ترسيبات مارنية كلسية على مستوى الغشاءات الفوق التلية و ترسيبات ذات أصل نيريتي على مستوى السلسلة الشبه التلية .

2.3.1 **مرحلة النشاط التكتوني :** وقد قسمت إلى مرحلتين :

المرحلة الأطلسية Phase Atlasique

المرحلة الألبية Phase Alpine

المرحلة الأطلسية : أهم مانتج عن هذه المرحلة هو مايلي :

- نشأة التراكب القبائلي على مستوى السلسلة الكلسية بحيث السلسلة الكلسية الداخلية و الوسطى زحفتا على السلسلة الكلسية الخارجية .

- نشأة غشاءات الفليش و الغشاءات التلية .

-تعرض الغشاءات التلية و النيريتية إلى الإلتواءات

المرحلة الألبية : أهم مانتج عن هذه المرحلة هو مايلي :

-توضع لتراكمات الجبهة القبائلية Olistostromes Kabyle

-زحف الغشاء النوميدي فوق الفليش الماسيلي الذي هو بدوره زحف فوق السلاسل التلية

-تقدم الركيزة القبائلية نحو الجنوب أدى إلى زحف الغشاء النيرتي القسنطيني ، و تجزأ الغشاء النوميدي نحو الجنوب و نحو الشمال .

3.3.1مرحلة الترسيب و النشاط التكتوني :

مرحلة الترسيب ما بعد الغشاءات la sédimentation post nappes

ما يميز هذه المرحلة هو توضع نوعين من الترسيبات ، بحرية (ميوسين البحري في الجزء الشمالي) و قارية (الميوبليوسين القاري في الجزء الجنوبي)

التكتونيك الحديثة : هذه المرحلة هي المسؤولة على التضاريس الحالية و أهم مانتج عنها :

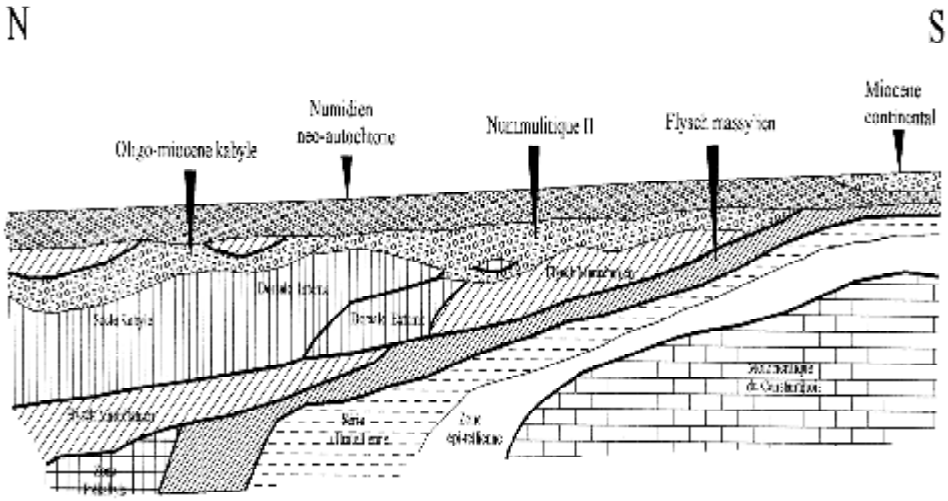
-بروز الصخور الإندفاعية للميوسين

-تحديد حوض الميوبليوسين و الذي يفترض أن أصل تكويناته هو تخريب لتضارريس المحيطة به

-حدوث إلتواءات و إنكسارات ذات إتجاه أطلسي و التي أدت إلى ظهور التضاريس النيريتية

الشكل رقم:(03)

الوحدات البنيوية الكبرى



RAOULT,1975 (MODIFIE PAR HARZA ENGINEERING COMPANY ,1985)

2.إمكانات الهيدروجيولوجيا لحوض وادي الكبير الرمال :

تختلف كمية المياه التي يمكن أن تحتويها الطبقات الصخرية اختلافا كبيرا بين كل طبقة صخرية و أخرى تبعا لاختلاف مساميتها من ناحية وكمية المياه المتسربة إليها من ناحية أخرى .

لذا فإن الصخور الرملية الحصوية المخلخلة أين تكثر الفجوات و الفراغات الصخرية interstices ، و تكوينات الحجر الرملي تعتبر من أحسن الخزانات المياه الجوفية و ذلك بسبب مساميتها الجيدة و نفاذيتها العالية التي تسمح بإمرار و إختزان كميات كبيرة من المياه و لكن أهميتها في هذا المجال تتوقف على وجود طبقة صماء تحتها تمنع تسرب المياه نحو الأسفل ، أما الصخور ذات التكوينات المتجانسة و التي قد تتألف من مواد طينية أو صلصالية فتكون عادة متماسكة و لا تسمح بالمياه أن تتسرب إلى جوفها فبالتالي فهي ذات إمكانات هيدروجيولوجية ضعيفة .

أما بالنسبة للصخور الصلبة كالصخور النارية و الصخور الكلسية فرغم أنها تتميز بتماسك أجزاءها ما لا يسمح بتسرب المياه في ثناياها إلا أنها في بعض الأحيان تعتبر كخزانات مائية هائلة نظرا لشدة الشقوق و الفوالق التي تعرضت لها و التي تساعد على تسرب المياه الجوفية من خلال فتحاتها .

و على هذا الأساس قمنا بالتصنيف مختلف التكوينات الصخرية على مستوى منطقة الدراسة إلى ثلاث فئات حسب إمكانياتها الهيدروجيولوجية خريطة رقم (05) .

- **تكوينات الصخرية ذات إمكانات عالية جدا إلى عالية**
- **تكوينات الصخرية ذات إمكانات عالية إلى متوسطة**
- **تكوينات الصخرية ذات إمكانات متوسطة إلى ضعيفة**

1.2تكوينات الصخرية ذات إمكانات عالية إلى عالية جدا:

و هي تضم تكوينات الصخرية التي تنتمي إلى الزمن الرابع ، الغشاء النيريتى القسنطينى ، السلسلة الكلسية و الغشاء النوميدي تحتل مساحة تقدر ب 3480 كلم 2 بالنسبة 39.56 % من المساحة الإجمالية لحوض الكبير الرمال وهي منتشرة في كامل الحوض .

-**تكوينات الزمن الرابع** : و هي أصمطة مائية حرة و مستمرة و رغم سمكها الضعيف إلا أن لها إمكانيات التخزين و التسرب المياه كبيرة جدا و هي عبارة عن ترسبات نهرية ، على ضفاف الأودية و على جوانب الكتل الجبلية على شكل حاذورات أهم الأصمطة المائية على مستوى هذه التكوينات :

- الصماط المائي الغرينى لواد الكبير (الميلية): اتجاه هذا الصماط جنوب شمال حول واد الكبير عرضه 1500م و طوله حوالي 5000م عمق هذا الصماط يصل إلى 40م

- الصماط المائي الغريني لواد بومرزوق (الخروب) : هذا الصماط موجود على ضواحي الخروب على طول واد الباردة يصعب تحديد سمكه لأن أسفله يتواجد صماط مائي أخر على مستوى تكوينات البليوسين ،سمك تكوينات الزمن الرابع تصل إلى حوالي 21م .

-تكوينات الكلس النيريتي : عبارة عن أصمطة مائية حرة غير مستمرة، تنتمي إلى الغشاء النيريتي و تعتبر كخزانات مائية هائلة ، سمك التكوينات الكاربوناتية يتراوح بين 500م إلى 1000 م و نظرا لتعرض هذا الغشاء إلى تكتونيك شديدة فقد سمح ذلك بوجود بعض الينابيع على مستويات مختلفة اهمها :

جدول رقم (10) **أهم الينابيع على مستوى الصخور الكارستية**

الكتل الجبلية الكارستية	المساحة (كم^2)	الينابيع الرئيسية	الإرتفاع (م)	الصبيب المتوسط (ل/ثا)	T °C
جبل قريون	60.4	فزقية	820	**90**	°19.7
جبل فرطاس	83.2	بو مرزوق	780	**450**	°24
شطابة	30	سيدي سليمان	700	**5**	°14
جبل قروز	25	حمام قروز	707	**50**	°39
صخر قسنطينة	3	سيدي المسيد	480	**20**	°29
جبل قلال	5	عين زواوي	480	**650**	°32
ترافيرتان الحامة	1.4	عين بن السبع	400	**15**	°22
جبل الأكحل	5.5	عين التين	530	**14**	°32
ترافيرتان صالح باي	1	عين بن جلول	468	**10**	°28

المصدر : Durozoy 1962

تختلف صبيبات معظم هذه الينابيع من فترة إلى أخرى و السبب في ذلك يرجع لظروف المناخية من جهة وتعدد التنقيبات بالقرب من هاته الينابيع من جهة أخرى .

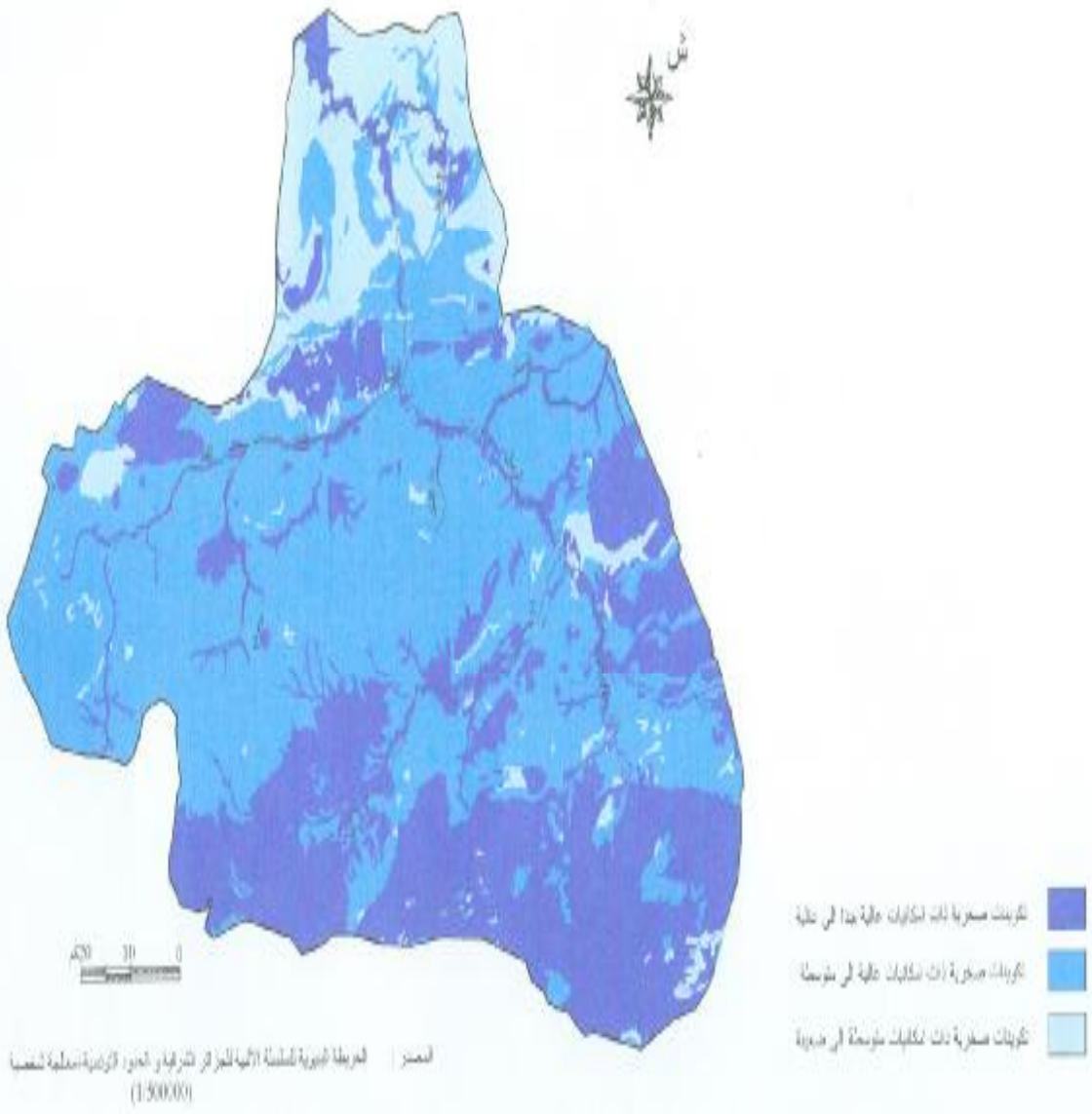
-تكوينات الغشاء النوميدي : يمكن اعتبار تكوينات هذا الغشاء كطبقات مائية حبيسة نظرا لتوضع الطبقي الذي تتميز به ،حيث يتراوح سمك الحجر الرملي من 100م إلى 250 م و الذي ينحصر بين طبقتين صامتين و هما الطين الفوق النوميدية و الطين تحت النوميدية ،

(Argile supra numidienne et Argile sous numidienne) و التي يتراوح سمكهما بين 20م و 50 م و تتواجد على مستوى جبل الوحش و سلسلة زواغة .

-تكوينات السلسلة الكلسية : رغم أنها تعرضت إلى تكتونية شديدة إلا أن لم يثبت وجود ينابيع على مستواها ، فاحتمال أن المياه المتسربة في ثناياها تنبع في أماكن أخرى أو أن على مستوى الفوالق و الشقوق تواجد بقايا تحلل الكلس ما يساهم في انسداد ها ما يعرقل نفاذ المياه إلى باطنها .

الخريطة رقم:(05)

حوض الكثبان الرملية: الامكانيات الهيدروجيولوجية



المصدر : الخريطة الجيولوجية للسلسلة الاتلية للجزائر الشرقية و الحدود الإدارية معلمة شعبيا (1/500.00)

2.2تكوينات الصخرية ذات إمكانات العالية إلى متوسطة :

وهي تظم تكوينات الميوبليوسين القاري أين يتواجد الكلس البحيري و كونغلوميرات ، صخور أوليقوميوسين التي تتشكل أساسا من خليط الصخور التالية (الحجر الرملي الكونغلوميرات و الطين) ، تراكمات الجبهة و التي تتألف من الفليش بالنوعيه ، فليش الموريتاني الذي يتشكل من (تناوب بين الصخور الكلسية و المارنية الطينية)، الغشاءات التلية والتكوينات وحدة سلاوة الكلسية المارنية، مجموعة جنوب سطيف الغير محلية المارنية الكلسية الغشاءات الشبه التلية الكونغلوميراتية المارنية تكوينات البرييابونيان ، و تكوينات الميوسين البحري كونغلوميراتية مارنية .

تشغل مساحة واسعة في القسم الأوسط و الأدنى للحوض الكبير الرمال حيث تقدر ب 4797 بالنسبة54.54 % من المساحة الإجمالية للحوض .

3.2تكوينات ذات إمكانات متوسطة إلى ضعيفة :

وهي تظم تكوينات الركيزة القبائلية ،فليش الماسيلي ، الصخور الإندفاعية للميوسين ، الغشاءات فوق التلية بليوسين بحري ، و تكوينات الترياس

إمتداد هذه التكوينات محدود حيث تتركز في القسم الأدنى لحوض الكبير الرمال و تشغل مساحة تقدر ب 518 كم^2 بالنسبة 5.88 % من المساحة الإجمالية للحوض .

بعد ما استعرضنا الجيولوجيا و التي أبرزنا فيها أهم الوحدات البنيوية و التكوينات الليثولوجية التي تتشكل منها يتبين لنا أن لحوض الكبير الرمال إمكانات هيدروجيولوجيا هائلة فمن شماله إلى جنوبه و من شرقه إلى غربه تنتشر الأصمطة مائية الحرة مستمرة والتي تتمثل في تكوينات الزمن الرابع إلي الحرة الغير مستمرة و التي تتمثل أساسا في الكتل النيريتية (و التي قد لا تتوفر في بعض الكتل منها على مخارج كما هو الحال في كتلة أم سطاس و جبل فلتن رغم أنها تعرضت لتكتونيك شديدة) ، إلى طبقات مائية حبيسة (الغشاء النوميدي) إلى نصف حبيسة (تكوينات الميوبليوسين) و التي نعتبرها كخزانات مائية هائلة .

الـفـصل الـثـا لـث

الخصائص المناخية و النباتية:

يعتبر المناخ من العوامل الأساسية في نمو النبات ، فهو يتحكم في توزيع الغطاء النباتي و كثافته ، و للأجل ذلك سنتطرق في هذا الفصل إلى:

- الإطار البيومناخي لحوض الكبير الرمال من خلال دراسة بعض المؤشرات المناخية .

-و استعراض أهم التشكيلات النباتية المتواجدة به و التي تسمح لنا فيما بعد بالتحديد درجة التغطية الحوض إن كانت جيدة متوسطة أم ضعيفة .

1إطـــار المناخـــي :

سترتكز دراستنا للمناخ على التعريف بمناخ البحر الأبيض المتوسط و أهم حالات الطقس السائدة في الحوض ، إضافة إلى تحليل بعض العناصر المناخية و دراسة بعض المؤشرات المناخية (مؤشر أمبرجي ، مؤشر الجفاف لدمارطون ، مؤشر قوسن و بانيولس ومؤشر أوفرت) التي تسمح لنا فيما بعد بتحديد المناخ الحيوي للحوض .

1.1مناخ البحر الأبيض المتوسط :

أهم ما يميز هذا المناخ أنه حار و جاف صيفا و دافئ و ممطر شتاءا و يرجع سبب ذلك إلى تأثيرات الكتل الهوائية القارية و البحرية المدارية صيفا و القطبية الرطبة شتاءا، و يفسر الجفاف الفصلي حسب المختصين في علم المناخ إلى :أسباب عامة ،أسباب محلية .

-**الأسباب العامة :** وهي مرتبطة أساسا بالصعود أضداد الأعاصير المدارية إلى المناطق القطبية في فصل الصيف و بالتالي تزحزح الاضطرابات الإعصارية أطلنطية إلى اسلندا و النرويج

-**الأسباب المحلية:** أهم الأسباب المحلية هي الحواجز الجبلية (تضاريس المغرب)التي تمنع جزء كبير من التيارات الرطبة إلى الوصول إلى الجزائر (المنطقة الوهرانية) عن طريق ظاهرة الفوهن .

2.1أهم حالات الطقس التي تسود حوض الكبير الرمال :

إن دراسة الطقس في أي منطقة جغرافية يتطلب دراسة لحظية لعناصر المناخ (الضغط الجوي ،الحرارة ، الرياح ، الرطوبة النسبية ...) و هذه المعطيات يصعب الحصول عليها و بالتالي فقد كان تحديدنا لحالات الطقس للحوض على أساس دراسات سابقة أهمها :

-حالات الطقس و الأمطار في الجزائر ل A.Pedelaborde et H.Delannoy 1958

-حالات الطقس في الأطلس البليدي للفترة (1960-1969) لعبد القادر حاليمي .

باعتبار حوض الكبير الرمال يقع في الجزائر الشمالية فإن أهم حالات الطقس التي يتعرض لها هي:

- الأعاصير الشمالية
- الأعاصير الغربية و الجنوبية الغربية
- الأعاصير الجنوبية
- أضداد الأعاصير .

1.2.1الأعاصير الشمالية :

أهمها الآتية من المنطقة القطبية الباردة و المحيط الأطلسي، ما يميز هذه الأنواع أنها تتكرر بصفة دائمة في فصل الشتاء (30مرة /سنة) و تبلغ ذروتها في شهر ديسمبر.

فيما يخص الاضطرابات الجوية الآتية من المنطقة القطبية فهي تعبر أوروبا لتصل إلى شمال الجزائر حيث تعطي كميات هائلة من الأمطار و غالبا ما تكون مصحوبة بالثلوج تخص الأطلس التلي و السهول العليا .

أما فيما يتعلق بالاضطرابات الشمالية الغربية و الآتية من المحيط الأطلسي فتعبر جبال البرتغال و اسبانيا ما ينتج عنها ظاهرة ألفوهن و لكن عند عبورها البحر البيض المتوسط فتصبح أكثر رطوبة و هذا ما يفسر لنا زيادة الأمطار من الغرب إلى الشرق .

2.2.1الأعاصير الغربية و الجنوبية الغربية :

الأعاصير الغربية: الأكثر شيوعا في إفريقيا الشمالية حيث تتردد ب 50 مرة في السنة تبدأ في شهر أكتوبر و تنتهي في شهر مارس .

الأعاصير الجنوبية الغربية : تتردد ب26 مرة في السنة تتركز في فصل الربيع و خصوصا في شهر أفريل تنشأ هذه الاضطرابات في خليج غينيا و المناطق الاستوائية للأطلنطي

3.2.1الأعاصير الجنوبية و السيروكو :

- الأعاصير الجنوبية :هي ناتجة عن انتقال الجبهة الصحرروية من الجنوب إلى الشمال ، كميات الأمطار الناتجة عن هذه الأعاصير قليلة جدا نظرا لخصائص هذه الجبهة التي تتميز بحرارتها و جفافها .
- فيما يخص السيروكو :هي رياح حارة و جافة ،و تهب من الجنوب أو من الجنوب الغربي نحو البحر الأبيض المتوسط ، متوسط ترددها 50 مرة في السنة و تتركز خصوصا في الفصول الانتقالية .

4.2.1أضداد الأعاصير:

أضداد الأعاصير من نوع المتوسطي ، و هي تتردد في فصل الصيف 72 مرة في السنة و خصوصا في شهر أوت و تتميز بطقس جميل و هادئ .

3.1العناصر المناخية :

قبل نتطرق إلى حساب المؤشرات المناخية ، لابد من الإشارة إلى أنها تعتمد في تقديرها على معطيات حرارية و معطيات مطرية ،لذا سنقوم أولا بدراسة معيار الحرارة الذي يعتبر من المعايير الأساسية المحدة لنمو النبات خصوصا الحدية منها (العظمى و الدنيا) ، كما أنها تؤثر على كميات التبخر النتح و من خلالها على العجز في الجريان .

1.3.1 الحرارة :

إن دراسة درجات الحرارة لها أهمية بالغة لأنها تدخل في العديد من الظواهر الفيزيائية (التبخر ، تجمد المياه ،تمدد و تقلص الصخور...) و بعض الظواهر الفيزيولوجية كالنتح كما أنها تدخل في تقدير معظم المؤشرات المناخية السالفة الذكر .

و بما أن حوض الكبير الرمال لايتوفر إلا على محطة مناخية بها معطيات درجات الحرارة بجميع مستوياتها المتوسطة العظمى و الدنيا لفترة طويلة ،فقد لجأنا إلى استعمال معطيات محطات واقعة خارج مجال الدراسة و استخدامها في عملية تصحيح درجات الحرارة بالاعتماد على طريقة التدرج الحراري

1.1.3.1التدرج الحراري

انطلاقا من العلاقة الخطية التي تربط الحرارة بالارتفاع ،حيث الدرجات الحرارة العظمى تتناقص 0.7°م كلما زاد الارتفاع ب100م ، درجات الحرارة الدنيا تتناقص 0.4°م كلما زاد الارتفاع ب100م و المتوسط يتناقص ب0.55°م كلما زاد الارتفاع عن 100 م (Selzer 1938)

فقد قمنا بالتصحيح درجات الحرارة للفترة 1971/1970- 2000 /2001.

باعتماد على :

-محطة عين الباي لتصحيح محطة التلاغمة و بني فضة

-محطة جيجل لتصحيح محطة الميلية .

و من خلال ملاحظتنا للمعطيات الحرارية بجميع مستوياتها للفترة 1971/1970-2001/2000 و المدونة في الجدول رقم (11) يتبين لنا ما يلي :

جدول رقم (11) **درجات الحرارة في بعض محطات وادي الكبير الرمال بالإعتماد على طريقة التدرج الحراري**

للفترة 2000/2001-1970/1971

الأشهر	محطة عين الباي 693م			محطة التلاغمة820م			محطة بني فضة 800م			محطة جيجل 4 م			محطة الميلية 100م		
	(M+m)/2	M	m	(M+m)/2	M	m	(M+m)/2	M	m	(M+m)/2	M	m	(M+m)/2	M	m
سبيتمبر	21,77	28,47	15,07	21,07	27,58	14,56	21,18	27,72	14,64	22,45	26,54	18,36	21,915	25,86	17,97
أكتوبر	16,55	22,4	10,69	15,845	21,51	10,18	15,955	21,65	10,26	20,09	25,37	14,81	19,555	24,69	14,42
نوفمبر	11,52	16,67	6,36	10,815	15,78	5,85	10,925	15,92	5,93	15,5	20,32	10,68	14,95	19,64	10,26
ديسمبر	8,29	12,92	3,65	7,585	12,03	3,14	7,695	12,17	3,22	12,555	17,45	7,66	12,02	16,77	7,27
جانفي	7,04	11,63	2,45	6,34	10,74	1,94	6,45	10,88	2,02	11,525	16,27	6,78	10,99	15,59	6,39
فيفري	7,80	12,58	3,01	7,095	11,69	2,5	7,205	11,83	2,58	11,44	16,36	6,52	10,905	15,68	6,13
مارس	9,88	15,31	4,44	9,175	14,42	3,93	9,285	14,56	4,01	13,375	18,66	8,09	12,84	17,98	7,7
أفريل	12,32	18,22	6,42	11,62	17,33	5,91	11,73	17,47	5,99	14,515	19,88	9,15	13,985	19,21	8,76
ماي	16,74	23,02	10,46	16,04	22,13	9,95	16,15	22,27	10,03	17,91	23,17	12,65	17,375	22,49	12,26
جوان	22,07	29,34	14,8	21,37	28,45	14,29	21,475	28,58	14,37	21,875	27,38	16,37	21,345	26,71	15,98
جويلية	25,55	33,5	17,59	24,845	32,61	17,08	24,955	32,75	17,16	24,36	29,95	18,77	23,825	29,27	18,38
أوت	25,73	33,34	18,11	25,025	32,45	17,6	25,135	32,59	17,68	25,905	31,56	20,25	25,37	30,88	19,86
المتوسط السنوي	**15,44**	**21,45**	**9,42**	**14,74**	**20,56**	**8,91**	**14,85**	**20,70**	**8,99**	**17,63**	**22,74**	**12,51**	**17,09**	**22,06**	**12,12**

- أن المتوسط الحراري السنوي في حوض الكبير الرمال يتراوح بين 14.74°م و 17.09 °م بفارق نوعا ما ضعيفا (2.35°م)

ويعتبر شهر أوت هو الشهر الذي يتوافق مع أكبر معدل في جميع المحطات و شهر جانفي يتوافق مع أدنى معدل في محطات عين الباي ،تلاغمة ، بني فضة ماعدا محطة الميلية أين يسجل أدنى معدل في شهر فيفري .

- فيما يخص المتوسط الشهري لدرجات الحرارة العظمى فهو يتراوح بين 20.56 °م و22.06°م وقد سجلت أكبر قيمة في شهر جويلية بالنسبة للمحطات : عين الباي ، تلاغمة ، و بني فضة و في شهر أوت بالنسبة لمحطة الميلية . و تعتبر درجات الحرارة العظمى ذات تأثير كبير إذ تساعد على حدوث الحرائق و انتشارها بالسرعة.
- فيما يخص المتوسط الشهري لدرجات الحرارة الدنيا فهو يتراوح بين 8.91°م و 12.1 °م و يعتبر شهر جانفي هو الشهر الذي تسجل فيه أدنى قيمة بالنسبة للمحطات التالية : عين الباي ،تلاغمة و بني فضة و شهر فيفري بالنسبة لمحطة الميلية .

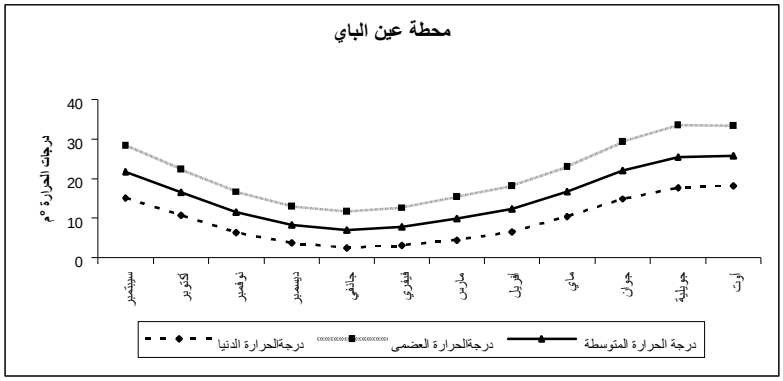
و تؤثر درجة الحرارة الدنيا على الغطاء النباتي بشكل سلبي خاصة الأشجار الفتية و البراعم . الشكل رقم (04)

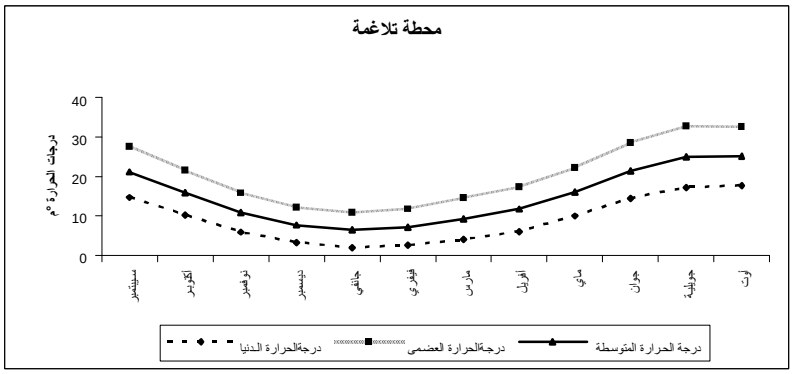
وعليه يعتبر شهري جويلية و أوت هما الأشهر أكثر حرارة و شهري جانفي و فيفري الأكثر برودة في حوض الكبير الرمال .

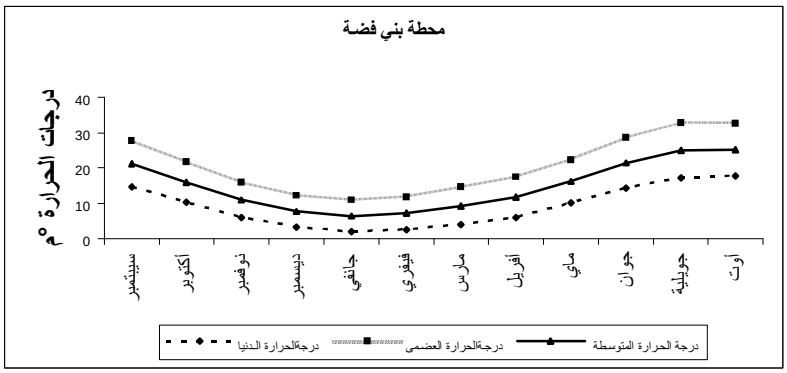
2.1.3.1الدورة الحرارية :

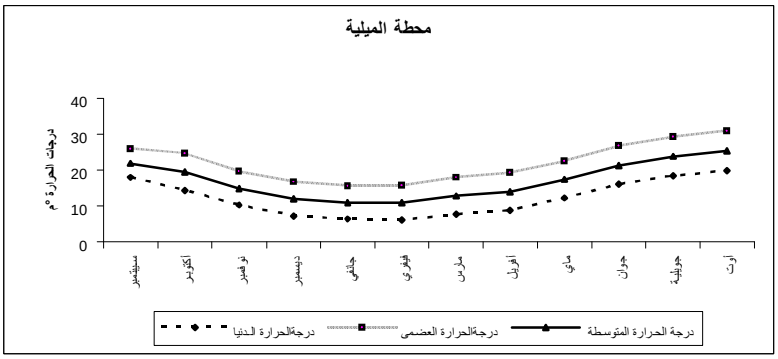
نميز في حوض الكبير الرمال فصلين ، فصل حار يمتد من شهر ماي إلى غاية شهر أوكتوبر أين درجات الحرارة تفوق المعدل و فصل بارد يمتد من شهر نوفمبر إلى غاية شهر أفريل أين درجات الحرارة تقل عن المعدل و هذا في جميع المحطات المدروسة الشكل رقم (05) .

شكل رقم (04) درجات الحرارة في بعض محطات وادي الكبير الرمال للفترة 2000/2001-1970/1971

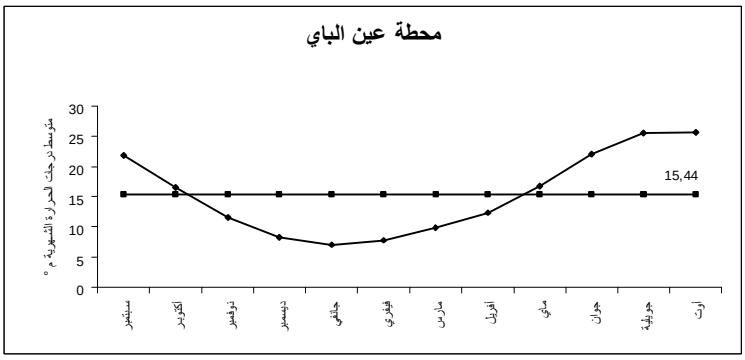


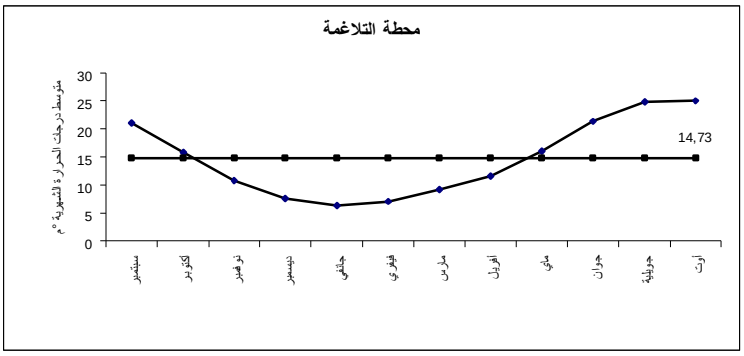


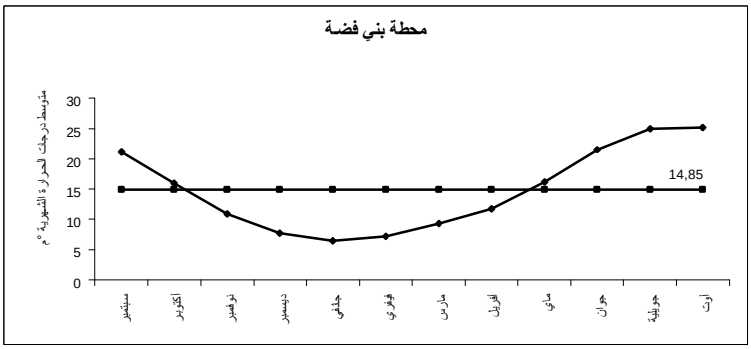


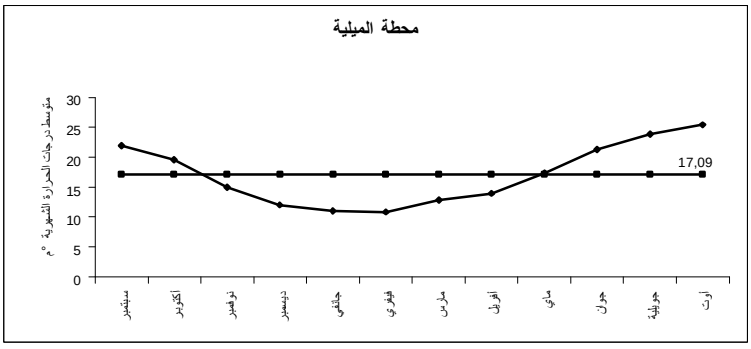


شكل رقم (05) الدورة الحرارية في بعض محطات وادي الكبير الرمال للفترة 2000/2001-1970/1971









2.3.1عناصر مناخية أخرى:

إن أي دراسة مناخية لا تكتمل إلا بالدراسة كل عناصر المناخ كالحرارة ،الضغط الجوي ، الرياح و سرعتها ، الإشعاع الشمسي ، التبخر ... و حوض الكبير الرمال كما أسلفنا الذكر لا يتوفر إلا على محطة عين الباي فيها قياسات لبعض المعايير المناخية و هذا للفترة الممتدة بين 1971/1970-2001/2000 .

جدول رقم (12) العناصر المناخية في محطة عين الباي للفترة 2001/2000-1971/1970

العناصر المناخية	سبنمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
مدة الإشعاع الشمسي(سا)	249	207	170	150	152,1	162,9	200,9	221,1	275	311,1	344,5	312,5
سرعة الرياح (م/ثا)	2,03	2,22	2,46	2,62	2,61	2,88	2,69	2,64	2,26	2,3	2,32	2,14
التبخر (مم)	127 ,7	89,5	61,4	47	45,48	51,51	65,54	74,93	102,2	148,5	205,6	192,1
الرطوبة النسبية (%)	62,4	68,8	73,6	77,7	77,87	75,1	73,03	71,26	67,61	58,87	48,19	50,61

من خلال الجدول رقم (12) يتبين لنا ما يلي :

2.3.1 .1 مدة الإشعاع الشمسي :

الإشعاع الشمسي هو انتقال الطاقة الحرارية عن طريق الموجات الكهرومغناطيسية من الشمس إلى سطح الأرض و تختلف كمية الإشعاع الشمسي تبعا لموقع المكان بالنسبة لدوائر العرض و حركة الفصول و يصل المعدل السنوي لمدة الإشعاع الشمسي إلى 230 سا حيث يتوافق شهر ديسمبر مع أدنى معدل لعدد ساعات و هذا ب 150 سا و شهر جويلية يتوافق مع أكبر معدل ب345 سا

2.3.1 .2 سرعةالرياح:

ما يلاحظ على معدل السنوي لسرعة الرياح أنه يصل إلى 2.43م /ثا وهو تقريبا متماثل في كل أشهر السنة بحيث يتراوح بين 2.03 م/ثا و 2.88م/ثا و هاتين القيمتين تتوافقان على التوالي مع كل من شهري سبتمبر و فيفري .

2.3.1 .3 التبخر :

تكمن أهمية دراسة التبخر في الدراسات المناخية في تقدير الأحجام المفقودة من المياه ولقد بلغ المتوسط السنوي للتبخر حوالي 1211مم أكبر معدل يتوافق مع شهر جويلية بكمية تقدر ب 206 مم و أدنى معدل يتوافق مع شهر جانفي بكمية تصل إلى 45.5 مم .

4. 2.3.1 الرطوبة النسبية :

هي النسبة المئوية بين بخار الماء الموجود فعلا في وحدة حجم معينة من الهواء و بين ما يمكن أن يتحمله هذا الحجم ليصل إلى درجة التشبع في درجة حرارته و عند نفس مقدار ضغطه ، و قد وصل المعدل السنوي للرطوبة النسبية إلى حوالي 67.1 % بحيث يتوافق كلا من شهري ديسمبر و جانفي مع أكبر نسبة 77 % في حين يتوافق شهر جويلية مع أدنى نسبة 48.2% .

3.3.1المؤشرات المناخية :

1.3.3.1 مؤشر قوسن و بانيولس(1952):

هذا المؤشر يعتمد على معطيات الأمطار و الحرارة و الذي من خلاله يمكن تحديد الفترة الجافة أين يكون $p \leq 2t$ و الفترة الرطبة أين يكون $p \geq 2t$ ، ومن خلال الشكل رقم (06) يتبين لنا مايلي :

الفترة الجافة تمتد من جوان إلى سبتمبر بالنسبة لمحطتي عين الباي والميلية و من شهر جوان إلى شهر أكتوبر بالنسبة لمحطتي تلاغمة و بني فضة

الفترة رطبة تمتد من شهر أكتوبر إلى غاية شهر ماي بالنسبة لمحطتي عين الباي و الميلية و من شهر نوفمبر إلي غاية شهر ماي بالنسبة لمحطتي تلاغمة و بني فضة .

2.3.3.1 مؤشر أوفرت(1959)

حسب G.Euverte علاقة التساقط بالدرجة الحرارة المتوسطة (P/T) و التي تحسب شهريا تسمح بوضع تصنيف للمناخ وفق ما يلي :

P/T<1 نظام جاف جدا
1 <P/T<2 نظام جاف
2 <P/T<3 نظام شبه رطب
P/T>3 نظام رطب

جدول رقم(13) النظام المناخي في حوض الكبير الرمال حسب طريقة أوفرت

	الأشهر	سبتمبر	أوكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
عين الباي	P	36,49	39,63	50,22	70,05	68,95	60,11	61,15	56,05	46,33	20,20	6,46	10,13
	T°C	21,77	16,55	11,52	8,29	7,04	7,80	9,88	12,32	16,74	22,07	25,55	25,73
	P/T	**1,68**	**2,39**	**4,36**	**8,45**	**9,79**	**7,71**	**6,19**	**4,55**	**2,77**	**0,92**	**0,25**	**0,39**
تلاغمة	P	32,85	25,31	23,6	33,67	32,67	32,85	34,62	38,23	39,65	18,73	7,35	5,91
	T°C	21,07	15,84	10,81	7,5	6,34	7,09	9,17	11,62	16,04	21,37	24,84	25,02
	P/T	**1,56**	**1,60**	**2,18**	**4,49**	**5,15**	**4,63**	**3,78**	**3,29**	**2,47**	**0,88**	**0,30**	**0,24**
بني فضة	P	29,45	28,92	32,47	46,87	53,6	42,9	47,09	38,3	37,33	16,49	5,5	7,5
	T°C	21,18	15,95	10,92	7,69	6,45	7,2	9,28	11,73	16,15	21,47	24,95	25,13
	P/T	**1,39**	**1,81**	**2,97**	**6,09**	**8,31**	**5,96**	**5,07**	**3,27**	**2,31**	**0,77**	**0,22**	**0,30**
الميلية	P	41,9	98,2	110	142	125	107	107	81,1	44,5	10,9	3,32	7,64
	T°C	21,91	19,55	14,95	12,02	10,99	10,9	12,84	13,98	17,37	21,34	23,82	25,37
	P/T	**1,91**	**5,02**	**7,36**	**11,81**	11,37	**9,82**	**8,33**	**5,80**	**2,56**	**0,51**	**0,14**	**0,30**

من خلال الجدول رقم (13) يتبين لنا أن الفترة الجافة (P/T<2) تمتد من شهر جوان إلى شهر سبتمبر بالنسبة لمحطتي عين الباي و الميلية و من شهر جوان إلى غاية شهر أكتوبر بالنسبة لمحطتي بني فضة و التلاغمة و الفترة الرطبة(P/T> 2) تمتد من شهر أكتوبر إلى غاية شهر ماي بالنسبة لمحطتي عين الباي و الميلية و من شهر نوفمبر إلى شهر ماي بالنسبة لمحطتي بني فضة و التلاغمة .

وهذا ما يتوافق تماما مع نتائج مؤشر قوسن و بانيولس

3.3.3.1 مؤشر الجفاف لديمارطون :

نظرا لسهولة تطبيقه فقد أستعمل هذا المؤشر لتصنيف المناخات في بعض المناطق العالم و يعطى وفق العلاقة التالية :

$$I_{DM} = \frac{P}{T°c + 10}$$

و على أساس قيم هذا المؤشر وضع تصنيف للمناخ وفق مايلي :

$0 < I_{DM} < 5$ جاف جدا

$5 < I_{DM} < 10$ جاف

$10 < I_{DM} < 20$ نصف جاف

$20 < I_{DM} < 30$ نصف رطب

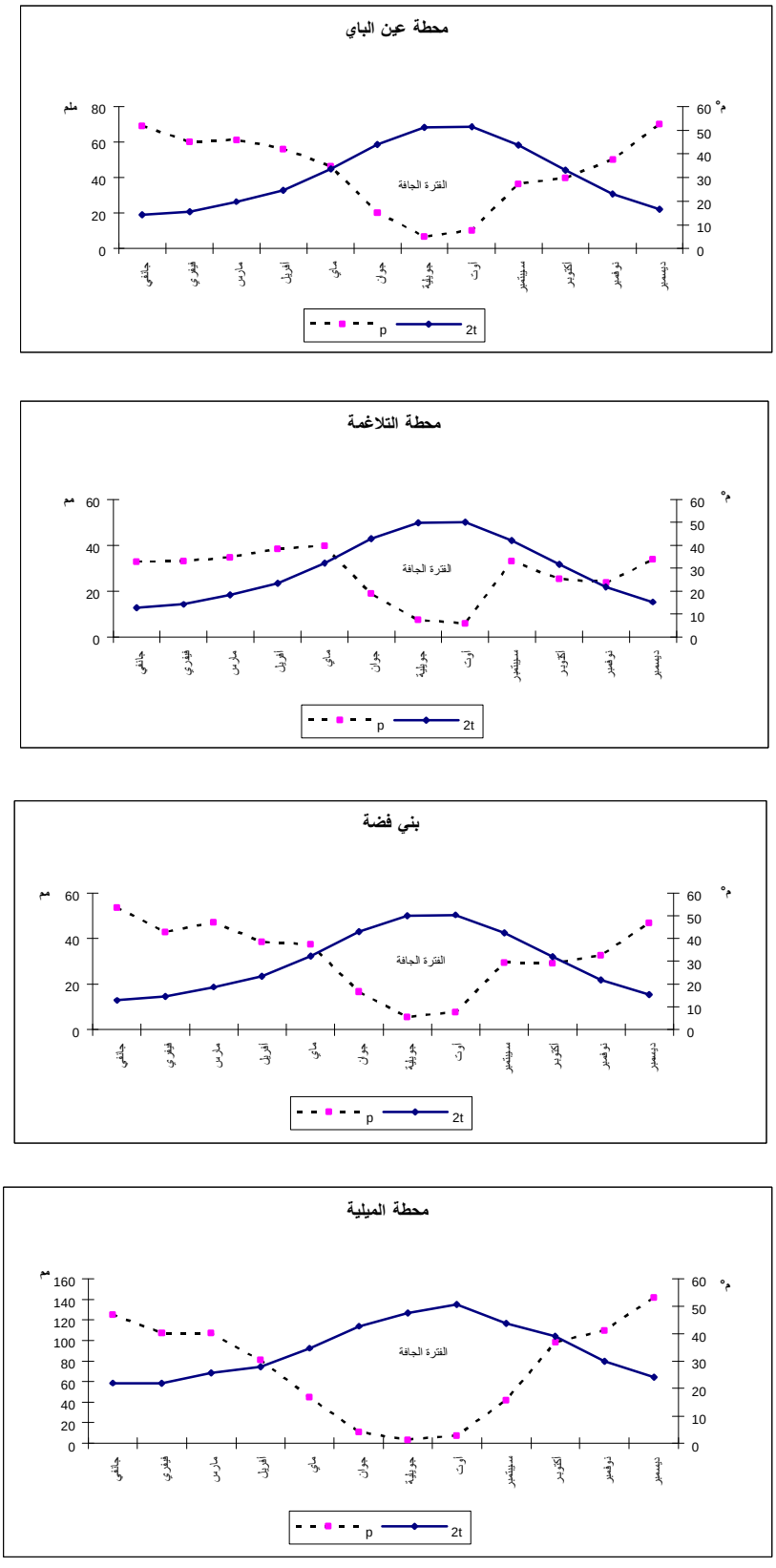
$30 < I_{DM} < 55$ رطب

جدول رقم (14) تصنيف المناخ في حوض الكبير الرمال حسب مؤشر الجفاف لديمارطون

المحطات	Pmm	T°c	I_{DM}	التصنيف
عين الباي	525.77	15.44	**20.66**	نصف رطب
تلاغمة	325.44	14.73	**13.16**	نصف جاف
بني فضة	386.55	14.85	**15.55**	نصف جاف
الميلية	878.56	17.09	**32.43**	رطب

من خلال النتائج المحصل عليها و المدونة في الجدول رقم (14) و التي تعتمد على مؤشر الجفاف لديمارطون فإن حوض الكبير الرمال يتميز بالثلاث نطاقات مناخية من الجنوب إلى شمال نصف الجاف ، نصف رطب و الرطب .

الشكل رقم (06) **المنحنى الحراري المطري لقوسن وبانيولس**



4.3.3.1 مؤشرالحراري المطري لأمبيرجي :

وجد أمبرجي أن المدى الحراري السنوي له تأثير كبير على توزيع الغطاء النباتي و خاصة في مناخ البحر الأبيض المتوسط لذا أقترح مؤشر يربط بين الأمطار و درجات الحرارة القصوى و الدنيا و الذي من خلاله يمكن وضع تصنيف للمناخ لمحطة معينة ، وفق العلاقة التالية :

$$Q = \frac{1000 * P}{\frac{M+m}{2}(M-m)}$$

P :متوسط التساقط السنوي بالمم

M: متوسط درجات الحرارة العظمى لشهر الأكثر حرارة بالكالفن (+273)

m: متوسط درجات الحرارة الدنيا لشهر الأكثر برودة بالكالفن (+273)

مثال محطة عين الباي : m=2.45°c، M=33.34 °c ، P=525.77mm

$$Q = \frac{1000 * 525.77}{\frac{306.37 + 275.45}{2}(306.37 - 275.45)} = 58.45$$

ترجمت هذا المؤشر يتطلب استعمال منحنى بياني (Abaque) و الذي يسمح بوضع محطة ما في نطاق من النطاقات الخمس الموضحة في شكل رقم (07)

جدول رقم(15) المناخات الحيوية في حوض الكبير الرمال حسب مؤشر أمبرجي

المحطات	Pmm	M	m	Q	التصنيف
عين الباي	525.77	33.34	2.45	**58.45**	نصف جاف ذو شتاء معتدل
تلاغمة	325.44	32.45	1.94	**36.75**	نصف جاف ذو شتاء معتدل
بني فضة	386.55	32.59	2.02	**43.55**	نصف جاف ذو شتاء معتدل
الميلية	878.56	30.02	7.44	**133.83**	شبه رطب ذو شتاء لطيف

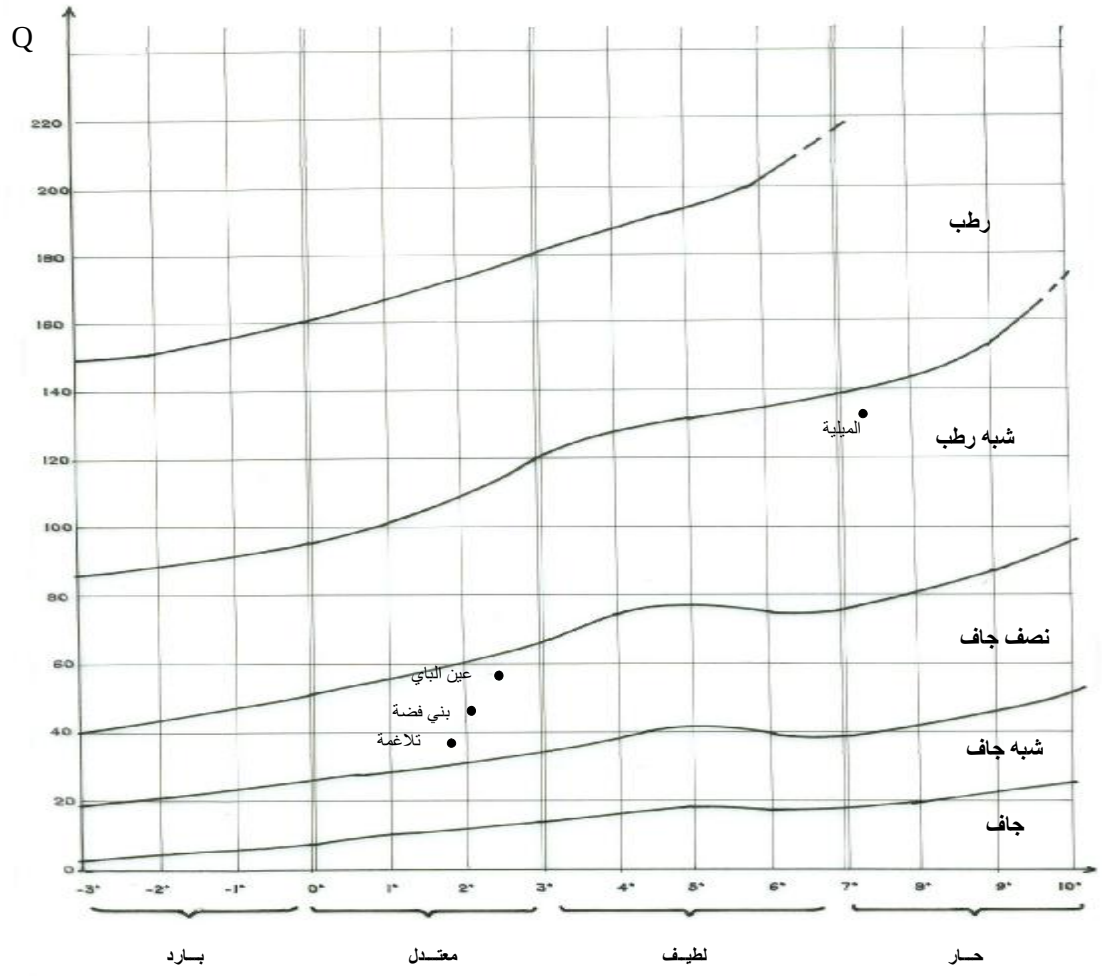
من خلال النتائج المحصل عليها و المدونة في الجدول رقم (15) و التي تعتمد على مؤشر الحراري المطري لأمبرجي فإن حوض الكبير الرمال يتميز بالنطاقين حيويين من الجنوب إلى شمال نصف الجاف ذو شتاء المعتدل والشبه رطب ذو شتاء اللطيف .

و من خصائص هذين النطاقين :

- **النطاق الحيوي النصف جاف المعتدل :** هذا النطاق منتشر في السهول العليا كميات الأمطار فيه محصورة بين 300مم و 550 ملم ، درجات الدنيا محصورة بين 0°م و 3° م ، الجليد يتكرر في هذه المناطق (5 أيام في السنة) بالإضافة إلى السيروكو (40 يوم في السنة) ،فهو يعتبر مجال الزراعات الواسعة .
- **النطاق الحيوي الشبه رطب اللطيف :** هذا النطاق منتشر في كامل الأطلس التلي كميات الأمطار به تتجاوز 600 مم و درجات الدنيا تفوق 3°م هذا النطاق يسمح بالزراعات المكثفة دون اللجوء إلى السقي . (M.Cote 1998).

الشكل رقم :07

الإطار البيومناخي لحوض الكبير الرمال
حسب طريقة أمبرجي



2.الغطـــاء النبـــاتي :

يلعب الغطاء النباتي خصوصا الدائم منه، دورا كبيرا على المستوى الهيدرولوجي والمورفولوجي

- **على المستوى الهيدرولوجي :**

- يقلل من الجريان السنوي و كذا من حدة الفياضانات و السيول الجارفة خصوصا مناطق الانحدارات الشديدة حسب الدراسات الحديثة حول الغابات المتوسطية (Claude Cosandey 1995).

- **على المستوى المورفولوجي:** و تكمن أهميته في :

-توفير غطاء ما تحت الغابة الذي يساهم في حماية المساحات الغابية الواقعة تحت الأشجار من الطاقة الحركية لقطرات الأمطار خصوصا فترة الأوابل

-تزويد التربة ببقايا نباتية التي تتحول فيما بعد إلى ذبال ما يساهم في زيادة مساميتها و تماسكها

-تلطيف درجات الحرارة على السطح و عرقلة ظاهرة الجفاف بالتمديد فترة الرطوبة خصوصا في المناطق الغابية .

و لقد إعتمدنا في دراستنا للغطاء النباتي على خريطة استغلال الأرض بمقياس 1/200.000 المنجزة عن طريق القمر الصناعي لشرق الجزائري من طرف مكتب الدراسات اليوغسلافية – Energoprojet Yougoslavie و مكتب الدراسات الجزائري ENHYD 1991 و التي مكنتنا بمساعدة المختصين في ذلك من تصنيف أراضي الحوض حسب درجة التغطية إلى : الخريطة رقم (06)

- أراضي ذات تغطية جيدة
- أراضي ذات التغطية المتوسطة
- أراضي ذات التغطية الضعيفة

1.2أراضي ذات التغطية الجيدة :

و تدخل في هذا الصنف كل الأراضي الذي يسود بها الغطاء النباتي الغابي بجميع تشكيلاته الغابية بالإضافة إلى تشكيلات ما بعد الغابة كالأحراش ، الماطورال وهذا الصنف من الاراضي تقدر مساحته ب 1776,46 كم^2 بالنسبة 20.19% من المساحة الإجمالية للحوض

ويتركز أساسا في شمال الحوض أين الظروف الملائمة لذلك من تربة ،مناخ و الارتفاعات .

1.1.2-**الغطاء الغابي** : نظرا لتنوع الجغرافي و المناخي في حوض الدراسة فقد ساعد ذلك على تنوع النباتات و خصوصا الغابية منها فعلى مستوى حوض وادي الكبير الرمال نجد نوعين من الغابات

- **الغابات الورقية forets feuillus**: وهي منتشرة بالكثرة في شمال الحوض خصوصا في وادي بوسيابة ،حوض وادي تمنجار و رجانة و أكثر الأشجار إنتشارا

-البلوط الفليني Quercus subers : يتواجد خصوصا على إرتفاعات ضعيفة (مستوى سطح البحر) إلى غاية 1300م يحتاج إلى تساقط 550مم إلى 1300مم ، رطوبة جوية 60 % و درجة حرارة 14°م إلى 17°م و بالتالي فهو يتواجد أساسا على مستوى النطاقات الحيوية الرطبة و الشبه رطبة ذات الشتاء اللطيف و الحار و يتطور أساسا فوق الترب الحمضية (الترب المتواجدة على مستوى الفليش النوميدي) .

- بلوط الزان (Quercus fagineae) : يتميز هذا النوع من الأشجار بجذوره العميقة يتواجد على إرتفاعات 1000م إلى 1600م و أدنى إرتفاع من 700م إلى 800م . يحتاج إلى حوالي 800مم إلى 1000مم من الأمطار يتحمل البرودة من 8° إلى 10° و يرافق في أغلب الأحيان البلوط الفليني

- التشت (Quercus afarès) : ونجده مرافق للبلوط الفليني يحتاج إلى حوالي 800 إلى 1200مم يقاوم الحرارة و البرودة ، يحبذ الترب الغير كلسية

الغابات الصمغية أو الصنوبرية forêts résineux: انتشارها جد محدود في الحوض نجدها على سفوح جبل شطابة وتتمثل أساسا في الصنوبر الحلبي الذي من ميزاته أنه يمكن أن يتواجد في جميع نطاقات الحيوية من الرطب إلى غاية الجاف العلوي و قد يكتفي بالسفيحة تساقط 300مم و حتى أقل من ذلك يتواجد إما على الترب الكلسية أو الترب الحمضية .

2.1.2الأحراش:عبارة عن تشكيلات نباتية سطحية لا يتعدي ارتفاعها 5 م هذه التشكيلات لها القدرة على النمو السربع و التأقلم مع العوامل المناخية و الترابية نجدها غالبا ذات تغطية متوسطة ، تتكون أساسا من الدرو (lentisque) ، نجليات (graminées) و غيرها ، ليس لها نطاق بيومناخي معين بحيث نجدها منتشر ة بالقرب من الأراضي الزراعية في الجزء الشمالي للحوض أما إذا إتجهنا جنوبا فنجده على السفوح الجبال جبل الوحش أم سطاس و شطابة جبل قريون و جبل فرطاس

3.1.2المطورال :و هو حالة من حالات تقهقر الغابة ونجده إما لوحده أو مرافق للأحراش كما هو الحال في جبل الوحش .

2.2الأراضي ذات التغطية المتوسطة :

تندرج في هذا التصنيف كل الأراضي الزراعات المسقية و الزراعات الجافة إضافة إلى ذلك أدرجنا في هذا التصنيف الأراضي الذي يسود فيها على السواء غطاء نبات دائم (غابات ، الأحراش و الماطورال) و زراعات جافة وهي منتشرة خصوصا في المنطقة الوسطى و الجنوبية للحوض تغطي مساحة يقدر ب 6281,34 كم ^{2} أي بالنسبة 71.42 % من إجمالي مساحة الحوض الكلية

1.2.2الزراعات المسقية : مساحتها محدودة في الحوض و تنتشر على إمتداد وادي الكبير الر مال و روافده الرئيسية أين تنتشر المصاطب النهرية و هذا لضمان مياه السقي و كذا في منطقة جنوبية للحوض على مستوى بعض السهول كسهل التلاغمة وسهل فورشي نظام السقي في هاته المناطق يكون عن طريق المياه الجوفية ، أهم الزراعات المسقية تتمثل في :

زراعة الخضروات، الزراعات الصناعية الأشجار المثمرة و تشغل مساحة تقدر ب 247.66 كم^2 .

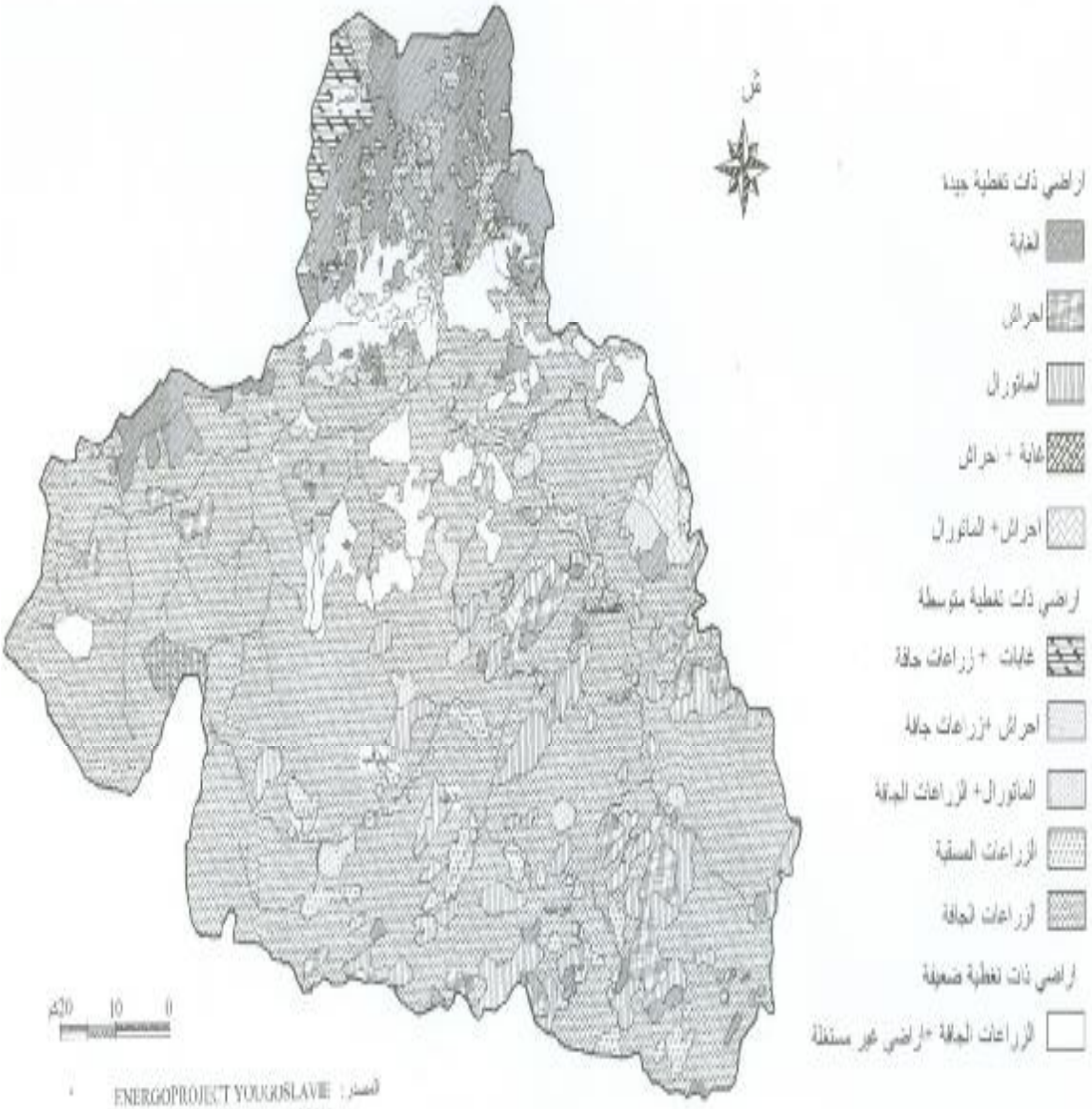
2.2.2الزراعات الجافة :و تشمل زراعة الحبوب (قمح و شعير) و زراعة البقول الجافة تنتشر على مستوى المنطقة الوسطى و الجنوبية للحوض ،تشغل مساحة تقدر ب 5778.9 كم ^{2}

3.2.2الأراضي ذات التغطية الضعيفة :

وهي جد محدودة في الحوض و تدخل في هذا الصنف كل الأراضي التي تتعرض للرعي المفرط أو مجال نمو الأعشاب الطبيعية و الأراضي الجرداء أين تظهر التكشفات الصخرية و المناطق الوعرة الغير مستغلة من طرف الإنسان و تنتشر أساسا على بعض السفوح الجبلية لجبل التنوتيت ، جبل الوحش و جبل مجونس. وتشغل مساحة تقدر ب 737 كم ^{2} أي بالنسبة 8.37 %

الخريطة رقم:(06)

حوض الكبير الرمال :خريطة استغلال الارض



المصدر : ENERGOPROJECT YOUGOSLAVIE
+(ENHYD-ALGERIE,1991) 1/200000

من خلال ما سبق نجد أن شمال الحوض هو مجال مغطى بغطاء نباتي كثيف و متنوع نظرا لتوفر الظروف الملائمة لذلك من إطار بيومناخي شبه رطب و الترب المتطورة و بالتالي فهو مجال محمي من كل أنواع التعرية المائية في حين أن وسط و جنوب الحوض فهو مجال منسجم و نصف محمي إن لم نقل غير محمي تماما نظرا لسيادة الأراضي الزراعية لأن حمايته تكون مؤقتة و تكون غير مزامنة للفترات الحرجة (فترة الأوابل).

من خلال الدراسة التحليلية للخصائص الطبيعية لحوض الكبير الرمال نستخلص ما يلي :

- **تنوع الوحدات التضاريسية على مستوى الحوض فهو يتضمن جبال ،تلال ،سهول لكلا النطاقين (التل و السهول العليا) .**

- **الارتفاعات من 400م إلى 800م هي الفئة المسيطرة في الحوض بالنسبة 38.06 % وهي تعبر عن التلال تتركز في وسط الحوض تليها مباشرة فئة الارتفاعات 800م إلى 1000م و هي تعبر على مناطق السهول العليا و هي تتركز في أعالى الحوض .**

- **الدراسة المورفومترية للأحواض الهيدروغرافية الجزئية لحوض الكبير الرمال أظهرت الاختلافات بحيث أحواض التل أكثر إمتدادا و الأقوى تضرسا و الأكبر كثافة التصريف و الأقل زمن لتركيز عنها في أحواض السهول العليا و يرجع سبب ذلك إلى الطبوغرافية ، اللثولوجية و المناخ.**

- **الدراسة الجيولوجيا أظهرت أن لحوض الكبير الرمال إمكانات هيدروجيولوجيا هائلة فمن شماله إلى جنوبه تنتشر به الأصمطة مائية الحرة و مستمرة والتي تتمثل في تكوينات الزمن الرابع إلي الأصمطة الحرة والغير مستمرة و التي تتمثل أساسا في الكتل النيريتية .**

- **دراسة الخصائص المناخية و النباتية بينت أن القسم الأدنى من الحوض هو مجال مغطى بغطاء نباتي كثيف و متنوع نظرا لتوفر الظروف الملائمة لذلك من مناخ شبه رطب و ترب متطورة ،في حين وسط و جنوب الحوض فينتمي إلى المناخ النصف جاف ، وهو مجال منسجم نظرا لسيادة الأراضي الزراعية .**

الجزء الثاني

تغيـرات الأمطـــار في حوض الكبير الرمال :

الهدف من دراسة تغيرات الأمطار هو تقييم التغيرات خصوصا في أعلى الحوض و في أسفله و تحديد المناطق المتجانسة مجاليا و زمنيا و للأجل ذلك سنتطرق في هذا الجزء إلى :

-دراسة التغيرات المجالية لأمطار و تحديد أهم العوامل المتحكمة فيها.

-دراسة التغيرات الزمنية للأمطار ومن خلالها سنتطرق إلى التغيرات السنوية و التي سنعتمد في تحليلنا لكميات الأمطار السنوية على عدة مؤشرات احصائية لإبراز التذبذبات على المستوى السنوي ،ووضع تصنيف لسنوات حسب كميات الأمطار السنوية الموافقة لها .

- كما سندرس نظام الأمطار من خلال التغيرات الفصلية و الشهرية ، و ابراز الفصول و الأشهر الأوفر مطرا ، و مدى علاقة الكميات الاستثنائية الفصلية و الشهرية مع تصنيف السنوات.

- و في الأخير سندرس ظاهرة الجفاف من خلال تحديد عتبة الجفاف حسب كل محطة .

الـــفـــصل ا لأو ل

التغيرات المجالية و الزمنية للأمطار :

دراسة تغيرات الأمطار ستقودنا إلى معرفة ما إذا كانت الأمطار متغيرة أم لا من شمال إلى جنوب الحوض ، وهل هي منتظمة أو غير ذلك ، كما سنتطرق إلى التغيرات السنوية و هذا بالاعتماد على متوسطات و بعض المؤشرات الاحصائية الأخرى و التي من خلالها سنقوم بوضع تصنيف لمختلف السنوات و لمختلف المحطات ،معتمدين في ذلك على طريقة الخميسيات .

كما أننا سنتعرض لسنوات الغير عادية من خلال دراسة تحليلية للكميات السنوية ، الفصلية، الشهرية و اليومية لها .

1.شبكة القياس و تقدير المعطيات الناقصة:

الهدف من التعرض إلى شبكة قياس الأمطار هو معرفة حالة التجهيز ،من خلال التطرق إلى عدد المحطات المطرية و المناخية ،و توزيع الجغرافي لهذه الأخيرة و من خلال ذلك يمكن أن نعرف ما إذا كان توزيع المحطات متجانسا و يعبر عن كل الأوساط الفيزيائية أو لا ، كما سنتطرق إلى عمليات تقدير المعطيات الناقصة من خلال طرق إحصائية ،لأن معظم محطات الحوض تعاني من هذا المشكل و التي تبقى أسبابه متعددة و مختلفة .

من المعروف أن التساقط هو المصدر المائي الرئيسي لتغذية الأنظمة الهيدرولوجية و الهيدروجيولجية (الأصمطة المائية الحرة) و أن دقة بيانات التساقط تعتمد بالدرجة الأولى على عدد محطات الأرصاد و توزيعها الجغرافي في وحدة مساحة ، فكلما زاد عدد المحطات كلما قلت نسبة الخطأ في حساب خصوصا كمية التساقط في منطقة معينة مما يقودنا إلى نتائج قريبة من الواقع .

و هناك عدة توصيات بالخصوص عدد المحطات الرصد المطري اللازم توفرها في كل منطقة و على سبيل المثال توصيات العالم (Bleasdale) و التي اعتمد فيها على عدة قياسات أجريت في حوض (Muskingum basin) .جدول رقم (16).

جدول رقم(16) الحد الأدنى من محطات الأرصاد المطرية اللازمة لتقدير الأمطار الشهرية على وحدات المساحة .

عدد محطات قياس الأمطار اللازمة	المساحة بالكيلومتر مربع
2	26
6	260
12	1300
15	2600
20	5200
24	7800

المصدر: الجنايني و الفتياني 1986

أما فيما يخص شبكة القياس في حوض الكبير الرمال، فحسب الدراسات السابقة (ع. مباركي 1982) فإنه كان يظم أكثر من 45 محطة للرصد الأمطار و لكن حاليا تشهد بعضها اضطرابات على مستوى تسجيل أو التوقف كليا ،و حسب المعلومات المستقاة من طرف الوكالة الوطنية للموارد المائية و

مكتب الدراسات الوطني للأرصاد الجوية فإن الحوض يظم حاليا حوالي 29 محطة أي ما يعادل محطة واحدة لكل 303.27 كلم^2 خريطة رقم (07).

وعلى العموم فإن عدد المحطات يتوافق تقريبا مع مساحة الحوض الكلية (8795كلم^2) لكن المشكل المطروح هو على مستوى التوزيع الجغرافي ، حيث تتركز معظمها في الحوض الأعلى ، في حين فإن الحوض الأدنى يشهد عجز في عدد المحطات رغم أن هذه المناطق تستقبل أكبر كمية من حيث الأمطار

و اختيارنا لمحطات الدراسة كان على أساس عدة معايير أهمها :

1. التوزيع الجغرافي على كامل مساحة الحوض
2. تتواجد على نقاط ارتفاع مختلفة
3. توفرها على معطيات تفوق 30 سنة
4. لا تشهد اضطرابات كبيرة على مستوى التسجيل .

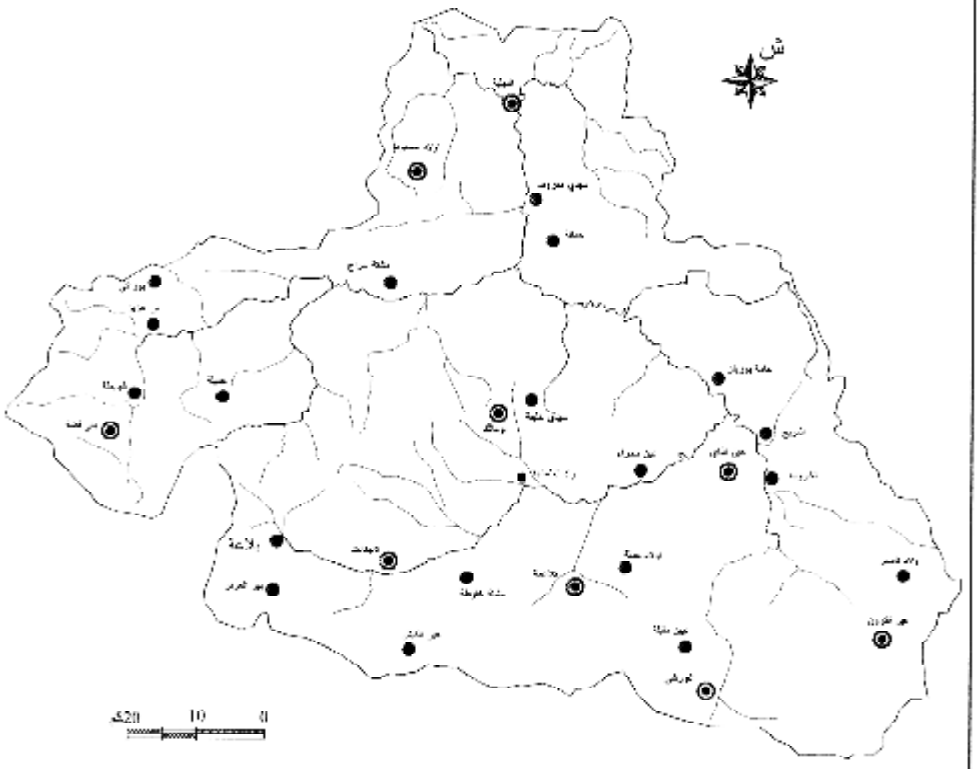
جدول رقم 17 مميزات المحطات المستعملة في الدراسة

اسم المحطة	رمز المحطة	إحداثيات المحطة			الموقع الجغرافي	المسير
		X	Y	Z (م)		
عين الفكرون	100503	**876.60**	**305.5**	**921**	**السهول العليا**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
فورشي	100511	**849.85**	**306.6**	**775**	**السهول العليا**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
تلاغمة	100402	**829.03**	**319.25**	**820**	**السهول العليا**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
تجنانت	100303	**795.65**	**318.8**	**850**	**السهول العليا**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
بنى فضة	-	**19°36**	**36°5**	**800**	**السهول العليا**	المكتب الوطني للأرصاد الجوية
بومالك	100401	**817.15**	**337**	**830**	**السهول العليا**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
عين الباي	-	**851.66**	**338.49**	**693**	**السهول العليا**	المكتب الوطني للأرصاد الجوية
واد مسعودة	100708	**802.2**	**384.2**	**585**	**الأطلس التلي**	الوكالة الوطنية للموارد المائية
الميلية	100706	**819.3**	**389.7**	**100**	**الأطلس التلي**	الوكالة الوطنية للموارد المائية

المصدر: الوكالة الوطنية للموارد المائية لشرق الجزائري
المكتب الوطني للأرصاد الجوية (قسنطينة).

الخريطة : رقم(07)

حوض الكبير الرمال : شبكة قياس الامطار



المصدر : - الوكالة الوطنية للموارد المائية للشرق الجزائري
- المكتب الوطني للارصاد الجوية لقسنطينة

1.1 مشكلات قياس الأمطار :

معظم المحطات المأخوذة كعينات لدراسة تغيرات الأمطار تشهد نقص على مستوى القياسات باستثناء محطتي عين الباي و بني فضة و يعزى سبب ذلك إلى عدم دقة القياسات و القراءات أو بسبب خلل في الأجهزة .

2.1تقدير المعطيات المطرية الناقصة:

اعتمدنا في تكملة المعطيات المطرية الناقصة على طريقتي : طريقة الارتباط الخطي ،طريقة النسب . و لتطبيقهما لابد من مراعاة الموقع الجغرافي و الإطار البيومناخي

1.2.1طريقة الارتباط الخطي la régression linéaire :

الهدف من استعمال هذه الطريقة هو استخراج المعادلة الخطية $y = ax + b$ و التي تبرز لنا بالوضوح تغيرات y بدلالة x لكن قبل استخراجها لابد أولا من حساب معامل الارتباط .

معامل الارتباط :Coefficient de corrélation و هو مؤشر على مدى ارتباط السلستين أو أكثر و يحسب وفق المعادلة التالية:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

و من خلال هذا المعامل أنجزنا عدة ارتباطات على المستوى الشهري و من إيجابيات هذه الطريقة أنها تساعدنا على الاختيار الأمثل للمحطة التي يمكن أن نكمل بها المعطيات الناقصة للمحطة الأخرى معتمدين في ذلك على القيم الكبيرة لمعامل الارتباط مع مراعاتنا للقرب الجغرافي و الإطار البيومناخي

حساب قيم a و b :

باختيارنا للمحطة التي من خلالها يمكن أن نستكمل المعطيات الناقصة نحسب قيم a و b و فق المعادلات التالية :

$$a = r\frac{s_x}{s_y} \qquad b = \bar{y} - a\bar{x}$$

حيث :

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad ، \quad s_y = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

حيث :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad ، \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

و باستخراج معادلة المستقيم يمكن استكمال المعطيات الناقصة شكل رقم(08).

2.1.2طريقة النسب la méthode des rapports:

لوحظ قيم معامل الارتباط في أشهر الصيف ضعيفة و بمأن منطقة الدراسة خصوصا الحوض الهيدروغرافي الأعلى يشهد في بعض الأحيان أمطار تسمى بالأمطار الانقلابية pluie de convection خصوصا في فترة الصيف ،فقد حاولنا أن نستكمل المعطيات الناقصة على مستوى هذه الأشهر بالاعتماد على طريقة النسب .

مبدأ طريقة النسب : تطبيق هذه الطريقة يعتمد على المعادلة التالية : $y = ax$ حيث :

y : مجموع التساقط الشهري في المحطة الناقصة (ملم) خلال الفترة المشتركة .

x : مجموع التساقط الشهري في المحطة المرجعية (ملم) خلال الفترة المشتركة

a: معامل التصحيح ، $a = \frac{y}{x}$

مثـــال: إستكمال التساقط على مستوى شهر جويلية لسنة 2000/2001 في محطة بومالك

- مجموع التساقط لشهر جويلية لمحطة تجنانت و التي معطياتها كاملة لفترة مشتركة 411.1 ملم
- مجموع التساقط لشهر جويلية لمحطة بومالك و التي معطياتها ناقصة لفترة مشتركة 228.6 ملم
- a يساوي 0.55

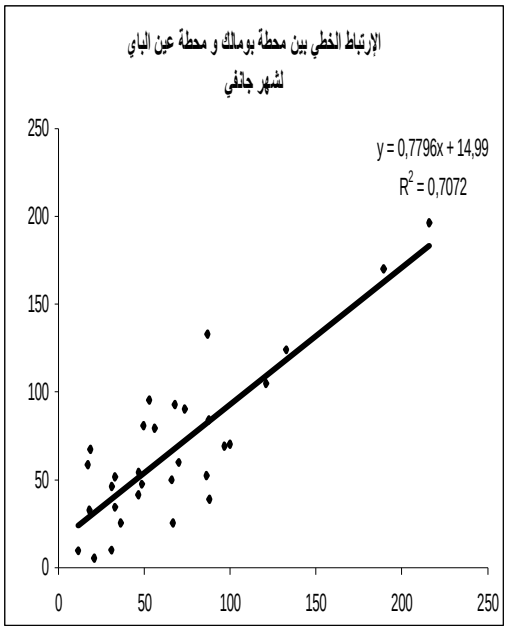
التطبيق العددي: جويلية لسنة 2000/2001

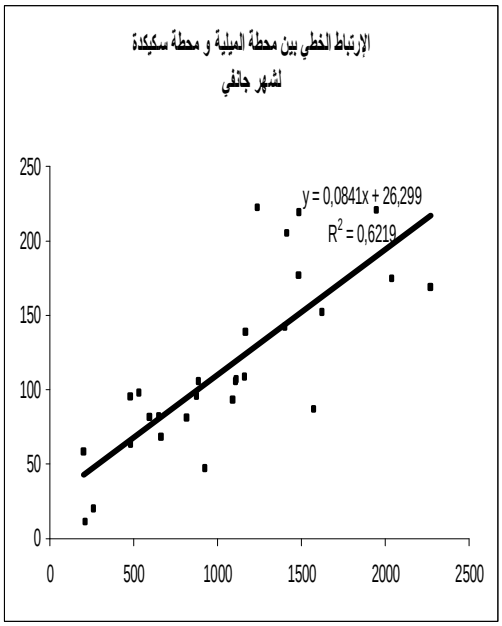
التساقط في محطة تجنانت 26.9 ملم ، التساقط في محطة بومالك 26.9*0.55= 14.7 ملم

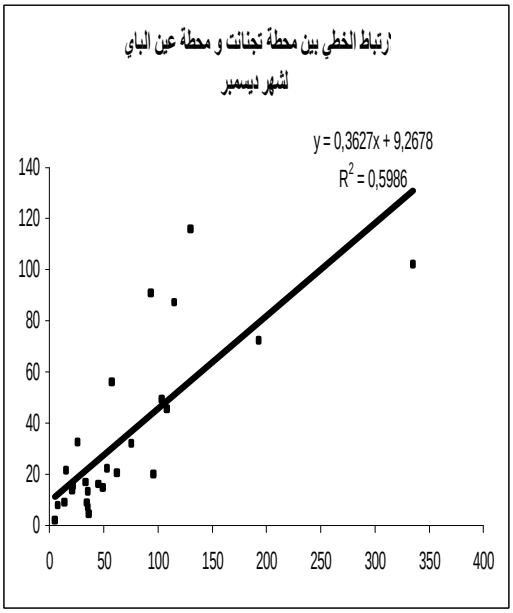
و بالاستكمال المعطيات الناقصة الشهرية تمكننا من الحصول على المجموع السنوي للمحطات التي شهدت اضطرابات على مستوى معطياتها للفترة الممتدة من 1971/1970- 2001/2000 ، فترة 31 سنة و هي الفترة العادية لدراسة تغيرات و نظام الأمطار لمنطقة جغرافية .

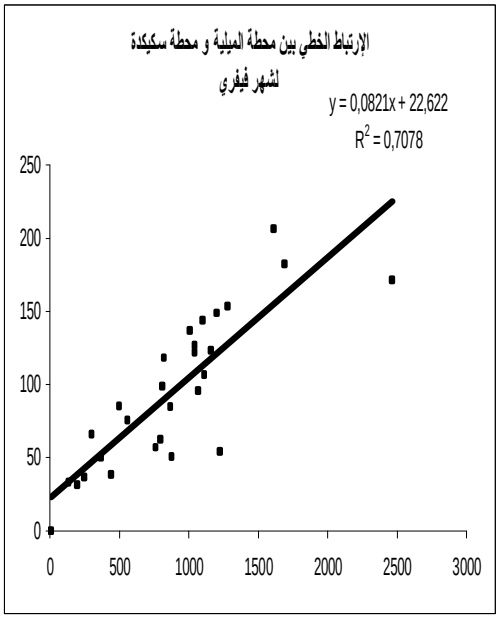
مع الإشارة أن محطة عين الباي دراسة تغيرات الأمطار بها ستكون على امتداد 64 سنة (2000/2001-1937/1938)

الشكل رقم (08) **العلاقات الخطية بين المحطات المرجعية و المحطات الغير متجانسة**









2.التغيرات المجالية للأمطار :

إن كميات الأمطار على مستوى حوض الكبير الرمال متغيرة من محطة إلى أخرى و من مجال إلى أخر (الحوض الأعلى و الأدنى) لذا دراسة التغيرات المجالية للأمطار تسمح لنا بتعرف على مختلف المناطق المتجانسة على مستوى الحوض و لقد اعتمدنا في ذلك على عدة مؤشرات إحصائية و المتمثلة في :

- **معدل سنوي للأمطار:** و هو من أشهر المؤشرات المستعملة في دراسة الأمطار و الذي يستخرج بجمع كل قيم الأمطار السنوية لفترة معينة ثم قسمة النتيجة على عدد السنوات وفق المعادلة التالية:

$$\overline{p}_{(\text{int } er \atop annuel)} = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i}{n}$$

- **الانحراف المعياري** : و هو من أشهر مقاييس التشتت المستعملة في الدراسات الإحصائية و يحسب وفق العلاقة التالية :

$$sp = \sqrt{\frac{\sum (p_i - \overline{p})^2}{n-1}}$$

- **معامل الاختلاف** : و الذي نتحصل عليه بقسمة الإنحراف المعياري على معدل سنوي وفق المعدلة التالية :

$$CV = \frac{sp}{\overline{p}}$$

- **حاصل قسمة الكميات القيم الاستثنائية** : و هو حاصل قسمة كميات الأمطار القصوى السنوية على كميات الأمطار الدنيا السنوية وفق المعادلة التالية :

$$R = \frac{p_{\max an}}{p_{\min an}}$$

نتائج هذه المؤشرات حسب كل محطة مدونة في الجدول رقم (18) و التي من خلاله يتبين لنا ما يلي :

1.2 المعدل السنوي للأمطار:

المعدل السنوي للأمطار في حوض الكبير الرمال محصور بين 1305 ملم و 312.29 ملم ، هذا الفارق الكبير بين أكبر معدل و المسجل في محطة واد مسعودة و أدنى معدل و المسجل في محطة تجنانت ، أي بفارق يصل إلى أربع مرات في مجال جغرافي لا يتعدى 70 كلم ترجع أسبابه إلى ما يلي :

- وجود نظامين جغرافيين ينفرد كل منهما بمناخ حيوي خاص :مناخ شبه رطب في الشمال (الحوض الأدنى) و نصف جاف (الحوض الأعلى)
- **القارية :** كلما توغلنا إلى الداخل و ابتعدنا عن الساحل كلما تقل و تضعف الاضطرابات الجوية و بالتالي تقل كميات الأمطار و هذا ما توضحه على سبيل المثال محطتي الميلية الواقعة أقصى الشمال الحوض بمعدل بين سنوات يصل إلى 880.7 ملم و محطة عين الفكرون الواقعة أقصى جنوب الحوض بمعدل يصل إلى 345.24 ملم .
- **الواجهة:**تعتبر الواجهة من بين العوامل الطبوغرافية التي تفسر لنا التباين في كميات الأمطار خصوصا في نفس النطاق الجغرافي ، فعلى سبيل المثال المحطات الواقعة على السفح الشمالي للأطلس التلي التساقط يتعدى 800ملم (محطتي الميلية وواد مسعودة) في حين أن المحطات الواقعة على السفح الجنوبي (محطة عين الباي) التساقط يصل إلى 508ملم و التفسير الوحيد لهذا التباين هو أن السفح الشمالي هو السفح المواجه للاضطرابات الجوية و الرياح المحملة بالرطوبة التي تفرغ حمولتها أثناء إصطدامها بالسلسلة التلية (سيدي دريس ،مسيد عيشة و سلسلة زواغة) و علية فإن السفح الشمالي أكثر عرضة للأمطار في حين أن السفح الجنوبي فإنه يقع في ظل المطر .
- **الارتفاع :** و هو أيضا من العوامل المفسرة للتباين في كميات الأمطار على مستوى المحطات و هذا ما لمسناه في محطتين تقعان في نفس النطاق الجغرافي (المنطقة التلية) بحيث محطة الميلية تقع على إرتفاع 100م المعدل السنوي للأمطار يصل إلى 880.7 ملم في حين محطة واد مسعودة تقع على إرتفاع 585م المعدل السنوي للأمطار يصل إلى 1305 ملم .

2.2.معامل الاختلاف:

هذا المؤشر يسمح لنا بمعرفة مدى استقرار المتواجد على مستوى المحطات و هو محصور في مجال الدراسة بين 0.20 في محطة واد مسعودة و 0.51 في محطة التلاغمة ما يوحي لنا أن المحطات الواقعة شمال الحوض أكثر استقرارا من المحطات الواقعة في جنوبه .

و هو يتناسب عكسا مع المعدل السنوي للأمطار فكلما اتجهنا جنوبا كلما زاد معامل الاختلاف و قل المعدل السنوي و العكس كلما اتجهنا شمالا كلما قل معامل الاختلاف و زاد المعدل السنوي للأمطار .

ما يمكن أن نستخلصه أن الأمطار أقل انتظاما و بالتالي محطات اقل استقرارا في جنوب الحوض و أمطار أكثر انتظاما و بالتالي محطات أكثر استقرارا في شمال الحوض .

3.2حاصل قسمة الكميات القصوى على الكميات الدنيا السنوية للأمطار :

حاصل قسمة الكميات الاستثنائية السنوية محصور بين 2.36 في محطة واد مسعودة و 13.80 في محطة التلاغمة فهو يتناسب طردا مع معامل الاختلاف و عكسا مع المعدل السنوي .

فكلما ازداد الفارق بين الكميات القصوى و الدنيا كلما زاد معامل الاختلاف و قل المعدل السنوي و العكس كلما قل الفارق بين الكميات القصوى و الدنيا كلما قل معامل الاختلاف و ازداد المعدل السنوي .

4.2العلاقة الارتباطية بين المعدل السنوي و الانحراف المعياري :

و لإبراز درجة التغير المجالية و المحطات الأكثر انسجاما و توافقا ،استخدمنا العلاقة التي تربط الانحراف المعياري و المعدل السنوي للأمطار الشكل رقم (09) ،طريقة استعملت من طرف العديد من الباحثين : (Griffiths, 1960 ;Lovett et Wood, 1976 ; Camberlin,1994) و التي أعطت معادلة المستقيم التالية :

$$y = 0.16\ x + 65\ .65$$
$$r^2 = 0.82$$

بمعامل ارتباط 0.90 و الذي من خلاله يتبين لنا مدى الارتباط القوي بين المعدل السنوي و الانحراف المعياري للأمطار و بالرغم من قلة العينة المدروسة (9 محطات) إلا أنه يمكن أن نتعرف على المحطات أكثر أو الأقل تجانسا في الحوض :

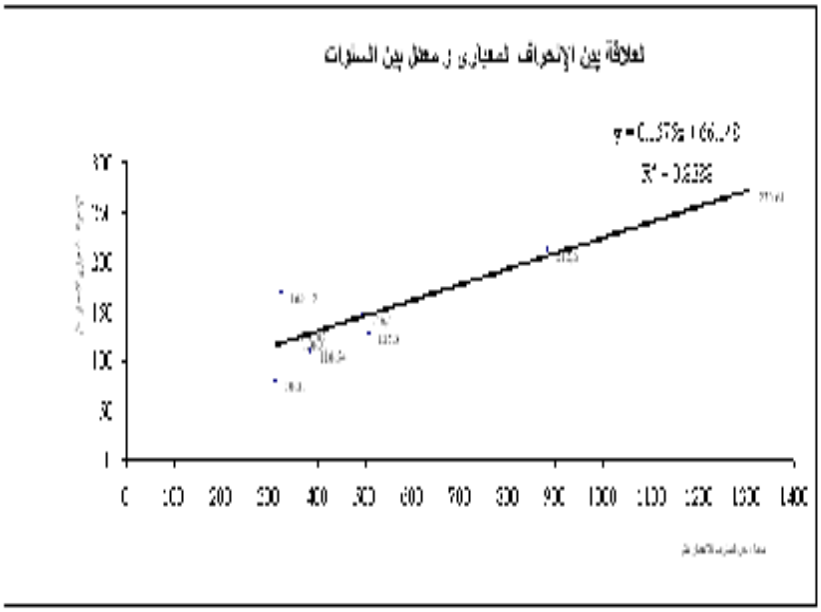
المحطات الأكثر تجانسا :هم واد مسعودة ،بومالك ،عين الفكرون ،فورشي ، بني فضة ، الميلية ، و عين الباي

المحطات الأقل تجانسا :هما التلاغمة و تجنانت

جدول رقم (10) التغيرات المجالية لأمطار في حوض الكبير الرمال

الاسم	معدل بين سنوي (ملم)	الوسيط السنوي (مم)	معامل الميز	أقصى تساقط (ملم)	قيمة ذات (مم)	المعدل
عين الحمرون	345,24	126,82	0,37	741,6	150,2	4,94
[illegible]	346,74	120,71	0,35	791,2	175,5	4,51
[illegible]	325,44	169,12	0,52	650,3	61,6	13,60
[illegible]	312,29	80,81	0,26	481,6	151,2	3,18
[illegible]	386,56	110,51	0,29	611,2	207,1	3,09
[illegible]	402,9	146,4	0,36	844,9	205,2	4,15
[illegible]	508,5	127,8	0,25	819,8	250,3	3,28
[illegible]	1505	270,61	0,21	2107,7	892,7	2,56
[illegible]	898,7	212,6	0,24	1591,8	549,5	2,90

المصدر: [illegible]



هذه النتائج تثبت ما توصلت إليه الدراسات السابقة الخاصة بالأمطار

أهم الدراسات المتعلقة بالأمطار :

من أبرز المعطيات المناخية التي كانت محل دراسات سابقة هي معطيات الأمطار و التي مثلت على خرائط و أهمها :

-خريطة توزيع الأمطار لسنة 1926 (Flotte de Roquevaire)

-خريطة الأمطار للجزائر لفترة 1913-1938 (Selzer) .

- خريطة التساقط للفترة 1913-1947 (H.Gaussen)

-خريطة التساقط للفترة 1913 -1963 (Chaumont et Paquin)

-خريطة التساقط للفترة 1922-1960و 1969-1989 (الوكالة الوطنية للموارد المائية ANRH)

أهم النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسات ،أن الأمطار في الجزائر تخضع إلى ثلاث قوانين وهي :

1- تتزايد كمية الأمطار مع الارتفاع و الواجهة .
2- يتزايد التساقط من الغرب إلى الشرق نظرا لإعادة نشأة الاضطرار بات الجوية الآتية من الشمال والتي تصبح أكثر رطوبة عند مرورها بالبحر الأبيض المتوسط .
3- تتناقص الأمطار كلما توغلنا إلى الداخل بفعل القارية .

و من خلال دراستنا لتغيرات المجالية للأمطار في بعض محطات لحوض الكبير الرمال نستخلص ما يلي :

- **أن كميات الأمطار تتناقص و تصبح أقل انتظاما كلما اتجهنا جنوب الحوض و عكس كلما اتجهنا الى شماله و هذا راجع لعوامل طبوغرافية و جغرافية .**
- **العلاقة الارتباطية بين المعدل السنوي للأمطار و الانحراف المعياري أبرزت لنا المحطات الأكثر انسجاما وهم واد مسعودة ،بومالك ،عين الفكرون ،فورشي ، بني فضة ، الميلية ، و عين الباي واللواتي يتوزعن في كامل الحوض .**

3.التغيرات الزمنية للأمطار :

بعد ما تطرقنا للتغيرات المجالية للأمطار و التي كانت العوامل الجغرافية و الطبوغرافية تتحكم فيها و إبراز المحطات الأكثر تجانسا و استقرارا من الأكثر تذبذبا ،سنتطرق في هذا الفصل إلى التغيرات الزمنية لأمطار من خلال التعرض لأهم الدراسات السابقة المتعلقة بالأمطار ثم دراسة تغيرات السنوية لهذه الأخيرة في محطات الدراسة .

1.3تطور سفيحة التساقط في حوض الكبير الرمال :

لإبراز مدى التطور الحاصل لسفيحة التساقط عبر فترات زمنية في حوض الكبير الرمال ، سنقوم بمقارنة خريطتي تساوي المطر لسلزر و الوكالة الوطنية للموارد المائية و من خلالهما تبين لنا ما يلي : خريطة رقم (08)

- التساقط في حوض الكبير الرمال محصور بين 300 ملم و أكثر من 1800 ملم حسب سلزر و من 300 ملم إلى 1600 ملم حسب الوكالة الوطنية للموارد المائية ،وقد بلغت سفيحة التساقط حوالي 690.22 ملم حسب سلزر في حين وصلت إلى 600.73 ملم حسب الوكالة الوطنية للموارد المائية . أي أنه شهدت تناقص بلغ 89.49 ملم .

و يترجم هذا التناقص بإتساع أو تقلص في مساحة بعض خطوط تساوي المطر أو حتى اختفاءها كما هو ملاحظ في خط المطر الأكثر من 1600 ملم حسب دراسة(ANRH)

1.1.3 التطور المساحي لبعض خطوط تساوي المطر :

-خطوط تساوي المطر 400ملم إلى 500ملم :

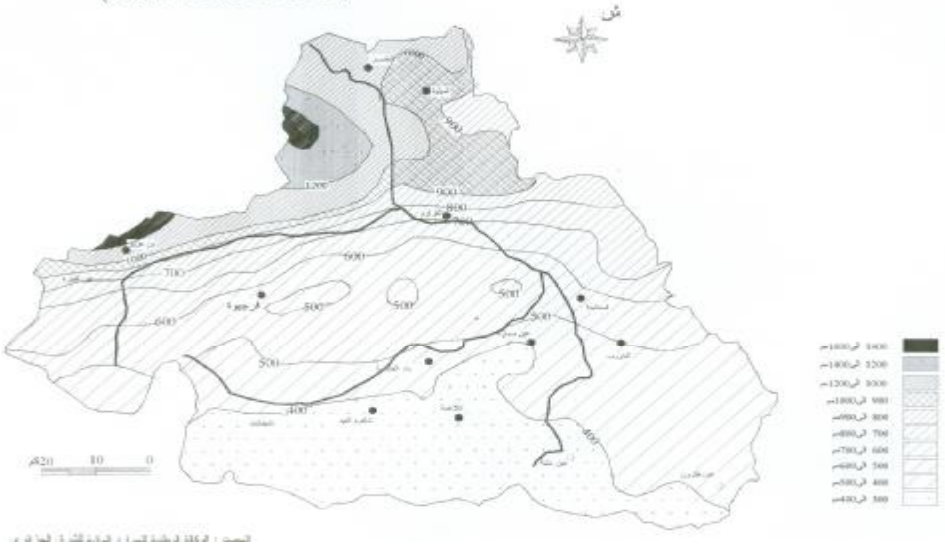
وصلت مساحة التي تشغلها هذه الخطوط حوالي 1722.51كلم^2 حسب سلزر ، في حين تشهد زيادة حسب دراسة الوكالة الوطنية للموارد المائية بمساحة قدرت ب2099.77 كلم^2.

-خطوط تساوي المطر 600ملم إلى 700ملم :

بلغت مساحة التي تشغلها هذه الخطوط حوالي828.28 كلم^2 حسب سلزر ، في حين تشهد تقلص حسب دراسة الوكالة الوطنية للموارد المائية بمساحة قدرت ب720.02 كلم^2.

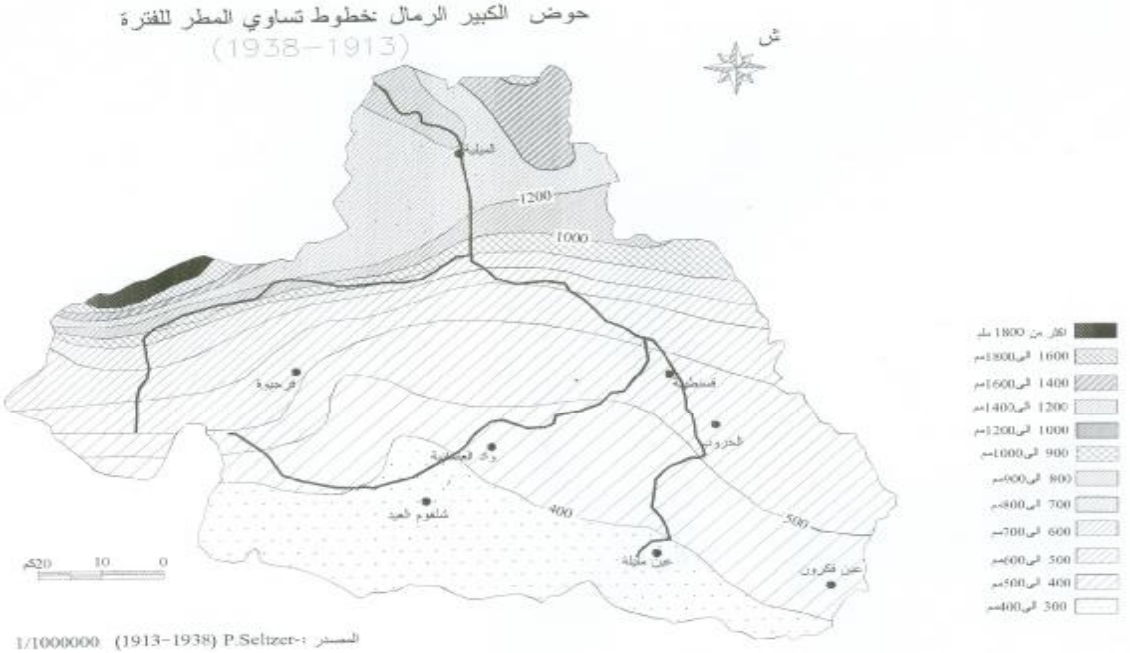
و بالتالي فإن الزيادة الكبيرة في مساحة بعض خطوط تساوي المطر دليل على تقدمها نحو الشمال كما هو ملاحظ على خطوط الأقل من 500 ملم و هذا إن دل على شيء فهو دليل على التناقص الزمني الذي تشهده كميات الأمطار السنوية .(تناقص لكميات الأمطار السنوية بنسبة 20 % ،ع. عنصر 1998)

حوض وادي الكبير الرمال :خطوط تساوي المطر للفترة
(1960-1922/1989-1969)



الخريطة رقم:(08)

حوض الكبير الرمال :خطوط تساوي المطر للفترة
(1938-1913)



المصدر :-P.Seltzer (1913-1938) 1/1000000

2.3التغيرات السنوية للأمطار :

ليس من السهولة تحديد السنوات الممطرة أو السنوات الغير ممطرة في أي منطقة جغرافية خصوصا ذات طابع إقليمي كما هو الحال في حوض الكبير الرمال، حيث ينتمي إلى إقليمين جغرافيين إقليم التل و إقليم السهول العليا ،كما أنه يمتد على نطاقين حيويين الشبه رطب و النصف الجاف .يضاف إلى ذلك التغيرات الزمنية للأمطار، و لكي نبرز هذا التباين الزمني اعتمدنا على عدة مؤشرات إحصائية :

- المعدل السنوي la moyenne interannuelle .
- طريقة الخميسيات la méthode des quintiles.

1.2.3.التغيرات السنوية لأمطار بالاعتماد على المعدل السنوي للأمطار :

و نعني بذلك كيفية توزيع الأمطار على مدار فترة الدراسة بالاعتماد على قيمة مركزية ألا وهي المعدل السنوي للأمطار في كل محطة و التي من خلاله قسمت سلسلة المعطيات إلى قسمين جدول رقم (19):

- سنوات يفوق مجموع تساقطها المعدل السنوي.
- سنوات يقل مجموع تساقطها عن المعدل السنوي.

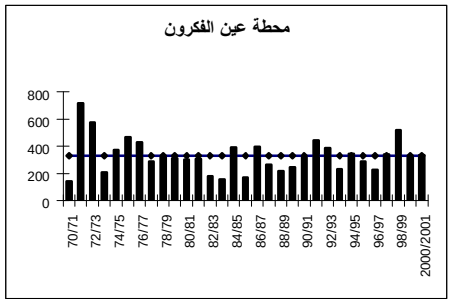
جدول رقم(19) تردد السنوات التي يقل أو يفوق مجموع تساقطها المعدل السنوي

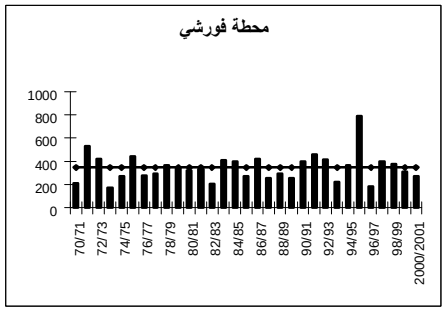
المحطات	المعدل السنوي(ملم)	عدد السنوات الأكبر من المعدل السنوي	عدد السنوات أقل من المعدل السنوي	الفارق
عين الفكرون	**345.24**	**13**	**18**	**5**
فورشي	**346.74**	**15**	**16**	**1**
تلاغمة	**325.44**	**13**	**18**	**5**
تجنانت	**312.29**	**16**	**15**	**1**
بني فضة	**386.55**	**16**	**15**	**1**
بومالك	**492.9**	**16**	**15**	**1**
عين الباي	**508.5**	**32**	**32**	**0**
واد مسعودة	**1305**	**14**	**17**	**3**
الميلية	**880.7**	**14**	**17**	**3**

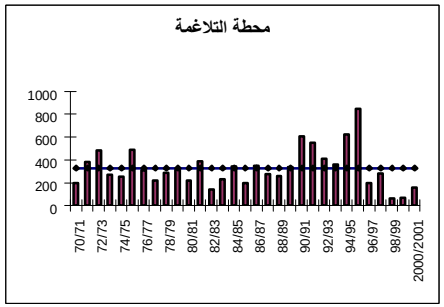
من خلال الجدول رقم (19) يتبين لنا أن تردد السنوات التي تقل عن المعدل السنوي أكبر من اللواتي تفوقه و هذا في معظم المحطات المدروسة و الفارق على العموم محصور بين سنة إلى 5 سنوات ، ما عدا محطة عين الباي التي شهدت توازن بين عدد السنوات الأقل و الأكبر من المعدل السنوي

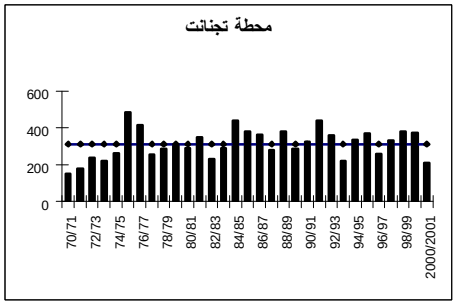
أكبر فارق لوحظ في محطتي عين الفكرون و التلاغمة و أدنى فارق فهو ملاحظ على مستوى المحطات التالية : فورشي ، تجنانت ، بني فضة و بومالك شكل رقم (10)

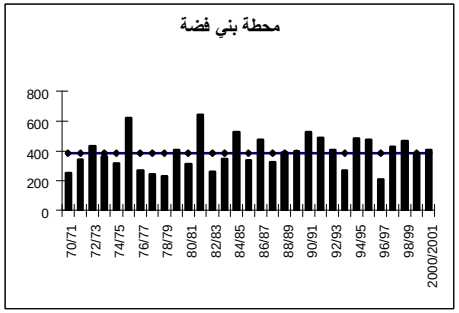
الشكل رقم (10) **التغيرات السنوية للأمطار في حوض الكبير الرمال**

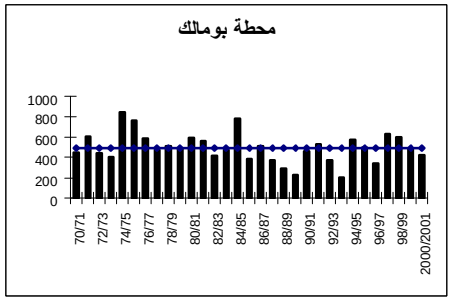


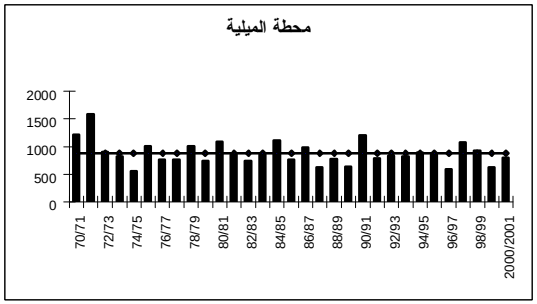


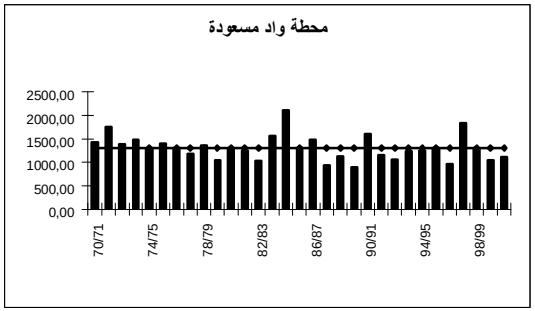


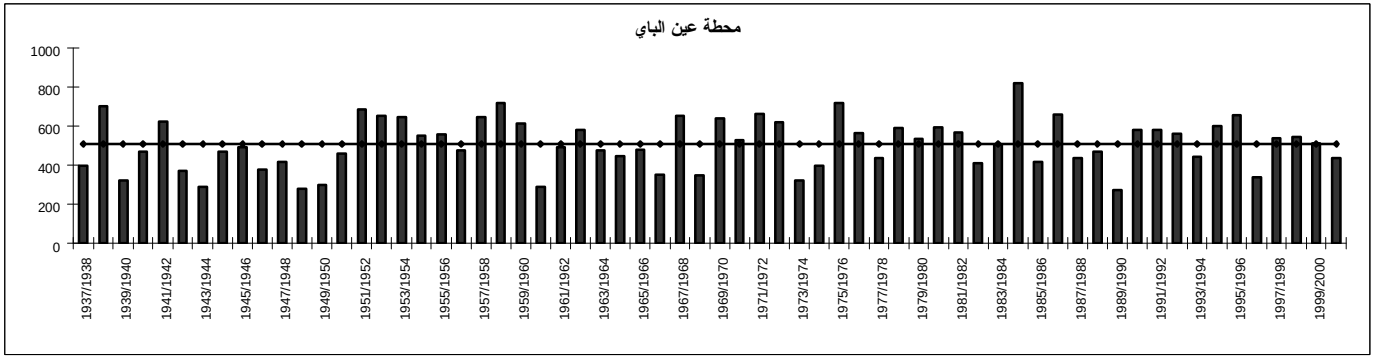







محطة الميلية
2000
1500
1000
500
0
70/71
72/73
74/75
76/77
78/79
80/81
82/83
84/85
86/87
88/89
90/91
92/93
94/95
96/97
98/99
2000/2001


محطة واد مسعودة
2500,00
2000,00
1500,00
1000,00
500,00
0,00
70/71
74/75
78/79
82/83
86/87
90/91
94/95
98/99


محطة عين الباي
1000
800
600
400
200
0
1937/1938
1939/1940
1941/1942
1943/1944
1945/1946
1947/1948
1949/1950
1951/1952
1953/1954
1955/1956
1957/1958
1959/1960
1961/1962
1963/1964
1965/1966
1967/1968
1969/1970
1971/1972
1973/1974
1975/1976
1977/1978
1979/1980
1981/1982
1983/1984
1985/1986
1987/1988
1989/1990
1991/1992
1993/1994
1995/1996
1997/1998
1999/2000

و على العموم لا يمكننا بالمعدل السنوي وحده فقط أن نصنف السنوات بالممطرة أو لا، لذا استعنا بالمؤشر أخر و هو الخميسيات les quintiles و الذي من خلاله يمكن وضع تصنيف أحسن لسلسلة المطرية .

2.2.3. التغيرات السنوية للأمطار بالاعتماد على طريقة الخميسيات :

الهدف من استخدام هذه الطريقة هو محاولة وضع تصنيف للسنوات و استخراج التتابع الزمني لسنوات اللائي يشهدن عجز أو وفرة و لتطبيقها نتبع الخطوات التالية:

- الترتيب التصاعدي لسلسلة المطرية
- تقسيم السلسة إلى 5 فئات و التي تحدد بالقيم حسب ما يلي :

1/5 من الملاحظات تكون أقل من $خ_1$

2/5 من الملاحظات تكون أقل من $خ_2$

3/5 من الملاحظات تكون أقل من $خ_3$

4/5 من الملاحظات تكون أقل من $خ_4$

ش عج	عج	ع د	و ف	ش وف
ن*1/5	**ن*2/5**	**ن*3/5**	**ن*4/5**	
$خ_1$	$خ_2$	$خ_3$	$خ_4$	

حيث:

ن : امتداد السلسلة المطرية

الفئة الأولى(ش عج) و تظم سنوات شديدة العجز Années très déficitaires

الفئة الثانية(عج) و تظم سنوات العجز Années déficitaires

الفئة الثالثة (ع د) و تظم السنوات العادية Années normales

الفئة الرابعة(و ف) و تظم السنوات الوفيرة Années excédentaires

الفئة الخامسة (ش و ف) و تظم السنوات شديدة الوفرة Années très excédentaires

نتائج هذا التصنيف مدونة في الجدول رقم (20)

جدول رقم (20) **تصنيف السنوات حسب طريقة الخميسات (LES QUINTILES)**

المحطات /السنوات	70/71	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01
عين الفكرون	ش عج	ش وف	ش وف	ش عج	و ف	ش وف	ش وف	عج	ع د	ع د	عج	عج	ش عج	ش عج	و ف	ش عج	ش وف	عج	عج	عج	ع د	ش وف	و ف	ش عج	و ف	ع د	عج	و ف	ش وف	ع د	و ف
فورشي	ش عج	ش وف	ش وف	ش عج	عج	ش وف	عج	عج	و ف	ع د	ع د	ع د	ش عج	و ف	و ف	عج	ش وف	ش عج	ع د	عج	و ف	ش وف	ش وف	ش عج	ع د	ش وف	ش عج	و ف	و ف	ع د	عج
تلاغمة	عج	و ف	ش وف	ع د	عج	ش وف	ع د	عج	ع د	ع د	عج	و ف	ش عج	عج	و ف	ش عج	و ف	ع د	عج	و ف	ش وف	ش وف	و ف	ش وف	ش وف	ش وف	ش عج	ع د	ش عج	ش عج	ش عج
تجنانت	ش عج	ش عج	عج	ش عج	ش عج	ش وف	ش وف	عج	عج	ع د	ع د	و ف	ش عج	ع د	ش وف	ش وف	و ف	عج	ش وف	عج	ع د	ش وف	و ف	ش عج	ع د	و ف	عج	ع د	ش عج	و ف	ش عج
بني فضة	ش عج	عج	و ف	ع د	عج	ش وف	ش عج	ش عج	ش عج	و ف	عج	ش وف	ش عج	ع د	ش وف	عج	و ف	عج	ع د	ع د	ش وف	ش وف	ع د	عج	ش وف	و ف	ش عج	و ف	و ف	ع د	و ف
بومالك	ع د	ش وف	عج	عج	ش وف	ش وف	و ف	ع د	و ف	ع د	ش وف	و ف	عج	ع د	ش وف	عج	و ف	ش عج	ش عج	ش عج	ع د	و ف	ش عج	ش عج	و ف	و ف	ش عج	ش وف	ش وف	ع د	عج
عين الباي	ع د	ش وف	و ف	ش عج	عج	ش وف	و ف	عج	و ف	ع د	و ف	و ف	عج	ع د	ش وف	عج	ش وف	عج	عج	ش عج	و ف	و ف	و ف	عج	و ف	ش وف	ش عج	ع د	ع د	ع د	عج
واد مسعودة	و ف	ش وف	و ف	ش وف	ع د	و ف	ع د	عج	و ف	ش عج	ع د	ع د	ش عج	ش وف	ش وف	و ف	ش وف	ش عج	عج	ش عج	ش وف	عج	عج	عج	ع د	و ف	ش عج	ش وف	ش عج	ع د	ش عج
الميلية	ش وف	ش وف	و ف	ع د	ش عج	و ف	عج	عج	ش وف	عج	ش وف	و ف	عج	و ف	ش وف	عج	و ف	ش عج	عج	ش عج	ش وف	ع د	ع د	ع د	و ف	ع د	ش عج	ش وف	و ف	ش عج	ع د

ش عج : سنة شديدة العجز
عج : سنة عجز
ع د : سنة عادية
و ف : سنة وفيرة
ش وف : سنة شديدة الوفرة

تحليل هذا الجدول و الذي يظم تصنيف السنوات حسب كل محطة سيكون على أساس التتابع الزمني للسنوات لأن ما يهم هو ما إذا كان هناك تتابع إما لسنوات كثيرة المطر أو قليلة المطر و هذا وفق ما يلي :

دراســـة التتابـــع الزمني كـــانت عـلى أســاس 6 حـالات

سنوات قليلة المطر
- حالة تتابع سنوات شديدة العجز (ش عج ،ش عج).
- حالة تتابع سنوات عجزة (عج ، عج)
- حالة تتابع سنوات شديدة العجز و عجزة (ش عج ، عج)

سنوات كثيرة المطر
- حالة تتابع سنوات شديدة الوفرة (ش وف ، ش وف)
- حالة تتابع السنوات الوفيرة (وف ، وف)
- حالة تتابع سنوات شديدة الوفرة و الوفيرة (ش وف ، وف)

- محطة عين الفكرون :

ما يلاحظ على هذه المحطة أن سنوات قليلة المطر تتابعت في الفترتين التاليتين: من سنة 81/80 إلى غاية 84/83 و من سنة 88/87 إلى غاية 90/89، أي أنها شهدت تتابع ثلاثي و رباعي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع في الفترتين التاليتين :من سنة 72/71 إلى غاية 73/72 و من سنة 75/74 إلى غاية 77/76 أي أنها شهدت تتابع من سنتين إلى ثلاث سنوات

- محطة فورشي :

لوحظ على هذه المحطة أن سنوات قليلة المطر تتابعت في الفترتين التاليتين: من سنة 74/73 إلى غاية75/74 و من سنة77/76 إلى غاية78/77، أي أنها شهدت تتابع ثنائي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع على أربع الفترات التالية: من سنة 72/71 إلى غاية 73/72، و من سنة 84/83 إلى غاية 86/85، و من سنة 91/90 إلى غاية 93/92، و من سنة 98/97 إلى غاية 99/98 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي.

- محطة التلاغمة :

لوحظ على هذه المحطة أن سنوات قليلة المطر تتابعت في الفترتين التاليتين: من سنة 83/82 إلى غاية84/83 و من سنة 99/98 إلى غاية 2001/2000 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع في الفترتين التاليتين: من سنة 72/71 إلى غاية 73/72، و من سنة 90/89 إلى غاية 96/95، أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى سباعي .

-محطة تجنانت :

تميزت محطة تجنانت بالتتابع لسنوات القليلة المطر في الفترتين التاليتين : من سنة 71/70 إلى غاية 75/74 ، و من سنة 78/77 إلى غاية 79/78 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى خماسي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع على أربع الفترات : من سنة 76/75 إلى غاية 77/76، و من سنة85/84إلى غاية87/86، و من سنة 92/91 إلى غاية 93/92 و من سنة 99/98 إلى غاية 2000/99أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي.

محطة بني فضة:

اتصفت هذه المحطة بالتتابع لسنوات قليلة المطر في الفترتين التاليتين : من سنة 71/70 إلى غاية 72/71 ، و من سنة 77/76 إلى غاية 79/78 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع في الفترات التالية: من سنة 91/90 إلى غاية 92/91 و من سنة 95/94 إلى غاية 96/95 و من سنة98/97 إلى غاية 99/98 أي أنها شهدت تتابع ثنائي.

محطة بومالك :

تميزت هذه المحطة بالتتابع لسنوات القليلة المطر في الفترتين التاليتين : من سنة73/72 إلى غاية 74/73 ، و من سنة88/87 إلى غاية 90/89 و من سنة 93/92 إلى غاية 94/93 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي .

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر فقد لوحظ التتابع ثلاث الفترات التالية: من سنة 75/74 إلى غاية 77/76 و من سنة 81/80 إلى غاية 82/81 و من سنة 98/97 إلى غاية 99/98 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي .

- محطة عين الباي :

تصنيف السنوات في محطة عين الباي كان عل أساس فترة طويلة ممتدة من سنة 1938/1937 إلى غاية 2001/2000 (الملحق رقم 1) و لكن لتسهيل المقارنة تم تمثيل 31 سنة .

-إن تتابع سنوات قليلة المطر كان على خمس فترات و هي كالتالي:

من سنة 40/39 إلى غاية 41/40، من سنة 43/42 إلى غاية 45/44، من سنة 47/46 إلى غاية 51/50، من سنة 74/73 إلى غاية 75/74 وأخيرا من سنة 88/87 إلى غاية 90/89.

أي أنه تتابع ثنائي إلى خماسي حيث لوحظت أطول فترة عجز في الفترة الممتدة بين 1947/1946 إلى غاية 51/50.

- إ ن تتابع سنوات كثيرة المطر كان على سبع فترات و هي كالتالي :

من سنة 52/51 إلى غاية 54/53 ، من سنة 58/57 على غاية 60/59 و من سنة 72/71 على غاية 73/72 و من سنة 76/75 إلى غاية 77/76 و من سنة 81/80 إلة غاية 82/81 و من سنة 91/90 إلى غاية 93/92 و من سنة 95/94 إلى غاية 96/95 أي أنها شهدت تتابع ثنائي إلى ثلاثي .

--محطة واد مسعودة :

بالنسبة لهذه المحطة فإن تتابع سنوات قليلة المطر كان على ثلاث فترات و هي كالتالي:

من سنة 88/87 إلى غاية 90/89 و من سنة 92/91 إلى غاية 94/93 و من سنة 2000/99 إلى غاية 2001/2000 تتبع نظام ثنائي إلى ثلاثي

أما فيما يخص سنوات كثيرة المطر كان على فترتين و هما :

71/70 إلى غاية 74/73 و من سنة 84/83 إلى غاية 87/86 أي تتبع نظام رباعي

- محطة الميلية :

بالنسبة لمحطة الميلية فإن تتابع سنوات قليلة المطر كان على فترتين و هما:

من سنة 75/74 إلى غاية 78/77 و من سنة 88/87 إلى غاية 90/89 فالتتابع على مستوى هذه المحطة هو ثنائي إلى رباعي .

ما فيما يخص سنوات كثيرة المطر كان على ثلاث فترات و هم كالتالي:

71/70 إلى غاية 73/72 و من سنة 84/83 إلى غاية 85/84 ،و من سنة 98/97 إلى غاية 99/98أي تتبع نظام ثنائي إلى ثلاثي .

و من خلال هذا التصنيف نستخلص ما يلي :

- **التتابع بالنسبة لسنوات قليلة المطر هو ذو نظام ثنائي إلى خماسي حيث شوهدت أطول فترة تتابع في محطة عين الباي من سنة 1947/1946 إلى غاية 51/50.**
- **التتابع بالنسبة لسنوات كثيرة المطر فهو ذو نظام ثنائي إلى سباعي حيث شوهدت أطول فترة تتابع في محطة التلاغمة من سنة 90/89 إلى غاية 96/95 .**
- **كما أنه يمكن أن يتعرض كامل الحوض إلى إما لسنوات قليلة المطر كما هو ملاحظ في السنوات التالية:78/77، 83/82، 88/87، 90/89، 97/96 .**

أو لسنوات كثيرة المطر كما هو الحال في سنوات 76/75، 85/84، 87/86

3.3دراسة تحليلية لسنوات الغير عادية :

الهدف من الدراسة التحليلية للسنوات الغير عادية سواء سجلت بها أقصى أو أدنى كميات من أمطار هو مقارنة هذه السنوات بعضها البعض انطلاقا من تحليل خصائصها السنوية ،الفصلية ،الشهرية و اليومية .

1.3.3الخصائص السنوية لسنوات الغير العادية :

الهدف من التطرق إلى الكميات القصوى و الدنيا السنوية في محطات الدراسة هو معرفة ما إذا كانت متزامنة أي أنها حدثت في نفس السنة و إضافة إلى ذلك تقدير الفائض أو العجز المسجل وما إذا كان استثنائي أم لا.

و من الجدول رقم (21) يتبين لنا ما يلي :

جدول رقم (21) خصائص السنوات الغير العادية

المحطات	المعدل السنوي (ملم)	سنوات الكميات القصوى			سنوات الكميات الدنيا		
		السنوات	كمية الأمطار السنوية (ملم)	الفائض %	السنوات	كمية الأمطار السنوية (ملم)	العجز%
عين الفكرون	**345.24**	72/71	741.6	**114.81**	71/70	150.2	**-56.49**
فورشي	**346.74**	96/95	791.7	**128.32**	74/73	175.5	**-49.38**
تلاغمة	**325.44**	96/95	850.3	**161.27**	99/98	61.6	**-81.07**
تجنانت	**312.29**	76/75	481.4	**54.15**	71/70	151.2	**-51.58**
بني فضة	**386.55**	82/81	641.7	**66.06**	97/96	207.4	**-46.34**
بومالك	**492.9**	75/74	844.9	**71.41**	94/93	203.5	**-58.71**
عين الباي	**508.5**	85/84	819.8	**61.22**	90/89	270.3	**-46.84**
واد مسعودة	**1305**	85/84	2107.7	**61.51**	90/89	892.7	**-31.59**
الميلية	**880.7**	72/71	1494.9	**69.73**	75/74	549.5	**-37.60**

- توافق سنوي في بعض المحطات التي سجلت بها أقصى كميات أمطار حسب ما يلي :

سنة 72/71 في محطتي عين الفكرون و الميلية .

سنة 85/84 في محطتي عين الباي وواد مسعودة .

سنة 96/95 في محطتي فورشي و التلاغمة .

- توافق سنوي في بعض المحطات التي سجلت بها أدنى كميات أمطار حسب ما يلي :

سنة71/70 في محطتي عين الفكرون و تجنانت .

سنة 90/89 في محطتي عين الباي وواد مسعودة .

- فيما يخص نسبة الفائض فهي محصورة بين 54.55% و161.27 % أما العجز فهي محصورة بين 31.59- % و81.07-% و تعتبر هذه النسبة عادية لمعظم المحطات ماعدا في التلاغمة فإن نسبة العجز تعدت 80% أي أن كمية الأمطار لسنة 99/98 أقل من المعدل السنوى بأربع مرات ..

و من خلال ما سبق وجد أن محطتي عين الباي و واد مسعودة توافقتا في السنتين اللتين سجلتا بها أقصى و أدنى الكميات أمطار و هذا ما يؤكد لنا أنه يمكن أن يتعرض كامل الحوض إلى سنة من السنوات إلى عجز أو فائض باعتبار أن المحطتين تقعان في نطاقين جغرافيين مختلفين .

2.3.3الخصائص الفصلية لسنوات الغير العادية:

على العموم فإن سنوات التي سجلت بها أكبر الكميات شهدت فائض على مستوى الفصول و في معظم المحطات هذا الفائض يتراوح بين 11.42 % و 329.51%

أما استثناءات فقد لوحظت في محطتي تجنانت و بني فضة حيث سجل العجز في فصل الشتاء في محطة بني فضة بنسبة 29.21- %و في فصل الخريف فى محطة تجنانت بنسبة 49.59- %

أما بالنسبة لسنوات التي سجلت أدنى الكميات فهي الأخرى لوحظ بها عجزا في معظم الفصول و في معظم المحطات حيث تراوح هذا العجز بين 3.93 % و 99.06 % أما فيما يخص الاستثناءات المسجلة فهو الفائض المسجل في محطة و واد مسعودة بالنسبة 5.61 % . الجدول رقم (22)

3.3.3الخصائص الشهرية لسنوات الغير العادية :

فبما يخص الأمطار الشهرية لسنوات الغير عادية، فيتبين لنا من خلال الشكل رقم (11) ما يلي :

أن السنوات المسجلة لأقصى الكميات قد يلاحظ على مستوى أشهرها عجزا من شهر إلى غاية ثلاث أشهر إذا استثنينا أشهر الصيف، و تتراوح نسبة العجز من 8.09- %إلى غاية 88.07- % في جميع المحطات المدروسة .

أما السنوات المسجلة لأدنى الكميات قد يلاحظ على مستوى أشهرها عجزا في كامل أشهر السنة كما هو الحال في محطات فورشي ، تلاغمة و بومالك فحين قد تشهد فائض من شهر إلى شهرين إذا استثنينا أشهر الصيف في بعض المحطات ، و تتراوح نسبته بين 8.78 %إلى غاية 330.75 % .

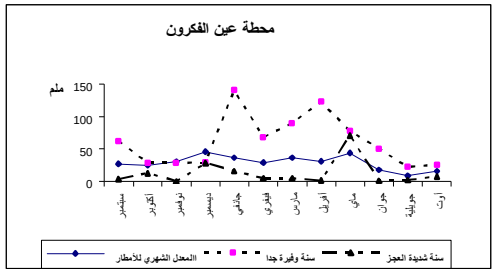
جدول رقم (22)

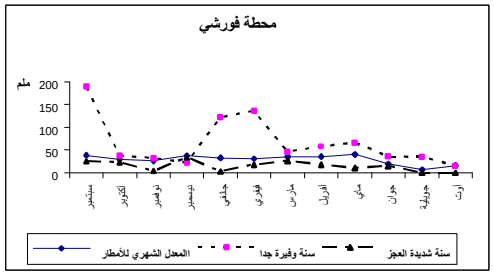
التوزيع الفصلي للأمطار لسنوات الغير عادية

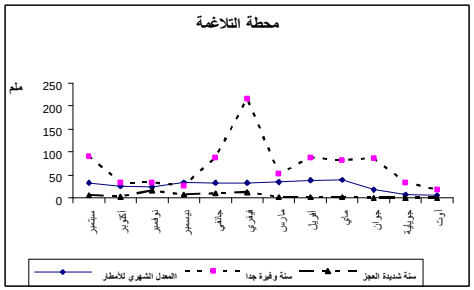
الفصول / المحطات		الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف	
		الكمية بالمم	(الفائض/العجز)%	الكمية بالمم	(الفائض/العجز)%	الكمية بالمم	(الفائض/العجز)%	الكمية بالمم	(الفائض/العجز)%
عين الفكرون	71/72	111,5	43,99	236,9	114,19	289,6	160,19	97,6	133,49
	70/71	15,6	-80,88	48,2	-56,19	76,7	-31,08	9,7	-76,79
فورشي	95/96	257,7	173,32	280	177,64	170	53,88	84	102,51
	73/74	52,3	-44,32	54,1	-46,35	54,1	-51,03	15	-63,83
تلاغمة	95/96	159,1	94,59	331,3	234	222,5	97,77	137,4	329,51
	98/99	25,1	-69,3	30,7	-69,05	5,5	-95,11	0,3	-99,06
تجنانت	75/76	89,6	11,42	62,8	**-29,21**	248,8	139,34	80,2	104,59
	70/71	27,3	-66,04	45,8	-48,37	50,2	-51,7	27,2	-30,61
بني فضة	81/82	45,8	**-49,59**	293,6	104,78	243	97,99	59,3	176,07
	96/97	26,8	-70,5	86	-40,01	61,7	-49,72	32,9	**53,16**
بومالك	74/75	265,4	124,91	312,4	64,79	245	62,41	22,1	**-35,19**
	93/94	33,4	-71,69	114,7	-39,49	49,7	-67,05	5,7	-83,28
عين الباي	84/85	145,3	17,93	430,2	114,58	241,2	66,11	3,1	**-92,18**
	89/90	82,4	-33,12	63,8	-68,17	83,6	-42,42	40,5	**2,17**
واد مسعودة	84/85	594	67,74	968,2	72,95	542,5	50,19	3	**-89,95**
	89/90	340,2	-3,93	162,5	-70,97	381,5	5,61	8,5	-71,53
الميلية	71/72	383,2	52,66	420,6	12,16	755,2	225,51	32,8	**51,15**
	74/75	167,1	-33,42	197,2	-47,74	182,8	-21,12	66,1	**204,6**

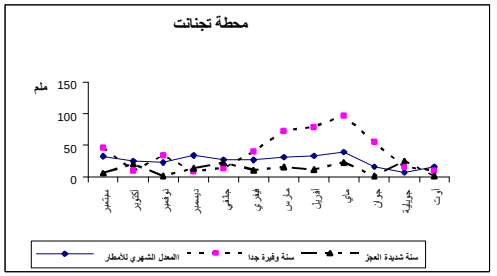
الشكل رقم 11

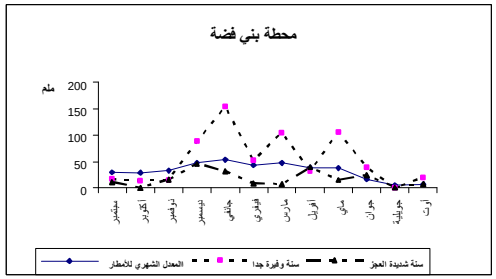
الخصائص الشهرية لسنوات الغير عادية

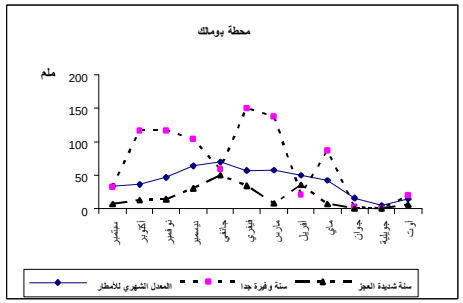


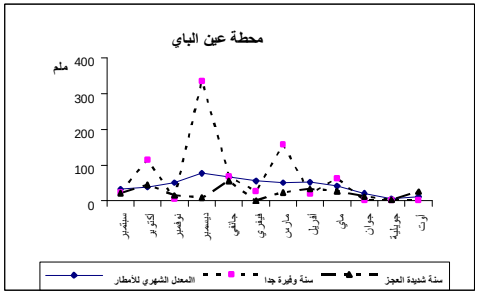


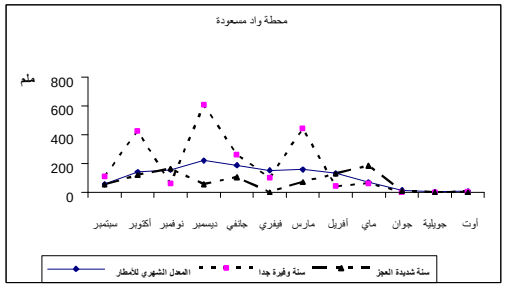


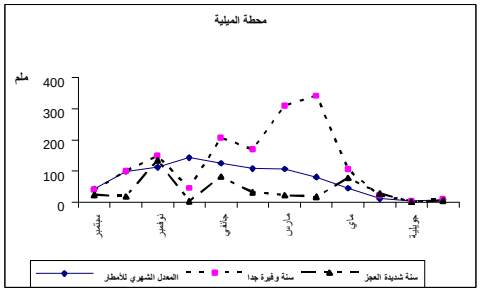












4.3.3التوزيع اليومي للأمطار في السنوات الغير العادية:

نظرا لعدم تمكننا من الحصول على المعطيات لكامل المحطات ستقتصر الدراسة على سبع محطات و سنعتمد من خلال ذلك على:

-عدد الأيام الممطرة

-الكميات القصوى اليومية

-التوزيع اليومي للأمطار طيلة السنة

جدول رقم (23) **الخصائص اليومية لسنوات الغير عادية**

المحطات /السنوات	سنوات الكميات القصوى		سنوات الكميات الدنيا	
	عدد الأيام الممطرة	الأمطار اليومية القصوى(ملم)	عدد الأيام الممطرة	الأمطار اليومية القصوى(ملم)
عين الفكرون	102	25.7	55	35.7
فورشي	56	125	44	19
تلاغمة	60	35.3	64	10.5
تجنانت	88	26.9	37	11.5
بومالك	94	58.3	49	17.7
عين الباي	113	111.5	99	25.1
واد مسعودة	111	152	75	96

من خلال الجدول رقم (23) يتبين لنا ما يلي :

- **عدد الأيام الممطرة:** إن عدد الأيام الممطرة لسنوات التي شهدت كميات قصوى يتراوح بين 56 يوم و 113 يوم أي بالنسبة15 % إلى 30% من عدد أيام السنة .

- أما فيما يخص السنوات التي شهدت كميات دنيا فهو يتراوح بين 37 يوم و 99 يوم أي بالنسبة10.13 % إلى27% من عدد أيام السنة

هذه النسب توحي بأنه رغم الفارق الكبير في كميات الأمطار إلا أن نسبة الأيام الممطرة لسنوات الغير العادية تقريبا متماثلة و عليه فإن الأمطار على مستوى حوض الكبير الرمال تتركز في أيام معدودة في السنة.

- **الكميات اليومية القصوى :** إن الأمطار اليومية القصوى أكبر في السنوات التي شهدت الكميات القصوى عنها في السنوات التي شهدت كميات دنيا في معظم المحطات .

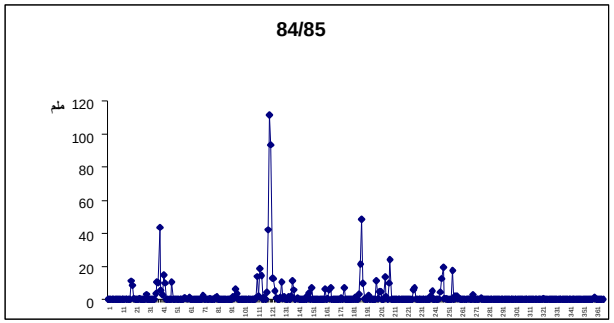
- **التوزيع اليومي للأمطار :**

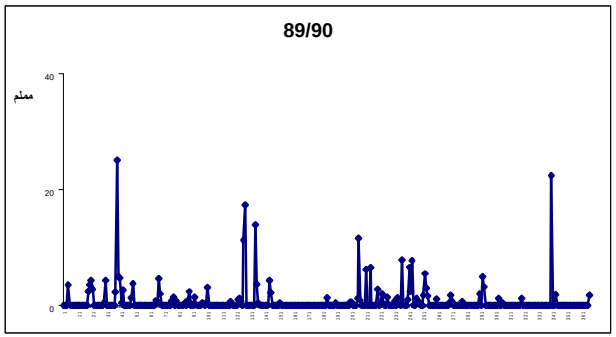
التحليل التوزيع اليومي للأمطار كان على أساس معطيات محطتي عين الباي وواد مسعودة لأنهما شهدتا توافق زمني لسنوات الغير العادية (1985/1984 و1990/1989) الشكل رقم (12).

الشكل رقم 12

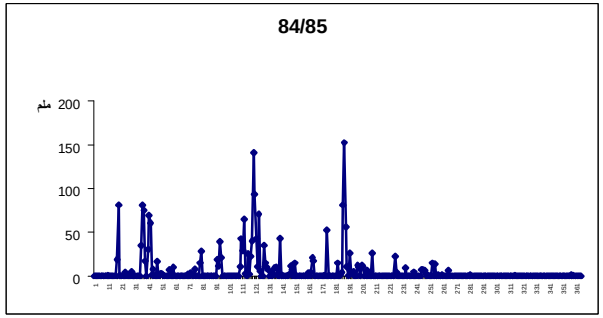
التــوزيع اليــومي لأمطار لسنتي 84/85 - 89/90

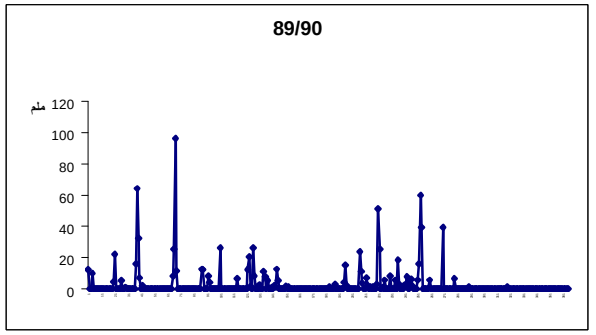
محطة عين الباي





محطة واد مسعودة





سنة 1985/1984 تميزت بما يلي :

-أنه رغم الفارق الكبير في كمية الأمطار السنوية إلا أن عدد الأيام الممطرة لا يتعدى 14 يوم في محطة عين الباي و 36 يوم في محطة واد مسعودة و بالتالي فإن التفسير الوحيد لذلك هو سقوط الأمطار في أيام قليلة ،حيث في مدة 3 أيام سقطت حوالي 247.2 ملم أي بشدة 82ملم/يوم و هو ما يتناسب مع كمية أمطار لسنة شديدة العجز في محطة عين الباي و في أربعة أيام سقطت حوالي 316 ملم أي بشدة 79 ملم /يوم في محطة واد مسعودة

- كما أنها تتميز بالطابع الهجومي حيث سجلت أقصى كمية أمطار يومية 111.5 ملم بالنسبة 13.60 %من مجموع السنوي للأمطار في محطة عين الباي و 152ملم بالنسبة 7.21 %من كمية الأمطار السنوية في محطة واد مسعودة

- تواصل سقوطها لفترة طويلة ،16 يوم دون إنقطاع (19 ديسمبر إلى 3 جانفي) بشدة وصلت إلى 20.88 ملم /يوم في محطة عين الباي و بشدة 37.78 ملم /يوم في محطة واد مسعودة

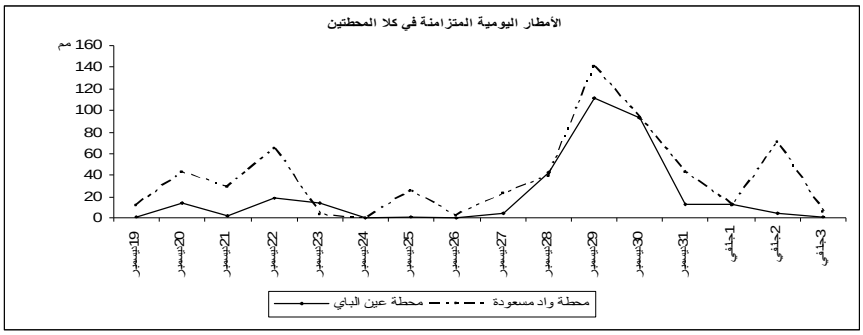
سنة 1990/1989تميزت بما يلي :

لم تشهد سنة 90/89 تركز كبير في كمية الأمطار بحيث سجلت أكبر كمية قصوى 25.1ملم/يوم و أطول فترة سقوط للأمطار 6 أيام بشدة 6.7 ملم /يوم في محطة عين الباي في حين شهدت محطة واد مسعودة أكبر كمية قصوى 69ملم /يوم و أطول فترة لتركز الأمطار4 أيام بشدة30.12 ملم /يوم

من خلال هذا التحليل نستخلص أن الأمطار على مستوى حوض الكبير الرمال تتميز بما يلي :

- **بتركزها بحيث في مدة 3 أيام سقطت حوالي 247.2 ملم في محطة عين الباي و في مدة 4 أيام سقطت حوالي 316 ملم في محطة واد مسعودة .**
- **بشدتها حيث وصلت شدة الأمطار إلى 82ملم/يوم في محطة عين الباي و 79ملم/يوم في محطة واد مسعودة .**
- **إمتدادها و تزامنها : فقد يشهد الحوض كميات أمطار متواصلة و متزامنة و هذا ما لوحظ في الفترة الممتدة بين 19 ديسمبر إلى غاية 3 جانفي لكلا المحطتين الشكل رقم (13)**

الشكل رقم :(13)



4.3التحليل التكراري :

بما أن مجال الدراسة ينتمي إلى مناخ البحر الأبيض المتوسط الذي من مميزاته كما سبق و أن ذكرنا ، أن أمطاره جد متغيرة في المجال و الزمن و الدراسة الاحصائية التي تعتمد على معايير احصائية : كالمتوسطات ، معامل الاختلاف غير كافية لدراسة تغيرات الأمطار فلابد من ربط الأمطار بالفترة عودتها ، من خلال التعديل الإحصائي والذي يتمثل في اخضاع معطيات الأمطار إلى قانون نظري و من خلاله يمكننا دراسة احتمال تردد كمية معينة من الأمطار ،

و من بين القوانين النظرية التي يعتمد عليها في الدراسات التكرارية هو قانون قوص الذي يتلائم مع خاصيات الأمطار لمناخ البحر الأبيض المتوسط .و قد تم اختيار ثلاث محطات نموذجية لتطبيق قانون قوص على معطياتها و هم : عين الباي ،بني فضة و واد مسعودة الشكل رقم (14)

فترات العودة و كميات الأمطار الموافقة لها :

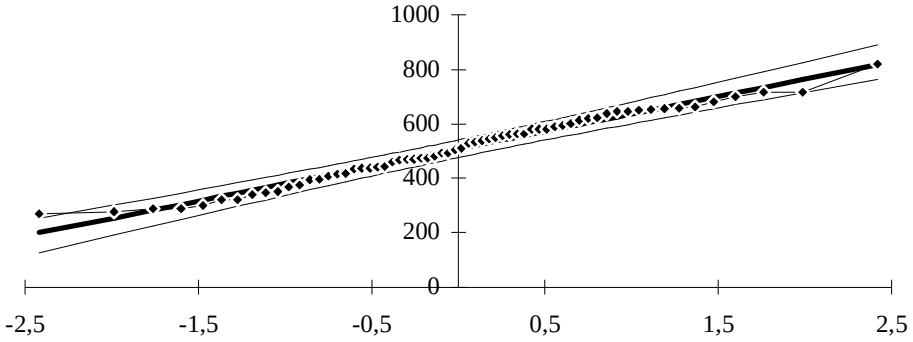
بالتطبيق معدلة فترة العودة و التي تساوي $T = \frac{1}{1-F}$ ، وقد تم تقييم الأمطار السنوية لفترات مختلفة من سنتي ،10سنوات،50 سنة و 100سنة .

جدول رقم 24 فترات العودة لمختلف كميات الأمطار السنوية حسب قانون قوص (الفترة الجافة)

المحطات	معادلة التعديل	التردد F	المتغيرة المختصرةU	فترة العودة بالسنوات	الكميات السنوية (ملم)
محطة عين الباي	$P_{[f]} = 127.8 * u_f + 508.5$	0.5	-2,327	100	211,1101
		0.9	-2,054	50	245,9548
		0.98	-1,282	10	344,6944
		0.99	0,000	2	508,5313
محطة بني فضة	$P_{[f]} = 110.54 * u_f + 386.55$	0.01	-2,327	100	129,361
		0.02	-2,054	50	159,4927
		0.1	-1,282	10	244,8772
		0.5	0.0	2	386,5542
محطة واد مسعودة	$P_{[f]} = 270.61 * u_f + 1305$	0.01	-2,327	100	675,36
		0.02	-2,054	50	749,13
		0.1	-1,282	10	958,16
		0.5	0.0	2	1305,00

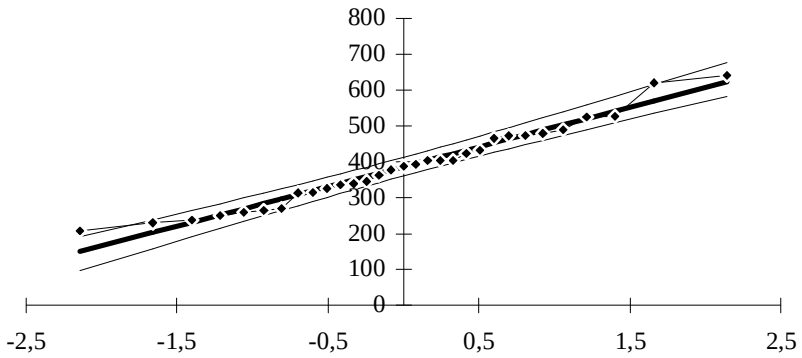
الشكل رقم (14) **التعديل الاحصائي لمتوسطات التساقط حسب قانون قوص**

محطة عين الباي



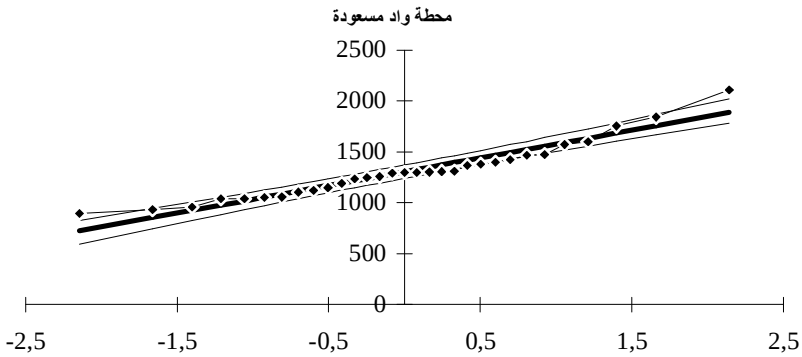
moyenne=508,53 ecartype=127,82 IC=95%

محطة بني فضة



moyenne=386,55 ecartype=110,54 IC=80%

محطة واد مسعودة



moyenne=1305 ecartype=270,61 IC=80%

و من خلال دراستنا لتغيرات الأمطار مجاليا و زمنيا في حوض الكبير الرمال نستخلص ما يلي :

- **أن كميات الأمطار تتناقص و تصبح أقل انتظاما كلما اتجهنا جنوب الحوض و عكس كلما اتجهنا الى شماله و هذا راجع لعوامل طبوغرافية و جغرافية .**
- **التتابع الزمني لسنوات قليلة المطر ذو نظام ثنائي إلى خماسي أما فيما يخص السنوات كثيرة المطر فهو ذو نظام ثنائي إلى سباعي .**
- **قد يتعرض كامل الحوض إما لسنوات قليلة المطر كما هو ملاحظ في السنوات التالية:78/77، 83/82، 88/87، 90/89، 97/96 .أو لسنوات كثيرة المطر كما هو الحال في سنوات 76/75، 85/84، 87/86 .**

الـفـصل الـثـا نــي

نظام الأمطار في حوض الكبير الرمال

و نقصد بنظام الأمطار هو التغيرات الفصلية و الشهرية لها و من خلالها سنتعرف على الفصول و الأشهر الأوفر مطرا.

فالدراسة الفصلية سترتكز على النظام الفصلي السائد في الحوض من خلال دراسة المتوسطات و المؤشرات الفصلية ، كما سنحاول أن نتعرف على مدى مساهمة الكميات الاستثنائية الفصلية في التصنيف السنوي .

-و على نفس المنهاج سندرس النظام الشهري للأمطار في حوض الكبير الرمال ، من خلال مؤشرات احصائية و التطرق إلى الأشهر الأكثر عرضة للكميات القصوى و في الأخيرسنحاول كما في الأمطار الفصلية أن نعرف مدى وزن الكميات الشهرية للأمطار في تصنيف السنوات .

1التغيرات الفصلية للأمطار :

الهدف من دراسة الأمطار الفصلية هو معرفة الفصول الأوفر مطرا وتحديد النظام الفصلي السائد في الحوض و لأجل ذلك اعتمدنا على المعدل الفصلي،المؤشر الفصلي و بعدها سنحاول معرفة مدى تدخل الكميات الاستثنائية الفصلية في التصنيف السنوي .

1.1النظام الفصلي للأمطار :

بالاعتماد على المعدل الفصلي للأمطار تبين لنا أن معدلات الأمطار الشتوية و الأمطار الربيعية هي التي تغلب على النظام المطري السائد في الحوض

سيطرة الأمطار الشتوية في المحطات التالية :بني فضة ،بومالك ،عين الباي ،واد مسعودة ،الميلية

في حين سيادة الأمطار الربيعية في المحطات المتبقية : عين الفكرون فورشي ،تلاغمة ،تجنانت

ما يمكن أن نستنتجه من خلال المعدل الفصلي للأمطار ،أن الأمطار الشتوية تسود الجزء الشمالي من الحوض و الأمطار الربيعية في جزءه الجنوبي شكل رقم (15)

2.1خصائص الأمطار الفصلية في حوض الكبير الرمال : من خلال الجدول رقم (25) يتضح لنا مايلي :

1.2.1الأمطار الخريفية :

يتراوح المعدل الفصلي للأمطار الخريفية بين 80.41ملم في محطة تجنانت و 354.12ملم في محطة واد مسعودة بفارق 273.71 ملم

فيما يخص معامل الاختلاف فهو محصور بين0.37 في محطة الميلية و 0.67 في محطة التلاغمة .

2.2.1الأمطار الشتوية :

يتراوح المعدل الفصلي لها بين 88.72 ملم في محطة تجنانت و 559.8 ملم في محطة واد مسعودة بفارق يصل 471.08 ملم

أما معامل الاختلاف فهو محصور بين0.34 في محطة الميلية و 0.67 في محطة التلاغمة .

3.2.1الأمطار الربيعية:

يتراوح المعدل الفصلي للأمطار الربيعية ما بين103.95 ملم في محطة تجنانت و 361.21ملم في محطة واد مسعودة بفارق يصل 257.26ملم

فيما يخص معامل الاختلاف فهو محصور بين0.33 في محطة واد مسعودة و 0.55 في محطة التلاغمة.

4.2.1الأمطار الصيفية :

يتراوح المعدل الفصلي لها ما بين 21.7ملم في محطة الميلية و 41.8ملم في محطة عين الفكرون بفارق يصل 20.1ملم

فيما يخص معامل الاختلاف فهو محصور بين0.6 في محطة تجنانت و 1.14 في محطة التلاغمة

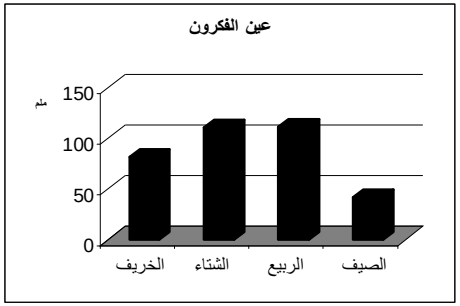
مـا يمكـن أن نستخلصـه مـن خـلال مـا سبـق أن:

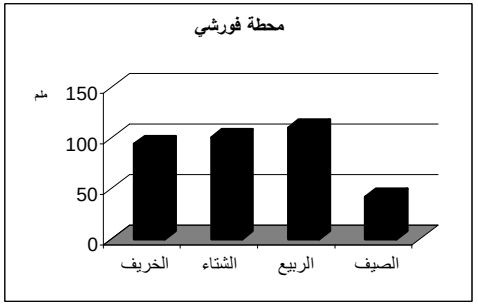
- **سيطرة الأمطار الشتوية في الجزء الشمالي للحوض والأمطار الربيعية في الجزء الجنوبي منه .**
- **المعدل الفصلي سواء بالنسبة للأمطار الخريفية ،الشتوية والربيعية محصور بين محطتي تجنانت للحد الأدنى وواد مسعودة كحد أقصى**
- **أكبر فارق للأمطار مسجل في الأمطار الشتوية و أضعفه في فصل الربيع إذا استثنينا من ذلك فصل الصيف**
- **معامل الاختلاف محصور بين محطتي التلاغمة و الميلية بالنسبة للأمطار الخريفية و الشتوية.**
- **أضعف القيم لمعامل الاختلاف محصورة بين 0.33 و0.55 و هي تخص فصل الربيع**
- **أكبر القيم لمعامل الاختلاف محصورة بين 0.6 و1.14 و هي تخص فصل الصيف**

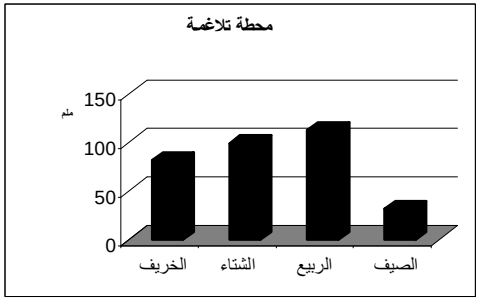
و بالتالي يعتبر فصـل الربيــع من الفصول الأكثـر استقـرارا في حوض الكبير الرمال

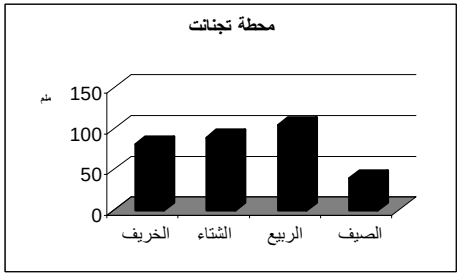
الكل رقم (15)

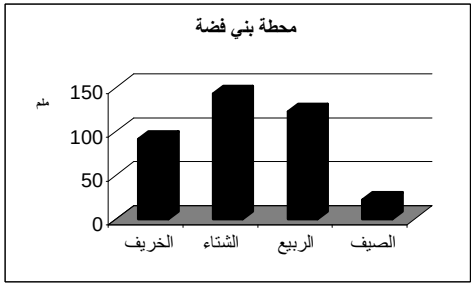
النظام الفصلي في حوض الكبير الرمال

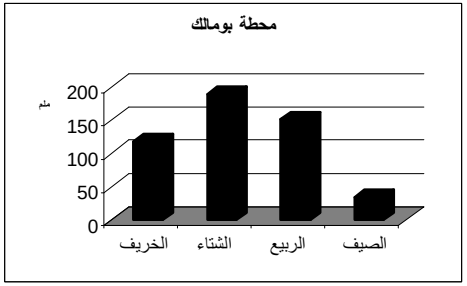


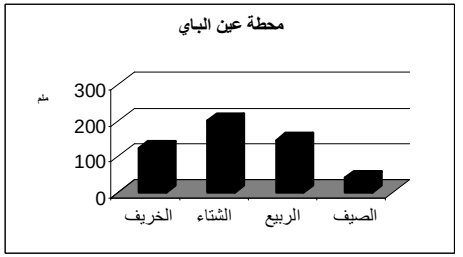


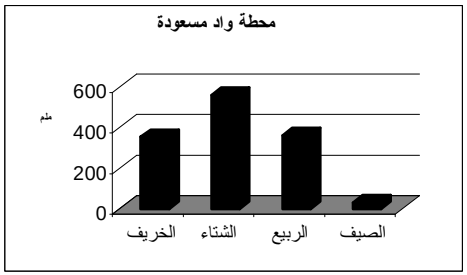


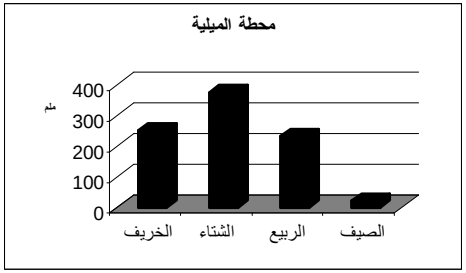












الجدول رقم (25) **النظام الفصلي للأمطار في حوض الكبير الرمال**

الفصول /المحطات		عين الفكرون	فورشي	تلاغمة	تجنانت	بني فضة	بومالك	عين الباي	واد مسعودة	الميلية
الخريف	المعدل الفصلي	81,6	93,94	81,76	80,41	90,86	118	123,21	354,12	251
	معامل التغير	0,59	0,6	0,67	0,43	0,61	0,59	0,49	0,42	0,37
الشتاء	المعدل الفصلي	110,6	100,85	99,19	88,72	**143,37**	**189,57**	**200,48**	**559,8**	**375**
	معامل التغير	0,62	0,57	0,67	0,45	0,47	0,37	0,35	0,35	0,34
الربيع	المعدل الفصلي	**111,3**	**110,47**	**112,5**	**103,95**	122,73	150,85	145,2	361,21	232,7
	معامل التغير	0,51	0,44	0,55	0,48	0,49	0,48	0,45	0,33	0,54
الصيف	المعدل الفصلي	41,8	41,48	31,99	39,2	21,48	34,1	39,64	29,86	21,7
	معامل التغير	0,79	0,77	1,14	0,6	0,73	0,84	0,81	0,97	1,01

3.1المؤشر الفصلي l'indice saisonnier:

لأجل تحديد التركيبة الفصلية الأكثر ترددا في حوض الكبير الرمال تم استعمال المؤشر الفصلي الذي يعتمد على تقسيم السنة إلى أربع فصول و الفصل يشتمل على ثلاث أشهر ، وفق ما يلي :

- فصل الخريف: ويرمز له بالحرف (خ) ويشتمل على مجموع كميات الأمطار الأشهر التالية : سبتمبر أكتوبر و نوفمبر
- فصل الشتاء: ويرمز له بالحرف (ش) ويشتمل على مجموع كميات الأمطار الأشهر التالية : ديسمبر ،جانفي و فيفري .
- فصل الربيع: ويرمز له بالحرف (ر) ويشتمل على مجموع كميات الأمطار الأشهر التالية : مارس ،أفريل و ماي
- فصل الصيف : ويرمز له بالحرف (ص) ويشتمل على مجموع كميات الأمطار الأشهر التالية : جوان ،جويلية و أوت .

بعد ذلك نقوم بالترتيب الفصول من أكبر إلى أصغر كمية لكل سنة و لكل محطة و النتائج مدونة في الجدول رقم (26) و من خلاله يتضح لنا ما يلي :

- **تركيبة الأمطار الشتوية الربيعية الخريفية (ش رخ):** تحتل أكبر نسبة تردد بحيث تفوق 32 % و المحطات التي تسود بها هذه التركيبة : بني فضة ،بو مالك ، عين الباي ،واد مسعودة و الميلية
- **تركيبة الأمطار الربيعية الخريفية الشتوية (رخ ش):** نسبة ترددها تفوق 25 % و المحطات التي تسود بها هذه التركيبة : تلاغمة و تجنانت
- **تركيبة الأمطار الربيعية الشتوية الخريفية (ر ش خ):** نسبة ترددها تفوق 25% و تتركز في محطة عين الفكرون

و من خلال هذا المؤشر نستنتج ما يلي :

- **أن الأمطار الشتوية الربيعية الخريفية (ش رخ) هي التركيبة السائدة في حوض الكبير الرمال بالنسبة تفوق 32 % بالاعتبار أن المحطات السائدة بها موزعة على كامل الحوض وهو ما يتوافق مع نتائج المعدل الفصلي للأمطار**
- **أن عدد التركيبات الفصلية يختلف من محطة إلى أخرى أكبر عدد لوحظ في محطة عين الباي ب11تركيبة ونرجح ذلك لامتداد السلسة وتليها مباشرة كل من تلاغمة ب9 و فورشي ب8 أما أصغر عدد للتركيبات فلوحظ في محطتي بومالك وواد مسعودة .**

و بالتالي نعتبر مؤشر الفصلي دليل أخر يثبت تذبذب الأمطار كلما اتجهنا جنوبا

جدول رقم (26) **تردد التركيبة الفصلية في حوض الكبير الرمال**

امؤشر الفصلي	ش رخ ص	رخ ش ص	ش خ رص	رش خ ص	خ ش رص	رخ ص ش	خ رش ص	ش رص خ	ش ص رخ	ص ش خ ر	رش ص خ	ش ص خ ر	رص ش خ	خ ص رش
عين الفكرون	12,9	12,9	6,4	25,8	9,6			6,4						
فورشي	12,9	12,9	12,9	6,4	9,6	6,4	6,4				6,4			
تلاغمة	**9,6**	**29**	**16,13**	**16,13**	**6,4**	**6,4**	**6,4**	**6,4**					**6,4**	
تجنانت	**19,3**	**25,8**	**12,9**		**6,4**		**6,4**				**9,6**			**3,2**
بني فضة	32,2	9,6	9,6	22,6	6,4		6,4	9,6			3,2			
بومالك	**38,7**	**9,6**	**16,13**	**9,6**										
عين الباي	**34,4**	**7,8**	**20,3**	**14**	**7,8**		**4,7**	**4,7**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,5**		
واد مسعودة	**35,48**	**9,6**	**32**	**16,1**										
الميلية	**45,16**	**6,4**	**22,6**	**6,4**	**12,9**	**6,4**								

خ: **فصل الخريف**
ش: **فصل الشتاء**
ر: **فصل الربيع**
ص: **فصل الصيف**

4.1الكميات القصوى والدنيا للأمطار الفصلية :

إن دراسة الكميات الاستثنائية للأمطار الفصلية تعطي لنا فكرة عن المجال المحصور بينهما و مدى إمكانية مساهمة هذه الكميات في التصنيف السنوي و من الجدول رقم (27) و الذي من خلاله يتضح لنا ما يلي :

1.4.1 الكميات الاستثنائية للأمطار الخريفية :

نسبة الكميات القصوى لأمطار الخريفية محصورة بين 165.76 % و 284.28 % و هي تتوافق على التوالي مع محطتي الميلية و بني فضة ،بينما الدنيا فهي محصورة بين 3.43 %و 43.07 % و تتناسب مع محطتي عين الفكرون والميلية .

2.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الشتوية:

نسبة الكميات القصوى لأمطار الشتوية بين 168.37 % و 338.24 % و هي تتوافق على التوالي مع محطتي الميلية و التلاغمة ،بينما الدنيا فهي محصورة بين 14.78 %و 46.33 % و تتناسب مع محطتي التلاغمة وتجنانت

3.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الربيعية :

نسبة الكميات القصوى لأمطار الربيعية بين 150.19 % و324.81 % و هي تتوافق على التوالي مع محطتي واد مسعودة و الميلية ،بينما الدنيا فهي محصورة بين 4.89 %و 43.05 % و تتناسب مع محطتي التلاغمة و واد مسعودة .

4.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الصيفية:

نسبة الكميات القصوى للأمطار الصيفية بين215.56 % و455.6 % و هي تتوافق على التوالي مع محطتي تجنانت و عين الباي ،بينما الدنيا فهي محصورة بين 0.00 %و 18.62 % و تتناسب مع محطة بني فضة للنسبة الكبيرة أما للنسبة صفر فهي تتوافق مع العديد من المحطات .

من خلال هذه النسب يمكن أن نستخلص مايلي

- **<u>أقصى فائــض فصلي</u>: للأمطار الخريفية محصور بين 65.76% و184.28 %**
  للأمطار الشتوية محصور بين68.37 % و 238.24 %
  للأمطار الربيعية محصور بين50.19 % و224.81 %
- **<u>أقصى عجز فصلي</u> : للأمطار الخريفية محصور بين 56.93 %و96.57% .**
  للأمطار الشتوية محصور بين 53.67% و 85.22%
  للأمطار الربيعية محصور بين56.95 % و95.11 %

أقصى فائــض و عجز بالنسبة للفصول الممطرة يتعدى 50 % حسب محطات المدروسة

جدول رقم (27)

التغيـــرات الفصليـــة للأمطـــار

الفصول /المحطات		عين الفكرون	فورشي	تلاغمة	تجنانت	بني فضة	بومالك	عين الباي	واد مسعودة	الميلية
الخريف	المعدل الفصلي	81,6	93,94	81,76	80,41	90,86	116,42	123,21	354,12	247,31
	الكمية القصوى	192,4	257,7	202,7	170,7	258,3	265,4	320,5	728,5	416,07
	النسبة %	**235,78**	**274,32**	**247,92**	**212,28**	**284,28**	**227,96**	**260,12**	**205,7**	**168,24**
	السنة	**76/77**	**95/96**	**94/95**	**98/99**	**79/80**	**98/99**	**57/58**	**97/98**	**76/77**
	الكمية الدنيا	2,8	19,5	8,4	27,3	25,1	18,6	30,6	111,5	108,1
	النسبة %	**3,43**	**20,75**	**10,27**	**33,95**	**27,62**	**15,97**	**24,84**	**31,48**	**43,71**
	السنة	**83/84**	**96/97**	**00/01**	**70/71**	**80/81**	**88/89**	**68/69**	**88/89**	**95/96**
الشتاء	المعدل الفصلي	110,6	100,8	97,95	88,72	143,37	189,57	200,48	559,8	368,73
	الكمية القصوى	305,1	280	331,31	191,1	293,6	365,7	430,2	968,2	631,4
	النسبة %	**275,85**	**277,77**	**333,93**	**215,39**	**204,8**	**192,91**	**214,58**	**172,95**	**171,23**
	السنة	**98/99**	**95/96**	**95/96**	**84/85**	**81/82**	**84/85**	**84/85**	**84/85**	**90/91**
	الكمية الدنيا	24,8	24,2	14,48	41,1	36,86	74,6	63,8	162,5	141,6
	النسبة %	**22,42**	**24**	**14,59**	**46,32**	**25,71**	**39,35**	**31,88**	**29,02**	**38,4**
	السنة	**85/86**	**76/77**	**96/97**	**77/78**	**79/80**	**87/88**	**89/90**	**89/90**	**99/00**
الربيع	المعدل الفصلي	111,3	110,47	112,5	103,95	122,73	149,29	145,2	361,21	229,9
	الكمية القصوى	289,6	217,3	242,1	248,8	261,8	355,3	343,6	542,5	755,8
	النسبة %	**260,19**	**196,7**	**215,2**	**239,34**	**213,31**	**237,99**	**236,64**	**150,2**	**328,75**
	السنة	**71/72**	**91/92**	**81/82**	**75/76**	**84/85**	**75/76**	**75/76**	**84/85**	**71/72**
	الكمية الدنيا	24,9	35,8	5,5	28,4	46,2	49,7	25,8	155,5	36,75
	النسبة %	**22,37**	**32,4**	**4,88**	**27,32**	**37,64**	**33,29**	**17,77**	**43,07**	**37,29**
	السنة	**82/83**	**82/83**	**98/99**	**93/94**	**98/99**	**93/94**	**46/47**	**00/01**	**96/97**
الصيف	المعدل الفصلي	41,8	41,48	31,99	39,2	21,48	34,05	39,64	29,86	20,14
	الكمية القصوى	132,3	133,71	137,4	84,5	78,6	101,7	180,6	109	67,1
	النسبة %	**316,5**	**322,34**	**429,51**	**215,56**	**265,54**	**298,67**	**455,6**	**365,03**	**333,16**
	السنة	89/90	83/84	95/96	72/73	88/89	75/76	62/63	75/76	74/75
	الكمية الدنيا	2,2	3,2	0	0,5	4	0	2,3	0,5	0
	النسبة %	**5,26**	**7,71**	0	**1,27**	**13,51**	0	**5,8**	**1,67**	0
	السنة	**83/84**	**84/85**	**83/84**	**77/78**	**77/78**	**89/90**	**93/94**	**00/01**	**77/78,83/84,92/93,,,,**

5.1الكميات الاستثنائية للأمطار الفصلية و التصنيف السنوي :

بمقارنة الكميات القصوى للأمطار الفصلية مع التصنيف السنوى وجد أنها تتطابق في معظمها مع السنوات الوفيرة إلى شديدة الوفرة كما أن الكميات الدنيا للأمطار الفصلية تتطابق هي الأخرى مع السنوات اللواتي صنفت ضمن العجزة إلى شديدة العجز و هذا في معظم محطات الدراسة

لكن وجدت بعض الاستثناءات في المحطات و السنوات التالية :

- محطة الميلية في سنة 77/76 و التي صنفت ضمن السنوات العجزة رغم تسجيلها لأقصى كمية أمطار خريفية و يرجع سبب ذلك هو تسجيلها في المقابل عجز يفوق 40 % في فصلي الشتاء و الربيع .

- محطة بني فضة في سنة 80/79 و التي صنفت ضمن السنوات الوفيرة رغم تسجيلها للأدنى كمية أمطار شتوية بعجز يفوق 74 % لكن في المقابل سجلت أكبر فائض فيما يخص الأمطار الخريفية بالنسبة % 184.28

-محطة بني فضة في سنة 98/99 و التي صنفت ضمن السنوات الوفيرة رغم تسجيلها لأدنى كمية أمطار ربيعية و يرجع سبب ذلك للفائض فصلي للأمطار الشتوية الذي يفوق 153 %.

و بالتالي ما يمكن أن نستنتجه أنه قد يساهم فصل من فصول السنة بكمياته القصوى أو الدنيا في التصنيف السنوي كما هو ملاحظ في محطة بني فضة في سنة 80/79 حيث سجلت أكبر فائض في الأمطار الخريفية و أدنى عجز في الأمطار الشتوية والتي تعبر عن النظام الفصلي السائد في هذه المحطة .

هذا ما قادنا إلى البحث عن مدى مساهمة الأمطار الفصلية في المجموع السنوي للأمطار و هذا بالاعتماد على العلاقات الارتباطية بين الكميات الفصلية و السنوية للأمطار و النتائج مدونة في الجدول رقم (28)و الشكل رقم (16) و الذي من خلاله يمكن أن نستخلص ما يلي :

- **أن فصل الخريف من الفصول التي سجلت أقوى الارتباطات الفصلية السنوية وهذا في المحطات التالية :فورشي ،تلاغمة ،و بومالك بمعامل الارتباط يفوق 0.71**
- **ثم يليه فصل الربيع حيث لوحظت به أقوى الارتباطات مع المجموع السنوي في المحطات التالية : تلاغمة ،تجنانت ،بومالك ،الميلية بمعامل الارتباط يفوق 0.7**

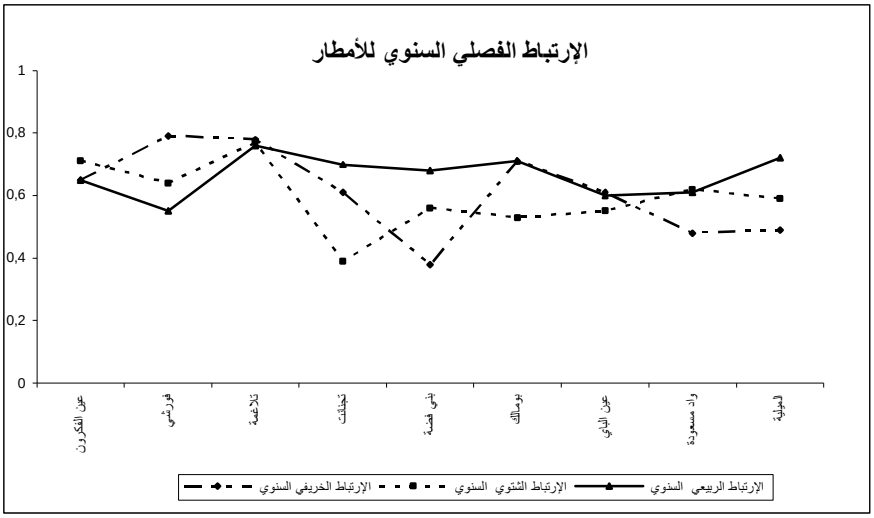
و عليه يمكن اعتبار فصل الربيع من الفصول الأكثر مساهمة في المجموع السنوي للأمطار في حوض الكبير الرمال نضرا لتسجله ارتباطات قوية في محطات واقعة في شمال الحوض و في جنوبه

جدول رقم 28

الارتباطات الفصلية السنوية للأمطار

المحطات / معامل الارتباط	الإرتباط الخريفي السنوي	الإرتباط الشتوي السنوي	الإرتباط الربيعي السنوي
عين الفكرون	0,65	0,71	0,65
فورشي	0,79	0,64	0,55
تلاغمة	0,78	0,77	0,76
تجنانت	0,61	0,39	0,7
بني فضة	0,38	0,56	0,68
بومالك	0,71	0,53	0,71
عين الباي	0,61	0,55	0,6
واد مسعودة	0,48	0,62	0,61
الميلية	0,49	0,59	0,72

الشكل رقم 16



مـا يمكـن أن نستخلصـه مـن خـلال دراسة الأمطار الفصلية ما يلي:

- **سيطرة الأمطار الشتوية في الجزء الشمالي للحوض والأمطار الربيعية في الجزءه الجنوبي .**
- **أضعف القيم لمعامل الاختلاف محصورة بين 0.33 و0.55 و هي تخص فصل الربيع و بالتالي يعتبر فصل الربيع من الفصول الأكثر استقرارا .**
- **أن الأمطار الشتوية الربيعية الخريفية (ش رخ) هي التركيبة السائدة في حوض الكبير الرمال بالنسبة تفوق 32 % بالاعتبار أن المحطات السائدة بها موزعة على كامل الحوض وهو ما يتوافق مع نتائج المعدل الفصلي للأمطار**
- **يعتبر فصل الربيع من الفصول الأكثر مساهمة في المجموع السنوي للأمطار في حوض الكبير الرمال**

2.التغيرات الشهرية للأمطار

الهدف من دراسة الأمطار الشهرية هو معرفة النظام الشهري السائد في الحوض بمعنى الشهر أوفر مطرا والأكثر ترددا من حيث الكميات القصوى للأمطار الشهرية و لأجل ذلك اعتمدنا على مؤشرات إحصائية : المعدل الشهري للأمطار ،المعامل المطري، معامل التغيرو تردد الأمطار الشهرية القصوى و النتائج مدونة في الجدول رقم (9 2) و الشكل رقم (17)

1.2النظام الشهري للأمطار :

محطة عين الفكرون :

يعتبر ديسمبر من الأشهر الأوفر مطرا بمعدل وصل إلى 45.35 ملم و بمعامل مطري قدر ب 13.14 % يليه شهر ماي بمعدل وصل إلى 43.82 ملم و بمعامل مطري قدر ب 12.69 % أي ما يعادل 25.83 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،أما جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا في محطة عين الفكرون بمعدل وصل إلى 8.46 ملم و معامل مطري 2.45 %

فيما يخص معامل الاختلاف فإن أفريل من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.59 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 1.70.

محطة فورشي :

ما يلاحظ على هذه المحطة نوع من التوازن فيما يخص الأشهر الأوفر مطرا بحيث نجد 6 أشهر من السنة معدل الشهري بها يفوق 30 ملم ،يأتي في المرتبة الأولى شهر ماي بمعدل وصل إلى 39.77 ملم و بمعامل مطري قدر ب 11.47 % ثم يليه مباشرة شهر سبتمبر بمعدل يصل إلى 38.35 ملم و بمعامل مطري يفوق 11 % ،أما جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا بمعدل وصل إلى 6.9 ملم و معامل مطري 1.99 %

فيما يخص معامل الاختلاف فإن مارس من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.57 و شهر أوت الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 1.49.

محطة التلاغمة :

فيما يتعلق بمحطة التلاغمة فنجد أن ماي من الأشهر الأوفر مطرا بمعدل وصل إلى 39.65 ملم و بمعامل مطري قدر ب 12.18 % يليه شهر أفريل بمعدل وصل إلى38.23 ملم و بمعامل مطري قدر ب 11.75 % أي ما يعادل 23.93 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،في حين يعتبر أوت من الأشهر الأقل مطرا بمعدل وصل إلى 5.91ملم و معامل مطري1.83%

أما فيما يخص معامل الاختلاف فإن مارس من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.66 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 1.53.

محطة تجنانت :

الشهر الأوفر مطرا في هذه المحطة هو شهر ماي بمعدل وصل إلى39.24 ملم و بمعامل مطري قدر ب 12.56 % يليه ديسمبر بمعدل وصل إلى 34.43 ملم و بمعامل مطري قدر ب 11.03 % أي ما يعادل23.59 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،في حين يعتبر جويلية من الأشهر الأقل مطرا بمعدل وصل إلى 7.24ملم و معامل مطري2.33%

أما فيما يخص معامل الاختلاف فإن أفريل من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.67 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 1.51.

محطة بني فضة :

يعتبر جانفي من الأشهر الأوفر مطرا بمعدل وصل إلى53.60 ملم و بمعامل مطري قدر ب 13.87 % يليه شهر مارس بمعدل وصل إلى 47.07 ملم و بمعامل مطري قدر ب12.19 % أي ما يعادل26.06 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،أما جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا في محطة بني فضة بمعدل وصل إلى 5.50 ملم و معامل مطري 1.42 %

أما فيما يخص معامل الاختلاف فقد سجل ادنى قيمة له في شهر أفريل من أشهر بمعامل وصل إلى 0.58 في حين أن أكبر قيمة سجلت في شهر جويلية الأكثر بمعامل وصل إلى 1.70.

محطة بومالك :

يعتبر جانفي من الأشهر الأوفر مطرا بمعدل وصل إلى69.99 ملم و بمعامل مطري قدر 14.04% يليه شهر ديسمبر بمعدل وصل إلى63.7 ملم و بمعامل مطري قدر ب12.92 % أي ما يعادل26.96 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،أما جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا في محطة بومالك بمعدل وصل إلى 4.49 ملم و معامل مطري 0.91%

أما فيما يخص معامل الاختلاف فقد سجل ادنى قيمة له في شهر فيفري من أشهر بمعامل وصل إلى0.64 في حين أن أكبر قيمة سجلت في شهر جويلية الأكثر بمعامل وصل إلى 1.70

محطة عين الباي :

يعتبر ديسمبر من الأشهر الأوفر مطرا في محطة عين الباي بمعدل وصل إلى 77.42 ملم و بمعامل مطري قدر ب 15.22 % يليه شهر جانفي بمعدل وصل إلى66.93 ملم و بمعامل مطري قدر ب 13.16 % أي ما يعادل28.38 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،في حين يعتبر جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا في هذه المحطة بمعدل وصل إلى 6.12 ملم و معامل مطري 1.2 %

أما فيما يخص معامل الاختلاف فإن مارس من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.62 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 1.54.

محطة واد مسعودة :

الشهر الأوفر مطرا في محطة واد مسعودة هو شهر ديسمبر بمعدل وصل إلى219.70 ملم و بمعامل مطري قدر ب 16.84% يليه شهر جانفي بمعدل وصل إلى187.37 ملم و بمعامل مطري قدر ب 14.36 % أي ما يعادل31.2 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،في حين يعتبر جويلية من الأشهر الأقل مطرا في هذه المحطة بمعدل وصل إلى4.10 ملم و معامل مطري0.31 %

أما فيما يخص معامل الاختلاف فإن فيفري من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.54 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 2.71.

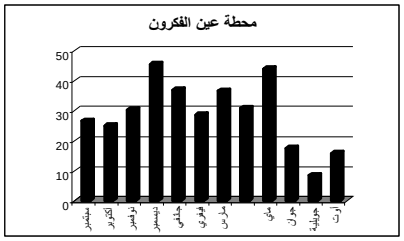
محطة الميلية :

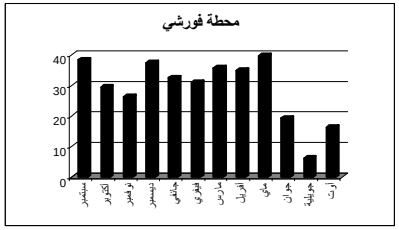
يعتبر ديسمبر من الأشهر الأوفر مطرا في محطة الميلية بمعدل وصل إلى143 ملم و بمعامل مطري قدر ب16.23 % يليه شهر جانفي بمعدل وصل إلى125 ملم و بمعامل مطري قدر ب 14.19 % أي ما يعادل30.42 % من كميات الأمطار تسقط في هذين الشهرين ،في حين يعتبر جويلية فهو من الأشهر الأقل مطرا في هذه المحطة بمعدل وصل إلى 1.191ملم و معامل مطري0.37%

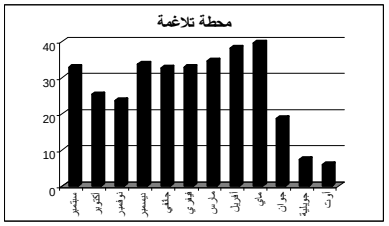
أما فيما يخص معامل الاختلاف فإن جانفي من أشهر الأقل تغيرا بمعامل وصل إلى 0.54 و شهر جويلية الأكثر تغيرا بمعامل وصل إلى 2.55.

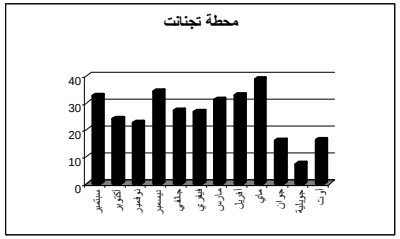
الشكل رقم (17)

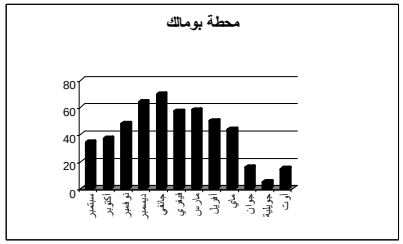
النظام الشهري للأمطار في حوض الكبير الرمال

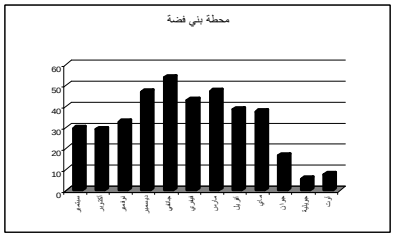


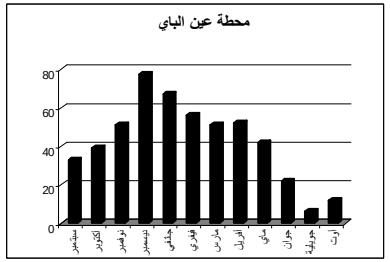


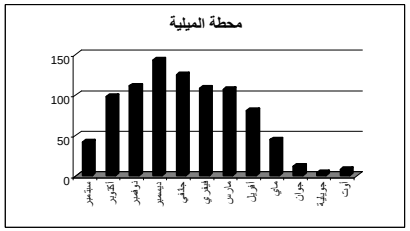


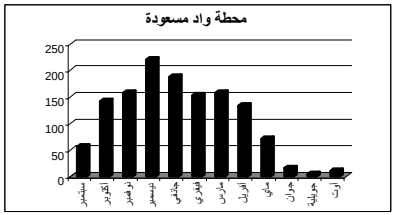












جدول رقم(29)

النظام الشهري للأمطار في حوض الكبير الرمال

المحطات / الأشهر		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	السنوي
عين الفكرون	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	26,50	24,82	30,25	45,35	36,77	28,50	36,59	30,82	43,82	17,55	8,46	15,75	**345,24**
	معامل المطري % CP	**7,68**	**7,19**	**8,76**	**13,14**	**10,65**	**8,26**	**10,60**	**8,93**	**12,69**	**5,08**	**2,45**	**4,56**	**100,00**
	معامل التغير CV	1,05	1,02	0,99	0,83	0,87	0,77	0,83	0,59	0,77	0,95	1,70	1,05	
فورشي	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	38,35	29,40	26,19	37,45	32,50	30,90	35,76	34,94	39,77	19,23	6,13	16,12	**346,74**
	معامل المطري % CP	**11,06**	**8,48**	**7,55**	**10,80**	**9,37**	**8,91**	**10,31**	**10,08**	**11,47**	**5,55**	**1,77**	**4,65**	**100,00**
	معامل التغير CV	1,15	0,81	0,97	0,99	0,82	0,98	0,57	0,79	0,67	1,05	1,36	1,49	
تلاغمة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	32,85	25,31	23,60	33,67	32,67	32,85	34,62	38,23	39,65	18,73	7,35	5,91	**325,44**
	معامل المطري % CP	**10,09**	**7,78**	**7,25**	**10,35**	**10,04**	**10,09**	**10,64**	**11,75**	**12,18**	**5,76**	**2,26**	**1,82**	**100,00**
	معامل التغير CV	0,99	1,07	1,28	0,91	0,88	1,21	0,66	0,83	0,87	1,46	1,53	1,34	
تجنانت	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	32,97	24,47	22,97	34,43	27,41	26,80	31,45	33,26	39,24	15,81	7,27	16,15	**312,23**
	معامل المطري % CP	**10,56**	**7,84**	**7,36**	**11,03**	**8,78**	**8,58**	**10,07**	**10,65**	**12,57**	**5,06**	**2,33**	**5,17**	**100,00**
	معامل التغير CV	0,69	0,87	0,76	0,91	0,73	0,71	0,70	0,67	0,83	0,98	1,51	0,99	
بني فضة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	29,45	28,92	32,47	46,87	53,60	42,90	47,09	38,30	37,33	16,49	5,50	7,50	**386,42**
	معامل المطري % CP	7,62	7,48	8,40	12,13	13,87	11,10	12,19	9,91	9,66	4,27	1,42	1,94	**100,00**
	معامل التغير CV	1,05	1,02	0,98	0,83	0,87	0,77	0,82	0,58	0,77	0,94	1,70	1,05	
بومالك	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	33,70	36,90	47,60	63,70	69,22	56,80	57,76	49,60	43,49	15,40	4,49	14,30	**492,96**
	معامل المطري % CP	**6,84**	**7,49**	**9,66**	**12,92**	**14,04**	**11,52**	**11,72**	**10,06**	**8,82**	**3,12**	**0,91**	**2,90**	**100,01**
	معامل التغير CV	0,80	0,88	0,85	0,83	0,64	0,63	0,71	0,77	0,79	1,23	1,69	1,00	
عين الباي	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	32,97	39,10	51,15	77,42	66,93	56,13	51,15	52,08	41,96	21,71	6,12	11,82	**508,53**
	معامل المطري % CP	6,48	7,69	10,06	15,22	13,16	11,04	10,06	10,24	8,25	4,27	1,20	2,32	**100,00**
	معامل التغير CV	0,83	0,78	0,73	0,74	0,67	0,68	0,62	0,67	0,73	1,02	1,54	1,20	
واد مسعودة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	55,79	141,79	156,55	219,70	187,37	152,74	157,07	132,99	71,15	15,88	4,11	9,87	**1305,00**
	معامل المطري % CP	4,27	10,87	12,00	16,84	14,36	11,70	12,04	10,19	5,45	1,22	0,31	0,76	**100,00**
	معامل التغير CV	0,96	0,71	0,68	0,66	0,58	0,54	0,64	0,64	0,74	1,10	2,71	1,79	
الميلية	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	41,90	98,20	111,00	143,00	125,00	108,00	107,00	80,80	44,40	11,20	3,32	7,64	**881,46**
	معامل المطري % CP	**4,76**	**11,15**	**12,60**	**16,24**	**14,19**	**12,26**	**12,15**	**9,17**	**5,04**	**1,27**	**0,38**	**0,87**	**100,09**
	معامل التغير CV	1,01	0,71	0,62	0,66	0,55	0,58	0,69	0,84	0,73	1,14	2,14	2,11	

من خلال دراسة النظام الشهري للأمطار لكل محطة نستخلص ما يلي :

- **فيما يخص أشهر الأوفر مطرا فيعتبر ديسمبر الشهر الملاحظ به أكبر المعدلات الشهرية و هذا في محطات عين الفكرون ،عين الباي ، واد مسعودة و الميلية ، ثم يليه شهر ماي في محطات فورشي ،التلاغمة و تجنانت و شهر جانفي في محطتي بني فضة و بومالك.**
- **بالنسبة للأشهر الأقل مطرا فيعتبر شهر جويلية من الأشهر الأقل مطرا في معظم المحطات**
- **فيما يتعلق بمعامل الاختلاف فإن الأشهر الأقل تغيرا فتختلف من محطة إلى أخرى فشهر مارس يخص محطات فورشي تلاغمة و عين الباي ، شهر أفريل في محطات عين الفكرون تجنانت و بني فضة شهر فيفري في محطتي بومالك وواد مسعودة و أخيرا شهر جانفي في محطة الميلية**
- **أما فيما يخص الأكثر تغيرا فإنها لوحظت في أشهر الصيف بين شهري جويلية و أوت في جميع محطات الدراسة .**

و بالتالي فهناك توافق بين الأشهر الأقل مطرا مع الأشهر الأكثر تغيرا في حين الأشهر الأوفر مطرا ليست بالأقل تغيرا.

2.2 تردد الأشهر ذات الكميات القصوى الشهرية السنوية:

الهدف من دراسة تردد الأشهر المسجلة لأكبر كمية أمطار شهرية هو ما إذا كانت تتوافق مع النظام الشهري من جهة والتعرف الأشهر التي تشهد سقوط أمطار بكميات كبيرة من جهة أخرى ، و النتائج مدونة في الجدول رقم (30) و الذي يبرز لنا التردد الكميات الشهرية القصوى حسب كل المحطة.

-محطة عين الفكرون:

الكميات القصوى للأمطار الشهرية لهذه المحطة تتراوح بين 38,5 ملم و 245,7 ملم بفارق يقدر بـ 207,2 ملم، الأشهر التي تتعرض أكثر لهذه الكميات القصوى هو ماي بنسبة 22,58% ثم يليه ديسمبر بنسبة 16,13% و بالتالي فهي تتوافق مع الأشهر الأوفر مطرا.

-محطة فورشي:

الكميات القصوى للأمطار الشهرية محصورة بين 33,2 ملم و 188,7 ملم بفارق يقدر بـ 155,5 ملم، الأشهر التي تتعرض أكثر لهذه الكميات القصوى هو ديسمبر بنسبة 19,35% ثم يليه سبتمبر بنسبة 16,13% و بالتالي فهناك توافق جزئي مع المعدل الشهري الذي رجح شهر ماي ثم يليه شهر سبتمبر.

-محطة تلاغمة:

الكميات القصوى للأمطار الشهرية لهذه المحطة محصورة بين 36 ملم و 216,4 ملم بفارق يقدر بـ 180,4 ملم، الأشهر التي تتعرض أكثر لهذه الكميات القصوى هو ماي بنسبة 19,35% ثم يليه ديسمبر بنسبة 16,13% و بالتالي فهناك تتوافق جزئي مع المعدل الشهري الذي رجح شهر ماي في المرتبة الأولى ثم يليه مباشرة شهر أفريل.

-محطة تجنانت:

ما يلاحظ على هذه المحطة أن الكميات القصوى للأمطار الشهرية محصورة بين 25,4 ملم و 131,2 ملم بفارق يقدر بـ 105,8 ملم، الأشهر الأكثر عرضة لهذه الكميات هو ديسمبر بنسبة 25,81% ثم يليه ماي بنسبة 22,58% و هذا ما يتوافق مع الترتيب المحصل عليه بالإعتماد على المعدل الشهري.

-محطة بني فضة:

الكميات القصوى للأمطار الشهرية لهذه المحطة محصورة بين 46 ملم و 175,9 ملم بفارق يقدر بـ 129,9 ملم، و يعتبر شهر جانفي من الأشهر أكثر عرضة لهذه الكميات بنسبة 22,58% ثم يليه مارس بنسبة 19,35% و هذا ما يتوافق مع الترتيب المحصل عليه بالإعتماد على المعدل الشهري.

-محطة بومالك:

تتراوح الكميات الشهرية القصوى للأمطار بين 50,1 ملم و 243,8 ملم بفارق يصل إلى 193,7 ملم، و يعتبر ديسمبر و جانفي من الأشهر أكثر عرضة لهذه الكميات بنسبة 25,81 % و هذا ما يتوافق مع نتائج المعدل الشهري.

-محطة عين الباي:

الكميات القصوى للأمطار الشهرية لهذه المحطة محصورة بين 48,4 ملم و 335,10 ملم بفارق يقدر بـ 286,7 ملم ، و يعتبر ديسمبر من الأشهر أكثر عرضة لهذه الكميات بنسبة 31,25% ثم يليه جانفي بنسبة 23,43% و هذا ما يتوافق كليا مع الترتيب المحصل عليه بالإعتماد على المعدل الشهري.

-محطة واد مسعودة:

تتراوح الكميات الشهرية القصوى للأمطار بين 183,5 ملم و 607,5 ملم بفارق يصل إلى 424 ملم ، الأشهر الأكثر عرضة لهذه الكميات هما شهرا ديسمبر و جانفي بسبة 29,03% و هذا ما يتوافق كليا مع الترتيب المحصل عليه بالإعتماد على المعدل الشهري.

-محطة الميلية:

تتراوح الكميات الشهرية القصوى للأمطار بين 101,6 ملم و 398,9 ملم بفارق يصل إلى 297,3 ملم ، الأشهر الأكثر عرضة لهذه الكميات هو ديسمبر بسبة 29,03% ثم يليه جانفي بنسبة 16,12% و هذا ما يتوافق كليا مع الترتيب المحصل عليه بالإعتماد على المعدل الشهري.

الجدول رقم (30) **تردد الأشهر الأوفرمطرا في حوض الكبير الرمال**

المحطات /الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
عين الفكرون	3,23	3,23	12,90	16,13	12,90	3,23	6,45	9,68	22,58	3,23	0,00	6,45
فورشي	16,13	3,23	9,68	19,35	9,68	0,00	9,68	6,45	12,90	6,45	0,00	6,45
تلاغمة	9,68	6,45	9,68	16,13	9,68	9,68	3,23	9,68	19,35	6,45	0,00	0,00
تجنانت	12,90	6,45	3,23	25,81	3,23	6,45	6,45	3,23	22,58	0,00	3,23	6,45
بني فضة	3,23	3,23	12,90	12,90	22,58	16,13	19,35	3,23	6,45	0,00	0,00	0,00
بومالك	3,23	0,00	9,68	25,81	25,81	12,90	6,45	12,90	3,23	0,00	0,00	0,00
عين الباي	1,56	1,56	12,50	31,25	23,44	15,63	3,13	6,25	4,69	0,00	0,00	0,00
واد مسعودة	0,00	9,68	9,68	29,03	29,03	6,45	6,45	6,45	3,23	0,00	0,00	0,00
الميلية	0,00	12,90	12,90	29,03	16,13	9,68	6,45	9,68	3,23	0,00	0,00	0,00

من خلال ما سبق نستخلص أنه من بين الأشهر الأكثر عرضة للكميات القصوى لأمطار في حوض الكبير الرمال هو شهر ديسمبر بما أنه يسود في محطات فورشي، بني فضة، بومالك ،عين الباي، واد مسعودة و الميلية ثم يليه شهر جانفي في محطتي تجنانت و واد مسعودة و أخيرا شهر ماي في محطتي عين الفكرون و التلاغمة و هذا ما يتوافق مع النظام الشهري .

و بالتالي نظام المطري بالصفة عامة في حوض الكبير الرمال يتوافق مع بداية الشتاء (شهر ديسمبر) و نهاية الربيع (شهر ماي) و بالتالي أي تهيئة خصوصا في الجانب الفلاحي لابد أن تأخذ هذين الشهرين بعين الاعتبار

3.2كميات الأمطار الشهرية القصوى و الدنيا و علاقتها بالتصنيف السنوي :

في معظم الأشهر و في معظم المحطات الكميات القصوى الشهرية تتناسب مع السنوات الوفيرة إلى شديدة الوفرة و الكميات الدنيا تتوافق مع سنوات العجز إلى شديدة العجز جدول رقم (31) اللهم بعض الاستثناءات كما لمسناها في الدراسة الفصلية للأمطار لكن هذا لا يؤدي بنا بالضرورة إلى أن نجزم بأن الكميات الشهرية القصوى أو الدنيا قد تساهم في تصنيف السنوي و بالتالي سنحاول أن نبحث عن العلاقة التي تربط الكميات الشهرية للأمطار بالمجموع السنوي .

1.3.2الارتباطات الشهرية و السنوية للأمطار:

إن العلاقة الارتباطية بين الشهر والسنة جدّ ضعيفة في معظم المحطات و في معظم الأشهر ما عدا في شهر واحد و هو شهر سبتمبر في محطتي عين الفكرون و فورشي أين معامل الارتباط يفوق 0.71 و بالتالي لا يمكن لشهر واحد مهما كانت كميته أن يساهم في التصنيف السنوي الجدول رقم(32)

2.3.2الارتباطات الشهرية والفصلية للأمطار:

بعدما رأينا أن الشهر واحد لا يمكن أن يساهم وحده في التصنيف السنوي هذا ما قادنا إلى البحث عن العلاقة الارتباطية بين الشهر و الفصل التابع له حتى نتعرّف عن الشهر أكثر مساهمة في كمية الأمطار الفصلية (معامل الارتباط يفوق 0.7) و النتائج مدوّنة في الجدول رقم (32) و الذي يبّين لنا ما يلي :

- الشهرين الأكثر مساهمة في الأمطار الخريفية هما:شهر سبتمبر في المحطات فورشي ،التلاغمة تجنانت و بني فضة و شهر نوفمبر في محطتي عين الفكرون و بومالك و عين الباي
- الشهرين الأكثر مساهمة في الأمطار الشتوية هما شهر ديسمبر في المحطاة عين الفكرون و شهر فيفري في محطة التلاغمة .
- الأشهر الأكثر مساهمة في الأمطار الربيعية هم شهر مارس في محطات عين الفكرون بني فضة و الميلية ،شهر أفريل في محطتي التلاغمة ، عين الباي و الميلية و أخيرا شهر ماي في محطات عين الفكرون ، التلاغمة تجنانت ، بومالك و عين الباي

و بالتالي اقوى الارتباطات الشهرية الفصلية متواجدة على مستوى أشهر الربيع و الأشهر الخريف أما الارنباطات أأشهر الشتاء ففي معظمها ضعيفة لأن إحتمال أن هذه الأشهر تساهم بالنسب متساوية في كميات الأمطار للفصل التابعة له .

جدول رقم 31

الكميات الاستثنائية لأمطار الشهرية في حوض الكبير الرمال

المحطات /	الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
عين الفكرون	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	26,5	24,82	30,25	45,35	36,77	28,5	36,59	30,82	43,82	17,55	8,46	15,75
	الكمية القصوى (ملم)	87,8	73,4	100,7	245,7	140,2	71,3	89,4	122,7	128,5	50,2	53,5	77
	النسبة %	331,3	295,7	332,9	541,8	381,3	250,2	244,3	398,1	293,2	286,0	632,4	488,9
	السنة	86/87	74/75	76/77	98/99	71/72	72/73	71/72	71/72	91/92	71/72	89/90	88/89
	الكمية الدنيا (ملم)	0,9	0	0	0	2	0	4,4	1,6	0,5	0	0	0
	النسبة %	3,40	0,00	0,00	0,00	5,44	0,00	12,03	5,19	1,14	0,00	0,00	0,00
	السنة	83/84	88/89-90/91	70/71	85/86-87/88	73/74	89/90	70/71	70/71	83/84	79/80-84/85	76/77-77/78,,,	78/79-80/81,,,
فورشي	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	38,35	29,4	26,19	37,45	32,5	30,9	35,76	34,94	39,77	19,23	6,13	16,12
	الكمية القصوى (ملم)	188,7	88,31	94	165,8	122	136	77,3	145,9	87	80,2	34	118,13
	النسبة %	492,0	300,4	358,9	442,7	375,4	440,1	216,2	417,6	218,8	417,1	554,6	732,8
	السنة	95/96	84/85	98/99	84/85	95/96	95/96	85/86	78/79	99/2000	75/76	95/96	83/84
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0,5	0	4,05	2	0	1,1	0,2	6	0	0	0
	النسبة %	0	1,70	0,00	10,81	6,15	0,00	3,08	0,57	15,09	0,00	0,00	0,00
	السنة	70/71-76/77-77/78,,,	2000/2001	70/71-84/85	77/78	82/83	76/77-89/90	84/85	84/85	96/97	70/71-74/75-84/85	72/73-73/74-74/75,,,	72/73-73/74-78/79
تلاغمة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	32,85	25,31	23,6	33,67	32,67	32,85	34,62	38,23	39,65	18,73	7,35	5,91
	الكمية القصوى (ملم)	112,8	124	148,5	130,6	110	216,4	85	139,3	147,7	89,5	35,4	28,1
	النسبة %	343,4	489,9	629,2	387,9	336,7	658,8	245,5	364,4	372,5	477,8	481,6	475,5
	السنة	72/73	94/95	90/91	84/85	94/95	95/96	72/73	78/79	81/82	94/95	91/92	72/73
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0
	النسبة %	0	0	0	0	0	0	0	0	4,035308953	0	0	0
	السنة	77/78-78/79-87/88	77/78-75/76	7071-72/73-84/85	77/78	73/74	89/90-90/2000	89/90	82/83	98/99	70/71-71/72-74/75	71/72-73/74-74/75	70/71-71/72-73/74-,,,
تجنانت	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	32,97	24,47	22,97	34,43	27,41	26,8	31,45	33,26	39,24	15,81	7,27	16,15
	الكمية القصوى (ملم)	96,9	82,8	81,7	115,8	94,2	67,8	86,1	101,7	131,2	54,8	46,3	66
	النسبة %	293,9	338,4	355,7	336,3	343,7	253,0	273,8	305,8	334,4	346,6	636,9	408,7
	السنة	98/99	84/85	77/78	88/89	83/84	83/84	85/86	78/79	76/77	75/76	91/92	72/73
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0	1,5	2	1,9	0	**7,3**	**6**	4,3	0	0	0
	النسبة %	0,0	0,0	6,5	5,8	6,9	0,0	23,2	18,0	11,0	0,0	0,0	0,0
	السنة	77/78	77/78	70/71	72/73	73/74	76/77-89/90	97/98	82/83	94/95	77/78-93/94-00/01	73/74-76/77-77/78	73/74
بني فضة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	29,45	28,92	32,47	46,87	53,59	42,9	47,09	38,3	37,33	16,49	5,5	7,5
	الكمية القصوى (ملم)	160	132,1	133,1	152,5	161	131,5	175,9	106,9	105,6	52,3	43,9	24,6
	النسبة %	543,3	456,8	409,9	325,4	300,4	306,5	373,5	279,1	282,9	317,2	798,2	328,0
	السنة	79/80	84/85	90/91	92/93	2000/2001	95/96	84/85	91/92	81/82	88/89	91/92	82/83
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0	0	0	0	0	6,9	10,7	0	0	0	0
	النسبة %	0	0	0	0	0	0	14,65279252	27,93733681	0	0	0	0
	السنة	78/79-93/84	71/72-75/76-77/78-80/81	70/71-71/72-73/74,,,	71/72	76/77	76/77-89/90	79/80	74/75	93/94	84/85-92/93-93/94	71/72-73/74-74/75,,,	71/72-73/74-76/77,,,

المحطات /	الأشهر	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
بومالك	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	33,7	36,9	47,6	63,7	69,22	56,8	57,76	49,6	43,49	15,4	4,49	14,3
	الكمية القصوى (ملم)	110,8	118,8	153,2	243,8	196,6	149,9	203,1	176,3	120,9	71,6	30,1	55,4
	النسبة %	328,78	321,95	321,85	382,73	284,02	263,91	351,63	355,44	277,99	464,94	670,38	387,41
	السنة	79/80	84/85	98/99	84/85	71/72	74/75	84/85	78/79	75/76	94/95	87/88	80/81
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0	0	2,4	5,2	0	7,4	7,4	0	0	0	0
	النسبة %	0	0	0	3,77	7,51	0,00	12,81	14,92	0	0	0	0
	السنة	78/79-88/89	88/89-90/91	70/71-72/73	77/78	90/91	89/90	93/94	82/83	89/90	76/77-77/78-86/87-88/89	74/75-76/77-77/78	78/79-79/80-81/82,,,
عين الباي	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	33	39,10	51,15	77,42	66,93	56,13	51,15	52,08	41,96	21,71	6,12	11,82
	الكمية القصوى (ملم)	125,4	158,6	142,2	335,1	216,1	181	157,4	191,8	125	99,6	48,7	90,2
	النسبة %	380,00	405,63	278,03	432,83	322,88	322,49	307,69	368,26	297,89	458,85	796,32	763,19
	السنة	41/42	57/58	67/68	84/85	94/95	95/96	84/85	78/79	75/76	58/59	62/63-75/76	38/39
	الكمية الدنيا	0,1	0	1,2	5	9,4	0	1,6	1,3	0,4	0	0	0
	النسبة %	0,30	0,00	2,35	6,46	14,04	0,00	3,13	2,50	0,95	0,00	0,00	0,00
	السنة	78/79	68/69	70/71	77/78	42/43	89/90	37/38	50/51	72/73	93/94-2000/2001	37/38-43/44-45/46,,,	42/43-48/49
واد مسعودة	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	55,787	141,79	156,55	219,7	187,37	152,74	157,07	132,99	71,146	15,88	4,11	9,87
	الكمية القصوى (ملم)	245,5	424,5	518,5	607,51	460,7	343,5	441,5	357	209,5	70	59,5	75
	النسبة %	440,07	299,39	331,20	276,52	245,88	224,89	281,08	268,44	294,46	440,81	1447,69	759,88
	السنة	73/74	84/85	98/99	84/85	71/72	95/96	84/85	78/79	97/98	95/96	75/76	97/98
	الكمية الدنيا (ملم)	0	4,1	1,5	25	27	0	0	15	2	0	0	0
	النسبة %	0,00	2,89	0,96	11,38	14,41	0,00	0,00	11,28	2,81	0,00	0,00	0,00
	السنة	90/91	80/81	88/89	77/78	82/83	89/90	93/94	82/83	88/89	79/80-86/87-93/94	71/72-73/74-74/75	70/71-73/74-77/78,,,
الميلية	المعدل الشهري للأمطار (ملم)	41,9	98,2	111	143	125	108	107	80,8	44,4	11,2	3,32	7,64
	الكمية القصوى (ملم)	184,12	316	319,7	398,9	307,6	283,9	309,9	341,2	122,3	42,7	43	63,7
	النسبة %	439,43	321,79	288,02	278,95	246,08	262,87	289,63	422,28	275,45	381,25	1295,18	833,77
	السنة	73/74	84/85	98/99	90/91	2000/2001	95/96	71/72	71/72	97/98	76/77	75/76	74/75
	الكمية الدنيا (ملم)	0	0,6	5,6	13,2	11,3	0	0	7,2	2,1	0	0	0
	النسبة %	0	0,61	5,05	9,23	9,04	0,00	0,00	8,91	4,73	0,00	0,00	0,00
	السنة	77/78-81/82-90/91-00/01	88/89	84/85	91/92	82/83	89/90	93/94	82/83	94/95	70/71-77/78-82/83,,,	76/77-77/78-78/79,,,	76/77-77/78-81/82,,,

جدول (32) **الإرتباطات الشهرية الفصلية و السنوية للأمطار**

	سبتمبر		أوكتوبر		نوفمبر		ديسمبر		جانفي		فيفري		مارس		أفريل		ماي	
	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي	فصلي	سنوي
عين الفكرون	0,6	**0,71**	0,66	0,38	**0,8**	0,4	**0,75**	0,35	0,57	0,59	0,48	0,51	**0,78**	0,56	0,64	0,55	**0,7**	0,31
فورشي	**0,85**	**0,74**	0,38	0,26	0,4	0,2	0,55	0,03	0,66	0,62	0,64	0,64	0,61	0,33	0,69	0,36	0,65	0,34
تلاغمة	**0,72**	0,62	0,59	0,43	0,5	0,4	0,58	0,26	0,61	0,56	**0,79**	0,68	0,57	0,66	**0,72**	0,51	**0,76**	0,47
تجنانت	**0,76**	0,43	0,48	0,38	0,5	0,2	0,67	0,25	0,41	0,13	0,57	0,27	0,51	0,56	0,62	0,27	**0,81**	0,54
بني فضة	**0,73**	0,23	0,53	0,21	0,5	0,2	0,54	0,18	0,69	0,45	0,45	0,32	**0,74**	0,5	0,55	0,21	0,67	0,58
بومالك	0,61	0,33	0,6	0,57	**0,8**	0,5	0,63	0,34	0,45	0,23	0,47	0,27	0,59	0,61	0,65	0,23	**0,77**	0,56
عين الباي	0,61	0,38	0,58	0,39	**0,7**	0,41	0,59	0,33	0,49	0,22	0,42	0,31	0,59	0,57	**0,7**	0,31	**0,71**	0,34
واد مسعودة	0,41	0,36	0,63	0,48	0,6	0,01	0,63	0,37	0,54	0,34	0,54	0,38	0,59	0,57	0,52	0,09	0,28	0,12
الميلية	0,54	0,31	0,53	0,41	0,51	0,1	0,65	0,24	0,61	0,45	0,55	0,46	**0,77**	0,58	**0,77**	0,5	0,47	0,39

من خلال دراسة نظام الأمطار في حوض الكبير الرمال يتبين لنا ما يلي :

فيما يتعلق بالدراسة النظام الفصلي لأمطار :

- سيطرة الأمطار الشتوية في الجزء الشمالي للحوض والأمطار الربيعية في الجزء الجنوبي منه .
- أن الأمطار الشتوية الربيعية الخريفية (ش رخ) هي التركيبة السائدة في حوض الكبير الرمال بالنسبة تفوق 32 % بالاعتبار أن المحطات السائدة بها موزعة على كامل الحوض وهو ما يتوافق مع نتائج المعدل الفصلي للأمطار
- يعتبر فصل الربيع من الفصول الأكثر مساهمة في المجموع السنوي للأمطار في حوض الكبير الرمال

فيما يتعلق بالدراسة النظام الشهري للأمطار :

- فيما يخص أشهر الأوفر مطرا فيعتبر ديسمبر الشهر الملاحظ به أكبر المعدلات الشهرية في معظم المحطات كما أنه الأكثر عرضة للكميات القصوى لأمطار في حوض الكبير الرمال و قد لوحظت أقوى الارتباطات الشهرية و الفصلية على مستوى أشهر الربيع .

الـفـصل الـثـالـث

الجـفـــاف:

من خصائص مناخ البحر الأبيض المتوسط هو الجفاف المناخي (Sécheresse climatique) و الذي يترجم بقلة الأمطار سواء على المستوى الشهري ، الفصلي أو السنوي و دراستنا لظاهرة الجفاف ستكون على أساس الكميات السنوية للأمطار من خلال تحديد عتبات الجفاف(seuil de la sécheresse) .

1.الجفـاف:

بما أن عدد سنوات قليلة المطر كانت أكبر من سنوات كثيرة المطر و انعكاساتها قد تكون متعددة وعلى المدى الطويل فقد ارتأينا أن ندرس ظاهرة الجفاف على مستوى حوض الكبير الرمال محاولة منا للمساهمة بالتعريف بها .

ونظرا لصعوبة فهم الظاهرة فقد أعطيت عدة مفاهيم للجفاف الطبيعي و السنوات الجافة و من أهمها:

-عرّف الجفاف أنه عدم سقوط الأمطار لفترة متواصلة (نستثني من ذلك أشهر الصيف) أو سقوطه بالصفة غير كافية، كما أعتبر يوم جاف ليس فقط الذي لا تسقط به الأمطار ،إنما متوسط الرطوبة النسبية به يساوي أو أقل من 40 %

- كما عرف الجفاف عن طريق مؤشر قوسن و بانيولس(1952) و الذي من خلاله يمكن تحديد الفترة الجافة أين يكون $p \leq 2t$ ، و حاليا أعتبر $p < 4t$ ل P.Birot كمؤشر لظهور الجفاف الجوي

- و يعرف أيضا بأنه عجز على مستوى كميات الأمطار المتساقطة ،و تحديد السنوات الجافة هو على أساس قيمة مرجعية ألا وهي المعدل السنوي لفترة عادية (30سنة) و الذي من خلاله يمكن أن نصنف سنة ما بأنها جافة إذا كان مجموع التساقط بها أقل من المعدل السنوي .

- كما عرف(R.lambert 1990) من خلال دراسته للظاهرة الجفاف في الحوض (la garonne) بأنه تداخل لحالات الجفاف التي حددت بخمس حالات وهي :

1. جفاف جوي و الذي يترجم بالحصيلة المائية حيث $P-E<0$
2. جفاف بيدولوجي حيث مخزون الماء يقارب 0 ما يؤدي إلى نقطة الذبول و توقف الحياة النباتية .
3. جفاف جوفي و يتعلق الأمر بالتفريغ على مستوى الأصمطة المائية الحرة يؤول إلى الصفر إضافة إلى جفاف الينابيع .
4. جفاف هيدرولوجي و يتعلق الأمر بالصبيب الأودية الذي يؤول إلى الصفر
5. الجفاف الهيدروليكي و يتعلق الأمر هنا بمستوى المخزون المائي النافع لسدود الذي يتناقص حتى يصل إلى الصفر.

أما فيما يخص دراستنا للجفاف على مستوى حوض الكبير الرمال ، ستكون بالاعتماد على المجموع السنوي للأمطار و هذا بالتحديد عتبة و التي من خلالها يمكن تصنيف سنة ما بأنها سنة جافة Année Sèche

1.1عتبة الجفاف السنوية le seuil de la sècheresse :

و هو الحد أو العتبة و التي من خلالها يمكن تصنيف السنة بأنها سنة جافة و قد اعتمدنا في ذلك عل التصنيف السابق جدول رقم (20)بحيث اعتبرنا الخميس الأول (خ$_1$) le premier quintile كحد للسنوات الجافة و الذي من خلاله يمكن تحديد العجز المتوسط و هذا بالاعتماد على مؤشر إحصائي ألا و هو الانحراف عن المتوسط l'écart à la moyenne و الذي يعطى وفق المعدلة التالية :

$$Em_{\%} = \left(\frac{Pi - \overline{P}}{\overline{P}} \right) * 100$$

حيث :

Pi : مجموع التساقط لسنة معينة

$\overline{P}$: المعدل السنوي

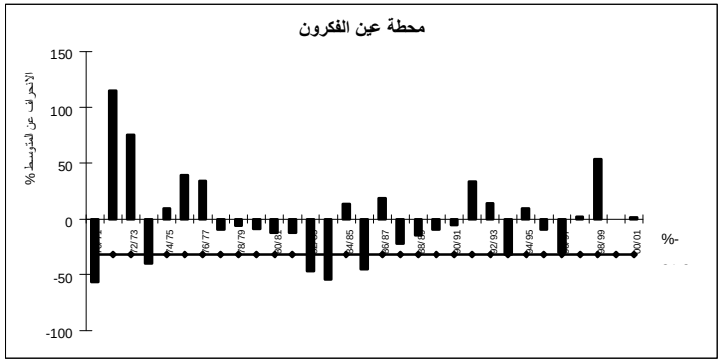
و من إيجابيات هذا المؤشر الإحصائي أنه يبرز لنا مفهوم الجفاف في محطة معينة و في نطاق جغرافي معين الجدول رقم (33) يوضح لنا عتبات الجفاف حسب كل محطة و من خلاله يتبين لنا ما يلي :

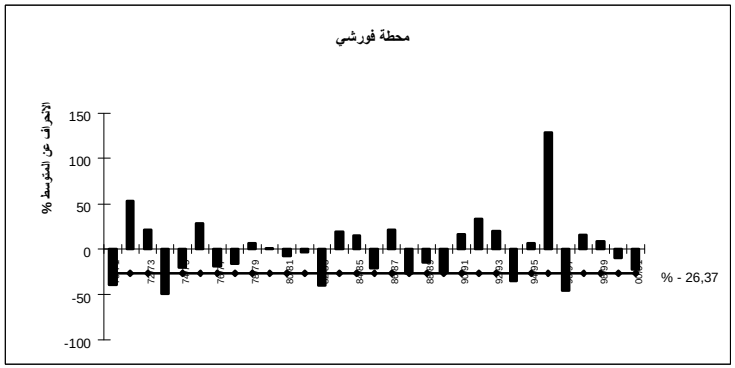
جدول رقم (33) عتبة الجفاف السنوي حسب كل محطة

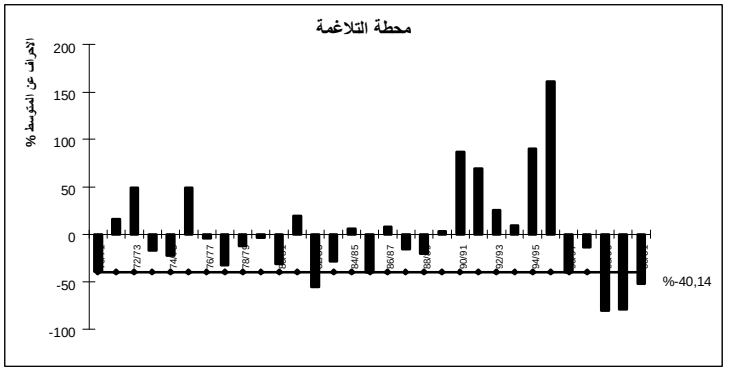
المحطات	المعدل السنوي (ملم)	عتبة الجفاف السنوية (ملم)	الانحراف عن المتوسط%
عين الفكرون	**345.24**	**234.99**	**-31.88**
فورشي	**346.74**	**255.3**	**-26.37**
تلاغمة	**325.44**	**194.8**	**-40.14**
تجنانت	**312.29**	**231.4**	**-25.90**
بني فضة	**386.55**	**265.49**	**-31.32**
بومالك	**492.9**	**374.1**	**-24.10**
عين الباي	**508.5**	**375.8**	**-26.10**
واد مسعودة	**1305**	**1049**	**-19.62**
الميلية	**880.7**	**735.8**	**-16.45**

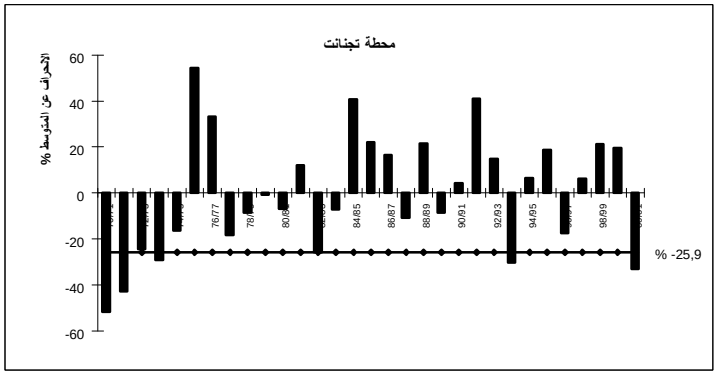
و من خلال الشكل رقم (18) يتضح لنا ما يلي:

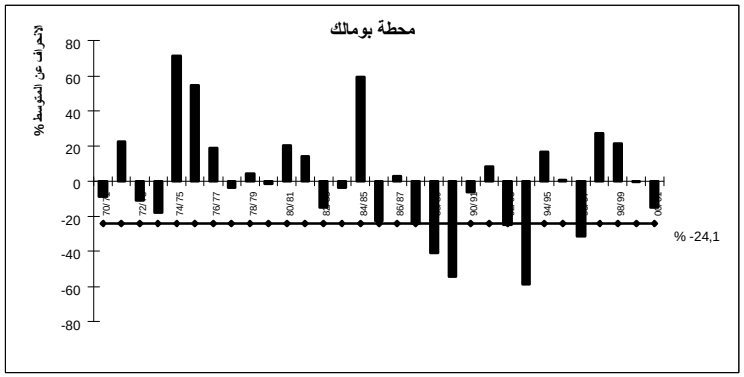
الشكل رقم (18) عتبات الجفاف في محطات حوض الكبير الرمال

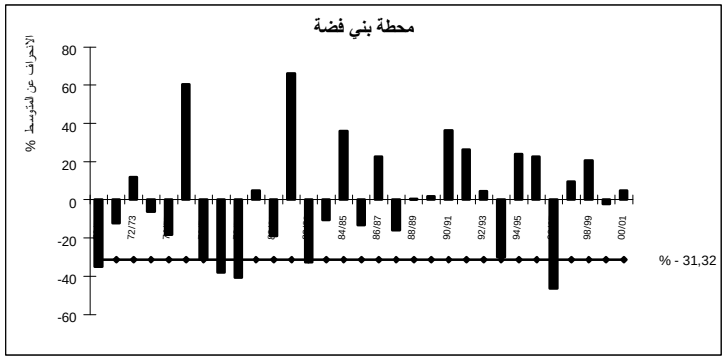


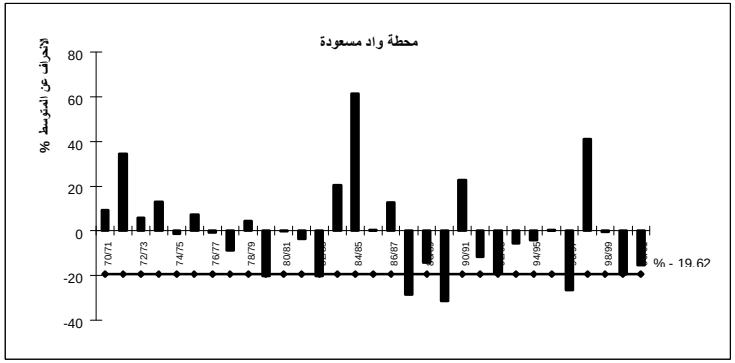


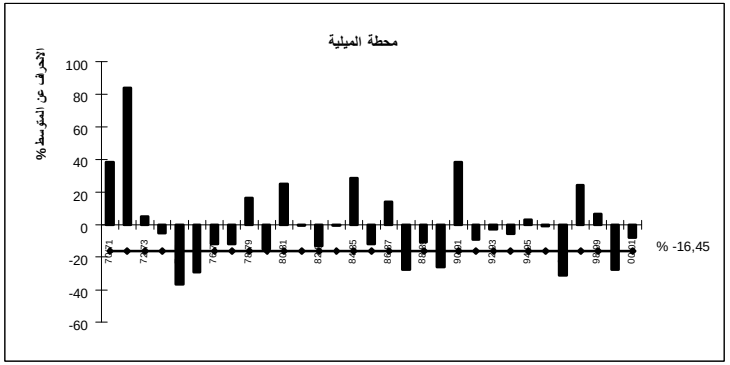


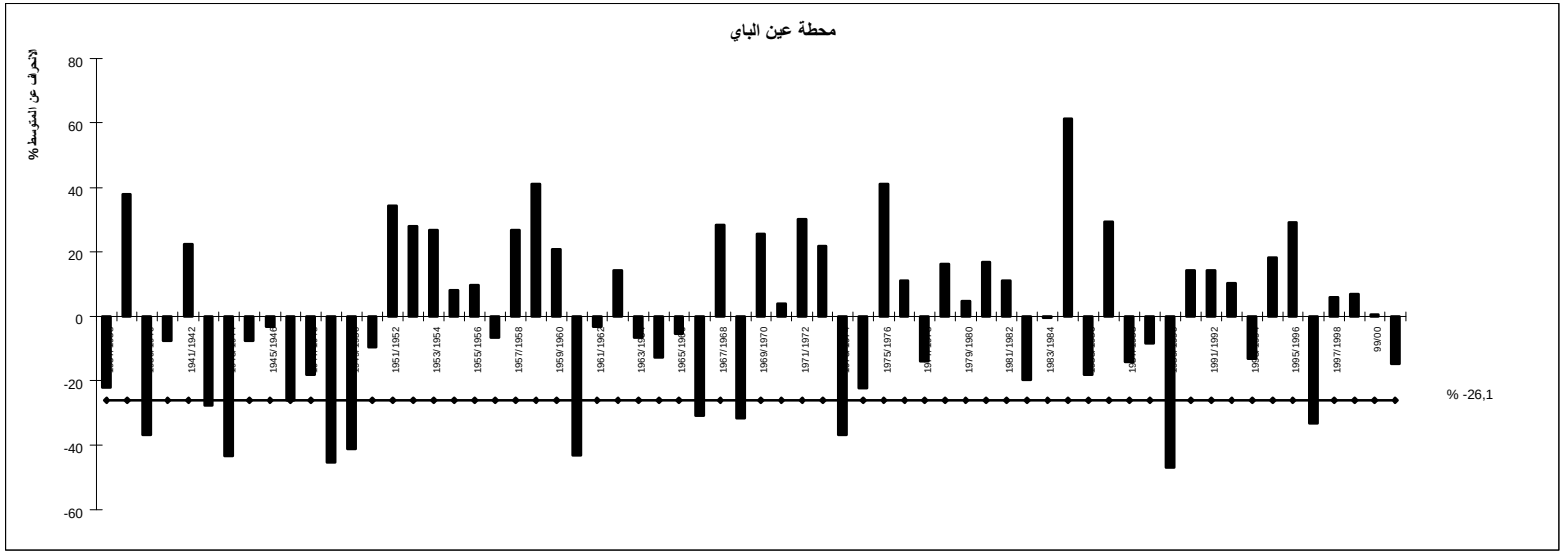



محطة بومالك
الانحراف عن المتوسط %
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
70/71
72/73
74/75
76/77
78/79
80/81
84/85
86/87
90/91
94/95
98/99
% -24,1


محطة بني فضة
الانحراف عن المتوسط %
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
72/73
84/85
86/87
88/89
90/91
92/93
94/95
98/99
00/01
% - 31,32


محطة واد مسعودة
الانحراف عن المتوسط %
80
60
40
20
0
-20
-40
70/71
72/73
74/75
76/77
78/79
80/81
84/85
86/87
90/91
94/95
98/99
% - 19,62


محطة الميلية
الانحراف عن المتوسط %
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
% -16,45


محطة عين الباي
الانحراف عن المتوسط %
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
1941/1942
1945/1946
1951/1952
1953/1954
1955/1956
1957/1958
1959/1960
1961/1962
1967/1968
1969/1970
1971/1972
1975/1976
1979/1980
1981/1982
1983/1984
1991/1992
1995/1996
1997/1998
99/00
% -26,1

محطة عين الفكرون :

عندما يصل الانحراف عن المتوسط إلى 31.88 - % في سنة معينة، أي أن كمية الأمطار السنوية تقل عن المعدل السنوي ب 110.2 - ملم نعتبرها سنة جافة.

محطة فورشي :

عتبة الجفاف السنوية في هذه المحطة وصلت إلى 26.37 - % و التي تقل عن المعدل السنوي ب 91.4- ملم .

محطة التلاغمة :

سجلت أكبر عتبة جفاف في محطة التلاغمة بالانحراف وصل إلى40.14 - % و التي تقل عن المعدل السنوي ب 130.6- ملم

محطة تجنانت :

عتبة الجفاف السنوية في هذه المحطة تصل إلى 25.90 - % و التي تقل عن المعدل السنوي ب 80.89- ملم .

محطة بني فضة :

عتبة العجز السنوية على مستوى هذه المحطة وصلت إلى 31.32 - % أي أنه عندما تقل كمية الأمطار السنوية ب 121.06- ملم عن المعدل السنوي نعتبر السنة جافة .

محطة بومالك :

عتبة الجفاف السنوية في محطة بومالك وصلت إلى 24.10- % و التي تقل عن المعدل السنوي ب 118.8- ملم.

محطة عين الباي :

عتبة العجز السنوية في محطة عين الباي وصلت إلى 26.10 - % أي أنه عندما تقل مجموع كمية الأمطار السنوية عن المعدل السنوي ب 132.73-ملم نعتبر السنة جافة

محطة واد مسعودة :

حددت عتبة الجفاف السنوية في محطة واد مسعود ة 19.62 - % والتي تقل عن المعدل السنوي ب 256- ملم .

محطة الميلية :

أضعف عتبة جفاف سجلت في محطة الميلية بالنسبة 16.45- % و التي تقل عن المعدل السنوي ب 144.9- ملم .

من خلال ما سبق نستخلص ما يلي :

- **أن عتبة الجفاف السنوية في حوض الكبير الرمال تنحصر بين 16.45 - % و 40.14- % أضعفها تخص محطة الميلية و أكبرها تخص محطة التلاغمة .**
- **عتبات الجفاف السنوية في المحطات الواقعة جنوب الحوض أكبر منها في المحطات الواقعة شمال الحوض و سبب في ذلك أن في الشمال الأمطار أكثر انتظاما من الجنوب و هذا ما لمسناه عند دراستنا لتغيرات المجالية للأمطار بحيث وجدنا أن المحطتين الواقعتين شمال الحوض معامل الاختلاف أقل 0.24 أما في الجنوب فمعظم المحطات معامل الاختلاف فيهم يتعدى 0.30 .**

و من خلال دراستنا لتغيرات الأمطار في حوض الكبير الرمال نستخلص ما يلي :

- **أن كميات الأمطار تتناقص و تصبح أقل انتظاما كلما اتجهنا جنوب الحوض و عكس كلما اتجهنا الى شماله و هذا راجع لعوامل طبوغرافية و جغرافية .**
- **التتابع الزمني لسنوات قليلة المطر هو ذو نظام ثنائي إلى خماسي أما فيما يخص السنوات كثيرة المطر فهو ذو نظام ثنائي إلى سباعي ، كما أنه يمكن أن يتعرض كامل الحوض في سنة من السنوات إلى وفرة أو عجز .**
- **نظام المطري بالصفة عامة في حوض الكبير الرمال يتوافق مع بداية الشتاء (شهر ديسمبر) و نهاية الربيع (شهر ماي) و بالتالي أي تهيئة خصوصا في الجانب الفلاحي لابد أن تأخذ هذين الشهرين بعين الاعتبار .**

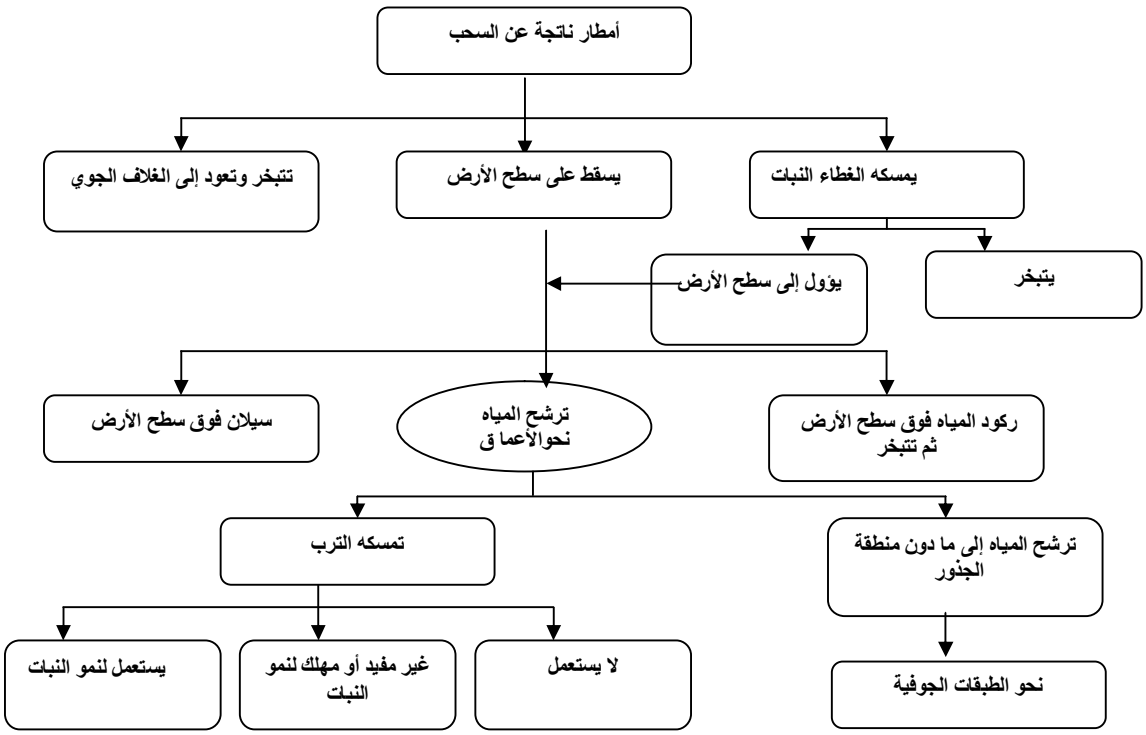
- **إن عتبة الجفاف السنوية في حوض الكبير الرمال تنحصر بين 16.45 - % و 40.14- % عتبات الجفاف السنوية في المحطات الواقعة جنوب الحوض أكبر منها في المحطات الواقعة شمال الحوض و سبب في ذلك أن في الشمال الأمطار أكثر انتظاما من الجنوب**

الجزء الثالث

الانعكاسات التغيرات المناخية على موارد المائية (السطحية و الجوفية):

يعتبر التساقط المصدر الرئيسي لتغذية المجاري المائية و الطبقات الجوفية و أن مساره إليها قد يكون مباشرة أو غير مباشرة تبعا لخصائص سطح الأرض ،فمياه الأمطار قبل أن تصل إلى سطح الأرض يتبخر جزء منها و يعود إلى الغلاف الجوي و جزء أخر يمسكه الغطاء النباتي عن طريق الأوراق و التي يتبخر جزء منها و الجزء الأخر يؤول إلى سطح الأرض، و فيما يخص القسم الذي يسقط مباشرة على سطح الأرض فقد ينقسم إلى ثلاث أجزاء ، جزء يترشح و جزء يسيل و الجزء الأخير الذي يصبح راكدا (eau stagnante) يتبخر أو يترشح ،والشكل رقم(19) يوضح ذلك :

الشكل رقم (19) **مســـــار ميـــاه الأمطـــــار (Dastane1977)**



و المياه المتساقطة على الأرض والتي تؤول إلى المجاري المائية و الطبقات الجوفية هي التي ستكون محل تحليل من خلال التعرف على نظام الجريان فيها و مدى تأثرها بالتغيرات المناخية و انعكاسات ذلك على مستعملي المياه .

الـــفـــصل ا لأو ل

انـعكاسـات التـغيـرات المنـاخيـة عـلى الـجـريـان الـسـطـحـي

سنتعرض في هذا الفصل إلى الجريان و تغيراته في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية من خلال دراسة تغيراته السنوية ، الفصلية و الشهرية إضافة إلى الصبيبات الحدية السنوية .كما أننا سنتعرف على مدى تدخل الأمطار في هذه التغيرات و هل هي المتسبب الرئيسي في هذه التغيرات أم هنالك عوامل أخرى .

1.الجريان السطحي و تغيراته :

إن الجريان السطحي و تغيراته مرتبط بالظروف المناخية و مدى استجابة الأحواض التجميعية لهذه الظروف و نعني بذلك الخصائص الفيزيوغرافية من ليثولوجية ،غطاء نباتي طبوغرافية ،إضافة إلى التدخلات البشرية . و لتعرف على مدى تأثر الجريان السطحي بهذه الظروف (العوامل المناخية) سنقوم بدراسة :

- التغيرات السنوية للجريان السطحي بجميع مستوياته المتوسطة ، القصوى و الدنيا .
- نظام الجريان الشهري و الفصلي و تغيراته

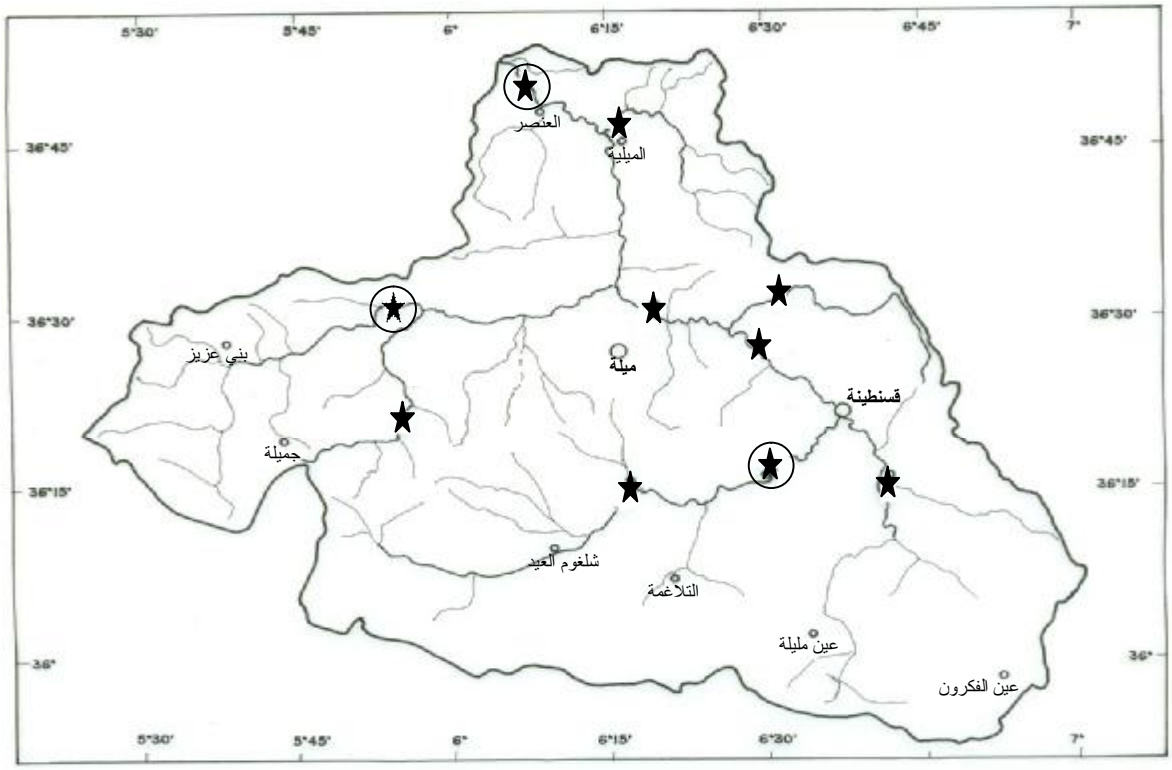
1.1تجهيز حوض الكبير الرمال :

حوض الكبير الرمال مجهز ب10 محطات هيدرومترية الخريطة رقم (09) موزعة كما يلي : الحوض الأعلى بثلاث محطات(واد العثمانية ،عين سمارة و الخروب) ،الحوض الأوسط مجهز بخمس محطات(كدية تندرت ،تسعدان ، بوشديرة ،قرارم والخنق) والحوض الأدنى بمحطتين (بوسيابة و العنصر).

و بالرغم من هذا العدد إلا أنه على مستوى بعض المحطات الهيدرومترية نجد ثغرات خاصة في السنوات التي شهدت أحجام استثنائية و التي يصعب ملأ ثغراتها و مجانستها ، وتوقف بعضها الأخر .و بالتالي سنعتمد في الدراسة الهيدرولوجية لحوض وادي الكبير الرمال على ثلاث محطات هيدرومترية ،تتوفر على أطول فترة قياس مشتركة (21 سنة) من سنة 1974/1973 إلى غاية 1994/1993 :

- محطة عين السمارة على واد الرمال والتي تراقب مساحة تقارب 2197 كلم ^{2}
- محطة تسعدان على واد الكبير الأعلى و التي تراقب مساحة تقارب 936 كلم ^{2}
- محطة العنصر على واد الكبير الأدنى والتي تراقب مساحة تقدر ب 8710 كلم ^{2}

خريطة رقم : 09 **وادي الكبير الرمال – المحطات الهيدرومترية**



محطات مدروسة

محطات غير مدروسة

المصدر : الوكالة الوطنية للموارد المائية لشرق الجزائري

2.1تغيرات السنوية الجريان السطحي :

دراسة التغيرات السنوية تمكننا من معرفة التذبذبات التي يشهدها الجريان السنوي بمستوياته المتوسطة، القصوى و الدنيا و مدى توافق الزمني لهذه التغيرات في كامل الحوض .

2.1. 1تغيرات السنوية للصبيبات المتوسطة:

لمعرفة التغيرات الزمنية لصبيبات المتوسطة سنرتكز على عدة مؤشرات هيدرولوجية و التي تسمح لنا بإبراز مدى انتظام أو عدم انتظام الجريان السطحي وأهم المؤشرات المستعملة لذلك :

- متوسط الصبيب الخام le débit moyen brut
- المعامل الهيدروليسي le cœfficient d'hydraulicité
- مؤشر التوازن indice de pondération

و النتائج مدونة في الجدول رقم (34) و من خلاله يتضح لنا ما يلي :

1.1.2.1 متوسط صبيب الخام و تغيراته :

تشهد المتوسطات السنوية لصبيب الخام عند المحطات الثلاث التغيرات الكبيرة في قيم الصبيب السنوي لواد الكبير الرمال الشكل رقم (20):

عند محطة عين السمارة الهيدرومترية:

وصل معدل الصبيب الخام في وادي الرمال عند المحطة عين السمارة إلى 1.26م^3/ثا بصفيحة جريان 18.07 ملم و صبيب نوعي قدر ب 0.57 ل/ثا/ كلم^2 .

الفارق المسجل بين أكبر صبيب سنوي و أدناه وصل إلى 4.78 م^3/ثا بصفيحة جريان 68.30 ملم السنتين اللتين شهدتا هاتين القيمتين الاستثنائيتين هما :سنة 84/83 بصبيب خام وصل إلى 5.08 م^3/ثا و صبيب نوعي 2.3 ل/ثا/كلم^2 و قد تجاوز المتوسط بأربع مرات ،في حين سجلت سنة 88/87 أدنى متوسط للصبيب الخام الذي وصل إلى 0.3 م^3/ثا و صبيب نوعي 0.13 ل/ثا/كلم^2 أقل من المعدل السنوي تقريبا بأربع مرات

عند محطة تسعدان الهيدرومترية :

بلغ معدل الصبيب الخام في وادي الكبير الأعلى عند المحطة تسعدان حوالي 3.3م^3/ثا بصفيحة جريان 111.23ملم و صبيب نوعي قدر ب 3.52ل/ثا/ كلم^2 .

الفارق المسجل بين أكبر صبيب سنوي و أدناه وصل إلى 8.94 م^3/ثا بصفيحة جريان301.37 ملم السنتين اللتين شهدتا هاتين القيمتين الاستثنائيتين هما :سنة85/84 بصبيب خام وصل إلى 9.66م^3/ثا و صبيب نوعي 10.32ل/ثا/كلم^2 و قد تجاوز المتوسط بثلاث مرات ،في حين شهدت سنة 90/89أدنى متوسط و الذي وصل إلى 0.72 م^3/ثا و صبيب نوعي 0.77 ل/ثا/كلم^2 أقل من المعدل السنوي تقريبا بأربع مرات .

عند محطة العنصر الهيدرومترية :

وصل معدل الصبيب الخام في وادي الكبير الأدنى عند ه المحطة العنصر إلى20.96م^3/ثا بصفيحة جريان 75.88ملم و صبيب نوعي قدر ب2.40 ل/ثا/ كلم^2 .

الفارق المسجل بين القيم القصوى و الدنيا السنوية وصل إلى 33.13 م^3/ثا بصفيحة جريان119.91ملم و السنتين اللتين شهدتا هاتين القيمتين الاستثنائيتين هما :سنة85/84 بصبيب خام وصل إلى 41.44م^3/ثا و صبيب نوعي 4.75ل/ثا/كلم^2 و قد تجاوز المتوسط بمرتين ،في حين شهدت سنة 90/89أدنى متوسط و الذي وصل إلى 8.31 م^3/ثا و صبيب نوعي 0.95 ل/ثا/كلم^2 أقل من المعدل السنوي تقريبا بثلاث مرات .

من خلال دراستنا لصبيب الخام وتغيراته يتبين لنا ما يلي :

-أن متوسط الصبيب الخام يتزايد كلما اتجهنا إلى المنفذ بحيث الحوض التجميعي المراقب من طرف محطة عين سمارة وصل إلى 1.26 م^3/ثا و عند محطة تسعدان وصل إلى 3.3 م^3/ثا و عند محطة العنصر وصل متوسط الصبيب الخام إلى 20.96 م^3/ثا.

-كما أن عدد السنوات التي تتجاوز المتوسط تتزايد كلما اتجهنا إلى الشمال بحيث عند محطة عين سمارة وصلت عدد السنوات إلى 6 ،في محطة تسعدان إلى 7 و في محطة العنصر وصلت إلى 10 سنوات .

-نسبة الصبيب السنوي الأقصى إلى الصبيب السنوي الأدنى تتناقص كلما إتجهنا إلى المنفذ بحيث عند محطة عين سمارة نجد 14 ، محطة تسعدان 13 و عند محطة العنصر 5 أي أنه كلما اتجهنا إلى المنفذ كلما أصبح الجريان السنوي أكثر الانتظام و هذا ما يثبته معامل الاختلاف حيث عند محطة عين سمارة 1.03 ،تسعدان 0.59 و عند محطة العنصر 0.43

جدول رقم 34 **التغيرات السنوية لصبيب الخام المتوسط في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية**

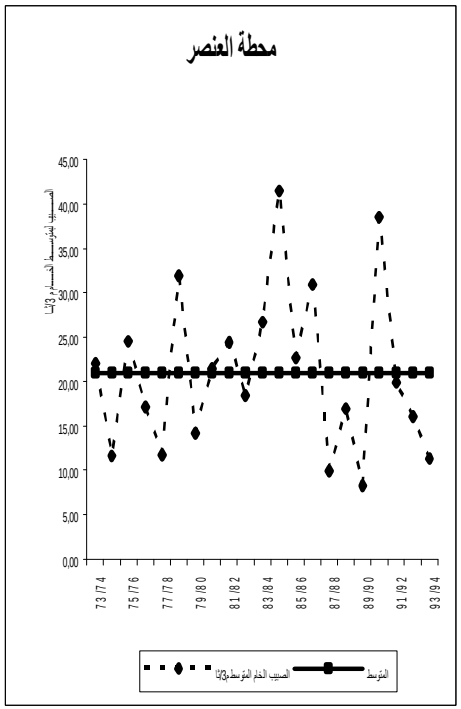
للفترة 94/93-74/73

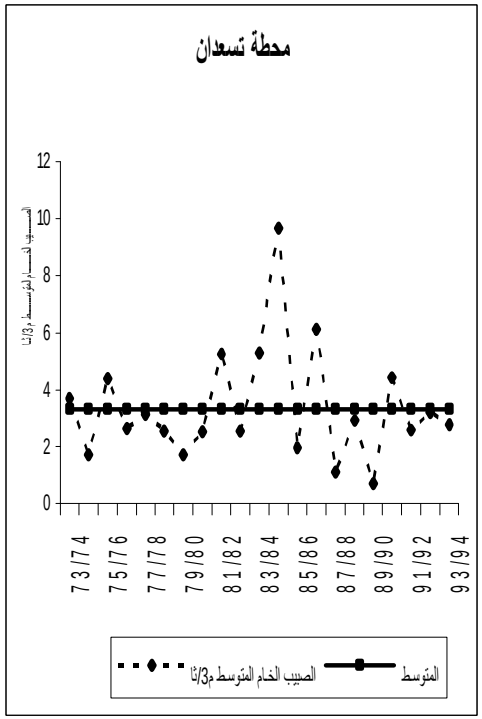
المحطات / السنوات		73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	متوسط الفترة
وادي الرمال عند	الصبيب الخام المتوسط م3/ثا	0,88	0,35	1,27	1,10	0,55	0,78	0,64	1,27	1,62	1,02	**5,08**	4,89	0,62	1,73	**0,30**	0,94	0,35	1,06	0,57	0,94	0,47	**1,26**
محطة عين سمارة	الصبيب النوعي ل/ثا /كلم2	0,4	0,16	0,58	0,5	0,25	0,35	0,29	0,58	0,73	0,46	**2,3**	2,2	0,28	0,78	**0,13**	0,42	0,16	0,48	0,26	0,43	0,21	**0,57**
	معامل الهيدروليسي	0,70	0,28	1,01	0,87	0,44	0,62	0,51	1,00	1,28	0,81	**4,03**	3,88	0,49	1,37	**0,24**	0,74	0,28	0,84	0,45	0,75	0,37	1,00
	مؤشر التوازن	30,18	8,11	17,72	11,95	10,92	35,33	**406**	95,16	23,66	17,31	176,26	55,63	10,75	44,66	**4,43**	65,33	31,5	368	6,7	343	90,5	
وادي الكبير عند	الصبيب الخام المتوسط م3/ثا	3,69	1,71	4,38	2,63	3,14	2,53	1,73	2,50	5,25	2,56	5,29	**9,66**	1,96	6,09	1,10	2,91	**0,72**	4,42	2,58	3,18	2,77	**3,30**
محطة تسعدان	الصبيب النوعي ل/ثا /كلم2	3,94	1,8	4,68	2,81	3,35	2,7	1,85	2,67	5,61	2,73	5,65	**10,32**	2,09	6,5	1,17	3,11	**0,77**	4,72	2,75	3,39	2,96	**3,6**
	معامل الهيدروليسي	1,12	0,52	1,33	0,80	0,95	0,77	0,52	0,76	1,59	0,77	1,60	**2,93**	0,60	1,85	0,33	0,88	**0,22**	1,34	0,78	0,96	0,84	1,00
	مؤشر التوازن	26,72	25,56	47,97	45	56,7	38,38	36,77	22,65	55,25	149,33	216,73	108,65	16,1	62,48	**583**	68	**12,72**	45,11	205,25	131,87	158,8	
وادي الكبير الرمال	الصبيب الخام المتوسط م3/ثا	22,04	11,63	24,55	17,15	11,68	31,86	14,18	21,48	24,46	18,41	26,67	**41,44**	22,67	30,92	9,98	16,93	**8,31**	38,49	19,86	16,02	11,37	**20,96**
عند	الصبيب النوعي ل/ثا /كلم2	2,53	1,33	2,82	1,97	1,34	3,66	1,63	2,46	2,81	2,11	3,06	**4,75**	2,6	3,55	1,14	1,94	**0,95**	4,42	2,28	1,84	1,3	**2,4**
محطة العنصر	معامل الهيدروليسي	1,05	0,55	1,17	0,82	0,56	1,52	0,68	1,02	1,17	0,88	1,27	**1,98**	1,08	1,48	0,48	0,81	**0,40**	1,84	0,95	0,76	0,54	1,00
	مؤشر التوازن	25,97	40,65	42,55	25,37	21,32	51,87	75,15	59,7	47,93	76,18	161,57	**174,95**	24,12	33,2	76,86	44,05	**8,13**	42,25	111,8	119,87	87,16	

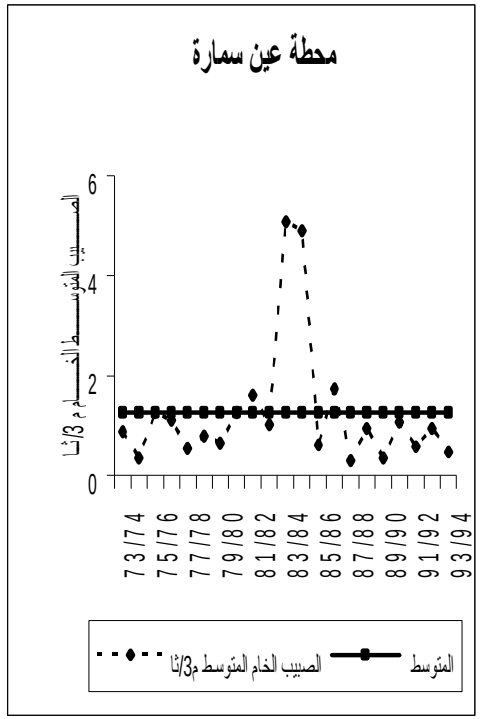
الشكل رقم (20)

تغيرات السنوية لصبيب الخام لوادي الكبير الرمال و روافده الرئيسية

للفترة 94/93-74/73







2.1 .2.1المعامل الهيدروليسي :

وهو من بين المؤشرات الأكثر استعمالا في ابراز انتظام أو عدم انتظام الجريان السطحي و يحسب وفق العلاقة التالية :

$$Ch = \frac{Q_{(m^3/s)}}{\overline{Q}_{(m^3/s)}}$$

حيث :

$Q_{(m^3/s)}$:الصبيب المتوسط الخام لسنة معين

$\overline{Q}_{(m^3/s)}$:الصبيب المتوسط الخام لفترة الدراسة

و على أساس قيم هذا المعامل تحدد ما إذا كانت السنة وفيرة الجريان أين Ch>1 أو قليلة الجريان عندما تكون قيمة Ch<1 ،كما أننا أدرجنا الجريان العادي لتمييز الفترات حيث يكون فيه المعامل الهيدروليسي محصور بين1 <Ch>0.7 و الذي يسمح لنا بالتصنيف أحسن للجريان السطحي، الشكل .(21)

عند محطة عين سمارة هيدرومترية :

ما يلاحظ على الحوض وادي الرمال المراقب من طرف هذه المحطة أن عدد السنوات الوفيرة من حيث الجريان وصلت إلى 6 في حين بلغ عددها 15 لسنوات القليلة الجريان، نميز 3 فترات مرّ بها الجريان في وادي الرمال :

-فترة عجز في الجريان و التي تمتد من سنة 74/73 إلى 80/79

-فترة وفرة في الجريان تمتد من سنة 81/80 إلى غاية 87/86

-و أخيرا فترة عجز أخرى تمتد من سنة 88/87 إلى غاية 94/93

مع الإشارة أن أثناء فترات العجز أو الوفرة يمكن أن يتخلل ذلك سنوات لا تتوافق مع تصنيف الفترة ، حيث لوحظ في فترة العجز الممتدة من سنة 74/73 إلى غاية 80/79 تتخللها سنة 76/75 أين وصلت قيمة المعامل الهيدروليسي إلى 1.01 و فترة 81/80 إلى غاية 87/86 تتخللها هي الأخرى سنة 86/85 أين وصلت قيمته إلى 0.49

عند محطة تسعدان الهيدرومترية :

شهد الحوض المراقب من طرف هذه المحطة 6 سنوات وفيرة من حيث الجريان و 14 سنة قليلة الجريان ،و نميز 4 فترات مرّ فيها الجريان:

-فترة عادية من حيث الجريان (أين المعامل الهيدروليسي يقارب 1) تمتد من سنة 74/73 إلى 81/80 و التي شهدت بعض السنوات معامل هيدروليسي بها يفوق بكثير 1 كما هو الحال في سنة 76/75 بقيمة 1.30أو أقل بكثير من 1 كما هو الحال في سنة 80/79 بقيمة 0.51

- فترة وفرة في الجريان تمتد من سنة 82/81إلى غاية 85/84

- فترة عجز في الجريان تمتد من سنة86/85 إلى غاية 90/89 و التي تتخللها سنة 87/86 بمعامل هيدروليسي وصل إلى 1.81

-فترة عادية أخرى و التي تمتد من سنة 91/90 إلى 94/93 و التي تتخللها سنة 91/90 بمعامل هيدروليسي بلغ 1.31

عند محطة العنصرالهيدرومترية :

شهد حوض الكبير الرمال عند محطة العنصر 10 سنوات وفيرة من حيث الجريان و 11 سنة قليلة الجريان ونميز 4 فترات مرّ فيها الجريان عند هذه محطة:

- فترة عادية الجريان (أين المعامل الهيدروليسي يقارب 1) تمتد من سنة 74/73 إلى 83/82 و التي شهدت بعض السنوات معامل هيدروليسي بها يفوق 1 كما هو الحال في سنة 76/75 ، 79/78 و 82/81 أو أقل بكثير من 1 كما هو الحال في سنة 75/74 بقيمة 0.55

- فترة وفيرة الجريان تمتد من سنة 84/83إلى غاية 87/86

- فترة عادية الجريان تمتد من سنة88/87 إلى غاية 94/93 و التي تتخللها سنة 91/90 بمعامل هيدروليسي وصل إلى 1.84 و سنوات 88/87 89 /90 94/93 معامل الهيدروليسي بهم يقل عن 0.5

المعامل الهيدروليسي في الثلاث محطات الهيدرمترية :

للإبراز مدى توافق في السنوات من حيث الجريان في الثلاث محطات أنجزنا المصفوفة و التي نعتمد من خلالها على قيم المعامل الهيدروليسي وفق ما يلي :

سنة عجز في الجريان Ch<0.7

سنة عادية الجريان0.7<Ch<1

سنة وفيرة الجريان1<Ch

و النتائج مدونة في الجدول رقم (35) و من خلاله يتبين لنا أن حوض الكبير الرمال وروافده شهد وفرة في الجريان في السنوات التالية : 76/75 ،82/81 ،84/83 ،85/84 و 87/86

وقد مرّ بالجريان عادي في السنوات 77/76 88/82،89/83 و 93/92 كما أنه تعرض لعجز في الجريان و هذا في سنوات 75/74 ،80/79 ،88/87 و 90/89

هذا التوافق الذي وصل إلى 13 سنة شهد فيها الحوض 5 سنوات وفرة 4 سنوات عادية و 4 سنوات عجز و نرجحه إلى عامل الأساسي و هو الأمطار و سنرى ذلك لاحقا، أما التوافق النسبي أو لا توافق فيعزى إلى عوامل أخرى تتدخل في الجريان .

2.1.. 3.1مؤشر التوازن :

لمعرفة مدى إنتظام و توازن الجريان في سنة من السنوات تم حساب مؤشر التوازن و الذي يقدر وفق العلاقة التالية : $Ip = \frac{Q_{(m^3/s)Max}}{Q_{(m^3/s)Min}}$ ، حيث :

$Q_{(m^3/s)Max}$: القيمة القصوى لصبيب المتوسط الشهري لسنة معينة

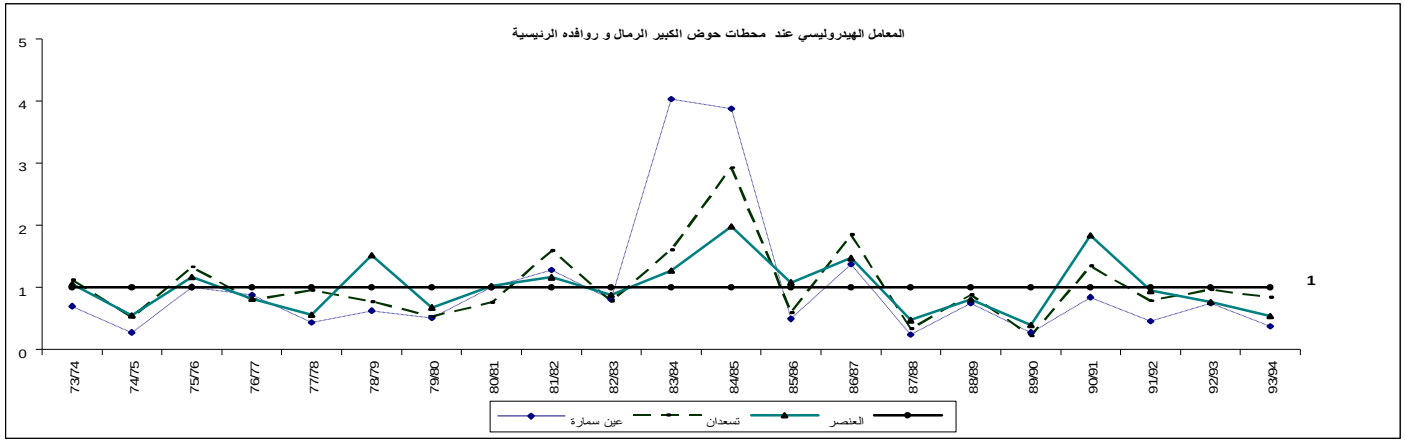
$Q_{(m^3/s)Min}$: القيمة الدنيا لصبيب المتوسط الشهري لنفس السنة

وقد اعتبرت قيم Ip التي تقارب 10 ،مؤشر على توازن سنة من السنوات و على هذا الأساس يتبين لنا من خلال الجدول رقم ( ) ما يلي :

أنه لوحظ توازن في الجريان في سنوات 75/74 ،77/76 ،78/77 ،86/85 88/87 عند محطة عين سمارة وفي سنة 90/89 عند محطتي تسعدان و العنصر

و بالتالي يمكن القول أن الجريان في حوض الكبير الرمال غير متوازن وغير منتظم نظرا للفارق الكبير بين القيم القصوى والدنيا للصبيب الشهري في معظم السنوات أما فيما يخص السنوات التي شهدت توازن في جريانها فقد لوحظ فيها عجز، بحيث وجد أن المعامل الهيدروليسي في هذه السنوات أقل من الواحد و أكبر عدد في السنوات التي شهدت توازن لوحظت في وادي الرمال عند محطة عين سمارة و التفسير الوحيد لذلك هو سيادة التكوينات الصخرية ذات النفاذية العالية (تكوينات الزمن الرابع).و التي تسمح بالانتظام و التوازن الجريان في فترة الشح هذا يؤدي بنا إلى القول بأن هناك الاحتمال وجود علاقة بين العجز و التوازن في الجريان في حوض وادي الرمال إن لم تتدخل العوامل البشرية .

الشكل رقم (21)


المعامل الهيدروليسي عند محطات حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية
5
4
3
2
1
0
1
73/74
74/75
75/76
76/77
77/78
78/79
79/80
80/81
81/82
82/83
83/84
84/85
85/86
86/87
87/88
88/89
89/90
90/91
91/92
92/93
93/94
عين سمارة
تسعدان
العنصر

جدول رقم 35 **تغيرات الجريان السطحي في حوض الكبير الرمـال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73**

المحطات / السنوات		73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
وادي الرمال	Ch<0.7																					
عند	0,7<Ch<1																					
محطة عين سمارة	Ch>1																					
وادي االكبير الأعلى	Ch<0.7																					
عند	0,7<Ch<1																					
محطة تسعدان	Ch>1																					
وادي الكبير الرمال	Ch<0.7																					
عند	0,7<Ch<1																					
محطة العنصر	Ch>1																					

Ch<0.7 **عجز في الجريان**

0,7<Ch<1 **جريان عادي**

Ch>1 **وفرة في الجريان**

2.1. 2الصبيبات الحدية السنوية :

إن القيم المتوسطات الصبيب و التي على أساسها نقوم بدراسة التغيرات السنوية، الفصلية والشهرية للجريان السطحي لا تكفي وحدها لأنها قد تقودنا في بعض الأحيان إلى الخطأ و بالتالي لابد من دراسة الأحجام الاستثنائية و نقصد بذلك الصبيبات القصوى و الدنيا لأنهما ظواهر حقيقية تعكس سلوك المجرى المائي الحقيقي .

2.1.1. 2. 1الصبيبات القصوى و الفيضان :

اختلف الكثير من المختصين في الهيدرولوجيا حول مفهوم الفيضان و قد أعطيت عدة تعار يف لها و التي من أهمها :

- عرف صبيب الفيضان بأنه يفوق الصبيب المتوسط السنوي من 3 إلى 5
- كما عرف بأنه انتفاخ استثنائي للهيدروغرام (J.loup) و لكن في بعض المناطق الشبه الجافة و الجافة الجريان لا يكون إلا على شكل فيضان و بالتالي لا يعتبر استثنائي (A.Nemouchi2001)
- كما عرّف على أنه كل زيادة طارئة بالتصريف المائي بحيث تؤدي بالمجرى الواد إلى أن يتجاوز حده المعتاد في السرير النهري أو يعلو على الضفاف ليفيض و يغمر الأجناب.

عوامل نشأة الفيضانات :

نشأة الفيضانات هي مرتبطة بتداخل عدة عوامل أساسية و التي تساهم في تغذية الجريان السطحي و التي من أهمها الظروف المناخية و نقصد بذلك التساقطات فجائية ذات شدة عالية أو وفيرة وممتدة في الزمن ، درجات الحرارة الضعيفة و بالتالي إمكانية التبخر النتح محدود، رطوبة التربة و نعني بذلك درجة تشبع الترب أثناء تعرضها لهذه الأمطار خصوصا أين يسود التركيب الصخرى ضعيف النفاذية وتغطية الضعيفة للغطاء النباتي إضافة إلى ذلك الخصائص المورفومترية للحوض (شكل الحوض،انحدار المجرى ،هيراركية شبكة التصريف) .

كما أدرج عامل أخر وهو الأصمطة المائية الحرة التي تحيط بمجرى الواد والتى تساهم هي الأخرى في زيادة حجم التصريف المائي لأنه أثبت أن هناك علاقة بين زيادة في الجريان السطحي أثناء الفيضانات و مساهمة الأصمطة الغرينية في هذه الزيادة .

التغيرات السنوية للصبيبات القصوى :

سنعتمد في دراسة التغيرات السنوية للصبيبات القصوى على متغيرتين هما : الصبيب اليومى الأقصى débit max journalier و الصبيب اللحضي الأقصى débit max instantanée لنبرز مدى التوافق الزمني بين هاتين المتغيرتين عند الثلاث محطات الهيدرومترية و المعطيات مدونة في جدول رقم (36) و من خلاله يتبين لنا أن الصبيبات القصوى سنوية تتغير من سنة إلى أخرى و من أعلى الحوض إلى أدناه بحيث :

عند محطة عين سمارة الصبيبات القصوى اليومية السنوية تراوحت بين 250.72 م^3/ثا و الذي يوافق ارتفاع 4.5 م و 4.12 م^3/ثا الذي يتناسب مع ارتفاع 1.3م أقصى صبيب لحظي عند هذه المحطة بلغ 410 م^3/ثا عند تاريخ 31 ديسمبر 1984 .

عند محطة تسعدان الصبيبات القصوى اليومية السنوية تراوحت بين152.44 م^3/ثا و الذي يوافق ارتفاع 3.22 م و 14.94 م^3/ثا الذي يتناسب مع ارتفاع 1.96م أقصى صبيب لحظي عند هذه المحطة بلغ 516 م^3/ثا عند تاريخ 20 ديسمبر 1980 .

أما عند محطة العنصر فالصبيبات القصوى اليومية السنوية تراوحت بين 1952.06 م^3/ثا و الذي يوافق ارتفاع 9 م و 152.56 م^3/ثا الذي يتناسب مع ارتفاع 2.16م أقصى صبيب لحظي عند هذه المحطة بلغ 2412 م^3/ثا عند تاريخ 30 ديسمبر 1984 .

و قد تزامنت الكميات القصوى اليومية في حوض الكبير الرمال في التواريخ التالية : فيفري 1975 ، أفريل 1979 ، فيفري 1984 ، مارس 1986،ديسمبر1989 ، و فيفري 94/93 و هذا التزامن بلا شك ، أسبابه الرئيسية مناخية و انعكاسات هذا التوافق الزمنى جد خطير خصوصا مساهمته الكبيرة في حدوث الفيضانات المعممة des crues généralisées.

أما بنسبة لوادي الكبير الرمال وروافده الرئيسية فإنه تارة يتوافق زمنيا مع وادي الكبير الأعلى وهذا بعدد سنوات15 عند محطة تسعدان و تارة يتوافق مع وادي الرمال عند محطة عين سمارة بعدد سنوات يصل إلى 8 .و بالتالي فإن واد الكبير الرمال عند محطة العنصر مرتبط أكثر بتغيرات الجريان في وادي الكبير الأعلى عنه بوادي الرمال .

كما أنه قد تأكد من خلال دراستنا للأشهر الأكثر عرضة لهذه الكميات القصوى أنها تختلف من أعلى الحوض إلى أسفله جدول رقم (37) .

فعند محطة عين سمارة شهري سبتمبر و فيفري و عند محطتي تسعدان و العنصر ديسمبر ،فيفري و مارس و بالتالي فإن أعلى الحوض عند محطة عين سمارة يتميز بتردد الفيضانات في بداية

الخريف بالنسبة تفوق 23 % و الذي يتناسب مع الاضطرابات المحلية التي تشهدها منطقة السهول العليا و المتسببة في أمطار نهاية الصيف و بداية الخريف و التي تؤدي إلى رفع منسوب المياه في شهر سبتمبر أما في محطتي تسعدان و عنصر فهي تتردد في بداية فصلي الشتاء و الربيع بالنسبة تفوق 19 و الذي يتناسب مع اضطرابات الجوية الشمالية و الجنوبية الغربية التي تتردد في هذين الفصلين .

2.1.. 2. 2ا الصبيبات الدنيا السنوية و الشح :

الشح هو الجزء الأدنى للمياه النازلة و ظهوره مرتبط بتواصل عدم سقوط الأمطار لعدة أيام حتى نصل إلى صبيب الشح الأدنى ،و نظريا فإنه رغم عدم تهاطل الأمطار فإن الأصمطة المائية تقوم بالتغذية المجاري المائية بكميات متفاوتة من المياه الجوفية تبعا لخصائص التركيب الصخري الذي يتكون منه الحوض

و هو نتاج عاملين مناخيين أساسيين هما شدة التبخر و عدم سقوط الأمطار

التغيرات السنوية للصبيبات الدنيا :

و من خلال الجدول رقم (38) يتبين لنا أن الصبيبات الدنيا سنوية تتغير من سنة إلى أخرى و من أعلى الحوض إلى أسفله حيث :

-عند محطة عين سمارة الصبيبات الدنيا السنوية تراوحت بين 0.3م^3/ثا و0.001 م^3/ثا أكبر قيمة لصبيب أدنى توافقت مع سنة 85/84 و أدناه في سنوات التالية :80/73،81/74،91/90 و 92/91

-عند محطة محطة تسعدان الصبيبات الدنيا السنوية تراوحت بين0.27م^3/ثا و0.001 م^3/ثا أكبر صبيب يتوافق مع سنة 85/84 . و أدناه توافقت 79/78 ،88/87.

-أما عند محطة العنصر فالصبيبات الدنيا السنوية تراوحت بين 2.45م^3/ثا و0.51 م^3/ثا أكبر صبيب يتوافق مع سنة 77/76 ، و أدناه يتوافق مع سنة 81/80

و بالرغم أنه في السنة 77/76المعامل الهيدروليسي في جميع المحطات محصور بين 0.8 و 0.87 أي أن هذه السنة تميزت بجريان عادي لكنها سجلت أكبر قيمة للصبيب الأدنى طيلة فترة الدراسة

في حين سنة 85/84 و التي شهدت وفرة في الجريان حيث المعامل الهيدروليسي به يفوق 1.98 في جميع المحطات سجلت صبيب الأدنى و صل إلى 0.84 م^3/ثا .

و بالتالي فإن الوفرة في الجريان في سنة من السنوات لا يعنى بالضرورة الارتفاع في قيم الصبيب الأدنى السنوي .

كما أنه يلاحظ في محطتي عين سمارة و تسعدان أن الصبيب السنوي الأدنى لسنة 85/84تقريبا متماثل و هذا بالرغم من الاختلافات الفيزيوغرافية للحوض و نعني بها التركيب الصخري حيث يتميز الحوض التجميعي لواد الرمال بتكوينات ذات الإمكانات الهيدروجيولوجية العالية (تكوينات الزمن الرابع) و التي تفوق بكثير واد الكبير الدهامشة ذو الامكانات المتوسطة (غشاءات جميلة الكلسية المارنية) ،و التفسير الوحيد الذي يمكن ان نعطيه هو التدخلات البشرية على مستوى وادي الرمال جد هامة .

كما أنه من خلال دراستنا للأشهر الأكثر عرضة لهذه الكميات الدنيا الجدول رقم (39) فقد تبين أن سبتمبر و أوت هما الشهرين الذي يسجل بهما أكبر تردد و هذا عند الثلاث محطات و هو ما يتناسب مع قلة التساقط و الدرجات الحرارة المرتفعة .

و بالتالي يتأثر صبيب الشح بقلة الأمطار ،شدة التبخر و التدخل الإنسان الغير عقلاني على الأصمطة المائية التي تساهم في تغذية المجاري المائية في فترة عدم تساقط .

جدول رقم 36 **التغيرات السنوية لصبيبات القصوى و اللحظية في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73**

المحطات/ السنوات		73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
وادي الرمال عند	الصبيب الأقصى اليومي م3/ثا	79,8	4,66	17,11	18,29	10,56	37,8	25,62	118,8	53,56	5,1	94	**250,72**	4,21	21,3	6,18	65,18	40,28	74,34	19,81	13	**4,12**
محطة عين سمارة	التاريخ الموافق له	25 سبتمبر	18 فيفري	2 جويلية	18 ماي	18 أوت	16 أفريل	2 سبتمبر	23أوت	25 سبتمبر	1 جانفي	4 فيفري	30 ديسمبر	21 مارس	30سبتمبر	28جوان	22ديسمبر	22سبتمبر	11نوفمبر	4أكتوبر	6جانفي	9فيفري
	الصبيب الأقصى اللحضي م3/ثا	281,2	8,26	113,3	37,02	27,12	70,58	74,5	118,1	180,4	5,4	94	**410**	**4,77**	91,64	11	224,44	217	224,44	128	21,23	6,38
	التاريخ الموافق له	25 سبتمبر	18 فيفري	22 سبتمبر	18 ماي	17 أوت	16 أفريل	2 سبتمبر	,,,,,,,,,,,	25 سبتمبر	,,,,,,,,,,,	3 فيفري	31ديسمبر	20 مارس	30سبتمبر	28جوان	21ديسمبر	22سبتمبر	10نوفمبر	3أكتوبر	10 أكتوبر	9فيفري
وادي الكبير عند	الصبيب الأقصى اليومي م3/ثا	108,26	53,54	51,3	64,48	77,13	67,82	45,35	115,19	83,7	62,6	**152,44**	123,01	30,43	58,05	30,29	86,22	**14,94**	72,47	75,54	60,07	97,6
محطة تسعدان	التاريخ الموافق له	31 مارس	17 فيفري	17 مارس	23 ديسمبر	3 أفريل	16 أفريل	6 مارس	20 ديسمبر	29 جانفي	27 ديسمبر	3 فيفري	8 مارس	7 مارس	27 ديسمبر	8مارس	21ديسمبر	11 ماي	16نوفمبر	18 أفريل	31 ديسمبر	19 فيفري
	الصبيب الأقصى اللحضي م3/ثا	196,8	121,6	136	100	151,6	224	115,4	**516**	141,2	147,7	366,2	254,4	58,68	90,22	**44,5**	141,2	127,6	184,4	127	97,5	235,4
	التاريخ الموافق له	25 سبتمبر	16 فيفري	6 فيفري	23 ديسمبر	3 أفريل	27 جوان	13 مارس	20 ديسمبر	9سبتمبر	27 ديسمبر	3 فيفري	7 مارس	7 مارس	27 ديسمبر	8مارس	21 ديسمبر	30 أفريل	16نوفمبر	18 أفريل	31 ديسمبر	19 فيفري
وادي الكبير الرمال	الصبيب الأقصى اليومي م3/ثا	413,04	289,98	308,76	232,02	252,73	787,93	214,99	427,11	339,78	326,28	801,52	**1952,1**	184,27	349,22	175,83	366,7	**152,56**	614,5	410,85	504,29	388,61
عند	التاريخ الموافق له	31 مارس	17 فيفري	11 مارس	19 نوفمبر	8 أفريل	16 أفريل	6 مارس	20 ديسمبر	29 جانفي	27 ديسمبر	3 فيفري	30 ديسمبر	7 مارس	13 فيفري	9مارس	21ديسمبر	9 ماي	24 ديسمبر	19 أفريل	31 ديسمبر	19 فيفري
محطة العنصر	الصبيب الأقصى اللحضي م3/ثا	612,12	394,8	437	334,2	378,64	1355,4	374,64	534,68	366,52	525	1145,8	**2412**	262,4	464	**217**	408	252,12	928	467,8	736	465,6
	التاريخ الموافق له	31 مارس	17 فيفري	7 فيفري	23 ديسمبر	8 أفريل	16 أفريل	6 مارس	20 ديسمبر	29 جانفي	18 مارس	3 فيفري	30 ديسمبر	7 مارس	13 فيفري	9مارس	21ديسمبر	8 ماي	24 ديسمبر	18 أفريل	31 ديسمبر	19 فيفري

جدول رقم 37 **التردد الشهري الصبيبات القصوى اليومية و اللحضية في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73**

		سبتمبر	أوكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
وادي الرمال عند	الصبيب الأقصى اليومي	**5**	1	1	2	2	**3**	1	1	1	1	1	2
محطة عين سمارة	الصبيب الأقصى اللحضي	**6**	2	1	2	0	**3**	1	1	1	1	0	1
وادي الكبير عند	الصبيب الأقصى اليومي	0	0	1	**6**	1	3	**6**	3	1	0	0	0
محطة تسعدان	الصبيب الأقصى اللحضي	2	0	1	**6**	0	**4**	**4**	3	0	1	0	0
وادي الكبير الرمال عند	الصبيب الأقصى اليومي	0	0	1	**6**	1	4	**5**	3	1	0	0	0
محطة العنصر	الصبيب الأقصى اللحضي	0	0	0	**6**	1	**5**	**5**	3	1	0	0	0

جدول رقم 38 **التغيرات السنوية لصبيبات الدنيا في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73**

المحطات/ السنوات		73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
محطة عين سمارة	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	**0,001**	0,07	0,01	0,02	0,18	0,06	0,11	**0,001**	0,06	0,01	0,15	**0,3**	0,08	0,14	0,14	0,14	0,01	**0,001**	**0,001**	0,11	0,01
محطة تسعدان	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	0,2	0,21	0,21	0,1	0,04	**0,001**	0,18	0,12	0,2	0,01	0,13	**0,27**	0,02	0,02	**0,001**	0,06	0,09	0,09	0,08	0,06	0,06
محطة العنصر	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	1,98	0,94	0,85	**2,45**	0,85	1,36	0,51	**0,51**	1,42	0,94	0,97	0,84	1,8	1,8	0,58	0,58	0,71	2,01	0,87	0,81	0,81

جدول رقم 39 **التردد الشهري الصبيبات الدنيا في حوض الكبير الرمال**

المحطات / الأشهر		سبتمبر	أوكتوبر	نوفمبر	دسيمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
محطة عين سمارة	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	**10**	2	2	0	0	**0**	0	2	4	2	7	**10**
محطة تسعدان	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	**10**	2	1	**1**	0	0	**0**	0	0	3	4	**8**
محطة العنصر	الصبيب الأدنى السنوي م3/ثا	**9**	3	1	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	4	**9**

2.1. 2. 3 التحليل التكراري Analyse fréquentielle :

التحليل التكراري هو إخضاع عينة من عينات القياسات إلى قانون نظري يتلاءم معها و قد اعتمدنا على قانون قامبل لتعديل معطيات الصبيب الأقصى و الأدنى ، الشكل رقم (22 ،23)وهذا لسهولة تطبيقهما من ناحية كما سبق وأن أعتمد عليهما في الدراسات الهيدرولوجية على مستوى الأحواض الجزائرية من ناحية أخرى

- معادلة قانون قامبل هي: $Q(f) = u * s + Q_0$

$$s = 0.78 * sQ$$
$$Q_0 = \overline{Q} - 0.577 * s$$

حيث :

s: التدرج الأسي le gradex

Q_0 : مؤشر الشكل le paramètre de forme

sQ: متوسط الصبيبات القصوى السنوية

$\overline{Q}$: الانحراف المعياري لصبيبات القصوى السنوية

فترات العودة لصبيبات القصوى و الدنيا السنوية :

بالتطبيق معدلة فترة العودة و التي تساوي $T = \frac{1}{1-F}$ ، وقد تم تقييم صبيبات الحدية لفترات مختلفة من سنتي ،10سنوات،50 سنة و 100سنة و يبقى تحديد الفترات متوقف على نوع المشروع المراد تحقيقه .

وقد بلغ الصبيب الأقصى ذو فترة تردد سنة إلى سنتي عند محطة عين السمارة 36.48م^3/ثا و عند محطة تسعدان 67.43 م^3/ثا و عند محطة العنصر حوالي 388.49 م^3/ثا أي أنه يتزاد كلما اتجهنا نحو المنفذ حيث أن الصبيب الأقصى يتزايد مع زيادة حجم مساحة الحوض و قد لا يكون كذلك كما يلاحظ على مستوى وادي الكبير الأعلى فبرغم من المساحة الحوض المقدرة ب 936 كلم^2 إلا أنه سجل صبيب ذو فترة عودة سنتين حوالي 67.43 م^3/ثا في حين وادي الرمال الذي تبلغ مساحته حوالي 2197 كلم^2 أي يتعدى ضعف مساحة الحوض الكبير الأعلى فصبيب السنوي الأقصى ذو تردد سنتين فقد قدرب 36.48 م^3/ثا ، و هذا الفارق الكبير يرجع سببه إلى التركيب الصخري الذي يتميز به وادي الرمال و سيادة التكوينات ذات النفاذية العلية جدا .

فيما يخص الصبيبات الدنيا السنوية فهي تقل أو تنعدم كلما زادت فترة التردد كما هو ملاحظ في وادي الرمال ووادي الكبير الأعلى .

تبقى فترة العودة الصبيبات الحدية المستخرجة من كلا المعادلتين هي توقعات لا يمكن بحال من الأحوال أن نرتكز عليها لأن صبيب فيضان ذو تردد 100سنة على سبيل المثال قد يحدث في فترة أقل من ذلك لأن الظروف المناخية وخصوصا الأمطار المسببة لهذه الكميات القصوى لا يمكن التنبؤ بها حتى الآن و دقة النتائج تعتمد على طول فترة التسجيلات لأن نسبة الخطأ تقل حينها.

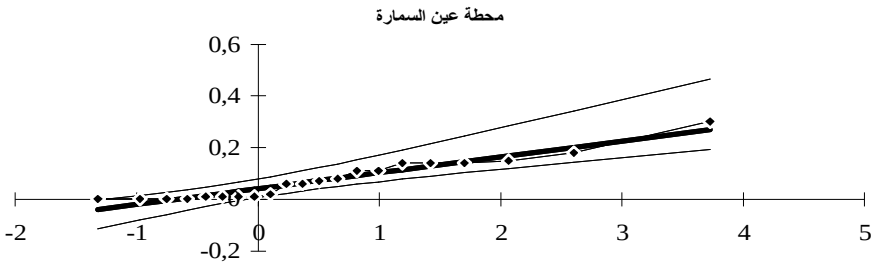
جدول رقم (40) الصبيبات اليومية القصوى السنوية و فترة رجوعها حسب قانون قامبل

الحوض الهيدروغرافي	معادلة التعديل	التردد F	المتغيرة المختصرةU	فترة العودة بالسنوات	الصبيب السنوي الأقصى م^3/ثا
وادي الرمال عند محطة عين السمارة	$Q_{(f)}=4485*u+2005$	0.5	0.367	2	**36.48**
		0.9	2.250	10	**120.96**
		0.98	3.902	50	**195.03**
		0.99	4.60	100	**226.34**
وادي الكبير الأعلى عند محطة تسعدان	$Q_{(f)}=2585*u+57.96$	0.5	0.367	2	**67,43**
		0.9	2.250	10	**116,14**
		0.98	3.902	50	**158,83**
		0.99	4.60	100	**176,89**
وادي الكبير الرمال عند محطة العنصر	$Q_{(f)}=30195*u+277.83$	0.5	0.367	2	**388,49**
		0.9	2.250	10	**957,31**
		0.98	3.902	50	**1455,99**
		0.99	4.60	100	**1666,82**

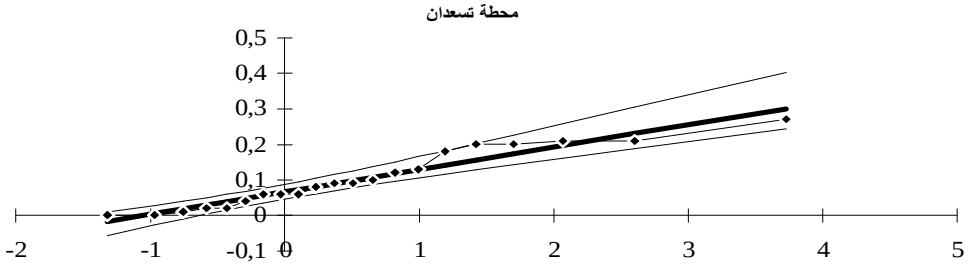
جدول رقم (41) الصبيبات اليومية الدنيا السنوية و فترة رجوعها حسب قانون قامبل

الحوض الهيدروغرافي	معادلة التعديل	التردد F	المتغيرة المختصرةU	فترة العودة بالسنوات	الصبيب السنوي الأدنى م^3/ثا
وادي الرمال عند محطة عين السمارة	$Q_{(f)}=0.06*u+0.04$	0,01	-1,527	100	**0**
		0,02	-1,364	50	**0**
		0,1	-0,834	10	**0**
		0,5	0,367	2	**0,06**
وادي الكبير الأعلى عند محطة تسعدان	$Q_{(f)}=0.06*u+0.07$	0,01	-1,527	100	**0**
		0,02	-1,364	50	**0**
		0,1	-0,834	10	**0,01**
		0,5	0,367	2	**0,08**
وادي الكبير الرمال عند محطة العنصر	$Q_{(f)}=0.44*u+0.87$	0,01	-1,527	100	**0,19**
		0,02	-1,364	50	**0,26**
		0,1	-0,834	10	**0,49**
		0,5	0,367	2	**1,03**

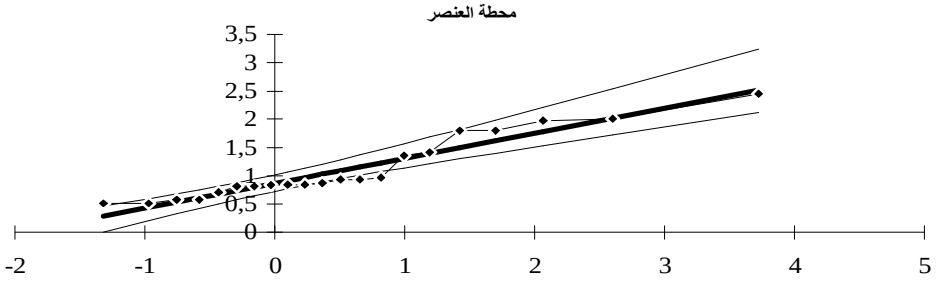
الشكل رقم (23) **التعديل الاحصائي لصبيبات الدنيا السنوية حسب قانون قامبل**



mode =0,04 gradex=0,06 Ic=95%



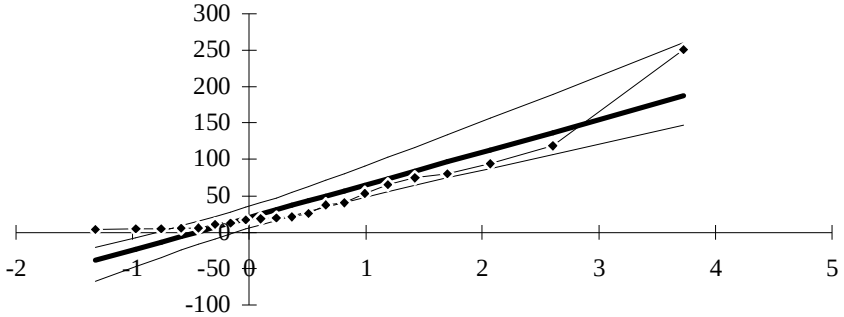
mode =0,07 gradex=0,06 Ic=80%



mode =0,87 gradex=0,44 Ic=80%

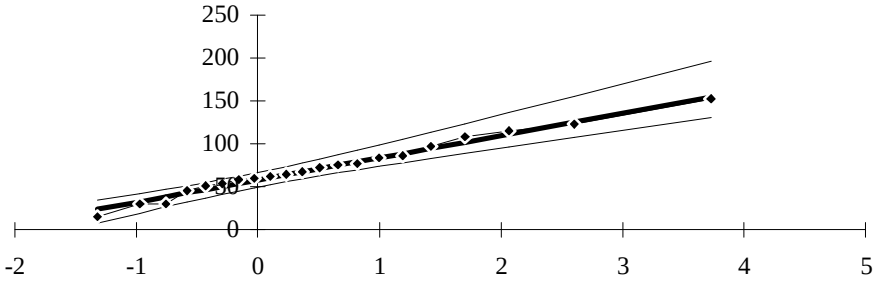
الشكل رقم (22) **التعديل الاحصائي لصبيبات القصوى السنوية حسب قانون قامبل**

محطة عين السمارة



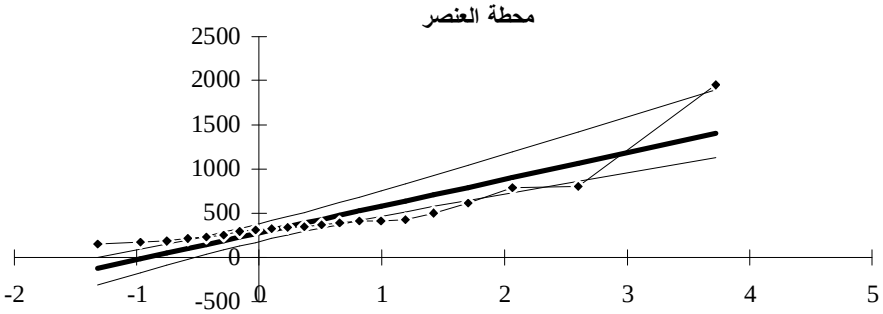
mode =20,05 gradex=44,85 Ic=80%

محطة تسعدان



mode =57,96 gradex=25,85 Ic=80%

محطة العنصر



mode =277,83 gradex=301,95 Ic=80%

3.1.التغيرات الشهرية للجريان السطحي:

الهدف من دراسة التغيرات الشهرية لجريان السطحي هو معرفة نظام الجريان الشهري و الفصلي و التعرف على سلوك المجرى داخل السنة و لأجل ذلك سنعتمد على كل من المتوسط الجريان الشهري الخام ، معامل الاختلاف و المعامل الشهري للجريان CMDو من خلال النتائج مدونة في الجدول رقم (42) يتضح لنا ما يلي :

3.1. 1الجريان الشهري الخام:

يعتبر شهر فيفري من الأشهر الأوفر جريانا في حوض الكبير الرمال حيث يسجل أكبر متوسط يصل إلى 3.93 م^3/ثا عند محطة عين سمارة و 8.99 م^3/ثا عند محطة تسعدان و 46.92 م^3/ثا عند العنصر أما فيما يخص الأشهر الأقل جريانا فهو جويلية في محطة عين سمارة بصبيب خام يصل إلى 0.27 م^3/ثا و شهر أوت في محطتي تسعدان بصبيب 0.39 م^3/ثا و محطة العنصر بصبيب 1.99 م^3/ثا

لكن فيما يتعلق بالأشهر الأقل و الأكثر تغيرا فهي تختلف من محطة إلى أخرى ، فالأشهر التي توافق أضعف قيم لمعامل الاختلاف هي أكتوبر بقيمة 0.77 عند محطة عين سمارة ، ماي بقيمة 0.56عند محطة تسعدان و شهر جويلية بمعامل تغير 0.56عند محطة العنصر.

كما أن الأشهر التي تسجل أكبر القيم لمعامل التغير فهي أيضا تختلف من محطة إلى الأخرى فنجد شهر فيفري بقيمة 2.88 عند محطة عين سمارة و شهر أكتوبر عند محطتي تسعدان بقيمة1.32و 1.27 في العنصر .

و لكي نتعرف على مدى استقرار الأشهر الأوفر و الأقل جريانا خلال فترة الدراسة و عبر المحطات الهيدرومترية الثلاث تم اختيار سنتين شهدتا عجز في الجريان و سنتين شهدتا وفرة في الجريان و كانت النتائج مدونة في الجدول رقم (43)و من خلاله تبين لنا ما يلي :

في السنوات التي شهدت عجز في الجريان :

عند محطة عين السمارة فقد تأرجحت أكبر القيم لمتوسط الصبيبب بين شهري سبتمبر و مارس

عند محطة تسعدان فقد تأرجحت أكبر القيم لمتوسط الصبيبب بين شهري مارس و ماي

عند محطة العنصر فقد تأرجحت أكبر القيم لمنوسط الصبيبب بين شهري مارس و ماي

في السنوات التي شهدت وفرة في الجريان :

عند محطة عين السمارة فقد تأرجحت أكبر القيم لمتوسط الصبيبب بين شهري فبفري و مارس

عند محطة تسعدان فقد تأرجحت أكبر القيم لمتوسط الصبيبب بين شهري فبفري ،مارس

عند محطة العنصر فقد تأرجحت أكبر القيم لمتوسط الصبيبب بين شهري فيفري و ديسمبر

سنوات الوفرة في الجريان شهدت استقرار نسبي للأشهر الأوفر مطرا (فيفري)في حين سنوات العجز في الجريان لم تشهد تماما استقرار في الأشهر الأوفر جريانا فقد تأرجحت بين أشهرسبتمبر ، مارس و ماي.

جدول رقم(42) **النظام الشهري للجريان السطحي في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73**

المحطات / الأشهر		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
وادي الرمال عند	المتوسط الشهري	0,91	0,45	0,59	1,68	2,09	**3,93**	2,02	1,33	0,85	0,55	**0,27**	0,43
محطة عين سمارة	معامل التغير	1,30	**0,77**	1,32	1,93	1,35	**2,88**	1,74	1,02	1,09	1,12	1,35	2,11
	معامل الشهري لصبيب CMD	0,72	0,36	0,47	**1,33**	**1,66**	**3,12**	**1,60**	**1,06**	0,68	0,44	0,22	0,34
وادي الكبير عند	المتوسط الشهري	0,84	1,03	1,38	4,04	6,09	**8,99**	8,38	5,60	2,17	1,01	0,54	**0,39**
محطة تسعدان	معامل التغير	0,84	**1,32**	0,99	0,90	1,05	0,92	0,89	0,81	**0,56**	0,57	0,86	1,01
	معامل الشهري لصبيب CMD	0,25	0,31	0,42	**1,22**	**1,85**	**2,72**	**2,54**	**1,70**	0,66	0,31	0,16	0,12
وادي الكبير الرمال	المتوسط الشهري	3,80	10,59	13,94	38,92	41,38	**46,92**	41,51	30,38	13,64	5,80	2,61	**1,99**
عند	معامل التغير	1,17	**1,27**	1,10	0,96	0,68	0,79	0,75	0,93	0,69	0,62	**0,56**	0,60
محطة العنصر	معامل الشهري لصبيب CMD	0,18	0,51	0,66	**1,86**	**1,97**	**2,24**	**1,98**	**1,45**	0,65	0,28	0,12	0,09

جدول رقم (43) **النظام الشهري للجريان السطحي لسنوات العجز و الوفرة في حوض الكبير الرمال وروافده الرئيسية**

المحطات / الأشهر		سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
وادي الرمال عند	المتوسط الشهري	0,91	0,45	0,59	1,68	2,09	**3,93**	2,02	1,33	0,85	0,55	0,27	0,43
محطة عين سمارة	87/88	0,16	0,18	0,22	0,36	0,43	0,42	**0,71**	0,24	0,16	0,39	0,22	0,16
	89/90	**1,89**	0,12	0,15	0,40	0,23	0,12	0,12	0,25	0,81	0,00	0,08	0,06
	83/84	0,35	0,85	0,35	0,38	0,65	**52,88**	3,89	0,40	0,30	0,30	0,30	0,30
	84/85	0,30	0,53	0,42	14,67	12,39	4,10	**16,69**	4,33	2,87	1,24	0,68	0,51
وادي الكبير عند	المتوسط الشهري	0,84	1,03	1,38	4,04	6,09	**8,99**	8,38	5,60	2,17	1,01	0,54	0,39
محطة تسعدان	87/88	0,33	0,49	0,98	0,68	1,92	0,90	**5,83**	0,88	0,76	0,39	0,03	0,00
	89/90	1,04	0,74	0,56	0,54	1,20	0,39	0,31	0,80	**2,29**	0,38	0,20	0,18
	83/84	0,15	0,43	0,80	0,54	7,11	**32,51**	12,80	5,72	1,84	0,81	0,39	0,41
	84/85	0,32	6,28	1,18	11,57	28,08	17,27	**34,77**	10,25	3,68	1,41	0,67	0,43
وادي الكبير الرمال	المتوسط الشهري	3,80	10,59	13,94	38,92	41,38	**46,92**	41,51	30,38	13,64	5,80	2,61	1,99
محطة العنصر	87/88	2,67	3,49	5,68	4,43	20,53	21,14	**45,35**	7,75	4,44	2,55	1,10	0,59
	89/90	4,62	4,83	5,03	5,64	15,89	10,45	7,71	10,72	**22,77**	6,31	2,91	2,80
	83/84	1,00	8,17	10,29	12,53	52,73	**161,57**	41,74	14,93	8,61	4,93	1,90	1,60
	84/85	0,87	47,10	3,98	**152,21**	114,06	11,74	138,90	10,98	6,45	4,15	3,77	3,06

3.1. 2نظام الجريان السطحي :

و نعتمد في التعرف على نظام الجريان و تغيراته الشهرية على المعامل الشهري للجريان و من خلاله يمكن تحديد فترة المياه العالية عندما CMD>1 و فترة المياه المنخفضة عندما يكون CMD<1 يحسب وفق العلاقة التالية :

$$CMD = \frac{Q_{(m^3/s)mensuel}}{\overline{Q}_{(m^3/s)}}$$

حيث :

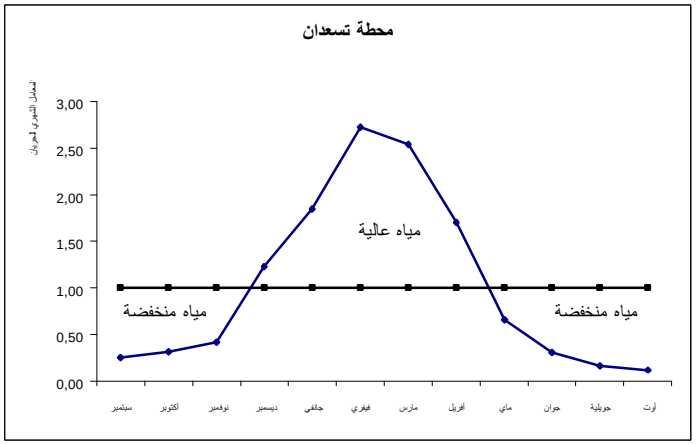
$Q_{(m^3/s)mensuel}$: المتوسط الشهري لصبيب لفترة معينة

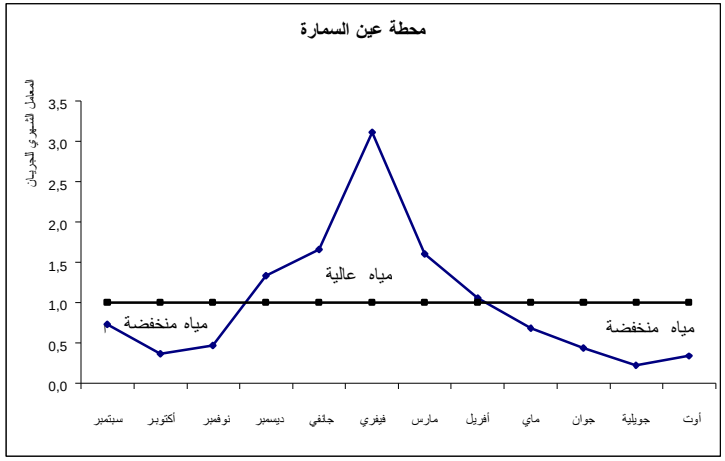
$\overline{Q}_{(m^3/s)}$: المتوسط السنوي لنفس الفترة

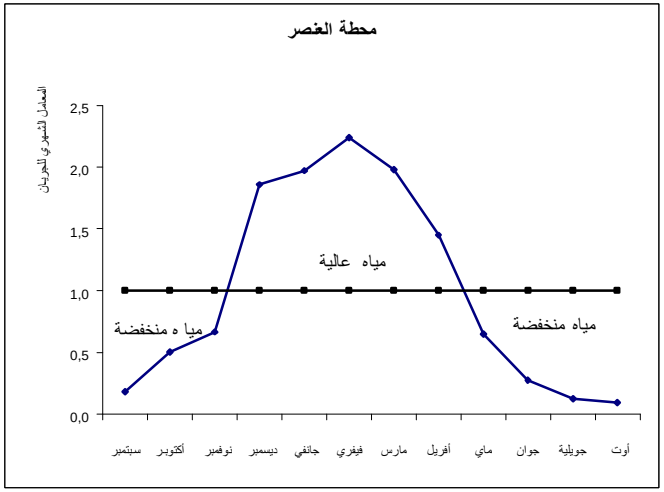
يتبين لنا من خلال الشكل رقم (24) أن الحوض الكبير و روافده تميّز بنفس فترة المياه العالية و الممتدة من شهر ديسمبر إلى غاية أفريل و فترة المياه المنخفضة و التي تبدأ في شهر ماي و تنتهي في شهر نوفمبر وهذا التقسيم دليل على أن مناسيب المياه تقل أو ترتفع نتيجة لظروف مناخية فصلية و التي تترجم بعجز أو وفرة في تغذية الأودية.

كما أنه لا يمكن اعتبار هذه الفترات بمثابة الصبيبات فيها لا تتعدى قيمها المعتادة كما لاحظنا ذلك عند محطة عين سمارة حيث يشهد شهر سبتمبر كميات قصوى لصبيب رغم أنه يدخل في فترة المياه المنخفضة .

الشكل رقم (24) **المعامل الشهري للجريان السطحي في وادي الكبير الرمال وروافده الرئيسية**







من خلال دراستنا للجريان السطحي و تغيراته في في حوض الكبير الرمال نستخلص ما يلي :

- **أن متوسط الصبيب الخام يتزايد كلما اتجهنا إلى المنفذ بحيث الحوض التجميعي المراقب من طرف محطة عين سمارة وصل به متوسط الصبيب الخام إلى إلى 1.26 م^3/ثا و عند محطة تسعدان وصل إلى 3.3 م^3/ثا و عند محطة العنصر بلغ 20.96 م^3/ثا.**

- **نسبة الصبيب السنوي الأقصى إلى الصبيب السنوي الأدنى تتناقص كلما إتجهنا إلى المنفذ بحيث عند محطة عين سمارة نجد 14 ، محطة تسعدان 13 و عند محطة العنصر 5 أي أنه كلما اتجهنا إلى المنفذ كلما الجريان السنوي يصبح أكثر الانتظام .**

- **أن حوض الكبير الرمال وروافده شهد وفرة في الجريان في السنوات التالية : 76/75 ،82/81 ،84/83 ،85/84 و 87/86 وقد مرّ بالجريان عادي في السنوات 77/76 88/82،89/83 و 93/92 كما أنه تعرض لعجز في الجريان و هذا في سنوات 75/74 ،80/79 ،88/87 و 90/89.**

- **و من خلال مؤشر التوازن تبين أن الجريان في حوض الكبير الرمال غير متوازن وغير منتظم نظرا للفارق الكبير بين القيم القصوى والدنيا للصبيب الشهري في معظم السنوات .**

- **الأشهر الأكثر عرضة لصبيبات القصوى في حوض الكبير الرمال تختلف من أعلى الحوض إلى أدناه ففي وادي الرمال عند محطة عين السمارة شهري سبتمبر و فيفري و عند محطتي تسعدان و العنصر ديسمبر ،فيفري و مارس أما الأشهر الأكثر عرضة لصبيبات الدنيا السنوية هما شهري سبتمبر و أوت في كامل الحوض .**

- **يعتبر شهر فيفري من الأشهر الأوفر جريانا في حوض الكبير الرمال حيث يسجل أكبر متوسط في الثلاث محطات ،أما الأشهر الأقل جريانا فهي تختلف من محطة إلى أخرى فشهر جويلية في محطة عين سمارة و شهر أوت في محطتي تسعدان و العنصر.**

- **كما أن نظام الفصلي للجريان يتميز بالفترة مياه العالية الممتدة من شهر ديسمبر إلى غاية أفريل و فترة المياه المنخفضة و التي تبدأ في شهر ماي و تنتهي في شهر نوفمبر.**

2الانعكاسات التغيرات المناخية على الجريان السطحي :

إنه وبلا شك يرتبط الجريان السطحي ارتباطا وثيقا بالتساقط حجمه ،شدته و استدامته إذ يزداد حجم الجريان خلال فترة الرطبة ويقل في مواسم الجفاف ، لاعتماده فقط على التغذية الجوفية ، كما شهدناه من خلال دراستنا لنظام الجريان إذ فترة المياه العالية تبدأ من شهر ديسمبر إلى غاية أفريل و هي تتناسب مع النظام الفصلي و الشهري للأمطار في حوض الكبير الرمال . و فترة المياه المنخفضة تبدأ من ماي و تنتهي في نوفمبر.

و أن أكبر كميات لصبيب المتوسط السنوي توافقت مع السنوات الوفيرة جدا 84/85،83/84 و أدنى الكميات توافق مع السنوات شديدة العجز 88/87 و 90/89

و لكي نبرز أكثر أهمية تأثير التساقط على الجريان السطحي في حوض الكبير الرمال، سنرتكز في دراستنا لهذه العلاقة على المقاربة التالية :

- مؤشرات السنوية للتساقط ،الجريان السطحي و الصبيبات القصوى .
-العلاقات الارتباطية بين التساقط و الجريان بالاعتماد على معامل الارتباط .
-التغيرات السنوية للحوصلة الهيدرولوجية .
-مقارنة النظام الشهري للأمطار و الجريان السطحي.

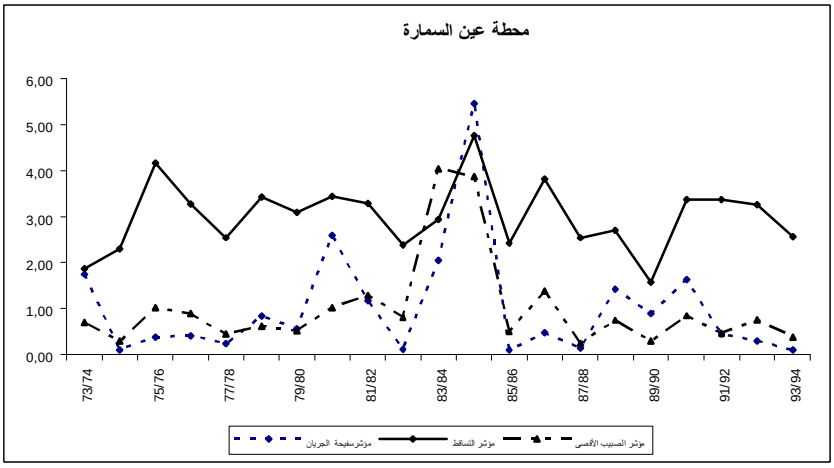
سنعتمد في تحليلنا لهذه العلاقة على معطيات التساقط لمحطة عين الباي لتحليل معطيات الجريان السطحي عند محطة عين السمارة و معطيات التساقط لمحطة بني فضة لتحليل الجريان السطحي عند محطة تسعدان و معطيات التساقط ل9 محطات (عين الفكرون ،فورشي ، التلاغمة ،تجنانت ، بومالك ،بني فضة ، عين الباي ، واد مسعودة و الميلية) لتحليل الجريان السطحي عند محطة العنصر للفترة الممتدة بين 74/73 و94/93 .

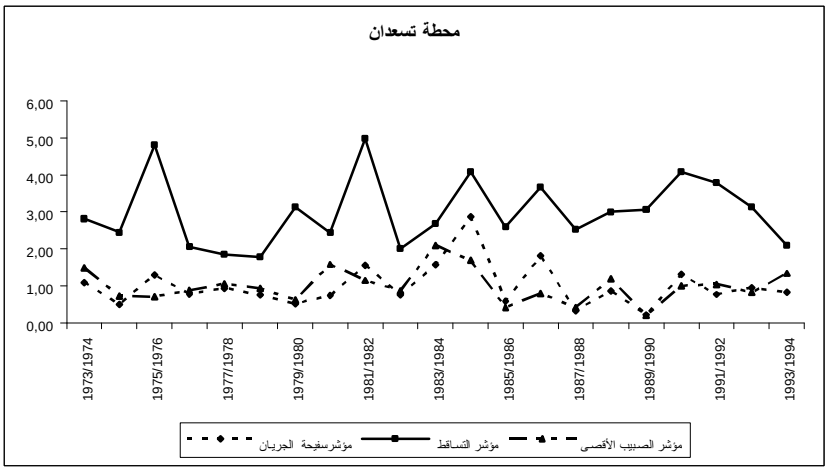
1.2علاقة الجريان السطحي بالتساقط بالاعتماد على المؤشر السنوي:

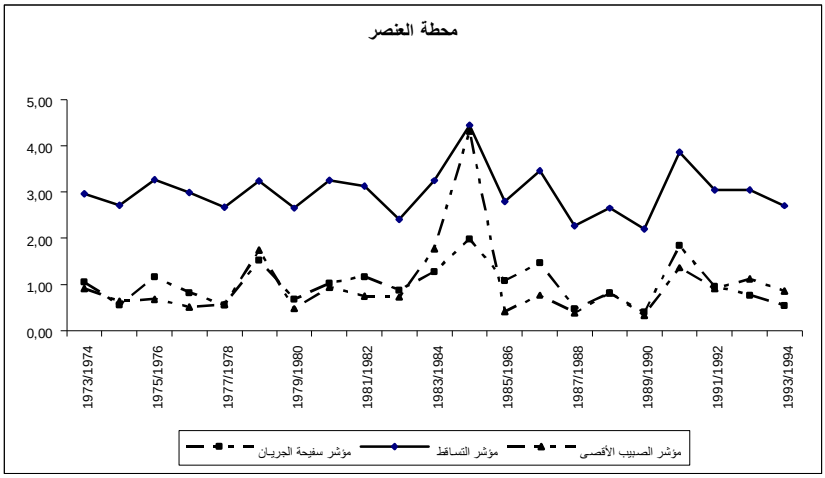
استعمال المؤشرات السنوية يسمح لنا بدراسة العلاقات التي تربط الجريان السنوي ، الفيضانات و التساقطات و قد استعملت هذه الطريقة من طرف (S.R.A.E.centre 1986) و لحساب هذه المؤشرات عند محطة معينة نتبع الطريقة التالية :

-مؤشر الفيضان هو نسبة الصبيب الأقصى لسنة معينة على متوسط لصبيبات القصوى لفترة الدراسة فيما يخص مؤشري التساقط و الجريان السنوي نتبع نفس الطريقة الشكل رقم (25).

الشكل رقم(25) **مقارنة مؤشرات السنوية لسفيحة التساقط ،الجريان و الصبيب الأقصى للفترة 94/93-74/73**







نتائج هذه الحسابات سمحت لنا برسم منحنى بياني الشكل رقم (25) و من خلاله فقد تم مضاعفة نتائج مؤشرات التساقط بثلاث مرات نظرا لضعف التغيرات بها.

و من خلال هذا يتبين لنا أن تغيرات هذه المؤشرات تتبع منحى واحد عند الثلاث محطات و عبر السنوات و بالتالي فهي تبرز لنا مدى الترابط بين الكميات السنوية للتساقط السنوي ،الجريان السطحي و الصبيب الأقصى و رغم أن هذه الطريقة هي تقريبية إلا أن من خلالها تأكد الدور الذي يلعبه التساقط على الجريان السطحي .

2.2علاقة الجريان السطحي بالتساقط بالاعتماد على معامل الارتباط :

الهدف من استعمال هذه الطريقة معرفة تغيرات الجريان السطحي بدلالة التساقط و هذا بالاعتماد على معامل الارتباط و الذي على أساسه قمنا بدراسة الارتباطات لسفيحتي الجريان و التساقط على مستوى الشهري و السنوي و النتائج مدونة في الجدول رقم (44) و من خلاله يتبين لنا ما يلي :

1.2.2الارتباطات الشهرية لسفيحتي الجريان و التساقط :

تختلف الارتباطات الشهرية من محطة إلى أخرى و من شهر إلى أخر حيث يشهد وادي الرمال عند محطة عين السمارة أقوى الارتباطات في شهر واحد وهو ديسمبر بحيث وصل معامل الارتباط إلى 0.82 أما في وادي الكبير الأعلى فقد شهد أقوى الارتباطات في أربعة أشهر على التوالي أكتوبر ،نوفمبر،،مارس ،ماي حيث معامل الارتباط بهذه الأشهر محصور بين 0.71 و 0.88. أما في وادي الكبير الأدنى عند محطة العنصر فقد شهدت أقوى الارتباطات على مستوى خمسة أشهر هي أكتوبر ،ديسمبر،فيفري ،مارس و أفريل ،و المحصورة بين 0.71 و 0.89.

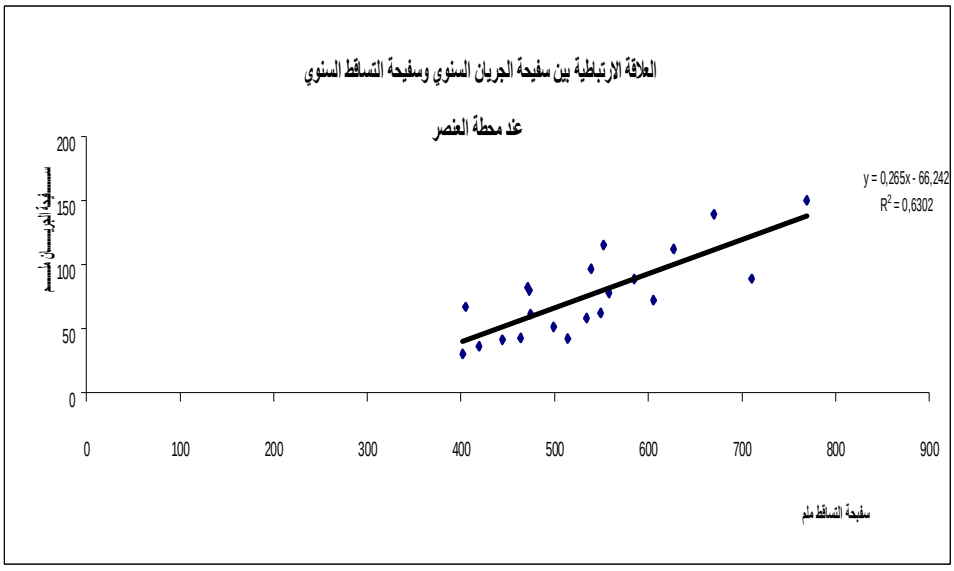
و بالتالي الارتباطات الشهرية تتزايد كلما اتجهنا نحو المنفذ من شهر واحد عند محطة عين السمارة إلى أربعة أشهر في محطة تسعدان و خمسة أشهر عند محطة العنصر و التي تبدأ العلاقات الإرتباطية القوية من شهر أكتوبر و تنتهي في شهر ماي و هي تتوافق كلها مع الفترة الرطبة المحددة بواسطة مؤشر قوسن عند محطتى عين الباي و الميلية .

جدول رقم (44)

العلاقات الارتباطية بين سفيحة الجريان و سفيحة التساقط
في حوض الكبير الرمال وروافده الرئيسية

	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت	السنوي
عند محطة سمارة	0,6	0,43	0,56	**0,82**	0,12	0,66	0,67	0,42	0,59	0,15	0,48	0,25	0,51
عند محطة تسدار	0,64	**0,88**	**0,79**	0,24	0,25	0,44	**0,78**	0,4	**0,71**	0,34	0,03	0,06	0,53
عند محطة العنصر	0,42	**0,71**	0,57	**0,83**	0,33	**0,82**	**0,89**	**0,75**	0,52	0,29	0,17	-0,11	**0,79**

شكل رقم (26)



2.2.2الارتباطات السنوية لسفيحتي الجريان و التساقط :

يلاحظ على مستوى الارتباطات السنوية للجريان و التساقط أنها ضعيفة في وادي الرمال عند محطة عين السمارة و وادي الكبير عند محطة تسعدان فقد تراوح معامل الارتباط بين 0.51 و 0.53 في حين في وادي الكبير الأدنى عند محطة العنصر فقد وصل معامل الارتباط إلى 0.79 الشكل رقم (26)

و بالتالي ما يمكن أن نستخلصه أن التساقط وحده لا يكفي لتفسير الزيادة أو النقص في الجريان فقد تدخل عوامل أخرى مفسرة خصوصا للعجز في الجريان الملاحظ في حوض الكبير الرمال لذا سنتطرق إلى دراسة الحوصلة الهيدرولوجية و تغيراتها لتدقيق أكثر في هذه العلاقات بين المناخ من ناحية و الجريان من ناحية أخرى .

3.2 الحوصلة الهيدرولوجية و تغيراته السنوية :

من بين الطرق المستعملة لتعرف على العلاقة التي تربط الجريان بالتساقط هي الحوصلة الهيدرولوجية و التي تعطى وفق العلاقة التالية : $P_{mm} = EC_{mm} + DE_{mm}$

$\overline{P}$: سفيحة التساقط (ملم)

EC : سفيحة الجريان (ملم)

DE العجز في الجريان (ملم) و الذي يحسب وفق العلاقة السابقة $DE_{mm}=\overline{P}_{mm}-EC_{mn}$

و من خلال هذه الحوصلة سنتطرق إلى تغيرات السنوية لمعامل الجريان و العجز في الجريان على مستوى حوض الكبير الرمال و النتائج مدونة في الجدول رقم (45) و من خلاله يتبين لنا ما يلي :

1.3.2التغيرات السنوية لمعامل الجريان :

من بين المؤشرات التي تبرز لنا نسبة الجريان في حوض هيدروغرافي هو معامل الجريان و الذي يعطى بالعلاقة التالية : $Ce_{\%} = \left(\frac{EC}{\overline{P}}\right)*100$

ما يلاحظ على معامل الجريان في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية هو نسبته الضئيلة التي لا تتعدى 30 % حيث بلغ في وادي الرمال 3.49% و في وادي الكبير الأعلى 28.81 %

هذه النسب الضئيلة يرجع أسبابها الرئيسية إلى العوامل التي تتحكم في الجريان و التي تتمثل في الخصائص الفيزيوغرافية و التي من أهمها ليثولوجية الحوض خصوصا الحوض الأعلى التي تنتشر به التكوينات الصخرية ذات النفاذية العالية (الكلس النيرتي ، تكوينات الزمن الرابع) و العوامل المناخية خاصة التبخر النتح.

أما فيما يخص التغيرات السنوية لمعامل الجريان فإن النسب العالية توافقت مع السنوات كثيرة المطر و النسب الضئيلة توافقت مع السنوات قليلة المطر .

حيث شهد وادي الرمال ، أكبر معامل للجريان بنسبة 14.4% و الذي توافق مع سنة 84/83 التي بلغ مجموع التساقط فيها 506.20 ملم و أدنى معامل للجريان وصل إلى 1% في سنة 88/87 و الذي توافق مع مجموع تساقط 436.90 ملم و بلغ معامل الجريان في حوض الكبير الأعلى أكبر نسبة في سنة 85/84 بقيمة 28.81 % و التى توافقت مع مجموع تساقط 526.1 ملم و وصلت أدنى نسبة إلى 6.1 % في سنة 90/89 .

2.3.2 التغيرات السنوية للعجز في الجريان :

يختلف العجز في الجريان من سنة إلى أخرى و من محطة إلى أخرى بحيث في وادي الرمال تراوح بين 749.6 ملم بنسبة عجز بلغت 91.43% ما يتوافق مع سنة 85/84 و المسجلة لأكبر سفيحة تساقط طيلة 64 سنة و 265.3 ملم بنسبة عجز 98.15 %ما يتوافق مع سنة 90/89 و المسجلة أدنى كمية تساقط سنوي طيلة 64 سنة

و ينحصر العجز في الجريان في وادي الكبير الأعلى بين 477.1ملم بنسبة 76.88% ما يتوافق مع سنة76/75 و 265.3 ملم بنسبة عجز 56.43 %ما يتوافق مع سنة 78/77 .أما فيما يخص حوض الكبير الأدنى عند محطة العنصر فقد تراوح العجز بين 619.3ملم بنسبة 80.50% ما يتوافق مع سنة85/84 و 364.6 ملم بنسبة عجز 92.37%ما يتوافق مع سنة 90/89 .

ما يمكن أن نستخلصه من بين العوامل الأساسية للعجز في الجريان هو قلة التساقط. لكن تبقى الكميات المعتبرة المسجلة لسنوات 85/84 ،76/75 و التي صنفت ضمن السنوات شديدة الوفرة بالنسبة لكامل الحوض سجلت نسبة العجز فاقت 80 % ،و التفسير الوحيد لذلك أن هناك عامل مناخي أخر هو أيضا يلعب دور كبير في ارتفاع نسبة العجز في الجريان وهي الحرارة ،و من خلالها كميات التبخر النتح والذي نعتبره من أهم الأسباب على الإطلاق المفسرة لهذا العجز في الجريان الملاحظ في حوض الكبير الرمال و سنرى ذلك لاحقا .

جدول رقم(45) التغيرات السنوية للحصيلة الهيدرولوجية لوادي الكبير الرمال و روافده الرئيسية للفترة 94/93-74/73

المحطات / السنوات		73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	متوسط الفترة
وادي الرمال	سفيحة التساقط ملم	321,2	395,8	717,8	564,0	437,1	590,5	533,0	593,8	564,8	408,9	506,2	**819,8**	416,6	657,8	436,9	466,2	**270,3**	580,3	580,4	561,2	441,4	**517,33**
عند محطة	سفيحة الجريان ملم	12,6	5,0	18,2	15,8	7,9	11,2	9,2	18,2	23,2	14,7	**72,90**	70,2	8,9	24,8	**4,4**	13,5	5,0	15,2	8,2	13,5	6,7	**18,07**
عين سمارة	العجز في الجريان ملم	308,6	390,8	699,6	548,2	429,2	579,3	523,8	575,6	541,6	394,2	433,3	**749,6**	407,7	633,0	432,5	452,7	**265,3**	565,1	572,2	547,7	434,7	**499,26**
	معامل الجريان %	3,9	1,3	2,5	2,8	1,8	1,9	1,7	3,1	4,1	3,6	**14,4**	8,6	2,1	3,8	**1,0**	2,9	1,9	2,6	1,4	2,4	1,5	**3,49**
وادي الكبير	سفيحة التساقط ملم	362,7	315,0	620,5	265,5	238,7	**229,4**	404,4	313,4	**641,7**	259,5	345,3	526,1	335,5	473,3	325,6	387,5	393,7	527,0	488,7	403,8	270,8	**387,05**
عند محطة	سفيحة الجريان ملم	122,8	56,2	143,4	87,9	104,0	84,6	57,5	83,4	172,9	85,5	170,6	**320,5**	64,9	201,0	36,6	96,9	**24,1**	146,8	87,6	105,7	88,6	**111,49**
تسعدان	العجز في الجريان ملم	239,9	258,8	**477,1**	177,6	**134,7**	144,8	346,9	230,0	468,8	174,0	174,7	205,6	270,6	272,3	289,0	290,6	369,6	380,2	401,1	298,1	182,2	**275,56**
	معامل الجريان %	33,9	17,8	23,1	33,1	43,6	36,9	14,2	26,6	26,9	32,9	49,4	**60,9**	19,3	42,5	11,2	25,0	**6,1**	27,9	17,9	26,2	32,7	**28,81**
وادي الكبير الرمال	سفيحة التساقط ملم	472,8	506,4	708,7	545,4	461,2	552,1	498,4	558,0	584,9	404,8	538,9	**769,3**	469,1	625,4	418,8	465,7	**394,7**	669,6	603,8	533,2	444,1	**534,53**
عند محطة	سفيحة الجريان ملم	79,8	42,1	88,9	62,1	42,3	115,4	51,4	77,8	88,5	66,7	96,5	**150,0**	82,1	111,9	36,1	61,3	**30,1**	139,4	71,9	58,0	41,2	**75,88**
العنصر	العجز في الجريان ملم	393,0	464,3	619,8	483,3	418,9	436,8	447,0	480,2	496,3	338,1	442,4	**619,3**	387,1	513,4	382,7	404,3	**364,6**	530,3	531,8	475,2	402,9	**458,65**
	معامل الجريان %	16,9	8,3	12,5	11,4	9,2	**20,9**	10,3	13,9	15,1	16,5	17,9	19,5	17,5	17,9	8,6	13,2	**7,6**	20,8	11,9	10,9	9,3	**14,20**

4.2مقارنة أنظمة التساقط و الجريان :

نهدف من خلال مقارنة أنظمة التساقط بالأنظمة الجريان هو معرفة مدى التوافق هذه الأخيرة مع بعضها البعض و من خلال الشكل رقم (27) يتبين لنا أن الشهر الأوفر مطرا لا يتوافق مع الأشهر أوفر جريانا حيث في وادي الرمال الشهر الأوفر مطرا هو شهر ديسمبر أما الأوفر جريانا هو شهر فيفري في وادي الكبير الأعلى عند محطة تسعدان الشهر أكثر تساقطا هو مارس في حين الأوفر جريانا هو فيفري و في وادي الكبير الأدنى عند محطة العنصر فالأوفر تساقطا هو شهر ديسمبر و الأوفر جريانا هو فيفري .

هذا التباعد في الأشهر الأوفر مطرا و الأوفر جريانا يفسر بأنه في فترات الأولى للأمطار و التي تتوافق مع فصل الخريف ، الكميات المتساقطة قد يتعرض جزء منها إلى التبخرالنتح و جزء أخر يتسرب إلى التربة أو تغذية الأصمطة الجوفية و التي تشهد عموما جفاف في فترة الصيف و بالتالي يبلغ الجريان أقصاه في شهر فيفري أين يقل التبخر النتح و تكون الأصمطة الجوفية قد تغذت و لأجل التأكد من ذلك قمنا بتقدير كميات التبخر النتح في وادي الرمال نظرا لتوفر معطيات الأساسية لحسابها.

5.2أثر التبخر و النتح على الجريان السطحي في وادي الرمال

من بين العوامل المفسرة للعجز في الجريان هو التبخر النتح و لتقديره سنعتمد على معادلة و تورك للفترة(74/73 و 94/93) ..

تقدير كمية التبخر النتح باعتماد على معادلة تورك :

من بين أشهر المعادلات المستعملة لحساب التبخر النتح هي معادلة تورك لاعتمادها على معطيات التساقط و الحرارة و تعطى وفق المعدلة التالية :

$$ETR_{mm} = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

حيث :

P: التساقط السنوي بملم

$L = 300 + 25T + 0.05T^3$

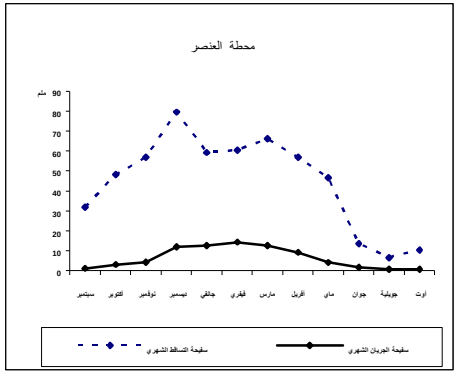
T: درجات الحرارة المتوسطة

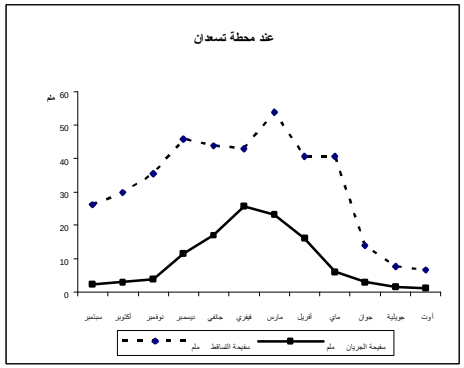
$ETR_{mm} = 454.14\text{mm}$

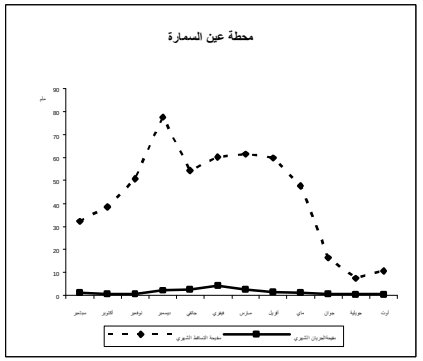
و من خلال مقارنة قيم السنوية لتبخر النتح الحقيقي المقدرة بمعادلة تورك و قيم العجز في الجريان السنوي المقدرة عن طريق الحوصلة الهيدرولوجية فقد وجدنها تقريبا متماثلة حيث قدر العجز في الجريان للفترة 74/73 -94/93 حوالي 499.26 ملم و قيم التبخر النتـح بمعدلة تورك حوالي 454.14 ملم و بالتالي إذا اعتبـرنا العجـز في الجريان سببه الرئيسـي هو القيـم الكبيـرة لـتبخـر و النـتـح فـإن التساقط الفعال (pluies efficaces) و الذي يساهم في الجريان السطحي و تغذية الأصمطة المائية عن طريق الترشح يساوي حوالي 63.19 ملم أي بالنسبة **12.21 %** من مجموع التساقط .الشكل (28).

شكل رقم (27)

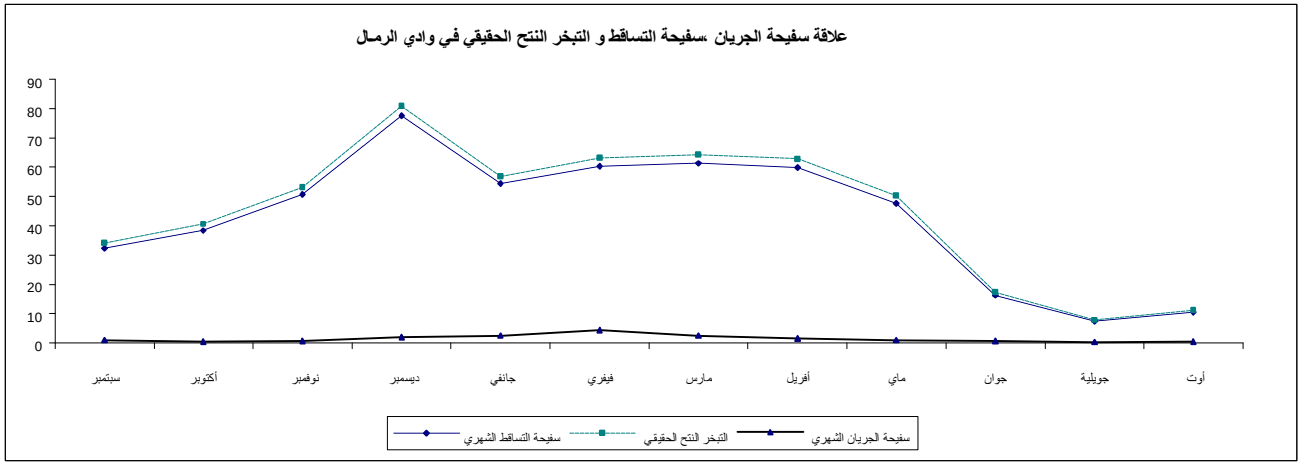
مقارنة الأنظمة التساقط و أنظمة الجريان







شكل (28)



من خلال دراستنا لتأثير التغيرات المناخية على الجريان السطحي نستخلص ما يلي :

- **الترابط الكبير بين الكميات السنوية للتساقط السنوي ،الجريان السطحي و صبيب الأقصى باعتماد على المؤشرات السنوية .**
- **تتزايد الارتباطات الشهرية القوية كلما اتجهنا نحو المنفذ من شهر إلى خمسة أشهر في وادي الكبير الأدنى عند محطة العنصر و التي تبدأ من شهر أكتوبر و تنتهي في شهر ماي و هي تتوافق كلها مع الفترة الرطبة المحددة بواسطة مؤشر قوسن عند محطتى عين الباي و الميلية .**

- **بلغت نسبة العجز في الجريان السنوي في حوض الكبير الرمال حوالي 85.80 %.وهذا العجز الكبير المسجل ليس سببه قلة الأمطار كما لاحظنا ذلك في لسنوات 85/84 ،76/75 و التي صنفت ضمن السنوات شديدة الوفرة بالنسبة لكامل الحوض إلا أن سبب يرجع إلى عامل مناخي أخر هو أيضا يلعب دور كبير في ارتفاع نسبة العجز في الجريان وهو الحرارة و من خلالها كميات التبخر النتح .**

- **أثبتت مقارنة قيم التبخر النتح السنوية المقدرة بمعدلة تورك و قيم العجز في الجريان السنوي المقدرة عن طريق الحوصلة الهيدرولوجية في وادي الرمال ، بأن السبب في النسب الضئيلة للجريان السطحي هو كميات التبخر النتح، فقد وجدنها تقريبا متماثلة حيث قدر العجز في الجريان حوالي 499.26 ملم و قيم التبخر النتح بمعدلة تورك حوالي 454.14 ملم ، للفترة 74/73 - 94/93 .**

الـفـصل الـثـا نـي

انعكاسات التغيرات المناخية على المياه الجوفية :

من خلال دراستنا للتركيب الصخري لحوض وادي الكبير الرمال ،تبين أنه ذو إمكانات هيدروجيولوجية كبيرة جدا و تعتبر الأصمطة المائية الحرة سواء كانت مستمرة و المتمثلة أساسا في تكوينات الزمن الرابع أو غير مستمرة و المتمثلة أساسا في الكتل النيريتية ، هي التي تتأثر بصفة مباشرة بالتغيرات المناخية و خصوصا الأمطار لأنها تستمد تغذيتها مباشرة من المياه الجوية و لإبراز مدى تأثر الأصمطة الجوفية بالتغيرات المناخية سنعتمد في دراستنا على ما يلي :

- تحليل معطيات صبيب لينبوع كارستي
-تحليل المستويات المياه في صماط بومرزوق

1.تغيرات الجريان الجوفي في ينبوع كارستي :

قبل التطرق إلى نظام الجريان الجوفي في ينبوع كارستي ، لابد أولا من إعطاء لمحة على الكارست المتواجد على مستوى الغشاء النيريتيي .

ينشأ الكارست نتيجة توغل المياه الأمطار المحملة بثاني أكسيد الكاربون والتي تعمل علي ذوبان الكلس خصوصا في مناطق الحساسة(المتصدعة) فتؤدي إلى اتساع الفتحات نتيجة لذوبان الكلس ما يسهل عملية توغل مياه الأمطار إلى الأعماق هذا من ناحية هيدروجيولوجية و من ناحية الجيوموفولوجية فهو يعطي أشكال كارستية متنوعه من دولينات و لابيير .....

و المياه المتوغلة في داخل الكتل الكلسية النيرتية تخرج نحو السطح بعد فترة من الزمن و من أهم الينابيع على مستوى منطقة الدراسة مدونة في الجدول رقم (46) .

جدول رقم (46) أهم الينابيع الكارستية على مستوى منطقة الدراسة

الينابيع الرئيسية	الإرتفاع (م)	الصبيب المتوسط (ل/ثا)	T °C
فزقية	820	**90**	°19.7
بو مرزوق	780	**450**	°24
سيدي سليمان	700	**5**	°14
حمام قروز	707	**50**	°39
سيدي المسيد	480	**20**	°29
عين زواوي	480	**650**	°32
عين بن السبع	400	**15**	°22
عين التين	530	**14**	°32
عين بن جلول	468	**10**	°28

المصدر : Durozoy 1962

1.1.1نظام الجريان الجوفي في ينبوع عين الزواوي :

يتوفر منبع عين الزواوي على محطة قياس لصبيب و التي بدأت تشتغل منذ سنة 96/95 و المسيرة من طرف الوكالة الوطنية للموارد المائية لشرق الجزائري .

من خلال تحليل معطيات صبيب للفترة 2001/2000-1996/1995 ، الجدول رقم (47) أن متوسط الصبيب السنوي يصل إلى 0.28 م^3/ثا ، أقصاه 0.445 م^3/ثا و أدناه 0.182 م^3/ثا .

الجدول رقم (47) **تغيرات الجريان في ينبوع كارستي (عين الزواوي) للفترة 2001/2000-96/95**

	95/96	96/97	97/98	98/99	99/2000	2000/2001	المتوسط الفترة
المتوسط السنوي لصبيب	0,445	0,316	0,229	0,258	0,248	0,182	**0,28**

أشهر أين يسجل الينبوع الكارستي أعلى صبيب هو **شهر فيفري** و مارس بمتوسط صبيب0.31 م^3/ثا ، فيما يخص الشهر الأكثر تغيرا فهو شهر أوت بمعامل 0.50 ،أما الأقل تغيرا فهو ديسمبر بمعامل 0.3

و إذا حللنا كل سنة على حدا فإن الأشهر المسجلة أكبر أو أدنى قيم الصبيب تختلف من سنة إلى أخرى فمن خلال الجدول رقم (48) يتضح لنا الجريان الجوفي ليس ثابتا في شهر معين فهو يتأرجح بين أشهر الشتاء و أشهر الربيع في حين أن أغلب الكميات الدنيا تتمركز في أشهر الصيف ماعدا في سنتي 96/95 في شهر جانفي و سنة 99/98 في شهر نوفمبر .

فيما يخص مؤشر التوازن فإن الجريان الجوفي لهذه الفترة يمتاز بتوازنه بحيث لا يوجد فارق كبير بين القيم القصوى و الدنيا كما هو الحال بالنسبة للجريان السطحي و يرجع سبب ذلك أن الجريان الجوفي له خصائص معينة تسمح له بالمحافظة على متوسطات الصبيب لأنه بعيد عن كل الظروف الخارجية والتي يتعرض لها الجريان السطحي (التبخر النتح).

جدول رقم (48) التغيرات الشهرية للجريان الجوفي عند ينبوع عين الزواوي

السنوات	المتوسط (م^3/ثا)	الصبيب الأقصى الشهري (م^3/ثا)		الصبيب الأدنى الشهري(م^3/ثا)		مؤشر التوازن
		الصبيب	الشهر	الصبيب	الشهر	
95/96	**0,445**	0,539	مارس	0,380	جانفي	**1,41**
96/97	**0,316**	0,376	سبتمبر	0,241	جويلية	**1,56**
97/98	**0,230**	0,294	ماي	0,191	أوت	**1,53**
98/99	**0,258**	0,388	فيفري	0,162	نوفمبر	**2,4**
99/2000	**0,248**	0,333	جانفي	0,147	أوت	**2,26**
2000/2001	**0,182**	0,223	مارس	0,119	أوت	**1,88**

2.1.1التغيرات الزمنية للجريان في ينبوع عين الزواوي :

نظرا لحداثة القياسات على مستوى ينبوع عين الزواوي فقد يتعذر علينا أن نتعرف بالصفة أدق على تأثير التغيرات المناخية و نقصد هنا تغيرات الأمطار على صبيب مجاري الينابع و كذا إلى أن معظم الينابيع تتواجد بالقرب منها العديد من التنقيبات هذا يؤثر حتما على صبيبها كما لوحظ ذلك في عين فزيقية فإن صبيب هذا الينبوع قد نقص .نظرا لوجود حقل من التنقيبات (7 أبار حتى سنة2004) ،و عليه دراستنا للتغيرات الزمنية سنأخذ نتائجها بحذر شديد.

و قد اعتمدنا في تحليلنا على معطيات 72 شهر متتابعة حتى يتسنى لنا معرفة مدى التغيرات الملاحظة على مستوى قيم الصبيب و من خلال الشكل رقم (29) يتضح لنا ما يلي :

يعرف ينبوع عين الزواوي تذبذبات لصبيب و التي تتراوح بين 0.539 م^3/ثا و0.119 م^3/ثا طيلة 72 شهر و الذي من خلالها شهد هذا الينبوع الكارستي ثلاث فترات تميزت بزيادة أو نقصان في الصبيب و هي كالتالي :

فترة الممتدة بين سبتمبر 96/95 حتي أكتوبر 97/96 شهدت زيادة في الصبيب حيث تراوح بين 0.374 م^3/ثا و 0.539 م^3/ثا

-فترة الممتدة من نوفمبر 97/96 حتي جانفي 99/98 تناقص الصبيب حيث تراوحت قيمه بين 0.191 م^3/ثا و 0.337 م^3/ثا .

-فترة الممتدة من فيفري 99/98 إلى غاية جانفي 2000/99 شهدت هذه الفترة زيادة لكنها تبقى ضعيفة مقارنة بالفترة الأولى حيث تراوح الصبيب فيها بين 0.333 م^3/ثاو 0.388 م^3/ثا

و من فيفري 2000/99 إلى أوت 2001/2000 شهدت فترة تناقص لصبيب تراوحت بين 0.256 م^3/ثا إلى غاية 0.119 م^3/ثا

و بالتالي فإن الفترة الممتدة من سبتمبر 96/95 إلى غاية أوت 2001/2000تميزت بتناقص لصبيب و معادلة المستقيم $y = -0.0035x + 0.407$ تثبت على ذلك .

يبقى هذا التناقص هل هو نتيجة لظروف مناخية أو للإنسان له دخل في ذلك ،لذا سنجري مقارنة بين فترة الصبيب و فترة التساقط و التي أعطت الخلاصة التالية :

أن الظروف المناخية ونعني بذلك قلة الأمطار هي المتسبب الرئيسي في تناقص الصبيب على مستوى هذا الينبوع الكارستي حيث صنفت السنوات :

-96/95 سنة بشديدة الوفرة حيث بلغت كمية التساقط السنوي 656.70 ملم و توافقت مع فترة الزيادة في صبيب الينبوع .

-97/96 سنة بشديدة العجز حيث بلغت كمية التساقط السنوي 339.80ملم و توافقت مع فترة نقص في الصبيب .

- سنوات 98/97 ،99/98 ،2000/99 فترة عادية تراوح التساقط بها بين 511.80 ملم و 543.20 ملم و تميزت هذه الفترة بالزيادة لصبيب لكن ليست بالأهمية كما في سنة 96/95

- أما سنة 2001/2000 فصنفت ضمن سنوات العجز حيث لم يسقط بها سوى 433.60 ملم من الأمطار و توافقت مع تناقص الصبيب على مستوى الينبوع .

و بالتالي بالرغم من قصر فترة الدراسة لصبيب اليابيع فإنه أعطى لنا بعض الإشارات أنه يمكن القول بأن المياه الجوفية الناتجة عن الأصمطة الحرة الغير المستمرة تتأثر بالصفة مباشرة و سريعة مع كمية الأمطار المتساقطة .و أن هناك احتمال كبير أنها الممون الرئيسي و الوحيد لهذه الأصمطة .

الشكل رقم (29)

التغيرات الزمنية للجريان الجوفي في ينبوع كارستي (عين الزواوي) للفترة 2000/2001-95/96
متوسط الصبيب الشهري م3/ثا
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
مارس؛0,539 م3/ثا
فيفري؛ 0,388 م3/ثا
أوت ؛ 0,119 م3/ثا
95/96
96/97
97/98
98/99
99/2000
2000/2001

2 انعكاسات التغيرات المناخية على مستوى صماط الجوفي لبومرزوق:

استجابة الصماط المائي لتغيرات المناخية تترجم بتغيرات المستويات البيوزومترية وللإبراز تأثير هذه التغيرات على المخزون المائي الجوفي للصماط غريني ،وقع الاختيار على الصماط المائي لبومرزوق لأهميته العظمى على مستوى منطقة الدراسة من ناحية و توفره على معطيات قياس من ناحية أخرى و لقد اعتمدنا على معطيات مستويات المياه الجوفية و معطيات التساقط لمحطة عين الباي للفترة 2001/2000-1971/1970 و لأجل دراسة تأثير هذه التغيرات نتبع الطريقة التالية :

- التغيرات الشهرية لمستويات المياه و مقارنتها بالنظام الشهري للأمطار
- التغيرات السنوية لمستويات المياه و مقارنتها بالتصنيف السنوي من خلال الكميات السنوية للأمطار .

1.2.1التغيرات الزمنية لمستويات المياه في سماط بومرزوق:

قبل أن نتطرق إلى التغيرات الزمنية لمستويات المياه لابد أن نعطي لمحة على خصائص الفيزيائية لهذا الصماط المتواجد في ضواحي الخروب ،على طول واد الباردة ، حيث يصعب تحديد سمكه لأن أسفله يتواجد صماط مائي أخر على مستوى تكوينات البليوسين ، و يتشكل هذا الصماط من ترب زراعية terres arables ،طين رملية حمراء كلس بحيرى،ترافيرتان سمك هذا التركيب قد يتعدى 375م اختبارات الضخ لسنة 1969 سمحت بتقييم نفاذية حيث وصلت إلى 1.4 10^{-4} م/ثا هذه القيمة صنف الصماط بأنه ذو نفاذية متوسطة .

2.2.1 التغيرات الشهرية لمستويات المياه لصماط بومرزوق :

الهدف من دراسة التغيرات الشهرية لمستويات المياه هو معرفة نظام الجريان الجوفي في هذه الأصمطة ومن خلاله نتعرف على الأشهر التى تتوافق مع أعلى و أدنى مستويات المياه و مقارنتها مع النظام الشهري للأمطار و النتائج مدونة في الجدول رقم (49) و من خلاله يتبين لنا ما يلي :

متوسط مستويات الماء في صماط بومرزوق يتراوح بين 8.89- م و 11.46- م ، و معامل الاختلاف يتراوح بين 0.30- و 0.65-

الأشهر الموافقة لأعلى المستويات الماء هو شهر مارس بمستوى 8.89 – م ، ثم يليه كل من أفريل 9.31- م و ماي ب 9.34- م و هي الأشهر الأكثر تغيرا بمعامل إختلاف يتراوح بين 0.45- و 0.65- في حين يعتبر شهري نوفمبر و ديسمبر من الأشهر التي توافق أدنى المستويات على التوالي 11.33 -م و 11.46- م و هي الأشهر الأقل تغيرا حيث تراوح معامل الاختلاف بها بين 0.30- و 0.36-

جدول رقم (49) التغيرات الشهرية لمستويات البيوزمترية لصماط بومرزوق للفترة 2001/2000-71/70

	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماى	جوان	جولية	أوت
المتوسط	-10,55	-10,93	-11,33	-11,46	-10,82	-10,36	-8,89	-9,31	-9,34	-9,52	-9,90	-10,40
معامل التغير	-0,37	-0,35	-0,31	-0,30	-0,37	-0,39	-0,66	-0,46	-0,45	-0,44	-0,40	-0,37

و بالتالي أعلى المستويات تتوافق مع أشهر الربيع و الأدنى المستويات تتوافق مع أشهر الشتاء و هذا لا يتوافق مع النظام الشهري لأمطار في محطة عين الباي و الذي يعتبر فيها شهري ديسمبر و جانفي من الأشهر الأوفر مطرا و بالتالي فإن كميات الأمطار الوفيرة في هذه الأشهر لا تأخذ طريقها إلى الأصمطة المائية مباشرة لماذا ؟ ربما راجع أن كما رئينا في دراستنا للأمطار أنها تتميز بشدتها و تركزها في الزمن(averses) و بالتالي شدتها الكبيرة تفوق إمكانيات الترشح ،فتذهب مباشرة إما إلى الجريان السطحي أو تعود إلى الغلاف الجوي عن طريق التبخر النتح .

و بما أن من الخصائص الفيزيائية لهذا الصماط هو وجود ترب على مستواه (terres arables)فإن في فترة الأوابل تتعرض الترب إلى غلق مسامات بفعل قطرات المياه (battance) ،ما لا يساعد مياه الأمطار على التسرب نحو الأعماق .

3.2.1التغيرات السنوية لمستويات المياه في صماط بومرزوق :

بلغ المتوسط السنوي لمستويات المياه عند صماط بومرزوق حوالي 10.23- م ، حيث وصل أعلى مستوى في سنة 73/72 بقيمة 3.55- م أما أدنى مستوى فتوافق مع سنة 90/89بقيمة 14.71- م .

التصنيف الذي اعتمدناه لتمييز بين المستويات العليا و الدنيا كان على أساس الإحصائي حيث :

$\overline{x} - s\,x$ لأعلى المستويات 6.77- م

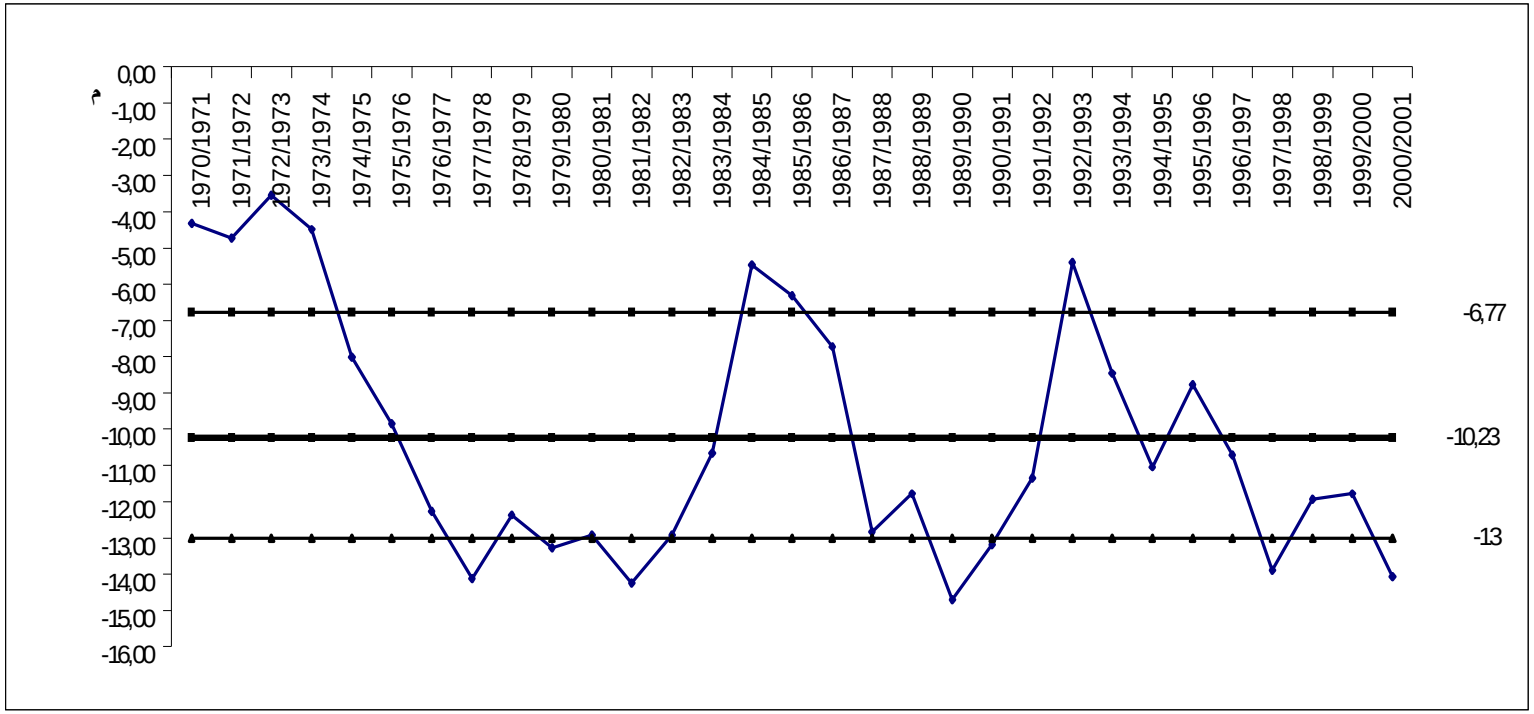
$\overline{x} + s\,x$ لأدنى المستويات 13- م

و من خلال الشكل رقم (30) يتبين لنا ما يلي :

شهدت سنوات :71/70 ،72/71 ،73/72 ،74/73 ،85/84 ،86/85 93/92 أعلى المستويات المياه .

في حين شهدت سنوات :78/77، 80/79 ،82/81، 90/89 ، 91/90 ، 98/97 و 2001/2000 أدنى مستويات المياه .

الشكل رقم (30) تغيرات السنوية للمستوى البيزومتري في صمام بومرزوق للفترة 70/71-2000/2001



4.2.1علاقة مستويات المياه بالتصنيف السنوي للأمطار في محطة عين الباي :

لمعرفة مدى العلاقة التي تربط مستويات المياه بكميات الأمطار أجرينا نوع من المقارنة بين أعلى و أدنى المستويات المياه و مقارنتها بالتصنيف السنوي المعتمد بالطريقة الخميسيات و النتائج مدونة في الجدول رقم (50) و من خلاله يتبين لنا ما يلي :

جدول رقم (50) مستويات المياه الجوفية و التصنيف السنوي لأمطار

سنوات الموافقة لأعلى مستوى للمياه الجوفية	التصنيف السنوي لأمطار	سنوات الموافقة لأدنى مستوى للمياه الجوفية	التصنيف السنوي لأمطار
71/70	سنة عادية	78/77	سنة العجز
72/71	سنة شديدة الوفرة	80/79	سنة عادية
73/72	سنة وفيرة	82/81	**سنة وفيرة**
74/73	**سنة شديدة العجز**	90/89	سنة شديدة العجز
85/84	سنة شديدة الوفرة	91/90	**سنة وفيرة**
86/85	**سنة العجز**	98/97	سنة عادية
93/92	سنة وفيرة	2001/2000	سنة العجز

ما يلاحظ على العلاقة بين التصنيف السنوي لأمطار و مستويات المياه أن هناك إما توافق أو لا توافق بحيث :

- توافقت السنوات التي شهدت عجز في الأمطار مع أدنى المستويات و السنوات وفرة في الأمطار شهدت أعلى المستويات في المياه الجوفية.

أما فيما يخص بعض السنوات فلا يوجد توافق تماما كما هو ملاحظ في سنوات 74/73 ،86/85 ،82/81 ،91/90 حيث :

- بلغت كمية الأمطار في سنة 74/73 حوالي 321.2 ملم ، و صنفت ضمن السنوات شديدة العجز إلا أن مستوى المياه الجوفية عند صماط بو مرزوق وصل إلى 4.49 - م

- بلغت كمية الأمطار في سنة 86/85 حوالي 416.6 ملم ، و صنفت ضمن السنوات العجز إلا أن مستوى المياه الجوفية عند صماط الجوفي وصل إلى 6.31 - م .

- بلغت كمية الأمطار في سنة 82/81 حوالي 564.8 ملم ، و صنفت ضمن السنوات الوفيرة إلا أن مستوى المياه الجوفية عند صماط بو مرزوق وصل إلى 14.25- م

-وصلت كمية الأمطار في سنة 91/90 حوالي 580.3 ملم و صنفت ضمن السنوات الوفيرة إلا أن مستوى المياه الجوفية عند صماط بو مرزوق وصل إلى 13.20- م

ما يمكن أن نستنتجه من خلال ما سبق :

الاستجابة صماط بومرزوق في سنة من السنوات سواء بإرتفاع أأو انخفاض المستوى يمكن إرجاعه إلى إمكانيات التخزين و الكمية المخزنة في السنة أو السنوات التي سبقت ذلك .

بحيث و على سبيل المثال سنة 74/73 صنفت ضمن السنوات الشديدة العجز لكن مستوى الماء يتناسب مع المستويات العليا لأنه في السنوات التي سبقت هذه السنة صنفت ضمن السنوات الوفيرة إلى شديدة الوفرة و بالتالي الصماط لم يتأثر بهذا العجز بكميات الأمطار في هذه السنة .

كما أن في سنة 91/90 و التي صنفت ضمن السنوات الوفيرة إلا أن مستوى المياه بلغ أدناه و السبب يمكن إرجاعه إلى أن السنة التي سبقتها 90/89 صنفت ضمن السنوات شديدة العجز و مستوى الماء فيها بلغ أدنى مستوى 14.71- م و بتالي لا يمكن في حال من الأحوال أن يسترجع و لو المستوى المتوسط بهذه الكمية لكن في المقابل شهد ارتفاع محسوس لمستوى و الذي بلغ 1.5 م

ما يمكن أن نستخلصه أن استجابة الصماط سواء بالارتفاع أو الانخفاض لا يتأثر بسنة من السنوات إنما ينعكس ذلك إذا تتابعت السنوات .

فسنة شديدة العجز لا يتاثر مستوى الصماط بها إذا سبقتها سنوات شديدة الوفرة و العكس قد لا يستجيب الصماط المائي لسنة شديدة الوفرة إذا سبقتها سنوات شديدة العجز .

النظام الأصمطة المائية و استجابته للأمطار هو على امتداد سنوات وليس سنة.

ما يمكن أن نستخلصه من خلال دراستنا لنظام الجريان الجوفي و تأثير التغيرات المناخية عليه ما يلي :

- **أشهر أين يسجل الينبوع الكارستي أعلى صبيب هو شهر فيفري و مارس بصبيب متوسط يصل 0.31 م^3/ثا**
- **فيما يخص مؤشر التوازن فإن الجريان الجوفي لهذه الفترة يمتاز بتوازنه بحيث لا يوجد فارق كبير بين القيم القصوى و الدنيا لأن الجريان الجوفي له خصائص معينة تسمح له بالمحافظة على متوسطات الصبيب لأنه بعيد عن كل الظروف الخارجية والتي تتسبب في نقص صبيبه(التبخر النتح) و أن قلة الأمطار هي المتسبب الرئيسي في تناقص الصبيب على مستوى هذا الينبوع الكارستي**

- **قصر فترة الدراسة لصبيب الينابيع 2001/2000-96/95فإنه أعطى لنا بعض الإشارات أنه يمكن القول إن المياه الجوفية الناتجة عن الأصمطة الحرة الغير المستمرة تتأثر بالصفة مباشرة بكمية الأمطار المتساقطة ،و أنها الممون الرئيسي و الوحيد لهذه الأصمطة .**

- **نظام الجريان في صماط بو مرزوق يتوافق مع أشهر مارس و أفريل و ماي حيث يصل إلى أعلى المستويات أما شهري نوفمبر و ديسمبر يتوافق المستويات الدنيا لصماط المائي و هذا مالا يتوافق مع النظام الشهري للأمطار في محطة عين الباي .**

- **الاستجابة صماط بومرزوق في سنة من السنوات سواء بإرتفاع أأو انخفاض المستوى يمكن إرجاعه إلى إمكانيات التخزين و الكمية المخزنة في السنة أو السنوات التي سبقت ذلك ،فالسنة شديدة العجز لا يتاثر مستوى الصماط بها إذا سبقتها سنوات شديدة الوفرة و العكس قد لا يستجيب الصماط المائي لسنة شديدة الوفرة إذا سبقتها سنوات شديدة العجز وبالتالي فإن استجابة الأصمطة المائية لتغيرات الأمطار يعتمد على تتابع سنوات وليس سنة.**

الـفـصل الـثـا لـث

الانعكاسات الاقتصادية و الاجتماعية لتغيرات المناخية :

إنه و بلا شك كل تغير يطرأ على أحجام تصريف الأودية و الينابيع و الأصمطة الجوفية من خلال تغيرات مستويات المياه ،سينعكس حتما على استعمالات المياه ، لذا فإننا في هذا الفصل سنتطرق إلى انعكاسات الإقتصادية و الاجتماعية لهذه التغيرات ،من خلال دراسة الأحجام المنتجة من المياه السطحية و الجوفية و الموجهة خصوصا لشرب ، كما سنتعرف على أثر تغيرات الأمطار على تذبذب المساحات المسقية و هل هي المتسبب الرئيسي في ذلك أم هنالك عوامل أخرى .

الانعكاسات الاقتصادية و الاجتماعية لتغيرات المناخية :

بعدما رأينا أن لكميات الأمطار المتساقطة لها تأثير مباشر على حجم التصريف المجاري المائية و الينابيع الكارستية ، و العجز الملاحظ على مستوى المياه السطحية سببه الرئيسي قلة الأمطار و كميات التبخر النتح الكبيرة و تأثير الغير مباشر لها فيما يخص الأصمطة الجوفية ، سنتطرق في هذا الفصل إلى مدى انعكاسات هذه التغيرات على الموارد المائية السطحية و الجوفية اقتصاديا اجتماعيا .

1 - 1انعكاسات على الموارد المائية السطحية:

يستقبل حوض الكبير الرمال للفترة الممتدة بين (94/93-74/73) متوسط سفيحة تساقط536.40 بمتوسط سفيحة جريان 75.88 ملم أعظم سفيحة جريان شهدها الحوض كانت في سنة 85/84 ب150ملم و أدناها في سنة 90/89 ب 30.1 ملم ،هذه الكميات المتذبذبة للأحجام التصريف من سنة إلى أخرى أدت إلى إنشاء سدود على مستوى حوض الكبير الرمال، تسمح بالمحافظة على هذه المياه و تعويض النقص في سنة من السنوات، تتنوع فيها سعة التخزين حسب نوعية السد فلدينا على مستوى الحوض سدود كبيرة ،متوسط ،و سدود ترابية الخريطة رقم (10).

السدود الكبرى :

لسدود الكبرى دور كبير في التنمية الاقتصادية و الاجتماعية لذا تم انجاز على مستوى حوض الكبير الرمال سدين كبيرين هما سد حمام قروز و سد بني هارون لسد حاجيات الشرب الزراعة و الصناعة

- سد بني هارون :

تقدر سعة التخزين سد بني هارون حوالي 795 هكم^3 لتزويد كل من ولاية باتنة ،خنشلة ، ،ميلة أم البواقي ،قسنطينة و منطقة الميلية .

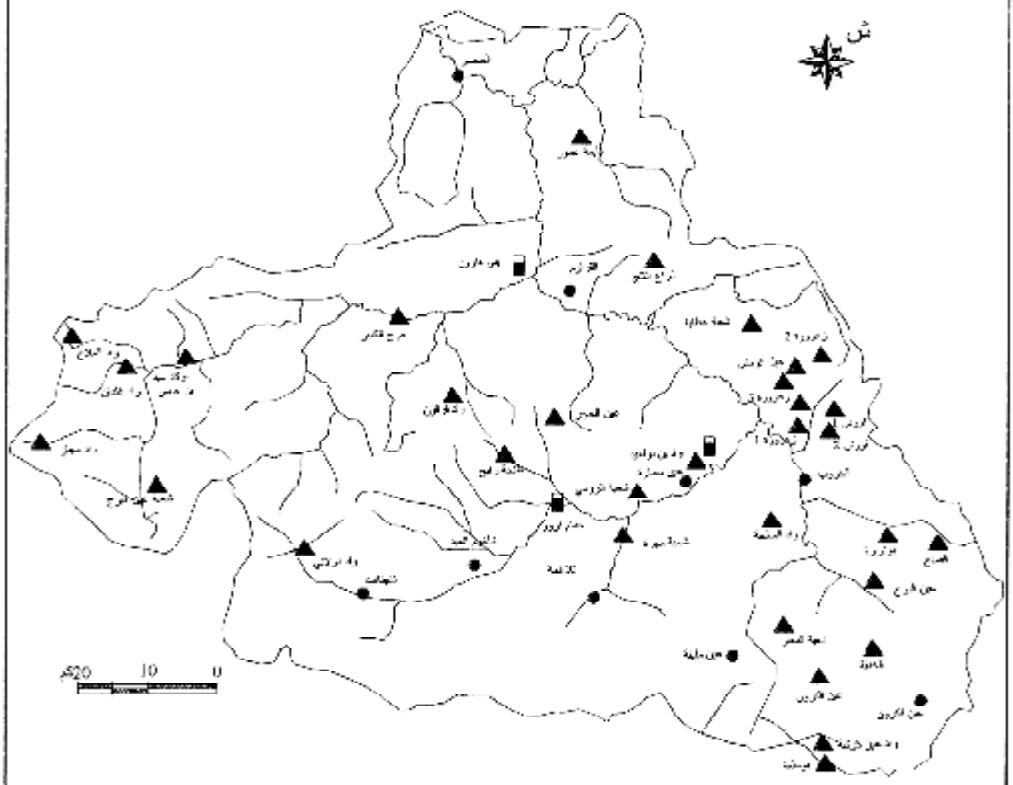
تسمح مجمل الموارد المائية المعبأة لهذا السد بمواجهة الحاجيات بالمياه الصالحة لشرب و الصناعة (310.6 مليون م^3 سنويا) وحجم 223 مليون م^3 سنويا السقي مساحات زراعية جديدة و التي قدرت ب 38800 هكتار .

- سد حمام قروز :

قدرت سعة التخزين سد حمام قروز حوالي 45هكم^3 لتزويد سكان مدينة قسنطينة بالمياه الصالحة للشرب .

الخريطة رقم:(10)

حوض وادي الكبير الرمال : تعبئة المياه السطحية



المصدر: وكالة الأحواض الهيدروغرافية المتوسطية ABH n°8-2002

السدود المتوسطة:

يتواجد على مستوى حوض الكبير الرمال سد واحد من نوع المتوسط ، ذو إمكانية التخزين ضعيفة مقارنة بالسدود الكبرى ،3.2 هكم^{3}و هو سد بارلا الذي يقع على شعبة رقبة بارلا ،إزدادت إمكانيات التخزين لهذا السد بعد عملية رفع الحاجز سنة 1999 ب 5 أمتار والذي أصبح يصل إلى 18 م مما زاد من قدرة استيعاب البحيرة للماء ،و انطلاقا من أكتوبر2000 أصبحت مياه هذا السد موجهة لتزويد سكان مدينة قسنطينة بالمياه الصالحة لشرب .بعد ما كانت مياهه موجهة لسقي الأراضي الزراعية .

السدود الترابية :

من بين الأهداف التي تم من خلالها انجاز حوالي 33 سد ترابي على مستوى حوض الكبير الرمال هو سقي الأراضي من أجل تحقيق التهيئة الهيدروزراعية.

لكن تبقى أهم المشاكل التي تعاني منها السدود بمختلف انواعها في حوض الكبير الرمال و المتعلقة بالظروف المناخية هي : نسبة الامتلاء الضعيفة و أثر ذلك في العجز في مياه الشرب و تذبذب في المساحات المسقية ، التقليل من سعة السدود من خلال ظاهرة التوحل ، سفيحة التبخر العالية ، انهيار بعض السدود الترابية ...

1.1.1تغيرات السنوية للحجم المياه المخزنة في السدود و أثر ذلك على مياه الشرب و المساحات المسقية:

1-1-1-1تغيرات السنوية لأحجام المياه المخزنة في السدود:

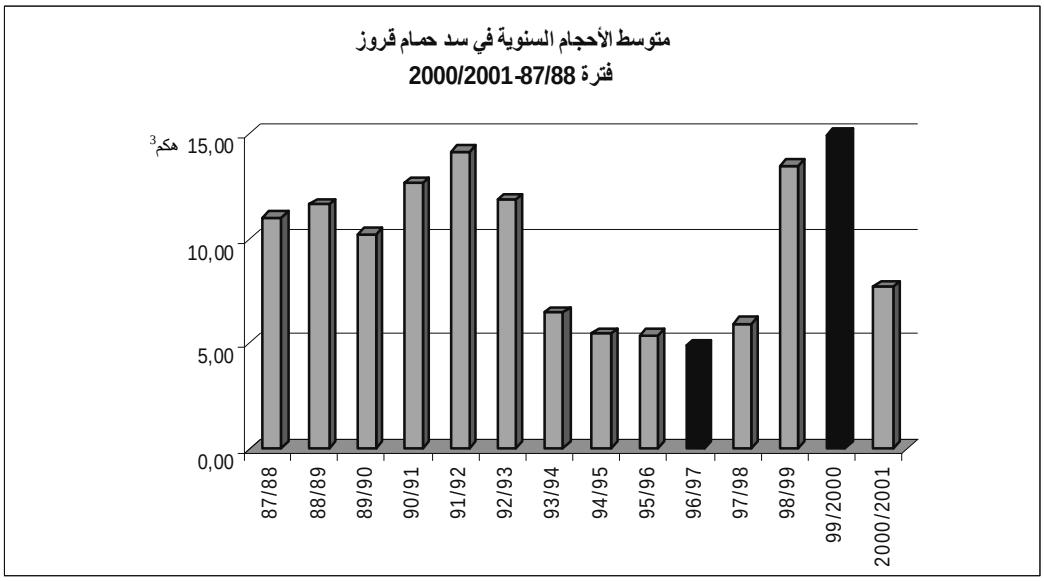
إن متوسط الأحجام السنوية للمياه المخزنة في سد حمام قروز الشكل رقم (31) ، جد ضعيفة مقارنة بإمكانيات السد، فمتوسط السنوي لحجم التخزين للفترة(87/88-2000/2001) بلغ 9.73 هم^3 بنسبة 21.62% من امكانيات الخزان ،حيث بلغت أكبر نسبة تخزين 33.11 % موافقة لسنة 2000/99 و أدناها 10.91 % و كانت في سنة 97/96 .

يعكس الفارق في النسب ،أثر هذه السنوات على أحجام التخزين فقد صنف السنة2000/99 ضمن السنوات العادية و سنة 97/96 ضمن السنوات شديدة العجز.

أما إذا قورنت متوسطات السنوية لأحجام التخزين في سنة 96/95 ،و التي صنفت ضمن السنوات شديدة الوفرة و سنة 97/96 التي صنفت ضمن السنوات شديدة العجز فإن نسبة امتلاء بلغت 12 % في السنة الأولى و 10.91% في السنة الثانية ، فلا يوجد فارق كبير بين السنتين ،و بالتالي فإن إمكانيات سد حمام قروز محدودة و السبب الرئيسي في ذلك يعود إلى الخصائص الفيزيوغرافية للحوض من خلال التركيب

الصخري السائد في حوض التجمعي لوادي الرمال العثمانية و سيطرة التكوينات ذات النفاذية العالية (تكوينات الزمن الرابع و كلس النيريتي).

الشكل رقم (31)



و بالتالي ما يمكن قوله أنه سواء كانت سنوات كثيرة أو قليلة المطر فإن امكانيات التخزين لسد حمام قروز محدودة لأنه لم يأخذ بعين الاعتبار الإمكانيات الهيدرولوجية لحوض وادي الرمال العثمانية

1-1-1-1-1-1-العجز في التموين بمياه الشرب :

من خلال المعطيات المستقاة من الجزائرية للمياه (ADE) و المتعلقة بالأحجام المنتجة من المياه السطحية و الموجهة لتلبية حاجيات مدينة قسنطينة و ضواحيها بمياه الشرب للفترة(91/90-2000/2001) ،،متغيرة من سنة إلى أخرى و من شهر إلى أخر تبعا لدرجة امتلاء السد من ناحية ،و إمكانيات و عدد خزانات الماء المحدود من ناحية أخرى(51 خزان ماء، بقدرة تخزين تصل 80600 م^3) الشكل (32) .

حيث سجل أكبر انتاج للمياه السطحية في أوت 91/90 بحجم قدر ب 1283816 م^3 والتي صنفت ضمن السنوات الوفيرة و ادنى إنتاج في سنة 92/91 بحجم 225936 م^3 والتي صنفت هي الأخرى ضمن السنوات الوفيرة ،ثم تليها مباشرة سنة 97/96 و التي صنفت ضمن السنوات شديدة العجز بحجم انتاج بلغ 210638 م^3 .

هذا الحجم المتغير راجع إلى نسبة الامتلاء التي تتأثر بدرجة الأولى بالتغيرات الأمطار . مع الإشارة أن الحجم الضعيف لإنتاج المياه السطحية المسجل في سنة 92/91 سببه الرئيسي هو عطب على مستوى قناة جلب المياه الذي سجل في هذه السنة .

هذه النسب المتغيرة الراجعة إلى التغيرات في كمية الأمطار من ناحية و امكانيات المحدودة لسد من ناحية أخرى ، أدى بالمديرية الري لمدينة قسنطينة إلى البحث عن مصادر أخرى لسد العجز الملاحظ في مياه الشرب ، ففي سنة 1995 تم تحويل مياه ينبوع حمام قروز إلى السد و هذا لزيادة في أحجام التخزين ، وفي سنة 2000 تم تحويل مياه سد بارلا الذي كان موجه لسقي الأراضي الزراعية إلى مياه صالحة لشرب لسد العجز الملاحظ على مستوى مدينة قسنطية .

1-1-1-1-2تذبذب المساحات المسقية :

من بين انعكاسات السلبية لتغيرات الأمطار من سنة إلى أخرى و حتى داخل السنوات هو تذبذب في المساحات المسقية و التي تعتمد أساسا على الأحجام المخزنة من المياه في السدود الترابية و في غياب معطيات الخاصة بالنسبة الامتلاء في هذه السدود سنحاول أن نتعرف على أثر التغيرات الأمطار من خلال دراسة تذبذب المساحات المسقية في بلدتي قسنطينة و عين السمارة للفترة 2004/2003-95/94 .

جدول رقم (51) **تطور المساحات المسقية في بلديتي قسنطينة و عين السمارة**

الموسم الفلاحي	بلدية قسنطينة			بلدية عين السمارة		
	الزراعات المعاشية	الأشجار المثمرة	المجموع	الزراعات المعاشية	الأشجار المثمرة	المجموع
94/95	152	11,9	**163,9**	101	12,9	**113,9**
95/96	81	38	**119**	67,7	26,11	**93,81**
96/97	**24**	24	**48**	22,5	26	**48,5**
97/98	29	42	**71**	42	29	**71**
98/99	59	30	**89**	52	29,32	**81,32**
99/2000	92	34,5	**126,5**	42	29,29	**71,29**
2000/2001	**52**	51	**103**	46	29	**75**
2001/2002	31	92,93	**123,93**	19	68,76	**87,76**
2002/2003	50,5	102	**152,5**	42	93	**135**
2003/2004	21	133	**154**	29	148	**177**

من خلال الجدول رقم (51) أن مجموع المساحات المسقية على مستوى بلديتي قسنطينة و العين السمارة يشهد تذبذب من سنة إلى أخرى إما بزيادة أو تقلص في المساحات و الذي يرجع إلى عدة أسباب و التي من أهمها :

- **أسباب التقلص الملاحظ في المساحات المسقية :**

- كميات الأمطار المتغيرة من سنة إلى أخرى فعلى سبيل المثال سنة 97/96 شهدت تقلص كبير في المساحات المسقية سواء في بلدية قسنطينة أو عين السمارة حيث لم تتعدى 48.5 هكتار
- تحويل مياه سد بارلا لسقي الأراضي الزراعية إلى سد حاجيات مدينة قسنطينة بمياه الشرب .

- تطبيق لوائح القانونية المتعلقة بالاستعمال المياه الملوثة لسقي الأراضي (قانون المياه رقم 83 و خاصة البند 138،137،63) و التي تمنع استعمال المياه الأودية الملوثة لسقي الأراضي الزراعية ، و الخاص بمكافحة الأمراض المتنقلة عن طريق المياه .

- **أسباب الزيادة في المساحات المسقية :**

في السنوات الأخيرة شهدت بلديتي قسنطينة و عين السمارة و غيرها من بلديات تطور في المساحات المسقية خصوصا في زيادة مساحات الأشجار المثمرة ،و هذا راجع إلى برامج التنمية الفلاحية و تدعيم الدولة للفلاحين من خلال حفر الأبار(puits) و التقاط مياه الينابيع (captage des sources).

1-1-2- التقليل من سعة السدود:

من بين المشاكل التي تعاني منها السدود في الجزائر هي ظاهرة التوحل، وهي عملية ترسب المواد دقيقة أو الخشنة المنقولة من طرف المجاري المائية من مختلف مناطق الحوض التجميعي إلى حويضة السد ،و ظاهرة التوحل على مستوى المنشئات الهيدروليكية في الحوض الكبير الرمال جد هامة بالنظر إلى العوامل المحفزة لذلك من عدم انتظام الأمطار و تميزها بشدة و تركز في الزمن ، و سيطرة التكوينات الهشة القابلة لنقل (تكوينات الميوبليوسين)

و بالرغم من عدم توفر المعطيات الخاصة بقياس التوحل على مستوى السدود في حوض الكبير الرمال ، سنكتفي بتحليل معطيات العكر على مستوى بعض نقاط القياس موزعة على كامل الحوض و هذا للفترة الممتدة بين 96/95-2002/2001 و من خلال ذلك وجد أن أعلى التركيزات و التي تراوحت بين 32غ/ل و 169 غ/ل توافقت مع شهر فيفري و الذي يعبر على نظام الجريان السطحي في حوض الكبير الرمال . هذه النسب العكر تعكس بصدق مدى أهمية التعرية المائية على مستوى الحوض .

و مهما يكن فإن التعرية المائية مستمرة في الزمن و بالتالي ظاهرة توحل السدود لا مفر منها وعليه فمن الضروري إلى جانب دراسة العلاقات التي تربط الأمطار بأحجام التصريف و نسبة العكر، نحاول أن نبحث عن المناطق التي تشهد تعرية مائية كبيرة ومن خلال تحديد حساسية الأراضي تجاه التعرية يمكن تحديد أولوية التدخل لحماية السفوح لأجل التقليل من ظاهرة التوحل .

1-1-3-سفيحة التبخر العالية :

أغلب مناطق حوض ذات مناخ نصف جاف و بالتالي فإن سفيحة التبخر جد معتبرة فقد قدرت على مستوى محطة عين الباي للفترة 71/70 - 2001/2000 حوالي 1084 ملم و تعظم كمية التبخر على مستوى المياه المعرضة مباشرة لأشعة الشمسية ، حيث بلغت سفيحة التبخر في محطة واد العثمانية عند سد حمام قروز حوالي 1164.75 ملم للفترة الممتدة بين 89/ 88 -2003/2002 ،و هذه الكمية الهائلة المفقودة هي أيضا من بين المشاكل التي تعاني منها السدود .

1-1-4-انهيار بعض حواجز السدود الترابية:

انهيار بعض الحواجز لسدود الترابية على مستوى حوض الكبير الرمال ظاهرة تلفت الانتباه كسد عطابة 2003 و سد زعرورة 2 الخروب 2004 و التي من أسبابها الرئيسية سوء الأحوال الجوية .

و تبقى هناك أسباب أخرى بشرية و المتعلقة بالدراسات و الانجاز .

1-2- انعكاسات على الموارد المائية الجوفية :

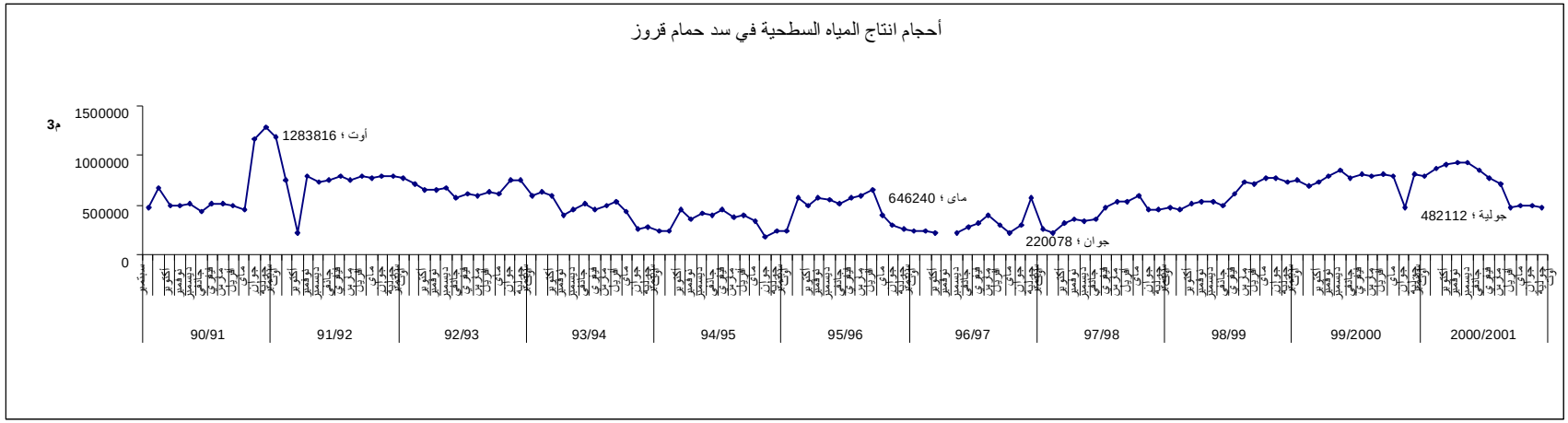
تعتبر المياه الجوفيه من أهم المورد المائية على اطلاق لتموين مختلف القطاعات (مياه الشرب ، الزراعة ، الصناعة ،و السياحة) ، حيث تبلغ الأحجام المعبئة سنويا من المياه الجوفية في حوض الكبير الرمال حوالي 1213.50 هكم ^{3}(الوكالة الوطنية لأحواض الهيدروغرافية 2002) ،ما يعادل تقريبا قدرة تخزين سدين كبيرين مثل سد بني هارون ، هذا الحجم الهائل المستخرج من الأصمطة الجوفية المتجددة منها و الغير ذلك سببه قلة الموارد المائية السطحية المعبأة ،حسب رأي القائمين على هذا القطاع.

و لمعرفة مدى تأثير تغيرات الأمطار على الأحجام المنتجة من المياه الجوفية ،اعتمدنا على الأحجام المستخرجة من صماط بومرزوق و الموجهة للفترة الممتدة بين 91/90-2001/2000 و التي من خلالها يتبين لنا ما يلي :الشكل رقم (33).

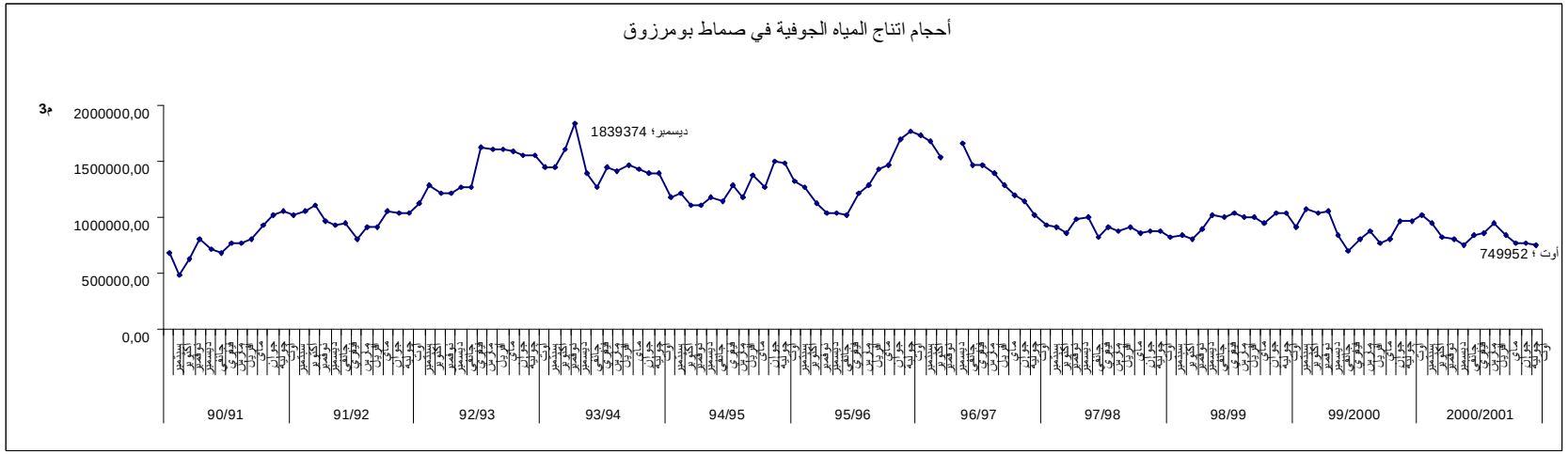
سجلت أكبر كمية إنتاج للمياه الجوفية في صماط بومرزق في ديسمبر94/93 ،بحجم 1839374 م^3 و ثم تليها سبتمبر سنة 97/96 بحجم 1723680 م^3 و و أدنى حجم بلغ حوالي 478158 م^3 و كان في سنة 91/90 .

سنتي 94/93 و 97/96 صنفت ضمن السنوات العجزة إلى الشديدة العجز و التي صادفت أكبر كميات المستخرجة من صماط بومرزوق بينما سنة 91/90 صنفت ضمن السنوات الوفيرة و صادفت أدنى أحجام الإنتاج .

شكل 32

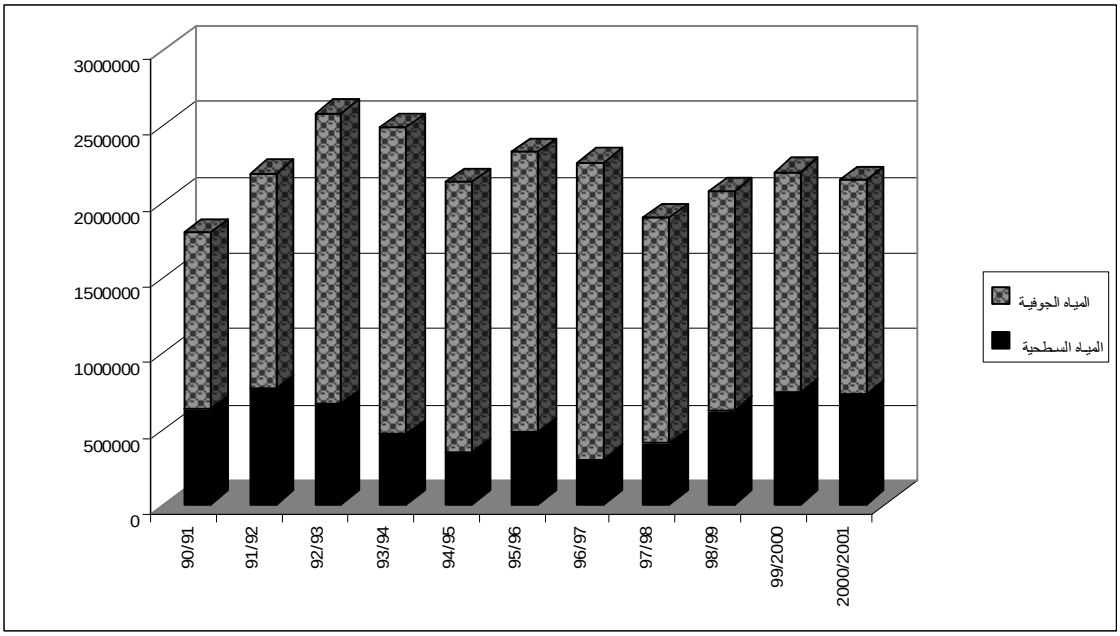


شكل رقم 33



و كما ذكرنا في السابق رغم السنوات الكثيرة المطر إلا نسبة امتلاء السدود تبقى ضعيفة نظرا لأسباب التي ذكرناها ، نسبة المياه الجوفية المستخرجة تفوق 60% من مجموع كميات إنتاج المياه (السطحية و الجوفية) الشكل رقم (34)،و بالتالي تبقى الأصمطة المائية تعاني من الاستغلال المكثف و الغير عقلاني والذي أدى في سنة 2000/2001 إلى الانخفاض الكبير لمستوى المياه و الذي وصل إلى 14.07- م .و الذي من الصعب أن يسترجع مستواه العادي إلا إذا تتابعت سنوات وفيرة إلى شديدة الوفرة.

شكل رقم (34) انتاج مياه الشرب لمدينة قسنطينة للفترة 2001/2000-1991/1990



من خلال دراستنا لتأثر التغيرات المناخية عل المياه السطحية و الجوفية نستخلص ما يلي :

- **أن العجز في الجريان السطحي سببه إما قلة الأمطار أو نسبة التبخر النتح العالية كما لاحظنا ذلك من خلال مقارنة قيم العجز في الجريان و قيم التبخر النتح في وادي الرمال**

- **أكدت لنا دراسة تغيرات لصبيب ينبوع عين الزواوي للفترة 2001/2000-96/95 بإن المياه الجوفية الناتجة عن الأصمطة الحرة الغير المستمرة تتأثر بالصفة مباشرة بكمية الأمطار المتساقطة .**

- **الاستجابة الأصمطة الجوفية في سنة من السنوات سواء بإرتفاع أو انخفاض يمكن إرجاعه إلى إمكانيات التخزين و الكمية المخزنة في السنة أو السنوات التي سبقت ذلك بمعنى أن تتابع السنوات الوفرة أو العجز هو الذي يلعب دو كبير في استجابة الأصمطة .**

- **رغم سنوات شهدت كثرة الأمطار، إلا نسبة امتلاء السدود تبقى ضعيفة نظرا لأسباب التي ذكرناها سابقا ، نسبة المياه الجوفية المستخرجة تفوق 60% من مجموع كميات الانتاج المياه بالتالي تبقى الأصمطة الجوفية تعاني من الاستغلال المكثف و الغير عقلاني .**

الخـلاصــة العامــة

هذه الدراسة التي من خلالها تم التعرف على التغيرات المجالية و الزمنية لأمطار لمدة سنة 31 (1970-2000/1971-2001) و أثر هذه التغيرات على الصبيب المجاري المائية و الينابيع و المستويات المياه الأصمطة الغرينية هي مساهمة منا لمعرفة سير و تطور الأنظمة الهيدرولوجية و الهيدروجيولوجية.

و من خلال هذه الدراسة تم التعرف على مدى حساسية و استجابة هذه الأنظمة في حالة قلة أو وفرة الأمطار.

بداية كانت الدراسة على شكل وصف و تحليل لأهم الأوساط الطبيعية في حوض الكبير الرمال و من خلالها تم تمييز إقليمين جغرافيين :إقليم التل في شمال الحوض و إقليم السهول العليا في جنوبه ، و كل واحد منهما له خصائص تميزه عن الأخر.

فقد تميز شمال الحوض بارتفاعاته المتباينة، العالية جدا و الضعيفة جدا و هذا من خلال جباله الممتدة التي تشكل حاجز طبيعي و سهوله الفيضية ، كما تميز .بقوة تضاريسه و الكثافة العالية لشبكته المائية و تكويناته الصخرية ذات النفاذية المتوسطة الى الضعيفة (تكوينات الأوليقوميوسين القبائلي الركيزة القبائلية و الفليش بنوعيه) و إمكانات العالية جدا من خلال تكوينات الزمن الرابع (سهل الميلية الفيضي) و مناخه الحيوي الشبه الرطب الذي ساعد على كثافة وتنوع الغطاء النباتي في هذا الجزء من الحوض

أما القسم الجنوبي للحوض فقد تميز بارتفاعاته العالية جدا إلى المتوسطة من خلال كتله الجبلية المتقطعة و المعزولة و تلاله العالية و المنخفضة والتي تنتشر في وسط الحوض كما تميز هذا الجزء بشبكة تصريفه الضعيفة إلى المتوسطة و الذي نرجع أسبابها إلى سيطرة التكوينات ذات النفاذية العالية ما لا يسمح إلى توضع شبكة هيدروغرافية منتظمة . يسود به المناخ الحيوي النصف الجاف ، الغطاء النباتي به مؤقت حيث تنتشر به الأراضي الزراعية .

هذا التنوع في الأوساط الطبيعية لحوض الكبير الرمال صاحبه اختلافات و التباينات في كميات الأمطار فهي تقل كلما اتجهنا جنوبا و تصبح أقل انتظاما و هذا راجع للعوامل الجغرافية و الطبوغرافية من خلال القارية ،الارتفاع و الواجهة حيث تراوحت كميات الأمطار السنوية في حوض الكبير الرمال من خلال المحطات الدراسة بين 1305ملم و312.29 ملم .

و من خلال دراستنا لتغيرات الزمنية للأمطار تبين لنا أن التتابع الزمني لسنوات قليلة أو كثيرة المطر حتمية لا مفر منها فأقصى تتابع زمني لسنوات قليلة المطر بلغ خمس سنوات والكثيرة المطر سبع سنوات كما أنه يمكن يتعرض كامل الحوض في سنة من السنوات إلى قلة أو كثرة الأمطار .

هذه الميزتان التي تم استخرجهما و المتمثلة في عدم انتظام من ناحية و التتابع الزمني للوفرة أو العجز من ناحية أخرى سيؤثر لا محالة على مصادر المياه السطحية و الجوفية إما بالطريقة مباشرة أو غير مباشرة

فمن خلال دراستنا لانعكاسات التغيرات المناخية عل المياه السطحية و الجوفية و استعمالاتها تبين لنا أن العجز في الجريان السطحي سببه إما قلة الأمطار أو نسبة التبخر النتح العالية كما لاحظنا ذلك من خلال مقارنة قيم العجز في الجريان و قيم التبخر النتح في وادي الرمال . و ان التغيرات الملاحظة على مستوى صبيب ينبوع عين الزواوي سببها الرئيسي كميات الأمطار المتغيرة

و بالتالي المياه السطحية و المياه الجوفية الناتجة عن ينابيع الكارستية تتأثر مباشرة بكميات الأمطار المتساقطة ، في حين وجدنا أن الاستجابة الأصمطة الجوفية ،في سنة من السنوات سواء بإرتفاع أو انخفاض يمكن إرجاعه إلى إمكانيات التخزين و الكمية المخزنة في السنة أو السنوات التي سبقت ذلك بمعنى أن تتابع السنوات الوفرة أو العجز هو الذي يلعب دور كبير في استجابة الأصمطة .

كما أننا استخلصنا أنه رغم كميات الأمطار المعتبرة إلا أن نسبة إمتلاء السدود تبقى ضعيفة (سد قروز) و بالتالي تموين بمياه الشرب من خلال المياه السطحية يبقى يشهد عجز و سبب في ذلك هو العوامل البشرية و بالتالي تبقى المياه الجوفية تعاني من نسبة الاستغلال المكثفة و الغير عقلانية حيث تفوق 60 % من مجموع الكلي لأحجام المياه المستهلكة (مدينة قسنطينة فيما يخص مياه الشرب) و إذا أدرجت قطاعات أخرى كالصناعة مثلا فإن نسبة ستتعدى 60% بكثير.

أهم الاقتراحات و التوجيهات لمواجهة التذبذب في كميات الأمطار:

باعتبار حوض الكبير الرمال ينتمي إلى مناخ البحر الأبيض المتوسط و الذي يتميز بعدم اتتظام امطاره زمنيا و مجاليا و بالتالي لابد أن نتأقلم مع خصائصه و نحاول أن نجد حلول دائمة و ليست وقتية تزول بزوال الظاهرة لأن القائمين على هذا القطاع يتبنون مخططات لمواجهة الجفاف (orsec) و التي ترتكز أساسا على حرمان المواطن من المياه لفترة ممتدة من يومين إلى ثلاثة أيام أو أكثر من ذلك.

إن الجفاف الطبيعي ليس هو السبب الرئيسي في ندرة المياه إنما تدخل عوامل أخرى تزيد من تفاقم الظاهرة:

- ازدياد المتواصل على طلب على الموارد المائية و التي تبقى محدودة لمختلف القطاعات .
- الاستهلاك المكثف للمياه الجوفية و عدم استغلال المياه السطحية خصوصا في السنوات الوفيرة

- قدم شبكات التوزيع المياه و التي في معظمها المتسبب الرئيسي في التسربات و ضياع 40% من المياه
-عدم اختيار المواقع المناسبة لسدود و تحديد قدرة تخزين لا تتوافق مع الإمكانيات الهيدرولوجية للأحواض.
-معظم السدود تعاني من مشكلة التوحل و بالتالي قدرات التخزين تقل من سنة إلى أخرى و السبب الرئيسي السفوح الغير محمية من ناحية و انعدام المتابعة التقنية لهذه السدود من ناحية أخرى .

و بالتالي سنحاول أن نعطي اقتراحات و توجيهات مساهمة منا في لإيجاد حلول دائمة تسمح بالتنمية المستدامة ،لأن الماء هو العنصر الأساسي و المؤثر في تحديد مسار التنمية الاقتصادية و الاجتماعية و المحرك الأساسي و الرئيسي لها.

- **فيما يخص الجانب العلمي :**

العمل على تحليل البيانات المناخية و الهيدرولوجية بصفة دقيقة و نشرها دوريا من طرف الهيئات المختصة ،و وضع قاعدة بيانات للمعلومات الخاصة بالمياه من خلال بنك للمعلومات (banque de données).

- **فيما يخص تجهيز الحوض :**

لوحظ العجز في التجهيز على مستوى الحوض الأدنى الذي يستقبل أكبر كمية من الأمطار وعليه لابد من زيادة في المحطات المطرية في هذا القسم من ناحية ،كما أن الحوض لا يتوفر إلا على محطة مناخية واحدة و ليست مجهزة بالقدر الكافي و بالتالي استكمال التجهيز بها ،و وضع محطات مناخية زراعية (agrométéorologique) بالقرب من المحيطات السقي الكبرى كالحامة و التلاغمة حتى يرتكز السقي على مستوى هذه المحيطات على أسس علمية و بالتالي نسمح باستغلال أمثل و عقلاني للمياه .

- **فيما يخص المياه السطحية :**

- التقليل من ظاهرة التوحل السدود

ظاهرة التوحل حتمية لا مفر منها و لكن يمكن التقليل منها و هذا من خلال تحديد المناطق ذات الحساسية العالية و كان ذلك باعتماد نتائج الدراسة التي قمنا بها (دور تكوينات الحوض النيوجين القسنطيني في تسارع ديناميكية السفوح 1996)و التي من خلالها تم تحديد المناطق ذات الحساسية العالية و التي تتميز بانحدارات تتراوح بين(10%-16 %)و(16%-25 %ا) والتي تسود بها تكوينات الحجر الرملي و الطين و الكنوغلوميرات و البودنغ و ذات الواجهات الشمالية و الشمالية

الغربية و الجنوبية الغربية، و هو ما يسمح للمصالح المختصة بالتدخل السريع و الهادف من خلال اختيار مواقع (zones clés)و التي تعتبر الممون الرئيسي لمختلف التكوينات الصخرية الدقيقة و بالتالي التقليل من توحل على مستوى حويضات السدود .

-إنشاء سدود و خزانات ذات سعة كبيرة :

من خصائص الأمطار على مستوى الحوض الكبير الرمال انها تتميز بعدم انتظامها و بشدتها و تركزها في الزمن ما يسمح بإعطاء مدا خيل لا بأس بها قد تتعدى المتوسط

هذه المداخيل الهائلة سنويا يمكن الاستفادة منها من خلال إقامة سدود صغيرة أو عملية تحويل المياه من السدود الكبرى إلى هذه الأخيرة إضافة إلى استخدام خزانات ذات سعة كبيرة لتقليل من التبخر النتح .

- **فيما يخص المياه الجوفية :**

تعتبر المياه الجوفية من أهم المصادر المياه العذبة و التي يعتمد عليها اعتماد يكاد يكون كليا في سد احتياجات المائية و تنفيذ السياسات التنموية الحالية و المستقبلية .و لأجل المحافظة عليها و الاستعمال العقلاني لها لابد:

-الحد من التوسع الغير مقنن في استخدامات المياه الجوفية لأغراض زراعية و الحفاظ على احتياطي المخزون الجوفي خصوصا الغير متجدد منه ،كما لحظنا ذلك من خلال البرامج الفلاحية التي تعتمد في مجملها على استغلال المياه الجوفية .

-البحث المستمر على أصمطة جوفية أخرى ووضعها كاحتياطي في حالة حدوث كارثة طبيعية (زلزال) أو استمرار العجز لمدة طويلة و التي لا يمكن في حال من الأحول مهما كانت قدرات السد أن يستمر في الإمداد لأكثر من سنتين .

-التغذية الاصطناعية للأصمطة الغرينية alimentation artificielle des nappes soutérraines:

من بين السياسات المتبعة على مستوى بعض الدول هو التغذية الاصطناعية لطبقات الجوفية الحرة لأن كما رأينا من خلال دراستنا لمستويات المياه في صماط بومرزوق أنها لا يرتفع مستوى المياه بالصفة سريعة نظرا للهبوط الحاد للمستوى المياه و إمكانات التخزين التي يرجع سببها للخصائص الفيزيائية لصماط في حد ذاته لذا نفترح ان تكون هناك دراسة تفصيلية و دقيقة للخصائص الفيزيائية من خلال دراسة سمكه، أبعاده و نسبة إعادة تغذيته le taux de la recharge de la nappe.

- **إعادة استغلال المياه المستعملة:**

إعادة استعمال المياه الصرف الصحي في قطاع الصناعي (الصناعات الغير غذائية) بعد معالجتها بالتقنيات و أساليب مناسبة، لأن بعض الدول المتقدمة حققت نجاحات كبيرة جدا مثل كندا و اليابان في مجال تكرار و معالجة و استعمال المياه لمرات عديدة .

المراجع بلغة العربية

حسن السيد أبو العنينين

أصول الجيوموفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسيةلسطح الأرض القاهرة 1968

عبد القادر حليمي

مدخل الى الإحصاء ديوان المطبوعات الجامعية 1994

عبد القادر مجراب

دراسة التبخر النتح الممكنين لشمال الجزائر و أثرهما على الحياة النباتية ديوان المطبوعات الجامعية 1988

علاوة عنصر

منجد ألفاظ علم المناخ دار الهدى لطباعة و النشر 2003

يحي عباس حسين

مقدمة في جغرافية الموارد المائية طرابلس 2002

المراجع بلغة الأجنبية

ABH

cahier de l'agence des bassins hydrographiques **N°8/2002**

Agoussine M, Bouchaou L 2004

Les problèmes majeurs de la géstion de l'eau au Maroc

Sècheresse N°2/2004

ANB 1997

Barrage de béni Haroun en béton compacte au rouleau rapport de synthèse décembre 1997

Anser A. 1998

La Pluviométrie En Algérie Du Nord Evolution Et Variabilité Thèse D'état

Arléry RGrissolet H Guilmet B 1973

climatologie méthode et pratiques Paris Gautier - Villars

Astrade L 1998

La gestion des barrages –réservoirs au Québec exemple d'enjeux environnementaux Ann Géo N° 604 1998 (509- 609)

Audinet M1995

Hydrométrie appliquée aux cours d'eau Paris Erolles

Bamba. F Mahe G Bricquet JP et Olivry J.C1996

changements climatiques et variabilité des ressources en eaux

des bassins du haut Niger et de la cuvette Lacustre journée hydrologique de l'ORSTOM 1196

Belarouci N 1991

les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir OPU

Ben souilh .H 1995

contribution à l'étude hydrogéologique des hautes plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'oued Rhumel en amont d'oued El Athmania thèse de Magister

BenSaad A 1994

Besoins et disponibilité en eau en Algérie orientale.

Eléments pour un budget de l'eau Méditerrané N° 3.4.1994

Bergaoui M Aws alouini 2001

caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique cas du bassin versant de siliana en tunisie science planétaire / sècheresse Jhon libbey Eurotext

Bouillin J 1977

Géologie Alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El milia thèse d'état

Boularak M 2003

contribution à l'étude hydrogéologique de bassin du Boumerzoug. Vulnérabilité des eaux souterraines et impacte de la pollution sur la région d'El khroub thèse de magister

Bourzama A 2003

identification de la nappe alluviale de l'oued El Kabir aval (nord constantinois)

thèse de magister

Bravard JP et petit F 2000

Les cours d'eau .dynamique du système fluvial .Paris Armand colin

Bruand A Cruzot G. 1997

Variabilité de recharge de la nappe de Beauce

Etude et gestion de l'eau N°4/1997

Brulé J 1990

l'Algérie volontarisme étatique et aménagement du territoire OPU

Carréga P 1996

Phénomènes climatiques extrêmes : de la statistique aux processus. exemple des fortes pluies en méditerranée Revue d'analyse spatiale quantitative et appliquée N°38 & 39/1996

Chaumont M et Paquin C 1971

Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie du nord (1913-1960) au 1/500.000

Chaussier J 1989

initiation à la géologie et à la topographie à l'usage des aides géologues , technitiens de chantiers et d'exploitation minière BRGM

Coiffet P 1992

un bassin post-nappes dans son cadre structural l'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord-orientale) thèse d'état

Cosandey Cl Robinson M 2000

Hydrologie continentale .Paris Amand Colin

Cote M 1998

les régions bioclimatiques de l'Est Algérien Rhumel N° 6 1998

D.S.A 2002

Schéma directeur de développement agricole de la W . de Constantine

Dechemi N 2000

Contribution à l'analyse du régime pluviométrique sur le littotal Algérien sécheresse

Djebbar M 2005

Caractérisation du système karstique hydrothermal dans le Constantinois central

Thèse de doctorat

Douguedroit A Durbiano C 1998

Précipitation et rendement du blé et de l'orge en culture dans le Maroc du Centre –Ouest Méditerranée N°01 1998

Durand – Délga M 1955

Etude géologique de l'ouest de la chaine numidique thèse de doctorat d'état

Durozoy G,1958

Etude géologique de la région de chelghoum el aid thèse d'état

Eaux et sociétés dans les montagnes du Maroc et des pays voisins ;

Acte du colloque Franco-Marocain (Fes septembre 1999)

Eaux troubles : la gestion d'une ressource vitale 1999

Dossiers mondiaux Volume 4, N°1 1999

El hajri J

la sécheresse climatique au Maghreb septentrional

climat et environnement l'information climatique au service de la gestion de l'environnement

ENHYD 1995

Etude générale de protection de ressources hydrauliques et réutilisation des eaux usées en Algérie du nord vol 1 et 2 Minist.Equip et Aména .territ DGAIH Alger

Frecaut R Pagney P 1983

dynamique des climats et de l'écoulement fluvial .

Ghio M 1995

les activités humaines augmentent –elles les crues ?

Annales géographiques Janvier – Avril 1995

Giret A 2002

l'hydrologie de la Charente entre nature et anthropisation

Sècheresse N° 2/2002

Gonot B 1998

diversité du terroir et ressource en eau l'exemple de la Midouze (France de sud ouest) annale géographique N° 604 pages 571-589

Grissac B, Bourgogne P, 2003

Réduction des prélèvements dans la nappes profondes de gironde par maîtrise des usages de l'eau et substitutions de ressources la houille blanche N°3/2003

Halimi A1980

L'atlas Blidéen climat et étages végétaux O.P.U Alger

Hanchane M 1998

Estimation des risques climatiques en fonction de la date de semis de l'orge au Maroc Méditerranée N°01 1998

Kerdoun A 1998

L'eau en Algérie d'une insuffisance à une protection tardive annales URAMA pp 7-20

Kettab A Ait MOurdat T Bobbee B

contribution a l'étude du phénomène de la sécheresse sur les régions littorales de l'Algérie LRS –EAU ENP Alger

Kherfouchi M

ressources en eau et Aménagement Hydraulique dans le BV SAF SAF Algérie Orietale revue Rhumel 1998 N° 06.

LahondereJ 1987

les séries ultra telliennes Algérie nord-orientale et les formations environnantes dans leur cadre structurale Thèse d'état

Lambert R 1996

Géographie du cycle de l'eau .Toulouse presses universitaires du Mirail

Lambert R Lami J

analyse hydraulique de la sécheresse 1990 (à l'amont du mas d'Agenais)

Larras J 1972

Prévision et prédétermination des étiages et des crues .Paris collection du BCEOM Erolles

Larue. J 2004

L'assèchement de cours d'eau dans le bassin de la Maine entre 1989 et 1992 Norois

N° 192 /2004

Lefrou C,2003 :

Le rôle des eaux souterraines dans le déclenchement et le déroulement des crues

La houille blanche N°3 -2003

Llsat M, Barriendos M, Rigo T,2002

L'analyse de la fréquence et de l'occurrence temporelle des fortes précipitations d'origine méditerranéenne causes des crues rares en Espagne et dans le sud de la France La houille blanche N°6/7 -2002

Margat J 2003

une gestion plus active des réservoirs d'eau souterraine pourrait contribuer à mieux résister aux sécheresses la houille blanche N°5/2003

Marre A 1992

Le tell oriental Algérien – Etude géomorphologique OPU

Mebarki A 1982

Le bassin du Kebir –Rhumel hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau .thèse Doct 3eme

Mebarki A 2002

Apport des cours d'eau et bilans hydrologiques des bassins de l'est Algérien

Bulletin des sciences géographiques Octobre 2002

Meharzi M 1994

le rôle de l'orographie dans la répartition spatiale des précipitations dans le massif de l'Aurès Méditerranée N°3.4 -1994

Moucoulou N,Gay B, 2003

Hydrogéologie du bassin du fleuve congo : approche des échanges hydrique surface /souterrain science et changement planétaire /sécheresse volume 14

Nemouchi A 2003

géographie hydrologique du bassin versant endoréique du chott El Hodna Thèse d'état

Neppel L Desbords M 2001

fréquence de l'épisode pluvieux à l'origine des inondations des 12etn 13 novembre 1999 dans l'Aurde .

Comptes rendus de l'académie des sciences N° 04 Fev 2001

Olivery1996

Etude régionale sur les basses eaux ; les effets durables du déficit des précipitations sur les étiages et les tarissements en Afrique de l'ouest et du centre

Pedelaborde P , Delannoy H 1959

Rechecches sur les types de temps et mécanismes de pluies en Algérie annales de géogroaphie N°361/1959

Planton S 2002

scénarios de changement climatique et impact sur l'hydrologie

La houille blanche N°8/2002

Sari A 2002

initiation à l'hydrologie de surface

Savane I Coulibaly Gion 2001

Variabilité climatique et ressource en eau souterraine dans la région semi montagneuse de Man science et changement planétaire / sécheresse N°4 /2001

Seltzer P 1946 :

Le climat de l'Algerie , carte + annexe statistique

Sibari H Haidi S 2001

typologie des crues et érosion mécanique dans le bassin versant de zone semi aride (bassin versant de l'Inaouène Maroc science et changement planétaire N°03/2001

Sola .C 1977

contribution a l'étude hydrogéologique des nappes aquifères profondes du pliocène du bassin inférieur de la têt en roussillon Thèse de doctorat

Sow A 2002

la sécheresse pluviométrique et hydrologique dans le bassin de fleuve Sénégal

Tabeaud M 1998

La climatologie générale, Armand Colin Paris

Verjus P 2003

La nappe de l'albien –Néocomien sauvegarde et mise en valeur d'une ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable de secours La houille blanche N°3/2003

Viers G 1990

élément de climatologie , Fernand Nathan , Paris

Vigenau J 1996

l'eau atmosphérique et continentale dossiers des images économiques du monde

Vila J1980

la chaîne alpine d'Algérie oriental et des confins Algéro-Tunisiens thèse d'état

Wildi W1983

la chaîne téllo-rifène (Algérie-Maroc-Tunisie) structure stratigraphie et évolution du trias au miocène

الملحق : التصنيف السنوي لمحطة عين الباي للفترة 2001/2000-1938/1937

1937/1938	عج	1957/1958	ش وف	1977/1978	عج	1997/1998	ع د
1938/1939	ش وف	1958/1959	ش وف	1978/1979	وف	1998/1999	ع د
1939/1940	ش عج	1959/1960	وف	1979/1980	ع د	1999/2000	ع د
1940/1941	عج	1960/1961	ش عج	1980/1981	وف	2000/2001	عج
1941/1942	وف	1961/1962	ع د	1981/1982	وف		
1942/1943	ش عج	1962/1963	وف	1982/1983	عج		
1943/1944	ش عج	1963/1964	ع د	1983/1984	ع د		
1944/1945	عج	1964/1965	عج	1984/1985	ش وف		
1945/1946	ع د	1965/1966	ع د	1985/1986	عج		
1946/1947	ش عج	1966/1967	ش عج	1986/1987	ش وف		
1947/1948	عج	1967/1968	ش وف	1987/1988	عج		
1948/1949	ش عج	1968/1969	ش عج	1988/1989	عج		
1949/1950	ش عج	1969/1970	ش وف	1989/1990	ش عج		
1950/1951	عج	1970/1971	ع د	1990/1991	وف		
1951/1952	ش وف	1971/1972	ش وف	1991/1992	وف		
1952/1953	ش وف	1972/1973	وف	1992/1993	وف		
1953/1954	ش وف	1973/1974	ش عج	1993/1994	عج		
1954/1955	ع د	1974/1975	عج	1994/1995	وف		
1955/1956	وف	1975/1976	ش وف	1995/1996	ش وف		
1956/1957	ع د	1976/1977	وف	1996/1997	ش عج		

فهرس الخرائط

رقم الخريطة	العنوان	الصفحة
01	الموقع الجغرافي للحوض الكبير الرمال	07
02	الإرتفاعات	12
03	الشبكة الهيدروغرافية	21
04	جولوجية الحوض	28
05	الإمكانيات الهيدرو جيولوجية	39
06	الغطاء النباتي	59
07	شبكة قياس الأمطار	66
08	خطوط تساوي المطر	76
09	المحطات الهيدروميترية	135
10	تعبئة المياه السطحية	185

الخرائط المستعملة :

-الخرائط الطبوغرافية بمقياس 200000/1 قسنطينة سطيف و باتنة

-الخريطة البنيوية للجزائر الشمالية و الحدود التونسية بمقياس 500.000/1ل (Vila J)

- خريطة استغلال الأرض للشرق الجزائري (Energotproject Yougoslavie + Enhyd Algerie 1991)

- خريطة تساوي المطر لسلزر بمقياس 1000000/1 و الوكالة الوطنية للموارد المائية لشرق الجزائري بمقياس 500000/1

- الخريطة الجيولوجية لقسنطينة 200.000/1 (Notice explicative)

فهرس الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
01	الأوساط الفيزيائية للشمال الجزائري	09
02	الأوساط الفيزيائية للسهول العليا	09
04	درجات الحرارة في بعض المحطات	48
03	مخطط للبنية الجيولوجية	36
05	الدورة الحرارية	49
06	المنحنى الحراري المطري	53
07	الإطار البيومناخي للحوض الكبير الرمال حسب طريقى أمبرجي	55
08	العلاقات الخطية بين المحطات المرجعية و المحطات الغير متجانسة	69
09	العلاقة بين الإنحراف المعياري و المعدل السنوي	73
10	التغيرات السنوية للأمطار	79-78
11	الخصائص الشهرية للسنوات الغير عادية	89
12	التوزيع اليومي للأمطار لسنتي 85/84 و 90/89 (محطتي واد مسعودة و عين الباي)	91
13	الأمطار المتزامنة في كلا المحطتين	92
14	التعديل الإحصائي لمتوسطات التساقط	94
15	النظام الفصلي للأمطار	99
16	الارتباط الفصلي السنوي للأمطار	106
17	النظام الشهري للأمطار	111
18	عتبات الجفاف في محطات الدراسة	126
19	مسار مياه الامطار	132
20	تغيرات السنوية للصبيب الخام	139
21	المعامل الهيدرو ليسي	143
22	تعديل إحصائي للصبيبات القصوى السنوية	153
23	تعديل إحصائي للصبيبات الدنيا السنوية	154
24	المعامل الشهري للجريان السطحي	159
25	مقارنة المؤشرات السنوية للسفيحة التساقط و الجريان و الصبيب الأقصى	162
26	العلاقة الإرتباطية بين سفيحة الجريان السنوي و سفيحة التساقط السنوي	164
27	مقارنة أنظمة التساقط و أنظمة الجريان	170
28	علاقة سفيحة الجريان مع سفيحة التساقط و التبخر النتح الحقيقيعند حوض وادي الرمال	170
29	التغيرات الزمنية للجريان الجوفي	176
30	التغيرات السنوية للمستوى البيوزوميتري في صماط بو مرزوق و علاقته بالتساقط	179
31	متوسط الأحجام السنوية في سد حمام قروز	187
32	إنتاج المياه السطحية في سد حمام قروز	191
33	إنتاج المياه الجوفية في سماط بن مرزوق	191
34	إنتاج المياه الشرب لمدينة قسنطينة	192

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
01	الخصائص المورفومترية لحوض الكبير الرمال	14
02	معامل الشكل	15
03	الارتفاعات على مستوى الأحواض الجزئية	15
04	الانحدارات في الأحواض الجزئية	16

05	تصنيف التضاريس حسب ORSTOM	16
06	معامل التضرس	17
07	معامل التهوية	17
08	زمن التركيز	18
09	مورفومترية الشبكة الهيدروغرافية	23
10	أهم اليانبيع على مستوى الصخور الكارستية	38
11	درجات الحرارة في بعض محطات وادي الكبير الرمال	46
12	العناصر المناخية في محطة عين الباي	50
13	النظام المناخي حسب اوفرت	51
14	التصنيف المناخي حسب ديمارطون	52
15	المناخات الحيوية في حوض الكبير الرمال	54
16	الحد الأدنى من محطات الأرصاد المطرية	64
17	مميزات المحطات المستعملة في الدراسة	65
18	التغيرات المجالية في حوض الكبير الرمال	73
19	تردد السنوات التي يقل أو يفوق مجموع تساقطها المعدل السنوي	77
20	تصنيف السنوات حسب الخميسيات	81
21	خصائص السنوات الغير عادية	86
22	التوزيع الفصلي لأمطار في السنوات الغير عادية	88
23	الخصائص اليومية لسنوات الغير عادية	90
24	فترات العودة لمختلف كميات المطار السنوية	93
25	النظام الفصلي لأمطار	100
26	تردد الأنظمة الفصلية	102
27	التغيرات الفصلية لأمطار في حوض الكبير الرمال	104
28	الارتباطات الفصلية و السنوية لأمطار	106
29	النظام الشهري لأمطار في حوض الكبير الرمال	112
30	تردد الأشهر الأوفر مطرا في حوض الكبير الرمال	116
31	الكميات الاستثنائية الشهرية	120-119
32	الارتباطات الشهرية الفصلية و السنوية	121
33	عتبة الجفاف السنوي حسب كل محطة	125

فهرس الجداول

34	التغيرات السنوية للصبيب الخام المتوسط	136
35	الجريان السطحي في حوض الكبير الرمال و روافده الرئيسية	144
36	التغيرات السنوية لصبيبات القصوى و اللحظية	149
37	التردد الشهري لصبيبات القصوى و اللحظية	149
38	التغيرات السنوية للصبيبات الدنيا	150
39	التغيرات الشهري للصبيبات الدنيا	150
40	الصبيبات اليومية القصوى السنوية و فترة رجوعها	152
41	الصبيبات اليومية الدنيا السنوية و فترة رجوعها	152
42	نظام الشهري للجريان السطحي	157
43	النظام الشهري للجريان السطحي في سنوات العجز و الوفرة	157
44	العلاقة الإرتباطية بين سفيحة الجريان و سفيحة التساقط	164
45	التغيرات السنوية للحصيلة الهيدرولوجية	167
46	أهم الينابيع الكارستية	173
47	تغيرات السنوية للجريان الجوفي في ينبوع عين الزواوي	173
48	تغيرات الشهرية للجريان الجوفي	174
49	التغيرات الشهرية لمستويات المياه لصماط بومرزوق	178
50	مستويات المياه الجوفية و تصنيف السنوي للأمطار	180
51	تطور المساحات المسقية في بلديتي قسنطينة و عين سمارة	188

فهرس الأشكال

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
01	الأوساط الفيزيائية للشمال الجزائري	09
02	الأوساط الفيزيائية للسهول العليا	09
04	درجات الحرارة في بعض المحطات	48
03	مخطط للبنية الجيولوجية	36
05	الدورة الحرارية	49
06	المنحنى الحراري المطري	53
07	الإطار البيومناخي للحوض الكبير الرمال حسب طريقى أمبرجي	55
08	العلاقات الخطية بين المحطات المرجعية و المحطات الغير متجانسة	69
09	العلاقة بين الإنحراف المعياري و المعدل السنوي	73
10	التغيرات السنوية للأمطار	79-78
11	الخصائص الشهرية للسنوات الغير عادية	89
12	التوزيع اليومي للأمطار لسنتي 85/84 و 90/89 (محطتي واد مسعودة و عين الباي)	91
13	الأمطار المتزامنة في كلا المحطتين	92
14	التعديل الإحصائي لمتوسطات التساقط	94
15	النظام الفصلي للأمطار	99
16	الارتباط الفصلي السنوي للأمطار	106
17	النظام الشهري للأمطار	111
18	عتبات الجفاف في محطات الدراسة	126
19	مسار مياه الامطار	132
20	تغيرات السنوية للصبيب الخام	139
21	المعامل الهيدرو ليسي	143
22	تعديل إحصائي للصبيبات القصوى السنوية	153
23	تعديل إحصائي للصبيبات الدنيا السنوية	154
24	المعامل الشهري للجريان السطحي	159
25	مقارنة المؤشرات السنوية للسفيحة التساقط و الجريان و الصبيب الأقصى	162
26	العلاقة الإرتباطية بين سفيحة الجريان السنوي و سفيحة التساقط السنوي	164
27	مقارنة أنظمة التساقط و أنظمة الجريان	170
28	علاقة سفيحة الجريان مع سفيحة التساقط و التبخر النتح الحقيقيعند حوض وادي الرمال	170
29	التغيرات الزمنية للجريان الجوفي	176
30	التغيرات السنوية للمستوى البيوزوميتري في صماط بو مرزوق و علاقته بالتساقط	179
31	متوسط الأحجام السنوية في سد حمام قروز	187
32	إنتاج المياه السطحية في سد حمام قروز	191
33	إنتاج المياه الجوفية في سماط بن مرزوق	191
34	إنتاج المياه الشرب لمدينة قسنطينة	192

فهرس العناوين

المقدمة العامة	01
الجزء الأول الخصائص الطبيعية لحوض الكبير الرمال	05
الفصل الأول الإطار الفيزيوغرافي و الشبكة المائية	06
1الإطار الفيزيوغرافي	08
1.1الموقع الجغرافي	08
2.1عناصر الوسط الطبيعي	08
2.1. 1أنواع التضاريس	10
1.2.1 .1الجبال	10
1.1.2.1 .1جبال الجهة الشمالية .	10
1.1.2.1 .2جبال الجهة الجنوبية	10
1.2.1 .2السهول	10
1.2.1 .3التلال	10
3.1الإرتفاعات على مستوى حوض وادي الكبير الرمال	11
1.3.1مناطق ذات الارتفاعات العالية جدا	11
2.3.1مناطق ذات الارتفاعات العالية	11
3.3.1 مناطق متوسطة الارتفاع	11
4.3.1 مناطق ذات الارتفاعات الضعيفة	11
5.3.1المناطق ذات الارتفاعات الضعيفة جدا	13
4.1.الدراسة المورفومترية لأهم الأحواض الجزئية لحوض الكبير الرمال	14
1.4.1معامل التماسك أو معامل الشكل	14
2.4.1 الارتفاعات	15
3.4.1 الإنحدارات	15
4.4.1معامل التضرس	16
5.4.1 معامل تهوية التضاريس	17
6.4.1 زمن التركيز	18
2.الشبكــة المائيــة	19
1.2أقسام حوض الكبير الرمال	19
1.2 .1الحوض الهيدروغرافي الجزئى العلوي	19
1.2 .2الحوض الهيدروغرافي الجزئى الأوسط	20
1.2 .3الحوض الهيدروغرافي الجزئى الأدنى	20
2.2مورفومترية الشبكة المائية	22
1.2.2 كثافة الشبكة المائية	22
2.2.2 ثابت المحافظة على الشبكة المائية	22
3.2.2معامل السيلان	22
خلاصة الفصل الأول	25
الفصل الثاني :الإطار الجيولوجي والإمكانات الهيدروجيولوجية	26
1الاطــار الجيولــوجــي	27
1.1 الجيولوجيا الإقليمية	27
2.1الوحدات البنيوية لحوض الكبير الرمال	27

1.2.1 التكوينات الجيولوجيا ما قبل توضع الغشاءات 29
1.1.2.1تكوينات أوليقوميوسين القبائلي 29
2.1.2.1تراكمات جبهة الغشاءات المتحركة 29
3.1.2.1السلسلة الكلسية 29
4.1.2.1الركيزة القبائلية 30
2.2.1 التكوينات الغشاءات 30
1. 2.2.1سلسلة الفليش 30
2. 2.2.1الغشاءات التلية 31
3. 2.2.1 الغشاء النيريتى القسنطيني 31
4. 2.2.1وحدة سلاوة 32
3.2.1تكوينات ما بعد الغشاءات (الصخور الحديثة) 32
1.3.2.1-ميوسين البحرى 32
2.3.2.1-الصخور الإندفاعية للميوسين 32
3.3.2.1تكوينات البرديغاليان العلوي و لانغيان 32
4.3.2.1-تكوينات الميوبليوسين القاري 32
5.3.2.1البليوسين البحري 32
6.3.2.1تكوينات الزمن الرابع 32
4.2.1مركب التریاس 33
3.1التاريخ الجيولوجي لحوض الكبير الرمال 34
1.3.1مرحلة الترسيب 34
2.3.1 مرحلة النشاط التكتوني 34
3.3.1مرحلة الترسيب و النشاط التكتوني 35
2.إمكانات الهيدروجيولوجيا لحوض وادي الكبير الرمال 37
1.2تكوينات الصخرية ذات إمكانات عالية إلى عالية جدا 37
2.2تكوينات الصخرية ذات إمكانات العالية إلى متوسطة 40
3.2تكوينات ذات إمكانات متوسطة إلى ضعيفة 40
خلاصة الفصل الثاني 41
الفصل الثالث :الخصائص المناخية و النباتية 42
1إطـــار المناخـــي 43
1.1مناخ البحر الأبيض المتوسط 43
2.1أهم حالات الطقس التي تسود حوض الكبير الرمال 43
1.2.1الأعاصير الشمالية 44
2.2.1الأعاصير الغربية و الجنوبية الغربية 44
3.2.1الأعاصير الجنوبية و السيروكو 44
4.2.1أضداد الأعاصير 44
3.1العناصر المناخية 45
1.3.1 الحرارة 45
1.1.3.1التدرج الحراري 45
2.1.3.1الدورة الحرارية 47
2.3.1عناصر مناخية أخرى 50
1. 2.3.1 مدة الإشعاع الشمسي 50
2. 2.3.1 سرعةالرياح 50
3. 2.3.1 التبخر 50
4. 2.3.1 الرطوبة النسبية 51
3.3.1المؤشرات المناخية 51
1.3.3.1 مؤشر قوسن و بانيولس 51
2.3.3.1 مؤشر أوفرت 51
3.3.3.1 مؤشر الجفاف لديمارطون 52

4.3.3.1 مؤشرالحراري المطري لأمبيرجي 54
2.الغطـــاء النبـــاتي 56
1.2أراضي ذات التغطية الجيدة 56
1.1.2-الغطاء الغابي 56
2.1.2الأحراش 57
3.1.2المطورال 57
2.2الأراضي ذات التغطية المتوسطة 58
1.2.2الزراعات المسقية 58
2.2.2الزراعات الجافة 58
3.2.2الأراضي ذات التغطية الضعيفة 58
خلاصة الفصل الثالث 60
خلاصة الجزء الأول 61
الجزء الثاني :تغيرات الأمطار 62
الفصل الأول :التغيرات المجالية و الزمنية للأمطار 63
1.شبكة القياس و تقدير المعطيات الناقصة 64
1.1 مشكلات قياس الأمطار 67
2.1تقدير المعطيات المطرية الناقصة 67
1.2.1طريقة الارتباط الخطي 67
2.1.2طريقة النسب 68
2.التغيرات المجالية للأمطار 70
1.2 المعدل السنوي للأمطار 71
2.2.معامل الاختلاف 72
3.2حاصل قسمة الكميات القصوى على الكميات الدنيا السنوية للأمطار 72
4.2العلاقة الارتباطية بين المعدل السنوي و الانحراف المعياري 72
3.التغيرات الزمنية للأمطار 75
1.3تطور سفيحة التساقط في حوض الكبير الرمال 75
1.1.3 التطور المساحي لبعض خطوط تساوي المطر 75
2.3التغيرات السنوية للأمطار 77
1.2.3.التغيرات السنوية لأمطار بالاعتماد على المعدل السنوي للأمطار 77
2.2.3. التغيرات السنوية للأمطار بالاعتماد على طريقة الخميسيات 80
3.3دراسة تحليلية لسنوات الغير عادية 86
1.3.3الخصائص السنوية لسنوات الغير العادية . 86
2.3.3الخصائص الفصلية لسنوات الغير العادية 87
3.3.3الخصائص الشهرية لسنوات الغير العادية 87
4.3.3التوزيع اليومي للأمطار في السنوات الغير العادية 90
4.3التحليل التكراري 93
خلاصة الفصل الأول 95
الفصل الثاني : نظام الأمطار 96
1التغيرات الفصلية للأمطار 97
1.1النظام الفصلي للأمطار 97
2.1خصائص الأمطار الفصلية في حوض الكبير الرمال 97
1.2.1الأمطار الخريفية 97
2.2.1الأمطار الشتوية 97
3.2.1الأمطار الربيعية 97
4.2.1الأمطار الصيفية 98
3.1المؤشر الفصلي 101
4.1الكميات القصوى والدنيا للأمطار الفصلية 103
1.4.1 الكميات الاستثنائية للأمطار الخريفية 103

2.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الشتوية 103
3.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الربيعية . 103
4.4.1الكميات الاستثنائية للأمطار الصيفية 103
5.1الكميات الاستثنائية للأمطار الفصلية و التصنيف السنوي 105
2.التغيرات الشهرية للأمطار 108
1.2النظام الشهري للأمطار 108
2.2 تردد الأشهر ذات الكميات القصوى الشهرية السنوية 114
3.2كميات الأمطار الشهرية القصوى و الدنيا و علاقتها بالتصنيف السنوي 118
1.3.2الارتباطات الشهرية و السنوية للأمطار 118
2.3.2الارتباطات الشهرية والفصلية للأمطار 118
خلاصة الفصل الثاني 122
الفصل الثالث :الجفاف 123
1. الجفاف 124
1.1عتبة الجفاف السنوية 125
خلاصة الفصل الثاني 130
خلاصة الجزء الثاني 131
الجزء الثالث : انعكاسات التغيرات المناخية على مصادر المياه و استعمالتها 132
الفصل الأول :انعكاسات التغيرات المناخية على الجريان السطحي 133
1.الجريان السطحي و تغيراته 134
1.1تجهيز حوض واد الكبير الرمال 134
2.1تغيرات السنوية الجريان السطحي 136
2.1. 1تغيرات السنوية للصبيبات المتوسطة 136
1.1.2.1 متوسط صبيب الخام و تغيراته 136
2.1. 2.1المعامل الهيدروليسي 140
2.1.. 3.1مؤشر التوازن 142
2.1. 2الصبيبات الحدية السنوية 145
2.1.1. 2. 1الصبيبات القصوى و الفيضان 145
2.1.. 2. 2ا الصبيبات الدنيا السنوية و الشح 147
2.1. 2. 3 التحليل التكراري 151
3.1.التغيرات الشهرية للجريان السطحي 155
3.1. 1الجريان الشهري الخام 155
3.1. 2نظام الجريان السطحي 158
2الانعكاسات التغيرات المناخية على الجريان السطحي 161
1.2علاقة الجريان السطحي بالتساقط بالاعتماد على المؤشر السنوي 161
2.2علاقة الجريان السطحي بالتساقط بالاعتماد على معامل الارتباط 163
1.2.2الارتباطات الشهرية لسفيحتي الجريان و التساقط 163
2.2.2الارتباطات السنوية لسفيحتي الجريان و التساقط 165
3.2 الحوصلة الهيدرولوجية و تغيراته السنوية 165
1.3.2التغيرات السنوية لمعامل الجريان 165
2.3.2 التغيرات السنوية للعجز في الجريان 166
4.2مقارنة أنظمة التساقط و الجريان 168
5.2أثر التبخر و النتح على الجريان السطحي في وادي الرمال 168
لأ 171
الفصل الثاني :انعكاسات التغيرات المناخية على المياه الجوفية 172
1.تغيرات الجريان الجوفي في ينبوع كارستي 173
1.1.1نظام الجريان الجوفي في ينبوع عين الزواوي 173
2.1.1التغيرات الزمنية للجريان في ينبوع عين الزواوي 174
2.انعكاسات الغيرات المناخية على مستوى صماط الجوفي لبومرزوق 177

1.2.1التغيرات الزمنية لمستويات المياه في صماط بومرزوق	177
2.2.1 التغيرات الشهرية لمستويات المياه لصماط بومرزوق	177
3.2.1التغيرات السنوية لمستويات المياه في صماط بومرزوق	178
4.2.1علاقة مستويات المياه بالتصنيف السنوي للأمطار في محطة عين الباي	180
خلاصة الفصل الثاني	182
الفصل الثالث :الانعكاسات الاقتصادية و الاجتماعية لتغيرات المناخية	183
1 - 1انعكاسات على الموارد المائية السطحية	184
1.1.1تغيرات السنوية للحجم المياه المخزنة في السدود و أثر ذلك على مياه الشرب و المساحات المسقية	186
1-1-1-1تغيرات السنوية لأحجام المياه المخزنة في السدود	186
1-1-1-1-1-العجز في التموين بمياه الشرب	187
1-1-1-1-2تذبذب المساحات المسقية	188
1-1-2-توحل السدود	189
1-1-3-سفيحة التبخر العالية	189
1-1-4-انهيار بعض حواجز السدود الترابية	190
1-2- انعكاسات على الموارد المائية الجوفية	190
خلاصة الفصل الثالث	192
خلاصة الجزء الثالث	193
الخلاصة العامة	194