رقم الترتيب.....:

رقم التسلسل.:.....

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر- الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع البيئي والمحيط

الموضوع:

طرق تنمية وتطوير الموارد المائية في المناطق الجافة والصحراوية: دراسة حالة واحة وادي سوف (الصحراء الجزائرية)

من إعداد الطالبات: رزاق بعرة عائشة، غميمة دنيا، منصور أمال

نوقشت يوم: ../2021/09 أمام اللجنة المكونة من

د. بوصبيع إبراهيم عايدة	أستاذة مساعد قسم "أ"	جامعة الوادي	رئيسا
د. خزاني بشير	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي	مؤطرا
د. زيد علية	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي	ممتحنا

الموسم الجامعي:2021/2020

شكر وتقدير

نحمد الله تعالى حمدا كثيرا طيبا مباركا ملئ السماوات والأرض

على ما أكرمنا به من صبر وقدرة على إتمام هذا العمل

سائلين المولى العلي القدير أن ينفعنا به ويمدنا توفيقه

ونتوجه بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى:

الأستاذ الفاضل: **الدكتور بشير خزاني** لتفضله الكريم بالإشراف على هذه المذكرة، ولكل ما قدم لنا من توجيه وإرشاد ومساعدة صادقة لإنجاز هذا العمل على ما هو عليه فله أسمى عبارات الثناء والتقدير

ونتقدم بالشكر والتقدير إلى أعضاء اللجنة **د. زيد علية و د. بوصبيع إبراهيم عايدة.**

على قبولهم لمناقشة هذه الأطروحة، وعلى مجهودهم في تقويم وتقييم هذا العمل

كما لا ننسى الدعم المقدم من العائلة والأصدقاء ونشكر كل من ساندنا

ولا ننسى الأساتذة الكرام الذين لهم الفضل في وصولنا إلى هذا المستوى

من معلمينا في الابتدائي إلى أساتذتنا في الجامعة

ونتوجه بجزيل الشكر إلى كل من زرع التفاؤل في دربنا

وإلى كل من علمنا حرفا في هذه الدنيا الفانية

وإلى كل من تقدم لنا بالمساعدات والأفكار، دون أن يشعروا بدورهم بذلك فلهم كل الشكر ونخص بالذكر منهم الصديقات **"إيمان وحنان وزينب "**

الإهداء

الحمد لله وكفى والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية ببحثنا هذا ثمرة الجهد والنجاح بفضله تعالى

أهدي هذا العمل المتواضع: إلى من علمني أن الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة، إلى من سعى لأجل راحتي ونجاحي، إلى أعظم وأعز رجل في الكون **والدي العزيز** "حفظك الله وأطال في عمرك"

إلى من وضع الله سبحانه وتعالى الجنة تحت قدميها ووقرها في كتابه العزيز، إلى من ساندتني في صلاتها ودعائها **والدتي الغالية** "حفظك الله وأدامك نورا لدربي"

إلى الذين ظفرت بهم هدية من الأقدار إخوة فعرفوا معنى الإخوة بأتم معنى الكلمة، وإلى من استمد منهم عزتي وإصراري، إلى سندي في الحياة، إلى من آثروني على أنفسهم: **إخوتي** الأعزاء "وفقكم الله ورعاكم"

زهرات الياسمين: أخواتي الغاليات **"فوزية، منى"**

إلى ورود البيت التي تفيض طفولة ونقاء وعطرا: أحفاد العائلة "حفظكم الله"

وإلى كافة الأقارب والأصدقاء والأحباب ورفقاء الدراسة دون استثناء وإلى كل عائلة: **"منصور"**

وإلى أختي التي لم تلدها أمي، إلى من تحلت بالإخاء والوفاء، إلى من كانت معي في الفرح والحزن إلى من معها سعدت رفيقتي في الدرب والحياة: **"كريمة"**

وإلى كل أساتذتي الكرام وأخص بالذكر الدكتور بشير خزاني الذي أشرف على هذه المذكرة

إلى رفيقتي في المشوار التي قاسمتني لحظاته وكان هدفنا واضحا ووصلنا وبيدنا شعلة علم، صديقة العمر: **"دنيا"**

وإلى كل من عرفتهم وكان لهم أثر في حياتي وسببا في تحفيزي فلكم كل الود والاحترام

أمال

الاهداء

أيام مضت من عمرنا بدأناها بخطوة وها نحن اليوم نقطف ثمار مسيرة أعوام كان هدفنا فيها واضحا وكنا نسعى في كل يوم لتحقيقه والوصول إليه مهما كان صعبا وها نحن وصلنا وبيدينا شعلة علم وشكرا لله أولا وأخيرا على أن وفقنا وساعدنا على ذلك ثم أتقدم بالشكر

إلى القلب الحنون **"أمي"** من كانت بجانبي بكل المراحل التي مضت من تلذذ ومعاناة وكانت شمعة تحترق لتنير دربي حفظها الله لي إلى "أبي الغالي" الذي علمني الصعود وعيناه تراقبني وساعدني بكل مراحل حياتي أدامه الله لي إلى من ساندني في بقية مشواري **زوجي** الغالي حفظه الله وادامه لي

إلى من أعطوني بدون مقابل وأحبوني بلا حدود دلوني على الطريق وسلموني مفتاح النجاح إلى من حرصوا على تأديبي وسعادتي الى من افتخر بأنهم إخوتي

إلى زهرات العطر ورياحين العمر والوجوه المشرقة أخواتي الغاليات **"نسرين، مريم، ريان"**

إلى كل عائلة **"غميمه، بوصبيع صالح، العربي"**

إلى كل أقاربي وصديقاتي والأحباب من دون استثناء

وإهداء خاص إلى صديقة عمري ورفيقة دربي **"آمال"** جمعتنا كل فصول السنة وتخرجنا اليوم بإذن الله ورفعنا الراس

إلى من أشرف على هذه المذكرة **"الدكتور بشير خزاني"**

وأيضا أهدي تخرجي لكل من كان له بصمة في حياتي فلكم كل الود والاحترام

دنيا

الاهداء

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والصلاة على الحبيب الدال إلى الخير وإليه منتهى كل علم وغاية والصلاة على الحبيب المصطفى الوعد الامين

إلى بؤرة النور التي عبرت بي نحو الأمل والأماني الجميلة

والدي العزيزين حفظهم الله ورعاهم.

إلى الذين مهما كتبت عنهم فلن أوفيهم حقهم

عائلتي حفظهم الله ورعاهم.

إلى أصدقائي الأعزاء الذين لا أنسى فضلهم علي، كل باسمه

أهدي عصارة فكري وثمرة جهدي إليهم.

عائشة

قائمة المختصرات:

كلم²: كيلومتر مربع.

م: متوسط كمية المطر السنوي بالمليمتر.

ح: متوسط درجة الحرارة السنوية بالدرجات المئوية.

م°: درجة مئوية.

م: متر.

ملم: مليمتر.

سا: ساعة.

كلم/ثا: كيلو متر في الثانية.

كلم/سا: كيلومتر في الساعة.

ل/ثا: لتر في الثانية.

NE : الشمال الشرقي.

SW : الجنوب الغربي.

P : معدل التساقطات الشهرية بالمليمتر.

T : معدل الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية.

Y : مؤشر الجفاف.

P : معدل التساقط السنوي بالملم.

T : معدل الحرارة السنوي بالدرجة المئوية.

Q : معامل امبرجي.

m: المتوسط الحراري للقيم الدنيا لأبرد شهر.

M: المتوسط الحراري للقيم القصوى لأحر شهر.

WMO : منظمة الأرصاد العالمية.

UNEP : برنامج الأمم المتحدة للبيئة.

ONM : الديوان الوطني للرصد الجوي.

ANRH : الوكالة الوطنية للموارد المائية.

NP : الطبقة السطحية.

CT : الطبقة المائية المتوسطة.

CL : الطبقة المائية العميقة.

IRR : القطاع الزراعي.

AEP : قطاع مياه الشرب.

IND : القطاع الصناعي.

فهرس المحتويات

شكر وتقدير.....
الإهداء.....
الاهداء.....
الاهداء.....
قائمة المختصرات:.....
فهرس المحتويات.....
قائمة الوثائق.....
قائمة الجداول.....
المقدمة العامة.....
المقدمة.....1

الجزء النظري

الفصل الأول: الجفاف والمناطق الجافة

أولا: الجفاف 6
1– مفهوم الجفاف.....6
2– أنواع الجفاف.....7
2–1– الجفاف المناخي.....7
2–2– الجفاف الهيدرولوجي.....8
2–3– الجفاف الزراعي.....8
3– أسباب الجفاف.....8
3–1– العوامل الطبيعية.....9
3–2– العوامل البشرية.....10
4– نوبات الجفاف 11
5– الآثار المترتبة عن حدوث الجفاف.....11
ثانيا: المناطق الجافة وتوزيعها في العالم.....12
1– مفهوم المناطق الجافة.....12
2– مفهوم المناطق شبه الجافة 13
3– مناخ المناطق الجافة.....13

4– مساحة وسكان المناطق الجافة 13
5– جغرافية المناطق الجافة في العالم.....15
5–1– توزيع وتصنيف المناطق الجافة 15
5–2– معايير تصنيف المناطق الجافة حسب معيار الجفاف.....19
6– خصائص المناطق الجافة 22
6– 1– الخصائص المناخية للمناطق الجافة 22
6– 2– الخصائص الجغرافية للمناطق الجافة.....24
7– الفلاحة والأنشطة الاقتصادية في المناطق الجافة.....25
7–1– الأنشطة الاقتصادية (التقليدية والمستحدثة للأرض).....25
7–2– الفلاحة في المناطق الجافة.....25
8– المعوقات الرئيسية في تنمية الفلاحة في المناطق الجافة وشبه الجافة.....27
8–1– المعوقات البيئية.....27
8–2– المعوقات الاقتصادية والاجتماعية.....27
8–3– المعوقات الفنية والمالية 27
9– سلع وخدمات الأنظمة الإيكولوجية في النظم الرعوية (المنتجة من قبل المناطق الجافة)....28
10– الموارد المائية في المناطق الجافة.....28
10–1– الموارد المائية وأهميتها في المناطق الجافة.....28
10–2– مشكلة المياه في المناطق الجافة وآثارها 30
10–3– مصادر المياه المتاحة في المناطق الجافة.....31
10–4– إدارة وتنمية الموارد المائية في المناطق الجافة.....31

الفصل الثاني:دراسة عامة حول منطقة وادي سوف

أولا: تقديم لمنطقة وادي سوف.....34
1– التعريف بالمنطقة (مساحتها وموقعها وحدودها الإدارية والجغرافية).....34
2– أصل التسمية.....35
3- الدراسة المناخية لمنطقة وادي سوف.....36
3–1– درجة الحرارة.....36
3–2– التساقط 38
3–3– الرياح.....41

3–4– الرطوبة.....44
3–5– التبخر.....45
3–6– التشميس.....47
4- تصنيف مناخ منطقة وادي سوف.....48
5– الدراسة الجيولوجية والهيدروجيولوجية للمنطقة.....51
5–1– الإطار الجيولوجي للمنطقة.....52
5–2– التكوينات الجيولوجية للمنطقة.....53
5-3- الإطار الهيدرولوجي للمنطقة.....55
6– التربة.....57
7-الموارد المائية.....57

الفصل الثالث: طرق حفظ وتنمية الموارد المائية في منطقة وادي سوف

أولا: الموارد المائية.....60
1-تعاريف خاصة بالموارد المائية و أنواعها.....60
1-1-الموارد المائية المتجددة وغير المتجددة.....60
1-2-المياه السطحية.....60
1-3- المياه الجوفية.....60
2- الموارد المائية في العالم.....60
3- الموارد المائية في الجزائر.....61
3-1- الموارد المائية السطحية.....61
3-2- الموارد المائية الجوفية.....61
4- الموارد المائية في منطقة وادي سوف.....62
4-1- طبيعة الموارد المائية.....62
4-2- الامتداد.....62
5- تغذية الطبقة المائية السطحية.....64
5-1- تغذية طبيعية.....64
5-2- تغذية غير طبيعية.....65
ثانيا: استغلال وتسيير الموارد المائية في منطقة وادي سوف.....66
1-استغلال الموارد المائية في منطقة وادي سوف.....66

1-1-استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية.....66
1-2- استغلال الموارد المائية حسب القطاع.....66
2- طرق استغلال وتسيير الموارد المائية في قطاع الشرب.....67
2-1- عملية الاستخراج.....67
2-2- عملية التخزين الأولي.....68
2-3- عملية التوزيع.....68
2-4- عملية التخزين الثانوي.....69
2-5- الاستعمال.....69
2-6- عملية صرف المياه المستعملة.....69
3-طرق استغلال وتسيير الموارد المائية في قطاع الزراعة.....70
3-1- عملية الاستخراج.....71
3-2- عملية التخزين.....71
3-3- عملية التوزيع والاستعمال.....71
3-4- مرحلة الصرف.....72
4- مشاكل الموارد المائية في منطقة وادي سوف.....72
4-1- المشاكل الناتجة عن طبيعة الموارد المائية.....72
4-2- المشاكل الناتجة عن طرق الاستغلال البشري للموارد المائية.....72
5-الحلول المقترحة من أجل حفظ وتنمية الموارد المائية في منطقة وادي سوف.....73
5-1- بدائل لـ حفظ وتنمية الموارد المائية.....74
6- الأهداف المحتمل تحقيقها عند تطبيق الحلول المقترحة.....81
6-1- اجتماعيا.....81
6-2- اقتصاديا.....81
6-3- بيئيا.....82
الخاتمة:.....84
قائمة المراجع.....87
الملخص.....88

قائمة الوثائق

رقم الوثيقة	عنوان الوثيقة	الصفحة
1	خريطة توزيع المناطق الجافة في العالم	19
2	خريطة الحدود الإدارية لولاية الوادي	33
3	خريطة حدود منطقة وادي سوف	34
4	المتوسط الشهري لدرجة الحرارة لسنة 2000-2016	36
5	المعدل السنوي لدرجة الحرارة للسنة المدروسة (2000-2016)	36
6	معدل التساقط الشهري للفترة ما بين 1967 على 2016	38
7	معدل التغيرات للتساقط السنوي ما بين 1967 إلى 2013	40
8	وردة الرياح	41
9	معدل السرعة للرياح 1993-2016	42
10	التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة للفترة 1967-2016	44
11	المتوسط الشهري للتبخر للفترة 1967-2016	45
12	مقارنة بين قيم التبخر والتساقط للفترة 1967-2016	45
13	المتوسط الشهري لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016	46
14	التغيرات السنوية لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016	47
15	منحنى غوصن للفترة 1967-2016	48
16	منحنى **EMBERGER** للطوابق المناخية	50
17	مقطع جيو كهربائي في الطبقات السطحية لإقليم وادي سوف	53
18	خريطة حدود الطبقات المائية داخل الحوض الهيدرولوجي في الصحراء الشمالية	55
19	خريطة مناطق التغذية الطبيعية للطبقة المائية السطحية لمنطقة وادي سوف.	63
20	نسبة استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية لسنة 2013	65
21	نسبة استغلال الموارد المائية حسب القطاع لسنة 2013	66
22	تطور عدد الآبار التقليدية للفترة 1991-2013	66
23	تطور عدد الآبار العميقة للفترة 1956-2013	67
24	رسم تخطيطي لبئر مخصص للصرف الفردي	69
25	نظام الري الجوفي المقترح الخاص بالنخيل والأشجار عموما	74
26	موقع المساحات الفلاحية التي يمكن سقيها مباشرة من مياه الصرف المعالجة ومن الآبار العميقة	75
27	طريقة حقن مياه الصرف المعالجة ومياه الآبار العميقة بتقنية أحواض التغذية	77
28	طريقة حقن مياه الصرف المعالجة ومياه الآبار العميقة بتقنية آبار التغذية	79

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	توزيع السكان في المناطق الجافة لعام 1994	14
2	السكان والمساحة في المناطق الجافة (%)	15
3	توزيع المناطق الجافة في قارات العالم	18
4	التوزيع النسبي لدرجات الجفاف عبر مناطق العالم محسوبة على أساس معدل الجفاف (التساقط/ عزم البخر والنتح)	20
5	العلاقة بين معيار درجة الجفاف وصفة الإقليم والغطاء النباتي وفق معيار دي مارتن	22
6	المعدل الشهري لدرجة الحرارة المتوسطة لفترة 2000-2016	36
7	المعدل السنوي لدرجة الحرارة المدروسة ل 17 سنة (2000-2016)	37
8	المتوسطات الشهرية للتساقطات 1967-2016	38
9	معدل التساقطات السنوية للسنة 1967-2016	40
10	التوزيع التكراري للتساقطات للفترة 1967-2016	41
11	المعدل السنوي لسرعة الرياح للفترة 1993-2016	43
12	التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة للفترة 1967-2016	44
13	المتوسط الشهري للتبخر للفترة 1967-2016	45
14	المتوسط الشهري لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016	47
15	حوصلة الموارد المائية في الجزائر	62
16	جرد الآبار المائية واستعمالاتها لمنطقة وادي سوف لسنة 2013	63
17	توزيع الآبار العميقة الخاصة بالسقي عبر بلديات منطقة وادي سوف لسنة 2013	71

المقدمة العامة

المقدمة

شهدت البيئة العالمية انتشارا واسعا في ظاهرة الجفاف في العقود الأخيرة في العديد من دول العالم خاصة الدول الفقيرة لعدم قدرتها على مواجهة معاناة موجات الجفاف (مقيلي، 2003؛ التركماني وعنبر، 2017)، كما عرف الجفاف اهتماما بالغا من قبل المختصين بالمناخ والسكان والاقتصاد والزراعة بدراسة مشاكل الجفاف التي تواجه الإنسانية نظرا لما تمثله من تأثيرات ضارة بيئية واقتصادية واجتماعية، وهو من أعظم الكوارث الطبيعية استدامة كما لا يكاد لأي إقليم ما أن يخلو من مؤثراته (مقيلي، 2003؛ فاضل، 2015).

يحدث الجفاف في المناطق التي تعاني من الانخفاض الشديد لكمية الأمطار المتساقطة أو انحرافها عن مستوياتها العادية، حيث أن هذه المناطق يكون فيها المعدل السنوي لتساقط الأمطار أقل من معدل التبخر والنتح (كنيث، 1990)، مما يؤدي الى عدم توفر المياه الكافية لتلبية الاحتياجات المائية لنمو وإنتاج المحاصيل الزراعية وهنا نعني بالمناطق الجافة وشبه الجافة التي يعتبر فيها الجفاف سمة جغرافية سائدة ومن أهم أحد الظواهر الأكثر خطورة في هذه البيئات (بابكر، 2015؛ فاضل، 2015).

تنتشر المناطق الجافة فوق مساحات واسعة على سطح الأرض فهي تشغل حوالي 48.52 مليون كيلومتر مربع من مساحة اليابسة، حيث موزعة بين أراضي جافة وشبه جافة وشديدة الجفاف وهو ما يقدر حوالي ثلث اليابسة، كما تتوزع في جميع قارات العالم ومعظمها في قارة إفريقيا بنسبة تقدر ب 36% تليها آسيا 33% كونهما متواجدين ضمن الحزام الجاف كما تتميز المناطق الجافة فيهما بنسب عالية للنمو السكاني، ثم استراليا تليها أمريكا الشمالية والجنوبية وأخيرا قارة أوروبا (القصاص، 1999؛ فاضل، 2015). و تتميز المناطق الجافة بعدة خصائص مناخية وجغرافية عديدة، إلى جانب ذلك فهي تعاني من الكثير من المشاكل المختلفة من أهمها هشاشة النظم البيئية حيث يرجع هذا المشكل إلى الصفات والأحوال الطبيعية للمناطق الجافة ونذكر منها المطر القليل والذي يسبب في ندرة المياه مما يؤثر على جميع القطاعات خصوصا القطاع الزراعي (النمو النباتي)، والأمطار الفصلية وزيادة شح موارد الماء في بعض السنوات أو ما تسمى بنوبات الجفاف، بالإضافة إلى مشكلة نوعية التربة في المناطق الجافة و التي تكون هيكلية، وغيرها من الصفات التي تسبب في هشاشة النظم البيئية(القصاص، 1999).

وبالنسبة لسكان المناطق الجافة يعيش فيها حوالي ما يقارب 2 بليون نسمة من السكان أي نحو 34.7% من مجموع سكان العالم(الخرابشة وغنيم، 2009)، وحسب تقديرات الأمم المتحدة، من المحتمل

أن يزيد عدد سكان العالم عام 2050 إلى 9 مليارات، حيث هذا الارتفاع ستلاحظه أيضا المناطق الجافة مما يجعل الطلب على المياه يزيد بكثرة لاستغلالها من قبل المستهلك في حياته، إضافة إلى الطلب على المياه العذبة للزراعة المرورية وغيرها (Taft، 2015)، حيث يتضاعف الاستهلاك العالمي للمياه كل 20 عاما مما سيؤدي إلى عيش اثنان من كل ثلاثة أشخاص في العالم في المناطق التي تعاني بشدة من ندرة المياه لاسيما في الدول النامية وحتى المتقدمة، هذا من المتوقع حدوثه بحلول عام 2025 (Matheyarasu وآخرون، 2015).

كما يؤثر التنوع الإقليمي والموسمي في كمية ونوعية المياه السطحية والجوفية المتوفرة على البيئة والتنمية والاقتصاد في العديد من الدول (Odhiambo، 2016)، وشهد العالم في بداية القرن الحادي والعشرين أزمة في نوعية وكمية المياه، وهذا ناتج عن الارتفاع المستمر في النمو السكاني و أيضا الزيادة في الأنشطة البشرية المتعددة كالصناعية والزراعية من أجل الإنتاج الغذائي لضمان المعيشة والبقاء، بالإضافة إلى قلة الوعي في استغلال المياه (Pereira وآخرون، 2002؛ Iglesias وآخرون، 2007؛ Corcoran وآخرون، 2010).

وتعد المياه مورد مهم جدا في العديد من البيئات الجافة وشبه الجافة لكونها المصدر الوحيد المتاح للاستخدامات المختلفة (Khezzani و Bouchemal، 2018)، ومع ذلك فإنها تستنزف بمعدل سريع جدا وتدهور في جودتها بسبب تأثير الإنسان عليها بزيادة حاجته للماء لعمليات النشاط الاقتصادي واستغلاله المفرط للمياه في جميع الأغراض بسبب قلة الوعي لأهمية المياه (Lachaal وآخرون، 2011). حيث أصبحت الدراسات الأخيرة تهتم بالبحث عن بدائل للموارد المائية ووضع استراتيجيات خاصة بكل منطقة لحفظ وتطوير وتنمية إدارة المياه للحد من الطلب المتزايد عليها وتوفير الكمية الكافية لتلبية حاجيات الإنسان وإنتاج ونمو المحاصيل الزراعية (بابكر، 2015).

وكمثال نموذجي للبيئات الجافة نذكر واحة وادي سوف التي تمثل بوابة العرق الشرقي الكبير، حيث عرفت في الآونة الأخيرة انخفاض منسوب في مستوى المياه الجوفية في جميع مناطق واحة سوف باستثناء بلدية الواد، وهذا ناتج عن الاستغلال المفرط لمدة طويلة للمياه وسوء تسييرها خاصة في القطاع الفلاحي، بسبب قلة الوعي لأهمية الموارد المائية في المنطقة، ومن الممكن أن يتم استنفاد كمية المياه المتبقية قريبا (Khezzani و Bouchemal، 2018).

ومن خلال هذا البحث سنحاول تسليط الضوء على طرق واستراتيجيات مقترحة لكيفية قدرة تخفيض الطلب على المياه وكيفية التوفير و تنمية والحفاظ على الموارد المائية.

لإنجاز هذه المذكرة اتبعنا المنهجية التالية والمتمثلة في تقسيم العمل إلى ثلاث فصول كالتالي:

الفصل الأول: تطرقنا فيه إلى تعريف الجفاف و أنواعه و أسبابه والآثار المترتبة عليه، وكما ذكرنا أيضا تعريف المناطق الجافة ومناخها، بالإضافة إلى جغرافية الأراضي الجافة من حيث سكانها وتوزعها ومساحتها في العالم، وكذلك خصائصها المناخية والجغرافية ومشكلة المياه فيها وأيضا الأنشطة الاقتصادية التي تنتجها.

الفصل الثاني: ويتضمن دراسة عامة حول منطقة وادي سوف من حيث موقعها ومساحتها، والمناخ و الخصائص الهيدرولوجية والجيولوجية للمنطقة بالإضافة إلى أنواع الموارد المائية فيها.

الفصل الثالث: الموسوم بالموارد المائية و أنواعها وطبيعتها في منطقة وادي سوف، وطرق استغلالها من قبل قطاعي الشرب والزراعة، وكذلك مشكل المياه الذي تعاني منه المنطقة مع اقتراح حلول من أجل حفظ وتنمية الموارد المائية في واحة وادي سوف.

وفي الأخير تم حوصلة خلاصة عامة حول دراسة مشكلة الاستنزاف المستمر لطبقة المياه السطحية في واحة وادي سوف، ووضع بعض الحلول والطرق المقترحة لتنمية وتطوير الموارد المائية.

الجزء النظري

الفصل الأول: الجفاف والمناطق الجافة

أولا: الجفاف

1– مفهوم الجفاف

الجفاف Drought هو صفة جغرافية لعدة مناطق في العالم حيث تكون فيها كمية المياه المتساقطة أقل من كمية المياه التي يجب أن تذهب بها قوى البخر والنتح (القصاص، 1999). كما اقترحت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية تعريفين للجفاف (UN، 1994):

1. تخلف المطر عن السقوط أو سوء توزيعه لفترة طويلة.
2. فترة يسودها طقس جاف بدرجة غير عادية وتطول بما يكفي لكي يتسبب نقص الأمطار في اختلال هيدرولوجي خطير.

و تطور مفهوم الجفاف وفقا لتطوير جميع المعلومات حول المناخ، وكان ذلك بالقيام بعدة محاولات جرت في بداية القرن العشرين لتحديد الجفاف على مقدار هطول الأمطار (التركماني وعنبر، 2017).

وقام العديد من العلماء بدراسة الجفاف حيث اعتبروا أن الأمطار مؤشرا رئيسيا للجفاف، في حين بينت منظمة الأرصاد العالمية (WMO) أن الجفاف يحصل عندما يكون مجموع الأمطار الفصلية أقل أو يساوي% 60 من المعدل لأكثر من فصلين متتالين (النحلاوي، 1991). وهناك دراسات أخرى أشارت إلى أن حدوث الجفاف مرتبط بين قلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر، أي أن الجفاف أساسا هو محصلة العلاقة بين المطر والحرارة والتبخر بمعنى آخر هو العلاقة بين الأمطار الساقطة والحرارة التي تحدد التبخر، لكن لا يمكن تعريف الجفاف على عنصر مناخي واحد من هذه العناصر وأن كان لم يشر إلى موسم سقوط الأمطار الذي له علاقة وأهمية بالنسبة لارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة وكذا الزيادة أو النقصان في نسبة التبخر (الخفاجي، 2013؛ الهيتي، 2011؛ كنيث، 1990).

كما يمكن القول إن الجفاف ظاهرة طبيعية تتمثل في انخفاض كمية الأمطار المتساقطة أو انحرافها عن معدلاتها الاعتيادية في أوقات معينة، والتي قد تستمر لفترات طويلة (رزاق، 2019). حيث تعتبر هذه الظاهرة من الظواهر الكارثية متكررة الحدوث في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة هذا يعني أنها تستمر لعدة سنوات متكررة حيث هنا تكمن خطورتها أي أنها تؤدي إلى قلة المياه الجارية في الأنهار وانخفاض مستوى المياه الجوفية (السامراني و الريحاني، 1990).

وكما ورد هذا أيضا في اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر لسنة 1994 حيث بينت مفهوم الجفاف وخطورته على أنه: " ظاهرة تحدث بصورة طبيعية عند الانخفاض الشديد لكمية الأمطار المسجلة من المستويات العادية والتي قد تسبب اختلالات هيدرولوجية خطيرة تؤثر سلبا على الأرض ونظم موارد الإنتاج (UN، 1994)

وحسب النقشبندي والسويدي (1999)، أن الموسوعة البريطانية قد عرفت الجفاف على أنه نقص في كمية تساقط الأمطار عن المعدل العام لمدة طويلة أو قصيرة مما يؤدي إلى انخفاض كمية المياه الجارية في الأنهار وانخفاض في مستوى المياه الجوفية والانخفاض في رطوبة التربة.

وتعرف منظمة الأكساد الجفاف بأنه " ظاهرة طبيعية مؤقتة وغير دورية وقد تطول فترة دوامها لسنوات أو عقد من الزمن، يكون فيها معدل الأمطار دون القيمة الوسيطية، واستنادا لذلك يمكن أن يحدث الجفاف فأي منطقة بصرف النظر عن تصنيف مناخها."(الخفاجي، 2013).

والجفاف لا يعني انعدام تساقط الأمطار، وإنما انخفاض أو قلة كمية التساقط وعدم كفاية المياه لتلبية الاحتياجات المائية لنمو وإنتاج المحاصيل الزراعية في أي فصل من فصول السنة، لذلك فهو أن تكون كمية المياه في التربة أقل مما يتبخر منها الناتج تزيد على نسبة المياه الموجودة فعلا في التربة (شلش، 1979).

وحسب التركماني وعنبر (2017)، نجد العديد من دول العالم تعاني من الجفاف حيث يعتبر من أحد مشاكلها، وبالخصوص الدول الفقيرة لعدم قدرتها العلمية والاقتصادية على المواجهة. ومن أكثر الدول معاناة لموجات الجفاف القاتلة هي دول إقليم الساحل الإفريقي، من شدة تكرار موجات الجفاف التي تصيبها.

2– أنواع الجفاف

حسب بابكر (2015)، لقد تم تقسيم الجفاف الى ثلاث أنواع رئيسية لكل نوع منها ظروفه الخاصة في النشأة والتكوين والتأثير والتأثر وهي:

2–1– الجفاف المناخي

هو انخفاض كميات الأمطار المتساقطة المحصل عليها في منطقة معينة عن معدلها الطبيعي، أي حدوث عجز في كمية الأمطار مقارنة مع المعدل العادي وذلك راجع لارتفاع درجات الحرارة، مما يسبب

في ارتفاع نسبة التبخر والنتح ويمكن أن يتخذ هذا النوع من الجفاف شكل جفاف دائم أو ما يعرف بالقحولة حيث يصيب المناطق الصحراوية، أو جفاف فصلي يمس المناطق ذات الجفاف المتوسطي في فصل الصيف والمناطق شبه المدارية في فصل الشتاء، ويمكن أيضا أن يكون جفاف عرضي يأتي على شكل نوبات مفاجئة من الطقس الجاف خلال فترات داخل موسم الأمطار العادي.

2-2- الجفاف الهيدرولوجي

يعرف بأنه هبوط مستوى تدفق المجاري المائية كالأنهار، وأيضا انحراف مستوى المياه الجوفية ومياه البحيرات الطبيعية أو الخزانات عن مستوى التدفق الطبيعي لهذه المصادر المائية ونقل قدرتها على توفير المياه المطلوبة للسكان لحياتهم ولأنشطتهم المختلفة. ويرتبط أيضا هذا النوع من الجفاف بالجفاف المناخي ذلك أن حدوث عجز حاد في الموارد المائية الباطنية يأتي نتيجة شح او انخفاض كبير في كمية الأمطار المتساقطة، وبالرغم من هذا العجز يكون في بعض الحالات جريان السطح المائي في وضعية عادية مما يفسر ذلك وجود مدخرات مائية باطنية مهمة لا تتأثر بالجفاف المناخي، حيث تستمر هذه المدخرات في تغذية الأودية بالموارد المائية.

2-3- الجفاف الزراعي

يحدث الجفاف الزراعي في الحالات التي تكون فيها رطوبة التربة غير قادرة على تلبية احتياجات واستمرار نمو المحصول الزراعي والإنتاج، أي أن هذا النوع من الجفاف يعتمد على كمية الرطوبة في التربة التي تسمح بنمو النباتات.

3- أسباب الجفاف

حسب كنيث (1990)، يعتبر المناخ بعناصره (الحرارة، التساقطات، الضغط الجوي والرياح والرطوبة) هو العامل الرئيسي في حدوث ظاهرة الجفاف وخلق سمات البيئة الجافة، حيث يتحكم في معالم سطح الأرض وتركيب التربة خصائص النبات...، ومن الضروري البحث عن أسباب قلة تساقط الأمطار في الأراضي الجافة. وعموما هذه بعض الأسباب المرتبطة بالعوامل المناخية (بابكر، 2015؛ جودة، 1996):

- الكتل الهوائية المستقرة فوق المنطقة.
- هبوط الهواء من طبقات الجو العليا.

- الموقع القاري (الموقع العرضي أي البعد أو القرب من المسطحات المائية) والحواجز الجبلية.
- مرور التيارات البحرية الساحلية (تيارات مائية بحرية باردة تمر بجوار الساحل).
- سوء استخدام الأراضي الهامشية أو الانتقالية من قبل الإنسان مما يزيد من الجفاف.

حيث أن هذه العوامل التي تتسبب في ظهور الجفاف تكون محددات طبيعية غالبا فضلا عن عدد من العوامل البشرية، حيث تتفاعل فيما بينها في تحديد ظروف مناخية في عدة مناطق (فاضل، 2015). و نشرحها فيما يلي:

3-1- العوامل الطبيعية

- الدورة الهوائية العامة (الكتل الهوائية)

تعتبر من الأسباب المنطقية لحدوث الجفاف بحيث نلاحظ الرطوبة وكثرة التساقطات في مناطق الضغط المنخفض بالرغم من تصاعد الكتل الهوائية التي تحمل كميات من بخار الماء، بينما نجد أن مناطق الضغط المرتفع في أغلب الأحيان تتلقى كميات ضعيفة من الأمطار مما تتحول إلى مناطق جافة، وهذا نتيجة التقاء الكتل الهوائية الرطبة مع الكتل الهوائية الجافة مما يجعل للهواء الحار قابلية على حمل كميات كبيرة من غاز الماء بحيث يؤدي الى برودة بخار الماء بدلا من أن يتكاثف (الركابي، 2003).

- الرياح

إن المحرك الأساسي للرياح هو الحرارة حيث أنها تتدخل في حركة الرياح العامة على سطح الأرض، وهذا ما يفسره التوزع الغير متساوي للإشعاع الشمسي في العرض الجغرافي، حيث تمتاز المنطقة الاستوائية بتعامد أشعة الشمس عليها في أغلب أيام السنة وهذا ما يؤدي إلى ارتفاع مقدار الطاقة الحرارية المسببة في حركة الرياح، وكما يحدث أيضا نقص في مقدار الطاقة الحرارية في المنطقة القطبية لأنها تمتاز بميلان أشعة الشمس الساقطة عليها في معظم أيام السنة، ومن أجل أن يحدث توازن حراري فلا بد من نقل الفائض الحراري من المنطقة الاستوائية إلى المنطقة القطبية والذي يقوم بهذه المهمة الرياح والتيارات البحرية في الماء (الصالحي والغريري، 2004).

- التضاريس وطبيعة السطح

وهذا يعني أن التضاريس لها تأثير واضح على كمية الأمطار، أي أن رفع الهواء المحمل ببخار الماء نحو الأعلى من أجل تخفيض درجة الحرارة سبب في تشكل الأمطار و من ثم سقوطها، لكن هناك من يعيق الرياح التي تنقل الأمطار وهي المرتفعات والتي تعتبر كمصدات طبيعية لها خاصة عندما يتعامد هبوب الرياح مع السلاسل الجبلية، أي أن تشكل السلاسل الجبلية في منطقة الضغط المرتفع قد تمنع نشاط

العواصف الرعدية وسقوط الأمطار على منطقة معينة، وعندما تتعرض الأراضي المرتفعة لهبوب الرياح الآتية من المسطحات المائية يعظم الجفاف مما يسبب في ظهور البيئات الجافة وشبه الجافة، ولكن في بعض المناطق الصحراوية نجد أن المرتفعات تساعد على ارتفاع كمية تساقط الأمطار عليها، حيث أن المرتفعات تساعد على رفع الهواء إلى الأعلى وسقوط أكبر كميات الأمطار إلى المناطق شبه الجافة (الصالحي والغريري، 2004).

- الموقع القاري

ويقصد به الموقع بالنسبة لشرق وغرب القارات بحيث يعتبر من الأسباب المنطقية للجفاف وفقا لطبيعة التيارات البحرية التي تمر بالقرب من السواحل (الركابي، 2003)، وهذا يعني أن التأثير المحدود بالنسبة للبحر يزيد من رطوبة المناطق الساحلية بحيث ان الابتعاد عن البحر يسبب قلة تساقط الأمطار وهذا نتيجة حركة الرياح التي أثر عليها الضغط الجوي و الذي حدده الاختلاف في مقدار الحرارة والماء الذي تكتسبه اليابسة، بحيث يؤدي إلى ظهور مناطق جافة في مناطق اليابسة وأيضا عندما تؤثر التيارات البحرية على هذه المناطق تصل الصحراء حتى السواحل، بحيث نلاحظ أن هذه التيارات تعمل أيضا في المحيطات وهناك تيارات أخرى دافئة نجدها بالقرب من السواحل الشرقية للقارات، لذا فالسواحل الشرقية تكون فيها مناطق رطبة وهذا عندما تكون المسافة بينها وبين البحر بعيدة إذن القارية تعني البعد عن التأثيرات البحرية وكذلك الموقع بحد ذاته، أما شرق وغرب القارة يساعد على وجود بيئات جافة (الصالحي والغريري، 2004).

3-2- العوامل البشرية

يؤدي النشاط البشري إلى انتشار وتفاقم الجفاف بشكل كبير، كما أن سلوكه الغير عقلاني يعتبر من الأسباب الأساسية التي تعمل على توسيع نطاق البيئات الجافة والذي يتمثل في بعض النشاطات مثل والرعي الجائر وإزالة الغابات وبعض من طرق الري مثلا التي تؤدي إلى تراكم الأملاح حيث تتحول الأرض في المستقبل إلى أرض غير صالحة للاستخدام ومنه تصبح جزء من المناطق الجافة، وأيضا الزراعة و تعرية التربة تتدخل في توسيع رقعة المناطق الجافة حيث تؤثر بشكل سلبي على إمكانية الأرض على امتصاص الماء والاحتفاظ به أي أن قلة المياه الجوفية تعمل على إزالة الطبقة العلوية من التربة مما تفقد التربة مكانتها في الزراعة وهذا ما يسمى بالتصحر(الصالحي والغريري، 2004)، وعلى الرغم من هذه الأنشطة المسببة في حدوث تغيرات مناخية على مستوى العالم تكاد تنحصر في نطاق محدود نسبيا، فمن المتوقع أن تكون سببا في حدوث فترات من الجفاف، وكما تنتج ملوثات بفعل أنشطة الإنسان مثل المصانع ووسائل

النقل بإحداث تأثيرات سيئة على المكونات الرئيسية للغلاف الجوي حيث لوحظ أن التطور الصناعي المتزايد مثل استهلاك الطاقة خاصة الوقود الأحفوري (النفط والغاز الطبيعي ...) يعمل على الزيادة المستمرة في نسبة غاز ثاني أوكسيد الكربون في الجو مع توسع ثقب الأوزون، بحيث أدت هذه الزيادة إلى ارتفاع في مرور الأشعة فوق البنفسجية نحو الأرض وحدوث ظواهر طقسية ومناخية كظاهرة الاحتباس الحراري (الركابي، 2003).

4– نوبات الجفاف

نوبات الجفاف هي السنوات ذات المطر الأقل من المتوسط، حيث تعتبر صفة طبيعية من صفات التساقط في سائر الأقاليم الجافة والرطبة، لكن يكون أثرها أبلغ في المناطق الجافة لأن نوبة الجفاف هنا تعني تدهور المراعي وانتكاس المحاصيل الزراعية وتعرض السكان للمشقات والحاجة إلى الغوث، وفي المقابل تكون سنوات المطر الزائد مواسم خير (Hare و Ogallo،.(1993

كما تكون نوبات الجفاف في العادة هي نقص كميات تساقط الأمطار في موسم مطر واحد وقد يمتد إلى موسمين متواليين ثم يعود بعدها تساقط المطر إلى معدله الطبيعي، وفي بعض الأحيان تمتد فترة المطر القليل لعدة سنوات عجاف متتالية (القصاص، 1999).

وقد يجعل أثر نوبات الجفاف على الإنتاج الزراعي وخاصة الزراعات المطرية والمراعي من ضمن الكوارث الطبيعية، ولأنها تأتي في خطى متباطئة دون وضوح لحظة البداية والنهاية هذا ما يجعلها تختلف عن الكوارث الطبيعية الأخرى المفاجئة، ولكن يتضح أثرها المدمر على الزروع التي لا تثمر وموارد المياه التي تنصب والمراعي التي تجدب، بالإضافة إلى الخسائر البالغة التي تسببها لهذه المناطق (Kates وآخرون، 1977).

5– الآثار المترتبة عن حدوث الجفاف

الجفاف آفة من الآفات الطبيعية الخطيرة وكارثة يمكن أن تكلف أحيانا بقدر الفيضانات والأعاصير، والتي تحدث بسبب مجموعة متراكمة من سلبيات معالم المناخ وعدة أسباب وعوامل مختلفة ذكرناها فيما سبق، كما تؤثر هذه الآفة وتخلف عدة آثار على الأرض ومكوناتها وغيرها (بابكر، 2015؛ الخفاجي، 2013)، ونذكر بعض من هذه الآثار فيما يلي:

- ❖ انخفاض مستوى المياه الجوفية.

- ❖ قلة كمية المياه الجارية في الأنهار.
- ❖ قلة رطوبة التربة.
- ❖ تدني كبير في إنتاج المحاصيل الزراعية النباتية والحيوانية (تذبذب وانخفاض في الإنتاج الزراعي).
- ❖ يزيد من تفاقم مشكلة التصحر، كما يعتبر الجفاف من أحد أهم الأسباب المؤدية للتصحر.
- ❖ يسبب اختلالا هيدرولوجيا خطيرا مما يؤثر تأثيرا معاكسا في نظم الإنتاج لموارد الأرض بحيث يؤدي إلى تدني وخسارة إنتاجية الموارد واختلال العديد الأنظمة البيئية.
- ❖ يؤدي أيضا إلى جفاف القشرة وزوال الخضرة.
- ❖ نقصان متوقع من الزراعة المعتمدة على الأمطار.
- ❖ تدمير الموطن الأصلي للحيوان والنبات.
- ❖ يؤثر على سبل العيش لدى السكان لأنه ينقص من كمية الإنتاج الغذائي ويؤدي إلى المجاعة وانتشار الأمراض والأوبئة والوفيات ويخفض الفترة الشرائية.

ثانيا: المناطق الجافة وتوزيعها في العالم

1– مفهوم المناطق الجافة

لا يوجد تعريف مقنع تماما، لكن وفقا للمعيار المناخي نعرفها على أنها أراضي تسودها صفة جغرافية وهي الجفاف حيث يعتبر ميزة أساسية لها، لذلك أصبح هو التعريف المتفق عليه على العموم للمناطق الجافة (الخرابشة وغنيم، 2009).

وهي تلك المناطق التي تتلقى مستويات منخفضة من الأمطار الغير منتظمة(متقطعة)، ويمكن تعريفها أيضا بأنها المناطق التي يكون فيها المعدل السنوي لتساقط الأمطار أقل من معدل التبخر والنتح (يقل معدل هطول الأمطار بينما يزداد معدل التبخر والنتح)، مما يكون لها تأثير على الغطاء النباتي وتحويله إلى مناطق جرداء (الخرابشة وغنيم، 2009؛ رزاق، 2019).

وكما بينت اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر أن المناطق الجافة تعرف " وفق معدل هطول الأمطار ونسبة التبخر الممكنة أن تقع بين 0.05 و0.65"Joachim) ،.(2004

ولا يوجد تعريف عملي محدد للمناطق الجافة إلا أنها تعرف بأنها قاحلة، وعادة ما يعبر عن دلالة الجفاف بمعايير كميات الأمطار معدلات البخر (رزاق، 2019).

2– مفهوم المناطق شبه الجافة

هي المناطق التي تحظى بسقوط مطر كافي لإنتاج المحاصيل الزراعية خلال مواسم قصيرة وكافي أيضا لنمو الأعشاب، وهي المناطق التي يتراوح فيها كميات الأمطار بين 200 و250 مليمتر في السنة وحتى 250 -400 مليمتر في السنة (بابكر،2015؛ رزاق، 2019).

وهي التي تكثر فيها النباتات المعمرة حيث يشكل العشب أحد أهم نباتاتها الطبيعية، حيث يتيح مناخها ومطرها زراعة أنواع معينة من المحاصيل خصوصا في الأراضي المنخفضة، وذات كثافة متوسطة ونشاط سكاني مكثف (ميلي وبن حميدة، 2020).

3– مناخ المناطق الجافة

المناطق الجافة وشبه الجافة هي مناطق يسودها مناخ صحراوي وشبه صحراوي، حيث تتواجد في الأقاليم القريبة من المناطق المدارية في إفريقيا وآسيا الوسطى والغربية، وأمريكا الشمالية والجنوبية وكذا في أستراليا الوسطى والغربية، وتقع عموما ما بين دوائر عرض 15 و30° على شمال وجنوب خط الاستواء (دغة، 2009).

4– مساحة وسكان المناطق الجافة

تنتشر المناطق الجافة فوق مساحات واسعة وعديدة من العالم، حيث تتواجد في الإقليم الذي يكون فيه أغلب شهور السنة (أكثر من فصل) عزم البخر والنتح مرتفع على مقدار التساقط، حيث تعبر النسبة بين التساقط وعزم البخر والنتح عن معدل الجفاف (رزاق، 2019؛ القصاص، 1999).

ويعتبر المناخ الجاف هو أكثر انتشارا على سطح الأرض " فهو يشغل حسب تقدير كوبين نحو 26% من مساحة الكتل القارية، وتتوزع هذه النسبة بين المناخ شبه الجاف (مناخ الاستبس) الذي يحتل 14% والمناخ الجاف (الصحراوي) الذي يشغل 12%، وتقدر نسبة سطح المناطق الجافة بأكثر من ثلث اليابسة إذ تبلغ حوالي 49 مليون كيلو متر مربع من مجموع مساحة اليابسة في العالم التي مقدارها 135 مليون كيلومتر مربع "(أبو الفتح، 1997؛ الخرابشة وغنيم، 2009).

وطبقا لبيانات المناخ تبلغ الأراضي الجافة في العالم 5.55 مليار هكتار أي 0.37 من مجموع الأراضي في العالم (بابكر، 2015). وتقدر مساحة الأراضي الجافة نحو 48.52 إلى 49 مليون كيلومتر مربع من مساحة اليابسة حيث موزعة بين أراضي جافة (12.06% أي 15692 ألف كيلو متر مربع) وشبه جافة

(17.72 % أي 23053 ألف كيلو متر مربع) وشديدة الجفاف (7.52% أي 9781 ألف كيلو متر مربع)، وهو ما يشكل نسبة 37.30% من مساحة اليابس أي ما يقدر أكثر من ثلث اليابسة، وعند الحديث عن التصحر نضيف درجة ثالثة وهي شبه الرطب الجاف (10% أي 1296 ألف كيلو متر مربع) (القصاص،1999؛ الهيتي، 2011؛ فاضل، 2015).

تبلغ مساحة الأراضي الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي حوالي 1266 مليون هكتار أي ما تقدر نحو 89% من مساحته الإجمالية والتي تبلغ حوالي 13.69مليون كيلومتر مربع، أي نحو 1400 مليون هكتار أو ما يعادل 10.2% من إجمالي مساحة اليابسة في العالم (الخرابشة وغنيم، 2009؛ بابكر،2015).

أما بالنسبة لسكان المناطق الجافة يعيش فيها قرابة 2 بليون نسمة أي 34.7% من مجموع سكان العالم أو ما يعادل ثلث سكان العالم، حيث تتميز حياتهم بشظف العيش نظرا لأنهم يعيشون في أقاليم تتصف بالكثافة الإيكولوجية والاقتصادية والطبيعية (الخرابشة وغنيم،2009).

ويبين الجدول (1) توزيع السكان في أقاليم الأراضي الجافة بدرجاتها الثلاث (جافة وشبه الجافة وشديدة الجفاف) حسب التقديرات لعام 1994 عن كتاب السكان والبيئة في المناطق الجافة (القصاص، 1999).

الجدول 1: توزيع السكان في المناطق الجافة لعام 1994((القصاص، 1999)

عدد السكان بالمليون		النسبة المئوية (%) من جملة السكان	
إفريقيا	237	94 23 2 16 13	34
أمريكا	101	12 20 10	13
آسيا	484	57 79 21	14

		5	
أوروبا	16	2	
الأراضي المحيطية	2	11	
المجموع (العالم)	841	15	

الجدول 2: السكان والمساحة في المناطق الجافة (%) (القصاص، 1999)

السكان (%) والمساحة (%) في المناطق الجافة الثلاث		
النطاق المناخي	السكان	المساحة
بالغ الجفاف	1	20
جاف	27	32
شبه جاف	72	48

وكما نلاحظ من الجدول (1) أن موجز الأرقام هو 841 مليون نسمة يعيشون في الأراضي الجافة بدرجاتها الثلاث أي أن 15% من سكان العالم يهدد التصحر النظم البيئية التي يعتمدون عليها في معيشتهم. ولو أضفنا إليهم سكان المناطق ذات المناخ شبه الرطب الجاف لزاد العدد إلى ربع سكان العالم. أما ما نلاحظه في الجدول (2) أن توزيع السكان لا يتوافق مع مساحة الأرض إنما يتوافق مع ظروف البيئة أي درجات الجفاف.

5– جغرافية المناطق الجافة في العالم

تمثل دراسة جغرافية الأراضي الجافة جانبا جغرافيا مهما في الدراسات الجغرافية والبيئية، وذلك لأنها تهتم بإبراز وتوضيح المشكلات والأخطار المناخية والبيئية في المناطق الجافة والصحراوية (التركماني وعنبر، 2017).

5–1– توزيع وتصنيف المناطق الجافة

التوزيع الجغرافي للمناطق الجافة يشير إلى عدد من العوامل الجغرافية ذات الأثر على توزيع نطاقات الأراضي الجافة، حيث هذه العوامل تتكامل أو تتناقض ولكن محصلة تفاعلها هي قدر التساقط ومن ثم درجة الجفاف (القصاص، 1999).

كما أن الجفاف يعتبر من أهم نتائج التغيرات المناخية، فهو يعرف بالنقص في الموارد المائية أو النقص الدائم في سقوط الأمطار في مناطق معينة، مما يسبب هذا النقص في جفاف بعض المناطق، لذا فالأمطار هي المحدد الأول للجفاف (كنيث، 1993؛ القصاص، 1999).

وحسب كنيث (1990)، فإن التصنيف الحديث للبيئات في العالم يعتمد على الموازنة المائية. وحسب أبو الفتح (1997)، أن أبسط طريقة " لتعيين الحدود بين كل نوع وآخر، ومن ثم تصنيف درجات الجفاف هو اتخاذ متوسط كمية المطر كأسلوب للتمييز"، أي أن الأمطار تدخل ضمن مؤشرات تصنيف المناطق الجغرافية، إذًا فالمناطق الجافة هي تلك الأراضي التي لا تتلقى الأمطار الكافية وبشكل منتظم لنمو وإنتاج المحاصيل الزراعية.

❖ وعلى حسب دلالة الجفاف يمكن تقسيم الأراضي الجافة إلى ثلاث أقسام مناخية (دغة، 2009):

- الأراضي شبه الجافة (Semi-aride) ونسبتها 14.6%.
- الأراضي الجافة (Aride) ونسبتها 15%.
- الأراضي شديدة الجفاف (Hyper-aride) ونسبتها 4%.

1.المناطق شبه الجافة

(دلالة الجفاف= 0.2- 0.5) بمعدلات أمطار بين 200 و250 مليمتر في السنة وحتى 250 و 450 مم في السنة، فتتميز هذه بكثرة النباتات المعمرة ومختلف أنواع العشبيات والأشجار، وهي أراضي قد يتيح مناخها ومطرها زراعة أنواع معينة من المحاصيل حيث نجد فيها نوع من أنواع الزراعة المطرية المحدودة كما يوجد بها المراعي.

2.المناطق الجافة

(دلالة الجفاف= 0.03- 0.2) بمعدلات أمطار بين 100 و300 مم في السنة، تعرف هذه الأراضي بأنها ذات مطر قليل غير منتظم وتتميز بغطاء نباتي غير منتظم يتكون معظمه من شجيرات وأشجار صغيرة وتكون الحياة الرعوية هي السائدة، ولا يمكن إنتاج أي نوع من المحاصيل الزراعية حيث أن مناخها وقلة مطرها لا يتيح ذلك إلا بالري.

3.المناطق شديدة الجفاف

(دلالة الجفاف تكون أقل من 0.03) بمعدلات أمطار تقل عن 100 مم في السنة وتكون غير منتظمة، ويمكن أن تمر سنوات عديدة بلا أمطار، وتتميز بأنها أراضي جرداء بلا غطاء نباتي باستثناء بعض الشجيرات المتفرقة وتسود فيها حياة البادية (دغة، 2009؛ رزاق، 2019).

❖ أما على حسب المكان فتتوزع الأراضي الجافة على قارات العالم كافة كالتالي (التركماني، 2009). وكما هو مبين في الجدول (3) والوثيقة (1):

▪ قارة إفريقيا

أشار برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) إلى أن قارة إفريقيا تمثل 2/3 أراضي جافة موزعة بشكل متباين في القارة (القصاص، 1999). ومن هذه المناطق هي: مصر وتونس، والجزائر (تحتل الأراضي الجافة بأنواعها حوالي 95% من مساحتها)، ونطاق الجفاف العظيم الذي يشار به إلى إقليم الساحل في القارة الإفريقية يضم (الصومال، جيبوتي، أثيوبيا والسودان وتشاد، إفريقيا الوسطى، الكاميرون، النيجر، نيجيريا، مالي، موريتانيا، أريتريا) ويجدر بالذكر أن الجفاف في إقليم الساحل حدث منذ أمد بعيد. والنصف الجنوبي للقارة الإفريقية تتراوح نسبة الأراضي الجافة في الدولة ما بين 100% من مساحتها كما في (بتسوانا وناميبيا وكيب فرد)، أو قد تقل عن نصف مساحة الدولة كما في كينيا وجمهورية جنوب إفريقيا، وهناك دول تقل فيها المساحة الجافة بدرجاتها إلى أدنى نسبة كما في مدغشقر وزامبيا.

▪ قارة آسيا

تتوزع الأراضي الجافة في قارة آسيا بمناطق مختلفة بحيث أنها تشغل مساحة تصل إلى 35% من مساحة القارة ومن هذه المناطق هي: الصين والهند وباكستان وبنجلادش.

▪ قارة أمريكا الشمالية

وتضم كل من كندا والولايات المتحدة والمكسيك.

▪ قارة أمريكا الجنوبية

تعتبر نسبة الأراضي الجافة في دول أمريكا الجنوبية بالنسبة لمساحة كل دولة منخفضة بشكل عام ولكن الأرجنتين تعتبر أكبر دولة في القارة حيث تضم 52% من مساحة الأراضي الجافة، وتشيلي 41% من المساحة أما باقي الدول فتتراوح مساحة الأراضي الجافة بين 1% و 16% فقط.

▪ قارة استراليا

61% من مساحة قارة استراليا أراضي جافة وشبه جافة 28% أراضي جافة إذ تتوزع في القارة على صور وأشكال مختلفة منها: الصحراء الغربية في استراليا والمكونة من عدة صحاري متصلة أو منفصلة جزئيا حيث تشمل (صحراء جبسون والصحراء الرملية الكبرى وصحراء فكتوريا وصحراء سمبسون).

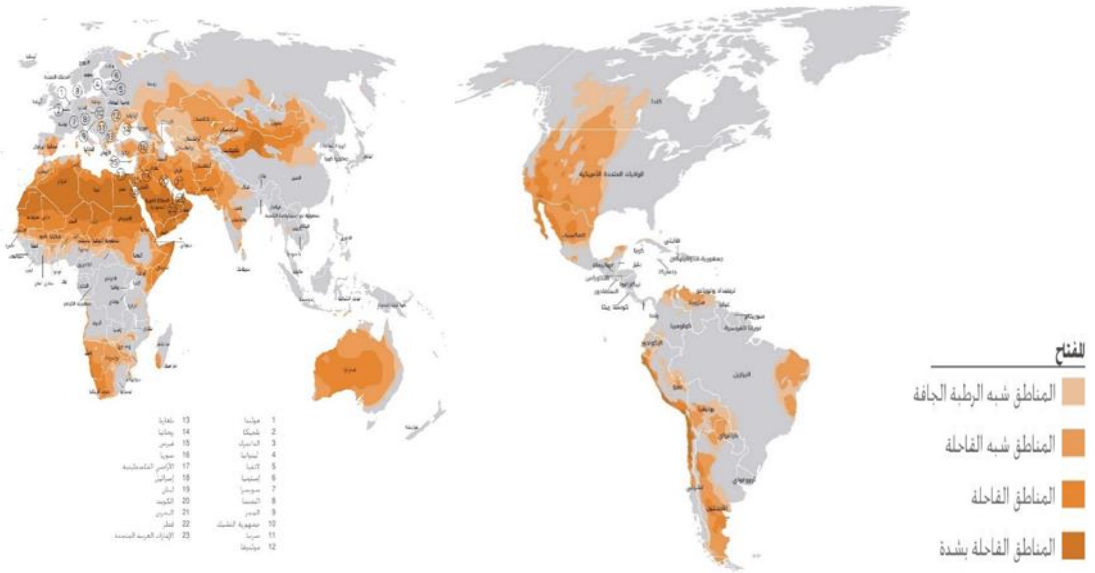
- **قارة أوروبا**

تعتبر قارة أوروبا من أقل القارات في امتداد الأقاليم الجافة بسبب وجود المسطحات المائية داخل أراضيها، عدم وجود حواجز جبلية تعترض مسار معظم الأعاصير والتي تسبب أحوالها في سقوط الأمطار، ولكن على الرغم من ذلك إلا أن هناك مناطق سادت بها ظروف الجفاف كما الحال في اسبانيا.

الجدول 3: توزيع المناطق الجافة في قارات العالم(حسين، 2019)

درجة الجفاف / القارات	شديدة الجفاف	جافة	نصف جافة	المجموع بالمليون كلم²	النسبة المئوية لكل قارة من الجفاف
إفريقيا	4.558	7.304	6.081	17.943	36
آسيا	1.051	7.909	7.516	16.647	33
استراليا	-	3.864	2.517	6.381	13
أمريكا الشمالية	0.031	1.279	2.657	3.967	8
أمريكا الجنوبية	0.171	1.217	1.626	3.014	6
أوروبا	-	0.171	0.844	1.015	2

من خلال الجدول (3) نلاحظ أن معظم الأراضي الجافة متواجدة في إفريقيا بما يقدر بـ 36 % تليها آسيا بما نسبته 33 % وهذا راجع إلى وقوع هذه المناطق ضمن الحزام الجاف، ثم استراليا تليها الأمريكيتين وأخيرا أوروبا. (بوشويط، 2012).



الوثيقة 1: خريطة توزيع المناطق الجافة في العالم (القصاص، 1999)

ولتحديد المناطق الجافة و بشكل دقيق وعلمي جرت عدة طرق ومحاولات علمية مختلفة وفقًا لمعايير ومؤشرات عديدة من حيث درجة الجفاف، اتبعها أيضا العلماء في تقسيم المناطق في العالم، باعتمادهم على اعتبارات وعناصر أساسية للمناخ أهمها الحرارة والأمطار لأن لهما تأثير كبير عن العناصر الأخرى (الخرابشة وغنيم، 2009).

وفيما يلي بعض من المعايير الدقيقة والمهمة التي اتخذها مجموعة من الخبراء والعلماء في تصنيف المناطق الجغرافية و المناخية والطبيعية في العالم (دغة، 2009).

5-2- معايير تصنيف المناطق الجافة حسب معيار الجفاف

5-2-1- معيار الجفاف عند الأمم المتحدة

يعتبر هذا المعيار من الأكثر استعمالا والذي يعتمد على معدل الجفاف، حيث يعبر عن النسبة بين التساقط وعزم البخر والنتح الذي اعتمد عليه برنامج الأمم المتحدة للبيئة في تصنيف أقاليم العالم إلى مناطق بالغة الجفاف ومناطق جافة وشبه جافة وشبه رطبة جافة و رطبة وباردة، والجدول (4) يبين توزيع الأقاليم وفقا لمعدل الجفاف (التساقط/ عزم البخر والنتح) حسب درجات الجفاف (القصاص، 1999).

الجدول 4: التوزيع النسبي لدرجات الجفاف عبر مناطق العالم محسوبة على أساس معدل الجفاف (التساقط/ عزم البخر والنتح) **Joachim،(2004)**

النطاق المناخي	معدل الجفاف	النسبة المئوية من أراضي العالم
بالغ الجفاف	أقل من 0.05	7.5
جاف	محصور بين 0.05-0.20	12.5
شبه جاف	محصور بين 0.21-0.50	17.5
شبه رطب جاف	محصور بين 0.51-0.65	9.9
رطب	أكثر من 0.65	39.2
بارد	أكثر من 0.90	13.4

حيث نلاحظ من الجدول (4) أن النطاق المناخي الذي يستحوذ على جزء كبير من أراضي العالم هو النطاق البالغ الجفاف و الجاف وشبه الجاف وأيضا شبه الرطب الجاف بما يقدر حوالي 47.4%من مجموعة كافة الأراضي، حيث أن الأراضي الجافة تتواجد في النطاق المداري حول خطي 30° في الشمال و30° في الجنوب حيث في هذا المدار ترتفع درجات الحرارة وينخفض معدل سقوط الأمطار (بوشويط، 2012).

5–2–2– معيار الجفاف عند كوبن V. Coppen

قسم العالم الألماني فلاديمير كوبن العالم إلى خمسة أقاليم مناخية رئيسية منها أربعة أقاليم قسمت وفقا لعنصري الرطوبة والحرارة، بينما ميز الإقليم الخامس الإقليم الجاف (رمز له ب(B)) عن باقي الأقاليم على أساس معدل التساقط المطري، بحيث يتميز بارتفاع نسبة التبخر، ووضع مجموعة من المعادلات وفقا لعدة حالات لتمييز المناطق الجافة (الخرابشة وغنيم، 2009).

- وقد قسم كوبن الإقليم الجاف (B) في تصنيفه إلى إقليمين فرعيين هما (شحادة، 1983؛ جودة، 1998):

- إقليم المناخ الجاف أو الصحراوي: ويرمز له بالرمز (BW)، والذي قسم إلى إقليمين ثانويين تبعا للحرارة وهما:

❖ مناخ صحراوي جاف عندما يكون المعدل السنوي للحرارة أكثر من 18 م، ويرمز له بالرمز (BWh).

❖ مناخ صحراوي جاف عندما يكون المعدل السنوي للحرارة أقل من 18 م، ويرمز له بالرمز (BWk).

- إقليم المناخ شبه الجاف (الصحراوي) أو الاستبس: ويرمز له بالرمز (BS)، حيث قسمه إلى إقليمين ثانويين وفقا للحرارة وهما:

❖ مناخ شبه صحراوي يزيد فيه المعدل السنوي للحرارة عن 18 م ويرمز له بالرمز (BSh).

❖ مناخ شبه صحراوي يقل فيه المعدل السنوي للحرارة عن 18 م ويرمز له بالرمز (BSk).

❖ حالة من الحالات التي وضعها كوبن لتحديد المناطق الجافة وفق المعادلة التالية (الخرابشة وغنيم، 2009):

حيث ميز كوبن المناطق الجافة باستخدام معيار درجة الجفاف الذي تحصل عليه في المناطق ذات الأمطار الشتوية من خلال المعادلة التالية: (ط / ح) = 1

أي: معيار درجة الجفاف = ط ÷ ح

حيث أن إذا كان الناتج أكبر من 1 فإن المناطق تكون شبه جافة، أما إذا كان الناتج أقل من 1 تكون المناطق جافة وصحراوية.

5-2-3- معيار الجفاف عند دي مارتن (De Martonne**)**

استعمل دي مارتن بيانات الحرارة والمطر في معادلته التي أخذها من معادلة لانج (Lange) لقياس درجة الجفاف، وأدخل عليها تعديلا طفيفا واعتمد في تحديد المناخ الجاف وتمييزه عن المناخات الأخرى على المتوسط السنوي لمعدلات المطر بالمليمتر و المتوسطات السنوية للحرارة بالدرجات المئوية، فأصبحت المعادلة كالتالي (أبو الفتح، 1997):

معيار الجفاف =متوسط كمية المطر السنوي) ملم ÷(متوسط الحرارة السنوي) م10 + (

- أي معيار الجفاف= م÷ ح+ 10
- حيث أن:
  - م: متوسط كمية المطر السنوي بالمليمتر.

- ح: متوسط درجة الحرارة السنوي بالدرجات المئوية.
- **10:** معامل ثابت، يمثل أدنى درجة حرارة يمكن أن يستفيد منها النبات عند سقوط المطر.
- وحدد دي مارتن حدود النطاق الجاف بناتج هذه النسبة إلى أقل من (05) بأنها مناطق جافة وبناءا على نتائج دراسته تمكن دي مارتن من تمييز المناطق الجافة عن غيرها، فتندرج الأقاليم وفق معياره من جاف إلى شديد الجفاف كما هو مبين في الجدول التالي:

الجدول 5: العلاقة بين معيار درجة الجفاف وصفة الإقليم والغطاء النباتي وفق معيار دي مارتن (أبو الفتح، 1997)

معيار درجة الجفاف	صفة الإقليم	الغطاء النباتي
أقل من 05	جاف	صحراء
من 05 إلى 10	شبه جاف	حشائش قصيرة
بين 10 إلى 20	شبه رطب	سهوب
من 20إلى 30	رطب	حشائش غنية
أكثر من 30	شديدة الرطوبة	غابات

6– خصائص المناطق الجافة

يعد المناخ من أهم العوامل الرئيسية المؤثرة في تحديد خصائص البيئة الجافة فهو الذي يتحكم في معامل السطح و خصائص النبات وتركيب التربة.... الخ، كما يؤثر في طريقة استغلال الإنسان لهذه المناطق (فاضل، 2015). ومن وجهة نظر استغلال الإنسان للموارد البيئية فإن من أهم خصائصها هو نقص المياه وذات بيئة هامشية أي أنها بيئة ذات موارد محدودة وهي عرضة للتقلبات المناخية (رزاق، 2019).

6– 1– الخصائص المناخية للمناطق الجافة

6-1-1- حرارة الهواء

بسبب قلة التساقطات وغياب السحب والغيوم وصفوة السماء، بالإضافة إلى انخفاض نسبة الرطوبة في الجو، مما يؤدي إلى حدوث موجات حرارية كبيرة واتساع المدى الحراري في هذه المناطق، أي

أن هناك فروق كبيرة في درجات الحرارة بين الليل والنهار والصيف والشتاء بحيث " درجات الحرارة النهارية في فصل الصيف فهي تتراوح بين 40 م و 50 م بينما درجات الحرارة الليلية فهي محصورة بين 15م و 25م" (الوافي، 2000؛ دغة، 2009).

6-1-2- الإشعاعات الشمسية

يعتبر الإشعاع الشمسي من ميزات المناطق الجافة وشبه الجافة، بحيث ترتفع هذه الإشعاعات بصفة كبيرة فوق المساحات الأفقية والجافة، مما يشكل أثر كبير عليها وذلك راجع لعدة أسباب أهمها: مدة التعرض الشمسي في هذه المناطق طويلة خاصة في فصل الصيف بحيث تنحصر بين التاسعة صباحا إلى غاية الرابعة مساءا (دغة، 2009).

6-1-3- الرياح

إن التغيرات اليومية في برودة الأرض وارتفاع درجة حرارتها، وأيضا طبوغرافية الأرض والتغيرات في ضغط الهواء، كل هذه التغيرات تؤدي إلى حركة الكتل الهوائية الحارة والباردة مما ينتج عنها حدوث الرياح والتيارات.

كما أن الرياح في المناطق الجافة تكون محلية والتي تأتي من الجنوب الغربي والشمال الغربي باتجاه خط الاستواء، حيث أن الآتية من الجنوب تكون باردة في فصل الشتاء وجافة في فصل الصيف، كما أنها تكون محملة بالرمال والغبار مما يصعب الرحلة خلالها في هذه المناطق. أما فيما يخص سرعتها فهي ضعيفة خلال الفترة الصباحية وتشتد حتى تصل أقصاها في نهاية اليوم (دغة، 2009؛ رزاق، 2019).

6-1-4- التساقط

تكون كمية هطول الأمطار قليلة جدا وغير كافية في المناطق الجافة وشبه الجافة، كما أنها تتغير من منطقة إلى أخرى حسب حركة الرياح وكتل الهواء الرطبة، وتقاس كمية التساقط بملم بحيث يتراوح ما بين 50 على 150 ملم سنويا (Benhamouda، 2001؛ دغة، 2009).

6-1-5- الرطوبة

تتطور الرطوبة النسبية مع حرارة الهواء، فهي منخفضة جدا في المناطق الجافة وهذا بسبب بعدها عن المسطحات المائية ويمكن أن يحدث لها تغيرات بين الفصول وبين النهار والليل بحيث تتغير إلى أقل من 20% بعد الزوال حتى تصل إلى 40% في الليل (دغة، 2009).

6– 2– الخصائص الجغرافية للمناطق الجافة

6– 2– 1– التربة

تتكيف تربة المناطق الجافة مع الظروف المناخية التي سادت أثناء تكوينها، حيث تعتبر تربة المناطق الجافة فقيرة للمواد العضوية إلا أنها غنية بغذاء النباتات من المواد المعدنية وذلك لأنها لم تتعرض لعمليات الغسل والتصفية بواسطة توفر وكثرة المياه، كما أنها عند توفر مياه الري فإنها تنتج محصولا جيدا إلا أنها تتعرض للملوحة السريعة بسبب كثرة التبخر وجفاف الجو، وحيث نضع خصائص تربة المناطق الجافة في النقاط التالية (جودة، 1998):

- الفقر في المواد العضوية: وذلك راجع لعدة أسباب منها طبيعة الجفاف وندرة الغطاء النباتي وغيره.
- الملوحة العالية: وهي سمة سائدة في تربات المناطق الجافة وتظهر لعدة أسباب مثلا ارتفاع المياه الجوفية إلى قرب السطح وبسبب ارتفاع درجات الحرارة والجفاف تتبخر هذه المياه، ومن الأسباب أيضا استخدام المياه الباطنية العالية الملوحة في الري والإسراف في السقي وصعوبة صرف المياه الزائدة عن احتياجات المحصول.
- انخفاض في نسبة المحتوى من الحبيبات الصلصالية (الطينية) والطمية في التركيب الميكانيكي للتربات الصحراوية.

كما تكون تربة المناطق الجافة رقيقة وكلسية ومتأثرة تأثير طفيف بعمليات تفكك الصخر وتحلله، فتؤدي العمليات المناخية إلى ترسيب الكربونات الذائبة عند أسفل الطبقة المشبعة بالرطوبة والتي يختلف بعدها عن سطح الأرض في المناطق شديدة الجفاف (كنيث، 1990).

6– 2– 2– الغطاء النباتي

يتميز نبات المناطق الجافة بصفات تتلاءم مع ظروف الجفاف ومن أهمها تباعد النبات عن بعضه، كما أن هذه الصفة تساعد على الحد من الاستنزاف السريع لرطوبة التربة، بحيث نجد أن كثافة الغطاء النباتي مرتبطة بكمية المطر أي كلما زادت كمية الأمطار زاد تقارب النباتات وارتفعت كثافة الغطاء النباتي، وكلما قلت التساقطات تنخفض كثافة الغطاء النباتي وتكون نباتاته متباعدة ومبعثرة (دغة، 2009).

ويتكون الغطاء النباتي للمناطق الجافة من شجيرات وأشجار صغيرة، وتكون الحياة الرعوية هي السائدة بحيث لا يمكن إنتاج المحاصيل إلا بالري (رزاق، 2019).

7– الفلاحة والأنشطة الاقتصادية في المناطق الجافة

7–1– الأنشطة الاقتصادية (التقليدية والمستحدثة للأرض)

لقد وصل الإنسان بنشاطاته الاقتصادية إلى المناطق الجافة بدرجاتها من شدة الجفاف وشح موارد الماء وتنوعت تلك النشاطات من فلاحة (زراعة مطرية وزراعة ري) والرعي وغيرها (رزاق، 2019). وقد قدر هيتكوت استخدامات الأرض في المناطق الجافة في العالم على النحو التالي (القصاص، 1999):

- 41% رعي البداوة.
- 25% مراعي دائمة.
- 12% زراعة مطرية.
- 3% صيد وقنص وجمع.
- 2% زراعة ري.
- 16% غير مستعملة.

حيث نلاحظ أن الحيز الأكبر من الأراضي الجافة أرض المراعي وتربية الحيوان على نمطي البداوة (التنقل إلى حيث المطر والكلأ) والاستقرار أي المراعي الدائمة في المناطق شبه الجافة.

إن التطور والتقدم التكنولوجي في المواصلات والصناعات جعل لأراضي المناطق الجافة استخدامات جديدة إضافة إلى الاستخدامات التقليدية التي ذكرناها سابقا، ومن أبرز هذه الأنشطة التعدين (الصناعات الاستخراجية) وإنتاج البترول، بحيث نجد خرائط التوزيع الجغرافي لإنتاج البترول وخامات الفوسفات والمنجنيز تبرز الأهمية الخاصة لمناطق شمال إفريقيا وشبه الجزيرة العربية حيث تعتبر جميعها ضمن نطاقات المناطق الجافة، بالإضافة إلى دول عديدة تحوي مناطق جافة، حتى أن تلك المناطق الجافة أصبحت تعتبر المصدر الرئيسي في الموارد المعدنية والبترول لدول كثيرة بل وأصبحت في بعض الأحيان عمد اقتصاد كثير من دول العالم (القصاص، 1999).

7–2– الفلاحة في المناطق الجافة

الفلاحة في المناطق الجافة وشبه الجافة تعتمد أساسا على الأمطار، وتعد أنماط توزع الأمطار وكميتها المتساقطة من أهم العوامل المؤثرة لنجاح موسم النمو. كما تتميز الفلاحة في البيئات الجافة بصفة عامة بتدني الإنتاجية في وحدة المساحة وتذبذب الإنتاج من موسم فلاحي إلى آخر بسبب تذبذب معدلات الهطل المطري وسوء توزيعه، إضافة إلى الزيادة في معدل فقد الماء بالتبخر، و التبخر والنتح، مقارنة مع كمية الهطل المطري. وتتسم هذه المناطق أيضا بقلة عدد المحاصيل التي تنجح فيها (رزاق، 2019). وتأتي بعض محاصيل الحبوب والبقوليات الغذائية والرعوية على رأسها، ويمكن أن تجود فيها زراعة بعض المحاصيل الزيتية الصيفية ذات الاحتياجات المحدودة من المياه وبعض الخضروات، إلى جانب بعض أنواع الأشجار المثمرة المتحملة للجفاف مثل الزيتون واللوز والتين ...الخ (بابكر، 2015).

ولمعرفة الحالة الفلاحية بشكل عام في هذه المناطق يمكننا التعرف على بعض الجوانب من خلال معامل الجفاف (رزاق، 2019):

حيث إذا كانت قيمة معامل الجفاف أقل من 10 فإن ذلك يدل على صعوبة الفلاحة بينما إذا كان المعامل من (10-20) تسود المناطق الجافة، أما فيما يتعلق بأنواع الزراعة المرورية في المناطق الجافة فقد اعتمدت على حفر الآبار في استخراج المياه اللازمة للزراعة كما في العديد من الدول العربية مثل السعودية والسودان وليبيا.

أما في كل من روسيا وأوكرانيا وضمن نطاق الاستبس الجاف وشبه الجاف ذات الأمطار الفصلية (30-60 سم) سنويا وعلى الرغم من الجفاف أمكن ذلك من الزراعة في تلك المناطق بالإضافة إلى الإعانة بالري من المياه الجوفية مما أتاح فرصة تحول الأراضي من الرعي إلى زراعة القمح حيث قدرت المساحة حوالي 10 مليون هكتار في نطاق الاستبس الجاف وشبه الجاف.

وكذلك الحال في العديد من الدول الخليجية التي اعتمدت على الزراعة بواسطة الري من المياه الجوفية، وهناك العديد من الدول الأفريقية تعتمد على الزراعة المرورية والمعتمدة على مياه الأنهار كما هو الحال في مصر والسودان، ولكن هناك زراعة مطرية محدودة في مصر تقتصر على الهامش الساحلي الشمالي سواء شمال سيناء أو على الساحل الغربي لمصر ولكن مثل هذا النوع من الزراعة (المرورية) نجده أكبر مساحة في السودان والتي تقدر ب 13% من الأراضي الزراعية والقابلة للزراعة.

أما في دول جنوب إفريقيا فهي لا تزيد عن 2000 هكتار، في بتسوانا بنسبة 0.2% وفي منطقة القرن الإفريقية تزيد عن 46 ألف هكتار في كينيا وتقل إلى أدنى حد في أثيوبيا والصومال وجيبوتي.

وفي أمريكا الشمالية في الجزء الغربي والجنوب الغربي هناك العديد من المشروعات الزراعية اعتمدت على المياه الجوفية كما هو الحال في أريزونا، إضافة إلى نقل مياه الري إلى المناطق الجافة بعد إنشاء السدود على نهر كولورادو ومن أهمها سد هوفر، وأنشأت القنوات التي تحمل المياه إلى الحقول وتحول نحو مليون هكتار من سهول العظمى إلى أراضي مروية لفترة قصيرة، أما في المكسيك فتزرع نحو 5.1 مليون هكتار بواسطة عملية الري ويختلف الحال في شرق البرازيل حيث تعتمد الزراعة على الأمطار.

8– المعوقات الرئيسية في تنمية الفلاحة في المناطق الجافة وشبه الجافة

وتصنف إلى ثلاث مجموعات (بابكر، 2015):

8–1– المعوقات البيئية

وتتمثل بسوء الشروط البيئية السائدة مثل ارتفاع درجات الحرارة، وقلة الرطوبة الجوية النسبية، وسرعة الرياح، وشح المصادر المائية.

8–2– المعوقات الاقتصادية والاجتماعية

وتتمثل بانتشار الأمية، هجرة الأيدي العاملة الخبيرة، وغياب الصناعات الريفية، وعدم توافر الخدمات العامة (طرق، صرف صحي، مياه شرب صحية، وسائل الاتصال وغيرها).

8–3– المعوقات الفنية والمالية

وتتمثل باستخدام الأساليب التقليدية في الفلاحة، ونقص استخدام المكننة، وضعف الإرشاد الفلاحي، والقصور في مجالي التدريب والتأهيل، وافتقار البحث إلى التكامل، ونقص التمويل المخصص لتنفيذ مثل هذه البحوث.

وتسهم هذه الصعوبات مجتمعة في تكوين فلاحة غير مستقرة في مثل هذه البيئات، مما يؤدي إلى تدني الإنتاج الفلاحي بشقيه النباتي والحيواني، وعدم الاستثمار الأمثل للأراضي الصالحة للفلاحة.

ويتطلب تجاوز مثل هذه المعوقات تضافر جهود المؤسسات الوطنية والدولية كافة لوضع الحلول المناسبة لتلك المشاكل، وتوفير جميع وسائل الدعم اللازمة لتطوير هذه المناطق.

9– سلع وخدمات الأنظمة الإيكولوجية في النظم الرعوية (المنتجة من قبل المناطق الجافة)

يمكن للمناطق الجافة أن تنتج العديد من خدمات النظم الإيكولوجية بما في ذلك الغذاء والألياف والأعلاف وحطب الوقود والمياه العذبة وتنظيم نوعية المياه وكذلك التلقيح ونثر البذور و موائل الحياة البرية.

حيث تسهم المناطق الجافة أيضا في الخدمات الثقافية مثل الخدمات الترويجية والسياحية ونظم المعارف الأصلية والخدمات المعاونة مثل تنمية التربة والإنتاج الأولي و تدوير المغذيات.

كما يضطلع الرعاة بدور هام في تدفق سلع وخدمات النظم الإيكولوجية في المناطق الجافة، فالغطاء النباتي الذي يحتفظ به من خلال أنشطة الرعي يمتص بدوره الكربون ويحد من التعرية ويحافظ على التربة وييسر قدرتها على الاحتفاظ بالمياه ويوفر الموائل للحياة البرية.

وذكر للألفية تقييم النظم الإيكولوجية أن ما يقرب من 10 إلى 20 % من الأراضي الجافة يعاني بالفعل الآن من التدهور، بحيث يعيش ما يتراوح من 1 إلى 6% من السكان في مناطق تعاني من التصحر في حين تتعرض نسبة أكبر بكثير للخطر من جراء استمرار التصحر (بابكر، 2015).

10– الموارد المائية في المناطق الجافة

10–1– الموارد المائية وأهميتها في المناطق الجافة

تعد المياه بأنواعها أهم عناصر الموارد الطبيعية كونها العنصر المهم الذي تعتمد عليه جميع الكائنات الحية وهو من أهم أسباب حياتها ونموها وبقائها، بالإضافة إلى تأثيرها على عناصر البيئة غير الحية وبجانب دخولها في كل الأنشطة البشرية المختلفة، وكما يعتمد عليها الإنتاج الزراعي والحيواني والتنمية الزراعية المستدامة في أي منطقة من المناطق، أي أن لكل نوع من المياه سواء كانت صالحة للشرب أم لا مكانة لا تعوض في جميع مجالات الأنشطة البشرية (القصاص، 1999؛ بابكر، 2015).

ومن الثابت أن موارد المياه على الأرض محدودة بدرجة مخيفة نوعا ما، حيث تقدر المياه الموجودة على كوكب الأرض بنحو 1400 مليون كيلو متر مكعب أي تشكل حوالي 71% من سطح الأرض، وتنقسم المياه إلى قسمين (القصاص، 1999؛ بابكر، 2015):

10–1–1– المياه المالحة

وتصل نسبتها حوالي 97.5% من إجمالي المياه على كوكب الأرض، وهي مياه البحار والمحيطات والبحيرات المالحة حيث يستخدمها الإنسان لشتى الأغراض منها كوسيلة للتنقل ومصدر للثروة السمكية ومصدر أيضا للطاقة الكهربائية المائية وغيرها.

10–1–2– المياه العذبة

وتصل نسبتها نحو 3% من جملة المياه في العالم حيث أن هذه النسبة ضئيلة للغاية اعتمادا على عمليتي التبخر والامطار، ولكن أغلب المياه العذبة محبوسة على أن تكون من موارد الحياة على الأرض لأنها في باطن الأرض وعلى أعماق تتجاوز مئات الأمتار وداخل التربة أو على شكل كتل جليدية في المناطق القطبية أو في الجبال العالية، والمياه العذبة التي تدور أيضا في دورة المياه من البحار إلى السحاب إلى المطر إلى المياه الجارية في الأنهار، وكما يستخدم حوالي 70% من المياه العذبة في الزراعة ولكن هناك زراعات أخرى تستهلك كمية أكثر من المياه، وتستهلك الأنشطة الصناعية والمرتبطة بها حوالي 22% من المياه العذبة على سطح الأرض، في حين أن الاستهلاك الفردي والمنزلي من المياه لا تتعدى نسبته 8% فقط، ويوجد نوعين من المياه العذبة هما (بابكر، 2015):

1. مياه سطحية

وهي في الغالب تأتي من مياه الأمطار التي يتعرض جزء منها للتبخر بالجزء الأكبر منها أنهار مكونا المياه السطحية وجزء منها يتخلل مسام التربة مكونا المياه الجوفية، وتعتمد المياه السطحية على عدة عوامل أهمها:

- تضاريس الأرض.
- الظروف المناخية.
- كمية الأمطار الهاطلة بالمنطقة.

2. مياه جوفية

هي المياه التي توجد في باطن الأرض ويعتبر الحجر الرملي النوبي من أحسن الخزانات الجوفية، وتوجد هذه الخزانات الصخرية على أعماق كبيرة من سطح الأرض كما هو الحال في الصحراء الإفريقية، إذ تمثلها تكوينات الرملي التي تنتمي إلى المنزوي لأسفل (الزمن الجيولوجي الثاني لأسفل)، كما أن المياه الجوفية في المناطق الجافة تقوم على الرصد المائي الذي حفظ أثناء الفترات المطيرة في عصر البلوتسين.

أما فيما يخص أهمية الموارد المائية في المناطق الجافة فإنها تكمن بأن المياه هي العامل الحاكم في هذه المناطق، أي أنها العامل البيئي المتاح عند أدنى حد وأن كل تغير فيه بالزيادة يؤدي نشاط حيوي واضح، وشح الماء وقلته في هذه المناطق هو العامل الحاكم الذي يمنع نمو النبات ومن ثم الحيوان الذي يعتمد عليه، لذلك نلاحظ أن لو سقطت مطر في أراضي جرداء فإن الحياة تنبثق في نشاط بالغ، بالإضافة إلى أهميتها في تشكيل المناخ ولا تكمن أهمية المياه بالنسبة للإنسان في بقائه على الأرض فحسب بل تعد من أهن الأساسيات لجميع نشاطاته من صناعة وزراعة ومواصلات وتعدين وغيرها (القصاص، 1999؛ بابكر، 2015).

10–2– مشكلة المياه في المناطق الجافة وآثارها

إن التوزيع الجغرافي للمياه يقسم العالم من حيث وفرة المياه إلى مناطق تعاني من شدة نقص المياه وهي المناطق الجافة وشبه الجافة، ومناطق أخرى لا يوجد فيها هذا النقص ولكنها بدأت تشعر تدريجيا بالمشكلة، وهناك مناطق أخرى تتمتع بوفرة المياه (بابكر، 2015).

كما أن هذه المسألة عالمية وتبرز بشدة في المناطق الجافة حيث شح الماء وشدة عزم البخر والنتح، وحيث تكون الحياة الحيوانية والنباتية تحت ظروف الضنك المائي (القصاص، 1999). كما يعتبر نقص الماء العذب من أهم المشاكل التي تواجه الإنسان وذلك بسبب نقص كميات الأمطار وتذبذب هطولها وأيضا تزايد نسبة التبخر عن نسبة تساقط الأمطار، إن هذا التناقض في كميات المياه يقابله ارتفاع في عدد السكان في كثير من المناطق مما يجعل الطلب على الماء يزيد بكثرة، كما ولا تقتصر هذه المشكلة على نقص الماء فحسب بل وحتى كيفية الوصول إليها واستغلالها وطرق تنميتها وكذلك تأثير الإنسان عليها بزيادة حاجته للمياه لعمليات النشاط الاقتصادي والذي يؤثر بدوره في استنزاف الموارد المائية وسوء استغلاله للمياه بسبب قلة الوعي لأهمية المياه في كثير من الدول النامية ذات النطاق المناخي الجاف، بالإضافة إلى ممارسته الخاطئة كرعيه الجائر واستخدامه المفرط للأراضي الزراعية الهامشية وقطعه للأشجار مما يسبب في إزالة الغطاء النباتي ومنع التربة من امتصاص الماء (بابكر، 2015).

10–3– مصادر المياه المتاحة في المناطق الجافة

- المياه الجوفية المخزنة في جوف الأرض حيث بعض منها متجدد أي أن لها مصدر يغذيه وبعضها حفري أي تجمع في العصور السابقة التي كانت فيها وفرة مياه الأمطار.
- مياه الأنهار الجارية التي تحمل المياه من مناطق الوفرة إلى مناطق الجفاف.
- مياه الأمطار القليلة والمتغيرة من سنة إلى سنة.
- المياه المستخلصة من مياه البحر بالإعذاب.
- مياه الصرف الصحي بعد معالجتها (القصاص، 1999).

10–4– إدارة وتنمية الموارد المائية في المناطق الجافة

لقد بذل الإنسان جهود عديدة لمعالجة نقص المياه واستغلالها وحفظها وتنميتها والتكيف مع تغييراتها باستخدام نظم لإدارة المياه ونقلها من مناطق الفائض إلى مناطق العجز المائي، حتى إذا كان لا يمكن زيادة كميات الماء فيمكننا استخدام ما هو موجود فعلا بطريقة أمثل إما باستخدام ما هو قابل لإعادة الاستخدام أو بترشيد الاستهلاك أو بالطريقتين معا (بابكر، 2015). ونذكر منها:

1. **طرق توفير المياه**

- بناء خزانات وسدود فترة وفرة المياه.
- زيادة في طول شبكة المياه للمناطق البعيدة.
- تحويل المياه من مصادرها إلى المناطق المحتاجة بشدة للمياه.
- استحداث طرق لزيادة المياه العذبة.
- تحلية المياه المالحة بتكلفة أقل دون ضرر بالبيئة.
- جر الجبال الجليدية.
- تطوير محاصيل لا تحتاج إلى كثرة المياه.
- التوسع في الزراعة في المناطق الرطبة بدلا من المناطق الجافة...الخ.

2. **طرق ترشيد استخدام المياه**

- النوعية بضرورة ترشيد الاستخدام.
- اتباع الري بالتنقيط وتقليل تبخر المياه من المسطحات المائية.
- تبطين مجاري المياه لتقليل التسرب في الأرض.

- ربط أسعار المياه بالاستهلاك.
- نشر الوعي بين السكان كثرة أهمية المياه وطرق استغلالها أي تقليل التهور في الاستهلاك.
- الإسكان قرب مناطق وفرة المياه مع ضرورة عدم الإضرار بالغطاء النباتي.
- الموازنة في استخدام المياه وأولوية الإنسان والحيوان...الخ.

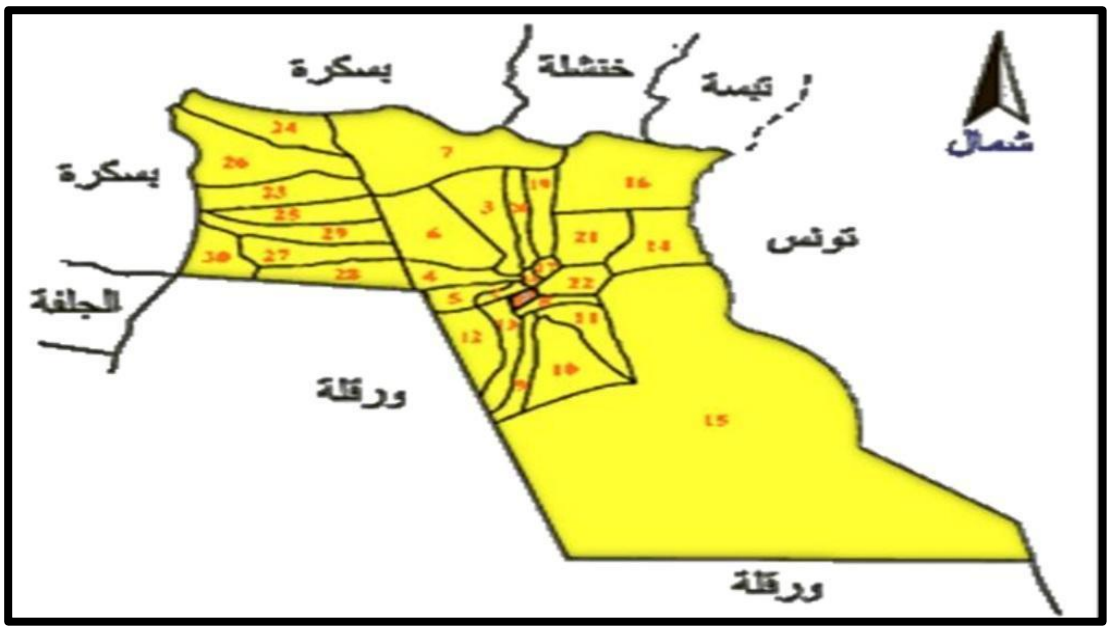
الفصل الثاني:دراسة عامة حول منطقة وادي سوف

أولا: تقديم لمنطقة وادي سوف

1– التعريف بالمنطقة (مساحتها وموقعها وحدودها الإدارية والجغرافية)

تقع منطقة وادي سوف في بلد الجزائر تحديدا في ولاية الوادي المعروفة والحاملة للعدد 39 وهي تابعة للصحراء الجزائرية الكبرى، وتبلغ مساحة الولاية حوالي 44556.80 كلم² حيث تمثل 1.87% من مساحة الجزائر، وتضم 12 دائرة و30 بلدية، ومتوسط ارتفاعها عن سطح الأرض حوالي 80 متر(Voisin، 2003).

وكما تحتل جزءا كبيرا من الصحراء الشمالية الشرقية الكبرى حيث تقع تحديدا في الجهة الشمالية الشرقية من الجنوب الجزائري أي أنها تنتمي إلى العرق الشرقي الكبير، حيث يحدها من الشمال بسكرة وتبسة وخنشلة، ومن الجنوب ورقلة، ومن الغرب ورقلة و الجلفة وبسكرة، ومن الشرق الجمهورية التونسية، وتبعد عن العاصمة الجزائرية نحو 600 كلم (الوثيقة 2) (Anonyme، 2012).

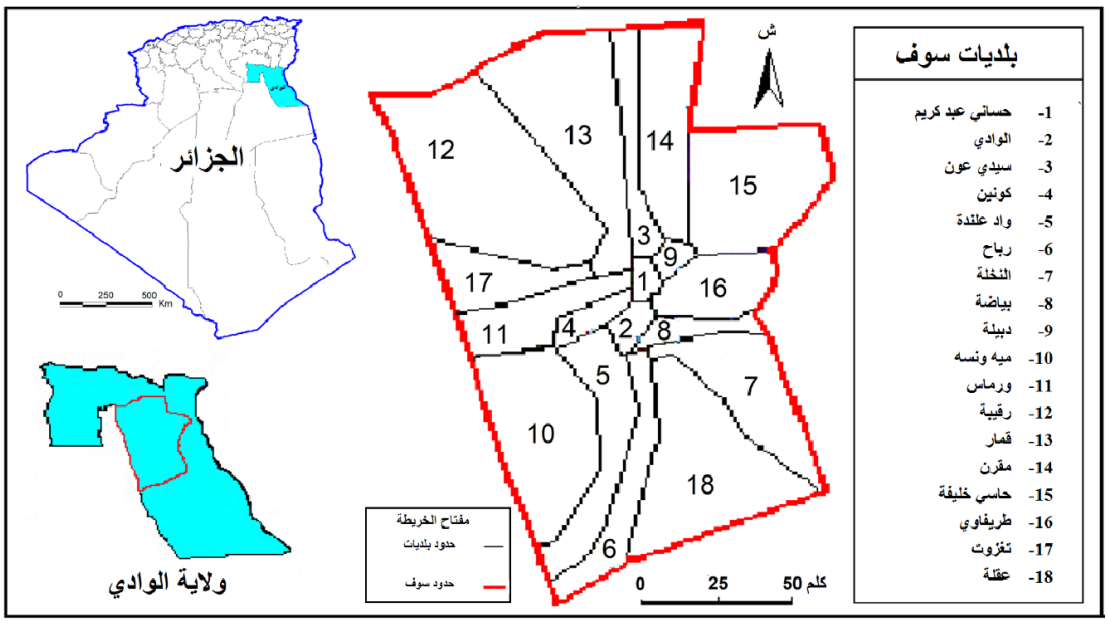


الوثيقة 2: خريطة الحدود الإدارية لولاية الوادي

وتنقسم ولاية الوادي إلى قسمين وادي سوف ووادي ريغ حيث يختلفان في بعض التقاليد والعادات وطبيعة الأرض وفي زمن تعميرهما أما عن بحثنا فإنه خاص بمنطقة وادي سوف والتي تبلغ مساحتها حوالي 11738.4 كلم² أي ما يعادل 26% من المساحة الإجمالية للولاية وتضم 18 بلدية، وحدودها كالتالي (الوثيقة 3): حيث يحدها من الشمال منطقة الشطوط (بلدتي بن قشة والحمراية)، ومن الجنوب بلدية

دوار الماء وولاية ورقلة أي امتداد العرق الشرقي الكبير، ومن الشرق الحدود التونسية حيث بلديات بن قشة والطالب العربي ودوار الماء، ويحدها من الغرب منطقة وادي ريغ وامتداد العرق الشرقي الكبير (Khechana وآخرون، 2011).

وكما تنحصر فلكيا بين دائرتي عرض 33° و34° شمالا ، وبين خطي طول 6° و8° شرقا (حسونة، 2010).



الوثيقة 3: خريطة حدود منطقة وادي سوف (Khezzani و Bouchemal، 2018)

2– أصل التسمية

تنقسم التسمية الى كلمتين -وادي- ويقصد بها وادي الماء الذي كان يمر داخل الأرض لعدة أغراض وقيل إنه نابع من الجهة الشرقية الشمالية من الأوراس اتجاه الشطوط والعرق الشرقي في الجنوب، وكما يظن أن جبل مجور هو المنبع الأولي له بالقرب من نقرين وأن مساره الأعلى يعرف بعيون النازية، وكانت تسميته من طرف العدواني في القديم -غدير الماء- ووادي الجردانية في مساره الأدنى الذي قام بتسميته الطرود إشارة إلى طبيعة المنطقة التي كانت جرداء وقاحلة (غنابزية،2001).

أما كلمة -سوف- فالمقصود بها النهر المائي في الأساطير القديمة هذه الكلمة تطلق على نهر كان يجري من الشمال نحو الجنوب في المنطقة ويكنى -واد أزوف- وهو النهر الرقراق الذي كان يمر بالمنطقة نحو غار الأعماق فتم تغيير اسمه إلى وادي سوف، وتعني سوف في لغة زناته البربرية النهر وعند مقارنتها

قديما مع الكلمات -Asouf- و-Isouf- بالبربرية الحديثة -أسيف- تعني الواد أو بمعنى أدق -النهر- وتنطق باللهجة الترقية –Le Souf Mellon- ومعناها النهر الأبيض (غنابزية ،2001).

3- الدراسة المناخية لمنطقة وادي سوف

معرفة المناخ من الخصائص المهمة لكل الدراسات البشرية ومدى تأثيرها على النشاط البشري كما يعتبر هو العنصر الأساسي المتحكم في الفلاحة وعمليات التهيئة وتأثر عموما عناصره بمختلف المظاهر المكونة للمجال.

مناخ وادي سوف صحراويا ذات صيف حار وجاف تصل درجة حرارته إلى 50°، وشتاء بارد تصل في بعض الأحيان درجة حرارته إلى 4°، وكل المعطيات المتعلقة بالمناخ (درجة الحرارة والرطوبة التساقط .... الخ) تم الحصول عليها من طرف محطة مطار قمار للأرصاد الجوية ونلخصها كما يلي:

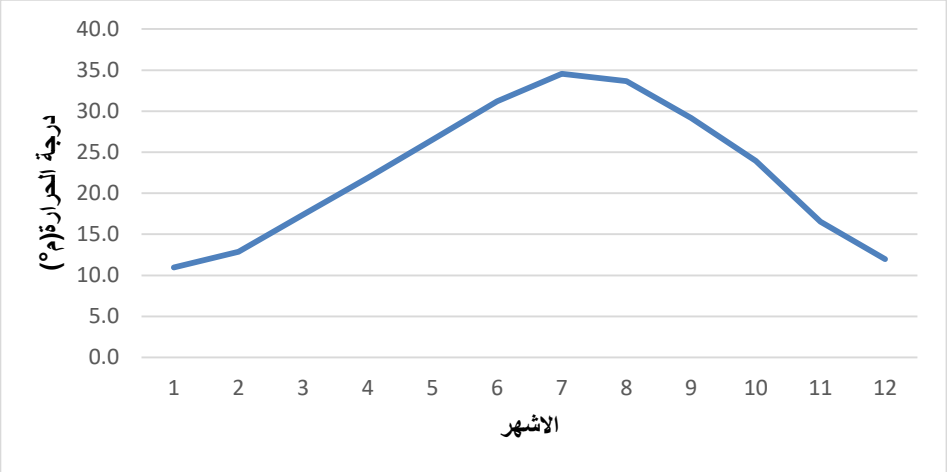
3–1– درجة الحرارة

ومن المعتبر أن درجة الحرارة من أهم العناصر في المناخ وذلك لكونها تؤثر على التبخر خاصة والضغط الجوي وحركة الرياح أيضا، وقد تكون مباشرة أو غير مباشرة وبما أنها تؤثر فإنها تتأثر أيضا بالموقع لدوائر العرض والتضاريس والعديد من العوامل الأخرى.

ولمعرفة مدى تأثرها تم الاعتماد على مراقبة التغيرات لمدة 17 سنة (من 2000 إلى 2016) المدونة في الجداول والمخططات التالية (المصدر: الديوان الوطني للرصد الجوي -الوادي-):

الجدول 6: المعدل الشهري لدرجة الحرارة المتوسطة لفترة 2000-2016

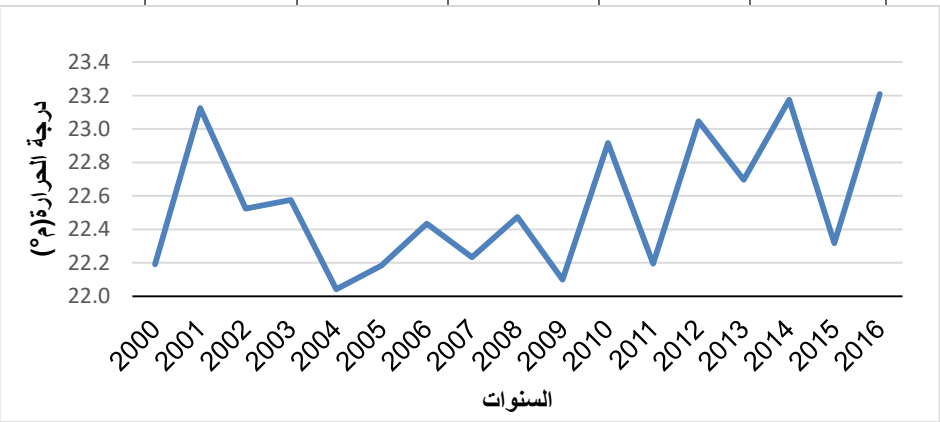
الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
المعدل(م°)	11.0	12.9	17.4	21.9	26.5	31.2
الأشهر	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المعدل(م°)	34.5	33.6	29.2	23.9	16.5	12.0



الوثيقة 4: المتوسط الشهري لدرجة الحرارة لسنة 2000-2016

الجدول 7: المعدل السنوي لدرجة الحرارة المدروسة ل 17 سنة (2000-2016)

السنة	2000	2001	2002	2003	2004	2005
المعدل(م°)	22.2	23.1	22.5	22.6	22	22.2
السنة	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
المعدل(م°)	22.4	22.2	22.5	22.1	22.9	22.2
السنة	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	المعدل الإجمالي(م°): 22.6
المعدل(م°)	23	22.7	23.2	22.3	23.2	



الوثيقة 5: المعدل السنوي لدرجة الحرارة للسنة المدروسة (2000-2016)

نستخلص من المعطيات المتحصل عليها للتغيرات الشهرية لدرجات الحرارة في الجدول (6) والوثيقة (4) فإن أقصى قيمة سجلت في شهر جويلية هي 36.2م° في سنة 2012، وبالنسبة لأدنى قيمة سجلت في شهر جانفي 8.4م° في سنة 2000.

أما المعدل السنوي من الجدول (7) والوثيقة (5) فإن أقصى قيمة كانت في سنتي 2014 و 2016 بقيمة 23.2م°، وأدنى قيمة كانت في سنة 2004 بقيمة 22م°.

ومن هنا نستنتج من خلال المعطيات والدراسات الخاصة بدرجات الحرارة أن منطقة وادي سوف تمتاز بمناخ جد حار خاصة في فصل الصيف وذلك لتعامد أشعة الشمس مع مدار السرطان في النصف الشمالي للكرة الأرضية.

3-2- التساقط

ومن المعروف أن التساقط ناجم عن سقوط المواد الناتجة من تكثف بخار الماء في الجو إلى سطح الأرض أو البحر، كما أن المطر من أهم أشكال التساقط وذلك لأهميته في العناصر المناخية، لأنه يعتبر من العنصر المباشر الذي يؤثر على الزراعة والحوصلة المائية وبما أنه العنصر المهم في الغطاء النباتي فإن أي ندرة أو قلة في نسبة تساقط الأمطار فإنها تؤثر سلبا على الوسط والنشاط الممارس فيه.

ولدراسة التساقط ومعرفة خصائصه في المنطقة تم اللجوء إلى فترة زمنية مدتها 50 سنة (من 1967 إلى 2016)، الملخصة في الجداول والمخططات التالية (المصدر الديوان الوطني للرصد الجوي -الوادي-).

الجدول 8: المتوسطات الشهرية للتساقطات 1967-2016

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
المعدل(م°)	12.7	6.7	8.3	6.0	4.2	1.3
الأشهر	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المعدل(م°)	0.2	1.6	6.6	7.0	7.6	7.2
المجموع: 69.6						

الوثيقة 6: معدل التساقط الشهري للفترة ما بين 1967 على 2016

ومن الواضح أيضا أن منطقة 86 وادي سوف تمتاز بقلة الأمطار وذلك حسب القيم المسجلة في المنطقة، ومن المعروف أن منطقة وادي سوف تنعدم من أنواع التساقطات الأخرى مثل الثلوج والبرد لذلك تم التركيز على دراسة الأمطار فقط، إذ تعتبر الأمطار عامل إيكولوجي ذو أهمية أساسية لعمل النظم البيئية وتوزيع النباتات (Ramade، 1984).

ومن خلال معطيات الجدول (8) ومخطط الوثيقة (6) نلاحظ أن أكبر قيمة سجلت في شهر جانفي بـ 12.7ملم، أما بالنسبة لأدنى قيمة للتساقط الشهري سجلت في شهر جويلية ب 02 ملم.

ونلاحظ أيضا من خلال الجدول (9) أن في سنة 1990 سجلت أكبر قيمة للتساقط السنوي بـ 209.1 ملم، وسجلت أدنى قيمة للتساقط السنوي في سنة 1983 بـ 15.9 ملم حيث تعتبر السنة الأكثر جفاف في العام، ومن هنا فإن المعدل السنوي للفترة مابين 1967-2016 يقدر ب 69.6 ملم كما تعتبر قيمة ضعيفة جدا في منطقة نسبة تبخرها حوالي 2000ملم أو أكثر.

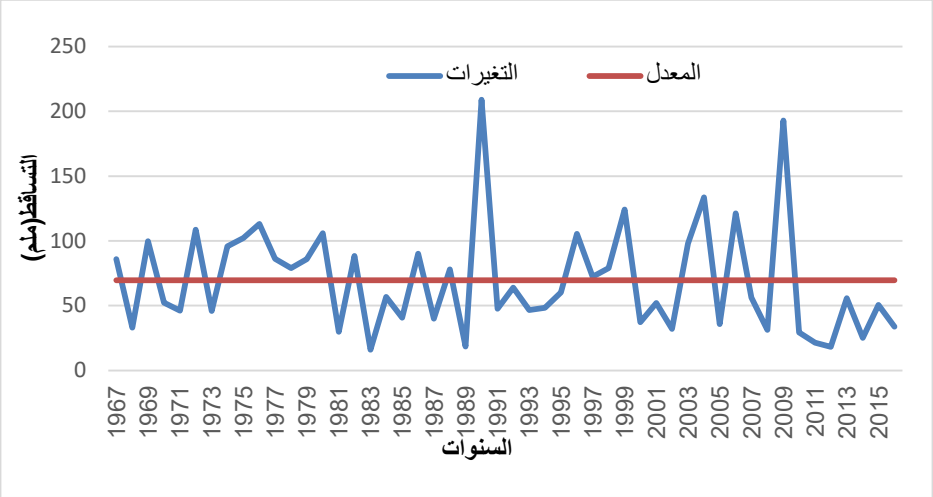
ومن خلال المعطيات التي درسناها لهذه الفترة تبين لنا أن هناك اختلاف كبير في توزع كميات الأمطار المتساقطة وهناك نوعان سنوي والآخر شهري.

وبالنسبة للتباين الشهري فقد بلغت في شهر جانفي سنة 2009 قيمة 105.3 ملم و انعدمت تماما في بعض الشهور الأخرى (أنظر الوثيقة 6)، والاختلاف السنوي بلغ في سنة 1990 قيمة 209.1 ملم، أما سنة 1983 فبلغ قيمة 15.9 ملم حيث شكل الفارق بينهم بقيمة 193.2 ملم.

الجدول 9: معدل التساقطات السنوية للسنة 1967-2016

السنة	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
التساقط(ملم)	85.8	32.9	99.8	52.2	46.19	108.6	45.8	95.67	102.3	113
السنة	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**
التساقط(ملم)	86.2	79.1	86	106	29.9	88.4	15.9	56.8	40.6	90.2
السنة	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
التساقط(ملم)	40	77.9	18.5	209.1	47.6	64	46.5	48.3	60.1	105.4
السنة	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
التساقط(ملم)	72.2	79.1	124.3	37.3	52	32	97.9	133.5	35.7	121.3
السنة	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
التساقط(ملم)	56.3	31.4	193	29.2	21.4	18.2	55.8	25.1	50.5	33.8
المعدل: 69.6										

من الجدول (10) تبين لنا أن نسبة 38.30% كان فيها مجموع التساقط لا يتعدى نسبة 50 ملم، وأن مجموع التساقط ما بين 50-100ملم كانت 40.42%، أما فئة 100-150 كان مجموع التساقط لا يزيد عن 17.02%، وبالنسبة للفئتين الأخيرة المحصورة بين 150-250 ملم قد كانت نسبة التساقط فيها لا تتجاوز 4.26%، أي ما يعني من تلك الإحصائيات أن معدل التساقطات السنوية لا يتجاوز 100 ملم في المنطقة.



الوثيقة 7: معدل التغيرات للتساقط السنوي ما بين 1967 إلى 2013

الجدول 10: التوزيع التكراري للتساقطات للفترة 1967-2016

الفئة	التكرار	التكرار النسبي %
0-50	18	38.30
50-100	19	40.42
100-150	8	17.02
150-200	1	2.13
200-250	1	2.13
المجموع	47	100

3-3- الرياح

الرياح هي حركة الهواء التي تحدث بسبب تغير ضغط الهواء بسبب الشمس فهي تعتبر السبب الرئيسي في تغير درجة الحرارة، كما تنتج الرياح عن انتقال الهواء من مناطق الضغط المرتفع نحو مناطق الضغط المنخفض (De Parcevaux، 2007)، وحسب وردة الرياح الوثيقة(8) تظهر لحركة الرياح (كم على ساعة في السنة) تهب الرياح من الاتجاه المشار إليه مثلا SW: الرياح تهب من الجنوب الغربي (SW) إلى الشمال الشرقي (NE). كيب هورن، أقصى نقطة في جنوب أرض أمريكا الجنوبية فيها رياح غربية قوية مميزة، مما يجعل المعابر من الشرق إلى الغرب صعبة جدا.

كما أن المعروف على منطقة وادي سوف تقوم بحركة هوائية نشطة على مدار السنة وخاصة في فصل الربيع تكون الرياح قوية وحاملة لكميات كبيرة من التربة مشكلة كثبان رملية مما يؤدي إلى تغير لون السماء إلى الأصفر الفاقع، وتصل سرعتها تقريبا إلى أكثر من 50كلم/سا، كما تدوم إلى يومين أو أكثر، وتمتاز منطقة وادي سوف بثلاثة أنواع من الرياح هي:

- الظهراوي

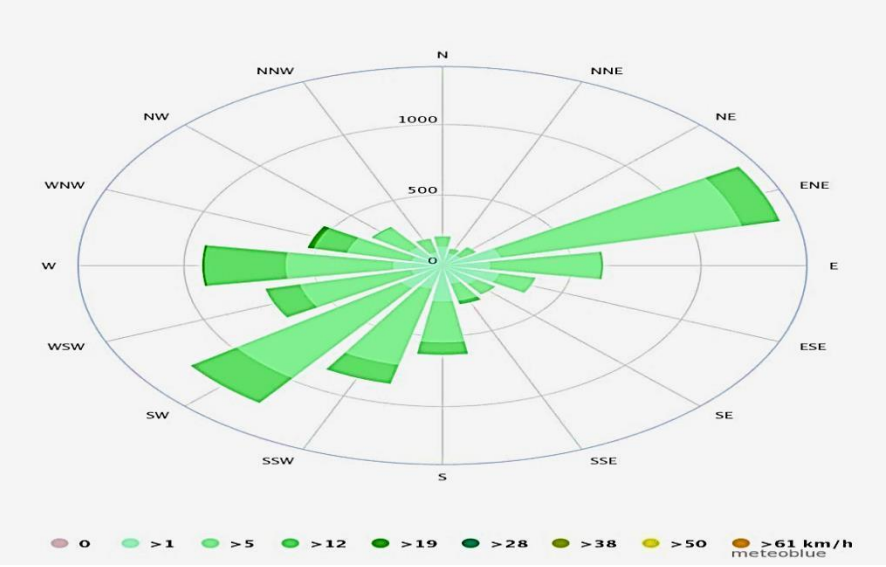
تهب رياح شمالية، وشمالية غربية من فيفري إلى أفريل وتصل سرعتها إلى 13-16 كلم/سا وتشكل خطرا على حركة المرور وتعمل على دفن الغيطان.

- البحري

تهب رياح شرقية وهي منعشة من أوت إلى أكتوبر حيث تصل سرعتها إلى 10-11كلم/سا.

- الشهيلي

وتهب الرياح جنوبية وهي حارة، ويكون ذلك خلال فصل الصيف وتصل سرعتها إلى 10-17 كلم/سا وتؤثر سلبا على الزراعة لأنها تعمل على تسريع عملية التبخر والنتح.

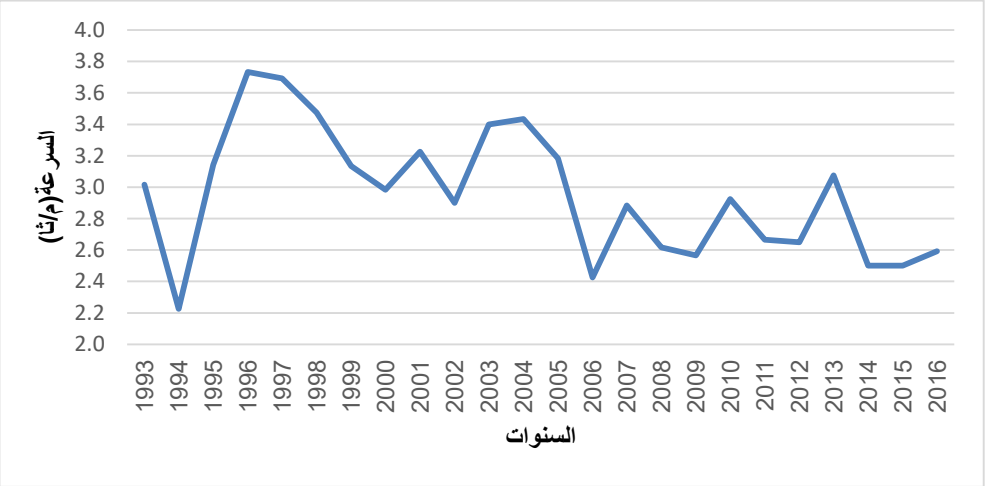


الوثيقة 8: وردة الرياح

ولدراسة حركة الرياح في منطقة وادي سوف قمنا بدراسة لمدة زمنية من 1993 إلى 2016 وذلك لمعرفة معدل السرعة السنوية للرياح كما هو موضح في الجدول (11) ومخطط الوثيقة (9)، (المصدر الديوان الوطني للرصد الجوي-الوادي-).

الجدول 11: المعدل السنوي لسرعة الرياح للفترة 1993-2016

السنة	1993	1994	1995	1996	1997	1998
السرعة (كم/ثا)	3.0	2.2	3.1	3.7	3.7	3.5
السنة	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
السرعة (كم/ثا)	3.1	3.0	3.2	2.9	3.4	3.4
السنة	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
السرعة (كم/ثا)	3.2	2.4	2.9	2.6	2.6	2.9
السنة	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
السرعة (كم/ثا)	2.7	2.7	3.1	2.5	2.5	2.6



الوثيقة 9: معدل السرعة للرياح 1993-2016

تصل أقصى سرعة للرياح من خلال الجدول والمخطط أعلاه بمعدل سنوي إلى 3.7كم/ثا وذلك خلال سنتي 1996-1997 في حين سجلت أدنى سرعة 2.2كم/ثا وذلك في سنة 1994.

3-4- الرطوبة

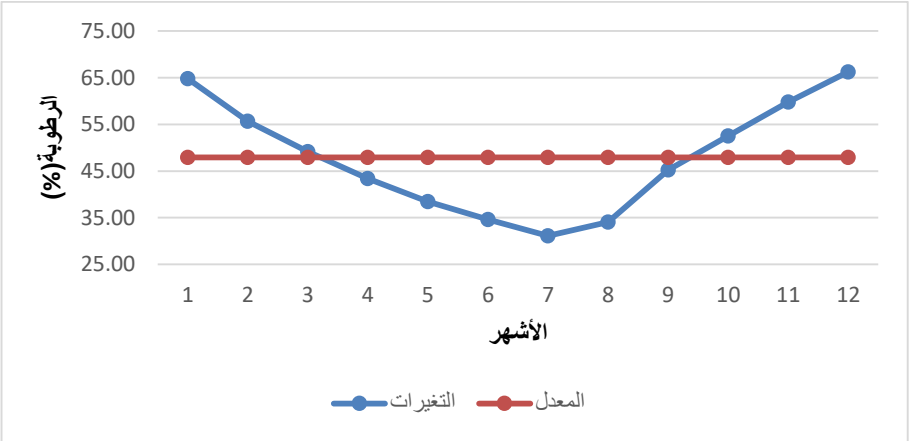
رطوبة الهواء أو الرطوبة الجوية هي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء، وخاصة في طبقة التروبوسفير (طبقة الجو السفلي)، وتختلف الرطوبة حسب درجة الحرارة وضغط الهواء فكلما كان الهواء أدفى زادت كمية بخار الماء الذي يحمله، وعندما يحتوي الهواء على أقصى كمية من بخار الماء يستطيع حملها تحت درجة حرارة وضغط معينين، فعندئذ يقال إن الهواء قد تشبع ببخار الماء، وتقاس رطوبة الهواء باستخدام جهاز قياس الرطوبة (الهيجرومتر).

وتعرف منطقة وادي سوف على أن نسبة الرطوبة فيها ضعيفة جدا أي ستة أشهر من السنة تبدأ من أكتوبر إلى غاية مارس، ويفسر ذلك بأن الهواء لم يتشبع ببخار الماء ولمعرفة ذلك أكثر تم الاعتماد على فترة زمنية مدتها 50 سنة أي من 1967 إلى 2016 كما هو موضح في الجدول (12) ومخطط الوثيقة (10) (المصدر: الديوان الوطني للرصد الجوي -الوادي-):

من خلال التحليل للمعطيات نلاحظ أن أدنى قيمة سجلت للرطوبة هي 31.14% من شهر جويلية وتعتبر نسبة ضعيفة جدا بحيث لا تتعدى نسبة الرطوبة 50%، أما أقصى قيمة سجلت في شهر ديسمبر بنسبة 66.25%.

الجدول 12: التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة للفترة 1967-2016

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
الرطوبة (%)	64.78	55.70	49.14	43.37	38.43	34.61
الأشهر	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الرطوبة (%)	31.14	34.04	45.27	52.51	59.80	66.25
المعدل: 47.92						



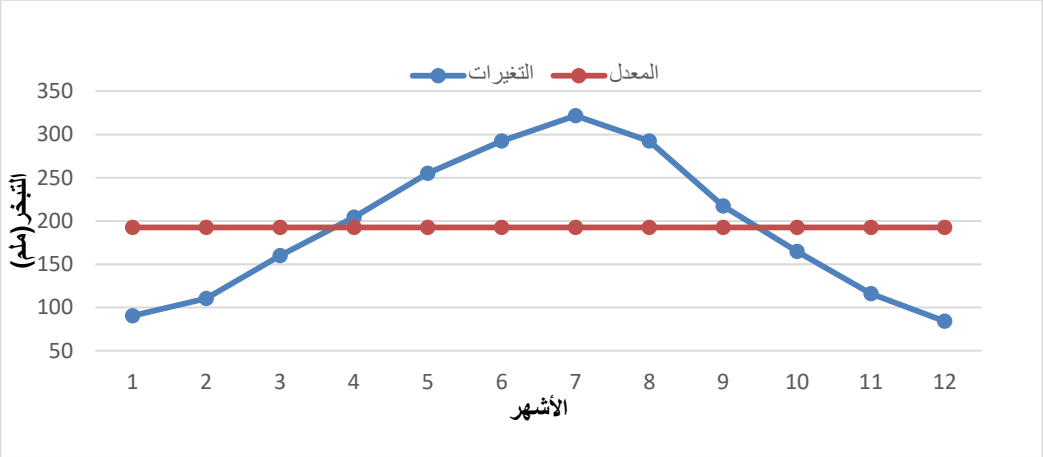
الوثيقة 10: التغيرات الشهرية لقيم الرطوبة للفترة 1967-2016

3-5- التبخر

التبخر هو عملية فيزيائية يحدث فيها تحول جزيئات المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بفعل الحرارة، وتحدث هذه العملية فقط على السطح الفاصل بين السائل والغاز وهي عكس عملية التكثف (Silberberg،2006)، وحسب طبيعة المنطقة. الجدول (13) ومخطط الوثيقة (11) يوضحان المتوسطات الشهرية للتبخر للفترة الممتدة ما بين 1967 إلى غاية 2016 (المصدر: الديوان الوطني للرصد الجوي-الوادي).

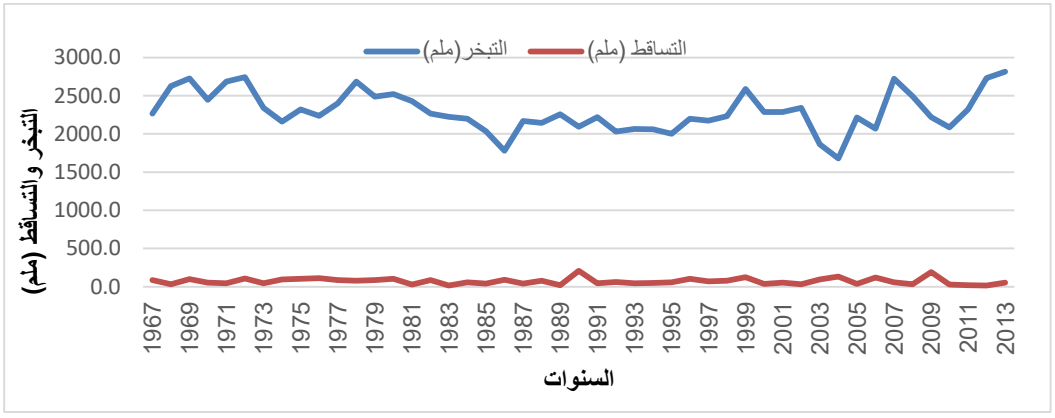
الجدول 13: المتوسط الشهري للتبخر للفترة 1967-2016

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
التبخر(ملم)	90.26	110.55	160.05	204.50	255.11	292.28
الأشهر	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
التبخر(ملم)	321.68	292.40	217.41	164.85	116.01	84.28
المعدل: 2309.4						



الوثيقة 11: المتوسط الشهري للتبخر للفترة 1967-2016

بلغ مجموع المعدل السنوي للتبخر للفترة 1967- 2016 بنسبة 2309.4 ملم في حين أدنى قيمة سجلت في شهر ديسمبر هي 84.28 ملم، أما أقصى قيمة كانت في شهر جويلية وهي 321.68 ملم.



الوثيقة 12: مقارنة بين قيم التبخر والتساقط للفترة 1967-2016

❖ العلاقة بين التبخر والتساقط

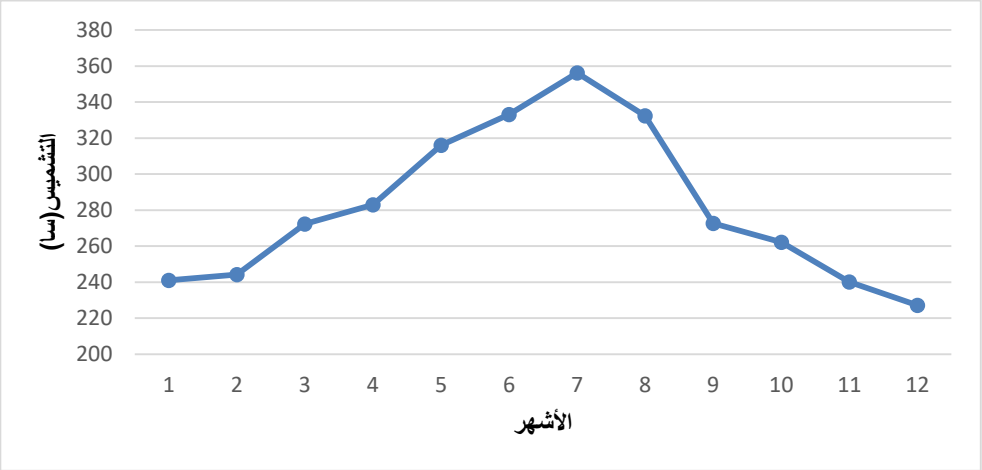
يتكون التساقط نتيجة تبخر مياه البحار والأنهار بسبب الحرارة، كما تطلق النباتات كمية من بخار الماء ليتصاعد البخار إلى طبقات الجو العليا ثم يبرد ويتكاثف على شكل غيوم ثم تنقلها الرياح إلى اليابسة وعندما ترفعها إلى أعلى طبقات الجو تنخفض حرارتها أكثر فتسقط الأمطار، وحسب المنطقة المدروسة فإن قيمة التساقط للفترة الممتدة من 1967 إلى 2016 لم تتعدى 80 ملم مقارنة بنسبة التبخر التي بلغت قيمتها 2309.4 ملم في نفس الفترة حيث نلاحظ فارق كبير بينهما مما يفسر هذا أن المنطقة تعاني من ضعف كبير في المياه.

3-6- التشميس

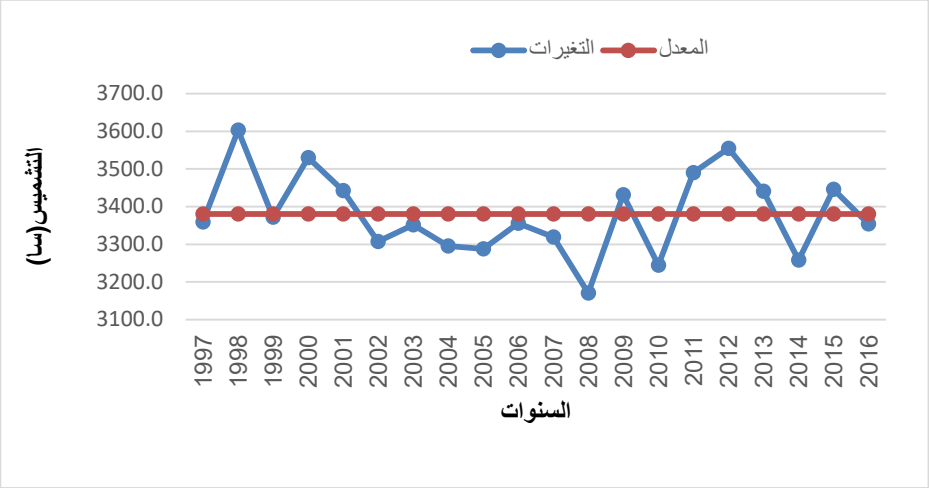
التشميس هو مقياس لطاقة الإشعاع المستلمة على مساحة معينة وسجلت خلال وقت معين وتسمى أيضا الإشعاع الشمسي، وتكون بسبب نقص ضبابية الهواء وارتفاع كمية أشعة الشمس في المنطقة، مع كثرة الجفاف التي يسودها وزيادة الحرارة وكما نلاحظ أن التشميس في الصحراء عالي جدا ويختلف من سنة إلى أخرى نسبيا.

الجدول 14: المتوسط الشهري لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016

الأشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
المعدل(سا)	241.1	244.2	272.3	283	316.1	333.2
الأشهر	جويلية	أوت	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
المعدل(سا)	356.3	332.4	272.6	262.1	240.2	227.2
المعدل الإجمالي للتشمس (سا): 3380.6						



الوثيقة 13: المتوسط الشهري لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016



الوثيقة 14: التغيرات السنوية لعدد ساعات التشميس للفترة 1997-2016

نلاحظ من خلال الوثيقة (13) والجدول (14) للفترة المحصورة ما بين 1997-2016 سجل معدل نسبة التشمس بقيمة 3380.6 (سا)، حيث سجلت أدنى قيمة في شهر ديسمبر وتقدر ب 227.1 (سا) وأقصى قيمة سجلت في شهر جويلية بنسبة 356.3 (سا)، وينحصر في هذه الفترة معدل التغيرات السنوية (مخطط الوثيقة (14)) للفترة المدروسة ما بين 31500 إلى 36000 (ساعة).

4- تصنيف مناخ منطقة وادي سوف

لدراسة طبيعة المنطقة وتحديد طبيعة المناخ يجب الاعتماد على نتائج التساقط والحرارة وذلك باستعمال بعض المؤشرات المخصصة له وهي:

- منحنى غوصن **GAUSSEN**

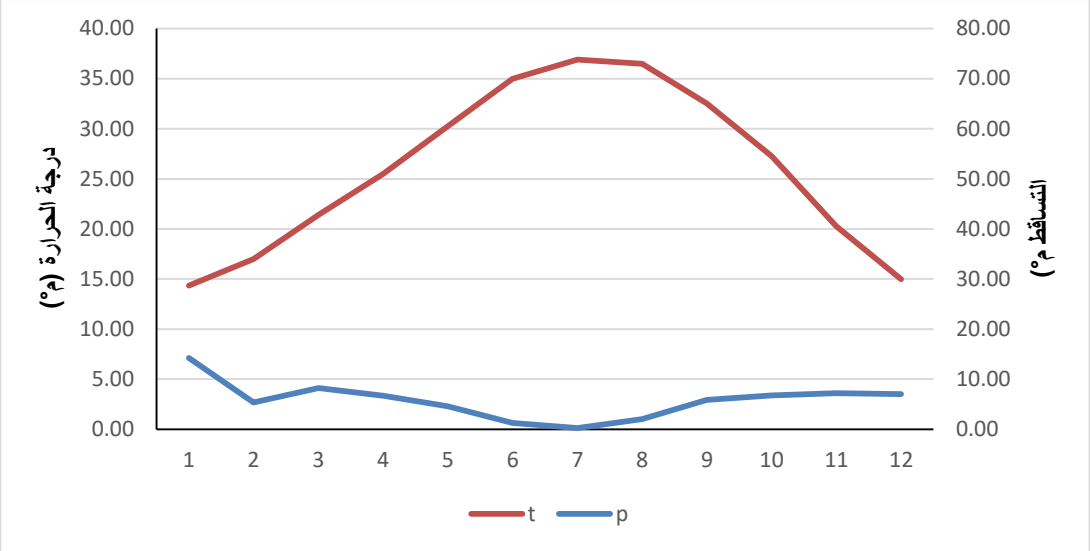
مؤشر Gaussen من بين المؤشرات التي تستعمل لتحديد الأشهر الجافة خاصة بالمناخ المتوسطي، وقد صاغ Gaussen معادلة لتحديد الأشهر من خلال متوسطات الحرارة والتساقطات وذلك بتطبيق المعادلة التالية:

$$P=2T$$

حيث:

- **P:** تمثل معدل التساقطات المطرية الشهرية بالمليمتر.
- **T:** تمثل معدل الحرارة الشهرية بالدرجة المئوية.

ويمكن تلخيص هذه المعادلة وتمثيلها في رسم بياني يسمى بياني مطر حراري Diagramme ombrothermique نستعمل المعطيات المناخية للفترة المدروسة 1967-2016.



الوثيقة 15: منحنى غوصن للفترة 1967-2016

من خلال الوثيقة (15) نلاحظ استمرار الجفاف طوال السنة، وهذا راجع للارتفاع المستمر لدرجة الحرارة وقلة تساقط الأمطار في المنطقة، مما يجعل المنطقة في عجز مائي دائم، بما أنه الجفاف صفة سائدة طوال السنة نلجأ إلى توظيف مؤشر (De Martonne) لكي نبين بشكل آخر طبيعة المنطقة الجافة.

❖ مؤشر **De Martonne**

وضع هذا المؤشر من أجل التفريق بين الجفاف والرطوبة وذلك بحساب الجفاف كما حدد العالم De Martonne بعض القيم لتأويل وتفسير هذا المؤشر.

❖ قيم **De Martonne** لتصنيف المناخ

- إذا كانت قيمة المؤشر أكبر من 20، فالرطوبة عالية.
- قيم المؤشر تتراوح بين 10و20، فالجفاف وارد.
- وإذا كانت قيم المؤشر ما بين 5و10، فالجفاف موجود.
- أما إذا كانت قيم المؤشر أقل من 5، فالنطاق جاف جدا.

معادلة مؤشر الجفاف De Martonne:

(Y=P/(T+10)

حيث:

- **Y** مؤشر الجفاف.
- **P**معدل التساقط السنوي بالملم.
- **T** معدل درجة الحرارة السنوية.

حساب وتطبيق المعادلة على المنطقة المدروسة:

Y =69.9 / (22.6 +10) =2.14

تبين لنا من خلال النتيجة المتحصل عليها أن المنطقة تصنف ضمن المناخ الجاف جدا وذلك حسب تصنيف .De Martonne

- منحنى أمبرجي EMBERGER

يحدد هذا العالم بمساعدة العلاقة التالية والمصححة من قبل ستيوارت نوعية النطاقات الحيوية للمنطقة، ويأخذ أمبرجي بعين الاعتبار للوصول إلى الهدف (Dekhinat، 2001) و (Billaux، 1982).

Q = 3.43 × P/ (M _ m)

- **Q** معامل أمبرجي.
- **P** معدل التساقط السنوي بالمليمتر.
- **M** المتوسط الحراري للقيم القصوى لأحر شهر.
- **m** المتوسط الحراري للقيم الدنيا لأبرد شهر.

كما أنه يستعمل هذا المنحنى قيم المعامل لتحديد نوعية المناخ، أي كلما كانت قيمة هذا العامل مرتفعة دل ذلك على رطوبة المناخ، وكلما انخفضت دل على الجفاف، ويحدد لنا نوعية الشتاء باستعمال قيم (m).

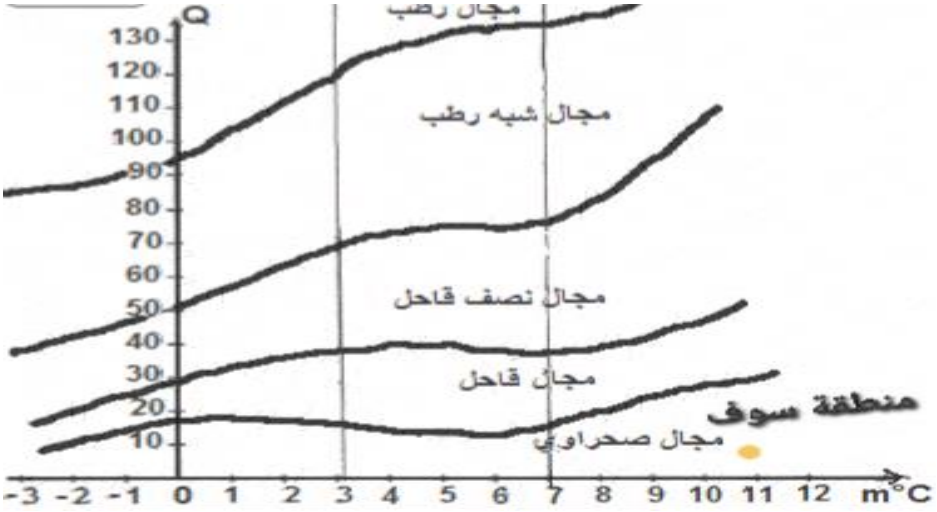
❖ قيم (m) لتحديد نوعية الشتاء

- إذا كانت قيم(m) أقل من الصفر المئوي يكون الشتاء بارد جدا.
- وإذا كانت قيم (m) ما بين 0°م و3°م فأن الشتاء يكون بارد.
- أما إذا كانت قيم (m) بين 3°م و7° فيكون شتاء معتدل.
- ويكون الشتاء جاف إذا كانت قيم (m) أكبرمن7°.

وبتطبيق القانون نأخذ المعطيات المناخية للفترة المدروسة، حيث درجة الحرارة القصوى لأحر شهر هي 36.2°م، ودرجة الحرارة لأبرد شهر هي 8.4°م، ومعد التساقط السنوي 69.6 ملم حيث نحصل على:

$$Q= 3.43(69.6) / (36.2-8.4) = 8.58$$

إذا فإن المنطقة تقع ضمن النطاق الصحراوي ذو شتاء معتدل وذلك حسب منحنى EMBERGER (الوثيقة (16)).



الوثيقة 16: منحنى EMBERGER للطوابق المناخية

5– الدراسة الجيولوجية والهيدروجيولوجية للمنطقة

الدراسة الجيولوجية والهيدروجيولوجية هي معرفة هيكلة طبقات الأرض والطبقات المائية المشكلة لمنطقة وادي سوف.

5-1- الإطار الجيولوجي للمنطقة

منذ أن تشكلت الأرض من تصلب الغبار الكوني 4.5 مليار سنة وهي في تغير مستمر، فواجهة سطح الأرض تختلف من العصر الحاضر كثيرا عن العصور القديمة، وذلك ناتج عن العمليات الطبيعية كالتجوية والحركات التي تؤثر على القشرة الأرضية.

قد مرت منطقة سوف والمناطق الصحراوية بصفة شاملة بتغيرات مناخية وجيولوجية عبر الزمن الطويل حليس، (2007)؛ (Voisin،(2003) ؛Dubost،(1991)؛ Rognon ،(2007) ، ففي الحقبة الزمنية القديمة قبل 600 مليون سنة والمعروفة بحقبة الحياة الخفية أو العهد ما قبل الكبرى Précapine كانت الأرض التي تتوضع عليها سوف تقبع تحت مياه المحيط، لذلك نجد في أعماق الأرض قد تتجاوز 4000 متر تحت التربة رسوبيات بحرية ناتجة عن هذه الحقبة الزمنية القديمة.

نتيجة للحركات التكتونية ارتفع مستوى القارات في المراحل الأخيرة من العصور البريكمبرية، مما أدى إلى انحسار وتراجع مياه المحيط وأصبحت الصخور والرسوبيات البريكمبرية معرضة لعوامل التعرية وألحت التي أدت إلى تسويتها. بعد ذلك وخلال الزمن الأول:

- الزمن الأول الباليوزوي **(Paléozoïque)**

والذي يمثل المدة الزمنية ما بين 600 مليون سنة إلى 225 مليون سنة حيث عبرت المنطقة بعدة تغيرات، ففي بداية هذا الزمن حدث ارتفاع مستوى البحار وتجاوزها على اليابسة مما جعل المنطقة تقع تحت مياه البحار، وقد ترسبت خلال هذه الفترة كميات كبيرة من الصخور الكلسية والرملية الغنية بالمستحاثات، وفي نهاية الباليوزوي تعرضت الرسوبيات إلى حركة تكتونية مولدة للجبال تسمى بالحركة الهرسينية (Hercynien)، مما أدى إلى تراجع المياه وأصبحت المنطقة عبارة عن يابسة حيث هيمن المناخ شبه المداري مما تمكن من تطور الغطاء النباتي.

- الزمن الثاني الميزوزوي**(Mésozoïque)**

والتي تمتد من 225 مليون سنة إلى 65 مليون سنة، عرفت المنطقة بتغيرات جيولوجية هامة خلال المراحل الأولى من هذه العهدة الزمنية حيث ارتفع مستوى البحار من جديد وطغى على الكثير من مناطق العالم، وغمرت البحار منطقة سوف من جديد ونتيجة للتغيرات المناخية والحركات التكتونية بدأ انحسار البحار بالتدرج إلى أن انحسر نهائيا خلال منتصف العهد الثالث أي في بداية العهد السينوزوي.

- الزمن الثالث السينوزوي**(Cénozoïque)**

خلال هذه الفترة عرفت الأرض تصدعات وزلازل وحركات تكتونية ساهمت في رفع التضاريس مما أدى إلى تراجع البحار إلى مواقعها.

- الزمن الرابع **(Ere Quaternaire)**

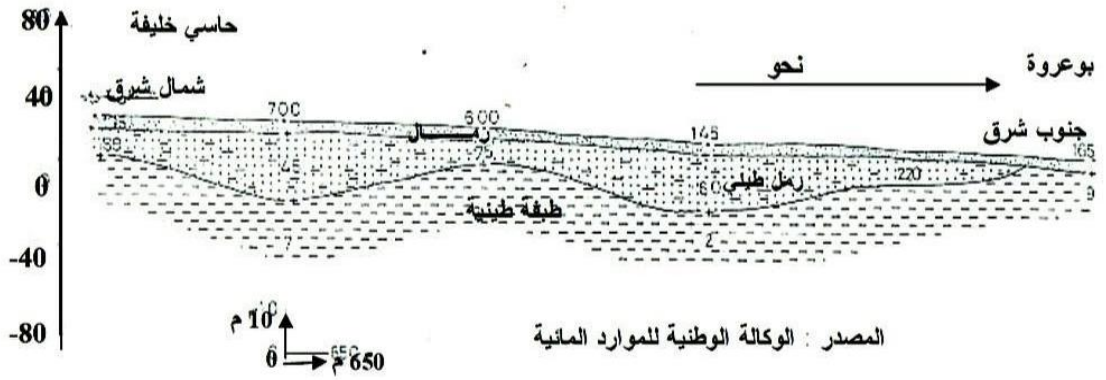
وهي أهم فترة مرت بها المنطقة خلال التاريخ الجيولوجي من 1.64 مليون سنة إلى يومنا هذا، إن الرسوبيات الرملية والصخرية التي تغطي المنطقة قد تكونت خلال هذه العهدة وعليه فإن المنطقة حاليا ماهي إلا إقليم مناخي جيومورفولوجية ونباتي تشكل في المراحل الأخيرة من العهد السينوزوي أي خلال الزمن الرابع.

وعلى الرغم من أن المنطقة عبارة عن منطقة صحراوية ذات غطاء نبات بسيط، إلا أنها تختلف سابقا على العصور ما قبل التاريخ حوالي 6000 سنة قبل الميلاد حيث كانت عبارة عن أرض رطبة تعرف كمية كبيرة من الهطولات وتفيض بالحياة الحيوانية والنباتية وذلك لاختلاف المناخ سابقا عن المناخ الحالي.

كما عرفت منطقة سوف في العصور الجليدية (مراحل حدثت ما قبل التاريخ أدت إلى توسع حجم القطبين المتجمدين تسمى بالعصور الجليدية) مناخا ممطرا رطبا شبيه بمناخ المناطق الأوروبية الحالي مما أدى الى تطور الغطاء النباتي، كما توجد العديد من الدلائل على تلك الفترة التي مرت بها المنطقة وهي وجود الكميات الهائلة من المياه الجوفية في خزانات كبيرة وضخمة تحت أرض المنطقة.

5-2- التكوينات الجيولوجية للمنطقة

تركيب وبنية الطبقات الجيولوجية للمنطقة تم التعرف عليها من خلال التنقيبات المائية الموجودة عبر كامل التراب في منطقة وادي سوف وقد تعود هذه التركيبات إلى الزمن الثاني (الوثيقة (17)) والمعطيات التالية توضح ذلك (Ben Hamida Benzeguir و 1993).



الوثيقة 17: مقطع جيو كهربائي في الطبقات السطحية لإقليم وادي سوف

5-2-1- تكوينات الزمن الرابع

من خلال الوثيقة (17) نلاحظ التشكيلات السطحية للزمن الرابع متكونة من الطين و الجبس والرمل.

- الطبقة الرملية: وهي التي تشكل السماط السطحي يتراوح حجمها بين0 و120م، وهي الطبقة التي يتأرجح فيها مستوى السماط السطحي.
- الصلصال: يوجد في شكل صفائح قاسية، يدخل في تكوينه صافات من بلورات حديدية متداخلة ومتماسكة بشدة، وذات سمك ضعيف جدا نجدها في منطقة وادي سوف ووادي ريغ.
- القشرة الجبسية: سمك هذه القشرة 60 سم تقريبا، مكونة من جبس رقيق ممزوج بالرمال.
- اللوس: تتكون من الجبس والرمل، في شكل بلورات متداخلة وصلبة، كما نجد تشكيلات متكونة من الكوارتز والرمل والحصى.

5-2-2- تكوينات الزمن الثالث

- الايوسان (L'ECOCENE): يتكون من الرمل والطين الكربوناتي في الجزء السفلي، وبالنسبة للجزء العلوي فيتكون من الطين البحيري وهي طبقة غير نفوذه يتراوح سمكها ما بين 150-200م.
- الميوبليوسان (MEOPLICENE): تتميز هذه الطبقة بتموضعها في بعض المناطق فوق الكريتاسي السفلي أو التيروينان، أو فوق السينومانيان، في بعض المناطق الأخرى نجده فوق طبقة المركب النهائي C.T، فهو مميز بالتقطع وأغلب التنقيبات المنجزة تبين أن هذه الطبقة تتكون من عدة مستويات مختلفة:

- مستوى طيني.
- مستوى الحجر الرملي.
- مستوى الطين الجبسي.
- المستوى الرملي.

ومن خلال التنقيبات والوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH) المستوى الأول والرابع يتطابقان مع السماط المائي الرملي للمركب C.T النهائي.

5-2-3- تكوينات الزمن الثاني

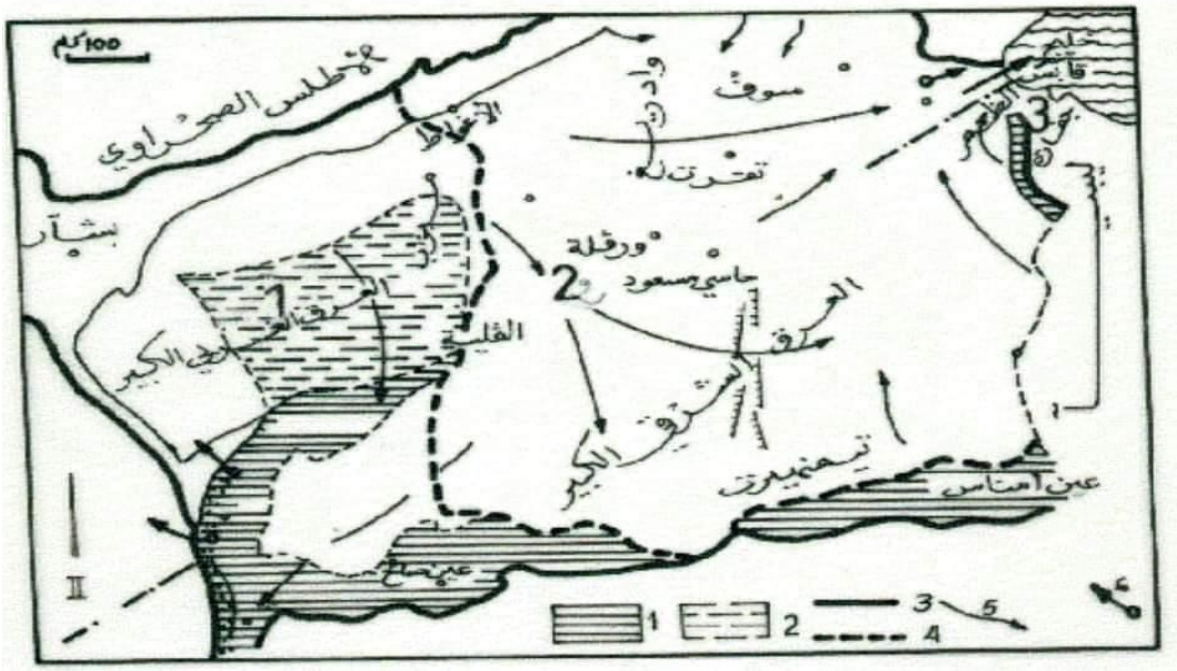
انطلاقا من أعمال التنقيب والحفر فإن تكوينات المنطقة تتمثل في تكوينات الكريتاسي السفلي وهي:

- الآلبيان (ALBIEN): يتكون من تعاقب طبقات المارن والحجر الرملي، وكذلك بعض الممرات من السيليس والطين، حده السفلي هو الابيتان APTIAN وحده العلوي تكوينات طينية كاريوناتية، يتراوح سمكها بين 100-150 م وتصل إلى 200م في بعض المناطق الأخرى.
- السينومانيان (SENOMANIEN): يصل سمكها إلى 140 م وتتكون من تعاقب دولوميتي مع مارن دولوميتي إضافة إلى الطين، وهي تكوينات غير نفوذة.
- السينونيان البحيري (SENONIEN LAGUNAIRE): يصل سمكها 150 م، وتتكون أساسا من الكلس الدولوميتي والطين.
- السينونيان الكلسي (SENONIEN CALCAIRE): سمكها هذه الطبقة يفوق ال 300 م، وتتكون من الدولوميت مع تداخل المارن الطيني مع جزء كبير من الكلس المشتق والدولوميت المتحول.

5-3- الإطار الهيدرولوجي للمنطقة

بحكم الدراسات التي قامت بها منطقة اليونسكو سنة 1972 فإن هيدرولوجية المنطقة معروفة بشكل جيد جدا، إضافة إلى التنقيبات العديدة المنجزة من قبل مديريات الري، أو الوكالة الوطنية للموارد المائية، أو مؤسسة حفر الآبار بتقرت سونا، أو مؤسسة سوناطراك ومختلف الشركات البترولية الوطنية والأجنبية، وعموما تقع منطقة الصحراء المنخفضة ضمن حوش رسوبي كبير جدا، وهو نفسه الحوض الذي يشكل حوض هيدروجيولوجيا شاسعا تصل مساحته إلى 780,000 كلم^2 ويتراوح سمك ثخانته بين 4000م و6000م، وحسب دراسة اليونسكو عام 1972 فهو جمع أكبر الثروات المائية الجوفية في العالم،

حيث نجد 700,000كلم² من مساحته في الجزائر و80.000 كلم² في تونس، وتتمثل مكاشف طبقات هذا الحوض عند سلسلة الأطلس الصحراوي شمالا، حيث تفوق هذه الحدود بكثير من التصدعات، بينما نجد من جهة الغرب الخط الهاجري و واد الساورة رقان ومن الجنوب نجد هضاب تهن هيرت و تادميت الممتدة باتجاه شرق غرب، بينما في الشمال الشرقي للحوض نجد منطقة قابس والتضاريس الطباشيرية في منطقة الظهر التونسية ومن جهة الشرق نجد الحدود السياسية الليبية كما توضحه الوثيقة (18)(الوكالة الوطنية للموارد المائية ANRH).



الوثيقة 18: خريطة حدود الطبقات المائية داخل الحوض الهيدرولوجي في الصحراء الشمالية

حيث أن:

1. تكشفات التشكيلات الهيد وجيولوجية النفوذ في القاري المحشور.
2. تكشفات القاري المحشور المتواجدة تحت رمال العرق الغربي الكبير.
3. حدود الحوض الهيد وجيولوجي.
4. خطوط تقسيم المياه الجوفية.
5. المحاور الرئيسية لصرف المياه الجوفية.
6. المصبات الرئيسة.

1الحوض الجزئي الغربي 2الحوض الجزئي الشرقي 3الحوض الجزئي الجفارة.

6– التربة

تربة وادي سوف عموما تربة رملية وحصواتها كبيرة ومساماتها شاسعة مما يجعلها نفوذة للماء، كما يوجد القليل من المسطحات الكلسية وتعتبر أيضا التربة في ولاية الوادي من أهم الترب اقتصاديا وذلك لوجود المساحات الواسعة للزراعة، ومساحات أخرى طينية صالحة لصناعة الأجر ومساحات كلسية صالحة لصناعة الجبس والعديد من الميزات الأخرى.

❖ مميزات تربة منطقة وادي سوف

تتميز التربة في منطقة وادي سوف بوجود ثلاثة أنواع من التربة وهي:

- العرق

العرق أو التربة الرملية وهي كثبان رملية ناجمة عن عملية ألحت والتجوية، كما أنها تغطي العديد من مناطق وادي سوف وخاصة الجزء الجنوبي، والتي تعتبر امتداد العرق الشرقي الكبير (Daviault، 1947).

- القشرة الجبسية

تعتبر هذه القشرة هي ميزة ترب سوف، وهي منتشرة بجزء كبير في المناطق الشمالية لوادي سوف، تتواجد هذه القشرة على عمق يتراوح بين 1.5-2م وهي عبارة على تشكيلات جبسية صلبة غنية بالكلس (جبار، 2015).

- التربة المالحة

التربة المالحة هي التربة التي تحتوي على تركيزات مرتفعة من الأملاح الذائبة الزائدة وذلك بسبب التعرض للتبخر لفترات طويلة للصخرة الأم، تتواجد هذه التربة في أقصى شمال المناطق المنخفضة المحاذية لشط ملغيغ ومروان (Halitim، 1988).

7-الموارد المائية

المياه هي جوهرة الحياة على كوكب الأرض لكونها مصدرا طبيعيا أساسيا بالغ الأهمية (Drouiche وآخرون، 2013). ومن خلال المصادر الهيدرولوجية تبين لنا وجود ثلاث أنواع من الأسمطة طبقة مائية سطحية من النوع الحر وطبقتين مائيتين وهي طبقة جبسية أو محصورة وهي:

- السماط السطحي (NP): تتواجد هذه الطبقة في الجزء العلوي للتكوينات القارية المتواجدة بنهاية الزمن الرابع، يصل أعماقها ما بين 10-40م، وهي مصدر أساسي للسقي منذ بداية الزراعة (عبداوي، 2006).

- السماط المتوسط (CT): طبقة غير متجانسة تسمى بسماط المركب النهائي يصل تدفق الآبار من هذا السماط إلى 35 ل/ثا للبئر، وهي أكثر طبقة استغلالا سواء كانت للشرب أو للسقي ويتراوح عمقها ما بين 400-600 م (Khezzani وآخرون، 2018).
- السماط العميق (CL): وهي نفسها السماط القاري المتداخل، يتراوح عمقها بين 1400-1800م وهي مصدر مياه الطبقة الارتوازية لحوض الصحراء الشمالية، ويصل تدفقه إلى 250 ل/ثا، معروفة هذه الطبقة أن مياهها شديدة الحرارة تتراوح بين 40-60° مما يجب توفير أدوات التبريد قبل توجيهها للسقي أو الشرب (Khezzani وآخرون، 2018).

الفصل الثالث: طرق حفظ وتنمية الموارد المائية في منطقة وادي سوف

أولا: الموارد المائية

1-تعاريف خاصة بالموارد المائية و أنواعها

1-1-الموارد المائية المتجددة وغير المتجددة

الموارد المائية المتجددة يقصد بها تلك الموارد التي لا ينجم عن استثمارها لفترات طويلة أي هبوط في منسوب المياه الجوفية، أما الموارد المائية غير المتجددة (الأحفورية) فهي التي ينجم عن استثمارها لمعدلات طويلة هبوط في منسوب المياه الجوفية (الحبيتري، 2017).

❖ في مقابل ذلك نجد تصنيف آخر يعتمد عليه العاملين في مجال المياه:

2-1-المياه السطحية

وتشمل موارد الآبار الدائمة الجريان وموارد الوديان الموسمية الجريان.

3-1- المياه الجوفية

وتشمل موارد مائية جوفية متجددة وموارد مائية جوفية غير متجددة حيث نجد في كثير من مناطق العالم أن تموين السكان يعتمد في جزء كبير منه على المياه الجوفية (بوغدة، 2015).

2- الموارد المائية في العالم

تقدر كمية المياه على كوكب الأرض بـ 1360 مليون كيلومتر مكعب، منها 97 % في البحار والمحيطات، أما المياه العذبة العالمية فتقدر بـ 37 مليون كيلومتر مكعب، إلا أن حوالي 77% من هذه المياه العذبة متجمدة على شكل ثلج وجليد في القطبين، و23% عبارة عن مياه جوفية ورطوبة التربة ومياه في البحيرات والمستنقعات والأنهار والهواء (الأشرم، 2001؛ Kettab، 2002). ووفقا لتقديرات حديثة من قبل اليونيسكو فإن نسبة المياه العذبة التي يمكن استغلالها فنيا واقتصاديا لا تتجاوز 0.3% من إجمالي الموارد المائية (بالغالي، 2009).

3- الموارد المائية في الجزائر

يقدر الحجم الإجمالي للموارد الحقيقية بالنسبة لموارد المياه في الجزائر بـ 19.2 مليار متر مكعب/السنة، ومنها 13 مليار متر مكعب في الجهة الشمالية و5.2 مليار متر مكعب في الجهة الصحراوية، وتتوزع هذه الموارد بين المياه الجوفية والمياه السطحية (ساسي وغريب، 2013).

3-1- الموارد المائية السطحية

تضم 17 حوضا مائيا تقع ضمن ثلاث مجموعات، الأولى تشكل الأحواض التابعة للبحر الأبيض المتوسط، والثانية أحواض السهول العليا، بينما تمثل الثالثة الأحواض الصحراوية، وتضم هذه الأحواض الثلاثة 12.7 مليار متر مكعب.

3-2- الموارد المائية الجوفية

ونجدها في خزانات شمال الجزائر المتجددة وأحواض المناطق الصحراوية ضعيفة التغذية، وتضم هذه الأحواض 9.3 مليار متر مكعب (الحبيتري، 2017).

تصنف الجزائر في المرتبة الثلاثون من حيث موارد المياه، وتصنف في المرتبة الاثنان والأربعون من حيث استهلاك الفرد للمياه إذ لا يصل الفرد الجزائري سوى 383 متر مكعب في السنة وهي بذلك حصة دون المستوى في زمن الأزمات الذي يقدر ب 1000 متر مكعب في السنة (بن قرينة وآخرون، 2007).

تتوفر منطقة الصحراء على موارد مائية جوفية هامة تشكلت عبر آلاف السنين غير أنها توجد على أعماق كبيرة من سطح الأرض حيث يصل عمقها إلى نحو 2000 متر، ما عدا في منطقة أدرار التي توجد بها المياه الجوفية على عمق يتراوح ما بين 200 و300 متر. إن الجزائر لا تستغل اليوم من هذه الثروة المائية الهامة سوى حوالي 1.7 مليار متر مكعب سنويا لتلبية احتياجات سكان الجنوب من مياه الري والشرب، وبالتالي لا يزال أمامها احتياطي قدره 3.3 مليار متر مكعب من المياه القابلة للاستغلال ويمكن توظيفها في تنمية الزراعة الصحراوية واستصلاح أراضي جديدة (مغربي، 2016).

الجدول 15: حوصلة الموارد المائية في الجزائر (**Loucif**، 2003).

الموارد المائية (مليار متر مكعب)				
المنطقة	سطحية	جوفية	المجموع	النسبة%
الشمال	12	1.9	13.9	82
الجنوب	1.5	1.4	2.9	18
المجموع	13.5	3.3	16.8	100
النسبة%	80	20	100	100

4- الموارد المائية في منطقة وادي سوف

4-1- طبيعة الموارد المائية

إن الظروف المناخية السائدة في منطقة سوف لا تسمح بوجود أي نوع من مصادر المياه السطحية، ومع ذلك فإن الوضع مختلف تماما في الأسفل لأن جميع الدراسات الجيولوجية الحديثة والقديمة تؤكد أن المنطقة تقع فوق خزانات كبيرة من المياه الأحفورية، ضمن تركيبات جيولوجية عديدة والتي نذكرها فيما يلي:

4-2- الامتداد

4-2-1- الامتداد الأفقي للطبقات المائية

تقع منطقة وادي سوف بالكامل والمقدرة مساحتها بـ 11718.4 كم^2 فوق الطبقات المائية الثلاثة، والتي تعتبر المورد المائي الوحيد المتاح لجميع أنواع الاستخدامات (Darouiche وآخرون، 2013؛ Chebbah و 2014، Allia).

4-2-2- الامتداد العمودي للطبقات المائية

من وجهة نظر هيدروجيولوجية فإنها توجد ضمن ثلاث طبقات رئيسية، والتي تختلف في العمق والخصائص الفيزيائية والكيميائية (Messekher و Minani ، 2010؛ Meziani وآخرون، 2011).

4-2-2-1- الطبقة المائية السطحية (la nappe phréatique)

وهي عبارة عن طبقة من المياه الجوفية الحرة محتواة في رمال ناعمة (Bouselsal وKhiricia، 2014)، يقع هذا الخزان الجوفي على طبقة سفلية طينية غير نفوذه بسمك لا يتجاوز 100 م وبعمق يتراوح بين 10 و40 متر (Saibi وآخرون، 2016)، وهي أول طبقة تمّ استغلالها في منطقة وادي سوف، وحسب خزاني (2018)، فقد بلغ عدد الآبار التقليدية المستغلة من هذه الطبقة أكثر من 35000 وحدة في عام 2015. (انظر الجدول 15)

4-2-2-2- الطبقة المائية المتوسطة (CT)

هي ثاني طبقة مائية في المنطقة، يتراوح عمقها بين 400 و600 م وسمكها حوالي 400 م (Saibi وآخرون، 2009)، تعود بداية استغلال مياه هذه الطبقة إلى سنة 1956، حيث تمّ إنجاز أول بئر عميقة بعمق 250 متر، وتمّ حفر حوالي 177 بئر عميقة حيث 149 للري و28 للأغراض الحضرية والشرب (خزاني، 2018) (انظر الجدول 16).

4-2-2-3- الطبقة المائية العميقة (CI)

يتراوح عمقها بين 1800 و2200 م أما سمكها بين 200 و400 م (Guendouze وآخرون، 2006)، وتتميز مياهها بدرجة حرارة جد عالية تتجاوز غالبا 60° م، حيث كان بداية استغلال هذه الطبقة في سنة 1986 (Khadraoui، 1998). وإلى غاية 2013 تمّ إحصاء 4 آبار عميقة من مستوى هذه الطبقة (انظر الجدول 16).

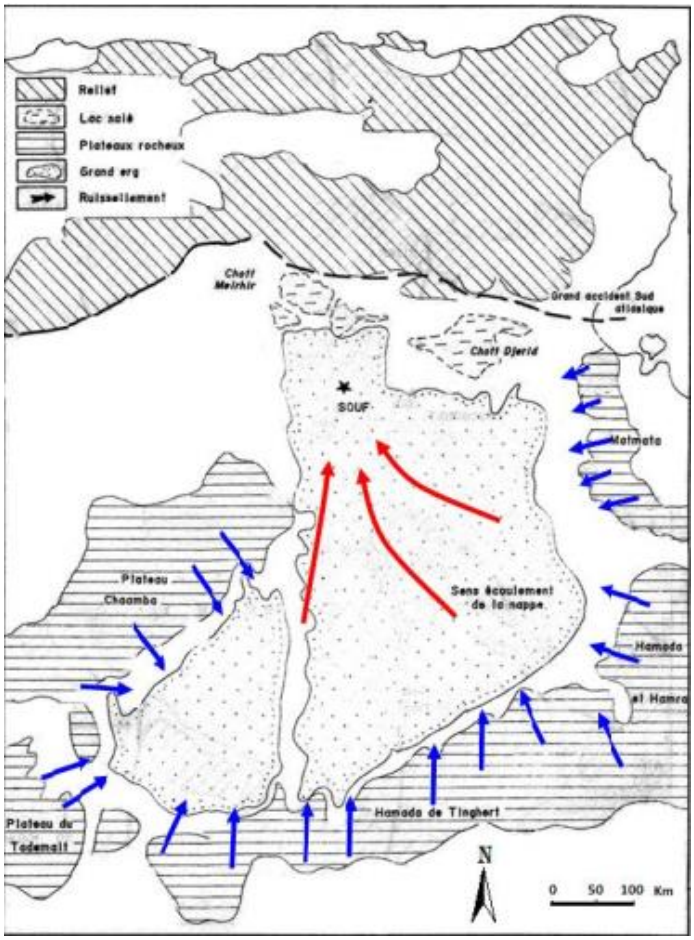
الجدول 16: جرد الآبار المائية واستعمالاتها لمنطقة وادي سوف لسنة 2013 (خزاني، 2018).

	الطبقة السطحية **NP**	المركب النهائي **CT**	القاري المتداخل **CI**	المجموع
السقي	28199	28	0	**28227**
الشرب	211	149	4	**364**
المجموع	**28410**	**177**	**4**	**28591**

5- تغذية الطبقة المائية السطحية

5-1- تغذية طبيعية

تقع منطقة واد سوف ضمن النطاق الصحراوي حيث يكون الشتاء معتدل ، و الذي يتميز بارتفاع درجة الحرارة و قلة الأمطار والتي لا تتجاوز 80 ملم، و سرعان ما تتبخر و لا يمكنها بذلك تغذية الطبقة المائية السطحية.(Khechana، 2014). لذلك فإن مصدر مياه هذه الطبقة هي المناطق المحيطة بالعرق الشرقي الكبير، و نظرا للطبيعة الصخرية لهذا الأخير، فإنه يسهل جريان و انسياب المياه لتغوص بذلك في رمال العرق بعيدا عن كل عوامل التبخر لتكمل مسيرتها باتجاه الشمال مغذية الطبقة السطحية لمنطقة وادي سوف (Cote، 2006).



الوثيقة 19: خريطة مناطق التغذية الطبيعية للطبقة المائية السطحية لمنطقة وادي سوف.

2-5- تغذية غير طبيعية

هي كميات المياه المتسربة إلى مستوى الطبقات الجوفية بطريقة غير مقصودة، وتتم عبر عدة طرق هي كالآتي:

1-2-5- مياه الصرف

يمكن لمياه الصرف الصحي أن تساهم في تغذية الطبقة المائية السطحية من مناطق عديدة وهي:

- تسربات شبكة الصرف الصحي الفرعية والرئيسية.
- آبار الصرف الفردي والتي حسب Meziani وآخرون، (2012)، قدّر عددها بـ 100000 وحدة ومازالت تزود الطبقة السطحية بكميات هائلة من المياه الملوثة.

2-2-5- تسربات المياه من قنوات الآبار العميقة التالفة

تتعرض الآبار العميقة للتلف نتيجة قدمها وسوء إنجازها والطبيعة الكيميائية للمياه، مما أدى إلى تآكل القنوات وتسرب مياهها إلى الطبقة السطحية و هذا يؤدي لتغذيتها بشكل دائم ومستمر.

3-2-5- مياه السقي

إن المسامية العالية للتربة باعتبارها تربة رملية، تساهم في بعض الحالات في عودة جزء من مياه السقي الى الطبقة السطحية، كما أن الري المكثف يساهم في وصول كميات معتبرة من المياه إلى مستوى هذه الطبقة. وتقدر نسبة المياه التي تعود إلى الطبقة السطحية بـ 15% من مياه السقي (Cote، 2006).

5-2-4- التسربات من شبكات توزيع المياه

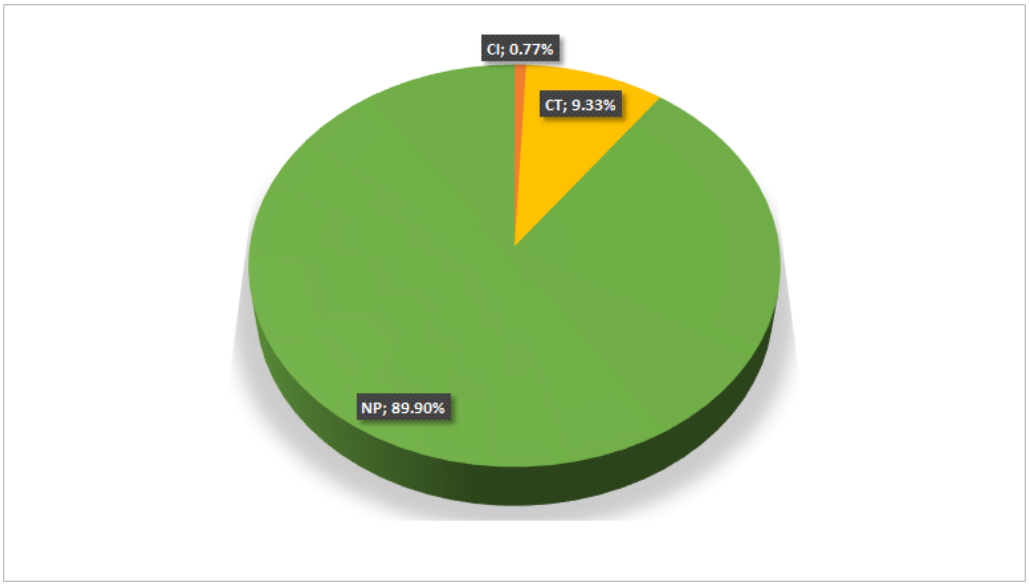
إن قدم قنوات توزيع المياه و عدم صيانتها الدائمة يؤدي بكل تأكيد الى تآكل هذه الأخيرة فتساهم بذلك في تغذية الطبقة السطحية.

ثانيا: استغلال وتسيير الموارد المائية في منطقة وادي سوف

1-استغلال الموارد المائية في منطقة وادي سوف

1-1-استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية

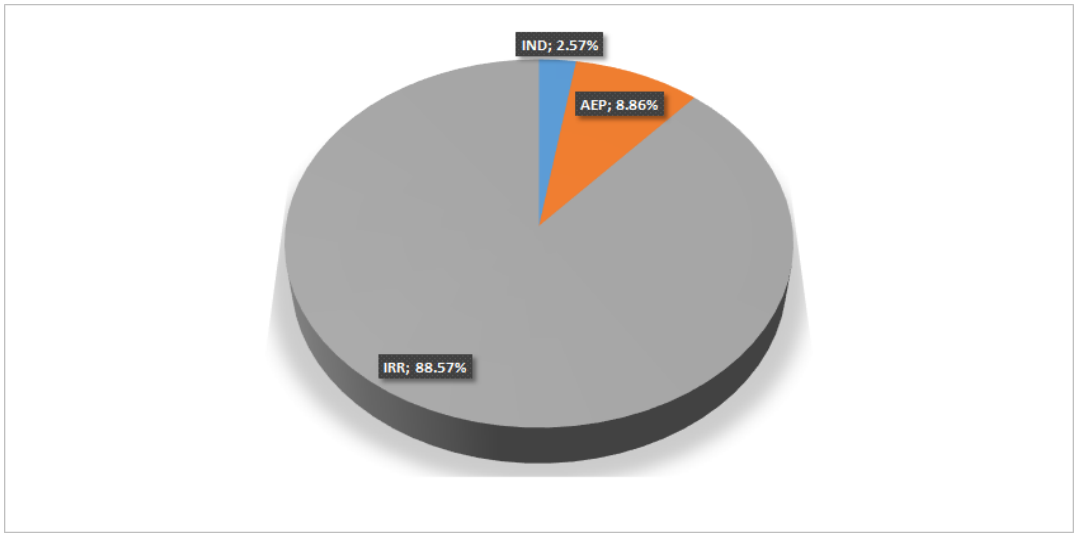
إن كل المياه المستغلة في المنطقة مصدرها إحدى الطبقات الجوفية الثلاث، حيث أكبر نسبة سحب كانت من الطبقة السطحية (NP) وقدّرت بـ 89.90%، تليها الطبقة المتوسطة (CT) بنسبة 9.33%، وأخيرا الطبقة المائية العميقة (CI) بنسبة 0.77%.



الوثيقة 20: نسبة استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية لسنة 2013 (خزاني، 2018).

1-2- استغلال الموارد المائية حسب القطاع

تستغل القطاعات الثلاث (الزراعة، الصناعة، الشرب) المياه الجوفية بنسب متفاوتة، حيث يبلغ أقصاه في القطاع الزراعي (IRR) بنسبة 88.57%، يليه التموين بمياه الشرب (AEP) بنسبة 8.86%، وأخيرا القطاع الصناعي (IND) بنسبة 2.57%.

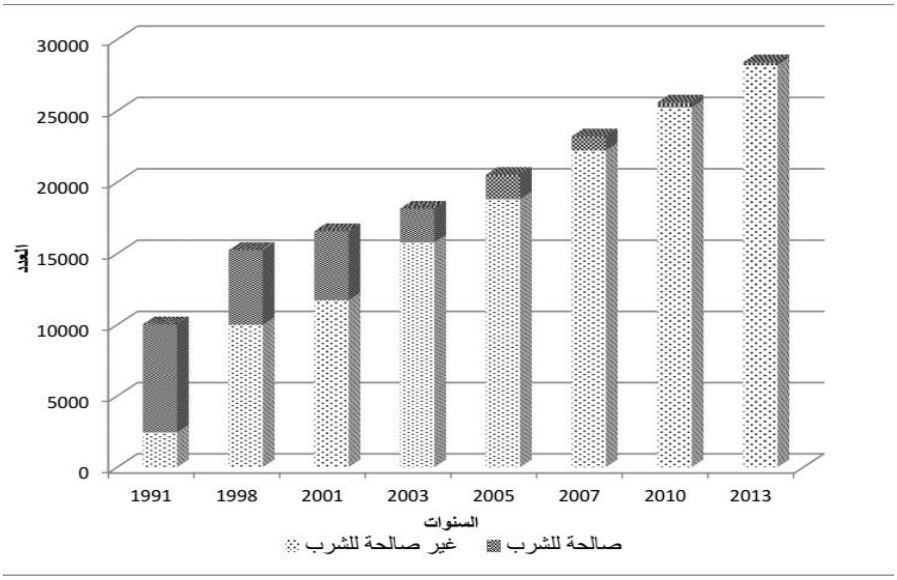


الوثيقة 21: نسبة استغلال الموارد المائية حسب القطاع لسنة 2013 (خزاني، 2018).

2- طرق استغلال وتسيير الموارد المائية في قطاع الشرب

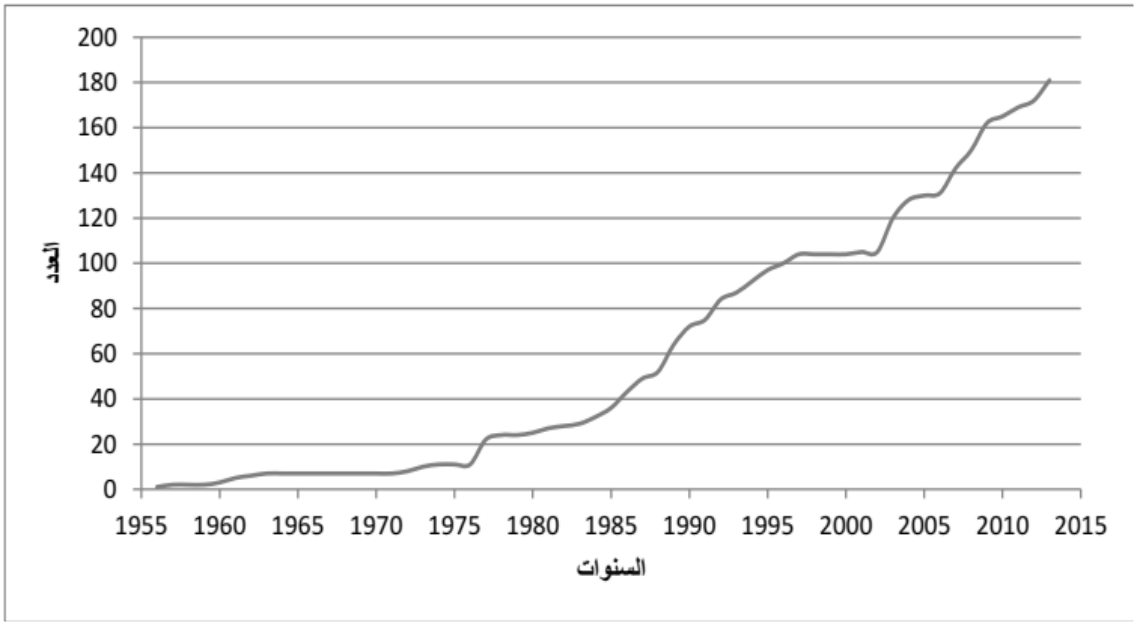
2-1- عملية الاستخراج

- في السنوات الماضية وتحديدا قبل سنة 1956 استعمل سكان المنطقة مياه الطبقة السطحية و التي كانوا يستخرجونها من الآبار التقليدية ، ثمّ بدأ عدد هذه الآبار في التراجع نتيجة الربط بشبكة مياه الشرب من جهة، والتلوث من جهة أخرى، وبقي مجال انتشارها مرتكزا في المناطق النائية البعيدة عن التجمعات الحضرية والفلاحية.



الوثيقة 22: تطور عدد الآبار التقليدية للفترة 1991-2013 (خزاني، 2018).

- أما استخراج المياه من الطبقات العميقة كان في سنة 1956 حيث تمّ إنجاز أول بئر من مستوى الطبقة المتوسطة (CT) بعمق 250 متر وبتدفق 30 ل/ثا (Nesson،1978). وفي سنة 1987 أنجزت البئر الأولى من الطبقة العميقة (CI) بتدفق يفوق 200ل/ثا (Cote، 2006). وتماشيا مع النمو السكاني المعتبر الذي شهدته المنطقة في الخمسين سنة الأخيرة، تبين أن هناك تطور ملحوظ في وتيرة إنجاز الآبار العميقة خاصة بعد سنة 1975، حيث تمّ إحصاء 153 بئر عميقة، 149 من مستوى الطبقة المتوسطة (CT)، و4 من مستوى الطبقة العميقة (CI) وذلك إلى غاية 2013.



الوثيقة 23: تطور عدد الآبار العميقة للفترة 1956-2013 (خزاني، 2018).

2-2- عملية التخزين الأولي

يتم تخزين مياه الآبار العميقة في خزانات عملاقة تتراوح سعة الواحد منها ما بين 400 و1500 متر مكعب، وذلك من أجل زيادة قوة التدفق لتسهيل عملية التوزيع للنقاط التي تقع في آخر شبكة التوزيع، واستمراره كذلك في حالة انقطاع التيار الكهربائي. وفي سنة 2015 بلغ عدد الخزانات 79 خزان بسعة اجمالية تقدر بـ 59450 متر مكعب.

2-3- عملية التوزيع

يتم ربط المساكن بالخزان الرئيسي عن طريق شبكة من الأنابيب المختلفة الأقطار والأحجام، حيث بلغ عدد المساكن الموصولة 93543 وحدة أي ما يعادل نسبة 97.68 %، وذلك إلى غاية 2013.

2-4- عملية التخزين الثانوي

يلجأ السكان إلى طرق عديدة للتخزين وذلك لعدم التموين الدائم بمياه الشرب، حيث تقدر فترة التموين بـ أربع ساعات في اليوم، ويقوم السكان بملأ خزانات معدنية أو بلاستيكية يتراوح حجمها بين 500 و1000 لتر توضع غالبا فوق سطوح المنازل، وذلك باستعمال مضخات كهربائية في حال كان التدفق ضعيفا.

2-5- الاستعمال

كانت حصة العائلة المكونة من 5 أفراد لا تتجاوز 80 لتر في اليوم، وفي سنة 1956 وبعد إنشاء أول بئر من الطبقات العميقة ارتفعت الحصة لتبلغ حوالي 700 لتر للفرد يوميا (Cote، 1998).

إن المياه في منطقة وادي سوف غير صالحة للشرب نتيجة تغير خصائصها العامة و طعمها مما جعل السكان يلجئون إلى جلب مياه صالحة للشرب من الولايات المجاورة، و نتيجة زيادة الطلب على مياه الشرب تطور الأمر بعد ليتحول إلى الطابع التجاري، كما قام بعض الخواص بإنشاء وحدات لتحلية المياه والتي أصبحت اليوم منتشرة في معظم مناطق وادي سوف، حيث تغطي الاحتياجات اليومية لسكان المنطقة.

2-6- عملية صرف المياه المستعملة

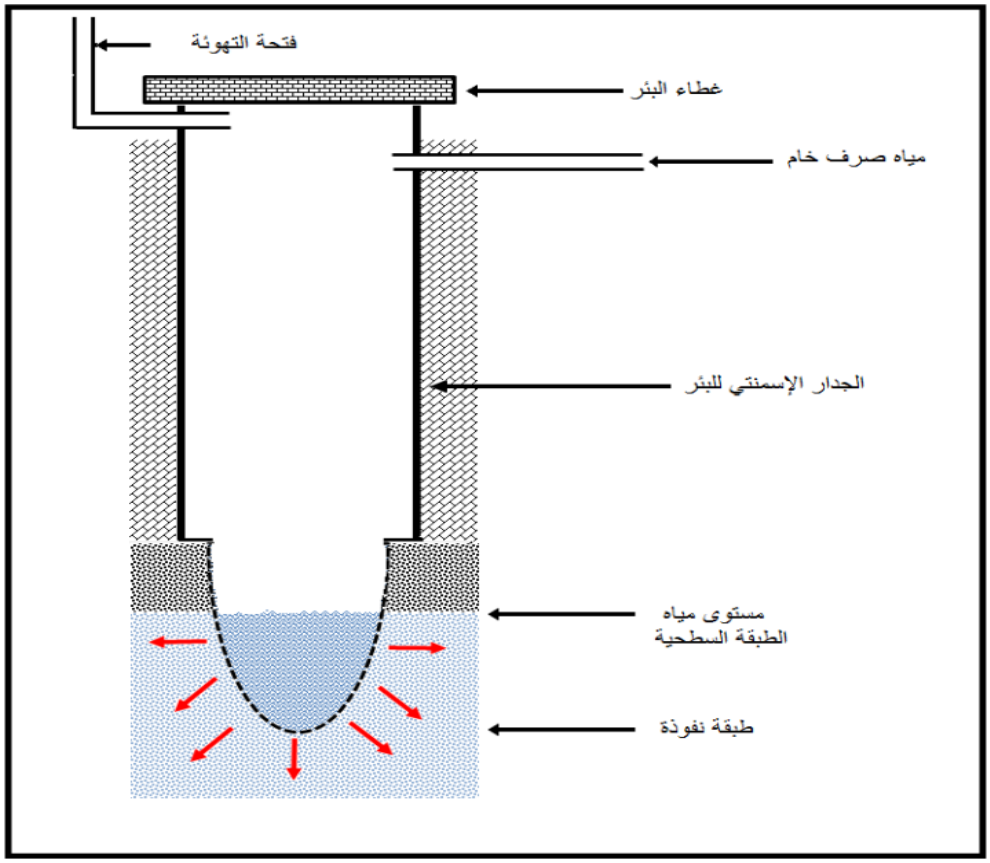
تعددت أساليب صرف المياه بين القديم والحديث، ويمكن أن نوجزها في الطرق التالية:

2-6-1- الصرف فوق الطبقة السطحية مباشرة

وتتمثل في صرف المياه مباشرة فوق سطح الأرض بعد عملية الاستعمال، و لا تزال هذه الطريقة مستعملة اليوم في المناطق النائية البعيدة عن التجمعات الحضرية.

2-6-2- الصرف من خلال الآبار السطحية

يتم صرف المياه المستعملة المنزلية في آبار تحفر خصيصا لهذا الغرض ويتراوح عمقها بين 2 و15 متر وتصب مباشرة في مستوى الطبقة السطحية (الوثيقة 24).



الوثيقة 24: رسم تخطيطي لبئر مخصص للصرف الفردي (خزاني، 2018).

وأدى تماس مياه الصرف الخام مع المياه الجوفية إلى تدهور نوعية هذه الأخيرة، أما حاليا فقد بدأ عدد هذه الآبار يتناقص بعد دخول مشروع الصرف حيّز الخدمة، وربط العديد من المساكن بشبكة التطهير.

2-6-3- صرف المياه المستعملة من خلال الشبكات

عانت منطقة وادي سوف في السنوات الماضية مشاكل مائية وبيئية متعددة، ممّا أدى إلى استفادتها من مشروع ضخم للتطهير دخل حيز الخدمة ابتداءا من سنة 2009، حيث استفادت المنطقة من أربع محطات للتصفية و 43 محطة للضخ.

3-طرق استغلال وتسيير الموارد المائية في قطاع الزراعة

تستهلك الزراعة القسط الأكبر من الموارد الجوفية، ويتم حاليا التزود بمياه السقي من الآبار العميقة.

3-1- عملية الاستخراج

تتم عملية استخراج المياه الموجهة للسقي من الآبار العميقة بواسطة مضخات غاطسة كبيرة تعمل بالطاقة الكهربائية، وبلغ عدد الآبار العميقة المستغلة للسقي في منطقة وادي سوف 28 بئرا، أي ما يعادل 15.46% تتوزع على أربع بلديات (أنظر الجدول 17).

الجدول 17: توزيع الآبار العميقة الخاصة بالسقي عبر بلديات منطقة وادي سوف لسنة 2013 (خزاني، 2018).

البلدية	الوادي	الرقيبة	قمار	حاسي خليفة	المجموع
العدد	10	9	4	5	25

3-2- عملية التخزين

في الغالب لا يتم تخزين المياه المستخرجة من الآبار العميقة بل توزع مباشرة في شبكة من السواقي أو الأنابيب.

3-3- عملية التوزيع والاستعمال

تتم عملية التوزيع مباشرة بعد عملية استخراج المياه من الآبار العميقة، وتكون بإحدى الطرق الثلاث:

- التوزيع عن طريق السواقي

إن استخدامها أصبح محدود جدا، نظرا لطلبها لليد العاملة، إضافة لإهدار الكثير من الماء أثناء القيام بالسقي.

- التوزيع عن طريق الرش المحوري

هو إعطاء الأرض المياه على صورة رذاذ أو مطر يتناسب حجمه مع نوع التربة، يتكون النظام المحوري من خط أنابيب يحتوي على رشاشات ومثبت من أحد طرفيه، النظام المحوري أثناء الرش يروي مساحة على شكل دائرة (عبد القادر، 2018).

- التوزيع عن طريق الري بالتقطير

تضاف مياه الري على شكل قطرات مائية أسفل النباتات مباشرة، وتحت ضغط منخفض من خلال شبكة ري خاصة تنتهي بنقاطات لخروج المياه منها (جمال، 2001).

4-3- مرحلة الصرف

إن طبيعة التربة وارتفاع نسبة التبخر من أهم العوامل التي تؤدي إلى غياب منظومة الصرف الزراعي بشكل كلي.

4- مشاكل الموارد المائية في منطقة وادي سوف

4-1- المشاكل الناتجة عن طبيعة الموارد المائية

4-1-1 محدودية الموارد المائية

إن الموارد المائية في منطقة وادي سوف محدودة غير متجددة أو بالأحرى بطيئة التجدد، وهذا نتيجة للظروف المناخية المتمثلة في قلة التساقطات وارتفاع درجة الحرارة، ممّا يلزم إعادة النظر في الأساليب المستخدمة في استثمار وتسيير المياه الجوفية المخزونة.

4-1-2- الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه

من خلال معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء يمكن تحديد مجال استعمالها كالسقي، الشرب أو الصناعة (Chebbah و Allia، 2014).

4-2- المشاكل الناتجة عن طرق الاستغلال البشري للموارد المائية

إن سوء استغلال وتسيير الموارد المائية في المنطقة أدى إلى ظهور عدة مشاكل نذكر منها ما يلي:

4-2-1-غياب محطات المراقبة لمياه الشرب

يتم توزيع مياه الشرب مباشرة بعد استخراجها من الآبار العميقة، وفي بعض الأحيان تضخ مباشرة في شبكة التوزيع دون ضخها في الخزانات، ممّا يؤكد عدم مراقبتها أو معالجتها، ما عدا عملية التجفيل التي تكون في بعض الأحيان.

4-2-2- التبذير في الاستخدام

بلغت حصة الفرد السنوية من المياه في منطقة وادي سوف 3793 متر مكعب وتضم هذه القيمة كمية المياه الموجهة للقطاع الزراعي، وتعتبر هذه القيمة مرتفعة جدا مقارنة مع معايير البنك العالمي والتي تقدر بـ 1000 متر مكعب (Touati، 2010). ويمكن ملاحظة التبذير من خلال عدة مظاهر أهمها: سقي النخيل من المياه الموجهة للشرب، أسلوب الري المستعمل، التسربات من شبكة التوزيع وغيرها من الظواهر.

4-2-3- تلوث مياه الطبقة السطحية

بسبب نشاطات الإنسان المختلفة تعرضت المياه السطحية في منطقة وادي سوف للتلوث، هذا التلوث ظهر بنوعيه حيث الكيميائي المتمثل في النترات، والبيولوجي المتمثل في البكتيريا والفيروسات والطفيليات، وفي بعض الحالات يصل التلوث حتى للمياه الجوفية.

4-2-4- عدم ثبات مستوى مياه الطبقة السطحية

إن أهم مشكل يعاني منه قطاع المياه في المنطقة هو اضطرابات مستوى الطبقة السطحية، حيث تراوحت بين الصعود تارة والنزول تارة أخرى، ممّا يؤثر على استقرار وتواجد السكان من جهة، والقضاء على القطاع الزراعي التقليدي (الغيطان) من جهة أخرى.

4-2-5- صرف المياه المعالجة باتجاه منطقة الشطوط

تصرف المياه التي تخرج من محطات التصفية كليا في منطقة الشطوط بالشمال، حيث بلغ حجم المياه المصروفة لسنة 2014 حوالي 16 مليون متر مكعب، 52 % منها مياه صرف معالجة أما 48% فهي عبارة عن مياه آبار الصرف العمودي لبلدية الوادي، والتي لا تدخل أصلا إلى محطات التصفية، حيث تعادل هذه الكمية كمية المياه المستخرجة من مستوى طبقة CI.

5-الحلول المقترحة من أجل حفظ وتنمية الموارد المائية في منطقة وادي سوف

إن تحقيق مفهوم التنمية المستدامة والمحافظة على الموارد الطبيعية، مع تلبية حاجيات الأجيال الحاضرة دون المساس والإضرار بنصيب الأجيال القادمة، سيؤدي حتما إلى حفظ وتنمية الموارد المائية للمنطقة، ولتحقيق ذلك لابد من القيام ببعض الحلول التي نشير لها فيما يلي:

5-1- بدائل لـ حفظ وتنمية الموارد المائية

5-1-1- استراتيجيات الحد من الطلب على المياه

الاستخدام الرشيد للمياه في قطاع الزراعة والشرب والصناعة يقلل من الطلب على المياه، والذي يتم تحقيقه من خلال عدة أساليب نذكر منها:

5-1-1-1- اختيار النباتات التي تتحمل الجفاف والملوحة

ساهم التغير في منطقة وادي سوف من الزراعة المعيشية إلى الزراعة التسويقية في استنزاف الموارد المائية المتاحة، وبغية الحفاظ على المكاسب المحققة، وجب التفكير سريعا في اختيار سلالات وأصناف نباتية جديدة تتحمل الجفاف والري بالمياه المالحة، عن طريق التربية التقليدية أو الهندسة الوراثية (Fita وآخرون، 2015). مما يقلل من الضغط على الموارد المائية.

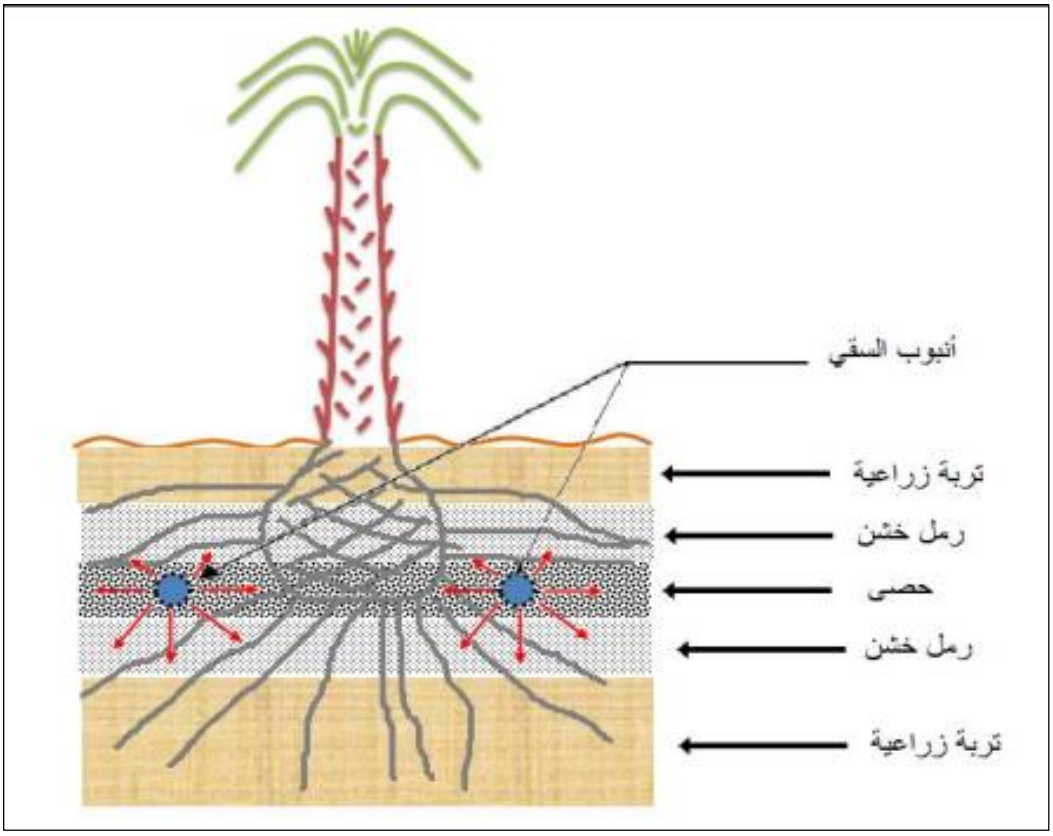
5-1-1-2- استخدام طرق الري الحديثة

على الرغم من أن طرق الري بالتنقيط السطحي والري بالرش المحوري تعتبر من أكثر الطرق فعالية لاقتصاد المياه، حيث أن طريقة الري بالتقطير يمكن أن تقتصد في مياه الري إلى نسبة 60 % (Kettab،2002)، إلا أن الظروف القاسية السائدة في المنطقة تؤدي إلى فقدان جزء كبير من المياه عن طريق التبخر وكذلك التسرب الأفقي والعمودي، مما ينتج عنه عدم استفادة النبات بشكل كلي من مياه السقي، لذلك وجب اعتماد

طريقة أخرى للري تتأقلم مع الظروف السائدة في المنطقة، وتتمثل هذه الطريقة في الري تحت الأرض (الري الجوفي).

وحسب خزاني (2018)، فإن هذه الطريقة تعتمد على مبدأ التلامس بين المياه والسطح الخارجي الحر للتربة، و لتحقيق هذا الهدف تفرش طبقة من الرمل الخشن أسفل النبات، ثم توضع فوقها طبقة من الحصى الرقيق تليها طبقة من الحصى الخشن، على مستوى هذه الأخيرة يمرر أنبوب السقي المثقوب في العديد من المواضع بشكل دائري، بعد ذلك نضع طبقة من الحصى الرقيق ثم الرمل الخشن و تدفن كل الطبقات تحت التربة الزراعية (أنظر الوثيقة 25)، أما السمك الكلي لهذه التركيبة يتحكم فيه نوع النبات و عمره، و تحاكي هذه الطريقة طريقة السقي التقليدية الطبيعية الموجودة عند أشجار النخيل في نظام

الغوط ، لذلك فإنها لو اعتمدت سوف يكون نجاحها أكيد، بالإضافة إلى ذلك هناك العديد من المزايا الأخرى مثل انخفاض نمو الحشائش (Solomon، 1993) و انخفاض معدل تعفن الجذور و أمراض التربة الأخرى.



الوثيقة 25: نظام الري الجوفي المقترح الخاص بالنخيل والأشجار عموما (خزاني، 2018).

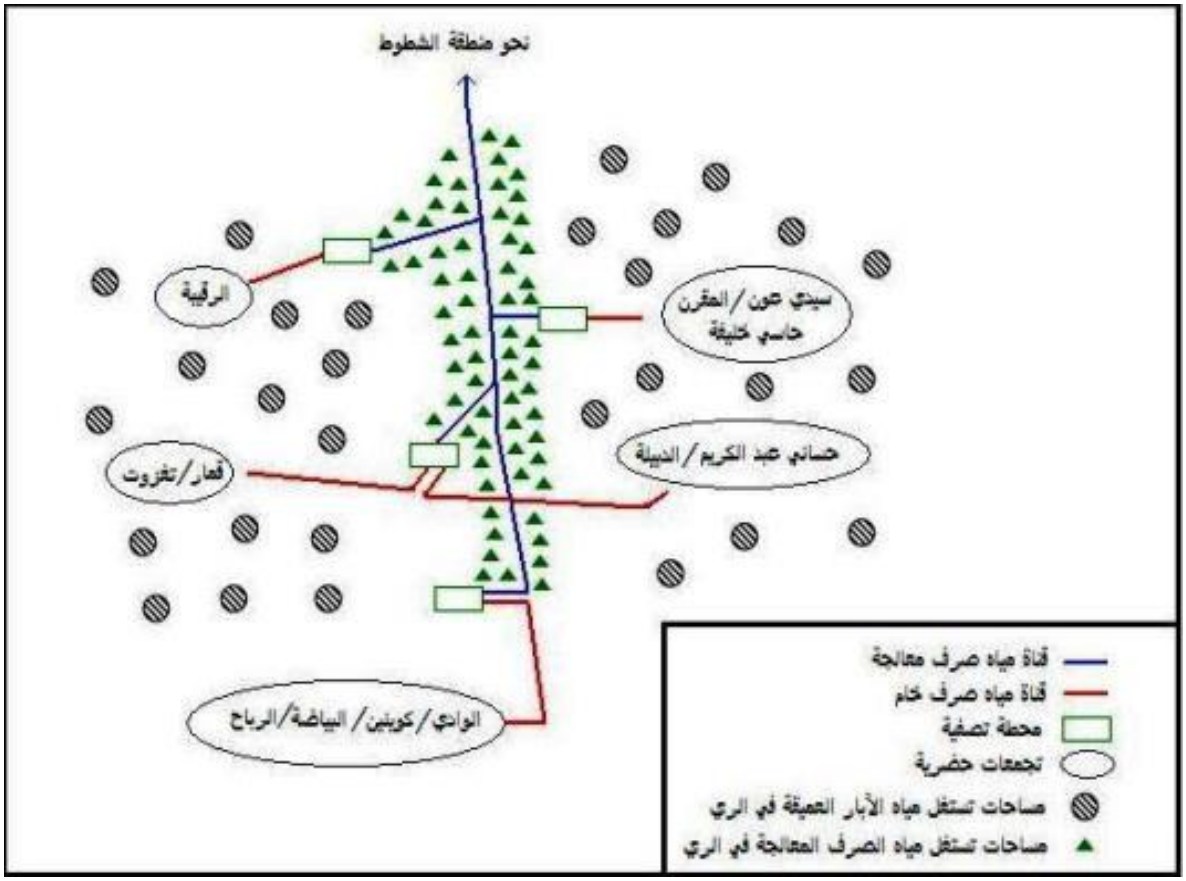
5-1-2- البحث عن بدائل للموارد المائية

تمثل مياه الصرف المعالجة أهم مصدر مائي بديل والوحيد كذلك، حيث بلغ حجم المياه المصروفة لسنة 2014 حوالي 16 مليون متر مكعب، ولاستغلال هذا النوع من المياه تمّ اقتراح الطرق الآتية (خزاني، 2018):

5-1-2-1- الاستغلال المباشر لمياه الصرف الصحي المعالجة

يمكن معالجة مياه الصرف الصحي سواء صناعية زراعية أو منزلية بتقنيات حديثة وإعادة استخدامها في قطاعات متعددة مثل الصناعة، الأشغال العمومية، مكافحة الحرائق، وكذلك القطاع الزراعي (Dubost و Moguedet، 2002).

وحسب خزاني و Bouchemal (2018)، فإنه يمكن سقي المساحات الزراعية الواقعة على جانبي القناة الرئيسية والقنوات الفرعية من المياه التي تخرج من محطات التصفية مباشرة، والتي يزيد طولها على 53 كم، مما يخفف الضغط على مياه الطبقة السطحية، إلا أن هذه المياه غير كافية لري كل المساحات الزراعية، حيث يمكن ربط التجمعات الفلاحية وخاصة القريبة من بعضها البعض بشبكات توزيع لمياه الآبار العميقة مباشرة، مما يساعد أيضا في تخفيف الضغط على الطبقة المائية السطحية (الوثيقة 26).



الوثيقة 26: موقع المساحات الفلاحية التي يمكن سقيها مباشرة من مياه الصرف المعالجة ومن الآبار العميقة (خزاني، 2018).

ولا تعتبر مياه الصرف مصدر مائي بالنسبة للمحاصيل الزراعية، بل هي أيضا مصدرا هاما للمغذيات التي يحتاجها النبات (Hidri وآخرون، 2013)، وأدى الري بمياه الصرف الصحي على تربة رملية إلى آثار إيجابية على أنشطة التربة (Zdenek، 2007).

5-1-2-2- الاستغلال غير المباشر لمياه الصرف الصحي المعالجة

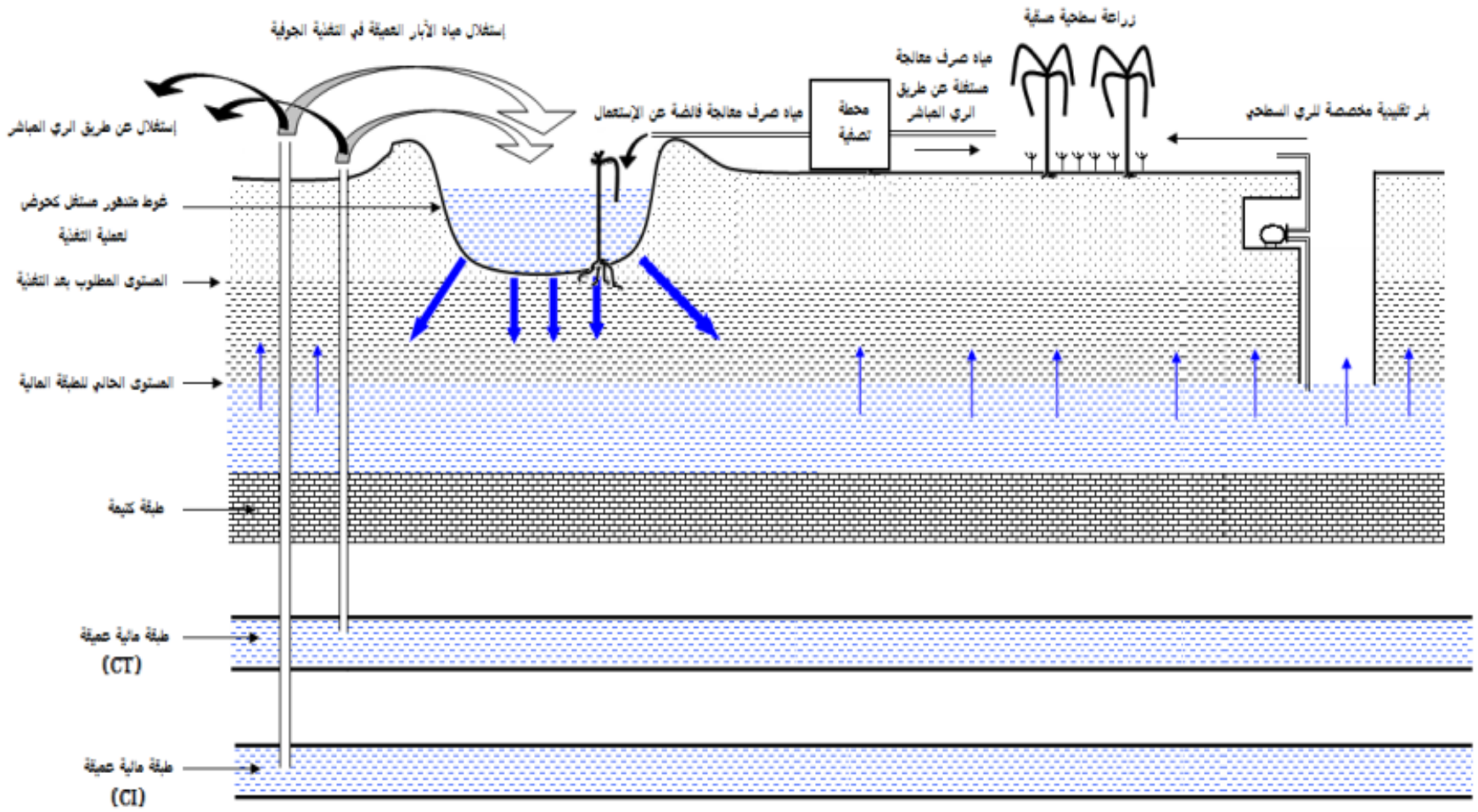
يمكن استغلال مياه الصرف الصحي بطريقة غير مباشرة، وذلك عن طريق حقنها وتخزينها في مستوى الطبقة السطحية وإعادة تغذيتها (Bouwer، 1993). وهو ما يسمى بـ التغذية الاصطناعية للمياه الجوفية.

يمكن أن تكون التغذية الاصطناعية بديلا قابلا للتطبيق في منطقة وادي سوف نظرا للظروف المناخية حيث يزيد معدل التبخر على معدل هطول الأمطار، كذلك الاستغلال المفرط لطبقات المياه الجوفية سواء في منطقة وادي سوف، أو حتى من قبل دولتي تونس وليبيا (ديدوح، 2017)، إضافة إلى تصريف حوالي 16 مليون متر مكعب من مياه الصرف الصحي المعالجة في المسطحات الملحية، ويمكن أن يكون ذلك وفق إحدى الطريقتين:

- التغذية الاصطناعية عن طريق الأحواض

تعتبر تقنية بسيطة وسهلة الاستخدام لتغذية المياه الجوفية، وتتمثل في ملء مساحات سطحية كبيرة بالماء لترشح إلى الخزان الجوفي (Guttman وآخرون، 2010).

ويساعد على استخدام هذه التقنية في منطقة وادي سوف وجود طبقة مائية سطحية حرة وقريبة من سطح الأرض، كما أنها تتميز بعدم وجود طبقات كتيمة أو شبه كتيمة في التربة تعيق عملية التغذية، مع إمكانية استغلال بعض الغيطان المتدهورة كأحواض للتغذية الجوفية، وذلك لاتصالها المباشر بالطبقة المائية السطحية وبالتالي رفع مردود التغذية بهذه التقنية بشكل جيّد (خزاني و Bouchemal، 2018). كما تمتاز هذه التقنية بانخفاض تكاليف إنجازها وسهولة تنفيذها وصيانتها، إلا أن من سلبياتها فقدان كميات من الماء عن طريق التبخر من السطوح الحرة (الوثيقة 27).

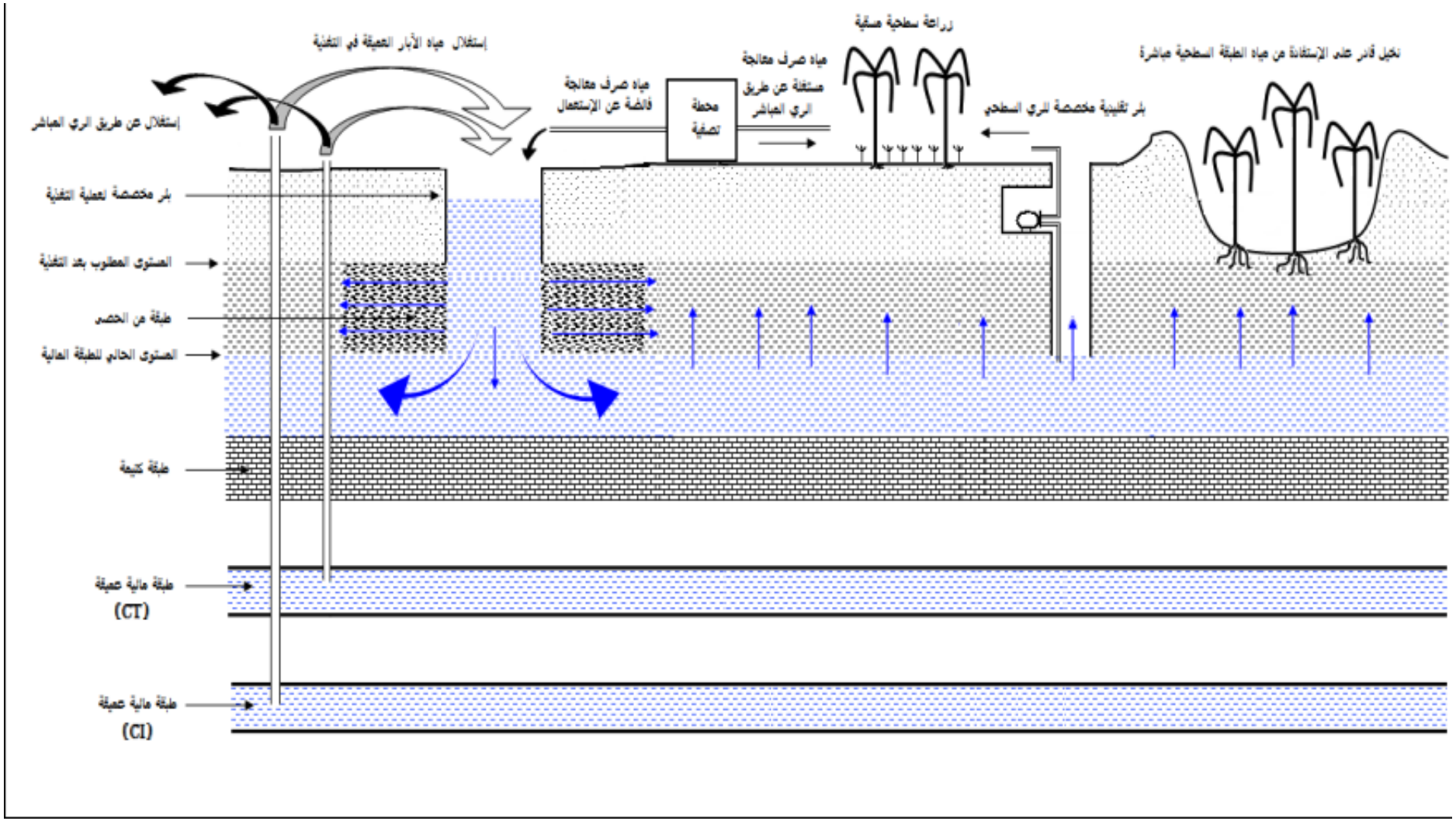


الوثيقة 27: طريقة حقن مياه الصرف المعالجة ومياه الآبار العميقة بتقنية أحواض التغذية (خزاني، 2018).

- التغذية الاصطناعية بواسطة الآبار

يتم حقن المياه في الطبقة السطحية عن طريق آبار تشبه الآبار المستعملة في عملية الضخ، و تمتاز هذه التقنية بقدرتها على الوصول إلى قلب الطبقة المائية السطحية المراد تغذيتها، و تكون مناسبة في حالة وجود طبقات كتيمة أو عديمة النفاذية تعلو الطبقة المائية المراد تغذيتها، و يمكن تغذية عدة مستويات من بئر واحدة، و مما يساعد على نجاح هذه التقنية في منطقة وادي سوف هو صغر سمك الطبقة السطحية و الذي لا يتجاوز 100 م بالإضافة إلى قربها من السطح مع تربة عالية المسامية، لذلك فإن المياه المستخدمة في التغذية على اتصال مباشر بسقف طبقة المياه الجوفية.

إن العديد من المشاريع الناجحة عبر العالم تستعمل هذه التقنية منها ما هو موجود بإسبانيا وكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية كذلك عمان، الكويت، والمملكة العربية السعودية.



الوثيقة 28: طريقة حقن مياه الصرف المعالجة ومياه الآبار العميقة بتقنية آبار التغذية (خزاني، 2018).

6- الأهداف المحتمل تحقيقها عند تطبيق الحلول المقترحة

6-1- اجتماعيا

6-1-1- تحسين الوضع فيما يخص الصحة العامة

يمكن للحلول المقترحة تحسين الوضع الصحي والحد من انتشار الأمراض المتنقلة عن طريق المياه كحمى التيفويد والزحار الأميبي، وكذلك الأمراض المتنقلة عن طريق الحشرات كاللشمانيا الجلدية.

6-1-2- تثبيت سكان المناطق النائية

إن حل مشكلة المياه سيؤدي حتما إلى تثبيت سكان المناطق الريفية النائية، و ممارستهم للنشاط الفلاحي مما يساهم في التنمية المحلية.

6-2- اقتصاديا

6-2-1- إعادة استغلال مياه الصرف الصحي

إن حقن مياه الصرف الصحي لتغذية الطبقة السطحية كفيل بضمان عدم صرف ولو قطرة ماء دون الاستفادة منها، واعتبارها مورد بديل عوض صرفها في منطقة الشطوط.

6-2-2- الحفاظ على الموارد المائية الجوفية من الاستنزاف

للموارد المائية أهمية بالغة في تحقيق الأمن المائي والغذائي، وتطبيق الحلول المذكورة سابقا سيحد حتما من استنزاف المياه الجوفية والمحافظة عليها.

6-2-3- انتعاش القطاع الفلاحي التقليدي والحديث

إن توفر الشرط الأساسي للمحافظة على الغوط والمتمثل في ثبات مستوى مياه الطبقة السطحية، من شأنه أن يؤدي إلى انتعاش القطاع الفلاحي التقليدي، ويشجع الفلاحين للاستثمار في المجال الزراعي نظرا لسهولة الحصول على الماء.

6-2-4- التوفير في استهلاك الطاقة الكهربائية

أدى توسع الإنتاج الزراعي إلى زيادة الطلب على الطاقة الكهربائية لضخ مياه السقي من الطبقات الجوفية، مما شكّل ضغطا كبيرا على شبكة توزيع الكهرباء، والذي ينخفض إذا كان منسوب مياه السقي قريب من السطح.

6-2-5- التقليل من ملوحة المياه الجوفية

أدى استنزاف المياه الجوفية إلى نقصان منسوبها وزيادة ملوحتها، وتفاديا لذلك فإن عملية التغذية الاصطناعية بمياه ذات نوعية جيدة نسبيا ستمكن من تفادي هذا المشكل.

6-3- بيئيا

6-3-1- الحفاظ على التنوع الحيوي

تمثل الغيطان وسط معزول نسبيا مقارنة مع الوسط الخارجي حيث يسود المناخ الجاف، لهذا فهي أوساط معيشية مفضلة للعديد من الكائنات، والحفاظ على هذه الغيطان يؤدي حتما للحفاظ على التنوع الحيوي للمنطقة.

6-3-2- الحفاظ على خصوصية المنطقة

تعتبر الغيطان نمطا زراعيا خاصا بالمنطقة، والمحافظة عليها تبقى للمنطقة خصوصيتها المميزة لها والتي عرفت بها منذ قرون.

الخاتمة

الخاتمة:

تقع منطقة وادي سوف في الجنوب الشرقي للجزائر، و تمثل بوابة العرق الشرقي الكبير حيث يغلب عليها طابع الإقليم الصحراوي، فهي مثال نموذجي للبيئات الجافة والصحراوية مما يميزها هذا عن باقي المناطق بمناخ شديد الجفاف و قاسي يؤثر على طبيعة البيئة والسكان، وعلى الرغم من ذلك استطاع السكان الأوائل استيطان هذه المنطقة و تأقلموا وتحدوا كل الظروف الصعبة، حيث مارسوا عدة أنشطة مختلفة لضمان الاستقرار والحياة، ومن أهم هذه الأنشطة هي الزراعة والتي كانت ولازالت مستمرة في الوقت الحالي، حيث نتج عن هذا النشاط نباتات خاصة بالمنطقة استطاعت التأقلم مع طبيعة بيئتها من أجل التعمير، فقاموا بابتكار نظام بيئي جديد يدعى حاليا بنظام الغوط وهو عبارة عن حفر الأرض وغرس أشجار النخيل حيث تكون جذور النخيل على تماس مباشر مع طبقة المياه الجوفية.

منذ زمن قديم عرفت الصحراء الجزائرية تغيرات مناخية وجيولوجية، خلفت عدة آثار مختلفة منها تشكل مواد ورسوبيات رملية وصخرية حيث كونت لنا ثلاث طبقات مائية مختلفة في الخصائص والعمق والسمك، ومن وجهة نظر الهيدرولوجية ساعدت أحداث الآونة الأخيرة التي مرت بها منطقة سوف على تشكل هذه الطبقات، حيث تمثل كثروة مائية جوفية أحفورية تتميز بها سوف. وخلال الزمن الرابع والذي يعتبر أهم فترة خلال التاريخ الجيولوجي مرت بها المنطقة، حيث شكل لنا إقليم مناخي جيومرفولوجية ونباتي مختلف عن المناخ السابق، أي أن المنطقة مرت بفترات رطبة عرفت كمية كبيرة من الهطولات، مما أدى إلى تعبئة تلك الطبقات والتي أصبحت حاليا بنسب قليلة مقارنة للاستنزاف المستمر الذي تتعرض إليه.

تعتبر الموارد المائية المصدر الوحيد والأساسي بالنسبة للسكان الأوائل الذين استوطنوا منطقة وادي سوف ولكل الكائنات الحية بسبب جفاف المنطقة، من أجل الاستقرار، حيث كانت طبقة المياه السطحية منبعهم الوحيد من أجل التموين بمياه الشروب والتي كانت تستغل بطرق تقليدية بسيطة، وحتى إلى سنة 1956 كان مركز عليها كثيرا خاصة في القطاع الفلاحي، أما بعد هذا التاريخ لوحظ تطور في القطاع الزراعي و نمو ديموغرافي وزيادة في الطلب على المياه بالإضافة إلى تدهور نوعية مياه الطبقة السطحية، مما أدى إلى تطور أنظمة الري من حيث الاستخراج والتوزيع والاستعمال، حيث تعدى الأمر إلى استغلال الطبقات العميقة والاستنجاد بها، والمتمثلة في طبقة المركب النهائي (CT) في سنة 1956، وطبقة القاري المتداخل (CI) في سنة 1986 ، وتمثل استغلال الطبقات العميقة في التمويل بمياه الشرب وعلى الرغم من ذلك بقي استعمالها محدودا نسبيا مقارنة بطبقة المياه السطحية ، حيث شهد تطور عبر كل مراحل الاستعمال

والوضعيات الجديدة من خلال هذا التحول في الاستغلال، ومثال على ذلك تحول نمط الزراعة العائلية المعاشية البسيطة إلى نمط زراعة تسويقية مكثفة.

وعلى الرغم من التطور في استغلال طبقات المياه في منطقة وادي سوف، نلاحظ أن الطابع التقليدي لاستغلال الموارد المائية لا يزال موجودا إلى اليوم لكن بصورة محدودة، بالإضافة إلى أن المنطقة مازالت تستورد جزء من هذه الموارد من الولايات المجاورة بالرغم من توفر محطات التصفية لتحسين نوعية المياه المحلية.

ككل المناطق يعاني قطاع الموارد المائية في منطقة وادي سوف من العديد من المشاكل، والتي تعود إلى التطور الاقتصادي والتطور السكاني والعمراني الذي نتج عنه أثر واضح على كمية مياه الطبقة السطحية، حيث شهد انخفاض منسوب المياه الجوفية بسبب الاستنزاف المستمر لهذه المياه، أو تعود إلى المشاكل التي تطرأ على نوعية المياه والتي تعتبر خطرا لا يزال يهدد قطاع الموارد المائية، وهذا يرجع إلى طبيعة المياه أو إلى طبيعة أنظمة الاستغلال والتسيير البشري.

ومن أجل دراسة وضعية الموارد المائية في المنطقة بصفة عامة من جهة المشاكل التي تعاني منها ووضع حلول لهذه المشاكل، ركزنا في بحثنا هذا على تتبع وتحليل أنماط الاستغلال المختلفة والأثر الناتج عنها، حيث أن طرق الاستغلال كانت الأكثر حدة في عرقلة سيرورة عجلة التنمية المحلية.

ومن خلال دراسة الحالة في متابعة الاختلالات المائية الناجمة في مستوى الطبقة السطحية، تبين أن هناك استجابة للقطاع الزراعي عموما ونخيل الغيطان خصوصا لهذه التذبذبات، أي أن نظام الغوط المتبع في المنطقة أصبح يعاني العديد من المشاكل، والتي كادت تكون سبب في زوال واندثار ثروة النخيل، كنتيجة حتمية إما بسبب الاختناق بالمياه الزائدة أو بسبب الجفاف والتي تسمى بظاهرتي غور وصعود المياه أو حتى التهميش الكبير من طرف أبناء السكان الأوائل للمنطقة، لأهمية هذا النظام التاريخية والبيئية والاقتصادية جعل منظمة الأغذية والزراعة تصنفه ضمن التراث العالمي، لكن لا أهمية لهذا العملية في غياب مصطلح الديمومة، وهذا الأمر لا يتحقق فقط بالمحافظة والحماية بل يجب أن يتعدى الأمر إلى التجديد.

الاستغلال الغير عقلاني للموارد المائية وسوء إدارتها بالإضافة إلى الأنشطة البشرية، كان سببا في تذبذب طبقة المياه السطحية، مما أدى أيضا إلى انتشار وباء اللشمانية حيث اكتسح منطقة وادي سوف،

كما أن هذا الوباء يعتبر عائقا في وجه التنمية المحلية مما يتطلب الأمر إلى إجراءات وقائية وعلاجية ولابد أن تكون وفق قواعد تنموية مستدامة.

ومن خلال هذه الدراسة اتضح أن النظام الواحاتي الأصلي لا يستجيب للوضع البيئي الراهن، مما يحتم علينا الانتقال إلى نظام واحاتي معدل وبديل من خلال جملة من الإصلاحات التي يمكن تطبيقها خاصة على نقطتين مهمتين: هما طبقة المياه السطحية والقطاع الفلاحي، حيث يمكن على مستواهما طرح بعض الحلول التي تساهم في حل الأزمة البيئية والمائية وتضمن استدامة هذا النظام في المنطقة.

وأهم الإصلاحات التي يمكن تطبيقها أولا هي محاربة أشكال التبذير، وحفظ المورد الأصلي للمياه بطرق تنموية بالإضافة إلى وضع بدائل وتنمية وتطوير الموارد المائية الموجودة، حيث تعتبر هذه الإصلاحات كنوع من الحلول من أجل سيرورة التنمية المحلية.

ومن أهم الحلول التي تطرقنا إليها في هذا العمل هي الاستخدام المنطقي الرشيد لموارد المياه المتاحة في كل من قطاع الزراعة وقطاع الشرب، ويجب وضع استراتيجيات للحد من الطلب على المياه كتغيير أنظمة الاستغلال غير المستدامة في أنماط الري مثل الري السطحي والتحول إلى الري بالتنقيط، إلى جانب تطوير سلالات من المحاصيل المتحملة للجفاف والملوحة. بالإضافة إلى البحث عن بدائل للموارد المائية مثل استعمال مياه الصرف الصحي المعالجة إما بشكل مباشر في الري أو بشكل غير مباشر من خلال تقنيات التغذية الاصطناعية لدعم المخزون المتاح في الخزانات الجوفية المعالجة. وأيضا يجب أن نضمن مستوى طبقة المياه السطحية من خلال حقن كميات أخرى من المياه في هذه الطبقة، مما سيؤدي إلى إنقاذ وتجديد القطاع الزراعي التقليدي، ومن أجل التجديد في هذا القطاع يجب الحرص على الطرق والوسائل المتاحة في عملية التجديد.

من أجل سيرورة التنمية في المنطقة يجب علينا تطبيق هذه الحلول لأن لها أثر واضح عليها وفي جميع الجوانب أيضا اقتصاديا وبيئيا واجتماعيا، بحيث يتمثل هذا الأثر في تثبيت السكان بالمناطق الريفية النائية ودعمهم لممارسة الزراعة من أجل التنمية المحلية، بالإضافة إلى الانتعاش بالقطاع السياحي والحفاظ على الخصوصية المميزة للمنطقة، إلى جانب الحفاظ على التنوع الحيوي في واحة وادي سوف.

قائمة المراجع

1. قائمة المراجع باللغة العربية:

أبو الفتح ح.، (1997). البيئة الصحراوية العربية. دار الشروق للنشر والتوزيع. الطبعة 1. الأردن.

الأشرم م.، (2001). اقتصاديات المياه في الوطن العربي والعالم. مركز دراسات الوحدة العربية. بيروت، لبنان. 2001.

التركماني ج.، (2009). جغرافية الأراضي الجافة والتصحر. دار الثقافة العربية. القاهرة. طبعة 1، ص 291.

التركماني ج.، عنبر م.، (2017). جغرافية الأراضي الجافة. دار الثقافة العربية. القاهرة.

الحبيتري ن.، (2017). أمن الموارد المائية في الجزائر: الواقع والمستقبل. مجلة أبحاث ودراسات التنمية. العدد.1 المجلد.4. الصفحات 159-172.

الخرابشة ع.، غنيم ع.، (2009). الحصاد المائي في الأقاليم الجافة وشبه الجافة في الوطن العربي. دار الصفاء للنشر والتوزيع. عمان.

الخفاجي ث.، (2013). ظاهرة الجفاف في قضاء عين التمر وتأثيرها على واقع الإنتاج الزراعي. مذكرة لنيل شهادة دكتوراه في فلسفة العلوم الزراعية. العراق.

الديوان الوطني للرصد الجوي -الوادي- ONM

الركابي ن.، (2003). الجفاف، أطروحة، كلية الآداب. جامعة بغداد. ص 66.

السامراني ق.، الريحاني ع.، (1990). جغرافية الأراضي الجافة. جامعة بغداد. كلية الآداب.، مطابع دار الحكمة. بغداد. ص 298.

الشيخ ح.، (2019). البيئة مشكلات وحلول. دار اليازوري. عمان، الأردن.

الصالحي س.، الغريري ع.، (2004). البيئة الصحراوية وشبه الصحراوية: التغيرات المناخية، دار الصفاء للنشر والتوزيع. عمان، الأردن. طبعة 1.

القصاص م.، (1999). التصحر تدهور الأراضي في المناطق الجافة عالم المعرفة. الكويت، 242.

النحلاوي م.، (1991). خصائص أمطار دمشق واحتمالاتها وعلاقاتها بالجفاف والاتجاه العام. مجلة الزراعة والمياه. المنظمة العربية للتنمية والزراعة. العدد 12، تموز.

النقشبندي ا.، السويدي م.، (1999). الجفاف سمة أساسية من سمات مناخ العراق. مجلة زانكو للعلوم الإنسانية، العدد 4، ص 70.

الهيتي ص.، (2011). التصحر: مفهومه، أسبابه، مخاطره، مكافحته. دار اليازوري العالية للنشر. طبعة 1. الأردن.

الوافي ع.، (2000). دراسة بيو مناخية في المناطق الجافة وشبه الجافة. مذكرة مهندس دولة. معهد تسيير التقنيات الحضرية بالمسيلة.

بابكر ع.، (2015). الموارد الطبيعية في البيئات الجافة وشبه الجافة. الدار العالمية للنشر والتوزيع. طبعة 1. ص 76-78. السعودية.

بلغالي م.، (2009). سياسة ادارة الموارد المائية في الجزائر: تشخيص الواقع وآفاق المستقبل. الأكاديمية للدراسات الاجتماعية والانسانية. الصفحات 73-93.

بن حميدة ن.، ميلي ج.، (2020). دراسة خطر الفيضان في المناطق الجافة والشبه جافة: دراسة حالة-مدينة باتنة-. مذكرة لنيل شهادة الماستر أكاديمي. جامعة محمد بوضياف. المسيلة.

بن قرينة ح.، محسن ز.، (2007). تسيير الموارد المائية مع الأخذ بالعامل البيئي. مجلة الباحث. عدد 5. الصفحات 69-81.

بوشويط ف.، (2012). استراتيجية مكافحة التصحر لتحقيق التنمية المستدامة في الوطن العربي -دراسة برنامج الجزائر الوطني لمكافحة التصحر-. مذكرة لنيل شهادة الماجستير. جامعة فرحات عباس. سطيف.

بوغدة ن.، (2015). دور الكفاءة الاستخدامية للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي-حالة الجزائر. مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في علوم التسيير.

جبار ر.، (2015). الزراعة في إقليم وادي سوف -واقع وآفاق -. مذكرة ماجستير جامعة منتوري –قسنطينة.

جمال ط.، (2001). أنظمة الري الحديثة. مركز البحوث الزراعية. الإدارة المركزية للإرشاد الزراعي.2001.

جودة ح.، (1998). الأراضي الجافة وشبه الجافة. دار المعرفة الجامعية. الإسكندرية. ص 258-260.

حسونة ع.، (2010). النسيج العمراني لمدينة قمار بمنطقة سوف من القرن العاشر إلى الثالث عشر الهجري القرن السادس عشر إلى التاسع عشر الميلادي. مذكرة لنيل شهادة ماجستير. مخطوط قسم التاريخ، معهد التاريخ، الجزائر العاصمة.

خزاني ب.، (2018). استغلال الموارد المائية في منطقة وادي سوف دراسة من أجل التسيير المستدام للمحيط. مذكرة دكتوراه. جامعة العربي بن مهيدي-أم البواقي.250 ص.

دغة م.، (2009). دور وأهمية الأشجار في الغطاءات العمرانية الخارجية بالمناطق الجافة وشبه الجافة - دراسة حالة مدينة المسيلة-. مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير. معهد التسيير والتقنيات الحضرية بالمسيلة.

ديدوح ع.، (2017). الأمن المائي: الإستراتيجية المائية في الجزائر. المركز الديمقراطي العربي للدراسات الإستراتيجية والسياسية والاقتصادية – ألمانيا. ص 160.

رزاق أ.، (2019). معالجة اقتصادية لآثار التدهور البيئي في المناطق الجافة بالجزائر. مذكرة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية. جامعة بسكرة.

ساسي س.، غريب م.، (2013). إستراتيجية إدارة الموارد المائية والأمن الغذائي في الجزائر. الملتقى الوطني الأول حول حوكمة المياه في الجزائر كمدخل لتحقيق الأمن المائي (27-28 ماي 2013).

شحادة ن.، (1983). المناخ العلمي. منشورات الجامعة الأردنية. عمان. الأردن.

شلش ع.، (1979). التباين المكاني وعلاقته بالإنتاج الزراعي في العراق. مجلة الخليج العربي. (مركز دراسات الخليج العربي بجامعة البصرة). المجلد 11. ص 52.

عبداوي ج.، (2006). مشكلة صعود المياه وآثارها بإقليم وادي سوف. نيل درجة الماجستير. جامعة منتوري كلية علوم الأرض والجغرافيا والتهيئة العمرانية. قسنطينة.

غنابزية ع.، (2001). مجتمع وادي سوف من خلال الوثائق المحلية في القرن الثالث عشر(هـ) التاسع عشر(م). مذكرة لنيل شهادة ماجستير. كلية العلوم الإنسانية. جامعة الجزائر.

فاضل م.، (2015). التباين المكاني لتغير أنطقه الجفاف المناخي في العراق. مجلة أوروك للعلوم الإنسانية. جامعة المثنى. المجلد 8. العدد 2. ص 212.

كنيث و.، (1990). الأراضي الجافة. منشأة الناشر للمعارف بالإسكندرية.

محمد محمود ع.، (2018). دراسة ميدانية لتقييم نظام الري المحوري بمزارع منطقة الرياض. كلية علوم الأغذية والزراعة. جامعة الملك سعود.

مغربي خ.، (2016). اقتصاديات الموارد المائية في الجزائر: دراسة تحليلية للموارد المائية (الإمكانيات والتحديات). مجلة دفاتر بوادكس العدد 6. الصفحات 103-120.

مقيلي م.، (2003). مخاطر الجفاف والتصحر والظواهر المصاحبة لهما. قسم الجغرافيا. كلية الآداب. جامعة الفاتح. دار شموع الثقافة.

2 .قائمة المراجع باللغة الأجنبية

Anonyme, A., (2012). Rapport Statistique de la Wilaya d'El Oued. DPSB, El Oued, 30p.

Ben Hamida, S., Benzeguir, A., (1993). Etude hydrogéologique de la région d'El-Oued : Contribution du problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique. Rapport. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH). Ouargla, Algérie. 74 p.

Ben Hamouda. L. (2001). Analyse de la perception du confort thermique dans les régions arides et semi-arides, étude de cas : Bou-Saada, mémoire de magistère, département d'architecture, Université Mohamed Khaider de Biskra.

Billaux, P., (1982). Le régime hydrique des sols estimé au moyen des données climatiques : Relations avec la pluviométrie annuelle et avec des classifications bioclimatiques dans des pays à climat méditerranéen. Centre arabe pour l'étude des zones arides et des terres sèches (ACSAD). Premier séminaire de perfectionnement en Agrométéorologie Damas, 10-23 mai 1982. 29p.

Bouselsal,B.,Kherici,N., (2014). Effet de la remontée des eaux de la nappe phréatiques sur l'homme et l'environnement : cas de la région d'El oued (se Algérie).Afrique science : revue internationale des sciences et technologie 10(3).pp 161-170.

Chebbah,M.,Allia,Z.,(2014). Geochimistry and hydrogeochemical process of groundwater in arid region :a case study of the water table in the souf valley (Low septentrional sahara,Algeria). African journal of geo-science research 2:pp 23-30.

Corcoran, E., Nelleman, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D. and Savelli, H., (2010). Sick Water: The Central Role of Wastewater Management in Sustainable Development: A Rapid Response Assessment. UNEP/Earthprint, Arendal, Norway, 88 p.

Côte, M., (1998). Des oasis malades de trop d'eau ? Sécheresse, Vol. 9(2) : 123-130.

Côte, M., (2006). Si le Souf m'était conté : Comment se fait et se défait un paysage. Saïd Hannachi, Média–Plus. Constantine, Algérie. 135 p.

Daviault, L., (1947). Le Souf (sud constantinois), L'imprimerie à l'école Cannes (A.-M.).4-6 pp.

De Parcevaux, s., Huber, L., (2007). Bioclimatologie: Concepts et applications. Quae. Paris, France. 324p.

Dekhinat, S., (2001). Étude des potentialités morpho-pédogénétiques des sols Auressiens. Rapport annuel. Laboratoire de recherche APEPAZZA. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences. Université de Batna.

Drouiche, A.,Chaab,S.et Khechana,S., (2013). impact du déversement direct des eaux use et de drainage dans la nappe libre de l'oued souf et son influence sur la qualité des eaux souterraines.Revue des sciences et de la technologie,vol.27 :pp 15-20.

Dubost, D., (1991). Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse de Doctorat. Université François Rabelais. Tours, France. 549 p.

Guendouze,A., Moulla,A.S., Remini,B., Michelot,J.L.,(2006). hydrochemical and isotopic behaviour of a sahara phreatic aquifer suffering sever natural and anthropic constraints (case of Oued Souf region,Algeria).Hydrogeology journal 14: 955-968.doi: 10.1007/s10040-005-0020-1.

Hare, F.K., Ogallo,L.A., (1993). Climate Variation. Drought and Desertification and Climate WMO.

Iglesias, A., Garrote, L., Flores, F. and Moneo, M., (2007). Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the mediterranean. Water Resources Management 21: 775-788. doi:10.1007/ s11269-006-9111-6.

Joachim, G., (2004). Industries extractives dans les zones arides et semi-arides Planification et gestion de l'environnement, Collection Gestion des écosystèmes. NO 1, p 10.

Khadraoui,A., (1998). Contribution à l'étude de la remontée des eaux de la nappe phréatique du Souf.Rapport de l'Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) , Ouargla,Algérie. P 13.

Kates, R.W., Johson, J.L., Haring,H.J., (1977). Population. Society an Desertification. In: Desertifican. Its causes and consequences. Pergamon press. Pp. 261-317.

Kettab,A.,(2001).les ressources en eau en Algérie :stratégie,enjeux,et vision.Desalination 136(2001) pp 25-33.

Khechana,S., (2014). Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper-aride.application sur la vallée d'Oued-Souf(sud- est Algerien).Thèse doctorat.Faculté des sciences de la terre.Université Badji Mokhtar Annaba.

Khechana, S., Derradji, F., Mega, N., (2011). Caractéristique Hydrochimique des eaux de la nappe phréatique du vallée d'Oued –Souf (SE Algérien), Maître-assistant - Centre universitaire D'El-Oued B.P. 789 El-Oued 39000- Algérie, Laboratoire de valorisation et promation des ressources Sahariennes (VPRS), El-Oued –Algérie, Laboratoire de géologie Professeur de l'université Badji Mokhtar B.P 12 Annaba 23000-Algérie, Maître-assistant – Centre universitaire D'El-Oued.

Khezzani B., Bouchemal S., (2018). Development and Conservation of Water Resources for Agriculture in an Arid Environment: A Case Study of the Souf Oasis (Algerian Sahara), Annals of Arid Zone 57(1&2): 1-11.

Lachaal, F., Bédir, M., Tarhouni, J., Gacha, A.B. and Leduc, C., (2011). Characterizing a complex aquifer system using geophysics, hydrodynamics and geochemistry: A new distribution of Miocene aquifers in the Zéramdine and Mahdia– Jébéniana blocks (east-central Tunisia). Journal of African Earth Sciences 60: 222-236. doi:10.1016/j. jafrearsci.2011.03.003.

Matheyarasu, R., Seshadri, B., Bolan, N.S. and Naidu, R., (2015). Impacts of Abattoir waste-water irrigation on soil fertility and productivity. In Irrigation and Drainage - Sustainable Strategies and Systems (Ed. M.S. Javaid), pp. 55-75. InTech, Rijeka, Croatie.

Messekher,I.,Menani,M.R.,(2010). evolution de la piézométrie de la ville d'oued souf (entre 1993,2002 et 2007) : perspectives de la maîtrise du phénomène de remontée de la nappe phréatique .Journal international Network environmental Management Conflicts 1 : pp 259-266.

Meziani,A.,Dridi,H.,Kalla,M.,(2011). The aquifer system of the souf valley : Algerian northern sahara. European journal of scientific research 65: pp 416-423.

Nesson,C.,(1978). L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du bas-sahara Algérien. Recherche sur l'Algérie .CNRS, Paris, France, pp .7-100.

Odhiambo, G.O., (2016). Water scarcity in the Arabian Peninsula and socio-economic implications. Applied Water Science 2016: 1-14.doi:10.1007/ s13201-016-0440-1.

Pereira, L.S., Oweis, T., Zairi, A., (2002). Irrigation management under water scarcity. Agricultural Water Management 57: 175-206.doi:10.1016/ S0378-3774(02)00075-6.

Ramade, F., (1984). Éléments d'écologie-Écologie Fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill Inc., Paris, 397p.

Rognon, P., (2007). Biographie d'un désert: le Sahara. L'ahramattan. Paris, France 347 p.

Saibi,H.,Mesbah,M.,Moula,A.S.,Guendouze,A., et Ehara,S.,(2016). Principal component, chemical ,bacteriological, and isotopic analyses of Oued-souf groundwaters (revised).Environmental Earth sciences 75 :272.doi:10.1007/s12665-015-4878-5.

Saibi,H.,Semmar,A.,Mesbah,M.,Moula,A.S., et Ehara,S.(2009). variographic analysis of water table data from the Oued-Souf phreatic aquifer , northeastern part of the Algerian Sahara.Arabian journal of geosciences 2: 83-93. Doi : 10.1007/s12517-008-0021-1

Silberberg, Martin A., (2006). Chemistry.Mc Graw-Hill., New York ,431-434p.

Taft, H.L., (2015). Water scarcity: Global challenges for agriculture. In Food, Energy and Water. The Chemistry Connection (Ed. S. Ahuja), pp. 395-429. Elsevier.

UN., (1994). Elaboration of an international convention to combat désertification in countries experiencing serious drought and/ or désertification particularly in Africa op cit، p05.

Voisin, A.R., (2003). Le Souf, Monographie. El-Walid. El-Oued, Algérie. 319p.

Zdenek,F.,Demnerova,K.,(2007). Effects of wastewater irrigation on chemical, microbiologique and virologique status of soil .In wastewater reuse-risk assessment, decision-making and environmental security (ed. M.K. Zaidi) , pp. 331-336. Springer , Dordrecht, Netherlands.

الملخص

تعتبر المياه الجوفية هي المصدر الأساسي والوحيد للاستخدامات المختلفة في واحة وادي سوف. بسبب الاستغلال المستمر وغير العقلاني أدى إلى ندرة المياه وانخفاض ملحوظ في مستوى المياه مما نتج عنه عدة مشاكل بيئية وغيرها في مختلف القطاعات وخاصة القطاع الفلاحي، الذي لوحظ فيه تدهور في نظام الري التقليدي (الغوط).

يهدف هذا العمل إلى وضع حلول مناسبة لتنمية الموارد المائية في منطقة وادي سوف التي تعاني من مشكلة الجفاف. ومن بين هذه الحلول وضعت استراتيجيات للحد من الطلب على المياه مثل اختيار النباتات التي تتحمل الجفاف والملوحة، استخدام طرق الري الحديثة والبحث عن بدائل للموارد المائية مثل استغلال لمياه الصرف الصحي المعالجة.

الكلمات المفتاحية :طبقة المياه الجوفية، الجفاف، واحة وادي سوف، ندرة المياه، القطاع الفلاحي، مياه الصرف الصحي.

Abstract

Groundwater is the primary and only source for various uses in the Wadi Souf Oasis. However, the continuous and irrational exploitation led to water scarcity and a noticeable decrease in the water level, which resulted in several environmental and other problems in various sectors, especially the agricultural sector, in which a deterioration in the traditional irrigation system (Ghout) was observed**.**

This work aims to develop appropriate solutions for the development of water resources in the region of Wadi Souf, which suffers from drought. Among these solutions, strategies have been developed to reduce the demand for water, such as choosing plants tolerant of drought and salinity, using modern irrigation methods and searching for alternatives to water resources, such as exploiting treated wastewater**.**

Key words: aquifer, drought, oasis of Wadi Souf, water scarcity, agricultural sector, sewage water**.**