

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

**دراسة التأثيرات الهيدرولوجية لأشجار الأوكالبتوس ومدى ملائمتها
للمناطق الجافة والصحراوية
- مراجعة مع دراسة حالة -**

من إعداد الطالبتين: قزون نسيم وطليبة بشيرة

نوقشت يوم: 2021/06/00 أمام اللجنة المكونة من

د. خشخوش الأمين	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي	رئيسا
د. خزاني بشير	أستاذ محاضر قسم "أ"	جامعة الوادي	مؤظرا
د. بوصبيح ابراهيم عايدة	أستاذ مساعد قسم "أ"	جامعة الوادي	ممتحنا

الموسم الجامعي: 2021/2020

شكر و عرفان

نشكر الله وافر الشكر أن وفقنا وأعاننا على إتمام هذه المذكرة، ثم نوجه آيات الشكر والعرفان بالجميل إلى الأستاذ الكريم الدكتور "خزاني بشير" المشرف على هذه المذكرة الذي منحنا الكثير من وقته وكان لرحاب صدره وأسلوبه المميز في المتابعة أكبر الأثر في المساعدة على إتمام هذا العمل.

كما لا يفوتنا أن نعبر عن امتناننا وشكرنا للأساتذة الكرام أعضاء لجنة المناقشة:

❖ السيد الدكتور خشخوش الأمين (أستاذ محاضر صنف "أ" قسم البيولوجيا) على تفضله وتشريفه لنا لرئاسة هذه المناقشة.

❖ السيدة الدكتورة بوصبيح ابراهيم عايذة (أستاذ مساعد صنف "أ" قسم البيولوجيا) لموافقتها على مراجعة وتقييم هذا العمل.

خالص شكرنا للطاقم التقني بمحافضة الغابات لولاية الوادي لمساعدتهم العلمية ولدعمهم المعنوي نخص بالذكر السيد: زغدي علي رئيس مصلحة حماية الحيوانات والنباتات والأنظمة البيئية.

نود أن نشكر جميع طاقم إدارة كلية علوم الطبيعة والحياة وبشكل استثنائي السيدة: نيس نجلاء

دون أن ننسى كل من قدم لنا يد المساعدة وكل من ساهم وبذل جهدا ولو بالقليل في إنجاز هذه المذكرة ولو بالنصيحة.

قائمة الوثائق

الرقم	العنوان	الصفحة
1-1	توضح توزيع المناطق شديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة في العالم	08
1-2	توضح الآليات الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة	16
1-2	توضح الجدول الزمني لزراعة شجرة الأوكالبتوس	25
2-2	توضح رسم تخطيطي لنوع <i>Eucalyptus globulus</i>	26
3-2	توضح جذور لنوع <i>Eucalyptus globulus</i>	28
4-2	توضح نوع اللحاء الأملس (أ) و اللحاء الليفي الثابت (ب)	28
5-2	توضح شكل الأوراق الفتية (أ) و البالغة (ب) لنوع <i>Eucalyptus globulus</i>	29
6-2	توضح أزهار نوع <i>Eucalyptus globulus</i>	30
7-2	توضح ثمار و بذور نوع <i>Eucalyptus globulus</i>	31
8-2	توضح النطاق الطبيعي لجنس الأوكالبتوس	32
9-2	توضح الأنواع المستخدمة في العديد من القارات	34
10-2	توضح نوع <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	36
11-2	توضح التوزيع العالمي لإنتاج اللب في عام 2010	41
1-3	توضح الموقع الجغرافي لولاية الوادي	55
2-3	توضح التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة خلال السنوات (2000-2017)	56
3-3	توضح التغيرات الشهرية للتساقط خلال السنوات (2000-2017)	57
4-3	توضح التغيرات الشهرية للرطوبة خلال السنوات (2000-2017)	57
5-3	توضح التغيرات الشهرية للتبخر خلال السنوات (2000-2017)	58
6-3	توضح التغيرات الشهرية لشدة الإضاءة خلال السنوات (2000-2017)	59
7-3	توضح منحني غوص لولاية الوادي	60
8-3	توضح الطابق المناخي لولاية الوادي	62
9-3	توضح مقطع هيدرولوجي لطبقات المياه الجوفية لحوض الصحراء	63
10-3	توضح سلم التوضعات الجيولوجية لولاية الوادي	64

65	توضح نسبة استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية لسنة 2015	11-3
66	توضح نسبة استغلال الموارد المائية حسب القطاع لسنة 2015	12-3
72	توضح تطور المساحة الغابية للحزام الأخضر بولاية الوادي خلال السنوات (2000-2017)	13-3
72	توضح الحالة الجيدة للحزام الطولي لأشجار الأوكاليبتوس على مستوى طريق وادي العلندة سنة 2009	14-3
73	توضح الحالة المتوسطة للحزام الطولي لأشجار الأوكاليبتوس على مستوى طريق وادي العلندة (ماي 2021)	15-3
74	توضح آثار صعود المياه على مستوى حي سيدي مستور قبل انجاز مشروع الحزام الأخضر	16-3
75	توضح حالة أشجار الأوكاليبتوس للمحيط الغابي شمال حي سيدي مستور (ماي 2021)	17-3
75	توضح المساحة الغابية لأشجار الأوكاليبتوس المنجزة بجوار القطب الجامعي بحي الشط سنة 2012	18-3
76	توضح الحالة السيئة لأشجار الأوكاليبتوس للمحيط الغابي المحاذي للقطب الجامعي بحي الشط (ماي 2021)	19-3

قائمة الجداول

الصفحة	العنوان	الرقم
20	يوضح أنواع الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي وفقا لمناطق الجفاف المختلفة	1-1
27	يوضح التصنيف البيولوجي لشجرة الأوكالبتوس	1-2
33	يوضح مساحة زراعة الأوكالبتوس في العالم	2-2
38	يوضح قيم Landolt البيئية	3-2
71	يوضح حالة أشجار مشروع الحزام الأخضر لبعض بلديات ولاية الوادي إلى غاية 2019/12/31	1-3

قائمة الاختصارات

AGP :Angiosperms Phylogeny Groupe

BG :Bureau d'étude Bonard et Gardel

CI: Continental Intercalaire

CRSTRA :Centre de Recherche sur L'information Scientifique et Technique

CT: Complexe Terminal

DCF: Direction de conservation des forêts

FAO: Food and Agriculture Organisation

IN: Indices d'aridité

NP: Nappe Phréatique.

ONA: Office national d'assainissement

ONM: Office National de la Météorologie

UNEP: Programme des Nations Unies pour l'environnement

UNESCO: United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization

WRM: World Rainforest Movement

WGEA : مجموعة عمل الانتوساي حول الرقابة البيئية

الفهرس

	تشكرات
	قائمة الوثائق
	قائمة الجداول
	قائمة المختصرات
	الفهرس
02	المقدمة العامة
	المحور الأول: عموميات حول الجفاف والمناطق الجافة
06	أولاً: بعض المفاهيم
06	1- تعريف المناطق الجافة
06	2- مفهوم الجفاف
07	3- مفهوم التصحر
07	ثانياً: التصنيف الحيوي للمناطق الجافة
08	ثالثاً: الخصائص الفيزيائية للمناطق الجافة
08	1- المناخ
09	1-1- خصائص المناخ الجاف وشبه الجاف
09	1-1-1- المناخ الجاف
09	1-1-2- المناخ شبه الجافة
10	2- مؤشرات المناخ الحيوي والجفاف
11	1-2-1- مؤشر EMBERGER للطابق المناخي
12	2-2-1- مؤشر الجفاف لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)
12	3-2-1- مؤشر De MARTONNE
13	4-2-1- مؤشر BAGNOULS و GAUSSEN
13	3-1- مؤشرات القارة
14	1-3-1- المؤشرات القارية ANGOT لتساقط الأمطار
14	2-3-1- المؤشرات القارية الحرارية
15	2- جودة الهواء
15	3- المناظر (البيئات) الطبيعية
15	4- التربة
16	5- مصادر المياه

17	6- الصرف والملوحة
18	رابعا: الخصائص البيولوجية للمناطق الجافة
18	1- الغطاء النباتي المميز للمناطق الجافة
19	2- الحيوانات البرية
20	خامسا: خصائص البيئة الاجتماعية
20	1- السكان
20	2- استخدامات الأراضي
21	سادسا: التنوع البيولوجي في المناطق الجافة
21	1- أهمية التنوع البيولوجي في التنمية المستدامة للمناطق الجافة
المحور الثاني: عموميات حول شجرة الأوكالبتوس	
24	أولا - تاريخ شجرة الأوكالبتوس
25	ثانيا- عموميات حول شجرة الأوكالبتوس
25	1- الوصف النباتي لشجرة الأوكالبتوس
26	2- تصنيف شجرة الأوكالبتوس
27	3- الوصف المورفولوجي لشجرة الأوكالبتوس
27	3-1- الجزء الجذري
28	3-2- الجزء الهوائي
28	3-2-1- اللحاء
29	3-2-2- الجذع
29	3-2-3- الأوراق
30	3-2-4- الزهور
30	3-2-5- الأسدية
30	3-2-6- الثمار
31	3-2-7- البذور
31	4- طريقة تكاثر شجرة الأوكالبتوس
31	ثالثا- توزيع أشجار الأوكالبتوس في العالم
34	1- الأنواع المقاومة نسبيا للجفاف والمناسبة للإصلاح في المناطق شبه القاحلة
34	رابعا- توزيع أشجار الأوكالبتوس في الجزائر
38	خامسا- المتطلبات البيئية: القيم البيئية لـ Landolt
40	سادسا- أفات و أمراض الأوكالبتوس

40	1- المرض الوردي
40	2- تعفن الجذع
41	3- أمراض الجذور
41	سابعاً- استعمالات الأوكاليبتوس
41	1- الخشب
42	2- مصدات رياح
43	3- العسل
43	4- الأعشاب الطبية
43	5- البستنة
43	6- الزيوت الأساسية
43	6-1- الفوائد العلاجية لزيت الأوكاليبتوس
43	6-2- الزيوت الصناعية
44	6-3- صناعة العطور
44	ثامناً- الآثار البيئية والاجتماعية لزراعة الأوكاليبتوس
44	1- تأثيرات على المناخ المحلي
44	2- اعتراض المياه
44	3- تأثيرات على جريان المياه
44	4- استنزاف المياه
45	5- المحافظة على المناطق الزراعية
45	6- تعقيم التربة
45	7- تجفيف المستنقعات ومكافحة مناطق تكاثر البعوض
45	8- خطر الحرائق
46	9- هدم البنى التحتية
46	10- تأثير على التنوع البيولوجي
46	11- تآكل التربة
المحور الثالث: مراجعة الأدبيات السابقة مع دراسة حالة	
48	أولاً- مراجعة الدراسات
48	1. البرازيل
49	2. جنوب أفريقيا
49	3. الشيلي

49	4. اثيوبيا
50	5. الهند
51	6. الصين
51	7. باكستان
52	8. الأرجنتين
52	9. سري لانكا
53	10. ميانمار
53	11. استراليا الغربية
54	ثانيا - دراسة حالة ولاية الوادي
54	1- الموقع الجغرافي
55	2- الموقع الإداري
55	3- الدراسة المناخية للمنطقة
56	3-1- الحرارة
56	3-2- التساقط
57	3-3- الرطوبة
58	3-4- التبخر
58	3-5- الإضاءة و الشمس
59	3-6- الرياح
60	4- التحليل المناخي
60	4-1- مخطط غوص Gaussen pluviothermal
61	4-2- علاقة امبرجي Emberger
62	5- المصادر المائية (الدراسة الهيدرولوجية للمنطقة)
63	5-1- الطبقة الحرة (السماط المائي السطحي) La nappe phreatique
63	5-2- طبقة المياه المتوسطة (C.T) La nappe complexe Terminal
64	5-3- طبقة المياه العميقة (سماط الألبان) La nappe albienne
65	6- الوضعية المائية للطبقة السطحية
65	6-1- استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية
65	6-2- استغلال الموارد المائية حسب القطاع
66	7- المعطيات الزراعية
66	8- المشاكل المرتبطة بمياه الطبقة السطحية لولاية الوادي

66	1-8- استعمالات الطبقة السطحية عبر الزمن
67	2-8- أسباب صعود مياه الطبقة السطحية
68	3-8- آثار صعود مياه الطبقة السطحية على المحيط
69	4-8- الجهود المبذولة لمكافحة ظاهرة صعود مياه الطبقة السطحية على مستوى الولاية
70	1-4-8- مشرع الحزام الأخضر
70	1-1-4-8- موقع المشروع
70	2-1-4-8- إنجاز المشروع
71	3-1-4-8- حالة أشجار المشروع وتطور المساحة الغابية
71	4-1-4-8- نتائج الحزام الأخضر (أشجار الأوكالبتوس) على مياه الطبقة السطحية
76	ثانيا - خلاصة واستنتاج
78	الخلاصة العامة
83	المراجع

المقدمة

تحتل المناطق الجافة حوالي ثلث سطح الأرض وتتركز بشكل أساسي في إفريقيا وآسيا وأستراليا حيث تقدر مساحتها بنسبة حوالي 4.2 % من المساحة الكلية وتكتسب 7 ملايين هكتار كل عام، يتكون 55% من سطح أفريقيا من الصحارى أو المناطق الصحراوية بدرجات متفاوتة (Halitim، 1985). كما تساهم المناطق الجافة بنسبة 30% من مساحة سطح الأرض، حيث يمثل النصف منها أراضي رعوية أو زراعية لها دور هام في الإنتاج الاقتصادي (Gratzfeld، 2004).

وهكذا يعرف النظام البيئي في المناطق الجافة توازنا دقيقا وهشا للغاية، حيث يعرف زيادة في الإنتاجية لكل وحدة مساحة، ولذلك يتطلب الحفاظ عليها المزيد من دراسات أكثر تفصيلا، تعتبر التربة هي العنصر الأساسي للبيئة، فغالبا ما يكون تدهورها غير رجعي حيث ينتج عنها مخاطر على المدى القصير والطويل (Aubert، 1960).

أجمع جميع المختصين على أن الغطاء النباتي لهذه المناطق في تدهور مستمر حيث غالبا ما تكون هذه الظاهرة غير رجعية وغير قابلة للإصلاح خاصة في المناطق شديدة الجفاف (>200 مم). لا يعود سبب ذلك إلى التغير في المناخ العام وحسب (الجفاف في منطقة الساحل، والجفاف المزمّن لشمال الصحراء)، بل وبشكل أساسي إلى النشاط البشري (Halitim، 1985)، كما أن هذه المناطق لا تخضع إلى أدنى شروط التنمية المستدامة مما يجعلها أكثر عرضة لخطر التصحر، وهذا ما يستدعي ضرورة الحرجة والتشجير للحفاظ عليها واستدامتها.

للأسف، في العديد من المناطق الجافة وخاصة تلك الواقعة في الصحراء، يعاني قطاع الموارد المائية فيها من تذبذب في منسوب المياه الجوفية والسطحية، بتدخل أسباب طبيعية كانت أو بشرية، والتي تعد ضمن سوء إدارة واستغلال الموارد الهيدرولوجية بطرق غير عقلانية وغير مدروسة، ومنها ما هو بسبب زيادة الطلب على هذا العنصر الحيوي باستمرار في حين أن هذا المورد محدود، وأحيانا غير متجدد، وقد أدى ظهور أنماط حياة جديدة وصناعات جديدة إلى استهلاك مفرط للمياه، فإن المشكلة تصبح أكثر تعقيدا عندما يتعلق الأمر بالبلدان التي تستهلك بشراصة لهذا المورد على النحو المتزايد خاصة في القطاع الزراعي والاقتصادي لضمان التنمية المستدامة بدون عقلانية (khechana، 2014). في العقود الأخيرة، ركز البحث على أنواع الأشجار سريعة النمو وتقنيات الزراعة التي تتكيف مع البيئات الجافة وشبه الجافة. هذا الذي دفع ببعض البلدان إلى إجراء تجارب، على مدى السنوات العشر الماضية، والتي كانت أكثر أو أقل نجاحا مع بعض أنواع الأشجار التي أظهرت نموا سريعا في

محاولة لتجنب استنزاف التربة وحمايتها مع الحفاظ أو حتى زيادة خصوبتها بالإضافة إلى توفير الخشب، أهمها أشجار الأوكالبتوس (Armitage، 1986).

تمثل الأوكالبتوس أشجار الغابات الأصلية في أستراليا وتم تسجيل أكثر من 700 نوع حتى الآن، يحتل هذا النوع مكانة هامة للغاية في زراعة الأشجار على نطاق عالمي بسبب سرعة نموها (عدة أمتار في السنة) وقدرتها العالية على التكيف وجودة خشبها ودورها في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للدول مما جعلها تنتشر خارج نطاقها الطبيعي إلى جميع أنحاء العالم وتمتد من المناطق الأكثر جفافاً إلى السواحل الرطبة كجنوب شرق آسيا والمحيط الهادي (Chennoufi وآخرون، 1980). وقدرت مساحة غابات الأوكالبتوس المزروعة بـ 0.7 مليون هكتار في عام 1955 وتزايدت مساحتها في عام 2009 إلى أكثر من 20 مليون هكتار في عام 2009 (Shi وآخرون، 2012).

في الغالب يتم إدخال أنواع الأوكالبتوس لتوفير منتجات مختلفة مثل خشب الوقود والأخشاب المنشورة ولب الورق والزيوت الأساسية بما في ذلك استصلاح الأراضي المتدهورة والمناطق المالحة وتصريف مياه المناطق المغمورة (Hazrat وآخرون، 2014)، إلا أن زراعتها على نطاق واسع في أجزاء كبيرة من العالم، أثار مخاوف بشأن الجوانب البيئية والاجتماعية وعلى وجه الخصوص الموارد الهيدرولوجية نظراً لخاصيتها في استهلاك كميات كبيرة من المياه الأمر الذي خلق مشكلة بيئية كبيرة. الهدف من هذا العمل هو تقصي الجدل المطروح حول مدى تأثير شجرة الأوكالبتوس على المصادر الهيدرولوجية سواء السطحية أو المياه الجوفية في مناطق مختلفة من العالم في مقابل القيمة الاقتصادية لها، ومدى تكيفها في الأوساط البيئية الجافة وقدرتها على تحمل الجفاف، حيث تطرقنا في دراستنا ومن خلال المحور الأول إلى تعريف بعض المفاهيم (المناطق الجافة، التصحر والجفاف)، كما تناولنا الخصائص الفيزيائية للمناطق الجافة كخصائص المناخ، جودة الهواء، البيئات الطبيعية، خصائص التربة، مصادر المياه والصرف والملوحة، وأيضاً الخصائص البيولوجية كالغطاء النباتي والحيوانات البرية، إضافة إلى خصائص البيئة الاجتماعية كالسكان واستخدامات الأراضي، كما تناولنا التنوع البيولوجي وأهميته في التنمية المستدامة في المناطق الجافة.

من خلال المحور الثاني تطرقنا إلى التعريف بتاريخ شجرة الأوكالبتوس، كما ذكرنا بعض العموميات حولها كالوصف النباتي لها، تصنيفها، الوصف المورفولوجي وطريقة تكاثرها، بالإضافة إلى توزيعها في أنحاء العالم، متطلباتها، الآفات والأمراض التي تصيبها، استعمالاتها المختلفة وآثارها البيئية والاجتماعية.

وفي آخر محور قمنا بدراسة عدة حالات لمناطق مختلفة من العالم، ونتائج تجربتها على زراعة أشجار الأوكالبتوس خاصة على الموارد الهيدرولوجية لها في مقابل فوائدها الاقتصادية من جهة، مع التركيز على دراسة حالة ولاية وادي سوف وإسقاط نتائج التجارب عليها من جهة أخرى، حيث ومن خلالها قمنا بتقديم المنطقة جغرافيا وإداريا، كما قدمنا دراسة مناخية وهيدرولوجية لها، بالإضافة إلى المعطيات الزراعية، كما تناولنا المشاكل المرتبطة بهيدرولوجيا المنطقة وتحديدًا ظاهرة تذبذب مستوى مياه الطبقة السطحية، حيث عرفنا تاريخ المشكلة، أسبابها، أثرها على المحيط والجهود المبذولة لمكافحتها والتي أهمها إنجاز مشروع الحزام الأخضر الغالب عليه أشجار الأوكالبتوس، بالإضافة إلى حالة أشجار المشروع وتطور المساحة الغابية والنتائج السلبية لأشجار الأوكالبتوس على مياه الطبقة السطحية للمنطقة.

المحور الأول

عموميات حول الجفاف

والمناطق الجافة

أولاً: بعض المفاهيم

1- تعريف المناطق الجافة

تعرف المناطق الجافة بندرة المياه وتتميز بالظواهر المناخية الموسمية الشديدة وهطول الأمطار غير المتوقع، ورغم جفافها النسبي، إلا أنها تحتوي على مجموعة مختلفة من التنوع البيولوجي، حيث يتكيف معظمها بشكل كبير مع بيئة الأراضي الجافة (Davies وآخرون، 2017). يتميز مناخ المناطق الجافة بأمطار قليلة غالباً وغير منتظمة، وفي بعض الأحيان جافاً جداً، كما يتميز بالنباتات العشبية أو المزروعة، ونادراً ما تكون مزروعة وموزعة بشكل غير منتظم، وتشكل غطاءاً فضفاضاً بشكل مفرط (Aubert، 1960).

وفق Mokhtari وآخرون (2013)، تعتبر المنطقة جافة عندما تتميز بنقص حاد في المياه المتاحة، مما يؤدي إلى إبطاء أو حتى منع نمو وتطور الغطاء النباتي ووجود الحياة الحيوانية، وبالتالي فإن البيئات المعرضة لمناخات جافة تتميز بندرة الغطاء النباتي بشكل عام والتي تتكيف بشكل جيد مع ندرة المياه وتتمثل في نباتات زيروفييل أو صحراوية.

2- مفهوم الجفاف

على الرغم من أهمية أعمال كل من De Martonne (1926)، Torntwaite، (1948)، Emberger؛ (1955)، Bagnouls وGaussen، (1957)، Dubief، (1963)، Vernemmen، (1969)، Le Houerou (1975) المكرسة والمخصصة لتحديد مفهوم الجفاف والتعريف به والذي بات غير معروف بعد، فمن الناحية النظرية يعني نقص كميات التساقط مقارنة بكمية النتح خلال فترة قصيرة أو طويلة من السنة (Halitim، 1985).

يمكن زيادة أو تخفيف الجفاف والذي في الأصل مناخي على حسب نوعية التربة وطريقة استغلال الإنسان لها، يتم تقييم هذا الجفاف المناخي بشكل عام عن طريق حساب المؤشرات التي تستخدم بشكل خاص على نطاق صغير، والتي تشمل متوسط هطول الأمطار سنوياً أو شهرياً في المنطقة حيث من الأفضل مراعاة كميات الأمطار الفعالة، التي تساهم في زيادة مخزون المياه بعد جفاف التربة على مستوى المنطقة (Pontanier وFloret، 1984).

يتميز الجفاف بنقص هطول الأمطار شبه الدائم المرتبط بالتشمس العالي ودرجات الحرارة المرتفعة أثناء النهار وانخفاض رطوبة الجو والتبخّر النتح مما يؤدي إلى عجز في المياه لمعظم فترات

العام، إنها ظاهرة مناخية هيكلية تحدث في كل من البيئات الجافة والرطبة (Mokhtari وآخرون، 2013).

3- مفهوم التصحر

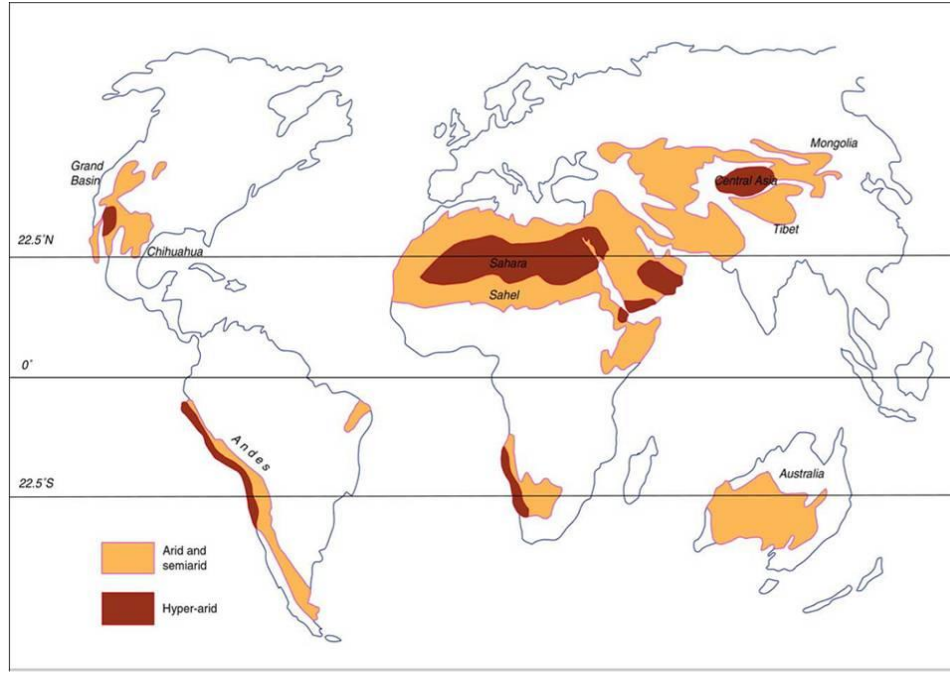
في عام 1977، عرف مؤتمر الأمم المتحدة التصحر من خلال اجتماع نيروبي، كينيا (Weicheng، 2003)، بهذا المفهوم: "التصحر هو انخفاض أو تدمير الإمكانات البيولوجية للتربة، ويمكن أن يؤدي في نهاية المطاف إلى تحول المنطقة "إلى صحراء".

على الرغم من التعاريف التي قدمها الجغرافيون، علماء التجمعات النباتية، وما إلى ذلك، فالتصحر هو استمرار آلية تحول المناطق إلى سهوب، حيث ينتج عن ذلك عدم تجديد لأنواع النباتية وزيادة اتساع البيئة الصحراوية. وبالمختصر، إذا كان تحول المنطقة إلى سهوب يمس الغطاء النباتي فإن التصحر على عكس ذلك يمس التربة (Haddouche وآخرون، 2009). التصحر هو عملية تدهور مستمر للتربة في المناطق الجافة وشبه الجافة والرطبة، والتي يرجع فيها السبب نسبيا للإنسان، فهو يؤثر بالتقليل من قدرة التجديد والقدرة الإنتاجية. وهذه الظاهرة لا تعكس اتجاهها إلا قليلا بعد اختفاء السبب ولا يمكن عكس مسارها بسهولة دون استثمار كبير (Weicheng، 2003).

ثانيا: التصنيف الحيوي للمناطق الجافة

وفقا للبرنامج الحكومي الدولي المعني بالإنسان والمحيط الحيوي التابع لليونسكو (MAB، 1979)، يستند تعيين حدود المناطق الجافة في العالم أساسا إلى مؤشرات الجفاف حيث تعتمد درجة الجفاف المناخي على الكميات النسبية من المياه التي يتم الحصول عليها أثناء هطول الأمطار وتضيع بسبب التبخر والنتح، يستقر الجفاف بعد انخفاض كميات الأمطار وزيادة في التبخر، ونتيجة لذلك استخدمت الصيغة التالية: P/ETP ، حيث يمثل (P) كمية الأمطار السنوية ويمثل (ETP) قدرة التبخر السنوية، لتصنيف المناطق الجافة وشبه الجافة في جميع أنحاء العالم. ولكن عموما وحسب Emberger (1955)، و Le Houerou (1975)، يتم تقسيم المنطقة الجافة إلى ثلاثة نطاقات على النحو التالي:

- نطاق شديد الجفاف مع تساقط للأمطار أقل من 100 ملم.
- نطاق جاف مع تساقط للأمطار بين 100 و 300-400 ملم.
- نطاق شبه الجاف مع تساقط للأمطار بين 300-400 ملم و 600 ملم.



المصدر: (Weicheng, 2003)

وثيقة (1-1): توضح توزيع المناطق شديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة في العالم

ثالثا: الخصائص الفيزيائية للمناطق الجافة

1- المناخ

تقع معظم المناطق الجافة أسفل مناطق الضغط العالي التي نادرا ما يخترقها نظام حمل المطر الأمامي، ونتيجة لذلك تعاني هذه المناطق من هطول كميات أمطار منخفضة ومتفرقة، ومتغيرة موسميا ومن سنة إلى أخرى، كما تتساقط الأمطار بشكل غير متكرر، في العواصف الرعدية المعزولة التي يمكن أن تسبب فيضانات في أنظمة الأنهار الجافة، يؤدي تقلب هذه الظواهر بشكل عام إلى فترات جفاف أو فترات تساقط للأمطار أقوى من متوسط هطول الأمطار لفترة طويلة، تتفاوت درجات الحرارة بشكل كبير يوميا وفصليا، فالسما الصافية والهواء الجاف يعززان الحرارة الشديدة للأرض، تنتشر هذه الحرارة في الغلاف الجوي بعد غروب الشمس حيث تنتج عن ذلك برودة شديدة في الليل تصل إلى درجة التجمد شتاء. تكون الكتل الهوائية مستقرة بشكل عام وغالبا ما تكون سرعة الرياح منخفضة مع الحرارة الموضعية للسطح المرتبطة بغياب الأشجار في البيئات المفتوحة، يمكن أن ينتج عنها محليا رياحا شديدة ودوامات غبار عالية السرعة (Gratzfeld, 2004).

1-1 خصائص المناخ الجاف وشبه الجاف

1-1-1 المناخ الجاف

يتم تحديد المناخ الجاف على سبيل المثال: Mc Ginnies وآخرون، (1968)؛ Fuchs، (1973)؛ Jones وآخرون، (1981)، وهو الذي من خلاله لا يمكن الحفاظ على المحاصيل العادية والمنتظمة دون اللجوء إلى السقي. يتميز المناخ الجاف بشكل عام بانخفاض كمية الأمطار المتساقطة والغير منتظمة والتي تختلف اختلافا كبيرا حسب الفترة الزمنية والمنطقة (الحد الأقصى للمتوسط 200 ملم في السنة) ويمكن أن تتسبب شدته في أوقات معينة في حدوث فيضانات خطيرة. يخضع الإشعاع الشمسي الساقط والذي يكون كثيفا في فصل الصيف، مثله مثل درجات الحرارة، لتغيرات سنوية وموسمية مهمة، كما تكون معدلات التبخر مرتفعة أيضا خاصة خلال فترة وجود النباتات، وتكون الرطوبة الجوية منخفضة بالقرب من البحر، كما يتميز المناخ الجاف بالرياح القوية وكذلك الزوايا الرملية والترابية المتكررة التي تجتاح مناطق هذا المناخ بشكل عام. تميل بعض هذه العوامل أحيانا إلى إلغاء بعضها البعض، وكمثال على ذلك ما يحدث في صحراء راجستان بالهند، حيث يحتوي الغلاف الجوي في أوقات معينة من السنة وخلال فترات طويلة، على كمية من الغبار تعترض جزءا من الإشعاع الشمسي وبالتالي تزيد من الرطوبة النسبية.

1-1-2 المناخ شبه الجافة

تعد خصائص المناخ شبه الجاف أكثر تنوعا من تلك الموجودة في المناطق الجافة، لكنه لا يعيق نمو النبات بنفس القدر. يعتبر Fuchs (1973)، جميع المناطق شبه الجافة التي تتميز بنقص تساقط الأمطار تتطلب المحاصيل الزراعية السقي خلال جزء معين من فترة نمو النباتات، حتى لو كان نوع المحاصيل مقاومة للجفاف، إلا أن مردودها يكون ضعيف ومحدود عند بعض الأنواع.

يمكن تصنيف العديد من المناخات في المنطقة شبه الجافة على هذا النحو:

مناخ السافانا المداري، والمناخ شبه الاستوائي للبحر الأبيض المتوسط، ومناخ السهوب، ومع ذلك تختلف اختلافا كبيرا من حيث درجة الحرارة وكمية تساقط الأمطار (والتي يمكن أن تصل في جميع الحالات إلى 750 ملم في السنة) وتوزيعها، فضلا عن دوراتها السنوية.

- مناخ السافانا: الذي يحتل معظم منطقة التقارب بين المداري، دافئ بدرجة كافية للسماح بنمو النبات على طول السنة مع أعلى درجات الحرارة التي تتزامن مع موسم نمو النبات.

● مناخ البحر الأبيض المتوسط: يتميز بشتاء معتدل محدد جيدا، وتساقط كميات معتبرة من الأمطار، من ناحية أخرى يكون الصيف حارا وجافا بشكل عام، كما يوجد هذا النوع من المناخ في المناطق الواقعة بين المنطقة الاستوائية والمنطقة المعتدلة في العالم، لذلك تمارس الزراعة غير المروية في الشتاء (على سبيل المثال القمح)، بينما تقتصر المحاصيل الصيفية على عدد صغير من الأنواع سريعة النمو أو على النباتات التي يغوص نظامها الجذري في عمق طبقات التربة الرطبة، إضافة إلى أنه من المستحيل التنبؤ بهطول الأمطار كما أن كمياتها السنوية متغيرة جدا.

■ مناخ السهوب: يتضمن عددا كبيرا من المتغيرات، وهو المناخ الذي يحتل أكبر مساحة في العالم، ويقع بين المناخ الجاف من ناحية، و مناخ السافانا ناحية أخرى، متوسطي أو شبه رطب معتدل، كما هو الحال في مناخ البحر الأبيض المتوسط والسافانا، ويوفر الإشعاع الشمسي ودرجات حرارة الصيف ظروفًا ملائمة للاستغلال العالي الإنتاجية.

2-1- مؤشرات المناخ الحيوي والجفاف

مؤشرات الجفاف (AI) هي مؤشرات كمية لدرجة ندرة المياه في منطقة معينة، ومعظمها عبارة عن علاقات ونسب بسيطة مائية حرارية تعتمد على متوسط كميات تساقط الأمطار ودرجة الحرارة. أشهرها:

Capot-Rey، (1950) Dubief، (1948) Thornthwaite، (1931) Emberger، (1926) DeMartonne (1951)، (1953) Birot، (1952) Gaussen و Bagnouls، تشير مؤشرات أخرى إلى الطلب التبخيري للغلاف الجوي Pontanier و Floret، (1984)؛ UNEP، (1997)، يتم حساب هذه المؤشرات بشكل عام سنويا (شهريا في بعض الأحيان)، ويمكن استخدامها بشكل أساسي على نطاق صغير ومتوسط.

بالاعتماد على درجة العجز المائي، يمكن التمييز بين عدة درجات من الجفاف ويتم تحديدها من خلال أنواع مؤشر الجفاف التقليدية التي تنطبق على تقسيم المناطق المناخية، غالبا وبشكل عام يمكن التمييز بين ثلاث درجات على الأقل في الجفاف وهي: شديدة الجفاف أو الصحراوية، وجافة وشبه جافة، ولكن حتى يومنا هذا، لا يوجد اتفاق عالمي على الحدود الدقيقة بين أنواع الجفاف مثل شبه الرطبة وشبه الجافة والجافة والصحراء (Mokhtari وآخرون، 2013).

معظم المؤشرات والمعايير المناخية المستخدمة على مدى الثلاثين عاما الماضية، تهدف إلى توضيح فكرة الجفاف، والإشارة إلى كمية الأمطار المتساقطة، ودرجات الحرارة القصوى، وأيضا في كثير من الأحيان إلى الطلب التبخيري للغلاف الجوي Floret و Pontanier (1984)، ومن بين الأكثر استخداما:

1-2-1- مؤشر EMBERGER للطابق المناخي

من بين المؤشرات المناخية الحيوية المستخدمة تقليديا في شمال إفريقيا وأماكن أخرى من البحر الأبيض المتوسط Emberger (1931): Gaussen (1954): Daget (1977): Quezel (1979)، يمكننا تمييز مؤشر أومبرجي Emberger للطابق المناخي (المناخ الحيوي)، والذي يأخذ بعين الاعتبار كمية الأمطار السنوية، ومتوسط الحد الأقصى لدرجة الحرارة في الشهر الأكثر حرارة (M بالدرجة المئوية) ومتوسط درجة الحرارة الدنيا لأبرد شهر (m بالدرجة المئوية) (Emberger، 1955)، يتم إعطاء هذا المؤشر من خلال الصيغة:

$$Q2 = \frac{2000 \cdot P}{(M + m + 546,4) \cdot (M - m)}$$

حيث:

- P: تساقط الأمطار السنوية بملم.
- M: درجة الحرارة العظمى لأسخن شهر في السنة بالدرجة المئوية (يوليو).
- m: درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر بالدرجة المئوية (يناير).

هذا الحاصل مناسب بشكل خاص لمناطق البحر الأبيض المتوسط.

عمل أومبرجي على تقسيم المناطق المناخية إلى أقاليم مميزة عن طريق تزايد الجفاف من أعلى إلى أسفل، هذه هي "المستويات المناخية"، وفيما يلي مستويات الغطاء النباتي حسب المناخي الحيوي:

- مستوى صحراوي.
- مستوى جاف.
- مستوى شبه جاف.
- مستوى شبه رطب.
- مستوى رطب.
- مستوى عالي الرطوبة.

2-2-1- مؤشر الجفاف لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)

مؤشر الجفاف حسب UNEP (1997)، هو مؤشر لدرجة جفاف المناخ في موقع معين بالنسبة للطلب التبخيري للغلاف الجوي ويتم تعريفه على النحو التالي:

$$AI = P/ETP$$

حيث:

■ P: متوسط تساقط الأمطار السنوي بالمليمتر.

■ ETP: متوسط التبخر والنتح السنوي المحتمل بالمليمتر.

يستخدم هذا المؤشر على نطاق واسع لتقييم جودة المناخ ويعكس العجز السنوي بين كمية تساقط الأمطار المتلقاة (P) مقارنة بالطلب التبخيري للغلاف الجوي (ETP)، مما يعني أنه كلما انخفض المؤشر أكثر زادت نسبة الجفاف أكثر ويسمح بتصنيف المناخ من شديد الجفاف إلى رطب وفقا للقيم التالية:

■ مناخ شديد الجفاف: $I > 0.05$

■ مناخ جاف: $0.05 < I < 0.20$

■ مناخ شبه جاف: $0.21 < I < 0.50$

■ مناخ جاف شبه رطب: $0.51 < I < 0.65$

■ مناخ شبه رطب ورطب: $I < 0.65$

3-2-1- مؤشر De MARTONNE

عرف مؤشر الجفاف السنوي لـ De Martonne (1926)، على النحو التالي:

$$I = P/T + 10$$

حيث:

■ T: متوسط درجة الحرارة السنوية بالدرجة المئوية.

■ P: متوسط تساقط الأمطار السنوي بالمليمتر.

يمكن أيضا حساب هذا المؤشر، شهريا ويعطي مؤشرا على درجة الجفاف مقارنة بمتوسط الطلب التبخيري للغلاف الجوي المقارب بواسطة درجة الحرارة.

يزداد الجفاف مع انخفاض قيمة المؤشر على المستوى العالمي، اقترح De Martonne ستة أنواع رئيسية من المناخات الكبرى تتراوح من المناطق الصحراوية أو شديدة الجفاف ($5 > I$) إلى المناطق الرطبة ذات الغابات غالباً ($40 > I$)، حيث تتميز المناطق شديدة الجفاف بأمطار استثنائية.

4-2-1 مؤشر BAGNOULS و GAUSSEN

يعكس مؤشر Ombrothermal تأثير الإجهاد المائي على تطور الغطاء النباتي وتكوين الكتلة الحيوية Bagnouls و Gausse (1953)، ويعبر عن مدة وشدة موسم الجفاف. يتم استخدامه لتحديد الظواهر المتعلقة بالجفاف (المشار إليها بقيم BGI الإيجابية) ولتقييم المناطق الحساسة للتصحّر في منطقة البحر الأبيض المتوسط Kosmas وآخرون (1999)، وهي تعرف على النحو التالي:

$$BGI = \sum_{i=1}^{12} (2T_i - P_i) \cdot K_i$$

حيث:

■ T_i : متوسط درجة الحرارة للشهر i بالدرجة المئوية.

■ P_i : متوسط هطول الأمطار للشهر i بالمليمتر.

■ K_i : نسبة الشهر التي يتم خلالها $P_i < T_i$.

وبالتالي يعرف بأنه شهر جاف أو قليل الأمطار أي شهر تكون فيه نسبة بين تساقط الأمطار ومتوسط درجة حرارة الشهر أقل من شهرين، أي أنه عندما تكون خسائر المياه (الناجمة عن درجة حرارة عالية جداً) أكبر من كمية الأمطار المتساقطة، وعلى العكس من ذلك عندما يكون $T_2 < P$ يعتبر الشهر رطباً، كما حدد بعض المؤلفين أن الشهر يكون جافاً لما يكون $T_3 > P$ أو $T_4 > P$ وهذا على مستوى منطقة البحر الأبيض المتوسط (Piedallu و Lebourgeois، 2005).

التكامل في هذا المؤشر يكون بين عاملين ذات طبيعة مختلفة عن طريق معامل الضرب 2 بحقيقة أن قيمة T_2 مماثلة للطلب التبخيري للغلاف الجوي (ETP) (Daget، 1977). وباختصار يعكس مؤشر الجفاف BAGNOULS و GAUSSEN مجموع العجز الشهري المصحح لتركيزها (جزء لا يتجزأ من منحني $T-P_2$ المصحح للتركيز الشهري).

3-1 مؤشرات القارة

يتم استخدام نوعين من المؤشرات القارية هما: المؤشرات القارية لتساقط الأمطار والمؤشرات القارية الحرارية.

1-3-1- المؤشرات القارية ANGOT لتساقط الأمطار

يتميز التساقط القاري وخاصة مناخ البحر الأبيض المتوسط بتركيز موسمي لهطول الأمطار، حيث يقيس مؤشر Angot (1906)، التركيز الموسمي لهطول الأمطار عن طريق مؤشر C والذي يمثل النسبة بين كمية هطول الأمطار في الأشهر الستة الأكثر حرارة وكمية هطول الأمطار في الأشهر الستة الأكثر برودة.

$$C = \frac{P_{6 \text{ mois + chauds}}}{P_{6 \text{ mois + froids}}}$$

1-2-3- المؤشرات القارية الحرارية

علما أن متوسط السعة الحرارية السنوية يزداد مع زيادة المسافة عن البحر، فقد أنشأ Gorczinski سنة 1920 مؤشر k'، الذي يأخذ هذه السعة في الاعتبار كدالة لخط العرض، في وقت الذي إعتبر أن تأثير الارتفاع مثل تأثير خط العرض، والذي يترجم بواسطة انخفاض الشدة الحرارية Ozenda (1955)، اقترح Daget (1977)، وصف للحرارة القارية لمناخ البحر الأبيض المتوسط من خلال مؤشر Gorczinski المعدل k' الذي يدمج الارتفاع باستخدام الصيغة التالية:

$$K' = \frac{17.A}{\sin(p + 10 + 9.h)} - 14$$

حيث:

- A: السعة الحرارية السنوية المتوسطة بالدرجة المئوية.
- P: خط العرض بالدرجة.
- h: الارتفاع بالكيلومترات.

يتراوح هذا العامل بين 0 إلى 100 ويمكن التعبير عنه بالنسبة المئوية (%). يقيس تغيرات الحرارة القارية بالنسبة إلى موضع خط العرض المصحح لارتفاع نقطة وكذلك يحدد شدة برودة الشتاء وحرارة الصيف.

سمح الجمع بين مؤشري القارة لـ Daget برسم الحدود بين الأنواع المختلفة للمناخات على نفس المعلم البياني، بدءا من المناخات البحرية مع اختلافات صغيرة وضعيفة جد القيم C و K' حتى المناخات النموذجية القارية والتي تكون فيها المعاملات C و K' عالية جدا.

2- جودة الهواء

في المناطق الجافة وشبه الجافة، تختلف جودة الهواء من نقي إلى محمل بالغبار، حيث تأتي كميات كبيرة منه من تغير يصيب الصخور بسبب بتأثير المناخ وتآكل التربة وحت الرياح، كما يمكن للغبار والرمل أيضا أن يأتيا من الرواسب والمناطق الجافة المزروعة التي جرفت بها الرياح. وهذه الأخيرة يمكنها حمل الجسيمات ونقلها لمسافات طويلة، مما يتسبب في حدوث عواصف رملية أو دوامات غبار لمدة قصيرة (Gratzfeld, 2004).

3- المناظر (البيئات) الطبيعية

وفقا لـ Gratzfeld (2004)، في البيئات الجافة هناك مجموعة واسعة من المناظر الطبيعية المذهلة كالجبال، والتضاريس المجدولة، التلال، الحمادات، الأنهار، الدلتا، الوديان، أحواض الأنهار الجافة، الكثبان الرملية والبحار، مساحات رملية، أرصفة، مساحات صحراوية ورواسب بركانية حديثة. هذه الميزات مهمة في المناظر الطبيعية التي لا توجد بها أشجار بشكل عام، وبيولوجيا كبيئات صغرى. تعيد تضاريس المناطق الجافة توزيع الموارد المائية، مما يسمح للنباتات والأشجار بالنمو في المناطق القريبة من الوديان وبالقرب من مصادر المياه الجوفية الدائمة، وفي المناطق التي ترتفع فيها معدلات تساقط الأمطار قليلا، قد تغلب عليها بيئات المروج والسافانا.

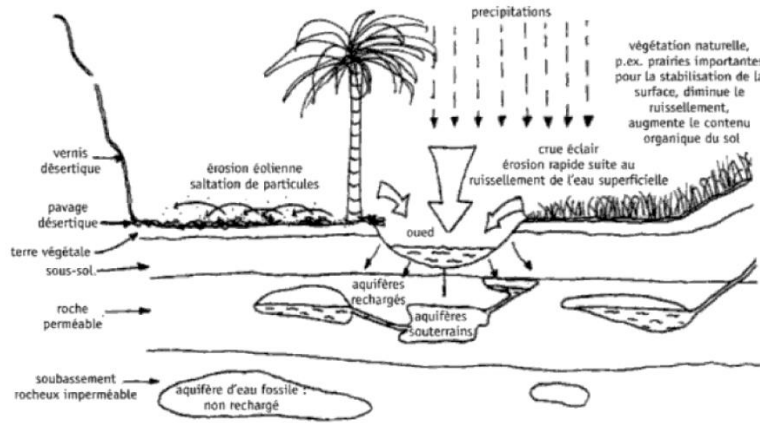
4- التربة

تحتوي المناطق شبه الجافة على تربة أكثر تطورا من المناطق الجافة، ويتميز الغطاء النباتي بوجود الأعشاب عندما تكون الرطوبة عالية كما هو الحال في السافانا، حيث تكون التربة قابلة للرشح أكثر، خاصة على مستوى الطبقتين A و B، وطبقة الحجر الجيري داخل عمق كبير إن وجدت، وتظهر التشققات بشكل متكرر في التربة الجافة ذات القوام الناعم كما تتحسن بنية التربة بانخفاض الجفاف، حيث أنها في أحواض الفيضانات والمنخفضات تكون متطورة نسبيا، بالإضافة إلى ذلك غالبا ما تتميز المنخفضات ضعيفة التصريف بالتربة القلوية. في المناطق التي يكون فيها تناوب المواسم الجافة والرطوبة أكثر وضوحا، يميل التكون بشكل عام إلى أن يكون أكثر وضوحا وتفصيلا عندما لا يحدث تصريف طبيعي كما هو الحال في مرتفعات وادي السند في باكستان، بسبب وجود سلسلة من التلال تحت الأرض، أو عندما تكون طرق الري المختارة غير فعالة، يمكن أن تصبح الرواسب الطينية أو السهول الطينية مالحة أو قلوية حسب Armitage (1986)، كما تشكل البنية الجيولوجية للعديد من المناطق الجافة أحواض تصريف داخلية كبيرة بدون تدفق طبيعي.

يؤدي التبخر إلى تراكم الأملاح في التربة والتي إذا لم يتم ذوبانها بواسطة مياه الأمطار وإعادة توزيعها، تتسبب في ارتفاع ملوحة التربة (Gratzfeld, 2004).

5- مصادر المياه

في المناطق الجافة تمثل المياه الجوفية المحلية عموماً مصدر لري المناطق الصغيرة نسبياً (Fuchs, 1973). يعتمد تجديد المياه الجوفية بشكل كبير على حجم وكثافة ومدة هطول الأمطار، فضلاً عن تضاريس وطبيعة التربة السطحية، والتي لها تأثير على الجريان السطحي. في المناطق الجافة، تكون عوامل الجريان السطحي وتدفق الأنهار وكمية المياه الجوفية ودرجة رطوبة التربة أكثر تنوعاً وأقل قابلية للتنبؤ عنها مقارنة بالمناطق المعتدلة. وذلك راجع إلى أن جزءاً كبيراً من كمية الأمطار المتساقطة مصيرها التبخر، يتم تجديد المياه الجوفية محلياً فقط عن طريق تسرب مياه الفيضانات المتفرقة، هذا هو السبب في أن منسوب المياه العذبة الحديثة يتشكل في المناطق الصحراوية نسبياً حول المجاري المائية، أين تكون نسبة ترسب الطمي عالية جداً، بينما تحتوي طبقات المياه الجوفية الإقليمية عموماً على كمية كبيرة من المياه المعتدلة الملوحة القديمة، ربما تعود إلى أكثر من 10000 سنة حسب Simpson (1968)، Buras (1973)، Mandel (1973)، في المناطق القاحلة غالباً ما يتم استخراج المياه الجوفية بمعدل لا يسمح بتجديدها.



وثيقة (2-1): توضيح الآليات الطبيعية في المناطق الجافة وشبه الجافة

من المهم توضيح نوعين من مصادر المياه الموجودة في المناطق الجافة:

- الفئة الأولى: تتمثل في مصادر كبيرة دائمة تشكل طبقات المياه الجوفية التي تحتوي على كربونات الكالسيوم الناتجة من خلال القنوات المتشكلة عن طريق الذوبان في المياه التي

تحتوي على ثاني أكسيد الكربون المذاب ومن التكوين التدريجي لقنوات التدفق التي تنقل المياه إلى منفذ مشترك، وتتبع قنوات التحلل التصدعات الناتجة عن النشاط التكتوني (Jones وآخرون 1981).

■ الفئة الثانية: تتمثل في المستنقعات المالحة النموذجية للمناطق الصحراوية، حيث يتم تغذيتها بواسطة طبقات المياه الجوفية التي تتبخر مياهها بمجرد ظهورها على السطح. في وسط المستنقع توجد منطقة قاحلة مغطاة بالملح ومحاطة بالنباتات المحبة للملح.

غالبا ما تزرع أشجار النخيل على حافة هذه المستنقعات، هذا هو أصل الواحات. من الممكن الحصول على مياه ذات جودة مرضية عن طريق الحفر لمسافة معينة من المصدر، حيث تكون نسبة الملوحة أقل منها على السطح (Mandel، 1973).

في جميع أنحاء آسيا وأفريقيا، تسبب الإنسان في اضطرابات لنشاط مصادر المياه الطبيعية لفترة طويلة، وذلك عن طريق حفر آبار للحصول على المياه، ولا سيما في الجزائر حيث في بعض الأحيان يتم حفر آبار ليست بالعمق الكبير للوصول إلى رواسب غير نفوذة، تقع على عمق ضحل (Jones وآخرون، 1981).

وفق Gratzfeld (2004)، فإن توزيع المياه الجوفية غير منتظم وغالبا ما يكون عميقا جدا، كما يدخل جزء صغير فقط من المياه الجوفية في الدورة الهيدرولوجية أو يعاد شحنه محليا، إضافة إلى أن بعض طبقات المياه الجوفية موجودة في أنظمة مغلقة، مما يجعلها غير قابلة للتجديد بعد استهلاكها أو تجفيفها.

عادة ما يتم إعادة شحن الأنظمة المفتوحة عن طريق المياه من المناطق التي ترتفع فيها معدلات تساقط الأمطار، أو عبر الأنهار أو القنوات أو عن طريق تداول المياه الجوفية. تحتوي بعض طبقات المياه الجوفية العميقة على مياه أحفورية نشأت منذ آلاف السنين في ظل ظروف مناخية أكثر رطوبة، تكون أحيانا ذات نوعية جيدة جدا (وثيقة 1-2). تختلف جودة المياه الجوفية الضحلة من عذبة إلى مالحة حسب طبيعة القاعدة الصخرية؛ قد تحتوي على جزيئات كيميائية مذابة أو معلقة. المياه الجوفية في البيئات الجافة غير مناسبة في بعض الأحيان للاستهلاك البشري أو الزراعي، ولكن لا يزال من الممكن استخدامها في عمليات التعدين.

6- الصرف والملوحة

في العديد من البلدان المعتدلة كالمناطق الجافة في حوض البحر الأبيض المتوسط وفي المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، تعرف مشاكل ملوحة التربة ومياه الري شيوعا كبيرا، بسبب

التأثير المباشر وغير المباشر للمناخ، فالمشكلة أكثر خطورة وانتشارا في المناطق الجافة وشبه الجافة. وحسب Yaron (1973)، حوالي الثلث من 200 مليون هكتار من الأراضي المسقية في العالم تتأثر بالملوحة. طبيعياً أن كل التربة تحتوي على كمية أكبر أو أقل الأملاح القابلة للذوبان، إلا أنه لا يمكن أن نحدد أضرارها إلا إذا فاقت قدرة تحمل النباتات لها.

يعد تمعدن موارد المياه وخاصة المياه الجوفية، مشكلة عالمية في المناطق الجافة، حيث تتمثل أسبابه في تبخر المياه السطحية والمياه الجوفية الضحلة والمياه المالحة الأحفورية التي خلفتها البحيرات والبحيرات الداخلية القديمة، الأملاح الأحفورية المترسبة على شكل رواسب بحرية في شكل حبيبات صغيرة تترسب الأملاح في شكل نثار جاف والتلوث المباشر من البحر، خاصة في حالة المصادر قليلة الملوحة القادمة من تكوينات الحجر الجيري (Mandel، 1973)؛ (Elgabaly، 1971).

وفق Simpson (1968)، فإنه في العديد من الأماكن في مناطق البحر الأبيض المتوسط القريبة من البحر وكذلك في طبقات المياه الجوفية الواقعة بالقرب من ساحل الإمارات العربية المتحدة، غالباً ما تكون مياهها الجوفية شديدة الملوحة كما أن 50% من الأراضي الصحراوية في أستراليا تقع فوق بقع الماء المالح.

رابعاً: الخصائص البيولوجية للمناطق الجافة

1. الغطاء النباتي المميز للمناطق الجافة

تكون النباتات في المناطق الجافة متباعدة عادة وعموما تتميز ببنيتها الخاصة شكلياً وفسولوجياً، وهذا فقط في أماكن محددة وملائمة بنية الأوراق ووظيفة xeromorphic (وهي خاصية تكيف الهيكل للنبات في حالة الإجهاد المائي لتساعده على تخزين المياه ومقاومة الجفاف)، والتحكم البيولوجي في النقل والتمثيل الغذائي، وتطوير الأعضاء المسؤولة على الاحتفاظ بالرطوبة والعناصر الغذائية، وكذلك الأعضاء الخارجية الشائكة أو ذات بنية خشنة، وكذلك طبيعة الاختفاء السريع لبعض الأنواع السنوية الشائعة في هذه المناطق التي تمثل موضوع لعدة دراسات. مع انخفاض الجفاف تصبح الظروف أكثر ملائمة لنمو النبات فنلاحظ تراجع ظاهرة التخصص (Gindel، 1964، 1971، 1973 و McGinnies، 1968).

بالنظر إلى الارتباط الوثيق بين تخصص أشكال النبات والجفاف، يمكن للمرء وبشكل عام، أن يحصل على ملاحظة بسيطة لنوع الغطاء النباتي المميز لمنطقة معينة، حيث يعطي عدة مؤشرات مفيدة حول الظروف البيئية الموجودة، وعلى سبيل المثال: في الشرق الأوسط وعلى مستوى سهل

السند، كان وجود *Prosopis cineraria* و *Capparis aphylla* كأنواع سائدة، يدل على أن التربة ليست شديدة الملوحة ومناسبة للزراعة المسقية. من ناحية أخرى فإن *Salvadora persica* و *Salvadora oleoides* من بين عدة أنواع التي تمثل مؤشر للتربة شديدة الفقر والملوحة وغير صالحة للزراعة دون تدابير علاجية مسبقة، كذلك *Tamarix articulata* و *Tamarix dioica* بالإضافة إلى أنواع *Sueda* والتي تعتبر كمؤشر للتربة الفقيرة والغنية بالحجر الجيري.

تجدر الإشارة إلى أن المناطق الجافة وشبه الجافة تعاني من ندرة الأمطار مما قلل من تواجد الأنواع التي يمكن أن توفر الغذاء للسكان المحليين رغم أن أوراق وأزهار البعض منها يمكن أن تحتوي على مكملات غذائية هامة. بالرغم من القوة والمقاومة التي يتميز بها الغطاء النباتي في المناطق الجافة، إلا أنه عندما يكون تساقط الأمطار بكميات قليلة وغير منتظمة، تكون هذه النباتات في توازن غير مستقر نسبياً مع البيئة المحيطة بها. في هذه المناطق الهشة يكون الغطاء النباتي والتربة السطحية عرضة للتدهور والتعرية السريعة كما أن تجديد ونمو الغطاء النباتي وخاصة الأشجار، عادة ما تكون ظاهرة بطيئة، حتى في المناطق غير المضطربة، ومع ذلك فقد تم بسهولة إثبات أن التربة ذات سمك كاف دون مشاكل الملوحة والقلوية والمروية وتحت درجة الحرارة وشدة الإضاءة الملائمة بشكل طبيعي، تكون لها قدرة إنتاجية كبيرة في المناطق الجافة (Armitage, 1986).

2. الحيوانات البرية

إن على حيوانات المناطق الجافة التكيف ومواجهة الظروف المناخية المختلفة، حيث أنها تكيفت من الناحية الفسيولوجية والسلوكية مع ندرة الغذاء وتوزعه المكاني بالإضافة إلى تكيفها مع الظروف الصعبة التنبؤ، والتغيرات الشديدة في درجات الحرارة أثناء النهار، وتشمل هذه التكيفات "السلوك الليلي"، حيث تتجنب العديد من الحيوانات الحرارة الشديدة وخطر الجفاف أثناء النهار ولا تخرج إلا لتتغذى ليلاً، والدفن في البيئات الجافة، حيث نسبة كبيرة منها تعيش حياتها البرية تحت الأرض، بالإضافة إلى استقلالها عن الماء حيث يمكن لبعض الأنواع أن تعيش عدة أشهر دون شرب، لأنها تحافظ على الرطوبة الضرورية لبقائها عن طريق امتصاصها لقطرات الندى واستهلاك النباتات المخزنة للماء، وأخيراً التنقل، حيث يمكن لبعض الحيوانات التنقل لبضعة كيلومترات بهدف الاستفادة من نمو النبات الناتج عن هطول الأمطار في مناطق مختلفة، ونتيجة لذلك يمكن أن تتغير أعداد الحيوانات بشكل كبير من سنة إلى أخرى.

غالبا ما تمثل المناطق الرطبة في المناطق الجافة وشبه الجافة بيئات مهمة جدا للتنوع البيولوجي الحيواني، فهي لا تحافظ فقط على الحيوانات المائية المتكيفة مع الظروف غير الملائمة (التجفيف الدوري)، بل وتمثل مكانا ملائما للطيور المهاجرة (Gratzfeld، 2004).

خامسا: خصائص البيئة الاجتماعية

1- السكان

يظهر تنوع السكان في اختلاف الأعراق والمجموعات المستغلة التي تقطن في المناطق الجافة، السكان الأصليون مثل الصيادين والمزارعين والبدو الرحل والرعاة شبه الرحل الذين يمارسون الانتجاع، ومزارعي المستثمرات الصغيرة وسكان المدن في المجتمع الصناعي الحديث، حيث عموما وبسبب ندرة المياه وصعوبات الزراعة، يميل السكان في المناطق الجافة إلى العيش في مجموعات صغيرة متفرقة عن بعضها البعض حول مصادر المياه، فبذلك يحدد الماء بشكل عام حجم التجمعات البشرية ويزيد عدد سكان المناطق الجافة وشبه الجافة، مثل تلك الموجودة في جميع المناطق الأخرى (Gratzfeld، 2004).

2. استخدامات الأراضي

حسب Gratzfeld (2004)، تتميز المناطق الشمالية الجافة وشبه الجافة بالمراعي المتناثرة والأراضي الصالحة للزراعة، ومع ذلك غالبا ما تكون أنظمة الحيازة التقليدية وحقوق الانتفاع معقدة ومتشابكة ووظيفية.

جدول (1-1): يوضح أنواع الغطاء النباتي واستخدامات الأراضي وفقا لمناطق الجفاف المختلفة

المنطقة	الغطاء النباتي	استخدامات الأرض
شديد الجفاف (صحراوي)	عرضي	محدودة جدا
جاف	الشجيرات والشجيرات الخشبية، العصارية، بعض الحشائش المعمرة والعديد من الحشائش السنوية	الرعي
شبه جاف	مروج، شجيرات إستوائية وبعض السافانا	مراعي وزراعة مطرية
شبه رطب جاف	مروج، مناطق مشجرة، السافانا، أدغال وسهوب	تربية الماشية والرعي، الانتاج الحيواني المكثف، الزراعة المطرية والمروية والحراثة

سادسا: التنوع البيولوجي في المناطق الجافة

تحتوي المناطق الجافة على تنوع بيولوجي كبير، فهي تشمل مناطق البحر الأبيض المتوسط مثل حوض البحر الأبيض المتوسط أو "المنطقة الزهرية" في جنوب إفريقيا، وكذلك الصحاري الجافة مثل صحراء "جوبي" في منغوليا و"الصحراء الساخنة" حيث يكون للمناخ وموقع خط العرض تأثير كبير على التنوع البيولوجي في المنطقة.

يتأثر التنوع في المناطق الجافة أيضا بالارتفاع الذي يختلف من المناطق المنخفضة مثل منخفض "داناكيل" في إثيوبيا إلى المناطق الجافة الشديدة الارتفاع في البلدان كأفغانستان وبوليفيا، حيث تتميز أنظمة هذه المناطق بمجموعة أكبر من النباتات والحيوانات التي تطورت واستعمرت بيئاتها الخاصة (Davies وآخرون، 2017).

في المناطق الجافة تلعب ندرة المياه دورا رئيسيا في تحديد التنوع البيولوجي، ومع ذلك فإن الاختلافات في التضاريس والجيولوجيا ونوع التربة وجودتها والموارد الأخرى هي أيضا عوامل مهمة في هذه العملية، تشمل الدوافع الأخرى للتنوع البيولوجي في المناطق الجافة أنماط تساقط الأمطار الموسمية، والحرائق، وضغط الحيوانات العشبية، والتأثيرات من الإدارة البشرية على مدى قرون من الزمن، وفي بعض الحالات آلاف السنين، ونتيجة لكل هذه العوامل فإن المناطق الجافة تحتوي على مجموعة متنوعة من البيئات التي تحدد توزيع الكائنات الحية (Bonkougou، 2003).

1- أهمية التنوع البيولوجي في التنمية المستدامة للمناطق الجافة

يعد التنوع البيولوجي في المناطق الجافة أمرا محوريا للتنمية المستدامة، فهو مصدر رزق للعديد من الفقراء حول العالم، فقد تكون أهمية التنوع البيولوجي للحد من الفقر وللتنمية الاقتصادية في المناطق الجافة أكبر منها في المناطق الإحيائية الأخرى (Smith وآخرون، 2010).

كما أن التنوع البيولوجي للأراضي الجافة له أهمية اقتصادية عالمية، لأنه يوفر عددا كبيرا من المنتجات عالية القيمة التي يمكن العثور عليها في منافذ السوق المهمة (مثل الصمغ وبعض النباتات الطبية والأخشاب)، بالإضافة إلى ذلك يأتي ما لا يقل عن 30% من النباتات المزروعة وعدد كبير من سلالات الماشية في جميع أنحاء العالم من المناطق الجافة وتشكل مستودعا وراثيا مهما يبدو بشكل متزايد أنه ضروري للتكيف مع التغيرات المناخية (Safriel وآخرون، 2005).

وفقا لـ Davies وآخرون (2017)، تكيفت الأنواع مع عوامل دافعة مختلفة بعدة طرق لافته للنظر، حيث فضلت الأنواع التي تكمل دورة إنتاجها في فترة قصيرة باختيار المواسم قصيرة الأمطار كما

سمحت فترات الجفاف المطول باختيار مجموعة من الآليات المتنوعة على مستوى الكائن الحي، بما في ذلك القدرة على الهروب وتجنب ومقاومة وتحمل الجفاف.

تكون ثروة الأنواع في المناطق الجافة أقل عموماً من ثروة الغابات الاستوائية وهذا داخل الأنواع في حين أنه ينظر إلى تنوع الأنواع على أنه أكبر بسبب تنوع البيئات وعزلة الأنواع (Redford وآخرون، 1990).

المحور الثاني

عموميات حول شجرة

الأوكاليبتوس

أولا - تاريخ شجرة الأوكالبتوس

تمت ملاحظة ووصف بعض أنواع الأشجار "الأوكالبتوس" بين نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن الثامن عشر بواسطة الملاحين البرتغاليين والإسبان والهولنديين والإنجليز الذين غامروا بدخول الجزر الشرقية من الأرخبيل الإندونيسي وسواحل النصف الغربي من القارة الأسترالية، لكن مصطلح "الأوكالبتوس" لم يستخدم في ذلك العصر (FAO، 1982). ولكن بعد رحلاتهم المتكررة للمنطقة أبدى الإنجليز والفرنسيون اهتمام كبير للأوكالبتوس، بعد أن كان على متن سفنهم علماء الطبيعة والنبات المسؤولين عن جلب ودراسة النباتات المحلية للبلدان البعيدة، هكذا كان بيلارديار من أوائل علماء الطبيعة الذين ابتكروا الأعشاب التي صادرها الإنجليز خلال بعثاتهم الاستكشافية (Elbaraka، 2019).

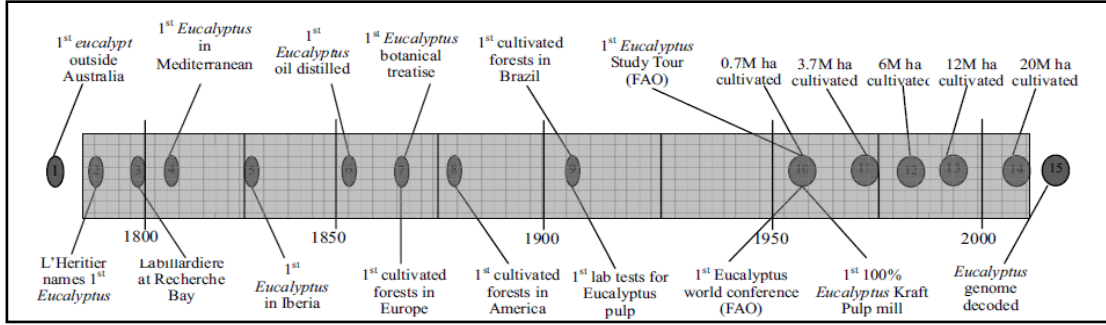
الأوكالبتوس أشجار كبيرة جدا، تشكل جزءا من عائلة Myrtaceae وهي تمثل أشجار الغابات الأصلية في أستراليا وتم تسجيل أكثر من 700 نوع حتى الآن. من هذه الأنواع عدد كبير موطنها جزيرة تسمانيا والجزيرة الرئيسية في أستراليا، وهناك عدد قليل فقط من الأنواع التي نشأت في دول أخرى مثل إندونيسيا (Zrira وآخرون، 1994) وغينيا الجديدة (Erau، 2019).

تم استخدام مصطلح الأوكالبتوس لأول مرة في عام 1777 من قبل عالم النبات الفرنسي تشارلز لويس دي بروتيل الذي صاغ هذا الاسم من الكلمة اليونانية "eu" والتي تعني "جيد" و"calyptos" التي تعني "مغطاة" إشارة إلى الغطاء الخشبي الموجود على ثمرة الأوكالبتوس (الكبسولات)، وهي الخاصية المشتركة بين جميع أشجار الأوكالبتوس (Koziol، 2015).

تنتشر شجرة الأوكالبتوس حاليا في جميع أنحاء العالم وتحمل أسماء عديدة تميز كل منطقة، من بين الأسماء الشائعة: الكاليتوس، الكافور و الكينا، لتمتد من المناطق الأكثر جفافا (شبه صحراوية) إلى السواحل الرطبة، فهي قادرة على مقاومة البرد والنمو على التربة الجافة أو الصخرية أو الحجر الجيري أو الرطب أو الطيني، سواء كانت التربة مالحة أم لا، وبالقرب من البحر أو بعيدا عنه (Zrira وآخرون، 1994).

في السنوات الأخيرة، نما استخدام الأوكالبتوس بشكل ملحوظ في جميع مناطق العالم فقد قدرت مساحة غابات الأوكالبتوس المزروعة 0.7 مليون هكتار في عام 1955، و 4 ملايين هكتار في عام 1979، و 16 مليون هكتار في عام 2005، وأكثر من 20 مليون هكتار في عام 2009 (Shi وآخرون، 2012).

ولقدرة بعض الأنواع من جنس الأوكالبتوس على إنتاج الأخشاب بوفرة مع ملائمتها لكافة الاستخدامات الريفية والصناعية في كل المناخات، حيث لا تتوفر لديها دائما ما يكفي من المياه لنموها قد ساهم في انتشار هذا النوع في العديد من المناطق الحارة (Erau، 2019).



المصدر: (Shi وآخرون، 2012)

وثيقة (1-2): توضح الجدول الزمني لزراعة شجرة الأوكالبتوس

ثانيا- عموميات حول شجرة الأوكالبتوس

1- الوصف النباتي لشجرة الأوكالبتوس

تعرف شجرة الأوكالبتوس بأنها شجرة دائمة الخضرة، ذات نمو سريع يصل ارتفاعها إلى 30-60 متر وقد يصل إلى 130 متر في بعض الأنواع وهي أيضا أطول كاسيات البذور في العالم، وقد يتراوح عمرها بين 400 و 700 عام في مداها الطبيعي.

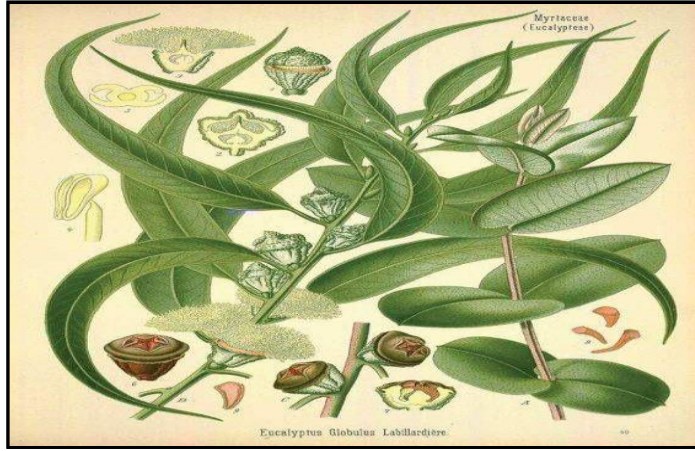
على غرار الأجناس الأخرى في عائلة Myrtaceae، أوراق الأوكالبتوس مغطاة بالغدد الزيتية وبالتالي، فإن إنتاج الزيت هو سمة من سمات هذا الجنس. كما تتمتع أشجار الأوكالبتوس بقدرات استثنائية على البقاء والنمو، مما يسمح لها باستعمار الأراضي العارية التي دمرتها الحرائق والفيضانات والنشاط البركاني (Mekelleche، 2015)، وذلك بفضل بذورها المقاومة للحرارة (Kozioł، 2015).

تحمل أوراق بسيطة دائمة الخضرة وأزهار متجمعة فيما يشبه الخيمة ولكنها في الحقيقة نورة محدودة والثمرة علبة تفتح تفتح مسكنيا (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1988).

2- تصنيف شجرة الأوكالبتوس

تم نشر أول تصنيف شامل لأشجار الأوكالبتوس في عام 1934 من قبل ويليام بلاكلي من حدائق سيدني النباتية، بلغ عددها 606 نوع، مستندا إلى بحث سابق أجراه جوزيف مايدن الذي يتوافق مع بحث فرديناند فون مولر. ظل هذا التصنيف معيارا لخبراء التصنيف لمدة 37 عام حتى نشره بروير من الجامعة الوطنية الأسترالية ولوريس جونسون من حدائق النباتات الملكية -سيدني في هذا التصنيف، تم تقسيم الجنس إلى سبعة أجناس فرعية.

ظهرت العديد من التصنيفات وما زلنا في كثير من الأحيان نجد نظام قائم على اللحاء وهو أصل العديد من الأسماء المحلية الأسترالية تتميز شجرة (*Eucalyptus obliqua*) بالخاصية التصنيفية لكونها النوع الأول من شجرة الأوكالبتوس التي تم اكتشافها ونشرها. تم جمعها لأول مرة في عام 1777 بواسطة عالم النبات دافيد نيلسون الذي جمعها من جزيرة بروني، وهي جزيرة في تسمانيا، وتم فحصها من قبل عالم النبات الفرنسي شارل لويس واستخدمه كنوع من جنس جديد نشره عام 1788 (Erau، 2019).



المصدر: (Erau، 2019).

وثيقة (2-2): توضح رسم تخطيطي لنوع *Eucalyptus obliqua*

حاول العديد من علماء النبات إنشاء تصنيفات لجنس الأوكالبتوس: الأول كان تصنيف مولر الذي كان يعتمد على الأنواع المختلفة من اللحاء، فيما ركز بنثام على خصائص الأسدية وخاصة الأنثرات. بعد ذلك، أنشأ مولر أيضا تصنيفا للأنثرات، متبوعا بتصنيف مايدن و بلاكلي. ثم ظهرت العديد من التصنيفات اعتمادا على عروق الأوراق، ومورفولوجيا البذور، وطبيعة الكبسولة وهيكل الإزهار (Mehani، 2015).

تم نشر تصنيف كامل من طرف جونسون و بروير لجميع أنواع الأوكالبتوس المعروفة في 1971، وهي تتألف من سبع مجموعات رئيسية واستندت إلى العديد من السمات المورفولوجية، تم تحسين هذا التصنيف في السنوات التالية من قبل جونسون نفسه بالإضافة إلى علماء آخرين (Koziol، 2015).

ولقد أتاح التصنيف العلمي الذي أجرته مجموعة AGP على جنس الأوكالبتوس، تحديد النظام التالي (Guignard، 2001).

جدول (1-2): يوضح التصنيف البيولوجي لشجرة الأوكالبتوس

التصنيف	التسمية العلمية	Nom scientifique	classification
المملكة	النباتية الخضراء	Plantae	Règne
شعبة	-	Phanerogames	Embranchement
تحت شعبة	كاسيات البذور	Angiospermes	Sous Embranchement
العائلة	الآسية	Myrtaceae	Famille
الجنس	الأوكالبتوس	Eucalyptus	Genre
الترتيب	-	Mytales	Ordre
النوع	-	<i>Eucalyptus obliqua</i>	Espèce

3- الوصف المورفولوجي لشجرة الأوكالبتوس

يتميز كل شجرة الأوكالبتوس من الشكل العام وأبعاد الشجرة وتتكون من جزئين أساسيين : جذري وهوائي.

3-1- الجزء الجذري

يتكون نظام الجذر من جزأين:

- جذر مركزي كبير يغوص حتى 2.20 م بقطر 35 سم. من هذا المستوى، ينقسم إلى 6 جذور فرعية، قطر كل منها يتراوح من 6 إلى 12 سم، تنحدر بالتوازي.
- تركيز كبير من الجذور في قاعدة الجذع تبدأ منه 8 جذور جانبية في أول 40 سم من التربة، توجد شبكة جانبية كثيفة ذات جذور قصوى على السطح، يصل طول بعضها إلى

أكثر من 3 أمتار (Mekelleche، 2015) .

تحتوي معظم أشجار الأوكالبتوس أيضا على أعضاء واقية تحت الأرض تسمى (lignotubes) هذا العضو عبارة عن انتفاخ في الجذور يحتوي على احتياطات المغذيات مثل النشاء، تسمح Lignotubes للأوكالبتوس بتوليد براعم جديدة إذا حدث اختلال كبير في الوسط (حريق أو صقيع على سبيل المثال) وتسبب في تدمير كل أو جزء من الأجزاء الهوائية من الشجرة، لذلك تعزز Lignotubes بقاء أنواع الأوكالبتوس التي لديها هذا التكيف (Laadel، 2014).



وثيقة (2-3): توضيح جذور نوع *Eucalyptus globulus*

2-3- الجزء الهوائي

1-2-3- اللحاء

يختلف اللحاء في اللون والملمس حسب الأنواع، غالبا ما يكون اللحاء أبيض وناعم ومقشر في بقع حمراء أو رمادية أو بنية أو بيضاء (CRSTRA، 2014) وفي بعض الأصناف يكون ثابت (Laadel، 2014).



وثيقة (2-4): توضيح نوع اللحاء الأملس (أ) و اللحاء الليفي الثابت (ب)

3-2-2- الجذع

على مستوى الجذع، اللحاء مفيد جدا في التعرف والتمييز بين الأنواع العديدة، حيث يمكن أن يظهر اختلافات كبيرة في مظهره: مقشر، صلب، ليفي، أملس، أو يمتلك أخاديد عميقة (Laadel، 2014).
فعند نوع *Eucalyptus camaldulensis*، يمكن أن يصل قطره حتى 3.50 م (CRSTRA، 2014).

3-2-3- الأوراق

تتميز أوراق الأوكالبتوس بأنها دائمة وملساء وتختلف أبعادها وفقا للنوع (Naithani، 2014).
أغلبها تكون رمحية مستقيمة أو منحنية، ذات لون أخضر مشوب بزرقة وغير براق وذات عصارة عطرية (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، 2008).

إنها تأتي في نوعين: الأوراق الصغيرة تكون متقابلة إلى حد ما ومستديرة ومزرقعة، أما الأوراق البالغة بشكل عام تكون متناوبة، كاملة، معلقة بوجهين متطابقين.

تحتوي الأوراق على العديد من الفجوات التي تحتوي على زيوت غنية بالأوكالبتول (Laadel، 2014).



المصدر: (Mekelleche، 2015)

وثيقة (5-2): توضح الأوراق الفتية (أ) و البالغة (ب) لنوع *Eucalyptus globulus*

3-2-4- الزهور

للأوكالبتوس العديد من الأسدية ذات اللون الأبيض. في البداية، تتموضع الأسدية في علبة مغلقة (المشكلة من اندماج البتلات و/أو الكأس) يغطي بغطاء خشبي مختلف الأشكال حسب نوع الأوكالبتوس ، وبعد نمو الأسدية، يرفع الغطاء الخشبي وتنتشر لتشكل الزهرة.

يمكن أن يحدث الإزهار في أوقات مختلفة من العام اعتمادا على المناخ. يتم تلقيح الأزهار بشكل أساسي عن طريق الحشرات التي تجذبها الرحيق (Mekelleche، 2015).



وثيقة (2-6): توضيح أزهار نوع *Eucalyptus globulus*

3-2-5- الأسدية

أسدية الأوكالبتوس تكون محاطة بعلمبة مغلقة بغطاء خشبي، وهي متنوعة جدا، وبألوان مختلفة (أبيض، كريمي، أصفر، وردي أو أحمر) (Elbaraka، 2019) ولحد الآن مازال يعتمد في تصنيف جنس الأوكالبتوس، على خصائص الأسدية (Naithani، 2014).

3-2-6- الثمار

تتكون الثمرة من تطور الوعاء والمبيض السفلي الملتصق به، فالثمار الناضجة مخروطية وجافة وبنية مع صمامات ترفع لأعلى لتطلق البذور عند سقوطها على الأرض (Elbaraka، 2019).

3-2-7- البذور

تختلف بذور الأوكالبتوس على نطاق واسع في الحجم واللون والشكل والبروز فيمكن أن تكون مكعبة، هرمية، بيضاوية الشكل، بحواف ناعمة أو خشنة، بيضاء، رمادية، صفراء، حمراء، بنية أو سوداء (FAO، 1982).



وثيقة (7-2): توضيح ثمار و بذور نوع *Eucalyptus globulus*

4- طريقة تكاثر شجرة الأوكالبتوس

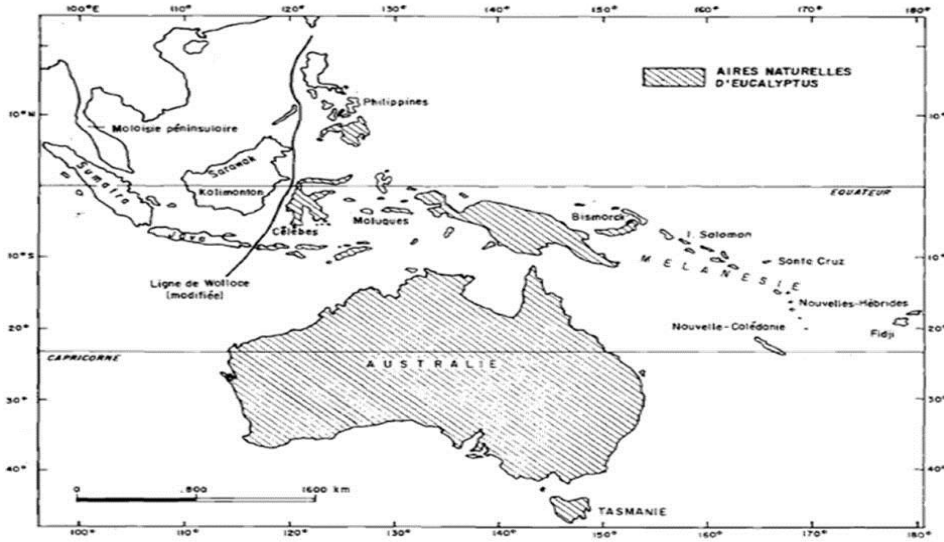
غالبية أنواع الأوكالبتوس لديها كروموزوم $2n = 22$ والأزهار خنثى (الأعضاء الذكرية و الأنثوية موجودة في نفس الزهرة).

يختلف عمر النضج باختلاف الأنواع من 03 إلى 10 سنوات، ولكن توجد فجوة الإزهار بين مختلف الوحدات الجينية (الأفراد، المنشأ و الأنواع) ويكون التلقيح عن طريق الحشرات بشكل أساسي أو يتم بواسطة الطيور لأنواع الأزهار الكبيرة والتي تفضل التهجين بين الأنواع، حيث قدرت مسافة انتشار حبوب اللقاح إلى أقل من 100 متر (Marque، 2008).

ثالثا- توزيع الأوكالبتوس في العالم

تتواجد أشجار الأوكالبتوس العفوية شرق "خط والاس"، وهو خط افتراضي رسمه والاس سنة 1869م، يفصل بين الأنواع البيولوجية الحيوانية والنباتية الهندية المالوية والنمساوية المالوية، ويمر بين بال ولبوك، ثم عبر مضيق مكاسا بين سولاوس شرقا و بورن غربا، ويمتد شمال شرق عبر بحر سيليبس و الجزر الجنوبية الفلبينية، وترك مينداناو غربا.

تمتد مساحة أشجار الأوكالبتوس العفوية بنطاق عرض طبيعي، يمتد من 7° درجات شمالا إلى 43° جنوبا، وتقع غالبية الأنواع الحالية ومعظم أفضل المدرجات الطبيعية للأنواع الأكثر استخداما في إعادة التحريج جنوب مدار الجدي (FAO، 1982).



المصدر: (FAO، 1982)

وثيقة (8-2): توضيح النطاق الطبيعي لجنس الأوكالبتوس

تم تقدير عدد الأنواع الموجودة تحت شجرة الأوكالبتوس بشكل مختلف، فحسب Chippendale و Johnson (1983)، أنه يتراوح بين 550-600 إلى حد ما أو أقل من الأشكال المميزة، بالإضافة إلى العديد من الأنواع الهجينة؛ معظمها مستوطنة في القارة الأسترالية، فيما قدر Brooker (2002)، 800 نوع، ويوجد أكبر تنوع في جنوب غرب أستراليا (Naithani، 2014).

الأوكالبتوس من أصناف الأشجار الدائمة الاخضرار والسريعة النمو وتتكيف بسهولة وبسرعة على مناطق متعددة في العالم. مع العلم أنها تغطي 4/3 من المساحة الكلية للغطاء النباتي في القارة الأسترالية تقريبا ولكنها منتشرة في أقطار الشرق الأوسط، شمال إفريقيا، جنوب فرنسا، إيطاليا وولاية كاليفورنيا في أمريكا وغيرها من الأقطار (الجعفري، 1968).

ففي سنة 2000، قدرت مساحة الغابات العالمية بـ 04.6 تريليون هكتار وهي تمثل 31% من إجمالي مساحة الأرض تتواجد بشكل رئيسي في الدول روسيا (20%)، البرازيل (12%)، كندا (9%)، الولايات المتحدة الأمريكية (8%)، الصين (5%)، أستراليا (3%) والهند (2%) (FAO، 2020).

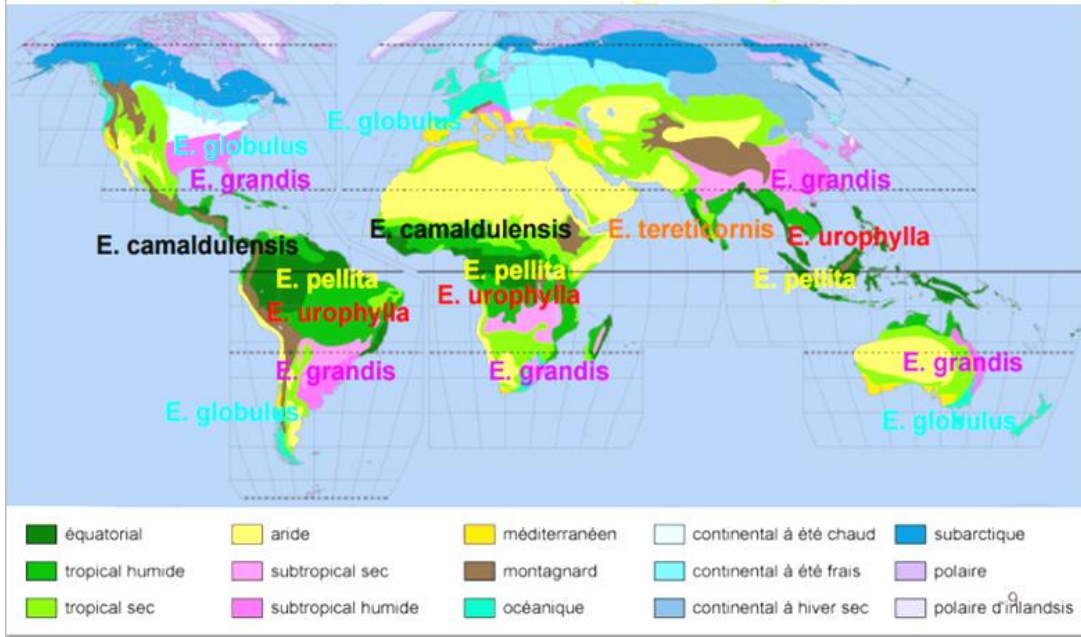
تغطي مساحة مزارع الأوكالبتوس اليوم أكثر من 19.5 مليون هكتار، وتوسعت بشكل كبير في الهند والبرازيل والصين وأستراليا، فقد بلغت مساحة مزارع الأوكالبتوس في الهند والبرازيل والصين وحدها 10.3 مليون هكتار وتتجاوز 50% من المساحة العالمية لزراعة الكافور (Shi وآخرون، 2012).

جدول (2-2): يوضح مساحة زراعة الأوكالبتوس في العالم

الدولة	مساحة التشجير بالأوكالبتوس (هكتار)	نسبة التشجير بالأوكالبتوس (%)
الهند	3942600	20.2
البرازيل	3751857	19.2
الصين	2609700	13.4
أستراليا	860000	4.4
الأوروغواي	676024	3.5
إسبانيا	640000	3.3
البرتغال	647000	3.3
الشيلي	652100	3.3
الفيتنام	586000	3
جنوب أفريقيا	568000	2.9
السودان	540400	2.8
تايلاندا	500000	2.6
البيرو	480000	2.5
الأرجنتين	330000	1.7
باكستان	245000	1.3
باقي الدول	2478989	12.7
المجموع	19501670	100

المصدر: (Shi وآخرون، 2012)

يزيد عدد أنواع الأوكالبتوس التي تم إدخالها في بلدان مختلفة عن 150 نوع، ففي نهاية الثمانينيات، وتم احتلال الأنواع *E. grandis*، *E. globulus*، *E. camaldulensis*، أكثر من نصف المساحات المزروعة (Mehani، 2015).



المصدر: (Bouvet, 2013)

وثيقة (2-9): توضح الأنواع المستخدمة في العديد من القارات

1- الأنواع المقاومة نسبيا للجفاف والمناسبة للإصلاح في المناطق شبه القاحلة

وفق Poynton (1971)، الذي عرض في تقريره بعنوان "معلومات مفصلة عن خصائص أشجار الأوكالبتوس" أنواع الأوكالبتوس الأكثر استخداما في إعادة التحريج في جنوب إفريقيا من بينها أنواع المقاومة نسبيا للجفاف والمناسبة للإصلاح في المناطق شبه القاحلة وهي كالتالي:

- *E. camaldulensis* ▪ *E. citriodora* ▪ *E. cladocalyx* ▪ *E. crebra*
- *E. melliodora* ▪ *E. polyanthemos* ▪ *E. sideroxylon*

رابعا- توزيع الأوكالبتوس في الجزائر

في الجزائر، تم إدخال شجرة الأوكالبتوس أو الكاليتوس كما يطلق عليها في أغلب المناطق الجزائرية من قبل الفرنسيون بين عامي 1854 و 1860؛ لغرض تنظيف المستنقعات، نظرا لنموها السريع، وعائدها العالي، وسهولة استغلالها، ومرونتها فيما يتعلق بالمناخ، فضلا عن تكيفها مع التربة الفقيرة، والتي لا تزال إلى حد الآن من بين الأنواع الأكثر استخداما (Laadel, 2014). ولقد أعطت العديد من الأنواع نتائج ممتازة في المناطق شبه الرطبة وشبه الجافة من البلاد، بشكل رئيسي تحت ارتفاع 800 متر، وفي المناطق التي تتلقى أكثر من 400 ملم من الأمطار السنوية (FAO, 1982).

النوع الرائج هو *E. camaldulensis*، فيما تم إدخال أنواع أخرى في الأراضي الاختبارية (حدائق التجارب) خاصة في الرغاية والبوشاوي والعالية في منطقة الجزائر (Mehani, 2015)، ومنذ 1948 ونظرا للظروف الملائمة التي تميز تلك المنطقة، أدى تنوع نبات الأوكاليبتوس إلى ظهور أنواع هجينة طبيعية مثل *E. Algeriensis* (Laouira, 2014).

ترتكز أشجار الأوكاليبتوس في الغابات الجزائرية بشكل رئيسي في شمال البلاد وخاصة في الشرق (عنابة؛ قالمة، سكيكدة و تيزي وزو) وتقدر بنسبة 02 % (FAO, 2002).

1- أهم أصناف الأوكاليبتوس المزروعة في الجزائر

❖ الكافور أو الصمغ الأحمر (*Eucalyptus camaldulensis*)

الاسم الشائع: شجرة الصمغ الأحمر أو الأوكاليبتوس الأحمر

تمثل الشجرة الأكثر شيوعا في الجزائر، ويصل ارتفاعه إلى 30م، فهي مناسبة لجميع أنواع التربة العميقة، وأحواض الوديان، والتربة غير المملحة والخالية من الحجر الجيري، غير محبة للطين المضغوط، مقاومة للفيضانات وجفاف التربة والرياح والحرارة، تعطي خشبا أحمر يستعمل: أعمدة، أعمدة منجم و تدفئة.

- اللحاء: أملس أبيض أو رمادي اللون ويتساقط على هيئة شرائط طولية ليتكشف عن طبقة حمراء اللون.
 - الأوراق: رمحية مستقيمة أو منحنية، ولونها أخضر مشوب بزرقة وغير براقة وذات عصارة عطرية الرائحة. تختلف الأوراق من مرحلة الشتلات إلى مرحلة البلوغ فالأوراق البالغة نحيلة وتمدلية؛ أما الأوراق الصغيرة بيضاوية إلى سنانية الشكل (Laouira, 2014).
 - الأزهار: بيضاء مصفرة تظهر في أوائل فصل الصيف (من يونيو إلى أغسطس) ويكون التكاثر بالبذور.
 - الثمرة: صغيرة بحجم 0.6 سم.
 - الجذور: متعمقة، تنتشر في مسافات بعيدة نسبيا وقوية وقد تحطم ما حولها من البنى التحتية.
- المتطلبات البيئية

يحتاج الكافور إلى ضوء الشمس التام يتطلب ضوءا كاملا من مرحلة البذر حتى يتطور (Laouira, 2014)، مقاوم للجفاف. ويتحمل النمو في كثير من أنواع الترب حتى الترب الغدقة أو الحامضية أو المالحة، ولكنه عرضة للاصفرار ويتحمل الكافور الصقيع الذي قد يصل إلى 9-م.

الكافور أيضا من النباتات المهمة للزراعة بوصفه مصدا للرياح، وفي مشاريع التشجير وتثبيت مجاري المياه، ومناسب كذلك للزراعة في المنتزهات. ويتصف الكافور بالتقليم الذاتي من خلال تخلصه من

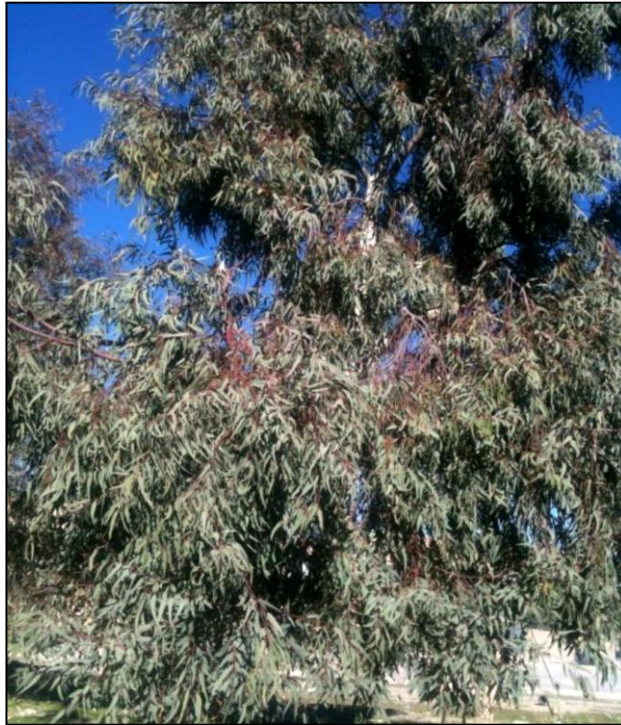
بعض أفرعه الضخمة بطريقة تلقائية وهو ما يشكل خطرا في المناطق الحضرية. ويحتاج الكافور إلى عناية كبيرة فهو ينتج كميات كبيرة من مخلفات الأوراق واللحاء والبذور (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، 2008).

يتكاثر الكافور بشكل طبيعي عن طريق البذور التي ينتجها بشكل وفير كل سنتين أو ثلاث سنوات ويصل عدد البذور الصالحة للحياة لكل جرام ما يقارب 773 بذرة.

يحدث الإزهار في بداية موسم الجفاف، ولكن قد يزهر معظم العام اعتمادا على عمر الشجرة ورطوبة الهواء والتي تكون في شهري أبريل وديسمبر (Laouira، 2014).

■ القيمة الاقتصادية

تم استخدام الكافور أو الأوكالبتوس الأحمر في العديد من البلدان لإنتاج حطب الوقود والفحم والأعمدة والأعمدة وعوارض السكك الحديدية، بالإضافة إلى هذه الاستخدامات المختلفة، في المناطق الجافة يتم استخدامه بشكل شائع في مصدات الرياح والظل أو الزينة، كما يستخدم أيضا في تربية النحل ويمثل شجرة عسل مهمة إلى حد ما (Laouira، 2014).



وثيقة (2-10): توضح نوع *Eucalyptus camaldulensis*

❖ الكينة أو الصمغ الأزرق أو العلكة الزرقاء (*Eucalyptus globulus* ou gommier bleu)

يصل ارتفاع الكينة عادة إلى 30 متر أو أكثر، ولها نفس خاصية نبات الكافور أو الأوكالبتوس الأحمر من حيث تقشر اللحاء .

- الأوراق الصغيرة عريضة في زوجين متقابلين ومغطاة بطبقة زرقاء إلى رمادية اللون، وعند اكتمال نموها تصبح مستدقة الشكل ومنحنية وخضراء غامقة اللون ويصل طولها إلى 20 سم .
- الأزهار: كريمية اللون تنتج رحيق له مذاق العسل .
- الثمار: مستديرة الشكل تحتوي على بذور صغيرة تنتشر من خلال قمة الثمرة .
- وكبقية أنواع الأوكالبتوس ؛ فللكينة جذور متعمقة ومنتشرة سريعة النمو ومتأقلمة مع الظروف الصحراوية وتعد الكينة أكثر أنواع الأوكالبتوس استخداما في عمليات التشجير في أستراليا، وتستخدم كذلك بكثرة في إنتاج لب الخشب وخشب الوقود كما أنها تستخدم كمصدات للرياح، وتثبيت المنحدرات والمجاري المائية.

هذا النوع يعطي خشب أبيض مخضر، غالبا ما يُستخدم في الأعمال البحرية وفي إنتاج لب الخشب وخشب الوقود في إسبانيا والبرتغال وجنوب إفريقيا. كما يتم استخدام أوراق هذا النوع في الطب التقليدي نظرا لغناها بمادة الأوكالبتول .

■ المتطلبات البيئية

يتشابه الكينة أو الصمغ الأزرق إلى حد كبير إلى الأوكالبتوس الأحمر من مقاومة للجفاف والصقيع الذي قد يصل إلى 9 -م°، وهي مناسبة للتربة الطينية الساحلية لكنها حساسة إلى التربة الغدقة، كما أنها تتحمل نسبة معتبرة من الملح. (الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، 2008).

توجد أصناف أخرى تتواجد على مستوى الغابات الجزائرية نذكر أهمها:

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - <i>Eucalyptus paniculata</i> | - <i>Eucalyptus robusta</i> | - <i>Eucalyptus salmonofloia</i> |
| - <i>Eucalyptus melliodora</i> | - <i>Eucalyptus occidentalis</i> | - <i>Eucalyptus ovata</i> |
| - <i>Eucalyptus diversicolor</i> | - <i>Eucalyptus gomphocephala</i> | - <i>Eucalyptus leucoxylon</i> |
| - <i>Eucalyptus botryoïdes</i> | - <i>Eucalyptus citriodora</i> et | - <i>Eucalyptus cladocalyx</i> ou |
| | <i>Eucalyptus maculata</i> | <i>Eucalyptus corynocalyx</i> |
| - <i>Eucalyptus saligna</i> | - <i>Eucalyptus sideroxylon</i> | - <i>Eucalyptus umbellatta</i> |
| - <i>Eucalyptus viminalis</i> | | |

خامسا- المتطلبات البيئية: القيم البيئية لـ Landolt

قيم Landolt البيئية هي القيم التي تميز الظروف التي تسمح للنباتات بالنمو والازدهار في ظل ظروف معينة أو لا.

يمكن أن يتصرف النبات بطرق مختلفة اعتمادا على حالته الفسيولوجية، وموقعه فيما يتعلق بمنطقة التوزيع، والتغيرات البيئية الاستثنائية أو تحت ضغط تنافسي، لذلك يتم أخذ كل هذه العوامل بعين الاعتبار لتحديد المتطلبات المتعددة للنبات من خلال إنشاء معايير تتعلق بالتربة من ناحية، وهي رطوبة التربة F، ومحتوى التربة من العناصر الغذائية N، الدبال H، درجة الحموضة في التربة أو قيمة التفاعل R، التشتت D، الملوحة S، والمعايير المناخية من ناحية أخرى، حيث يتعلق الأمر بمتطلبات الإضاءة L، ودرجة الحرارة T، وقارية النبات K، وكذلك نوعه البيولوجي، وفق الجدول التالي:

جدول (2-3): يوضح قيم Landolt البيئية

F	قيمة الرطوبة	R	قيمة التفاعل
1	مؤشرات واضحة للجفاف	1	مؤشرات حموضة ملحوظة (درجة الحموضة 3-4.5)
2	مؤشرات جفاف معتدلة	2	مؤشرات الحموضة (pH 3.5-5.5)
3	الزراع تربة رطبة بشكل معتدل	3	نباتات في تربة منخفضة الحموضة (pH 4.5-7.5)
4	مؤشرات الرطوبة	4	مؤشرات القلوية (pH 5.5-8)
5	مؤشرات التربة الرطبة	5	نباتات تربة غنية بالقواعد بصفة عامة الحجر الجيري (الرقم الهيدروجيني < 6.5)
w	نباتات في تربة متفاوتة الرطوبة		
N	القيم الغذائية	H	قيم الدبال
1	مؤشرات واضحة للتربة الخالية من الدهون	1	مؤشرات التربة الخام
2	مؤشرات التربة الفقيرة	2	مؤشرات التربة المعدنية
3	نباتات تنمو في تربة ليست رقيقة ولا مدخنة	3	نباتات من التربة ذات محتوى دبال متوسط
4	نباتات في تربة غنية بالمغذيات	4	مؤشرات الدبال
5	مؤشرات التربة الخصبة	5	مؤشرات للنباتات تربة الدبال الخام والدبال الخثية تنمو كذلك في التربة الخشنة كما في التربة الرطبة
D	قيم التشتت	S	رمز الملوحة

1	نباتات صخرية	1	تنمو النباتات أيضا في التربة المالحة
2	نباتات الحصى	2	النباتات التي تتجنب التربة المالحة
3	نباتات ذات تربة نفاذة ، غنية بالهيكل العظمي ، رملية وجيدة التهوية		
4	نباتات من التربة فقيرة في الهيكل العظمي برمل ناعم		
5	غالبا ما يدل على التربة الطينية أو التربة الخثية أو التي تفتقر إلى الأكسجين		
x	تنمو النباتات بوثيقة جيد في التربة صخري من الخث أو الطين		
L	قيم الضوء	T	قيمة درجة الحرارة
1	مؤشرات واضحة للظل في المناطق المنخفضة	1	نباتات نموذجية في مناطق جبال الألب والقطب الشمالي. المؤشرات الباردة في المناطق المنخفضة
2	مؤشرات الظل	2	نباتات الجبال والمناطق الشمالية
3	نباتات في محطات مظلمة بوثيقة معتدل	3	نباتات المرحلة الجبلية
4	مؤشرات الضوء	4	نباتات من منطقة التل
5	مؤشرات واضحة للضوء	5	نباتات المناطق الأكثر حرارة
K	قيم القارية	W	الأنواع البيولوجية
1	المناخ المحيطي ، يتحمل تغيرات طفيفة جدًا في درجات الحرارة والرطوبة	p	.Phanérophyte vert estival
2	اختلافات صغيرة ، النبات لا يدعم الصقيع أو	i	sempervirent Phanérophyte
3	متوسط الانحرافات	n	Nanophanérophyte
4	يقاوم التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة وهواء جاف	j	Nanophanérophyte sempervirent
5	نباتات تعيش في أماكن شديدة التعرض للصقيع والرياح (الجفاف) والشمس	z	Chaméphyte ligneux
		c	Chaméphyte herbacé
		e	Epiphyte
		h	Hémicryptophyte
		g	Géophyte

Thérophyte	t	
Thérophyte/Hémicryptophyte	u	
Hydrophyte	a	

تختلف الأنواع التي يزيد عددها عن 700 نوع من الأوكالبتوس من حيث المتطلبات البيئية، فالنوع *Eucalyptus globulus* يتطلب F2R3T4L4K2N3 i (Elbaraka، 2019).

بشكل عام، الأوكالبتوس مقاومة تماما للجفاف، محب للإضاءة، حساسة جدا للبرد (عامل أساسي محدد في شمال البحر الأبيض المتوسط). فالتغيرات المفاجئة في درجة الحرارة تخلف أضرار جسيمة للشجرة، بينما يؤدي التعرض التدريجي للبرد إلى بعض التصلب، فقد لوحظ أن غالبية الأنواع قد تضررت عند 3- م، وبعضها قاوم بين 15- إلى 20- م (Laadel، 2014).

الأوكالبتوس يتميز بقدرته على التكيف مع العلاقات المائية، يمكن أن تتكيف بكفاءة مع حالات فائض المياه، عندما ترتفع متطلباتها المائية إلى 500 لتر لكل نبات في اليوم (Côte، 2006). كما يمكن أن تنمو أيضا بنجاح في ظل ندرة المياه، عندما تنخفض متطلباتها المائية إلى 40-50 لتر لكل نبات يوميا (Palanisami و Mukund، 2011).

سادسا- أفات و أمراض الأوكالبتوس

الأوكالبتوس شديد الحساسية للآفات والأمراض فهناك العديد من الحشرات والكائنات الدقيقة التي تؤثر عليها خاصة في مرحلة النمو.

من بين أكثر الأمراض التي تصيب شجرة الأوكالبتوس هي:

1- المرض الوردي

يسبب الفطر *Corticium salmonicolor* موت سريع للأوراق فهي أول من تتأثر به فتجف وتموت لتموت الأغصان تدريجيا بعد فترة طويلة ثم ينتقل المرض إلى الجذع فيغطي بالتقرحات إلى إن تموت الشجرة.

2- تعفن الجذع

يتسبب *Stereum hirsutum* وهو نبات شائع ومعروف كعامل للتعفن الجاف في مركز جذع الأوكالبتوس.

3- أمراض الجذور

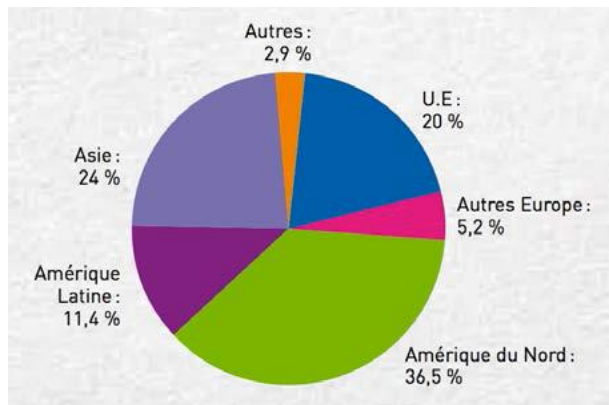
يتسبب الفطر *Ganoderma sessile* في أضرار بالغة للجذور وتحدث العدوى إما بسبب انتقال الفطريات من جذع تالف إلى آخر سليم أو بسبب الأبواغ المتساقطة على الجروح أو آفات الجذور العارية (Mekelleche، 2015).

يتسبب *cornitermes spp* و *syntermes spp* و *coptotermes testaceus* وهي الأنواع الأكثر شيوعاً من النمل الأبيض التي تسبب في تدمير أشجار الأوكالبتوس الصغيرة فهي تهاجم قواعد جذورها وسيقانها. ففي البرازيل تراوح معدل وفيات شتلات الأوكالبتوس الناجم عن النمل الأبيض من 10-70% (Wilcken وآخرون، 2002).

سابعاً- استعمالات الأوكالبتوس

1- الخشب

حسب FAO (1982)، فللأوكالبتوس أهمية كبيرة في الاقتصاد العالمي للغابات، ولا سيما من خلال التوسع الكبير في إعادة التحريج، في عام 1974 كان هناك ما يقرب من 4 ملايين هكتار من مزارع الأوكالبتوس في جميع أنحاء العالم، تنتج في المتوسط حوالي 60 مليون م³ من الأخشاب سنوياً، ويتم توزيعها على النحو التالي: حطب الوقود وخشب اللب (85%): أعمدة الجودة والأخشاب المستديرة (10%) و(5%) لحطب النشر.



المصدر: (Kozioł، 2015)

وثيقة (2-11): توضح التوزيع العالمي لإنتاج اللب في عام 2010

يتكون اللب من ألياف السليلوز الموجودة في الخشب. وللسنوات، استخدمت أصناف من الأشجار مثل أشجار البلوط أو الكستناء لصناعة الورق، لكن تلك الموارد لم تكن كافية للطلب، لذلك توصلت

الصناعة إلى فكرة زراعة غابات الأوكالبتوس السريعة النمو من أجل الحصول على ما يكفي من الخشب لتلبية الطلب. كانت هذه هي الطريقة التي ولدت بها الغابات الخاصة بصناعة اللب في البرازيل والبرتغال والصين بالإضافة إلى ذلك، توفر أشجار الأوكالبتوس ورقا عالي الجودة للنشر (Koziol، 2015).

في مجال الغابات، تنتج الأشجار عادة كل 80 إلى 100 عام، في حين أن شجرة الأوكالبتوس تنتج كل 15 عام ويمكن لساقها أن ينتج في غضون 20 عام ما ينتجه صنوبر حلي خلال 60 عام، مما يؤدي إلى استنتاج أن غابات الأوكالبتوس تستطيع أن تلعب دورا رئيسيا في صناعة الأخشاب، وبالتالي تقلل إلى حد كبير من واردات هذا المنتج، وهو أمر حيوي للاقتصاد بشكل عام.

أخشاب الأنواع *E. globulus*، *E. regnans*، *E. delegatensis* و *E. nitens* هي الأخشاب الشائعة لصنع اللب كما توجد أنواع أخرى ذو أخشاب ممتازة مثل *E. delegatensis*، *E. nitens*، *E. regnans* و *E. obliqua* أما الأنواع الأخرى لها استخدامات مختلفة: أعمدة، عوارض، قوالب صب، ألواح، تدفئة إلخ (Laadel، 2014).

2- مصدات رياح

الأوكالبتوس ليست أشجار جيدة للرياح، بسبب ميلها إلى فقد أغصانها بما يعرف بالتقليم الذاتي، مما يسمح للرياح بالمرور عبر صفوفها ولهذا يعتبر بعض المربين الأستراليين أنه من الخطر على الماشية أن تحتوي تحت تلك الأشجار.

وللتغلب على هذه المشكلة تتم زراعة أشجار الأوكالبتوس في عدة صفوف بدلا من صف واحد مع قطع ما يقرب من ثلث الأشجار كل ثلاث سنوات ليسمح للبراعم بالنمو. توفر طريقة الزراعة والتقطيع هذه ستارة مأوى فعالة بما فيه الكفاية، مع توفير الأعمدة والحطب المفيدة للمزارع. كما يمكن استخدام العديد من أنواع الأوكالبتوس بهذه الطريقة في أحزمة الحماية، وللحصول على أحزمة حماية جيدة يفضل الجمع بين أشجار الأوكالبتوس والصنوبر والسنت وأنواع من الشجيرات الأخرى (FAO، 1982).

بالإضافة إلى إنتاجها وجودتها، تقدم الأوكالبتوس منتجات أخرى:

3- العسل

بفضل الإزهار المكثف والمنتظم والمستمر لبعض الأنواع، ينجذب النحل بشدة إلى نبات الأوكالبتوس، الذي يحظى بشعبية كبيرة في العسل.

4- الأعشاب الطبية

5- البستنة

6- الزيوت الأساسية

تخضع الزيوت الأساسية للعديد من الاختلافات، والتي يمكن أن ترجع لعدة عوامل من بينها: عمر الأوراق، وطبيعة الشجرة، وطبيعة التربة والمناخ، الجزء الخاضع للاستخراج من النبات، درجة الجفاف قبل التقطير وفترة الحصاد (Zrira و آخرون، 1994)، تتراوح مردودها بين 0.6 - 2.57% أو أكثر.

تحتوي كل من الأنواع *E. globulus* و *E. camadulensis* و *E. sideroxylon* على ما يقارب إلى 87% من أوكالبتول أو l.8-cineole أما المكونات الأخرى للزيت عادة تكون monoterpènes، sesquiterpènes، كحول أحادي أو كحول sesquiterpénique و الكيتونات (Elbaraka، 2019).

6-1- الفوائد العلاجية لزيت الأوكالبتوس

بفضل تركيبته الكيميائية ومبدأه النشط وهو l.8-cineole، يتمتع الزيت الأساسي للأوكالبتوس بطلب شديد لما له من تأثير علاجي كبير فهو مطهر ومضاد حيوي طبيعي، يستخدم بشكل أساسي لعلاج:

- بعض أمراض الشعب الهوائية الرئوية مثل: الأنفلونزا والسعال والتهاب الجيوب الأنفية والتهاب الشعب الهوائية والتهاب البلعوم الأنفي.
- بعض الأمراض الجلدية خاصة حب الشباب.
- خفض الحمى: يحتوي على خاصية خفض الحمى بسرعة وتنظيم درجة حرارة الجسم.
- تخفيف العديد من أمراض الجهاز الهضمي باستخدام زيت الأوكالبتوس الأساسي بفضل خصائصه المضادة للعدوى والمضادة للبكتيريا.
- كما أن له خصائص بلسمية (المسكنات) وخافضة لسكر الدم (لتقليل تركيز السكر).

6-2- الزيوت الصناعية

خلال الثمانينيات، أظهرت الدراسات فعالية مادة السينيول كمادة مضافة لوقود محركات السيارات ويتمثل دورها في ضمان اختلاط أفضل لمزيج الإيثانول/الوقود.

كما تم استخدام الزيوت الأساسية للأوكاليبتوس لتعطير المطهرات والصابون السائل الصناعي وكمضاف في العديد من المستحضرات الطبية.

3-6- صناعة العطور

تستخدم الزيوت الأساسية للأوكاليبتوس في تكوين بعض الكولونيا وفي العديد من مستحضرات ما بعد الحلاقة، كما تستخدم أنواع معينة من الأوكاليبتوس في إنتاج العطور الراقية وتكوين النكهات (Laadel، 2014).

ثامنا- الآثار البيئية والاجتماعية لزراعة الأوكاليبتوس

1- تأثيرات على المناخ المحلي

المناخ المحلي في مزارع الأوكاليبتوس معتدل بشكل عام مقارنة بالمناطق المجاورة الخالية من الأشجار، ونجد تأثيرات مماثلة في المزارع الأخرى من ناحية زيادة الرطوبة، انخفاض الإشعاع الشمسي، وانخفاض متوسط درجات الحرارة المتوسطة و القصوى.

2- اعتراض المياه

في الهيدرولوجيا، عملية اعتراض مياه الأمطار هي العملية التي يتم من خلالها الاحتفاظ بمياه الأمطار بواسطة أوراق الشجر وفروعه و مخلفاته. ولأن تلك المياه لا تصل إلى سطح التربة، فإن هذه الظاهرة تمثل خسارة للمياه حيث أن معظم مياه الأمطار سوف تتبخر من جديد.

قدر اعتراض المياه لشجرة الأوكاليبتوس بنسبة اعتراض تتراوح ما بين 11-20 % من هطول الأمطار، وهي نسبة أقل من أشجار الصنوبر ولكنها أكثر بكثير من الغطاء النباتي المنخفض.

3- تأثيرات على جريان المياه

يبدو أن جريان المياه في غابة الأوكاليبتوس أكبر من ذلك الموجود في المرج أو النباتات الكثيفة المنخفضة، وهذا له تأثير على التعرية.

4- استنزاف المياه

تعيش أشجار الأوكاليبتوس في الظروف الصحراوية وكذلك في التربة الملحية والتربة المشبعة بالماء، وتمكنها جذورها العميقة المعقدة من "التنقيب عن الماء" في الظروف القاحلة وشبه القاحلة ولهذا فإنها

تستنزف الموارد المائية (WGEA، 2010)، حيث يبلغ معدل امتصاصها ما بين 200-500 ل/اليوم (Côte، 2006).

5- المحافظة على المناطق الزراعية

تزرع شجرة الأوكالبتوس على طول البساتين المنتجة للفاكهة، وذلك لميزتين: أولاً، لتحسين تلقيح أشجار الفاكهة بشكل كبير من خلال جذب رحيقها للنحل، وثانياً، في المناطق الزراعية بفضل نموها السريع وحجمها الضخم، شجرة الأوكالبتوس تشكل بسرعة جدار وقائي يوفر الحماية ضد تآكل الرياح.

6- تعقيم التربة

يتمثل الخطر الرئيسي لزراعة الأوكالبتوس في انخفاض خصوبة التربة، وخاصة التربة الفقيرة بالمواد العضوية والتي تعاني من عجز كبير في الفوسفور ولهذا من الأفضل خلط أشجار الأوكالبتوس مع أشجار الأكاسيا التي تسرع التطور والتحلل، ويؤدي إلى إثراء سريع للتربة بالمواد العضوية.

7- تجفيف المستنقعات ومكافحة مناطق تكاثر البعوض

يتم تقدير شجرة الأوكالبتوس قبل كل شيء للأدوار المفيدة التي تلعبها في تجفيف ومعالجة المستنقعات وتنظيف الأراضي غير الصحية، وتحسين الظروف المعيشية هناك بشكل أسرع من أي نوع آخر. ففي الجزائر والمغرب، لعب الأوكالبتوس دوراً كبيراً جداً منذ زمن الاحتلال الفرنسي في مكافحة الملاريا من خلال القضاء على المستنقعات التي كانت أرضاً خصبة لتكاثر البعوض.

8- خطر الحرائق

تحدث العديد من حرائق الغابات في غابات الأوكالبتوس بسبب الجفاف خاصة خلال فترات الحرارة المرتفعة لقدرة الأوكالبتوس على تجفيف التربة من ناحية، من ناحية أخرى، بسبب ما يسمى بظاهرة "الضباب الأزرق" وهي غيوم شديدة الاشتعال نتيجة إطلاق أوراق الأوكالبتوس للزيوت العطرية في الغلاف الجوي.

بالإضافة إلى ذلك، تولد أشجار الأوكالبتوس الكثير من النفايات القابلة للاشتعال عن طريق فقدان أغصانها، ولحاءها الذي يتجدد باستمرار، ونتيجة لذلك، تشتعل تربة هذه الغابات بسهولة (Elbaraka، 2019).

9- هدم البنى التحتية

ألحقت جذور أشجار الأوكالبتوس في مدينة بيشاور بباكستان أضرار جسيمة بالبنية التحتية للخدمات حيث أدت إلى إغلاق وتحطيم أنابيب المياه وقنوات الصرف الصحي تحت الأرض، وشكلت الأشجار المزروعة على جوانب وحواف الطرق خطرا على مستخدمي الطريق وحركة السير، لأن الأشجار تميل إلى التحطم بفعل الرياح القوية.

10- تأثير على التنوع البيولوجي

تعتبر أعداد وأنواع الحيوانات والطيور والحشرات أقل في مناطق أشجار الأوكالبتوس السامة منها في الغابات الطبيعية، بالإضافة إلى أنها لا تساعد على بناء أعشاش أغلب الطيور بسبب رائحتها النفاذة، كما أن الحيوانات لا تأكل أوراقها ولهذا لا تملك أية قيمة غذائية.

11- تآكل التربة

تساهم هذه الأشجار في تآكل التربة حيث أن أوراقها لا تتحلل بسرعة وتحملها الرياح والأمطار من منحدرات التلال تاركة التربة قاحلة وعرضة للتآكل، وتبين أن أشجار الأوكالبتوس في منطقة مالاقند-دير تساهم في تآكل التربة نظرا لانعدام النباتات البرية أو فقرها بسبب آثار التضاد البيوكيميائي (WGEA)، (2010).

المحور الثالث

مراجعة الأدبيات السابقة

مع دراسة حالة

أولا- مراجعة الدراسات

أجريت تجارب علمية وأخذت شهادات للسكان المحليين في مناطق مختلفة من العالم، والتي توصلت إلى نتائج عديدة تمثل أدلة علمية، للآثار السلبية لزراعة هذا النوع من الأشجار على المصادر الهيدرولوجية السطحية والجوفية على حد سواء وذلك على المستوى المحلي والإقليمي.

في الكثير من بلدان العالم تستخدم في زراعة غابات الأشجار الصناعية أنواعا من الأشجار سريعة النمو، والتي تستهلك كميات كبيرة من المياه كأشجار الأوكالبتوس، حيث تتميز بدورة تبلغ حوالي 06 إلى 07 سنوات، وبعدها يتم قطع الأشجار واستبدالها بأشجار أخرى تنمو نموا سريعا، وكلما زادت سرعة نموها زاد إستهلاكها للمياه والعناصر الغذائية، كما تستغل زراعة أنواع معينة من شجرة الأوكالبتوس تقليديا في بعض المناطق للتجفيف السريع للمستنقعات أو المناطق الرطبة (Souza، 2016).

وعليه فإننا قمنا بتلخيص بعض هذه الدراسات والشهادات على النحو التالي:

1- البرازيل

كانت شجرة الأوكالبتوس من الأنواع المثيرة للجدل، حيث اعتبر أغلب السكان أنها لا تسبب الجفاف للتربة، في حين أجريت عدة دراسات كان الهدف منها التوصل إلى أن الأوكالبتوس ليست المسؤولة على جفاف التربة، إلا أنه وبعد إجراء بحوث علمية وتجارب عملية على المدى الطويل، استغرق الأمر 07 سنوات حيث قيس كل من كمية تساقط الأمطار وتدفق التيار خلال السنوات الأولى، تم التوصل إلى أن التيار تراجع معدل تدفقه لما وصل عمر الأشجار 06 سنوات (WRM، 2016).

وحسب شهادة سكان قرية باتاكسو في غوسيماء، أنه وبعد زراعة الغابات الصناعية للأوكالبتوس والتي تحتاج إلى كميات هائلة من الماء، أصبح من الصعب البقاء على قيد الحياة بسبب جفاف الأنهار والوديان في المنطقة والذي أدى باختفاء الثروة الحيوانية (WRM، 2013).

يعاني أيضا السكان القانطون بقرية باو من حالات الجفاف التي تعاني منها المنطقة خاصة بعد

التوسع لمزارع الأشجار الصناعية للأوكالبتوس وامتصاصها الكبير لمياه الأنهار (Barcellos و Simone، 2007).

2- جنوب أفريقيا

في مقاطعة كوازيلا-ناتال وخلال سنة 1996 كان سكان المنطقة يضطرون إلى تجفيف المستنقعات بأشجار الأوكالبتوس وللحد من استمرار تدفق المياه، إلا أنه وبعد زراعة الأوكالبتوس من طرف السلطات في ذات المنطقة، تراجع تدفق المياه وأصبحت المستنقعات جافة تماما، مما دفع بالسكان إلى حفر آبار أعمق من مستوى الآبار السابقة، لري المحاصيل وجلب المياه للماشية وللأستهلاك المنزلي (Karumbidza, 2005).

3- الشيلي

كل المجتمع بمنطقة لوماكو أكدوا على ملاحظة الجفاف التام للمنطقة خاصة في فصل الصيف بسبب وجود الكثير من مزارع الأوكالبتوس (Frías, 2003).

4- إثيوبيا

أظهرت الأبحاث التي أجراها Tilashwork وآخرون (2013)، في كوكا ووترشايد بالقرب من بحيرة تانا في إثيوبيا وهي مستجمع للمياه يبلغ 28000 هكتار، أن شجرة الأوكالبتوس خفضت كل من مغذيات التربة ومحصول الذرة على مسافة 20 متر منها. و انخفض محتوى الرطوبة بشكل سريع على بعد 30 متر من أشجار الأوكالبتوس مقارنة بأي مكان آخر. كما أشار إلى أن أشجار الأوكالبتوس تستنفد الأرض التي كانت منتجة في السابق. حيث أكد معظم المزارعين المحليين الذين تمت مقابلتهم أن الأوكالبتوس جفف الينابيع وقلل منسوب المياه الجوفية، (92%) منهم أفادوا أن أشجار الأوكالبتوس أثرت على رطوبة التربة من خلال الامتصاص المفرط لجذورها وأن آثارها السلبية كانت أكثر وضوحا على التربة المحمرة والأراضي المنحدرة والأراضي الجافة. على الرغم من إدراكهم لذلك، أصر المزارعون على الاستمرار في زراعة شجرة الأوكالبتوس بسبب عائدها النقدي.

توصل Janger و Pender (2003)، في دراسة لهم حول حالة الأوكالبتوس في شمال إثيوبيا ودورها في الإدارة المستدامة للأراضي إلى أن قطع غابات الأوكالبتوس الواسعة يمكن أن يزيد من إنتاجية المياه لمستجمعات المياه بشكل كبير وأن يرفع منسوب المياه في الأراضي المسطحة في اتجاه مجرى النهر. يمكن لمتطلباتها المائية العالية وأنظمة الجذور العميقة أن تمنحها ميزة نسبية على النباتات الأخرى من حيث استخدام المياه، والتي يمكن أن تكون ضارة بشكل خاص إذا تم زرع أشجار الأوكالبتوس في المناطق القاحلة.

5- الهند

سجلت دراسة Palanisami Mukund (2011)، على 21 قرية في منطقة كولار، الواقعة في مقاطعة ولاية كارناتاكا بالهند على مدار العشرين سنة الماضية، انخفاض في منسوب مياه الآبار الجوفية المحفورة حديثا والقريبة من مزارع الأوكاليبتوس إلى 260م مقارنة بمتوسط عمق منسوب المياه في الآبار (177م)، فالآبار التي تم حفرها على مسافة كيلومتر واحد من مزارع الأوكاليبتوس سجلت انخفاضا بنسبة 35-42% في غلة المياه خلال فترة 3 إلى 5 سنوات، أما الآبار التي تقع على مسافة تتراوح بين 1-3 كم من هذه المزارع، كان الانخفاض بين 25 إلى 37 %، مما أدى إلى لجوء المزارعين إلى زيادة حفر الآبار وتعميقها.

أشار الباحثان على أن استنفاد موارد المياه الجوفية يمكن أن يكون كذلك ناتجا عن العديد من الأسباب الهيدرولوجية الأخرى أو الإفراط في السحب لأغراض الري، وأن النتائج التي توصلوا إليها تؤكد على أن مزارع الأوكاليبتوس قد امتصت الكثير من مياه الطبقات العميقة وأدت إلى اضطراب التغذية الطبيعية لخزانات المياه الجوفية، التي يمكن أن تؤدي إلى تفاقم النضوب في وقت أبكر بكثير مما هو متوقع.

كتب Palanna (1996)، في ورقة بحثية بعنوان "شجرة الأوكاليبتوس في الهند" أن الجدل حول التأثير الاجتماعي والاقتصادي والبيئي لشجرة الأوكاليبتوس أثر على برنامج الزراعة في الأراضي الحكومية والخاصة في جميع أنحاء الهند، ولهذا أجريت عدة دراسات في مواقع مختلفة من البلاد حول استخدام الأوكاليبتوس للمياه وتعتبر النتائج التي تم التوصل إليها في المناطق التي يصل معدل هطول الأمطار فيها إلى 800 ملم (Devabal، Puradal، Hosakote) من قبل البحث التعاوني الذي تم إجراؤه بين إدارة غابات كارناتاكا ومعهد الهيدرولوجيا (المملكة المتحدة) ومصانع الورق لميسور مثيرة للاهتمام، حيث تم التأكيد أن استخدام المياه لغابات الأوكاليبتوس كان أعلى بمرتين من استخدام المحاصيل الزراعية.

في دراسة أخرى أجريت لمكافحة مشكلة ارتفاع منسوب المياه الجوفية المتبوع بالتشبع بالمياه وتملح التربة في الأراضي الزراعية في مقاطعة هاريانا (شمال غرب الهند)، حيث تعاني 10% من مساحة الأراضي من التشبع بالمياه، مما أدى إلى انخفاض غلة المحاصيل وهجر الأراضي الزراعية. تم اختبار نموذج الحراثة الزراعية للتصريف البيولوجي (الصرف الحيوي)، ويتكون هذا النظام من أنواع

الأشجار سريعة النمو، التي تمتص كميات كبيرة من المياه. تتمتع أنواع الأوكالبتوس حتى الآن بإمكانية تصريف حيوي أعلى مقارنة بالمصارف الحيوية البطيئة نسبياً مثل *Tamarix aphylla*.

يعتبر الصرف الحيوي اقتصادياً لأنه لا يتطلب سوى الاستثمار الأولي لزراعة الغطاء النباتي، وعند إنشائه، يوفر النظام عوائد اقتصادية بالإضافة إلى عزل الكربون في الأخشاب (Hazrat وآخرون، 2014).

وجد Ram وآخرون (2011)، أن الأوكالبتوس البالغ من العمر 5 سنوات، قد خفض منسوب المياه بمقدار 0.85م في غضون 3 سنوات، كما أدى إلى تحسين التربة بزيادة محصول القمح بمقدار 3.4 مرة وأدى إلى استصلاح المناطق المشبعة بالمياه.

6- الصين

وصف Lane وآخرون (2004)، أن التوسع في مزارع الأوكالبتوس في جيجيا وهيتو في جنوب شرق الصين على الأراضي المستخدمة سابقاً للمحاصيل والتي تشغلها الأشجار والعشب الأصلي أدى إلى خفض منسوب المياه الجوفية وتقليل توافر المياه للري بسبب نفاذية التربة (مقاومة الماء) وشبكة جذورها العميقة والكثيفة، تتوافق هذه النتائج مع نتائج دراسة JIM وآخرون (2004).

أكد Xie و Yang (2006)؛ Xie (2003)، أن غابات الأوكالبتوس الصناعية تسببت في تدهور خصوبة التربة وذلك لقدرتها العالية على امتصاص الكثير من المغذيات والمياه بشكل مستمر. نفس النتائج لوحظت في محطة إكسيليانغ في مدينة ماومينغ بمقاطعة قوانغدونغ، أين كان منسوب المياه تحت الغابة المختلطة الأصلية أعمق بمقدار 30 سم وأعمق من 80 سم تحت غابة الأوكالبتوس، مقارنة بالأرض العارية (Liu و Li، 2010).

7- باكستان

أظهرت نتائج دراسة استخدام مياه الأوكالبتوس ومقارنتها مع أنواع أشجار *Acacia nilotica*، *Albizia procera* و *Azadirach taindica* في باكستان، أن الأوكالبتوس سجل أعلى معدل في استخراج المياه لكل نبات مقارنة بأنواع الأخرى (149.27 لتر) وأن الكتلة الحيوية الكلية التي أنتجها الأوكالبتوس أعلى بمقدار 2-8 أضعاف من الأنواع المحلية، بينما كان استخدام المياه (النتج) 2-3 أضعاف، مما

يؤكد أن استخدام الأوكالبتوس المتزايد للمياه يؤدي إلى تقليل وندرة موارد الخزان الجوفي للزراعة المروية في المناخ الجاف وشبه الجاف (Zahid و آخرون، 2010). نتائج مماثلة سجلت بمقارنة أجريت بين shisham والأوكالبتوس (Zahid و Nawaz، 2007).

وجد Khan و Mahmood-Ul-Hasan (2007)، دليلا مباشرا على استنفاد موارد المياه الجوفية بقرية أوديجرام في شمال غرب باكستان بسبب زراعة الأوكالبتوس، التي تبخر نسبة عالية من المياه الجوفية يوميا في الغلاف الجوي (فوق 50 لتر)، مما تسبب في جفاف الخزانات الصخرية وانخفاض في منسوب المياه الجوفية (من 3.05 إلى 7.6 متر في أراضي المستنقعات ومن 1.52 إلى 3.05 متر في الأراضي الجافة)، الذي أدى إلى الحفر والاستخدام المكثف للآبار بطبقات أعمق. كما وجدا أيضا دليلا على أنها غيرت في تدفق المياه من الينابيع من الربيع إلى أشهر الصيف مما تسبب في جفاف الينابيع وتغير مناخ المنطقة من المناخ الرطب إلى المناخ شبه الرطب.

8- الأرجنتين

اكتشف Engel وآخرون (2005)، أثناء دراستهم للعواقب الهيدرولوجية للأوكالبتوس في أراضي بامباس العشبية في الأرجنتين لمدة عامين، أنها تستخدم المياه الجوفية بنسبة (67%) من إجمالي استخدام المياه السنوي وكذلك مصادر رطوبة منطقة الفادوز، والتي تعد مصدر الإمداد بالمياه الجوفية. ووجدوا أن في أرض تبلغ مساحتها 40 هكتار أن التدرج الهيدروليكي الأكثر انحدارا الناجم عن زراعة الأوكالبتوس تسبب في تدفق المياه من مناطق الأراضي العشبية إلى منطقة المزرعة، مما يشير إلى أن لديها القدرة على الاستفادة من المياه من المناطق المحيطة.

9- سري لانكا

أظهرت الملاحظات التي تم إجراؤها في المناطق الجافة في سري لانكا سنة 1986 من قبل FAO، انخفاض محتوى الرطوبة في طبقات التربة السفلية تحت الغابات الأوكالبتوس مقارنة بخشب الساج والغابات الطبيعية، بسبب زيادة متطلبات الرطوبة لأشجار الأوكالبتوس.

10- ميانمار

تتمتع ميانمار الواقعة في جنوب شرق آسيا بواحد من أعلى الغطاء الحرجي في منطقة آسيا والمحيط الهادئ، أكثر من نصف مساحتها غابات، والتي تمت إدارتها بشكل منهجي مستدام منذ عام 1856.

مزارع وغابات الأوكالبتوس بميانمار ليس لها في حد ذاتها تأثير بيئي ضار عندما تم زراعتها في مواقعها الصحيحة، كما أن الفوائد المكتسبة من نمو أشجارها وإنتاج أخشابها تفوق بكثير كمية المياه المستهلكة (FAO، 1986).

11- أستراليا الغربية

أشارت أنماط استخراج المياه التي تم قياسها سنوياً وعلى مدى خمس سنوات في منطقة كولي بأستراليا الغربية، أن أشجار الأوكالبتوس قد استخرجت المياه من أعماق تصل إلى 6 أمتار خلال فصل الصيف، مما أدى إلى حدوث عجز في مياه التربة وصل إلى 450 ملم، مقارنة بعجز مائي أقل من 150 ملم تحت المراعي (Sharma، 1984).

فيما أتاحت الدراسة التي أجراها مجموعة من الباحثين ببلجيكا وسري لانكا وكنيا في عام 2008، دراسة لآثار مشاريع الحراجة على دورة المياه بموجب بروتوكول كيوتو (أول معاهدة دولية للمناخ منذ عام 1997). أين وضع الباحثون نموذجاً حسابياً، أخذ بعين الاعتبار العديد من المتغيرات، كما وضع توقعات عقب تنفيذ هذه المشاريع باستخدام البيانات العالمية والمحلية، حيث يقارن البحث نتائج استخدام الأرض حالياً في هذه الأماكن مع ما يمكن أن يحدث إذا تم زرع الأشجار.

حيث خلصت الدراسة إلى أنه:

- في حالة توسع الغابات الصناعية لهذه المناطق، يمكن ملاحظة تغييرات جذرية في دورة المياه المحلية، مثل زيادة التبخر والنتح وانخفاض الجريان السطحي، عند فقدان الجريان السطحي، يتم فقد بعض المياه التي تغذي الأنهار والجداول.
- سيكون فقدان الجريان السطحي أكثر حدة في المناطق الجافة وعندما تحل مزارع الأشجار محل المروج. في هذه الحالات، يمكن أن يصل انخفاض التدفق إلى أكثر من 50% خاصة في مناطق أكثر جفافاً (Trabucco وآخرون، 2008).

كشفت نتائج أول تحليل عالمي لتأثيرات المزارع الصناعية على كمية المياه في الأحواض في عام 2005، بعد بتحليل 26 تجربة، بتشخيص كيفية تأثير الأشياء على كمية المياه مثل نوع الغطاء النباتي الذي كان موجودا قبل الزراعة، والأنواع التي زرعت، وعمر المزارع ومقدار هطول الأمطار.

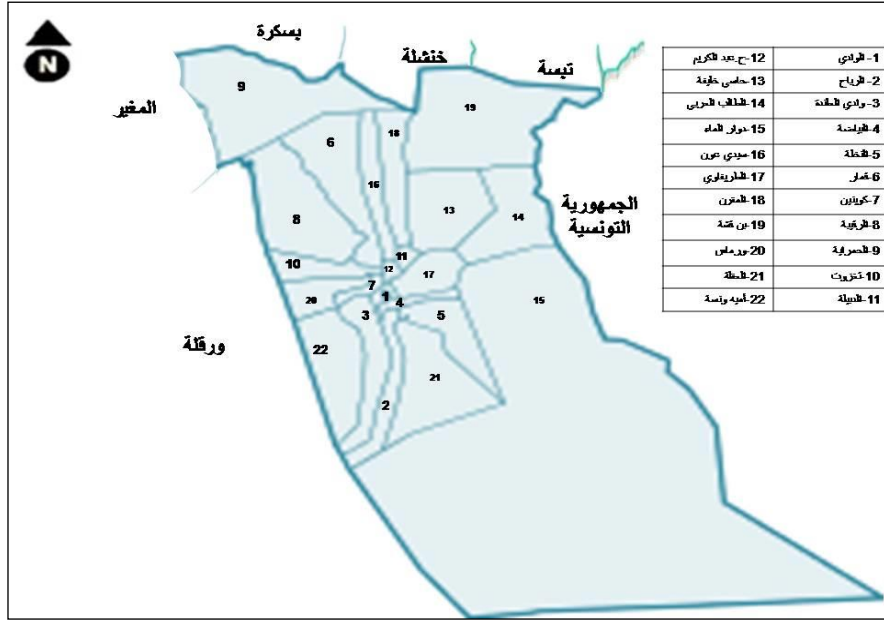
- وجد الباحثون أن زراعة الأراضي العشبية تؤثر على الجريان السطحي السنوي حيث ينخفض إلى النصف تقريبا، والأنواع الأكثر تأثير هي الأوكالبتوس، والتي تقلل الجريان السطحي السنوي بمقدار ثلاثة أرباع.
- تزداد هذه الخسائر مع تقدم عمر المزارع بعد أول سنتين أو ثلاث سنوات من الزراعة، في معظم الأحواض، مثلت الخسائر أكثر من 10% من التدفق، وتستمر هذه الخسائر في الزيادة لمدة 20 عاما على الأقل (Farley وآخرون، 2005).

ثانيا- دراسة حالة ولاية الوادي

1- الموقع الجغرافي

تقع ولاية الوادي في الجنوب الشرقي للوطن، وتربع على مساحة تقدر بحوالي 35752 كلم²، وهي محصورة بين دائرتي عرض 31° و 34° شمالا، وبين خطي طول 6° و 8° شرقا.

- تحدها من:
- الشمال الشرقي ولاية تبسة
- الشمال ولاية خنشلة
- الشمال الغربي ولاية بسكرة
- الغرب ولاية المغير
- الجنوب والغرب ولاية ورقلة
- الشرق الجمهورية التونسية (حدود برية على مسافة 260 كلم).



المصدر: (مديرية البرمجة و متابعة الميزانية، 2019)

وثيقة (1-3): توضيح الموقع الجغرافي لولاية الوادي

2- الموقع الإداري

تأسست الولاية إثر التقسيم الإداري سنة 1984م، وتضم 30 بلدية و 12 دائرة، وبعد التعديل الإداري الجديد سنة 2019، أصبحت تضم 10 دائرة و 22 بلدية.

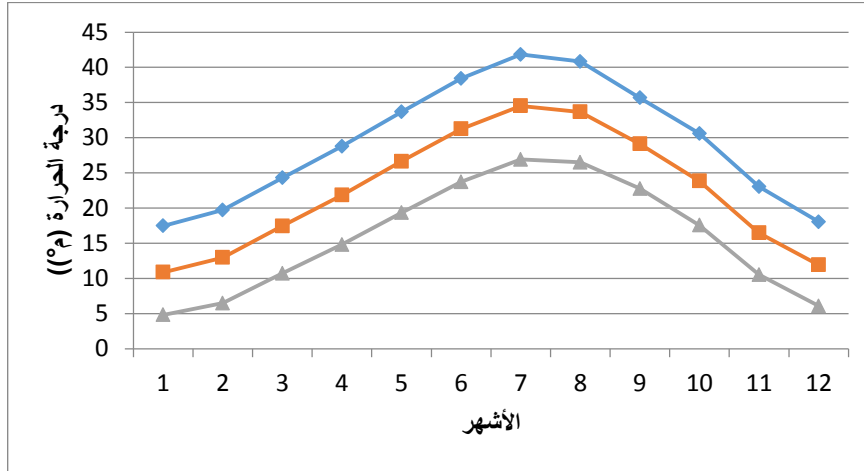
3- الدراسة المناخية

معرفة الخصائص المناخية لأي منطقة مهمة جدا لكل الدراسات البشرية، لما للمناخ من تأثير على النشاط البشري، وكذا في عمليات التهيئة عموما، حيث يؤثر بمختلف عناصره على المظاهر المكونة للمجال (ريان، 2015).

تعرف ولاية الوادي بمناخها الصحراوي الجاف من النوع BWh (kottek وآخرون، 2006) الذي يتميز بشتاء بارد، وصيف حار وذلك نتيجة عدة عوامل كالموقع الجغرافي والارتفاع على سطح البحر. كافة المعطيات المتعلقة بالمناخ تحصلنا عليها من محطة الرصد الجوي بمطار قمار التابعة للديوان الوطني للرصد الجوي (ONM)، وتبعد هذه المحطة حوالي 20 كلم شمال مدينة سوف بارتفاع 62 م من مستوى سطح البحر وتقع على خط $78,6^\circ$ طولاً و $50,3^\circ$ عرضاً، وهي ملخصة كما يلي:

1-3- الحرارة

نظرا لطبيعة المنطقة الصحراوية فإن إقليمها يتميز بارتفاع في درجة الحرارة التي تؤثر بدورها على التساقط وتغير في منسوب مياه الطبقة السطحية والتربة والغطاء النباتي.



المصدر: (محطة الأرصاد الجوية قمار، 2018)

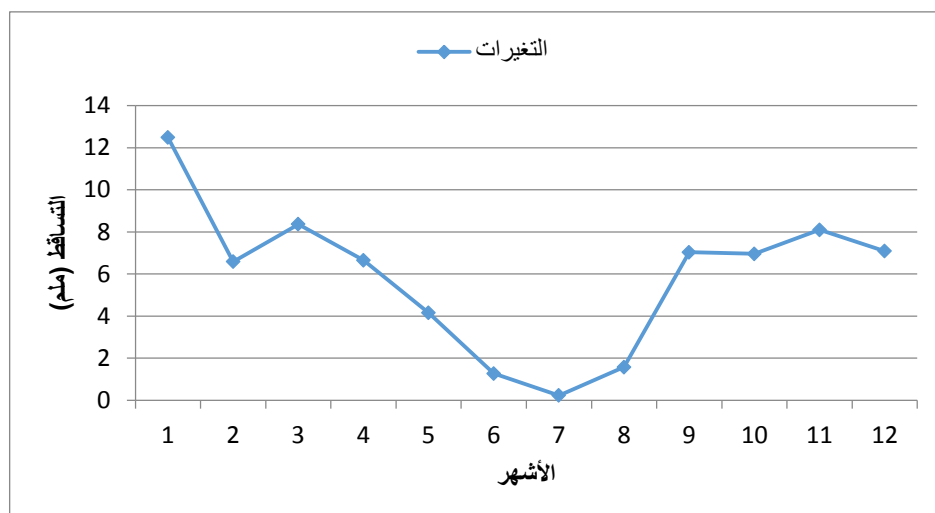
وثيقة (2-3): توضح التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة خلال السنوات (2017-2000)

من خلال الوثيقة (2-3)، نلاحظ أن الولاية تتميز بارتفاع كبير في درجة الحرارة، حيث سجلت أعلى قيمة في شهر جويلية بـ 41.8 م، وأدنى قيمة سجلت في شهر جانفي قدرت بـ 4.8 م°، بمتوسط درجة حرارة وصلت إلى 34.5 م°.

2-3- التساقط

سجلت أكبر قيمة للتساقط في شهر جانفي بما قيمته 12.5 ملم، وأضعف قيمة سجلت شهر جويلية بما قيمته 0.5 ملم.

تعتبر قيمة متوسط التساقط السنوي للولاية قيمة ضعيفة قدرت ما بين 70.5 ملم بسبب بعدها عن المسطحات المائية وانخفاضها عن مستوى سطح البحر وقلة الغطاء النباتي إضافة إلى نوعية التربة الرملية ذات النفاذية العالية.



المصدر: (محطة الأرصاد الجوية قمار، 2018)

وثيقة (3-3): توضح التغيرات الشهرية للتساقط خلال السنوات (2017-2000).

3-3- الرطوبة

ترتبط الرطوبة بعامل الحرارة ووجود المسطحات المائية حيث تختلف باختلاف الفصول، يمكن القول أن ولاية الوادي رطب نسبيا، حيث يعرف ستة أشهر رطوبة تبدأ من شهر سبتمبر حتى غاية شهر فيفري، أين سجلت أقصى قيمة في شهر ديسمبر بـ 66.33%.

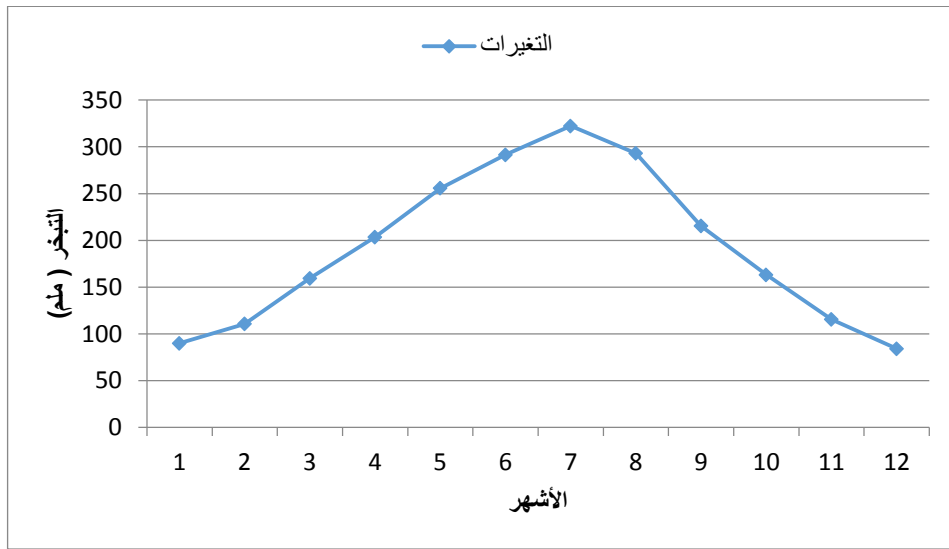


المصدر: (محطة الأرصاد الجوية قمار، 2018)

وثيقة (4-3): توضح التغيرات الشهرية للرطوبة خلال السنوات (2017-2000).

4-3- التبخر

سجلت معدلات التبخر خلال السنوات الأخيرة قيم مهمة نتيجة تأثيرها بدرجات الحرارة والتساقط التي عرفت ارتفاعا شديدا بالإضافة إلى الرياح الدائمة، دون أن ننسى تأثير ذلك على الغطاء النباتي، وقد بلغت أقصاها في الفترة الممتدة ما بين شهري أفريل وسبتمبر.



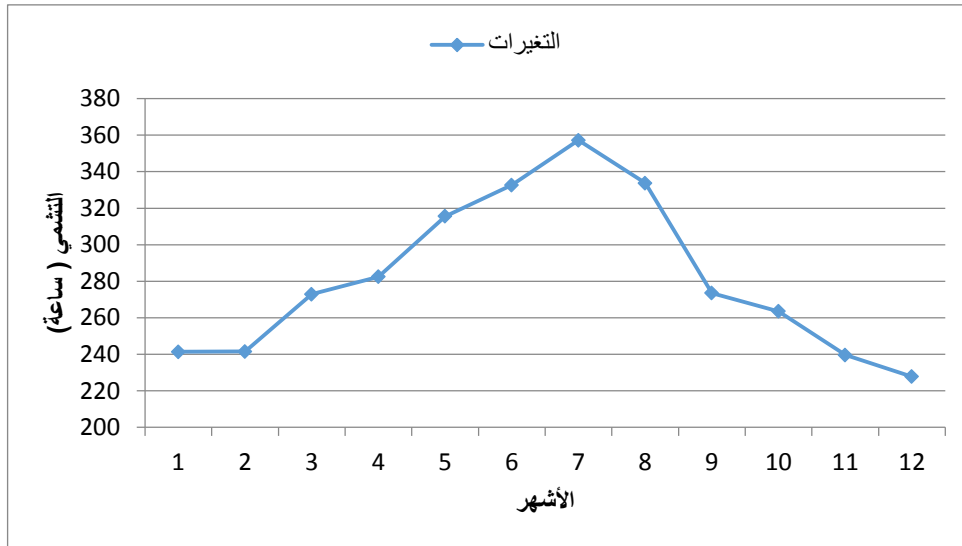
المصدر: (محطة الأرصاد الجوية قمار، 2018)

وثيقة(5-3): توضح التغيرات الشهرية للتبخر خلال السنوات (2000-2017)

من الوثيقة (4-3) نلاحظ أن أقصى قيمة للتبخر سجلت في شهر جويلية والمقدرة بـ 322.21 ملم، أما أدنى قيمة فقد سجلت في شهر ديسمبر بـ 84.22 ملم.

5-3- الإضاءة والتشمس

في الوادي السماء صافية معظم أيام السنة مع ندرة السحب والضباب، وهي سمة من سمات المناطق الصحراوية، والتي تعطي قيم عالية جدا لمعدل الإضاءة والأشعة الشمسية (Toutain وآخرون، 1989). تم تحديد الذروة في شهر جوان بحجم ساعي بلغ 365 ساعة والمتوسط السنوي هو 263.7 ساعة.



المصدر: (محطة الأرصاد الجوية قمار، 2018)

وثيقة(3-6): توضح التغيرات الشهرية لشدة الإضاءة خلال السنوات (2000-2017)

6-3- الرياح

نظرا لندرة التساقط وارتفاع درجة الحرارة في المنطقة تلعب الرياح دور هام حيث أنها على تنقل الرمال وتشكيل الكثبان الرملية وتؤثر في عملية التبخر وذلك بحسب اتجاهها وسرعتها. ويسود في المنطقة ثلاثة (03) أنواع من الرياح:

■ الظهراوي

هي رياح تهب في فصل الربيع بالاتجاه الشمالي الغربي ذات سرعات كبيرة تتراوح بين 13-16 كلم/سا، بحيث تؤثر سلبيا على حركة المرور وترمل الغيطان.

■ الشهيبي أو السيروكو

هي رياح تهب في فصل الصيف بالاتجاه الجنوب الغربي، وتتراوح سرعتها ما بين 10-17 كلم/سا، تتميز هذه الرياح بأنها حارة وجافة، تعمل على الزيادة في درجة الحرارة مما يؤدي إلى الزيادة في عمليتي التبخر والنتح.

■ البحري

هي رياح تهب في فصل الخريف بالاتجاه شرق-غرب، تتراوح سرعتها بين 10-11 كلم/سا.

4- التحليل المناخي

يتيح لنا الجمع بين بيانات التساقط ودرجة الحرارة تحديد:

- فترات الجفاف والرطوبة خلال العام بفضل مخطط غوص pluviothermal .Gaussen

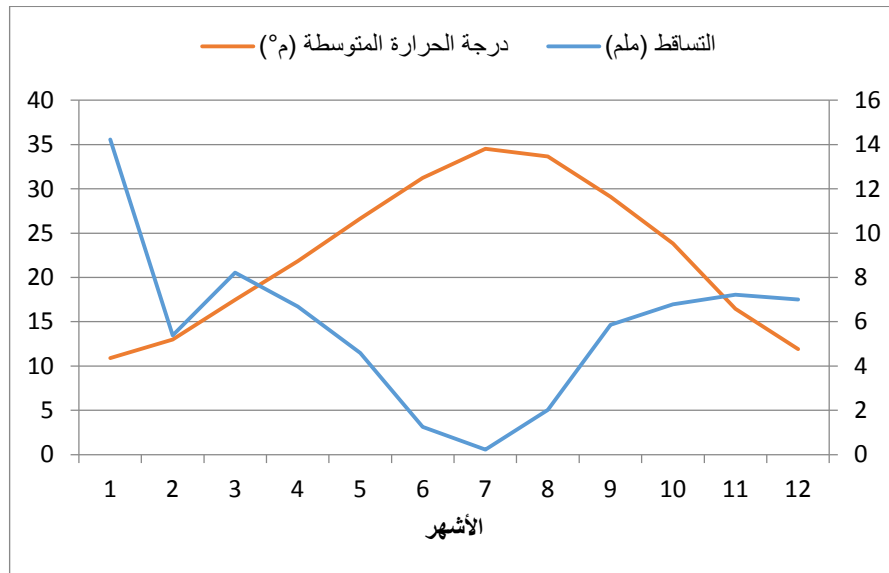
- الطابق المناخي حسب علاقة امبيرجي Emberger أو حساب مؤشر الجفاف.

1-4- مخطط غوص pluviothermal .Gaussen

بتطبيق العلاقة التالية: $P=2T$ والتي تهدف إلى تحديد الفترات الرطبة والجافة لمنطقة ما (Dekhinat، 2001) حيث:

■ P: التساقط الشهري (مم)

■ T: درجات الحرارة الشهرية (°م)



وثيقة(3-7): توضح منحني غوص لولاية الوادي

من خلال منحني غوص لولاية الوادي نستنتج أن الولاية تتميز بمناخ جفاف يدوم طول السنة تقريبا، ويرجع سبب ذلك إلى قلة التساقطات المطرية من جهة والارتفاع النسبي في معدلات درجة الحرارة من جهة أخرى والتي تؤدي إلى الرفع في قيم التبخر.

2-4- علاقة امبيرجي Emberger

يسمح لنا هذا المنحى بتحديد الطابق المناخي السائد بالمنطقة والإقليم الذي تنتمي إليه من خلال تطبيق العلاقة المعدلة والمصححة من قبل Stewart (Billaux، 1982) وهي كالتالي:

$$Q=3.43 \times P/(M - m)$$

حيث أن:

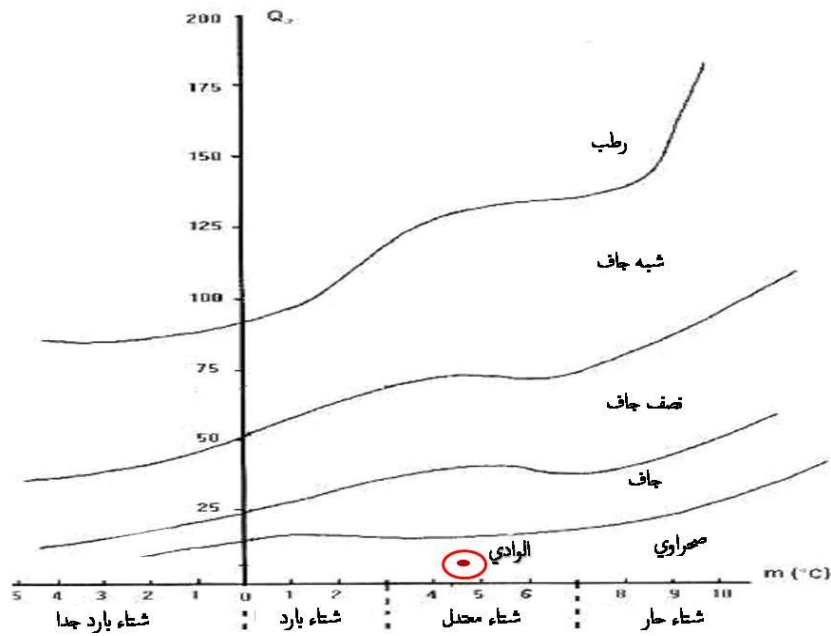
- Q: المعامل المطري الحراري لأمبيرجي.
 - P: متوسط التساقط السنوي.
 - M: المتوسط الشهري الأقصى للشهر الأشد حرارة (م°).
 - m: المتوسط الشهري الأقصى للشهر الأشد برودة (م°).
- تطبيق عددي للعلاقة:

$$M = 41.8^{\circ} \text{ م} \quad m = 4.8^{\circ} \text{ م} \quad P = 70.5 \text{ ملم}$$

$$Q=3.43 \times 70.5 / (41.8-4.8)$$

$$Q=6.53$$

من خلال النتيجة المتحصل عليها، نستنتج أن إقليم الوادي هو إقليم صحراوي ذو مناخ معتدل كما هو مبين في الوثيقة (8-3).



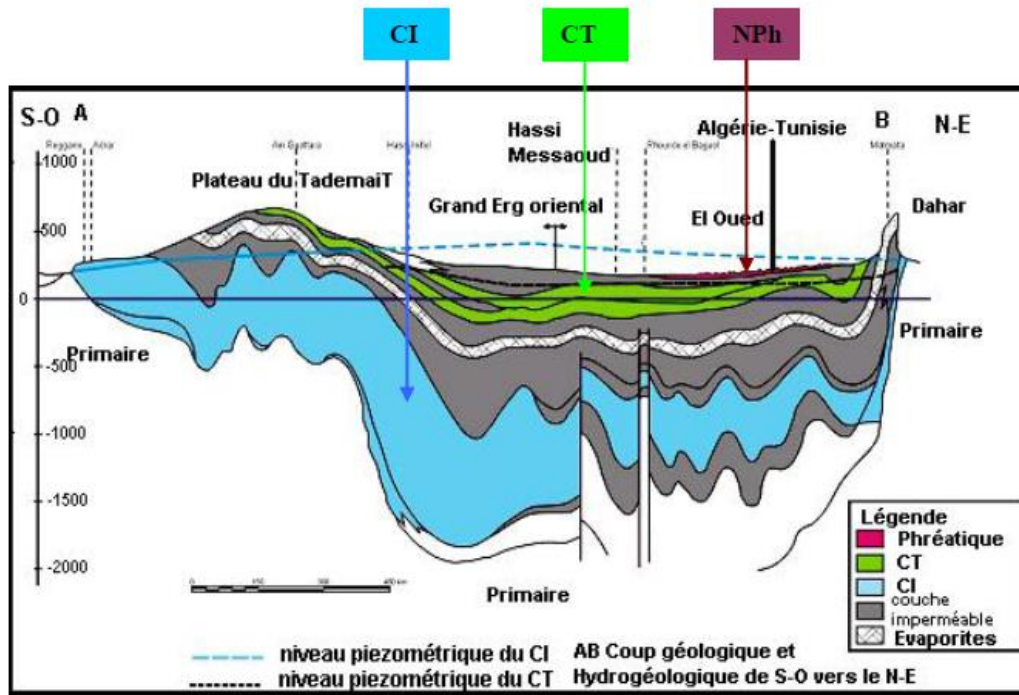
وثيقة (8-3): توضح الطابق المناخي لولاية الوادي

5- المصادر المائية (الدراسة الهيدرولوجية للمنطقة)

منطقة الدراسة هي جزء من حوض شمال الصحراء الرسوبية بحيث يشكل منخفضاً طوبوغرافياً مهماً، تتقاسم مساحته بين ثلاث دول: الجزائر، تونس وليبيا، بمساحة إجمالية تزيد عن مليون كلم²، 70% منها في الجزائر، 6% في تونس، و24% في ليبيا (Bouselsal و Belksier، 2018).

وفق الدراسات المنجزة بولاية الوادي تبين وجود ثلاث أنواع من الأسمطة:

- طبقة مائية سطحية من النوع الحر.
- طبقتين مائيتين تتوافقان مع المركب النهائي (C.T) والمركب الوسيط (C.I).



المصدر: (Unesco ، 1972)

وثيقة(3-9): توضح مقطع هيدروولوجي لطبقات المياه الجوفية لحوض الصحراء

1-5- الطبقة الحرة (السماط المائي السطحي) La nappe phreatique

يتراوح عمق هذه الطبقة بين 40-10 م (عبدوي، 2006)، وتصل في بعض المناطق حتى عمق 60 م (خزاني، 2007) وبسمك 50 م ونسبة ملوحة تختلف من الجنوب إلى الشمال الغربي تراوح من 2 إلى 6 غ/ل (عبدوي، 2006).

تتوافق هذه الطبقة مع الجزء العلوي للتكوينات القارية المتوضعة بنهاية الزمن الرابع، والتي يمكن إيجادها على كامل واحات سوف، بحيث استغلت في السقي بشكل آبار تقليدية قدر عددها سنة 2003 بحوالي 10 آلاف بئر وتدفق إجمالي يصل إلى 15 ألف ل/ثا (خزاني، 2007)، هذه المياه الموجهة للسقي مستخرجة أساسا من الطبقات العميقة (ريان، 2006).

2-5- طبقة المياه المتوسطة (C.T) La nappe complexe Terminal

يتراوح عمق هذه الطبقة بين 220-600 م، وهي ثاني طبقة مائية في المنطقة (خزاني، 2007)، وتتكون بشكل أساسي من الطين والجبس كما تمتاز بمخزون مائي معتبر، فقد يصل تدفق الآبار منها إلى 35 ل/ثا/البئر (ريان، 2006).

صلاحية هذه الطبقة في الشرب والسقي جعلتها الطبقة الأكثر استغلالا، ويرجع ذلك إلى نوعية مياهها الأقل ملوحة (4-7 غ/ل) (شويخ، 2007).

5-3- طبقة المياه العميقة (سماط الألبان) La nappe albienne

يتراوح عمق هذه الطبقة بين 1400 و1800م، وهي نفسها السماط القاري المتداخل (CI) ومصدر تغذيتها الطبقة الإرتوازية لحوض الصحراء الشمالية (ريان، 2006). وتعود بداية استغلال هذه الطبقة في الولاية إلى سنة 1987 (خزاني، 2007).

تدفع مياه هذا السماط قد يصل إلى 200 ل/ثا، بنسبة ملوحة تتراوح من 2 إلى 3 غ/ل ولكن درجة حرارتها الشديدة نسبيا والتي تتراوح بين 40-60°م هو ما يميز هذا السماط (شويخ، 2007)، لذلك وجب توفير إمكانيات لتبريد للمياه قبل مرحلة الاستغلال.

المتعل	الطبقة الهيدروجية	الطبقة الصخرية	الطبقة	لحز الجيولوجي
0م	الطبقة المائية السطحية	رمل	الطبقة	الزمن الرابع
	الطبقة غير القوية	طين		
	الطبقة الرملية الأولى	رمل	ميوسين	
470م	الطبقة الرملية الثانية	رمل، جص، حجر رملي	عوي	
	الطبقة غير القوية	طين	ليسان	الزمن الثالث
800م	الطبقة القوية	توليت	سلي	
	الطبقة الصف القوية	طين، صخور، طين	سلياني	الزمن الثاني
	الطبقة غير القوية	طين - مارن	سلياني	
	الطبقة الألبية القوية	رمل - حجر رملي	أليان	

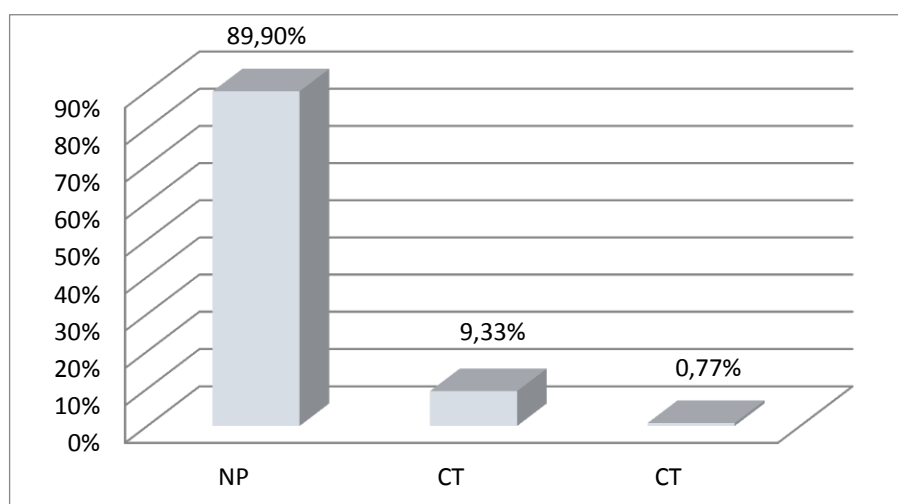
المصدر: (ريان، 2006)

وثيقة(3-10): توضح سلم التوضعات الجيولوجية لولاية الوادي

6- الوضعية المائية للطبقة السطحية

1-6- استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية

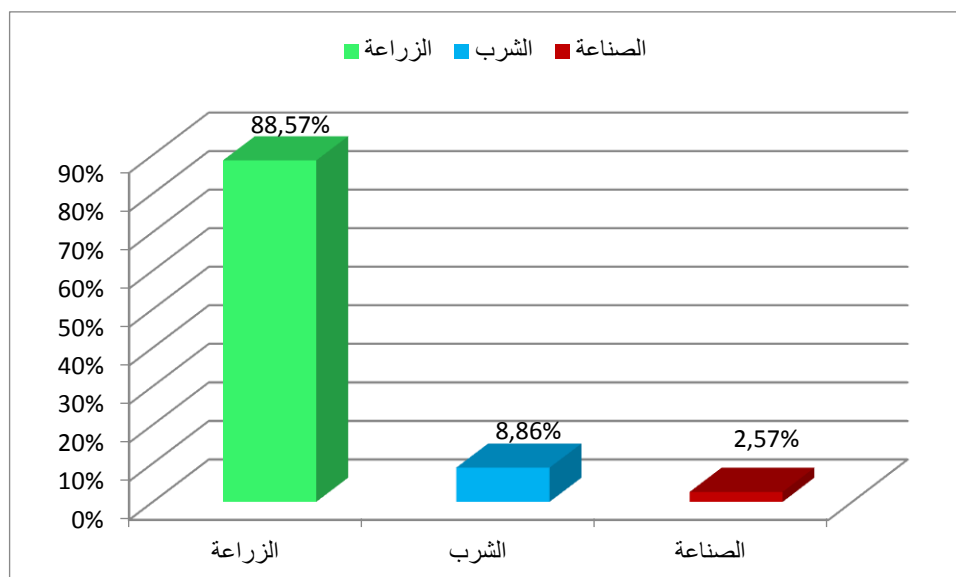
وفقا للإحصائيات التي أجريت سنة 2015، حول تطور كمية استغلال المياه الجوفية لمختلف طبقات المياه ولمختلف القطاعات بالمنطقة، فقد تبين وجود استغلال مفرط للطبقة الحرة (السماط المائي السطحي) بلغ أقصى نسبة قدرت بـ 89.90 %، تليها طبقة المياه المتوسطة بنسبة 9.33 % وأخيرا طبقة المياه العميقة بنسبة 0.77 % (Bouchemal و Khezzani، 2018).



وثيقة (3-11): توضح نسبة استغلال الموارد المائية حسب الطبقة المائية لسنة 2015

2-6- استغلال الموارد المائية حسب القطاع

استغلال الموارد المائية بالوادي يتمركز ضمن قطاع الزراعة حيث بلغ نسبة 88.57 %، يليه قطاع الشرب بنسبة 8.86 %، فيما يسجل القطاع الصناعي النسبة الأضعف في الاستغلال والطلب قدرت بـ 2.57 % (Bouchemal و Khezzani، 2018).



وثيقة(3-12): توضح نسبة استغلال الموارد المائية حسب القطاع لسنة 2015

من خلال المقارنة بين استهلاك القطاعات للمياه ونسب الموارد المائية المستغلة من الطبقات، نستنتج أنه توجد علاقة وطيدة بين القطاع الزراعي وخزان المياه الجوفية. وبالتالي، فإن الإدارة السليمة لهذين الجانبين سيكون لها تأثير واضح في حل أزمة الزراعة وندرة المياه في الولاية.

7- المعطيات الزراعية

منذ القدم شكلت غراسة النخيل والاستثمار في التمور اهتمام كبير لسكان الولاية، ويقع الجزء الأكبر من هذه الغراسة في الغيطان، وهي ما يشبه الأحافير الدائرية في الرمال، بحيث سجل هذا المحصول في نهاية سنة 2019م ما يفوق 3 819 448 نخلة بمساحة 38 147 هكتار (مديرية البرمجة و متابعة الميزانية، 2019). استندت خصوصية نظام الزراعة المستخدم في زراعة أشجار النخيل أسفل الغيطان التي أبدعها الإنسان، للسماح للأشجار بسحب المياه مباشرة من خلال تقريب الجذور من المياه الجوفية.

8- المشاكل المرتبطة بمياه الطبقة السطحية لولاية الوادي

8-1 استعمالات الطبقة السطحية عبر الزمن

من خلال الدراسات التاريخية والجغرافية والعلمية، يمكن القول بأن ولاية الوادي لها استعداد جغرافي للتعرض لظاهرة صعود مياه الطبقة السطحية، إذ يوجد الماء على عمق نصف متر أو أقل في بعض مناطق الولاية، ورغم أنها ظاهرة طبيعية قديمة، إلا أن المياه الصاعدة تمتصها واحات النخيل

آليا من الأرض دون سقيها إذ كان أمرا إيجابيا في ذلك الوقت، غير أنه وبمرور الزمن أصبحت هذه الظاهرة في تزايد مستمر وسريع مما باتت تشكل خطرا بفعل العديد من العوامل ولعل أخطرها هو العامل البشري (ضيف، 2019).

فقبل عام 1956، كان المصدر الوحيد للمياه المستخدمة للشرب والاستعمال المنزلي والأعلاف والزراعة من منسوب مياه الطبقة السطحية عن طريق الآبار السطحية التقليدية، لكنها وفي وقت ما أصبحت غير كافية بسبب الزيادة في عدد السكان وتوسيع المحاصيل الزراعية مما أدى بالسلطات الفرنسية آنذاك إلى حفر أول بئر سنة 1956 على مستوى طبقة المركب النهائي (CT) من أجل التزويد بمياه الشرب والاستعمال المنزلي، تليها أول بئر أنجز على مستوى طبقة المركب النهائي (CI) كان سنة 1987 على مستوى بلدية الوادي (Bouselsal و Khetici، 2014). واستمر استغلال مياه الطبقة السطحية بشكل كبير في القطاع الزراعي مع التطور الكبير الذي عرفه هذا القطاع في السنوات الأخيرة حيث وحسب ما أدلى به خزاني (2018)، فإن أغلب المياه المستغلة في الولاية لسنة 2013 كان مصدرها مياه الطبقة السطحية بنسبة 89.90%، ومع تزايد عدد السكان وفي غياب شبكات الصرف الصحي وغياب مصبات طبيعية للمياه السطحية الزائدة، أدى إلى غياب التوازن بين حجم المياه المنتجة ومياه الصرف والمستعملة (عبدلوي، 2006)، حتى ظهرت بقوة على سطح المناطق المنخفضة (الغيطان، الشطوط) خاصة بالمناطق الحضرية الأكثر كثافة سكانية (ريان، 2015).

ومع تطور وانتشار الظاهرة في الفترة الممتدة ما بين سنة 1993 و1998، أخذت بضم مناطق أخرى بعيدة عن النقطة المركزية للمشكلة لتمس المراكز الحضرية ذات الكثافة السكانية العالية، كقمار، تغزوت، الدبيلة، وادي العلندة، حساني عبد الكريم، أميه ونسة (خزاني، 2018).

تعتبر هذه الظاهرة من المشاكل التي يعاني منها قطاع الموارد المائية لولاية الوادي، حيث بات يهدد استقراره، فأدخل المنطقة في دوامة من المشاكل التي انعكست سلبا على الجانب البيئي، الصحي، الاقتصادي والاجتماعي، مما أدى بالسلطات العمومية إلى دق ناقوس الخطر.

2-8- أسباب صعود مياه الطبقة السطحية

أضحت المشكلة الهيدرولوجية خلال السنوات الأخيرة إحدى التحديات التي تواجه عديد المناطق الحضرية والزراعية بولاية الوادي، ملقية بضلالها على مختلف الجوانب، البيئية، الصحية، العمرانية، لتضرب بذلك عمق الحياة الاجتماعية، إذن فمن أسباب هذه الظاهرة تطور ونمو القطاع

الزراعي حيث تتسرب المياه الناتجة عن سقي المحاصيل إلى الطبقة السطحية، كما أن الاستغلال الغير عقلاني للمياه ساهم بشكل كبير في اختلال التوازن بين المياه المنتجة والمستعملة، ومياه الصرف، فكميات الماء المضخخة بالنسبة إلى 300 ألف نسمة من السكان تعادل حجم استهلاك يقدر بـ 570 لتر للفرد الواحد يوميا، أي ما يعادل ثلاثة أضعاف المعدل الدولي المقدر بـ 150 لتر للفرد الواحد يوميا مما يشكل إسراف كبير لهذا المورد الحيوي، إذ يتجمع الجزء الأكبر من هذه الكمية مباشرة في حوض الماء الجوي مؤديا إلى ارتفاع منسوب مياه الطبقة السطحية (ضيف، 2019)، بالإضافة إلى التدفقات الهائلة لجميع الآبار المستخدمة لإمداد المناطق الحضرية قدرت بـ (14,634.62 م³/يوم) والتي تدل على وجود استهلاك مفرط، في غياب شبكة الصرف الصحي المناسبة واعتماد حفر الصرف الصحي الفردية التقليدية (Khechana, 2014).

إن تزايد عدد السكان في المناطق الحضرية نتيجة النمو الديمغرافي والنزوح الريفي شكل استغلالا غير مسبوق للمياه، من شرب، استغلال منزلي، الزراعة، الصناعة ومتطلبات مختلفة، فالدراسات تفيد بأن المناطق التي مستها الظاهرة هي المناطق التي تمتاز بكثافة سكانية معتبرة والتي يظهر بها تلاحم عمراني على خط يزيد عن 20 كلم طولا والذي يضم البلديات المتجاورة: كوينين، الوادي، البياضة والرباح، وبذلك فإن هذا العامل هو أحد أسباب ظهور وتفاقم المشكلة (عبداوي، 2006).

3-8- آثار صعود مياه الطبقة السطحية على المحيط

تسبب الارتفاع في منسوب المياه الجوفية في حدوث تغيير كبير على البيئة، الصحة العامة، السياحة والحياة الاجتماعية والاقتصادية للسكان، وبشكل رئيسي على القطاع الزراعي وعلى وجه الخصوص مزارع النخيل، حيث وفي عام 2005 تراجع عدد أشجار النخيل المزروعة على مستوى المناطق المنخفضة (الغوط) بسبب ارتفاع منسوب مياه الطبقة السطحية من 1 إلى 1.5م (Zine, 2011). حيث أدت الظاهرة إلى اختناق عدد كبير من النخيل المنتج، بلغ عدد النخيل المتلف 120 ألف نخلة من بين 500 ألف نخلة إضافة إلى تهديد 230 ألف نخلة وبالتالي أثرت على منتوج التمور كما ونوعا (ضيف، 2019).

أدت الظاهرة أيضا إلى ارتفاع ملوحة التربة ومياه الري، حيث أن المياه الزائدة المستخدمة لسقي المحاصيل تتسلل إلى الموقع وتنضم إلى منسوب المياه السطحية، هذا الفائض من المياه غير الضرورية

يزيد من تراكم الأملاح الجذرية شيئا فشيئا وتمنع أي زراعة. أصبحت الأراضي الزراعية عالية الملوحة بسبب التبخر الكبير للمياه الراكدة الناتجة عن صعود المياه، وهذا ما زاد من نقص المساحات الزراعية وساهم في ظاهرة التصحر (Zine, 2011).

كما ساهمت الظاهرة في انتشار البرك والمستنقعات التي تعد أوضح مظاهر التلوث البيئي على مستوى الولاية وخاصة في فصل الشتاء والتي يزيد من اتساع رقعتها الأمطار التي تترك وراءها العديد من المساحات المنخفضة المغمورة بالمياه، مسببة انبعاث الروائح وانتشار الحشرات كالبعوض، كما تترتب عنها أيضا إثارة العديد من الأمراض كالليشمانايوز والأوبئة المتنقلة عبر المياه كالتيفوئيد (ضعيف، 2019).

تجلت أيضا آثار الظاهرة على الجانب العمراني خاصة البناء التقليدي القديم، وكانت بلدية الوادي الوحيدة المتضررة حيث تجلى هذا التهديد والتآكل في الأحياء المنخفضة القديمة مثل المصاعبة، الأصنام، النزلة، الأعشاش، حي الشط، وأكثر الأحياء تضررا على مستوى البلدية هو حي سيدي مستور حيث تم إحصاء 485 بناية مستها مشكلة صعود المياه (عبدواي، 2006).

4-8- الجهود المبذولة لمكافحة ظاهرة صعود مياه الطبقة السطحية على مستوى الولاية

بذلت الدولة والسلطات العمومية للولاية جهود عديدة وحلول استعجالية لمواجهة هذه المشكلة، نذكر أهمها: المشروع الضخم الذي تم التخطيط له وتمويله من قبل وزارة الموارد المائية وتنفيذه سنة 2005 من قبل مختلف الشركات الوطنية والدولية تحت اسم "مشروع معالجة مياه الصرف الصحي وتصريف المخلفات"، "مياه الأمطار والري في وادي سوف"، يعتمد هذا المشروع بشكل أساسي على أربعة مخططات: مخطط الصرف الصحي، مخطط التنقية، مخطط الصرف، مخطط الإخلاء (Khechana, 2014).

إضافة إلى ذلك تصريف المياه الزائدة: تتمثل في شبكة مبرمجة بطول 100 كلم تنتهي بمصب شط حلوفة شمال وادي سوف، كذلك من ضمن الحلول المنجزة، مشروع الحزام الأخضر.

8-4-1- مشروع الحزام الأخضر

8-4-1-1- موقع المشروع

يقع الحزام الأخضر على طول الشريط الذي يضم بلديات الولاية حيث يشمل 14 بلدية بطول 150 كلم أي ما يعادل 350 هكتار، انطلاقا من بلدية الرقيبة مروراً بقمار وتغزوت، كوينين ويتفرع بالوادي شرقاً إلى بلديات: حساني عبد الكريم، الدبيلة، حاسي خليفة، الطريفوي، البياضة، النخلة، وإلى الغرب أعلى واد العلندة، البياضة، الرياح والنخلة. يتكون هذا المشروع أساساً من أشجار غابية تتميز بسرعة النمو والتأقلم مع مناخ المنطقة، إضافة إلى قدرتها على امتصاص كميات كبيرة من المياه، وتتمثل الأصناف النباتية التي برمجت للتشجير من نبات الأوكالبتوس *Eucalyptus sp.* كصنف أساسي وسائد (شويخ، 2007).

8-4-1-2- إنجاز المشروع

■ تم الشروع والبدء في هذا المشروع سنة 2000م، ولكن الانطلاقة الفعلية له كانت في نوفمبر 2001م، وما تم إنجازه فيما يخص التشجير وآبار وشبكات السقي المنجزة.

من ناحية التشجير: تم برمجة نحو 150 كلم من التشجير أي ما يعادل 350 هكتار، تم إنجاز منها حوالي 67 كلم (ما يعادل 165 هكتار) بمعدل 165 ألف شجيرة.

من ناحية الموارد المائية المسخرة لهذا المشروع: تتمثل الموارد المائية لهذا المشروع في آبار الطبقة السطحية والمقدر عددها بـ 250 بئر، أنجز منها حتى سنة 2005 ما يقارب 88 بئر فقط.

شبكة السقي المحلية: والمقدر طولها بـ 150 كلم، تم إنجاز حوالي 80 كلم فقط، وهي شبكة سقي بالتقطير لتفادي الضياع الكبير للمياه وللإستغلال الأمثل للموارد المائية.

■ واستمر تطور المشروع إلى غاية 2017/12/31، حيث زادت المساحة المشجرة إلى 419 هكتار، كما قدر الغرس الطولي أيضا بـ 356 هكتار أي بطول 672 كلم، هذا بالإضافة إلى باقات أشجار قدرت بـ 63 هكتار.

وأهم الأصناف التي تم غرسها هي: أشجار الأوكالبتوس والتي مثلت النسبة الأكبر من مساحة الغرس مقدرة بـ 365 هكتار، تليها أشجار الزيتون بمساحة تقدر بـ 42 هكتار، فيما تمثل الأنواع الأخرى (الأكاسيا، كازواينا والطرفا) 12 هكتار.

3-1-4-8- حالة أشجار المشروع وتطور المساحة الغابية

بالرغم من الوتيرة البطيئة التي انطلق بها المشروع والصعوبات التي واجهته ولعل أهمها العوامل المناخية القاسية للمنطقة، إلا أنه حقق نجاحا كبيرا إلى حد ما، وذلك من ناحية نمو وحالة الأشجار. تفاصيل إضافية فيما يخص حالة الأشجار، نوعها، سنة غرسها، مساحتها المغروسة وسنة الغرس لبعض بلديات وادي سوف كبلدية الوادي، كوينين، قمار، البياضة ووادي العلندة مبينة من خلال الوثيقتين (14-3) و (15-3).

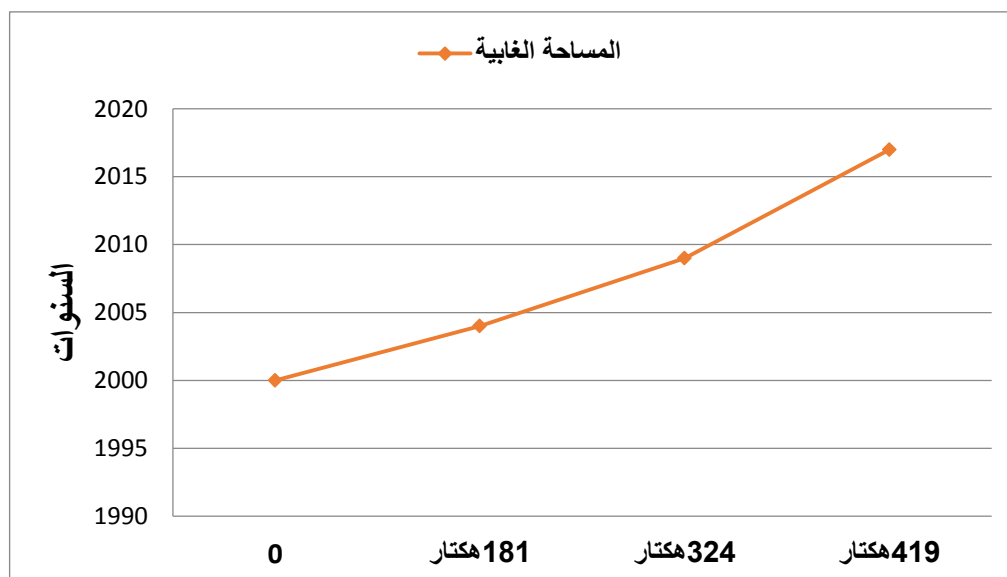
التفاصيل المشار إليها فيما سبق موضحة في الجدول (1-3) وذلك إلى غاية آخر سنة 2019.

جدول (1-3): يوضح حالة أشجار مشروع الحزام الأخضر لبعض بلديات ولاية الوادي إلى غاية

2019/12/31

البلديات	حالة الأشجار	سنة الغرس	المساحة (هكتار)	نوعية الأشجار (غابية)
الوادي	متوسطة	2010/2001	100	الأوكاليتوس+كازوارينا
كوينين	جيدة	2010/2000	14	الأوكاليتوس+أكاسيا
حساني عبد الكريم	متوسطة	2007/2004	14.5	الأوكاليتوس+زيتون
البياضة	متوسطة	2014/2004	15	الأوكاليتوس+كازوارينا
وادي العلندة	متوسطة	2009/2002	48.5	الأوكاليتوس+كازوارينا+زيتون
بن قشة	ضعيفة	2009/2000	33	الأوكاليتوس

المصدر: (DCF، 2019)



وثيقة (13-3): توضح تطور المساحة الغابية للحزام الأخضر بولاية الوادي خلال السنوات (2000-2017)



المصدر: (DCF, 2009)

وثيقة (14-3): توضح الحالة الجيدة للحزام الطولي لأشجار الأوكالبتوس على مستوى طريق وادي العلندة سنة 2009



وثيقة (3-15): توضح الحالة المتوسطة للحزام الطولي لأشجار الأوكاليبتوس على مستوى طريق وادي العلندة (ماي 2021)

4-1-4-8- نتائج الحزام الأخضر (أشجار الأوكاليبتوس) على مياه الطبقة السطحية للمنطقة

يرجع الفضل في الحد من ظاهرة صعود المياه بشكل عام إلى جملة التدابير والحلول التي طبقتها المصالح العمومية بالولاية وأفراد المجتمع على حد سواء، في تخفيض منسوب المياه المتصاعدة والتي من ضمنها مشروع الحزام الأخضر خاصة على مستوى المناطق المنكوبة لبلدية الوادي، كحي الشط وحي سيدي مستور، بإنجاز محيط غابي لأشجار الأوكاليبتوس على مستوي المنطقتين، حيث يتميز هذا النوع من الأشجار بقدرتها على امتصاص كميات كبيرة من المياه مقدرة بـ 200 إلى 500 ل/اليوم، بالإضافة إلى تأقلمها مع الظروف المناخية القاسية كالجفاف.

فكانت نتائج الدراسة التي قام بها Miloudi (2008)، حيث توصل من خلالها إلى أن هناك انخفاض ملحوظ في مستوى منسوب الطبقة السطحية خاصة على مستوى الأماكن المغمورة كلياً، والواقعة بين حي الشط وحي سيدي مستور لبلدية الوادي والتي بلغ ارتفاعها قبل وضع الحلول حوالي 40 سم فوق مستوى سطح الأرض، كما هو موضح في الوثيقة (3-16)، إلا أنه أخذ في الانخفاض بعد وضع المضخات البيولوجية (الحزام الأخضر)، فقد ساهمت أشجار الأوكاليبتوس في اختفاء المنخفضات المغمورة بالمياه (DCF، 2003، ONA، 2013).

وحسب النتائج التي توصل إليها خزاني (2018)، فإن استمرار تراجع منسوب المياه الجوفية وصل حتى 2.2 متر سنة 2010 في مركز الظاهرة، كما أنه وخلال الفترة الممتدة بين سنة 2010 إلى غاية سنة 2014، أدى إلى اختفاء ظاهرة صعود المياه تقريبا على مستوى مركز مدينة الوادي، حيث تراجع بها منسوب المياه الجوفية إلى 1.4 متر سنة 2014.

إلا أنه ومع تواصل انخفاض منسوب المياه الجوفية للمنطقة شكل خطر بيئي كبير مس الجانب الهيدرولوجي بشكل عام والطبقة السطحية بشكل خاص، حيث بلغت هذه الأخيرة تراجع كبير إلى حد الجفاف حتى في المناطق المنخفضة لمركز المدينة حيث بات المشكل جليا خاصة في المحيط الغابي لحي سيدي مستور، حيث بلغت الظاهرة حالة من الجفاف النسبي (معتبر)، وهذا دليل على قرب الطبقة السطحية للمياه كما هو موضح في الوثيقة (3-17)، مما حافظ على الحالة الجيدة للأشجار، على عكس المحيط الغابي المحاذي للقطب الجامعي بحي الشط، والذي يعاني أغلب أشجاره من الجفاف المطلق (التمام)، وهذا ما جعلها تعاني من حالة الإجهاد المائي، بحيث تعكس الحالة السيئة للأشجار بالإضافة إلى موت وهلاك الكثير منها، كل هذه النتائج في ظل غياب وإتلاف شبكات الري التي اعتمدتها محافظة الغابات سابقا، كما توضحه الوثيقة (3-19).



المصدر: (عبداوي، 2006)

وثيقة (3-16): توضح آثار صعود المياه على مستوى حي سيدي مستور قبل انجاز مشروع الحزام الأخضر



وثيقة (17-3): توضيح حالة أشجار الأوكاليبتوس للمحيط الغابي شمال حي سيدي مستور (ماي 2021)



المصدر: (DCF، 2009)

وثيقة (18-3): توضيح المساحة الغابية لأشجار الأوكاليبتوس المنجزة بجوار القطب الجامعي

بحي الشط سنة 2012



وثيقة (3-19): توضح حالة أشجار الأوكالبتوس للمحيط الغابي المحاذي للقطب الجامعي
بجي الشط (ماي 2021)

ثالثا- خلاصة واستنتاج

من خلال مجمل الدراسات للآثار الهيدرولوجية لأشجار الأوكالبتوس وتشخيصها، تبين أن غابات الأوكالبتوس الصناعية رغم أنها تسببت في مشكلة هيدرولوجية كبيرة في العديد من البلدان، إلا أن لها عائد اقتصادي كبير يفوق بكثير قيمة الثروة المائية المستنزفة بهاته البلدان.

إن هذا النوع من الأشجار كان له الأثر الإيجابي الواضح في تجفيف مياه المستنقعات في المناطق الرطبة، مما يدل على مساهمتها في التنمية المستدامة لهاته المناطق من الناحية البيئية وخاصة الهيدرولوجية.

على عكس المناطق الرطبة، فإن حراجة هذا النوع من الأشجار في المنخفضات المائية للمناطق الجافة بغية تجفيفها تعتبر تجربة فاشلة، لأنه لا يمكن اعتبارها حل مستدام لمشكلة مؤقتة، الأمر الذي شكل خطر على الثروة الهيدرولوجية من جهة، وعلى حالة الأشجار من جهة أخرى، بخسارة كل منهما دون أي مردود اقتصادي يعوض قيمتهما.

وعليه فإننا يمكننا القول أن أشجار الأوكالبتوس غير ملائمة وغير صالحة للحراثة في المناطق الجافة، إلا في حالة اعتماد سقيها مع الأخذ بعين الاعتبار قيمة المورد الهيدرولوجي وذلك باستغلالها من الناحية الاقتصادية.

أيضا إن كان الهدف من حراثة هذا النوع من الأشجار في المناطق الجافة، هو توفير الظل وتلطيف الجو وحماية التربة من الترمل والتصحر، يمكن استبدالها بأنواع أخرى أكثر ملائمة ولها نفس الأثر الإيجابي، دون استنزاف للمورد المائي الثمين.

الخاتمة

تحتل المناطق الجافة حوالي ثلث سطح الأرض وتتركز بشكل أساسي في إفريقيا وآسيا وأستراليا حيث تقدر مساحتها بنسبة حوالي 4.2% من المساحة الكلية وتكتسب 7 ملايين هكتار كل عام، وتتميز بندرة المياه وبهطول الأمطار المنخفض والغير المنتظم، ودرجات الحرارة المرتفعة ومع الزيادة السكانية والنمو الزراعي وتغير أنماط الحياة زاد الطلب على المورد المائي الذي أدى إلى انخفاض كبير في منسوب المياه الجوفية بهذه المناطق وبمعدل لا يسمح بتجدهه.

كما تتميز معظم المناطق الجافة بمساحات شاسعة وتباين واضح في بيئاتها التي تتسم في مجملها بالجفاف وقلة الغطاء الغابي وقد ظهرت الحاجة فيها إلى عمليات التشجير، وذلك لما تحققه النباتات من أهمية بالغة في المحافظة على البيئة وتعديل المناخ المحلي وتلطيفه وعلى تحسين التربة وزيادة خصوبتها وعلى منع التلوث وحدوث العواصف الغبارية وإيقاف زحف الرمال والحد من ظاهرة التصحر وكذلك الحد من سرعة الرياح والتقليل من الضجيج والأصوات المزعجة بالإضافة إلى الناحية الجمالية والتنسيقية ودورها الفعال في الرفع من السياحة البيئية.

ويعتبر اختيار الأنواع الحراجية المناسبة والملائمة زراعتها تحت الظروف البيئية المحلية والقادرة على تحمل والتكيف مع البيئة الصحراوية الجافة، وخاصة من حيث التغير في درجات الحرارة والجفاف والملوحة مع تحقيق الهدف المنشود هو العائق الأكبر في كافة عمليات التحريج.

تقع ولاية الوادي ضمن نطاق المناطق الجافة، وتحتوي على موارد مائية توضع ضمن ثلاث تشكيلات جيولوجية مختلفة أولهما الطبقة السطحية وتشكل complexe terminal الطبقة الثانية و آخرها ما يسمى continentale intercalaire ولمدة قرون طويلة تم استغلال الطبقة السطحية بالمنطقة بشكل منتظم تركز أغلب هذا الإستغلال في غراسة أشجار النخيل على مستوى قريب من مياه هذه الطبقة.

مع النمو الديموغرافي الذي شهدته المنطقة زاد الطلب على كمية المياه بصورة مفرطة هذا الأمر أدى إلى انخفاض منسوب مياه الطبقة السطحية، وكنتيجة حتمية تم إستغلال باقي طبقات المياه لتغطية العجز المائي.

بعد الاستعمال تصرف مياه هذه الطبقات على مستوى الطبقة السطحية ومع غياب أنظمة صرف صحية بالإضافة إلى عدة عوامل أخرى نتج عنه صعود معتبر لمياه الطبقة السطحية.

لحل المشاكل الناجمة عن هذا الصعود، تم اتخاذ جملة من التدابير والحلول من طرف السلطات المحلية من بينها اختيار أشجار الأوكالبتوس ضمن برنامج التشجير الحراجي كنوع تصريف حيوي للمناطق سيئة الصرف لتمييزها عن غيرها بالقدرة على امتصاص المياه بكميات هائلة.

نظرا لكونها قابلة للتكيف بدرجة كبيرة مع النظم البيئية المتنوعة على نطاق واسع و خشبا صناعيا سريع النمو ومربحا ومطلوبا باستمرار، فقد وجدت أشجار الأوكالبتوس طريقها في برامج التشجير الحكومية وتم قبولها في جميع أنحاء العالم على أنها أكثر الأنواع المرغوبة.

بما أن الماء مورد ثمين في كافة النظم البيئية، يعتبر الحفاظ عليه تحديا دائما في المناطق الجافة وشبه الجافة أكثر من أي مكان في العالم، وتزيد من هذه الصعوبات أثار الزراعة الحراجية الأوكالبتوس.

الأوكالبتوس هو أحد أنواع الغابات المعروفة التي تمتص كميات كبيرة من المياه تتراوح من 200 إلى 500 لتر/ يوم/ نبات، يمكن أن تنمو جذورها حتى 20-30 قدم لتستخرج المزيد من الماء، فكلما زادت سرعة نمو أشجار الأوكالبتوس، زادت كمية المياه التي تستخرجها، لذلك فهو يزيد من انخفاض منسوب المياه الجوفية.

إن إستغلال أشجار الأوكالبتوس في ولاية الوادي اقتصر على معالجة ظاهرة صعود المياه في بدايته واستمرت زراعته بشكل باقات استجمام وأحزمة حماية بغرض الزينة ومكافحة ظاهرة الترمل دون أي عائد اقتصادي بالمقارنة بمناطق الأوكالبتوس في العالم.

تم تقديم موجز لنتائج الدراسات الهيدرولوجية التي أجريت في العديد من مناطق العالم حول آثار الأوكالبتوس على الموارد المائية والتي أظهرت غالبيتها آثار هيدرولوجية سلبية، ورغم ذلك استمرت زراعتها نظرا للقيمة الاقتصادية التي تدرها. من جهة أخرى فقد أثبتت الأوكالبتوس فعاليتها في خفض منسوب المياه الجوفية وتحسين خصائص التربة من خلال التصريف الحيوي للمناطق المشبعة بالمياه واستصلاحها.

بإسقاط نتائج الدراسات الأدبية على منطقة الدراسة خلصنا حسب رأينا، إلى عدم ملائمة ونجاعة إستمرار الزراعة بالأوكالبتوس في المناطق الجافة وشبه الجافة للأسباب التالية:

- في المناخات الجافة وشبه الجافة، قد تحدث أكبر زيادة في استخدام المياه من قبل الأوكاليبتوس وقد لا يكون من الحكمة الاستمرار في زراعتها في هذه المناطق، من أجل المصلحة الأكبر لحماية موارد المياه الجوفية.
- الاستمرار في زراعة واستغلال الأوكاليبتوس المقتصرة على الجانب الجمالي بدون أي فوائد اقتصادية هامة يجعلها تزيد في حدة ندرة المياه بهاته المناطق.
- غابات الأوكاليبتوس في المناطق الجافة وشبه الجافة أصبحت تحتاج إلى الري والسقي الخارجي وهذا يزيد من الطلب على المورد المائي.

الأفاق والتوصيات المبنية على الدراسة:

- إن المياه الجوفية هي المصدر الأساسي للمياه المستخدمة في الزراعة بالمناطق الجافة وشبه الجافة لذلك يجب إتباع مبدأ " الأولوية للمياه " بإعتبارها من أهم الثروات الطبيعية في كافة القطاعات خاصة في برامج الحراجة.
- تشير نتائج الدراسات إلى أن زراعة أشجار الأوكاليبتوس لها تكلفة باهظة على المياه لذلك لا ينبغي توسيعها أكثر.
- يجب أن تساعد الدراسات الإضافية حول أنماط استخدام المياه في مزارع الأوكاليبتوس في مناطق أخرى التي تتميز باختلاف أنواع التربة وموارد المياه الجوفية في إختبار هذا التنبؤ والتفاعلات الهيدرولوجية المحيطة به.
- استخدام موارد بديلة عن الأوكاليبتوس من شأنها أن تؤدي إلى الحفاظ على موارد المياه الثمينة في المناخات الجافة.
- إذا كان ولا بد من استخدام صنف الأوكاليبتوس في معالجة مشكل المستنقعات أو تعزيز حماية الأحزمة ومضادات الرياح، يوصى بإستخدام أشجار الأوكاليبتوس مع أصناف أخرى تؤدي نفس الفاعلية والكفاءة.
- يجب تطوير السياسة الحراجية التي من شأنها معالجة المزارع التي تشمل صنف الأوكاليبتوس بطريقة تتماشى مع البيئة.
- تعزيز المؤسسات المحلية مثل الجامعات ومراكز الأبحاث لتطوير وتعميق الأبحاث حول تأثيرات مزارع الأوكاليبتوس على المناطق الزراعية بالمناطق الجافة وبشكل دائم.

- إذا إستمر زراعة الأوكالبتوس بالمناطق الجافة على النهج الحالي دون وضع الاعتبارات المائية في الحسبان، سينذر بعجز مائي حاد سيواجه الجيل الحالي ولهذا قد يكون من المجدي حذفها أو حظر زراعتها من برامج التحريج بموجب القانون.
- يجب أن لا تتم زراعة الأوكالبتوس وتوسعها على حساب الموارد المائية والنظم البيئية الهشة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

تقدم هذه المراجعة أبحاث علمية عن تأثير الأوكالبتوس على الموارد المائية وستكون بمثابة مصدر للمعلومات لمسؤولي الغابات والمياه والبيئة وكذا تحسين الأساس العلمي لصانعي القرارات.

من خلال وضع أجزاء من المعلومات معا في إطار مرجعي واحد، نأمل أن تساعد هذه المراجعة في فهم أفضل للأداء الهيدرولوجي للأوكالبتوس وتحفيز المزيد من البحث عن الدورات الهيدرولوجية في هذه المزارع في جميع أنحاء العالم وخاصة في الجزائر.

قائمة المراجع

1. قائمة المراجع باللغة العربية

- الجعفري عبد الرزاق، (1968). شجرة الكافور والصناعات الخشبية. مديرية الغابات العامة. بغداد، العراق. 4 ص.
- الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، (2008). دليل النباتات بمنطقة الرياض. الرياض، المملكة العربية السعودية. 479 ص.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (1988). النباتات الطبية و العطرية و السامة في الوطن العربي. الخرطوم. 682 ص.
- مجموعة عمل الانتوساي حول الرقابة البيئية WGEA، (2010). الدليل الإرشادي حول الغابات : دليل للأجهزة العليا للرقابة. الأردن. 78 ص.
- خزاني بشير، (2007). البيئة والتهئية في سوف: استغلال الموارد المائية والتنمية المستدامة. مذكرة ماجستير. المركز الجامعي العربي-أم البواقي. 140 ص.
- مديرية البرمجة و متابعة الميزانية لولاية الوادي، (2019). مونوغرافيا ولاية الوادي. 156 ص.
- شويخ عاطف، (2007). دراسة أثر الحزام الأخضر على ظاهرة التصحر في ولاية الوادي. مذكرة ماجستير. المركز الجامعي العربي بن مهدي-أم البواقي. 105 ص.
- خزاني بشير، (2018). إستغلال الموارد المائية في منطقة وادي سوف. دراسة من أجل التسيير المستدام للمحيط. مذكرة دكتوراه. جامعة العربي بن مهدي-أم البواقي. 247 ص.
- ضيف الأزهر، (2019). دراسات بيئية. مقارنة سوسيلوجية للمشكلات البيئية بمنطقة وادي سوف-الجزائر. تخصص علم اجتماع البيئة جامعة الوادي. دار المجدد للطباعة والنشر والتوزيع. 300 ص.
- عبداوي جيهان ريم، (2006). مشكلة صعود المياه وآثارها السلبية على البيئة بإقليم وادي سوف. مذكرة ماجستير. جامعة منتوري-قسنطينة. 188 ص.
- ريان جابر، (2015). الزراعة في إقليم وادي سوف-الآليات-العوائق-الآفاق. مذكرة ماجستير. جامعة الأخوة منتوري-قسنطينة. 150 ص.

2. قائمة المراجع باللغة الأجنبية

- Angot, A., (1906). Etude sur le régime pluviométrique de la méditerranée. C, R. Congr. Soc. Sav: 120-134.
- Armitage, F.B., (1986). Foresterie irriguée en pays arides et semi-arides: une synthèse. Ottawa. Ont. CRDI.192 p.
- Aubert, G., (1960). Colloque général sur les problèmes de la zone aride.les sols de la zone aride. étude de leur formation, de leurs caractères, de leur utilisation et de leur conservation. UNESCO. Paris.
- Bagnouls, F., Gaussen, H., (1953). Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. Nat .Toulouse, Vol. (88): 193-239.
- Barcellos, G.H., Simone, B.F., (2007). Mulheres e Eucalipto. Historias de vida e resistência. Publicado pelo WRM.Disponível em: <http://wrm.org.uy/pt/livros-e->
- BG., (2002).Vallée du Souf: Etudes d'assainissement des eaux résiduaires. pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. Mission II. 111p.
- 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. Premier séminaire de perfectionnement en Agrométéorologie. Centre arabe pour l'étude des zones arides et des terres sèches. Damas (Syrie). pp 1-29.
- Bonkougou, E.G., (2001). Biodiversity in the drylands: Challenges and opportunities for conservation and sustainable use. Challenge Paper. The Global Drylands Initiative. UNDP Drylands Development Centre. Nairobi.Kenya.
- Bouselsal, B., Belksier M.S., (2018). Gestion du phénomène de la remontée des eaux dans la région d'El Oued (SE Algérie) et la possibilité d'utilisée les eaux usées épurées en irrigation. international journal of environment and water, Vol. 7 (2): 82-91.
- Bouselsal, B., Kherici, N., (2014). Effets de la remontée des eaux de la nappe phréatique sur l'homme et l'environnement: cas de la région d'El-Oued (SE Algérie). Afrique SCIENCE, Vol. 10(3).161 – 170.
- Bouvet, J.M., (2013). Conférence: L'eucalyptus une essence majeure pour le reboisement à Madagascar. Antananarivo, Madagascar : 18-19 juin. 30p.
- Brooker, I. 2002. Botany of the Eucalyptus. In: Coppen, J.J.W. Ed. Eucalyptus: The genus Eucalyptus. Vol. 22: Medicinal and aromatic plants industrial profiles. London, Taylor and Francis. pp. 3-35.
- Buras, N., (1973a). Hydrological fundamentals. In Yaron, G., Danfors, E., Vaadia, Y. éd.Arid zone irrigation. Springer-Verlag. New York. USA: 31-40.
- Chennoufi, R., Morizur, J.P., Richard, H., Sandret, F., (1980). Étude des huiles essentielles d'Eucalyptus globulus du Maroc. (Feuilles de jeunesse et feuilles adultes). Riv. Ital. E.P.P.O.S. 62 (7), 353-357.
- Chippendale, G.M. and Johnson, R.D. 1983. Eucalypts. New York, Van Nostrand Reinhold. 368p.
- Côte, M., (2006). Si le souf m'était conté. Comment se fait et se défait un paysage. Edition Said Hannachi, Média-Plus. Constantine. 135p.
- CRSTRA., (2014). Atlas plants ornementales des Ziban. station de bio-ressources el-Outaya. Biskra: 42-43.
- Daget, Ph., (1977). Le bioclimat Méditerranéen: Caractères généraux. mode de caractérisation. Végétation: 1-20.

- Davies, J., Poulsen, L., Schulte-Herbrüggen, B., Mackinnon, K., et al., (2017). Conservation de la biodiversité des zones arides. UICN. PNUE-WCMC et CNULCD. xii. 84 p.
- DCF., (2019). Rapport sur la situation de projet de ceinture vert.03p.
- DCF.,(2013). Bulletin d'information les essences forestières dans la région d'El-oued. 25p.
- De Martonne, E., (1926). Aréisme et indice d'aridité. Compt. Rend. Séances Acad. Sci, Vol. (181):1395-1398.
- DSA., (2006). Canevas et bilan des années (1999-2006). 07p.
- El Baraka, S., (2019). L'EUCALYPTUS: propriétés botaniques, phytochimiques, pharmacothérapeutiques et usage industriel. Mémoire Doctorat. université Mohammed V de Rabat. Maroc. 115p.
- Emberger, L., (1955). Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sc de Montpellier, Vol. 7.3-43.
- Engel, V., Esteban, G., Jobbagy, M.S., Mathew, W, et all., (2005). Hydrological consequences of Eucalyptus afforestation in the Argentine Pampas. Water Resources Research, Vol. 41. DOI:10.1029-2004WR003761.
- Erau, P., (2019). L'eucalyptus: botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil à l'officine. Mémoire Doctorat. Université de Marseille. 225p.
- FAO., (1982). Les eucalyptus dans les reboisements: Etudes des forêts et des produits forestiers, N°.11. Italie.
- FAO., (1986). La génétique et les forêts de l'avenir. Revue internationale des forêts et des industries forestières, Vol. 38(2).
- FAO., (2002): L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique à l'horizon 2020 (FOSA)-Algérie. 60p.
- FAO., (2020). The State of the World's Forests 2020. Forests, Biodiversity and People. Rome. 188p. D://: <https://doi.org/10.4060/ca8642en>.
- Farley, K.A., Jobbagy, E.G., Jackson, R.B., (2005). Effets du boisement sur l'apport en eau: asynthese mondiale avec des implications pour la politique. Biologie du changement global, Vol. 11:1565-1576.
- Floret, C., Pontamier, R., (1984). Aridité climatique. aridité édaphique. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques. Fr. 131, Actual. Bot, Vol. (2/3/4).265-275.
- Frías, G., (2003). Invasión Forestal. Khla Nagnegei Tañ weichangepan. Publicado pelo Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Disponível em: <http://wrm.org.uy/oldsite/paises/Chile/Lumako>.
- Fuchs, M., (1973a). Climate and irrigation. In Yaron, B.Danfors, E.Vaadia,Y.ed. Arid zone irrigation. Springer-Verlag. New York. NY.USA :3-9.
- Gorczinski, W., (1920). Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. Geographic Annaler, Vol. (2): 324-331.
- Gratzfeld, J., (2004). Industries extractives dans les zones arides et semi-arides. Planification et gestion de l'environnement .Tomes1 .UICN. Gland. Suisse et Cambridge. 112 p.
- Guignard, J.L., (2001). Abrégé Botanique Systématique Moléculaire. 12ème édition entièrement refondue. Préface de Jean Marie Pelt, Masson, Paris. Paris.
- Haddouche, I., Saidi, S., Toutain, B., (2009). La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride en Algérie: le cas de la région de NAËMA. Energies.

changements climatiques et développement durable Hammamet (Tunisie). mis en ligne le 15,16 et 17 juin 2009.

- Halitim, A .,(1985). Contribution à l'étude des sols des zones arides(Hautes plaines steppiques de l'Algérie)Morphologie .distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols.1-164.
- Hazrat, B., Syed, S.A., Kyung – Min, K., (2014). Potential of Eucalyptus in the Remediation of Environmental Problems: A review. International Journal of Innovation and Scientific Research. ISSN 2351-8014, Vol. 4 (2):136-144.
- Janger, P., Pender, J., (2003). The role of trees for sustainable Management of less favoured lands: the case of Eucalyptus in Ethiopia. Forest Policy economics, Vol. 5: 83-95.
- Jim, M., Zhang, N., Yang, Z, John, C., Xu D., (2004) .Water use by fast-growing Eucalyptus urophylla plantations in southern China. Tree Physiology, Vol. 24: 1035-1044.
- Jones, K.R., Berney, O., Carr, D.P., Barrett, E.C., (1981). Arid zone hydrology for agricultural development. FAO .Italy. Irrigation and Drainage :37.271p.
- Karumbidza, J.B., (2005). A Study of the Social and Economic Impacts of Industrial Tree Plantations in the KwaZulu-Natal Province of South Africa. Publicado pelo WRM. Disponível em: <http://wrm.org.uy/wp-content/uploads>
- Khan, S., Mahmood-Ul-Hasan., (2007). Impact of eucalyptus on the underground water (a case study of udigram swat valley northwest Pakistan). published in USEPAM conference, Hanoi, Vietnam.
- 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 algérien). Faculté des Sciences de la Terre. Département de Géologie. Université Annaba. 128p.
- 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, Vol. 57(1-2): 1-11.
- Kosmas, C., Gerontidi, S.T., Detsis, V., Zafiriou, T.H. et al., (1999). Appplication of the MEDALUS methodology for defining ESAs in the Lesvos island. European Commision.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Bruno R and all., (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification Updated. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 15(3): 259-263.
- Koziol, N., (2015). Huiles essentielles d'Eucalyptus globulus, d'Eucalyptus radiata et de Corymbia citriodora: qualité, efficacité et toxicité. Mémoire Doctorat. Université de Lorraine. 177p.
- Laadel, N., (2014). Impact de la faune entomologique sur deperissement de l'eucalyptus camaldulensis dans les régions de Setif et Bordj Bou Arreridj. Mémoire Magister. Université Farhat Abbas .Sétif 1. 119p.
- Lane, P.N.J., Jim, M., Zhang, N., Zhou, G and all., (2004). Water balance of tropical eucalypt plantations in south-eastern China. Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 124: 253-267.
- Laouira S., (2014). Contribution à l'Etude de l'Effet Insecticide et comportemental des Extraits de Quelques Plantes Médicinales sur Drosophila melanogaster et Essai de Lutte. Mémoire Magistère. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach..88p
- Lebourgeois, F., Piedallu, C., (2005). Appréhender le niveau de sécheresse dans le cadre des études situationnelles et de la gestion forestière à partir d'indices bioclimatique. Rev. For .Fr.LVII-4: 331-356.

- Liu, H., Li, J., (2010). The Study of the Ecological Problems of Eucalyptus Plantation and Sustainable Development in Maoming Xiaoliang. *Journal of Sustainable Development*, Vol. 3(1): 197-201.
- Mandel, S.,(1973). Hydrology of arid zones. In Yaron, B., Danfors, E., Vaadia, Y.éd. *Arid zone irrigation*. Springer-Verlag. New York. NY.USA: 39-49.
- Marque, G., (2008). Isolement et caractérisation chez l'Eucalyptus de gènes codant les facteurs de transcription CBF impliqués dans la réponse au froid. *Mémoire Doctorat*. Université de Toulouse. 102p.
- McGinnies, W.G., (1968). Appraisal of research on vegetation of desert environments. In McGinnies, W.G. Goldman, B.J. Paylore, P. éd. *Deserts of the World*. University of Arizona Press. Tucson. AZ. USA: 381-474.
- Mehani, M., (2015). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Eucalyptus camendulensis dans la région d'Ouargla. *Mémoire Doctorat*. Université Ouargla. 175p.
- Mekelleche, H., (2015). Contribution à l' étude morphométrique d'Eucalyptus globulus Labill. (Myrtacées) dans la région de Tlemcen. *mémoire master*. Université Aboubaker Belkaid-Tlemcen.73p.
- Messekher, I., Menani, M.R., (2009). Evolution de la piézométrie de la ville d'Oued Souf (entre 1993, 2002 et 2007). *Colloque International GIRE*. Département des Sciences de la Terre. Université Batna. 05 p.
- Miloudi, A.M., (2008). Mécanismes et remèdes de phénomène de la remontée d'eau des eaux dans la région d'Oued Souf .L'impact sur l'environnement de la région. *Thèse Magister*. Université Ouargla.112 p.
- Mokhtari, N., Mrabet, R., Bock, L., (2013). Spatialisation des bioclimats de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét*, Vol. 2 (1).50-66.
- Mukund. J., Palanisami K., (2011). Impact of eucalyptus plantations on ground water availability in south Karnataka. *21st International Congress on Irrigation and Drainage*, 15-23 October. Tehran, Iran: 255-262.
- Naithani H.B., (2014). Botany of Genus Eucalyptus, in Bhojvaid, p. p. (Ed), *Eucalyptus in India*: 1-20.
- ONA., (2013). Bulletin d'infor. hydro. et agronomique. Ed. Office. Nat. assain. d'El-Oued. 24p.
- Ozenda, P., (1955). La température facteur de répartition de la en montagne .*Ann . Biol* , Vol. 31(5-6): 295-312.
- Palanna, R.M., (1996). Eucalyptus in India-. In: M. Kashio and K. White, Eds., *Reports Submitted to the Regional Expert Consultation on Eucalyptus*, Vol. 2. <http://www.fao.org/docrep/005/ac772e/ac772e06.htm#bm06>.
- Poynton, R.J., (1971). Characteristics and uses of trees and shrubs obtainable from the Forest Department. *Bulletin No. 39 (Third ed.)*. Pretoria, Government Printer.
- Ram, J., Dagar, J.C., Khajanchi, L., Singh, G., and all., (2011). Biodrainage to combat waterlogging, increase farm productivity and sequester carbon in canal command areas of northwest India. *Current Science*, Vol. 100 (11-10): 1673-1680.
- Redford, H.K., Taber, A., Simonetti, J.A., (1990). There is more to biodiversity than the tropical rainforest. *Conservation Biology*, Vol. (4): 328–330.
- Safriel, U., Adeel, Z., Niemeijer, D., Puigdefabregas, J., and al., (2005). Chapter 22: Dryland systems. In: Hassan, R. Scholes, R. and Ash, N. (eds), *Millennium Ecosystem Assessment*. Vol. 1. Ecosystems and human well-being: Current state and trends. World Resources Institute. Washington. DC: 623-662.

- Sharma, M.L., (1984). Evapotranspiration from a eucalyptus community. *Agricultural Water Management*, Vol. 8: 41-56.
- Shi, Z., Xu, D., Yang, X, Jia, Z., and all., (2012). Ecohydrological impacts of eucalypt plantations: A review. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.10 (3-4): 1419 - 1426.
- Simpson, E.S., (1968). Groud water hydrology of desert environnement. In Mc Ginnies, W.G.Goidman, B.J. Paylore, P. éd. *Deserts of the World*. University of Arizon Press. Tucson. AZ. USA: 21-92.
- Smith, J., Mapendembe, A., Vega, A., Hernandez Morcillo, M., and al., (2010). Linking the thematic Programmes of Work of the Convention on Biological Diversity (CBD) to Poverty Reduction. *Biodiversity for Development: New Approaches for National Biodiversity Strategies*. CBD Secretariat. Montreal.
- Souza, I.G., (2016). Eucalipto e o veneno silencioso: expansão da monocultura de eucalipto no extremo sul da Bahia. *Agrotóxicos, violação de direitos e manipulação ideological*. Dissertação de mestrado, Fundação Oswaldo Cruz.
- Tilashwork C., Amy, S.C, Enyew, A.C., Lehmann, J., and all., (2013). Eco-hydrological impacts of Eucalyptus in the semi humid Ethiopian Highlands: the Lake Tana Plain . *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, Vol. 61(1): 21-29. DOI: 10.2478/johh-2013-0004.
- Toutain, G., Dollé, V., Ferry, M., (1989). Situation des systèmes oasiens en régions chaudes. *Cahiers de la Recherche Développement*, Vol. 22: 3-14.
- Trabucco, A., Zomer, R.J., Bossio, D.A., Straaten, O.,e al.,(2008). Atténuation du changement climatique par le boisement/reboisement: l'analyse globale de l'hydrologie impacts avec quatre études de cas. *Agriculture.Écosystèmes et environnement*, Vol. 126: 81-97.
- UNEP., (1997). *World Atlas of Désertification*. Nick Middleton et Davis Thomas. London. Arnold.182p.
- UNESCO.,(1972). *Etude des Ressources en Eau de Sahara Septentrional*. (7 vols. et annexes). UNESCO, Paris, France.
- Weicheng, W.U., (2003). Application de la géomantique au suivi de la dynamique environnementale en zones arides. Thèse doctorat. université paris 1-pantheon-sorbonne et de l'école pratique des hautes études Sciences de l'Homme et Société. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I .217 p.
- Wilcken, C.F., Raetano, C.G., Forti L, C., (2002) .Termites pests in Eucalyptus forests of brazil. *Sociobiology*, Vol 40 (1): 179-190.
- WRM., (2013). A consulta do FSC e procedimentos para queixas: o caso da Veracel Celulose no Brasil. Disponível em:<http://wrm.org.uy/pt/livros-e-relatorios/a-consulta-do-fsc-e-procedimentos-para-queixas-o-caso-da-veracel-celulose-no-brasil/>
- WRM., (2016). Flavio Pazos com apoio do Secretariado do.
- Xie Y., (2003). The Chinese tuart planted forest sustainable management at the beginning of strategy searches.*World forestry research*, Vol. 05: 59-64.
- Xie Z, Yan D., (2006). Tuart planted forest present situation and sustainable development. *Sichuan forestry science and technology*, Vol. 27(1): 75-81.
- Zahid, D.M., Nawaz, A., (2007). Comparative water use efficiency of Eucalyptus camaldulensis Versus Dalbergia sissoo in Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, Vol. 09 (4): 540-544.
- Zahid, D.M., Shah, F.U.R., Majeed, A., (2010). Planting eucalyptus camaldulensis in arid environment - is it useful species under water deficit system?. *Pakistan Journal of Botany*, Vol. 42(3): 1733-1744.

- Zine, B., (2011). La remontée des eaux souterraines en surface: mécanisme et l'impact sur l'environnement (cas d'Oued Souf). Institut de génie civil, d'hydraulique et d'architecture. Département d'Hydraulique. Laboratoire de recherche en hydraulique appliquée. Université Batna. 113p.
- Zrira, S., EL Khirani, F., Benjllali, B., (1994). Huiles essentielles de six espèces xérophytes d'Eucalyptus: effet du milieu sur les rendements et la composition-chimique. Institut Agronomique et Vétérinaire (Maroc), Vol. 14 (1): 5-9.

الملخص

تحتل المناطق القاحلة مساحة معتبرة في العالم، وتعتبر أكثر المناطق حساسة للجفاف ولتدهور التربة، مما يجعلها أكثر عرضة لخطر التصحر، ونظرا للظروف الطبيعية السائدة فيها تجعل منها نظم بيئية حساسة وهشة وهذا ما يستدعي ضرورة الحرجة للحفاظ عليها.

تعد شجرة الأوكالبتوس من بين الأصناف الأكثر استخداما لإعادة التحريج، بفضل نموها السريع في العديد من المناخات، ومع ذلك أثبتت العديد من المخاوف حول الجوانب الهيدرولوجية، خاصة في المناطق التي تعاني من تذبذب في منسوب المياه الجوفية. تهدف هذه المراجعة إلى تقصي الأدبيات المنجزة حول تأثير شجرة الأوكالبتوس على المصادر الهيدرولوجية عبر مناطق مختلفة من العالم، مع دراسة حالة ولاية الوادي لتقييم مدى وملاءمتها في الأوساط البيئية الجافة.

أثبتت جميع الدراسات على أن أشجار الأوكالبتوس التي استعملت على نطاق واسع بهدف تجفيف المناطق الرطبة، ومساهمتها في القطاع الاقتصادي لبعض الدول دون غيرها، كان لها دور إيجابي في ذلك، إلا أنها شكلت مخاطر سلبية أهمها انخفاض منسوب المياه الجوفية والتأثيرات على الدورة الهيدرولوجية خاصة في المناطق الجافة.

توصي الدراسة بضرورة وضع الاعتبارات المائية بالحسبان عند اختيار هذا الصنف في عملية الحرجة في المناطق الجافة خاصة تلك التي يعتمد اقتصادها على الزراعة.

الكلمات المفتاحية: المناطق الجافة، الأوكالبتوس، إعادة التحريج، الموارد الهيدرولوجية، الوادي، ملانمة، المياه الجوفية.

Abstract

Arid areas occupy a significant part of the world. They are considered the most sensitive regions to drought and soil degradation, making them more vulnerable to desertification. Due to the natural conditions prevailing in them, they make them sensitive and fragile ecosystems, which calls for the necessity of forestry to preserve them.

The eucalyptus tree is among the most widely used varieties for reforestation because of its rapid growth with many climates; however, many concerns have been raised about the hydrological aspects, especially in areas that suffer from fluctuating groundwater levels.

This review aims to investigate the literature on the effect of eucalyptus on hydrological resources across different regions of the world, with a case study the province of the El-Oued to assess its suitability and extent in arid environments. All studies proved that eucalyptus trees, which were widely used to dry wet areas, and their contribution to the economic sector of some countries and not others, had a positive role in this, but they posed harmful risks, the most important of which was the drop in the level of groundwater and the effects on the hydrological cycle, especially in dry areas.

The study recommends that water considerations be taken into account when choosing this variety in the forestry process in dry areas, especially those whose economy depends on agriculture.

Keywords: Dry areas, Eucalyptus, reforestation, Hydrological resources, El-Oued, Groundwater.