وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة زيان عاشور– الجلفة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم الأرض والكون

مذكرة مقدّمة لاستكمال متطلبات الحصول على شهادة الماستر الأكاديمي

تخصص: الجغرافيا وتهيئة الإقليم

عنوان المذكرة

النشاط الفلاحي بسهل عين وسارة

- الموارد المائية كعامل أساسي للتنمية المستدامة -

إعداد الطالبة:
– زهار مريم

تحت إشراف
– فوفو عاطف

لجنة المناقشة:

د. تناح بن داود	جامعة الجلفة	رئيسا
د. فوفو عاطف	جامعة الجلفة	مشرفا
د. قورما زيان	جامعة الجلفة	مقررا

الموسم الجامعي: 2026/2025

إهـــــــــداء

إلى والديَّ الكريمَين، اللذَين لم يبخلا يومًا بشيء في سبيل تعليمي وتوجيهي،

إلى روح **أمي الطاهرة**، رحمها الله وأسكنها فسيح جناته،

إلى سند العزيمة ونبراس الصبر والعطاء بلا حدود... **أبي العزيز**،

إلى الأستاذ المشرف **فوفو عاطف**،

الذي كان لي خير مرشد ومعين، فلم يضنّ عليّ بوقته ولا بعلمه، وكان نعم الناصح الأمين في كل خطوة من خطوات هذا العمل.

إلى كلّ من شاركني مسيرة التعلّم وآمن بي حين شككت في نفسي،

إلى أساتذتي الأفاضل، وإلى أعضاء لجنة المناقشة المجلّة، الذين تشرفت بنقدهم العلمي الثمين، وأضافوا إلى بحثي بملاحظاتهم السديدة،

إلى كل من يهتمّ بقضايا المياه والفلاحة والتنمية في بلادنا الحبيبة الجزائر،

أُهدي هذا العمل المتواضع.

●●●●●

شكر وعرفان:

الحمد لله الذي وفّقنا لإتمام هذا العمل، والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيّدنا محمد صلى الله عليه وسلّم.

يطيب لي في هذا المقام أن أتوجّه بعظيم الشكر وجزيل الامتنان إلى الأستاذ المشرف

الأستاذ: **فوفو عاطف**.

الذي أشرف على هذا البحث بكلّ دقّة وتفانٍ، وكان له الفضل الكبير في توجيهي وإثراء هذا العمل بملاحظاته العلمية القيّمة.

كما أتقدّم بخالص شكري وامتناني إلى أعضاء لجنة المناقشة الكرام، الذين تفضّلوا بقراءة هذا البحث وتقييمه، وما يُبدونه من ملاحظات تُضفي على هذا العمل مزيدًا من الغنى والإثراء.

وأتوجّه بالشكر الجزيل إلى جميع أساتذة قسم علوم الأرض والكون بجامعة زيان عاشور – الجلفة، على ما قدّموه من علم ومعرفة طوال سنوات الدراسة.

وأشكر أيضًا مصالح المديرية الولائية للفلاحة بالجلفة، والوكالة الوطنية للموارد المائية، وجميع الهيئات التي أسهمت في توفير البيانات والمعطيات الضرورية لإنجاز هذا البحث.

وفي الختام، أتقدّم بشكري الخاص لكلّ أفراد عائلتي وأصدقائي الكرام، الذين كان دعمهم المعنوي والمادي رافدًا لا ينضب في مسيرة الإنجاز.

الملخص

تتناول هذه المذكرة إشكالية تدبير الموارد المائية كرافعة للتنمية الفلاحية المستدامة بسهل عين وسارة. اعتمدت الدراسة على منهجية متكاملة (تحليل نظم، GIS، استشعار عن بعد، واستبيان ميداني .(أظهرت النتائج هيمنة الزراعات الحبوبية (52.3%) وتوسعاً متسارعاً في المساحات المروية (2016–2026) بالاعتماد على المياه الجوفية (طبقة الألبي)، التي تعاني استنزافاً متسارعاً (انخفاض 1–2 م/سنة). كما أثبتت فعالية الري بالتقطير في اقتصاد الماء (40–60%) لكن انتشاره محدود. وتخلص الدراسة إلى أن الوضع المائي غير مستدام، وتوصي بمقاربة مندمجة للتسيير.

الكلمات المفتاحية: سهل عين وسارة، الموارد المائية، النشاط الفلاحي، التنمية المستدامة، الاستنزاف الجوفي، تقنيات الري، السهوب الوسطى.

Résumé

Ce mémoire traite de la gestion des ressources en eau comme levier du développement agricole durable dans la plaine d'Aïn Oussera. L'étude s'appuie sur une méthodologie intégrée (analyse systémique, SIG, télédétection et enquête de terrain). Les résultats montrent une prédominance des céréales (52,3 %) et une expansion rapide des surfaces irriguées (2016-2026) dépendantes de la nappe de l'Albien, en proie à une surexploitation (baisse de 1-2 m/an). Le goutte-à-goutte permet une économie d'eau de 40-60 %, mais sa diffusion reste limitée. L'étude conclut à la non-durabilité de la situation hydrique et préconise une gestion intégrée.

Mots-clés : Plaine d'Aïn Oussera, ressources en eau, activité agricole, développement durable, surexploitation des nappes, techniques d'irrigation, steppes centrales.

Abstract

This dissertation addresses water resources management as a driver of sustainable agricultural development in the Aïn Oussera plain. The study employed an integrated methodology (systems analysis, GIS, remote sensing, and a field survey). Findings reveal the predominance of cereal crops (52.3%) and a rapid expansion of irrigated areas (2016–2026) reliant on the Albian aquifer, which is subject to accelerated overexploitation (a decline of 1–2 m/year). Drip irrigation saves 40–60% of water, yet its adoption remains limited. The study concludes that the current water situation is unsustainable and recommends an integrated management approach.

Keywords: Aïn Oussera plain, water resources, agricultural activity, sustainable development, groundwater overexploitation, irrigation techniques, central steppes.

قائمة الأشكال

الشكل رقم 1: المقطع الجيولوجي التركيبي لمنطقة عين وسارة.....15
الشكل رقم 2: المعدلات الشهرية للتساقط والحرار P = 2T.....23
الشكل رقم 3: الجدول رقم 02: تطور عدد السكان في بلديات سهل عين وسارة (1977-2022).....28
الشكل رقم 4: واجهة برنامج QGIS.....54
الشكل رقم 5: موقع Copernicus Open Access Hub لصور الأقمار الصناعية.....58
الشكل رقم 6: إسقاط صورة القمر الصناعي على برنامج Google Earth pro.....59
الشكل رقم 7: نسب المساحات الفلاحية المزروعة حسب التخصصات في سهل عين وسارة.....69
الشكل رقم 8: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2016).....72
الشكل رقم 9: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2020).....73
الشكل رقم 10: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2025).....74
الشكل رقم 11: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2026).....75

قائمة الخرائط

خريطة رقم 1: حدود منطقة الدراسة بسهل عين وسارة..... 10
خريطة رقم 2: الخريطة الجيولوجية لسهل عين وسارة..... 13
خريطة رقم 3: الشبكة الهيدروغرافية لسهل عين وسارة..... 36

قائمة الجداول

الجدول رقم 1: الخصائص الأساسية لبلديات سهل عين وسارة.....11
الجدول رقم 2: المعطيات الجغرافية الرئيسية لسهل عين وسارة 12
الجدول رقم 3: الخصائص الهيدروجيولوجية للتكوينات المختلفة 18
الجدول رقم 4: المعطيات المناخية لمحطة عين وسارة بين الفترة المرجعية (1991–2020) والفترة الحديثة (2001–2024) 19
الجدول رقم 5: خصائص المحطات المطرية في سهل عين وسارة.....20
الجدول رقم 6: تطوّر عدد السكّان في دائرة عين وسارة (1966–2023) 26
الجدول رقم 7: تطور عدد السكان في بلديات سهل عين وسارة (1977–2022).....27
الجدول رقم 8: تطور عدد الآبار الفلاحية العميقة في بلديات سهل عين وسارة (تقديرات 2008–2023).....40
الجدول رقم 9: التحليل الإحصائي للتساقطات الشهرية والسنوية بمحطة عين وسارة (2000–2025) 42
الجدول رقم 10: مقارنة بين تقنيات الري المتبعة في سهل عين وسارة 45
الجدول رقم 11: توزيع عينة الاستبيان حسب البلديات وفئات المستثمرات 61
الجدول رقم 12: المساحات الفلاحية المزروعة حسب التخصصات في سهل عين وسارة.....68
الجدول رقم 13: تطور الإنتاج الحبوب في سهل عين وسارة (2010–2023).....70
الجدول رقم 14: تقدير تأثير موجات الجفاف على مردودية المحاصيل الرئيسية في سهل عين وسارة 79

قائمة الاختصارات

الاختصار	المعنى
ANRH	وكالة الوطنية للموارد المائية
DSA	مديرية المصالح الفلاحية
DPAT	المديرية الولائية للتخطيط والتهيئة الإقليمية
SIG	نظام المعلومات الجغرافية
mm	مليمتر
hm^3	مليون متر مكعب
ha	هكتار
ICARDA	معهد الجزائري للمناطق الشبه الجافة
RGPH	الإجمالي الوطني للإحصاء السكاني
ONS	المكتب الوطني للإحصاء
ANBT	الوكالة الوطنية للسدود والتحويلات
PNADER	برنامج دعم الطاقة الفلاحية التجديدية
ETP	التبخر النتح المحتمل
ETR	التبخر النتح الحقيقي
da	الديسيار

فهرس المحتويات

إهـــــــــــداء
شكر وعرفان
الملخص
Résumé
Abstract
قائمة الأشكال
قائمة الخرائط
قائمة الجداول
قائمة الاختصارات
فهرس المحتويات
مقدمة 1
1. الإشكالية البحث 2
2. فرضيات البحث 3
3. أهداف الدراسة 3
4. المنهجية المتبعة 4
5. أهمية الدراسة 5
6. الدراسات السابقة 5
7. هيكل المذكرة..... 6
الفصل الأول: تقديم منطقة الدراسة
تمهيد..... 8
1. الموقع الجغرافي لسهل عين وسارة 9
3. الخصائص الطبيعية..... 13
1.3 التضاريس 13
2.3 المياه السطحية والجوفية..... 15
3.3 المناخ..... 19
4.3 التربة 24
5.3 الغطاء النباتي..... 24
4.الخصائص البشرية والاقتصادية 25
1.4 الديناميكية السكانية..... 25

2.4 النشاط الاقتصادي..... 29
خلاصة الفصل الأول..... 31
الفصل الثاني: الموارد المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي في سهل وسارة
تمهيد..... 33
1. مصادر المياه في سهل عين وسارة 34
1.1 المياه السطحية 34
2.1 المياه الجوفية..... 38
3.1 التساقطات المطرية..... 41
2. استعمالات المياه في الفلاحة 43
3. تقنيات الريّ..... 44
1.3 الريّ التقليدي (السطحي والغمر) 44
2.3 الريّ الحديث (الرش والتقطير)..... 44
4. المشاكل المرتبطة بالمياه..... 45
1.4 الجفاف..... 45
2.4 الاستنزاف الجوفي 46
3.4 التغيرات المناخية 47
خلاصة الفصل الثاني 48
الفصل الثالث: وسائل وطرق الدراسة
تمهيد..... 50
1. المنهج المتبع 51
2. أدوات البحث 53
1.2 الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية (*GIS*)..... 53
2.2 الإحصاءات والبيانات 55
3.2 الصور الفضائية 57
4.2 العمل الميداني..... 60
3. معالجة البيانات وتحليلها 62
خلاصة الفصل الثالث: 65
الفصل الرابع: تحليل النتائج ومناقشتها
تمهيد..... 67
1. تحليل واقع النشاط الفلاحي 68
1.1 هيكلة المساحات الفلاحية حسب التخصصات 68

2.1 تطور الإنتاج الحبوب وتذبذبه 70
3.1 تحليل ديناميكية التوسع في المساحات المسقية عبر الصور الفضائية (2016-2026) 71
4.1 نتائج الاستبيان المتعلقة بواقع النشاط الفلاحي 76
2. تأثير الموارد المائية على الإنتاج الفلاحي 77
1.2 العلاقة الإحصائية بين التساقطات والإنتاج الفلاحي 77
2.2 دور الموارد الجوفية في دعم الإنتاج واستدامته 77
3.2 أثر تقنيات الري على إنتاجية المياه 78
4.2 أثر موجات الجفاف على مردودية المحاصيل 78
2.5 إسقاط النتائج على الفرضيتين الأولى والثانية 82
3 العلاقة بين المياه والتنمية المستدامة 83
1.3 البعد الاقتصادي 83
2.3 البعد البيئي 83
3.3 البعد الاجتماعي 84
4.3 إسقاط النتائج على الفرضيتين الثالثة والرابعة 84
4. مناقشة النتائج في ضوء الدراسات السابقة 85
1.4 التقاطع مع دراسات الجفاف والمناخ 85
2.4 التقاطع مع السياسات الفلاحية الوطنية 85
3.4 التقاطع مع دراسات الديناميكية الفلاحية المحلية 86
4.4 التقاطع مع دراسات الهيدرولوجيا المحلية 86
5.4 حدود الدراسة وآفاقها المستقبلية 86
خلاصة الفصل الرابع 87
خاتمة 89
قائمة المراجع 93
الملاحق 99

مقدمة

مقدمة

تمثّل المناطق الجافة وشبه الجافة في الجزائر الامتداد الجغرافي الغالب، إذ تغطي ما يزيد عن 80% من المساحة الإجمالية للبلاد، وهي مجالات تتسم بهشاشة توازناتها البيئية واعتمادها الكبير على الموارد المائية المحدودة. وفي هذا السياق، تُصنّف الجزائر ضمن الدول التي تعاني من إجهاد مائي هيكلي، حيث لا يتجاوز نصيب الفرد من المياه العذبة عتبة الفقر المائي المقدّرة دوليًا بـــ 500 م³ سنويًا (وزارة الموارد المائية والأمن المائي، 2021).

وقد ازدادت حدّة هذه الوضعية بفعل التغيرات المناخية العالمية، التي انعكست بشكل واضح على مناطق البحر الأبيض المتوسط، بما فيها الجزائر، من خلال تراجع التساقطات وارتفاع درجات الحرارة وزيادة تواتر فترات الجفاف. وتشير تقارير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إلى أنّ منطقة شمال إفريقيا تُعدّ من أكثر المناطق عرضة لانخفاض الموارد المائية خلال العقود القادمة، نتيجة التغيرات في النظام المطري وارتفاع الطلب على المياه (IPCC, 2021). كما تؤكد منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (FAO) أنّ الزراعة في المناطق شبه الجافة ستواجه ضغوطًا متزايدة بسبب محدودية المياه، مما يفرض ضرورة تحسين كفاءة استخدامها وتبنّي تقنيات ريّ مستدامة (FAO, 2021).

وفي هذا الإطار، تبرز إشكالية العلاقة بين الموارد المائية والنشاط الفلاحي كأحد أهم التحديات التنموية في الجزائر، لا سيما في إقليم الهضاب العليا الذي يُعدّ منطقة انتقالية حسّاسة بين الشمال الرطب والجنوب الصحراوي. ويُعدّ سهل عين وسارة نموذجًا معبّرًا عن هذه الوضعية، حيث تتوفر فيه إمكانات فلاحية معتبرة من حيث المساحة وطبيعة التربة، مقابل قيود مناخية ومائية واضحة، إذ لا يتراوح المعدل السنوي للتساقطات إلا بين 200 و250 ملم (ONM, 2020).

وفي ظل هذا النقص في الموارد السطحية، يعتمد النشاط الفلاحي بشكل أساسي على المياه الجوفية، التي أصبحت تشكّل المصدر الرئيسي للري في المنطقة. غير أنّ الاستغلال المكثف لهذه الموارد، في غياب إدارة متكاملة ومستدامة، أدّى إلى تراجع مستوياتها وظهور مؤشرات على تدهور نوعيتها، وهو ما تؤكده تقارير الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH, 2022). ويتقاطع هذا المعطى مع ما تشير إليه تقارير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) إلى أنّ الاستغلال غير الرشيد للمياه الجوفية في المناطق الجافة يُعدّ من أبرز التهديدات لاستدامة النظم الزراعية (FAO, 2017).

وعليه، تندرج هذه الدراسة ضمن المقاربات الجغرافية التطبيقية التي تسعى إلى تحليل العلاقة التفاعلية بين الموارد المائية والإنتاج الفلاحي في سهل عين وسارة، من خلال تشخيص الوضع الراهن وتقييم

أنماط الاستغلال، بالاعتماد على أدوات التحليل المكاني والإحصائي والمعطيات الميدانية، في أفق اقتراح حلول علمية عملية تُسهم في تحقيق التسيير المستدام للموارد المائية وتعزيز الأمن الغذائي في المناطق شبه الجافة.

1. الإشكالية البحث

تُعدّ الموارد المائية في المناطق شبه الجافة عاملًا حاسمًا في توجيه مختلف الأنشطة الاقتصادية، وعلى رأسها النشاط الفلاحي، الذي يبقى الأكثر ارتباطًا بها تأثرًا واستغلالًا. وفي ظلّ التغيرات المناخية المتسارعة، وتزايد الضغط على الموارد المائية، برزت تحديات جديدة تتعلّق بمدى قدرة هذه الموارد على ضمان استمرارية الإنتاج الزراعي وتحقيق متطلبات التنمية المستدامة.

ويُجسّد سهل عين وسارة هذه الوضعية المركّبة، حيث تتقاطع فيه إمكانات فلاحية معتبرة مع محدودية واضحة في الموارد المائية، سواء من حيث الكمية أو الانتظام أو حتى الجودة. فمن جهة، يعتمد النشاط الفلاحي بشكل متزايد على المياه الجوفية، ومن جهة أخرى، يُلاحظ تذبذب الإنتاج الزراعي نتيجة التقلبات المناخية وضعف التحكم في تقنيات استغلال المياه، الأمر الذي يطرح إشكالية التوازن بين الاستغلال والقدرة التجديدية للموارد.

إلى أيّ مدى تُشكّل الموارد المائية المتاحة عاملًا محدِّدًا في توجيه النشاط الفلاحي بسهل عين وسارة، وما مدى تأثيرها على تحقيق تنمية فلاحية مستدامة في ظلّ التغيرات المناخية؟

وتتفرّع من هذه الإشكالية الرئيسية تساؤلات فرعية عدّة:

- ما هي خصائص الموارد المائية المتوفّرة في سهل عين وسارة (سطحية وجوفية) من حيث الكمية والنوعية؟
- ما طبيعة الأنماط الإنتاجية الفلاحية السائدة، وكيف يتوزّع النشاط الزراعي مكانيًا في ارتباطه بمصادر المياه؟
- إلى أيّ حدّ تُسهم تقنيات الريّ المعتمدة في تحسين كفاءة استخدام المياه ورفع مردودية الإنتاج الفلاحي؟
- ما أبرز التحديات البيئية والمناخية والاقتصادية التي تواجه استدامة النشاط الفلاحي في المنطقة؟

2. فرضيات البحث

تنطلق هذه الدراسة من مبدأ أن العلاقة بين الموارد المائية والنشاط الفلاحي في سهل عين وسارة ليست علاقة بسيطة أو مباشرة، بل هي علاقة مركّبة تحكمها عدة عوامل طبيعية وبشرية وتقنية، خاصة في ظلّ التغيرات المناخية وتزايد الضغط على الموارد الجوفية.

وبناءً على ذلك، يمكن صياغة الفرضيات التالية:

- **الفرضية الأولى:** تُعدّ المياه الجوفية المصدر الأساسي لتزويد النشاط الفلاحي بمياه الري في سهل عين وسارة، وذلك نتيجة محدودية الموارد السطحية وعدم انتظام التساقطات.
- **الفرضية الثانية:** توجد علاقة ارتباط مباشرة بين توفر الموارد المائية (كمًا ونوعًا) وبين توزيع وشدة النشاط الفلاحي داخل المجال المدروس.
- **الفرضية الثالثة:** يُساهم اعتماد تقنيات الري الحديثة (كالري بالتنقيط والرش) في تحسين كفاءة استعمال المياه ورفع المردودية الزراعية مقارنة بالأساليب التقليدية.
- **الفرضية الرابعة:** يؤدي الاستغلال المفرط وغير المنظم للموارد المائية الجوفية، بالتوازي مع التغيرات المناخية، إلى تهديد استدامة النشاط الفلاحي على المدى المتوسط والبعيد.

3. أهداف الدراسة

تنطلق هذه الدراسة من ضرورة فهم التفاعل القائم بين الموارد المائية والنشاط الفلاحي في سهل عين وسارة، في ظلّ التحولات البيئية والمناخية المتسارعة، بهدف تقديم قراءة علمية دقيقة للوضع الراهن واقتراح أسس لتحسين استدامة النشاط الزراعي.

وتتمثل أهداف الدراسة فيما يلي:

- ✓ **التعريف بالمجال المدروس** من خلال إبراز موقع سهل عين وسارة وحدوده الإدارية وخصائصه الطبيعية والبشرية، باعتباره الإطار المكاني للنشاط الفلاحي.
- ✓ **تحليل الخصائص الطبيعية المؤثرة في الفلاحة** مثل المناخ والتضاريس والتربة، وتحديد دورها في تشكيل إمكانات وإكراهات الإنتاج الزراعي.
- ✓ **جرد مصادر الموارد المائية في المنطقة** (سطحية وجوفية) وتقييم خصائصها من حيث التوزيع والوفرة والاستغلال.

- ✓ **دراسة استعمالات المياه في النشاط الفلاحي** مع تحديد أهم الأنماط الزراعية المعتمدة وعلاقتها بالموارد المتاحة.
- ✓ **تحليل تقنيات الريّ المعتمدة** ومدى تطورها وانعكاسها على كفاءة استخدام المياه وتحسين المردودية الزراعية.
- ✓ **تشخيص الإشكاليات المرتبطة بالموارد المائية** من حيث الندرة، التذبذب، الاستنزاف، وتأثيرها على استقرار النشاط الفلاحي.
- ✓ **تقييم العلاقة التفاعلية بين الموارد المائية والإنتاج الفلاحي** باستخدام أدوات التحليل المكاني والإحصائي.
- ✓ **تحليل دور الموارد المائية في تحقيق التنمية الفلاحية المستدامة** وربطها بمفهوم الاستدامة في السياق المحلي.
- ✓ **تفسير النتائج ومقارنتها بالدراسات السابقة** من أجل إبراز أوجه التشابه والاختلاف وتحديد موقع الدراسة ضمن الأدبيات العلمية.
- ✓ **اقتراح توصيات عملية وعلمية** لتحسين تسيير الموارد المائية ودعم استدامة النشاط الفلاحي في المنطقة.

4. المنهجية المتبعة

تعتمد هذه الدراسة منهجيةً متكاملة تقوم على ثلاثة أبعاد متكاملة:

أولًا، البُعد الوصفي التحليلي: الذي يتضمّن مراجعة المراجع العلمية والتقارير الوطنية ودراسة الخرائط الطوبوغرافية والمناخية، مع تحليل مرئيات الأقمار الاصطناعية (Landsat 8/9) باستخدام برنامج ArcGIS لاستخراج خرائط استخدام الأراضي وتوزيع الغطاء النباتي.

ثانيًا، البُعد الكمّي الإحصائي: الذي يتناول معالجة البيانات المناخية والهيدرولوجية الصادرة عن الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH) والديوان الوطني للأرصاد الجوية (ONM)، واستخدام مؤشرات الاستدامة المائية الزراعية كمؤشر الندرة (WSI) ومؤشر الكفاءة المائية.

ثالثًا، البُعد الميداني: الذي يشمل تنفيذ مسح ميداني منظّم لعيّنة من المزارعين بدائرة عين وسارة عبر استمارات موجّهة، وزيارة المواقع الفلاحية الممثّلة للتحقّق من المعطيات وجمع صور وشواهد بصرية داعمة للتحليل.

5. أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهمّيةً علمية وتطبيقية متعدّدة الأبعاد؛ فمن الناحية العلمية، تُسهم في إثراء الرصيد المعرفي المتعلّق بجغرافية الموارد المائية في المناطق شبه الجافة بالجزائر، وتفتح مسارات بحثية جديدة في مجال التنمية الفلاحية المستدامة. ومن الناحية التطبيقية، تُقدّم هذه الدراسة أدوات تشخيصية قابلة للتوظيف من قِبَل صانعي القرار والمخطّطين في المديريات الولائية والبلدية، في سياق إعداد المخطّطات التنموية والبرامج القطاعية للفلاحة والموارد المائية.

6. الدراسات السابقة

حظي موضوع الموارد المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي في المناطق شبه الجافة، خاصة في الهضاب العليا الجزائرية، باهتمام علمي متزايد، حيث سعت العديد من الدراسات إلى تحليل خصائص المياه الجوفية، وأنماط استغلالها، وتأثيرها على الإنتاج الزراعي.

في هذا الإطار، تُعدّ دراسة **Azlaoui (2018)** بعنوان:

La gestion intégrée des ressources en eau de la wilaya de Djelfa (Cas de la plaine d'Ain Oussera)

من أهم المراجع التي تناولت المجال المدروس، حيث بيّن الباحث أنّ التوسع الفلاحي الذي عرفته المنطقة خلال السنوات الأخيرة أدى إلى ارتفاع كبير في الطلب على المياه، مما نتج عنه استغلال مفرط للطبقة المائية الألبية، وانخفاض في مستواها البيزومتري، إلى جانب تدهور نسبي في نوعية المياه نتيجة التمعدن. كما اعتمدت الدراسة على نمذجة هيدرولوجية باستخدام برنامج MODFLOW لمحاكاة سلوك المياه الجوفية واقتراح سيناريوهات للتسيير المستدام.

وفي نفس السياق، أكدت دراسة **Azlaoui et al. (2017)** بعنوان:

Hydrodynamic Modeling of the Albian Aquifer of the Plain of Ain Oussera

أن الطبقة الألبية تُعد المورد الرئيسي للمياه في المنطقة، إلا أن توازنها الهيدروديناميكي أصبح مهدداً بفعل الاستغلال المكثف وضعف التغذية الطبيعية.

أما على مستوى تقييم جودة المياه، فقد خلصت دراسة **Bouteldjaoui (2025)** بعنوان:

Étude de l'aptitude des eaux souterraines à l'irrigation par approche géostatistique

إلى أن المياه الجوفية في سهل عين وسارة تتراوح بين جودة جيدة ومتوسطة، غير أنّ بعض المؤشرات مثل الملوحة ونسبة الصوديوم قد تؤثر سلباً على خصوبة التربة ومردودية المحاصيل، مما يستدعي

مراقبة مستمرة كما أكدت الدراسة أنّ النشاط الفلاحي يعتمد بشكل شبه كلي على هذه الموارد، في ظل غياب فعلي للمياه السطحية.

ومن جهة أخرى، تناولت دراسة **Elahcene et al. (2017)** بعنوان:

Gestion des ressources en eau en zone semi-aride à aride:
Cas de la plaine de Ain Oussera

إشكالية تسيير الموارد المائية، حيث أبرزت أنّ التوسع في المساحات المسقية لم يُواكب بإدارة فعالة، مما أدى إلى ضغط متزايد على المياه الجوفية وتراجع بعض مستوياتها.

كما أشار **Saadi et al. (2020)** في دراسة بعنوان:

Groundwater management for irrigated agriculture in semi-arid Algeria

إلى أنّ الاعتماد الكبير على المياه الجوفية في المناطق شبه الجافة يجعل النشاط الفلاحي عرضة للتقلبات المناخية، خاصة في ظل ضعف تقنيات الاقتصاد في المياه.

وعلى المستوى الدولي، تؤكد تقارير منظمة الأغذية والزراعة (FAO) أن الزراعة في المناطق الجافة تعتمد بشكل متزايد على المياه الجوفية، غير أن هذا الاعتماد قد يؤدي إلى استنزاف الموارد في حال غياب الإدارة المستدامة. كما تشير تقارير الهيئة الحكومية المعنية بتغير المناخ (IPCC) إلى أنّ منطقة شمال إفريقيا مرشحة لتراجع إضافي في الموارد المائية نتيجة التغير المناخي، مما يزيد من تعقيد العلاقة بين المياه والنشاط الفلاحي.

7. هيكل المذكرة

تنقسم هذه المذكرة إلى أربعة فصول رئيسية تتصل بمقدمة وتختتم بخاتمة شاملة:

الفصل الأول: تقديم منطقة الدراسة — يُقدّم الإطار الجغرافي والبيئي والبشري لسهل عين وسارة.

الفصل الثاني: الموارد المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي — يتناول تشخيصاً شاملًا لمصادر المياه وأساليب توظيفها.

الفصل الثالث: وسائل وطرق الدراسة — يُفصّل المنهجية والأدوات والإجراءات المعتمدة.

الفصل الرابع: النتائج والمناقشة — يُقدّم نتائج الدراسة ويناقشها في ضوء الإطار النظري والمقارن.

الفصل الأول:
تقديم منطقة الدراسة

تمهيد

يُعدّ سهل عين وسارة من أهم الوحدات الجغرافية في الهضاب العليا السهبية الجزائرية، نظراً لموقعه الانتقالي بين المجال الشمالي التلي والمجال الصحراوي، وما يترتب عن ذلك من تداخل في الخصائص الطبيعية والبشرية. ويتميز هذا المجال بتعقيد بنيوي واضح، يجمع بين تنوع جيولوجي وتضاريسي، وخصوصية مناخية شبه جافة، إضافة إلى شبكة هيدروغرافية محدودة التطور تعتمد أساساً على الجريان الموسمي والمياه الجوفية.

كما يبرز السهل كمجال إيكولوجي هش تتفاعل فيه عناصر المناخ والتربة والغطاء النباتي في إطار توازن حساس، يتأثر بشكل مباشر بالضغوط الطبيعية والبشرية. وفي المقابل، يشهد المجال ديناميكية سكانية واقتصادية متسارعة، ترتكز أساساً على النشاط الفلاحي والرعوي، مع بروز تدريجي لأنماط إنتاج حديثة تعتمد على تقنيات الري المكثف والزراعة الموجهة للسوق.

وانطلاقًا من هذا التداخل بين المعطيات الطبيعية والبشرية، يهدف هذا الفصل إلى تحليل الخصائص الفيزيائية والبشرية لسهل عين وسارة، باعتباره وحدة مجالية متكاملة، لفهم آليات اشتغال هذا النظام البيئي–الاقتصادي وتفسير التحولات التي يشهدها.

1. الموقع الجغرافي لسهل عين وسارة

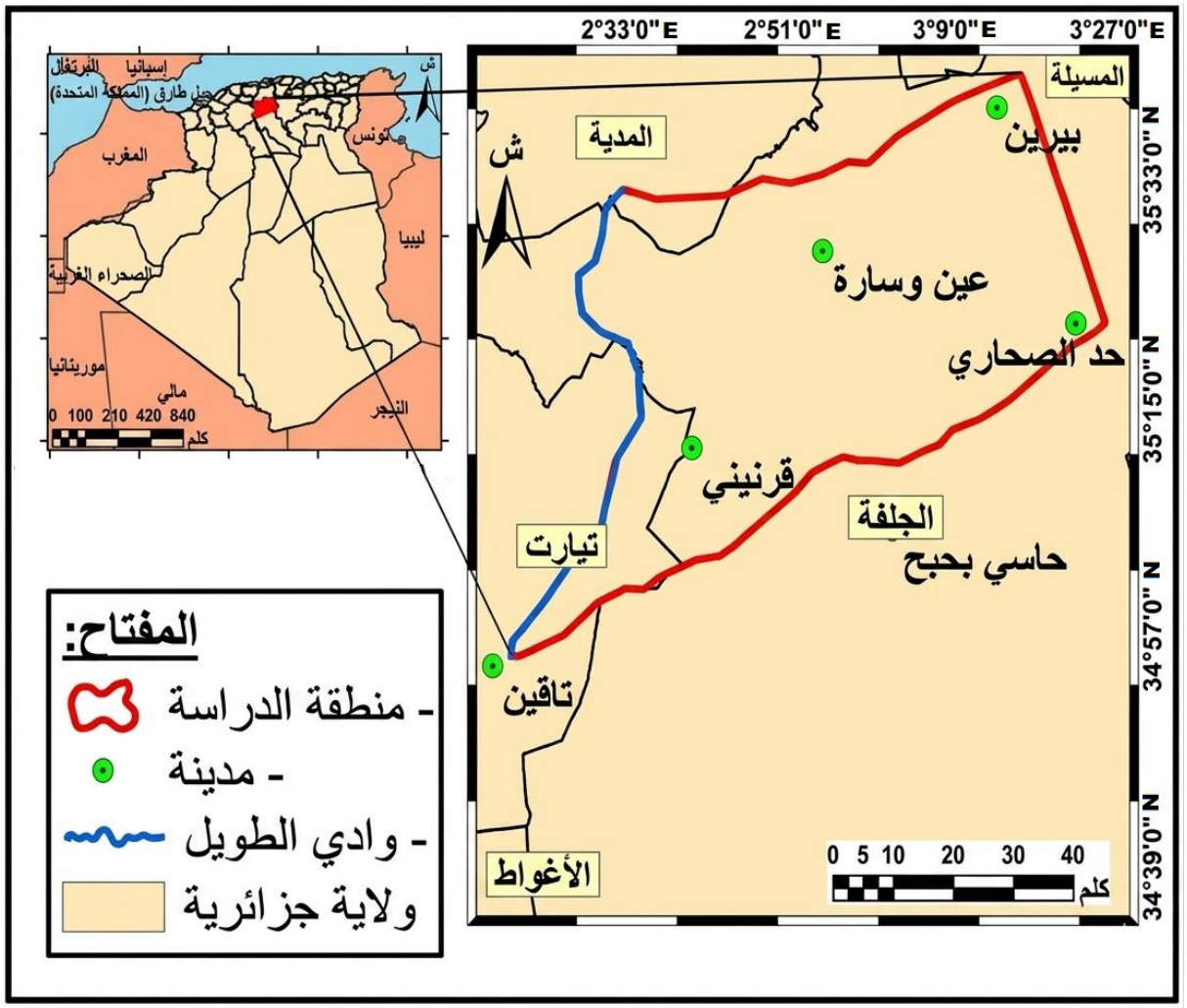
يقع سهل عين وسارة ضمن الإطار الجغرافي للهضاب العليا الجزائرية، حيث يتموضع في الجزء الأوسط من شمال الجزائر، ضمن ولاية الجلفة، بين خطي طول 2°15′ و3°45′ شرقًا، ودائرتي عرض 35° و40°35′ شمالًا، ويبعد بحوالي 200 كلم جنوب الجزائر العاصمة. ويُعدّ هذا السهل من أهم الأحواض السهلية بالهضاب العليا السهبية الجزائرية، نظرًا لموقعه الاستراتيجي الذي يربط بين الشمال التلي والمجال الصحراوي، مما أكسبه أهمية طبيعية واقتصادية معتبرة (Azlaoui et al., 2017). ويمتد السهل على مسافة تقارب 100–105 كلم وفق محور شمال شرق–جنوب غرب، وعلى عرض يتراوح بين 30 و38 كلم وفق محور شرق–غرب، بمساحة إجمالية تقدّر بحوالي 3790–3795 كلم².

وتتمثل حدوده الجغرافية المتعارف عليها فيما يلي (الشكل 1):

- **من الجنوب:** السلاسل الجبلية لـــ: كاف البخور، وأوكات الغربي والشرقي، وسبعة رؤوس.
- **من الشمال:** تحده مرتفعات كدية المويلح، والتيشة، والرهبانية، إضافة إلى كدية بوشاكور وجبل السرسو.
- **من الغرب:** يحده وادي الطويل.
- **من الشرق:** يشكل محور الطريق الرابط بين البيرين وحد الصحاري الحدّ الشرقي لمنطقة الدراسة.

وتُعدّ مدينة عين وسارة التجمع الحضري الرئيسي في السهل، حيث تقع على بعد حوالي 200 كلم جنوب الجزائر العاصمة و90 كلم شمال الجلفة. ويضم السهل ثماني (08) بلديات تتمثل في: عين وسارة، قرنيني، البيرين، حد الصحاري، بنهار، سيدي لعجال، الخميس، وبويرة الأحداب، ويقدّر عدد سكان منطقة الدراسة بحوالي 449230 نسمة حسب معطيات مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية والتهيئة العمرانية لسنة 2020 (D.P.A.T, 2020).

خريطة رقم 1: حدود منطقة الدراسة بسهل عين وسارة



(Azlaoui et al., 2021)

للوقوف على التباين المكاني والوظيفي داخل سهل عين وسارة، يقدم الجدول التالي لمحة مقارنة عن الخصائص الأساسية للبلديات الرئيسية التي تشكل نواة السهل والمناطق الحضرية فيه.

الجدول رقم 1: الخصائص الأساسية لبلديات سهل عين وسارة

الخاصية	عين وسارة	البيرين	حد الصحاري	بويرة الأحداب	قرنيني	الخميس
المساحة (كم²)	809.49	800.00	854.09	378.44	523.90	500.24
الوظيفة الرئيسية	مركز إداري وتجاري وخدماتي (قطب رئيسي)	منطقة فلاحية ومركز حضري ناشئ	منطقة فلاحية ورعوية	منطقة فلاحية وزراعية	منطقة ريفية رعوية	منطقة ريفية
التصنيف الوظيفي	قطبي (مركزي)	انتقالي (شبه حضري)	انتقالي (شبه حضري)	انتقالي (فلاحي – رعوي)	ريفي رعوي (طرفي)	ريفي رعوي (طرفي)
ملامح العمران	حضري مكثف ومتوسع	نواة حضرية واضحة مع توسع	نواة حضرية متوسطة	تجمع ريفي صغير (مركز بلدي)	تجمع ريفي صغير	تجمع ريفي صغير
الموقع الطبوغرافي	وسط السهل	شرق السهل	جنوب شرق السهل	جنوب غرب السهل	شمال غرب السهل	غرب السهل

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على Monographie de la Wilaya de Djelfa (éditions 2008, 2017, *2023).*

ويغلب على المنطقة الطابع الزراعي الرعوي، حيث تنتشر المساحات المسقية خاصة على مستوى هضبة السرسو وجنوب غرب برين (Azlaoui et al., 2021). كما يتميز السهل بمناخ شبه جاف إلى جاف، يتسم بصيف حار وجاف وشتاء بارد، إذ يبلغ متوسط التساقطات السنوية حوالي 226.15 مم/سنة، ومتوسط درجة الحرارة السنوية نحو 17.6°م، بينما يصل التبخر–النتح المحتمل إلى حوالي 940.8 مم/سنة وفق طريقة Thornthwaite، وهو ما يفسر ضعف الموارد المائية السطحية واعتماد مختلف الاحتياجات المائية أساساً على المياه الجوفية (Bendjedou, 2015 ; Azlaoui, 2018).

وترتبط المياه الجوفية المدروسة بالتكوينات الرملية الألبية المعروفة محلياً بحجر الرمل لعين وسارة، والتي تمثل امتداداً للنظام المائي القاري المتداخل (Continental Intercalaire)، أحد أهم الخزانات الجوفية بالمجال الصحراوي وشبه الصحراوي الجزائري، بمتوسط سمك يقارب 200 م في أغلب أجزاء السهل (Mebrouk et al., 2007 ; Maoui et al., 2009 ; Mebrouk, 1994). وتُعدّ هذه المياه الجوفية المورد الرئيسي للتزويد بالمياه الصالحة للشرب وللأنشطة الزراعية، مما يبرز أهميتها الاقتصادية والتنموية بالنسبة لسكان المنطقة.

الجدول رقم 2: المعطيات الجغرافية الرئيسية لسهل عين وسارة

الخاصية	القيمة / المعطى
متوسط الارتفاع عن مستوى البحر	800 – 700 م، مع تجاوز 900 م شرقًا قرب سلسلة سبعة رؤوس، وقد يصل محليًا إلى حوالي 1200 م بالمناطق الجبلية المحيطة
خط العرض	35°40′ – 35°00′ شمالًا
خط الطول	3°45′ – 2°15′ شرقًا
المساحة الإجمالية التقريبية	حوالي 3790 – 3795 كم² (≈ 379000 – 379500 هكتار)
الوحدة الجيومورفولوجية	الهضاب العليا السهبية الجزائرية (القطاع الأوسط من شمال الجزائر)
نوع المناخ	مناخ شبه جاف إلى جاف ذو تأثير قاري، يتميز بصيف حار وجاف وشتاء بارد
متوسط التساقطات السنوية	حوالي 226.15 مم/سنة
متوسط درجة الحرارة السنوية	حوالي 17.6°م
التبخر–النتح المحتمل	حوالي 940.8 مم/سنة وفق طريقة Thornthwaite
عدد البلديات	08 بلديات
عدد السكان	حوالي 449230 نسمة (DPAT, 2020)

من إعداد الطالبة

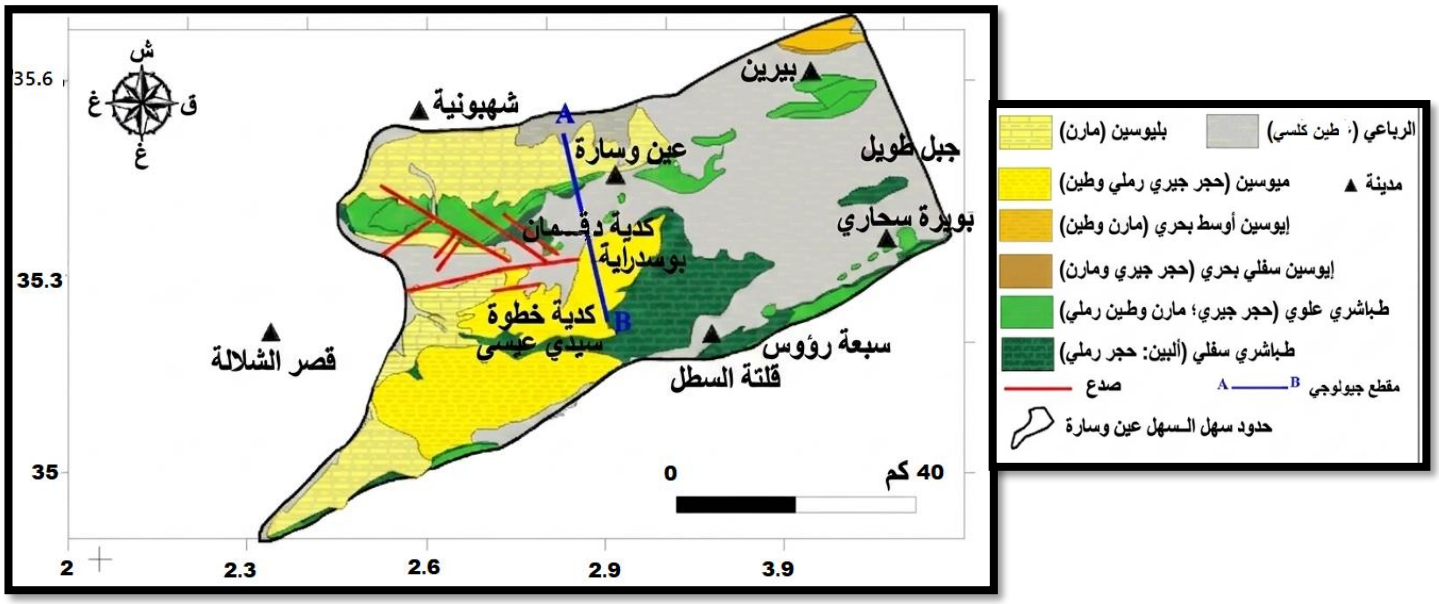
3. الخصائص الطبيعية

1.3 التضاريس

ويتميز سهل عين وسارة بتضاريس قليلة التموج نسبياً، حيث تتراوح الارتفاعات عموماً بين 700 م و800 م فوق مستوى سطح البحر، مع تزايد تدريجي في الارتفاع من الشمال نحو الجنوب، بينما تتجاوز 900 م بالجهة الشرقية بالقرب من سلسلة سبعة رؤوس، وقد تصل محلياً إلى حوالي 1200 م بالمناطق الجبلية المحيطة (Azlaoui et al., 2021).

تندرج منطقة الدراسة ضمن حيز جغرافي متميز من حيث بنائه الجيولوجي وتنوعه التضاريسي، حيث تتشكل معالمها الطبوغرافية نتيجة تداخل معقد بين الحركات التكتونية المرتبطة بالتشوهات الألبية، وعمليات التعرية، وتطور الشبكة الهيدروغرافية. ويُجمع عدد من الدراسات الجيولوجية (Caritini, 1970؛ Ayad, 1983؛ ANRH, 1983؛ Mebrouk, 1994؛ Ghibeche, 2011) على أن سهل عين وسارة يمثل مضاد تقوس ضخم (Anticlinorium) ذو نواة كريتاسية مركزية، تعقّده منظومة من التقوسات المضادة (Anticlinaux) المتطورة على السفحين الجنوبي والشمالي، والتي تمر محاورها عبر بوسدراية.

خريطة رقم 2: الخريطة الجيولوجية لسهل عين وسارة



المصدر: من الخريطة الجيولوجية لشمال الجزائر (Caratini, 1970؛ Bouteldjaoui et al., 2019)

من الناحية الجيومورفولوجية، يمكن تصنيف المنظومة الطبيعية للمنطقة إلى ثلاث وحدات تضاريسية مترابطة ديناميكياً (Mebrouk, 1994)، تتوافق مع البنية الجيولوجية على النحو التالي:

➢ أولاً: المنظومة الجبلية الجنوبية (الإطار الالتوائي والتكوينات الكريتاسية المكشوفة)

تشكل هذه الوحدة الحزام التضاريسي الجنوبي للمنطقة، وترتبط مباشرة بالبنية الالتوائية للأطلس الصحراوي. وتتميز بوجود طيات محدبة (Anticlinaux) ذات امتداد عام غرب–شرق، ناتجة عن الحركات الألبية (Bisson, 1957). وتبرز فيها التكوينات الكريتاسية المكشوفة مثل كودية السقية، الفيا، المويلح، دغمان، والنسر، حيث تتجلى الصخور الكلسية والمارنية والدولوميتية.

كما تتميز هذه الكتل الجبلية بقمم حادة وانحدارات قوية، ترتفع بين 1000 و1200 م، وتشكل حاجزاً طبوغرافياً يحد السهل من الجنوب ويؤثر في توجيه المجاري المائية والحماية من التأثيرات الصحراوية.

➢ ثانياً: السهل الرسوبي المركزي (حوض عين وسارة – المجال البليو–رباعي والرباعي)

يمثل سهل عين وسارة الحوض الرسوبي المركزي للمنطقة، وهو نتاج تعبئة جيولوجية طويلة الأمد، يغلب عليه الطابع البليو–رباعي والرباعي، حيث تغطيه رواسب فتاتية حديثة تشمل التكتلات (Conglomérats)، الحصى، الطمي، والرمال الكلسية (Azlaoui et al., 2017).

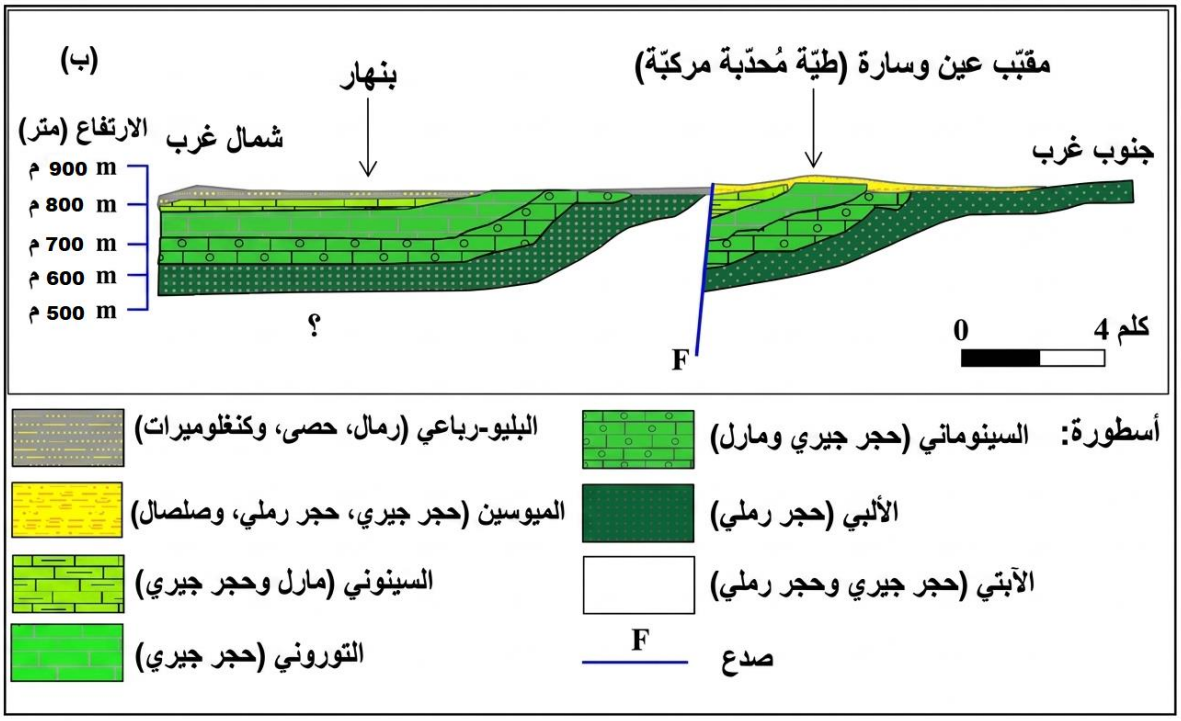
يبدو السهل في شكله العام كمنبسط طبوغرافي واسع قليل التموج (Côte, 1979)، بارتفاعات تتراوح بين 632 و900 م، مع ميل عام خفيف نحو الشمال الغربي باتجاه وادي الشلف، ما يعكس طبيعة الحوض التصريفي الداخلي. كما يغطي هذا المجال جزءاً كبيراً من التكوينات الرسوبية الرباعية التي تؤوي الطبقة المائية السطحية المستغلة في النشاط الفلاحي (Bendjedou, 2015؛ Mebrouk, 1994).

➢ ثالثاً: الإطار البنيوي والتتابع الطبقي العميق (الأساس الجيولوجي للمنطقة)

تحت السطح الرسوبي للسهل، تتعاقب وحدات جيولوجية عميقة معقدة البنية، تبدأ بالترياسي غير الظاهر سطحياً (رُصد على عمق 1300 م)، يليه الجوراسي بمختلف مراحله (لياسي، دوغري، كالوفي–أوكسفوردي)، ثم الكريتاسي السفلي (نيوكومي، باريمي، أبتي، ألبي)، وصولًا إلى الكريتاسي الأعلى (سينوماني، توروني، سينوني)، ثم التكوينات الثلاثية (الإيوسيني والميوسيني) وأخيراً الرباعي السطحي (Azlaoui, 2018 ؛Mebrouk, 1994).

وتشكل هذه التكوينات أساس النظام الهيدروجيولوجي للمنطقة، حيث تتحكم في خصائص الخزانات المائية الجوفية، خصوصاً التكوينات الرملية الكريتاسية التي تُعد خزانات رئيسية للمياه الجوفية، في حين تغطي الرواسب الرباعية الطبقات السطحية المستغلة في الآبار الفلاحية (Maoui et al., 2009 ؛ANRH, 1983).

الشكل رقم 1: المقطع الجيولوجي التركيبي لمنطقة عين وسارة



يتضح من هذا التداخل بين المعطى الجيولوجي والجيومورفولوجي أن سهل عين وسارة يمثل نظاماً طبيعياً مركباً، يتكون من:

- إطار جبلي التوائي جنوبي (مصدر التوجيه البنيوي)
- حوض رسوبي مركزي (مجال الترسيب والتجمع السطحي)
- بنية جيولوجية عميقة متعددة المراحل (الأساس الهيدروجيولوجي)

2.3 المياه السطحية والجوفية

1.2.3 الشبكة الهيدروغرافية (Hydrographie):

تُعد سهول عين وسارة من المناطق الغنية بالشبكات المائية السطحية، حيث تتخللها مجموعة من الأودية التي تنتمي إلى الحوض الهيدروغرافي الشلف–زاقز (زهرز) (Cheliff–Zahrez)، ويُعتبر وادي الطويل (Oued Touil) المجرى الرئيس والمتحكم في تصريف المياه داخل المنطقة (Azlaoui, 2018).

يتسم النظام الهيدروغرافي في هذه السهول بضعف درجة التطور وعدم انتظام الجريان، إذ غالباً ما تظهر التدفقات على شكل سيول مفاجئة تتجه من الجنوب نحو الشمال، وهو ما يرتبط بالخصائص

المورفومترية للحوض وطبيعة الانحدارات السائدة. كما تتميز الأودية غالباً بمسارات شبه مستقيمة، وهو ما يعكس تأثير البنية التكتونية والانكسارات المحلية على توجيه الشبكة التصريفية.

وفي هذا السياق، يمكن تصنيف الأحواض الفرعية بالمنطقة على النحو الآتي:

- **حوض ضاية بوقزول:** ويشمل أودية مويلح، بوسدراية، وارق، ونهر واصل.
- **حوض ضاية فرانية:** ويضم أودية القصار، المرابط، فيض القرية، مرتيم، فرطاس، ومريزة (Bendjedou, 2015; Saihi, 2024).

تميل هذه المجاري المائية إلى الاختفاء التدريجي داخل السهل، وهو ما يُفسَّر غالباً بوجود صدوع استنزافية (failles drainantes) في الجهة الجنوبية من المدينة، والتي تساهم في توجيه المياه نحو العمق وتقليل جريانها السطحي. ويتغذى وادي الطويل من مجموعة من الروافد الرئيسية، أهمها مخلوفي، بن معروف، وقرنيني. ورغم أن عدداً من الأودية مثل رحمة، امبارك، وميلود تبقى جافة خلال معظم أيام السنة، فإنها تلعب دوراً مهماً خلال فصلي الشتاء والربيع في إعادة تغذية الطبقات المائية الجوفية، وذلك رغم ضعف شبكة الرصد والمراقبة الهيدرولوجية في المنطقة (Azlaoui, 2018; Bendjedou, 2015; Nour et Daoudi, 2020; Saihi, 2024).

2.3.3 الإطار الهيدروجيولوجي والتشكيلات الجوفية (Hydrogéologie):

تحتوي سهول عين وسارة على تشكيلات جيولوجية حاملة للمياه الجوفية (Aquifères) تتميز بتباين واضح في خصائصها الهيدروليكية، وتشمل ترسبات العصر الرباعي، الحجر الرملي الميوسيني، الحجر الجيري الإيوسيني السفلي، إضافة إلى الحجر الجيري التوروني والسينوماني، وصولاً إلى رمال الألبيان–الباريمي (Albo-Barremien).

ومن الناحية الهيدروجيولوجية، يمكن تصنيف هذه المنطقة إلى أربع وحدات مائية رئيسية ذات خصائص متميزة (Ayad, 1983):

تحتوي سهول عين وسارة على مجموعة من التكوينات الحاملة للمياه الجوفية (Aquifères) ذات إمكانيات هيدروليكية متفاوتة، وتشمل الغطاء الرباعي (Plio-quaternaire)، رمال الميوسين، الكلس الإيوسيني السفلي، كلس التوروني والسينوماني، إضافة إلى رمال الألبين–الباريمي (Albo-Barremien). ويُعد خزان رمال الألبين السفلي أهم هذه التكوينات، حيث يشكل أكبر خزان مائي في المنطقة، وهو خزان حر ذو سماكة معتبرة تتراوح بين 83 م و225 م بمتوسط يقارب 150 م (Azlaoui et al., 2017).

وقد صُنفت منطقة عين وسارة هيدروجيولوجياً إلى أربع وحدات متميزة (Ayad, 1983):

أ) الخزان المائي السطحي في ترسبات البليو–رباعي:

يتكون أساساً من الكونغلوميرات (Conglomérats) والبودينغ (Poudingues) المنتشرة على نطاق واسع في السهل. يُستغل هذا الخزان عبر عدد كبير من الآبار، وتتميز مياهه بانخفاض نسبي في الملوحة حيث يبلغ متوسط البقايا الجافة حوالي 1.5 غ/ل. كما يرتكز هذا الخزان فوق طبقات الألبين، خاصة في المناطق التي تتوسط البنية المحدبة للمنطقة (Mebrouk et al., 2007; Azlaoui, 2018).

ب) خزان التورونيي:

يقع هذا الخزان أساساً في مناطق عين وسارة وطاغين والسفوح الشمالية للأطلس الصحراوي، ويتكون من كلس متشقق. يتراوح عمقه بين 14.5 م و43 م (Azlaoui, 2018). ويُعد استغلاله محدوداً بسبب ضعف إنتاجيته وعمقه النسبي وارتفاع ملوحته التي تفوق 3 غ/ل. كما أنه خزان محصور يقع تحت المارنيات الميوسينية وتكوينات الكونياكي، ويشكل جزءاً من البنية المحدبة الكبرى لشمال السهل (Mebrouk et al., 2007).

ج) خزان رمال الألبين:

يمثل الألبين أهم وأكبر خزان مائي في سهل عين وسارة، ويتكون من رمال قارية شديدة النفاذية (Mebrouk et al., 2007; Maoui et al., 2009). يظهر في عدة مناطق (Bendjedou, 2015)، خصوصاً في وسط السهل حيث يكون غالباً خزاناً حراً، بينما قد يتحول إلى خزان محصور أو شبه محصور في مناطق أخرى. تتراوح أعماق استغلاله بين 100 م و300 م، مع تدفقات تتراوح بين 20 و75 لتر/ثانية وإنتاجية نوعية بين 1 و7 ل/ث/م (Azlaoui, 2018; Nour et Daoudi, 2020). وتتميز مياهه بجودة جيدة نسبياً، حيث يقل البقايا الجافة عن 1 غ/ل، ويستند إلى قاعدة تتكون من كلس ورمال مع وجود مستويات مارنية تعود إلى الأبتيني.

د) التكوين الباريمي:

يتشابه التكوين الباريمي مع الألبين من حيث الليثولوجيا، إذ يتكون أساساً من رمال بيضاء هشة مع طبقات من المارن الرمادي، والطين الرملي، والدولوميت في القاعدة، بسماكة إجمالية تصل إلى 350 م. ويُعتبر خزاناً مهماً من حيث السعة التخزينية والنفاذية، إلا أن جودة مياهه متدنية نسبياً، حيث قد تصل الملوحة إلى حوالي 4 غ/ل، مما يحد من إمكانية استغلاله (Mebrouk et al., 2007; Nour et Daoudi, 2020; Azlaoui, 2018).

الجدول رقم 3: الخصائص الهيدروجيولوجية للتكوينات المختلفة

الرمز	النظام	الطابق	التركيب الصخري	خصائص الطبقة الجوفية	السمك (م)
	الرباعي		طمي حديث ورمل غضاري	طبقة سطحية ذات مسامية بينية تُستغل بالآبار والحفر القليلة العمق	10 إلى 30
	الثالث	الميوسين	حجر رملي وغضار وغضار رملي	طبقة مياه نفوذة محدودة، تُستغل بالآبار في البيرين	170
		الإيوسين	حجر جيري صواني	طبقة مياه متشققة ذات إمكانات ضعيفة، تُستغل بالآبار	-
	الكريتاسي العلوي	التوروني	حجر جيري دولوميتي	طبقة مياه متشققة ذات إمكانات محدودة، غير مستغلة	150
		السينوماني	حجر جيري دولوميتي مارني كلسي	طبقة مياه نفوذة بالشقوق، غير مستغلة	280 إلى 200
	الكريتاسي الكريتاسي السفلي	الألبي السفلي	حجر رملي هش باسمنت كلسي رمل وغضار	طبقة مياه ذات إمكانات هيدروليكية كبيرة مستغلة في الآبار العميقة	200 إلى 150
		الباريمي	حجر رملي خشن باسمنت كلسي وممرات غضارية	طبقة مياه نفوذة غيرمستغلة، نوعية مياه رديئة	350

المصدر: (ANRH, 1983; Azlaoui, 2018).

3.3 المناخ

تتميز منطقة سهل عين وسارة بمناخ شبه جاف (semi-aride)، يتميز بضعف التساقطات السنوية وعدم انتظامها زمانيًا ومجاليًا. وتشير المعطيات المناخية المحدثة إلى أن المعدل السنوي للتساقط يتراوح عمومًا بين 250 و270 مم، مع تسجيل تباين مكاني قد ينخفض إلى حدود 110 مم في المناطق الأقل مطرًا ويرتفع إلى حوالي 300 مم في بعض المواقع الأكثر رطوبة نسبيًا.

كما يُظهر التوزيع الزمني للأمطار طابعًا موسميًا واضحًا، حيث تتركز أغلب التساقطات خلال الفترة الممتدة من نوفمبر إلى أبريل، في حين تسود ظروف جفاف شبه تام خلال فصل الصيف، خصوصًا بين شهري يوليو وأوت. وتشير الاتجاهات المناخية الحديثة إلى استمرار التذبذب المطري مع ميل طفيف نحو ارتفاع درجات الحرارة وتزايد فترات الجفاف خلال العقود الأخيرة (World Bank Group, 2024; Climate-Data.org, 2024).

الجدول رقم 4: المعطيات المناخية لمحطة عين وسارة بين الفترة المرجعية (1991–2020) والفترة الحديثة (2001–2024)

المعطى المناخي	الفترة المرجعية (1991–2020)	الفترة الحديثة (2001–2024)	الفرق	الاتجاه
متوسط التساقطات السنوية (مم/سنة)	264.1	260.6	−3.5 مم	انخفاض طفيف
متوسط الحرارة السنوية (°م)	16.18	16.46	+0.29 °م	ارتفاع
متوسط الحرارة الصغرى (°م)	10.14	10.47	+0.33 °م	ارتفاع
متوسط الحرارة القصوى (°م)	22.22	22.46	+0.24 °م	ارتفاع
المدى الحراري السنوي (°م)	17.6	17.6	0	استقرار
أعلى درجة حرارة	37.7 °م / أوت	37.7 °م / أوت	—	ثابت
أدنى درجة حرارة	4.0 °م / جانفي	4.0 °م / جانفي	—	ثابت
النوع المناخي	شبه جاف بارد	شبه جاف بارد	—	ثابت

➢ **التساقطات** (Précipitations):

تتميز منطقة سهل عين وسارة بمناخ شبه جاف، حيث تبقى التساقطات السنوية ضعيفة وغير منتظمة بشكل واضح من حيث التوزيع الزمني والمجالي (Azlaoui et al., 2021; Nour et Daoudi, 2020). وتشير المعطيات المناخية الحديثة (2005–2025/2024) إلى أن المعدل السنوي للتساقط يتراوح عموماً بين حوالي 110 مم في المناطق الأقل تساقطاً ونحو 280–300 مم في المناطق الأكثر رطوبة نسبياً، مع تسجيل متوسط إقليمي يقارب 250–260 مم/سنة، ما يعكس وجود تراجع طفيف مقارنة بالفترة المرجعية (1991–2020) إلى جانب ازدياد التذبذب السنوي.

وتُسجل قيم التساقطات تبايناً واضحاً بين المحطات، حيث سبق أن تراوحت بين حوالي 111 مم بمحطة زمالة الأمير عبد القادر وتقترب من 300 مم بمحطة قلتة سطل، وهو ما ينسجم مع التباين المجالي الملاحظ حديثاً داخل نطاق الهضاب العليا المجاورة.

كما يتسم التوزيع الزمني للتساقطات بعدم الانتظام، إذ تتركز أغلب الأمطار خلال الفترة الممتدة من نوفمبر إلى أبريل، في حين تمتد فترة الجفاف الفعلي من جوان إلى سبتمبر، وقد تتواصل أحياناً إلى أكتوبر حسب السنوات، مما يعكس الطابع الموسمي الحاد للمناخ المحلي وشدة الجفاف الصيفي (Bendjedou, 2015; World Bank Climate Knowledge Portal, 2024; WMO, 2024; CRU TS 4.08, 2024).

الجدول رقم 5: خصائص المحطات المطرية في سهل عين وسارة

المحطة	خط الطول	خط العرض	الارتفاع (م)	الفترة	المعدل السنوي 1991–2020 (مم)	المعدل السنوي 2001–2024 (مم)	الملاحظة
عين وسارة	2.9038	35.4525	690	1914 - 2011	258	260	استقرار نسبي مع تذبذب سنوي طفيف
قلتة سطل	3.0169	35.1670	918	1914 - 1979	285	280–290	تراجع طفيف أو استقرار ضمن المجال المناخي
حد الصحاري	3.3686	35.3548	830	1967 - 2011	255	250–260	استقرار عام مع تغيرات غير معنوية
البيرين	3.2223	35.6292	745	1985 - 2007	255	255–265	ميل طفيف نحو الارتفاع

قصر الشلالة	2.3199	35.2132	850	1985 - 2007	240	235–245	استقرار في المعدلات المطرية

المصدر: CRU. (2024); WorldClim. (2024); WMO. (2024); World Bank. (2024).

➢ درجة الحرارة

تتميز منطقة عين وسارة بمناخ شبه جاف ذي طابع قاري واضح، حيث تسجل تباينات حرارية كبيرة بين الفصلين الشتوي والصيفي نتيجة موقعها ضمن الهضاب العليا الداخلية.

وتُظهر المعطيات المناخية الخاصة بمحطة عين وسارة أن متوسط درجات الحرارة السنوية يقدر بحوالي 15.9°م خلال الفترة المرجعية 1991–2020، مع تسجيل أدنى المعدلات الحرارية خلال شهر جانفي بمتوسط يقارب 7.6°م، في حين تبلغ الذروة الحرارية خلال شهري جويلية وأوت متوسطات تتجاوز 25°م، بينما قد تصل درجات الحرارة القصوى اليومية خلال موجات الحر الصيفية إلى أكثر من 37°م

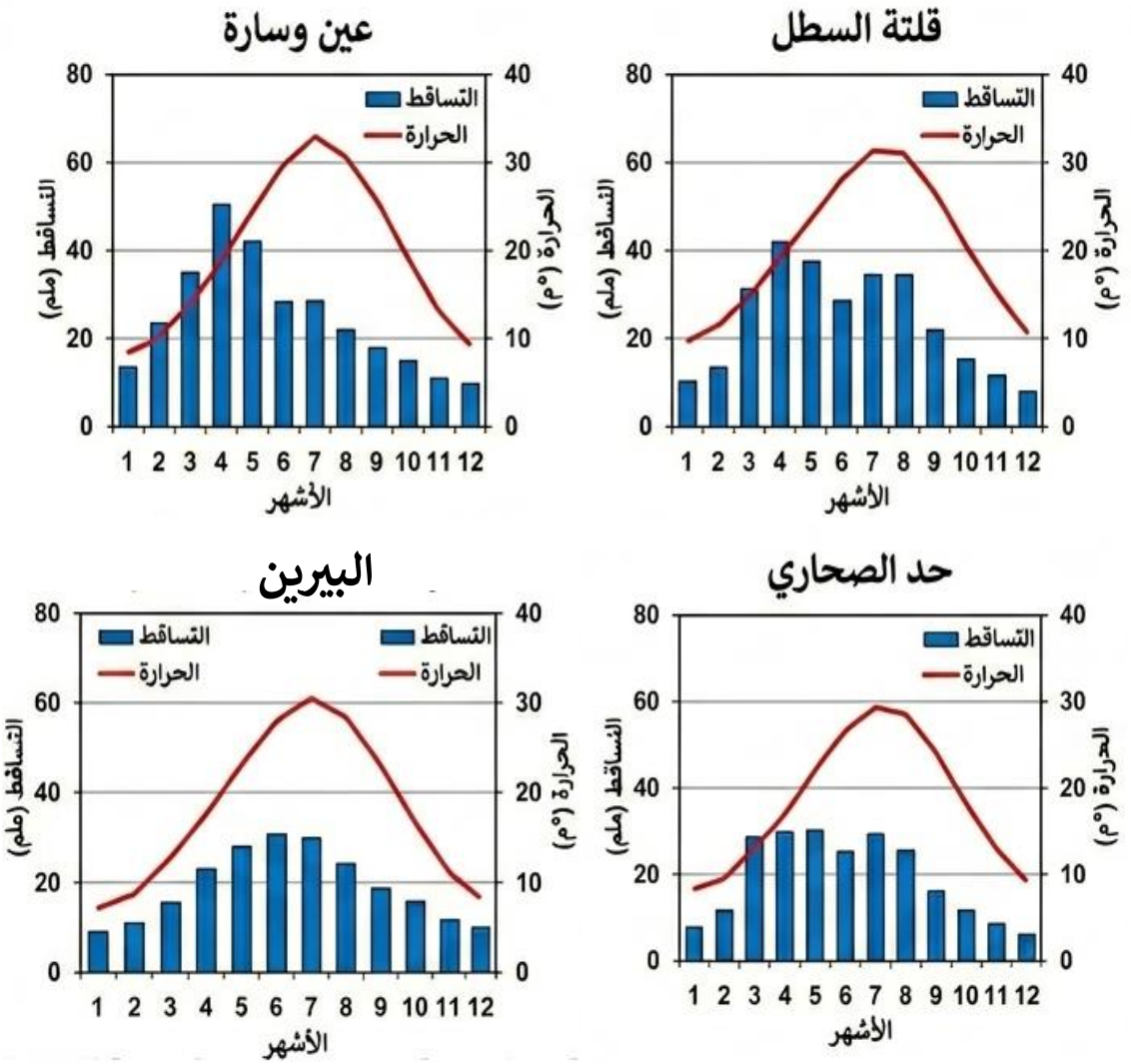
.(Climate Report, 2025)

كما تتميز المنطقة بشتاء بارد نسبياً، حيث تنخفض درجات الحرارة الدنيا أحياناً إلى ما دون الصفر، مما يؤدي إلى تشكل الصقيع والجليد الأبيض خلال بعض الفترات الشتوية، وهي خصائص مناخية مميزة للهضاب السهبية الداخلية (Bouabdallah, 2015).

ويؤدي هذا التباين الحراري الكبير إلى ارتفاع معدلات التبخر والجفاف خلال الموسم الحار، وهو ما ينعكس مباشرة على التوازن المائي والغطاء النباتي والنشاط الزراعي والرعوي بالمنطقة (Bendjedou, 2015) .

وتشير الدراسات المناخية الحديثة كذلك إلى وجود منحى تصاعدي تدريجي في درجات الحرارة المرتبطة بالتغيرات المناخية، حيث سجلت المنطقة ارتفاعاً حرارياً ملحوظاً خلال العقود الأخيرة مقابل تراجع نسبي في معدلات التساقط، مما ساهم في زيادة حدة الجفاف والهشاشة البيئية بسهل عين وسارة .(Climate Report, 2025)

الشكل رقم 2: المعدلات الشهرية للتساقط والحرار P = 2T



4.3 التربة

تتميز ترب سهل عين وسارة بخصائص بيدولوجية مرتبطة بالمناخ شبه الجاف والطبيعة الرسوبية للهضاب العليا الجزائرية، حيث تسود الترب الكلسية السهبية والترب الرسوبية الحديثة المرتبطة بالأودية والمنخفضات. ويؤدي ضعف التساقطات وارتفاع معدلات التبخر إلى تراكم الكربونات والأملاح داخل الآفاق السطحية وشبه السطحية، وهو ما يمنح هذه الترب طابعًا كلسيًا واضحًا (Halitim, 1988).

كما تنتشر الترب الطينية والصلصالية الكلسية فوق التكوينات الميوسينية والرباعية، وتتميز ببنية متوسطة إلى ثقيلة نسبيًا وقدرة متفاوتة على الاحتفاظ بالرطوبة. وتشير الدراسات البيدولوجية الخاصة بالمناطق السهبية الجزائرية إلى أن الترب الكلسية تنتشر بشكل واسع في الهضاب العليا والمناطق شبه الجافة نتيجة محدودية الغسل وضعف التسرب العميق للمياه (Ruellan, 1976).

وتتميز هذه الترب كذلك بتفاعل قلوي نسبيًا مع قابلية متفاوتة للتملح، خاصة بالمناطق المنخفضة وضعيفة الصرف، وهي خصائص شائعة في البيئات الجافة وشبه الجافة بالجزائر (Halitim & Robert, 1987).

أما الترب الرسوبية الحديثة فتنتشر بمحاذاة الأودية الموسمية، وتتكون من رواسب غرينية وطينية حديثة تساعد نسبيًا على تسرب المياه نحو الأعماق، رغم سيادة ظروف الجفاف وارتفاع التبخر.

5.3 الغطاء النباتي

يتميّز الغطاء النباتي في سهل عين وسارة بطابع سهبـــي شبه جاف، تحكمه الظروف المناخية القارية وضعف التساقطات وعدم انتظامها، ما يجعل التشكيلات النباتية في حالة تكيف دائم مع الإجهاد المائي وارتفاع التبخر. وتُهيمن على هذا المجال نباتات سهبية متأقلمة مع الجفاف، مثل الحلفاء (Stipa tenacissima) والشيح (Artemisia herba-alba) والرتم (Retama raetam)، إضافة إلى النجيليات الحولية ذات الظهور الموسمي المرتبط بالتساقطات (Morsli, Hasnaoui, & Arfi, 2016).

وتُعد هذه التشكيلات النباتية جزءًا من البنية الإيكولوجية للسهوب الجزائرية، حيث تعكس توازنًا هشًّا بين العوامل المناخية والضغط البشري، خصوصًا الرعي (Aidoud-Lounis, 1997). غير أن هذا التوازن يشهد تدهورًا تدريجيًا بفعل الاستغلال المفرط للمراعي، ما يؤدي إلى انخفاض الكتلة الحيوية وتراجع الكساء النباتي (Boukerker et al., 2021).

كما تؤكد منظمة الأغذية والزراعة أن النظم الرعوية في المناطق الجافة وشبه الجافة تتعرض لضغط متزايد نتيجة الرعي الجائر وتغير استعمالات الأراضي، وهو ما يسرّع من عمليات التصحر وتدهور

التنوع البيولوجي (FAO, 2019). وبالموازاة، يوضح تقرير الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن النظم البيئية الجافة تُعد أكثر حساسية للتغيرات المناخية، خاصة انخفاض التساقطات وارتفاع درجات الحرارة، مما يزيد من هشاشة الغطاء النباتي (IPCC, 2019).

4.الخصائص البشرية والاقتصادية

1.4 الديناميكية السكانية

يضم نطاق سهل عين وسارة مجموعة من البلديات التي تشكّل نسقًا مجاليًا مترابطًا من حيث الخصائص السكانية والوظيفية، ويتعلق الأمر أساسًا ببلديات عين وسارة، حد الصحاري، البيرين، وقرنيني. وتُعد هذه الجماعات المحلية امتداداً جغرافيًا واجتماعيًا للسهل السهبي، حيث تتقاطع فيها التحولات الديموغرافية مع التحولات الاقتصادية والبيئية، في إطار ديناميكية حضرية–ريفية متسارعة.

تشير المعطيات الإحصائية الصادرة عن الديوان الوطني للإحصائيات (ONS) إلى أن هذه البلديات عرفت خلال العقود الأخيرة نمواً سكانياً متفاوت الوتيرة، لكنه يتسم عموماً بالارتفاع المستمر، خاصة في بلدية عين وسارة باعتبارها المركز الحضري الرئيسي في المنطقة، تليها حد الصحاري والبيرين بدرجات أقل، في حين تبقى قرنيني ذات طابع أكثر ريفية وأقل كثافة سكانية. ويرتبط هذا التباين أساساً بمستوى التجهيزات، وفرص العمل، وكثافة الخدمات الإدارية والصحية والتعليمية (ONS, Recensements généraux de la population).

ويُلاحظ أن هذا النمو السكاني لا يعود فقط إلى الزيادة الطبيعية، بل يتأثر بشكل واضح بـــالحركية المكانية للسكان، حيث تُسجل المنطقة تدفقات هجرة داخلية من التجمعات الريفية الصغيرة نحو المراكز الحضرية، خصوصاً نحو عين وسارة، التي تُعد قطباً اقتصادياً وإدارياً على محور استراتيجي يربط الشمال بالجنوب عبر الطريق الوطني رقم 1. وقد ساهم هذا الموقع في تعزيز جاذبيتها السكانية مقارنة بالبلديات المجاورة.

من الناحية المجالية، أدى هذا النمو إلى إعادة توزيع غير متوازن للسكان داخل السهل، حيث تتركز الكثافة السكانية في عين وسارة بشكل واضح، مقابل تشتت سكاني في البيرين وقرنيني، وهو ما يعكس تفاوتاً في مستوى التحضر والبنية التحتية. كما أن هذا التركز الحضري المتسارع أفرز ضغوطاً على المجال، خاصة فيما يتعلق بالتوسع العمراني على حساب الأراضي الرعوية والزراعية الهشة، وهو ما أكدته دراسات تهيئة الإقليم في المناطق السهبية الجزائرية (CNES, 2018).

أما على المستوى الاجتماعي، فقد صاحب هذا التحول تغير في البنية الديموغرافية، حيث تزايد عدد السكان الشباب في التجمعات الحضرية، مقابل استمرار الطابع العائلي الموسع في المناطق الريفية الأقل كثافة، مما يعكس انتقالاً تدريجياً نحو أنماط عيش حضرية داخل السهل.

وبناءً عليه، يمكن اعتبار الديناميكية السكانية في سهل عين وسارة نتاجًا لتفاعل معقد بين العوامل الطبيعية (موقع سهبـــي شبه جاف)، والعوامل الاقتصادية (تركز النشاط والخدمات)، والعوامل المكانية (التفاوت بين البلديات)، مما يجعل هذه المنطقة نموذجًا واضحًا لعملية التحول الحضري في الأوساط السهبية الجزائرية.

الجدول رقم 6: تطوّر عدد السكّان في دائرة عين وسارة (1966–2023)

السنة	عدد السكان	معدل التزايد السنوي (%)
1966	21,500	—
1977	38,700	5.8
1987	63,200	5.2
1998	108,400	5.5
2008	120,300	4.9
2023	165,000	3.8 (تقدير)

المصدر: ONS + DPAT الجلفة

يمكن لتتبع السلاسل الزمنية لعدد السكان في بلديات سهل عين وسارة أن يكشف بجلاء عن أنماط التمركز والتفاوت في النمو بين القطب الحضري الرئيسي (عين وسارة) وأطرافه، بما في ذلك بلديات الفلاحة والرعي.

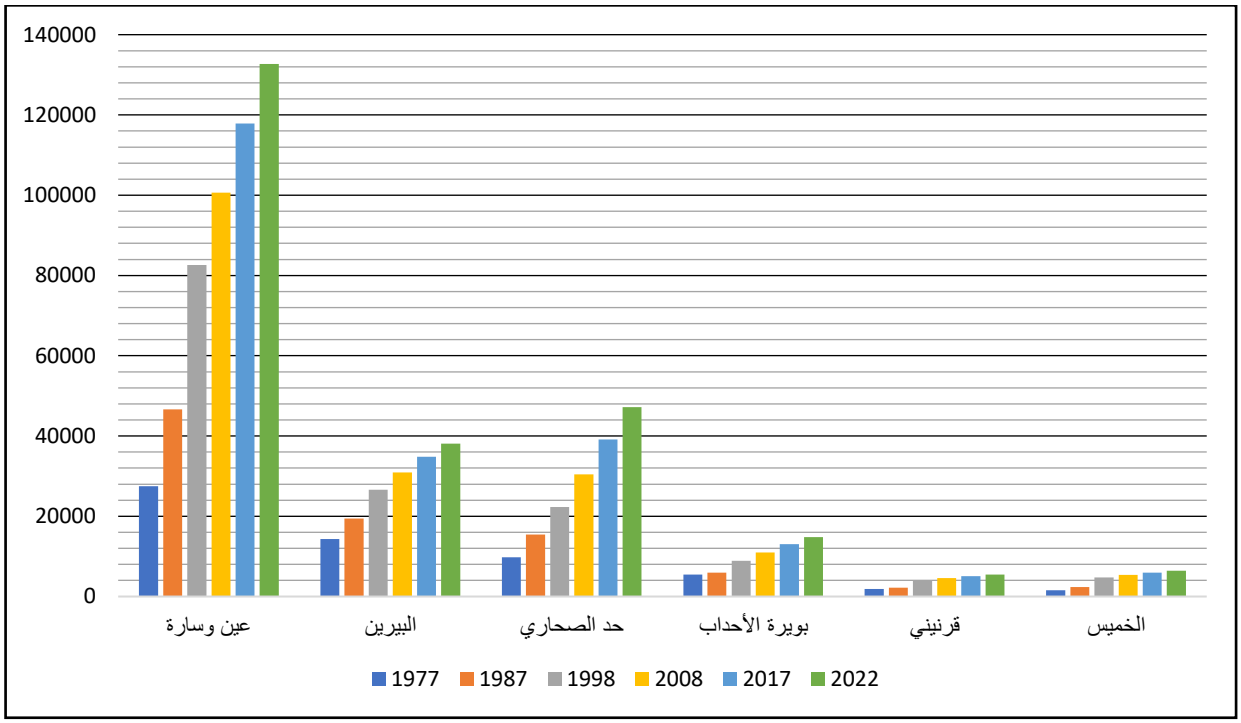
الجدول رقم 7: تطور عدد السكان في بلديات سهل عين وسارة (1977-2022)

البلدية	1977	1987	1998	2008	2017 (تقدير)	2022 (تقدير)	معدل النمو السنوي (%) 2008-1998	معدل النمو السنوي (%) 2022-2008
عين وسارة	27500	46610	82597	100630	117852	132677	2.0	2.1
البيرين	14300	19438	26617	30914	34846	38120	1.5	1.6
حد الصحاري	9800	15436	22277	30451	39102	47168	3.2	3.3
بويرة الأحداب	5500	5957	8897	10993	13020	14782	2.1	2.2
قرنيني	1900	2172	4038	4594	5093	5503	1.3	1.4
الخميس	1600	2354	4769	5405	5974	6440	1.3	1.3

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على نتائج الإحصاءات العامة للسكان والسكن

(RGPH 1977،1987، 1998، 2008 والتقديرات السنوية لـــ Monographie de la Wilaya de Djelfa (éditions 2017،2023).

الشكل رقم 3: الجدول رقم 02: تطور عدد السكان في بلديات سهل عين وسارة (1977-2022)



من إعداد الطالبة

يتضح من الشكل أعلاه تفاوت واضح في الديناميكية السكانية بين بلديات السهل:

- **التمركز الحضري:** تبرز بلدية **عين وسارة** كقطب سكاني واقتصادي بلا منازع، حيث تضم وحدها ما يقارب 132 ألف نسمة (تقدير 2022)، أي ما يعادل 53% من إجمالي سكان البلديات الست مجتمعة.
- **التفاوت في النمو:** تشهد كل من **حد الصحاري** (3.3%)و**عين وسارة** (2.1%)و**بويرة الأحداب** (2.2%)أعلى معدلات نمو سنوي خلال الفترة 2008-2022. ويعكس معدل نمو **بويرة الأحداب** (2.2%)ديناميكية إيجابية مرتبطة على الأرجح بتطور النشاط الفلاحي والرعوي فيها. بالمقابل، تسجل بلديات **الخميس** و**قرنيني** و**البيرين** (نسبياً) معدلات نمو أقل (بين 1.3% و1.6%).
- **دور العامل الاقتصادي:** يرتبط معدل النمو المرتفع في **حد الصحاري** و**بويرة الأحداب** بموقعهما ضمن المناطق الأكثر نشاطاً في استصلاح الأراضي والتوسع في الري الفلاحي، مما يوفر فرص عمل ويحد من الهجرة نحو المركز.

هذا التوزيع غير المتوازن للسكان يؤكد ما ذهبت إليه المذكرة الأصلية من أن "سهل عين وسارة مجال وظيفي هرمي". ومع ملاحظة مثلا بلدية بويرة الأحداب نرى نموذجاً لبلدية فلاحية–رعوية استطاعت تحقيق معدل نمو لافت (2.2%) يقترب من نظيره في المركز الحضري (عين وسارة 2.1%)، مما قد يشير إلى نجاح سياسات التنمية الريفية في خلق مناطق جذب بديلة وتخفيف الضغط عن المركز، وإن كانت لا تزال بعيدة عن تحقيق التوازن المجالي المنشود.

2.4 النشاط الاقتصادي

يُعدّ القطاع الفلاحي المكوّن الأساسي للنشاط الاقتصادي في نطاق سهل عين وسارة، حيث يشكّل القاعدة الإنتاجية التقليدية التي تقوم عليها سبل عيش جزء معتبر من السكان. وتُظهر المعطيات الإحصائية المتاحة أن هذا القطاع يستقطب نسبة مهمة من اليد العاملة المحلية، تُقدَّر بأكثر من ثلث القوى العاملة في المنطقة، وهو ما يعكس استمرار الطابع الريفي–الزراعي في بنية الاقتصاد المحلي، رغم التوسع التدريجي للأنشطة الحضرية والخدماتية (ONS، RGPH؛ FAO, 2019).

وتتسم المنظومة الفلاحية في سهل عين وسارة بتعدد أنماط الإنتاج، حيث تشمل زراعات حبوبية (القمح والشعير) التي تمثل النشاط التقليدي الأكثر انتشاراً، إضافة إلى الزراعات الخضرية الموجهة أساساً للاستهلاك المحلي والأسواق القريبة، فضلًا عن الأشجار المثمرة التي تبقى محدودة الانتشار مقارنة بالمناطق الأكثر ملاءمة مناخياً. ويعود هذا التنوع إلى طبيعة السهل السهبية شبه الجافة، التي تفرض نمط إنتاج زراعي يعتمد على التكيف مع محدودية التساقط وعدم انتظام الموارد المائية (CNES, 2018).

إلى جانب الزراعة، تظل تربية المواشي (الأغنام أساساً) نشاطًا اقتصادياً تقليدياً محورياً، يعكس الامتداد التاريخي للنظام الرعوي في المنطقة. ورغم التحولات التي عرفها المجال خلال العقود الأخيرة، لا تزال هذه الممارسة قائمة، وإن كانت في تراجع نسبي من حيث المساحات الرعوية نتيجة الضغط العمراني والتوسع الزراعي. كما أنها ترتبط ارتباطًا وثيقًا بنمط الاستغلال الموسمي للمراعي داخل السهل ومحيطه السهبي (FAO, 2021).

وفي السنوات الأخيرة، شهدت المنطقة بروز ديناميكية زراعية حديثة تعتمد على إدخال تقنيات الريّ الموضعي، خاصة الري بالتنقيط، في إطار سياسات ترشيد استهلاك المياه وتحسين الإنتاجية. وقد سمح هذا التحول بتوسيع زراعة بعض المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية العالية، وعلى رأسها زراعة البطاطا وبعض الخضر المبكرة الموجهة للسوق الوطنية. ويُعد هذا التحول مؤشراً على بداية انتقال تدريجي من

الزراعة التقليدية المعتمدة على الأمطار إلى نماذج إنتاج أكثر كثافة ورأسمالية (Banque Mondiale, 2020).

ومع ذلك، لا يزال النشاط الفلاحي في سهل عين وسارة يواجه مجموعة من التحديات البنيوية، أهمها محدودية الموارد المائية، تذبذب الإنتاجية، وضعف البنية التحتية الفلاحية في بعض المناطق، وهو ما يجعل القطاع في حالة انتقال بين نمط تقليدي رعوي–مطرِي ونمط حديث قائم على التقنيات المروية المكثفة.

خلاصة الفصل الأول

يتضح من خلال دراسة الخصائص الجغرافية لسهل عين وسارة أنه مجال طبيعي–بشري مركب، يتأسس على قاعدة فيزيائية متميزة تتمثل في بنية جيولوجية معقدة، وتضاريس منبسطة نسبياً، ومناخ شبه جاف يتسم بندرة التساقطات وارتفاع التبخر، إضافة إلى موارد مائية سطحية ضعيفة مقابل أهمية كبرى للمياه الجوفية.

كما يُظهر المجال تبايناً واضحاً في التربة والغطاء النباتي، حيث تسود الترب الكلسية السهبية والنباتات المتكيفة مع الجفاف، وهو ما يعكس هشاشة النظام البيئي واستجابته المباشرة للتغيرات المناخية والضغط البشري، خاصة الرعي والزراعة.

أما على المستوى البشري، فقد شهد السهل ديناميكية سكانية متسارعة تمركزت أساساً في بلدية عين وسارة، مقابل طابع ريفي ورعوي في البلديات الطرفية، مما أفرز تبايناً واضحاً في الكثافة السكانية والتنظيم المجالي. كما ترتب عن ذلك توسع عمراني وضغط متزايد على الموارد الطبيعية.

اقتصادياً، يظل القطاع الفلاحي والرعوي العمود الفقري للنشاط الاقتصادي، مع تسجيل تحولات تدريجية نحو أنماط إنتاج أكثر حداثة تعتمد على الريّ وتقنيات الزراعة المكثفة، رغم استمرار التحديات المرتبطة بندرة المياه وضعف البنية التحتية وتذبذب الإنتاج.

وبناءً عليه، فإن سهل عين وسارة يمثل مجالاً انتقالياً بامتياز، تتداخل فيه العوامل الطبيعية والبشرية بشكل معقد، مما يجعله نموذجًا واضحًا للهضاب العليا السهبية في الجزائر، حيث تتقاطع الهشاشة البيئية مع التحولات الاقتصادية والديموغرافية المتسارعة.

الفصل الثاني:
الموارد المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي في سهل وسارة

تمهيد

بعد أن استعرضنا في الفصل الأول الخصائص الجغرافية الطبيعية والبشرية لسهل عين وسارة، والتي بينت هيمنة المناخ شبه الجاف ومحدودية التساقطات، نخصص هذا الفصل لدراسة معمقة للموارد المائية باعتبارها العامل الأكثر حسماً في معادلة التنمية الفلاحية بهذا المجال فالموارد المائية في مثل هذه الأوساط السهبية ليست مجرد عنصر من عناصر الوسط الطبيعي، بل هي المحدد المركزي لقدرة المنظومة البيئية والفلاحية على الاستمرار والصمود.

سنقوم في هذا الفصل بتحليل مفصل لمختلف مصادر المياه في السهل (سطحية، جوفية، مطرية)، ثم ننتقل إلى دراسة أنماط استعمالاتها في القطاع الفلاحي، مع تقييم نقدي لتقنيات الري المتبعة ومدى كفاءتها. وأخيراً، سنسلط الضوء على المشاكل والتحديات الرئيسية التي أصبحت تهدد استدامة هذه الموارد الحيوية، وفي مقدمتها ظاهرة الجفاف، والاستنزاف الجوفي، والآثار المتوقعة للتغيرات المناخية.

1. مصادر المياه في سهل عين وسارة

تتنوع مصادر المياه في سهل عين وسارة بين مياه سطحية موسمية شديدة التذبذب ومياه جوفية متعددة الطبقات تمثل المخزون الاستراتيجي، ومياه مطرية تشكل المصدر الأولي والمتجدد للمنظومة المائية بأكملها.

1.1 المياه السطحية

تشكل المياه السطحية على الرغم من عدم انتظامها الزمني وضعفها الكمي مقارنة بالمياه الجوفية، أحد المصادر المائية التقليدية التي اعتمد عليها النشاط الفلاحي بالمنطقة وترتبط هذه المياه أساساً بوادي الطويل الذي يمثل تبعاً للتصحيح الجغرافي المعتمد، الحد الغربي الفاصل للسهل بالإضافة إلى شبكة من الروافد الموسمية التي تخترقه.

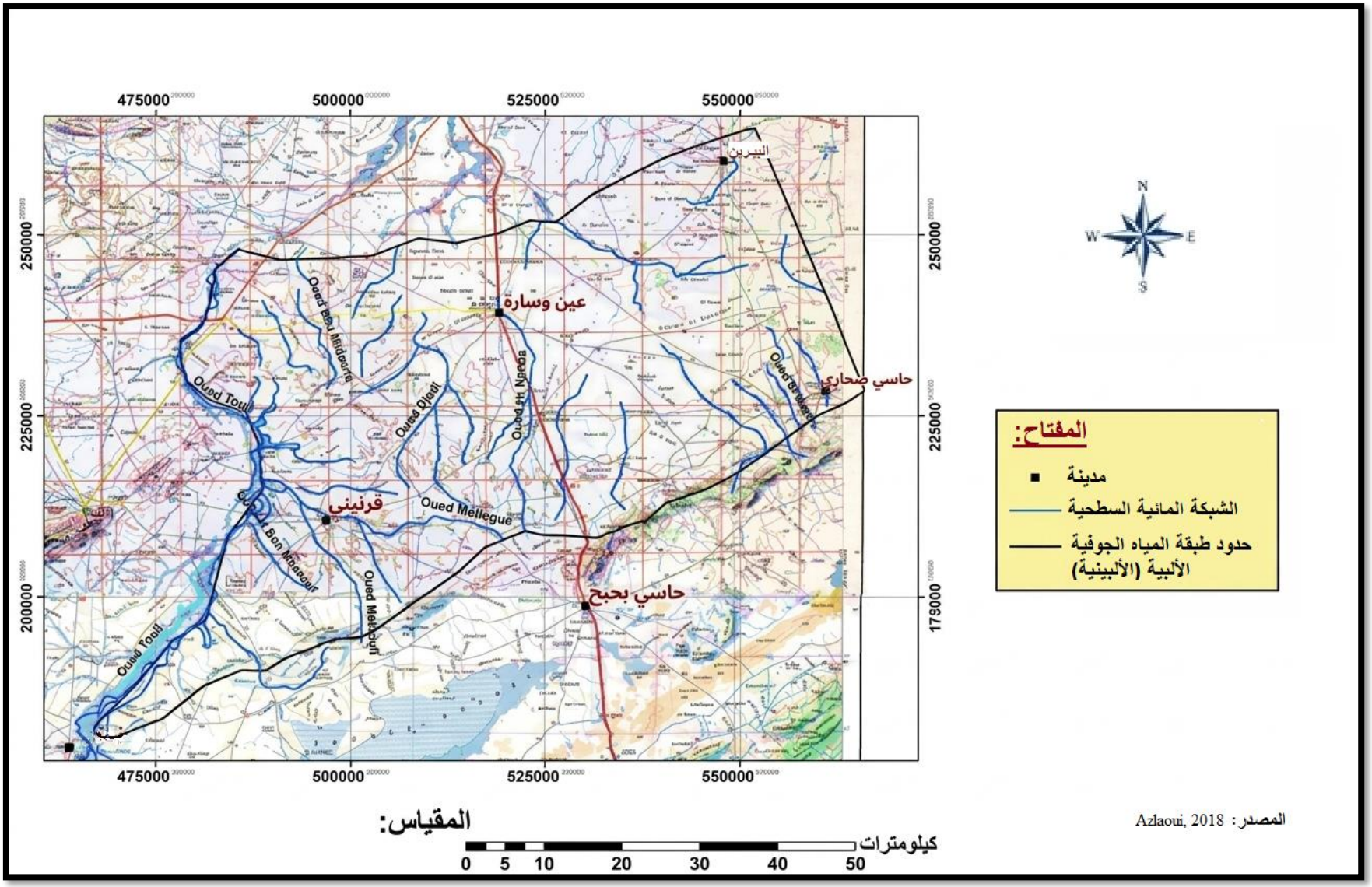
أ- وادي الطويل (*Oued Touil*):

يُعتبر وادي الطويل الشريان المائي الرئيسي للمنطقة ينبع هذا الوادي من المرتفعات الواقعة جنوب غرب السهل، ويمتد محاذياً للحد الغربي للسهل متجهاً نحو الشمال الشرقي، قبل أن يغير مساره شمالاً خارج نطاق السهل المدروس ليصب في نهاية المطاف في شط الحضنة (*Chott El Hodna*). يتميز نظامه الهيدرولوجي بطابع موسمي غير منتظم (*Régime hydrologique irrégulier*)، وهو سمة أساسية لأودية المناطق شبه الجافة (Foufou et al., 2017). فإما أن يكون في حالة جفاف تام (يسمى محلياً "الواد الميت") لفترات تدوم عدة أشهر، وإما أن يتحول إلى تيار جارف خلال الفيضانات العنيفة التي تعقب التساقطات المطرية الغزيرة في فصلي الخريف والشتاء.

لا تتوفر محطات قياس دائمة للصبيب على مجرى الوادي داخل نطاق السهل، إلا أن التقديرات الهيدرولوجية تشير إلى أن متوسط الصبيب السنوي منخفض جداً ولا يعكس الواقع، نظراً للفجوة الكبيرة بين السنوات الجافة التي ينعدم فيها الجريان، والسنوات المطيرة التي تحقق صبيباً مرتفعاً ولفترة قصيرة (Nezli & Azlaoui, 2018). تلعب مياه فيضانات هذا الوادي دوراً مزدوجاً: فهي من جهة توفر مياهاً سطحية تستخدم في الري التكميلي عبر تقنيات تحويل مياه الفيضانات (*Épandage des eaux de crues*)، ومن جهة أخرى، فهي المصدر الرئيسي لتغذية الطبقة الجوفية السطحية عبر الترشيح (*Infiltration*) في قاع مجراه الواسع (Foufou et al., 2017).

نعتمد على **الخريطة رقم 3** التي توضح امتداد وادي الطويل كحد غربي للسهل، ومجموعة الروافد الموسمية المتفرعة عنه والتي تخترق السهل من الشرق والشمال نحو الغرب.

خريطة رقم 3: الشبكة الهيدروغرافية لسهل عين وسارة



تُظهر الخريطة أن سهل عين وسارة يضم شبكة تصريف مائي ذات كثافة متوسطة، تتبع نمطًا شجريًا (*Dendritique*) في بعض أجزائه. يبرز وادي الطويل بوضوح كمجرى رئيسي يشكل حدًا طبيعيًا غربيًا، بينما تتجه نحوه غالبية الروافد التي تنبع من سفوح مرتفعات "كاف البخور" و"سبع روس" جنوبًا وشرقًا. تُلاحظ ظاهرة عدم تناسق واضح في الشبكة، حيث تتركز الروافد الأطول والأكثر عددًا على الضفة الشرقية للوادي، بينما تقل أو تنعدم تقريبًا على ضفته الغربية داخل نطاق السهل، مما يعكس انحدار السطح العام نحو الغرب. هذا النمط من التصريف يتحكم بشكل كبير في توزيع مياه الفيضانات وتغذية الطبقة الجوفية السطحية في الأجزاء الوسطى والشرقية من السهل (Azlaoui et al., 2023).

ب- الروافد الثانوية:

تضم الشبكة الهيدروغرافية للسهل عددًا من الروافد الموسمية التي تنبع من المرتفعات الشرقية (منطقة سبع روس) أو الشمالية وتتجه غربًا لتصب في وادي الطويل. أهم هذه الروافد: وادي بوسدراية، وادي السرسو، ووادي مجبر. تتميز هذه الأودية الصغيرة بصبيب أكثر ضعفًا وانقطاعًا من الوادي الرئيسي، لكنها تلعب دورًا حيويًا في تصريف مياه الأمطار محليًا وتغذية الخزانات الجوفية القريبة من مجاريها (Nezli & Azlaoui, 2018).

ج- المنشآت الهيدروليكية الصغيرة:

في إطار سياسات حشد الموارد المائية التي انتهجتها الدولة الجزائرية منذ مطلع الألفية الثالثة، تم تشييد عدد من السدود الصغيرة (*Petits barrages*) والحواجز المائية (*Seuils*) على طول مجرى وادي الطويل وبعض روافده (Foufou et al., 2017). تهدف هذه المنشآت إلى تجميع مياه الأمطار، وتوفير مياه الري التكميلي للمستثمرات المجاورة، وتغذية الطبقة الجوفية، وحماية الأراضي الفلاحية من الفيضانات. ومع ذلك، فإن فعالية هذه المنشآت محدودة بسبب مشكلتين رئيسيتين: التوحل السريع (*Envasement*) الذي يقلص قدرتها التخزينية بفعل الانجراف المائي الناتج عن تدهور الغطاء النباتي في الأحواض المنحدرة، والتبخر العالي الذي يؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من المياه السطحية المخزنة (Nezli & Azlaoui, 2018).

2.1 المياه الجوفية

تمثل المياه الجوفية المصدر الرئيسي والأكثر استقراراً للمياه في سهل عين وسارة، حيث تلبي أكثر من 85% من مجموع الاحتياجات المائية للأغراض الفلاحية والمنزلية والصناعية (Foufou et al., 2017). وقد ساعدت البنية الجيولوجية للسهل، التي تتكون من تراكمات رسوبية سميكة تعود إلى العصرين الطباشيري (*Crétacé*) والرباعي (*Quaternaire*)، على تكوين نظام جوفي متعدد الطبقات (Azlaoui et al., 2023). يمكن تمييز مستويين رئيسيين للمياه الجوفية:

أ- الطبقة الجوفية الحرة السطحية (*Nappe phréatique*):

تتموضع هذه الطبقة في التكوينات الرسوبية الحديثة التابعة للعصر الرباعي، والتي تملأ منخفضات السهل وتغطي قاع الأودية الكبرى. تتغذى هذه الطبقة بشكل أساسي من التسرب المباشر لمياه الأمطار، ومن مياه الفيضانات التي تجري في وادي الطويل وروافده خلال المواسم المطيرة (Nezli & Azlaoui, 2018). يتراوح عمق هذه الطبقة بشكل كبير، من أقل من 10 أمتار في المناطق المنخفضة القريبة من مجاري الأودية، إلى حوالي 40–50 متراً عند أطراف السهل. تتميز هذه الطبقة بسهولة الوصول إليها عبر الآبار التقليدية، مما يجعلها مصدراً هاماً للفلاحين الصغار في الزراعات التكميلية وسقي الماشية. إلا أن هذه الطبقة تعاني من محدودية كمية واضحة، حيث يرتبط منسوبها بشكل وثيق بكمية الأمطار الموسمية، مما يجعلها غير مضمونة لري مساحات كبيرة خلال سنوات الجفاف. كما أنها شديدة الحساسية للتلوث الناتج عن الأنشطة الفلاحية (الأسمدة والمبيدات) بسبب قربها من السطح (Azlaoui et al., 2023). في بعض المنخفضات سيئة الصرف، تعاني مياه هذه الطبقة من ارتفاع في الملوحة نتيجة تراكم الأملاح وارتفاع نسبة امتزاز الصوديوم (*Sodium Adsorption Ratio - SAR*)، مما يحد من صلاحيتها للري (Foufou et al., 2017).

ب- الطبقة الجوفية الأسيرة العميقة (*Nappe captive profonde*):

تعتبر هذه الطبقة، المعروفة بطبقة الحجر الرملي الألبي (*Nappe du Grès Albien*)، العمود الفقري للنشاط الفلاحي المروي في كامل السهل (Nezli & Azlaoui, 2018). وهي تنتمي جيولوجياً إلى العصر الطباشيري الأسفل، وتتكون من صخور رملية مسامية تعمل كمستودع ضخم للمياه تتعمق هذه الطبقة بشكل كبير، حيث يبدأ الحفر فيها من عمق 200 متر وقد يتجاوز 800 متر في بعض المواقع (Foufou et al., 2017). المياه الموجودة في هذه الطبقة هي جزء من نظام إقليمي ضخم للمياه الجوفية في شمال الصحراء الجزائرية. تعتبر هذه المياه في الغالب "أحفورية" (*Eaux fossiles*)، أي أنها تسربت إلى باطن

الأرض خلال فترات مناخية مطيرة سادت المنطقة منذ آلاف السنين، وتجددها الحالي بطيء جداً أو شبه منعدم (Nezli & Azlaoui, 2018; Azlaoui et al., 2023).

نظراً لعمقها الكبير، كانت هذه الطبقة بعيدة عن الاستغلال المكثف حتى بداية الألفية الثالثة، حين سمحت تقنيات الحفر العميق والمضخات القوية للفلاحين والهيئات الفلاحية بالوصول إليها. وقد صاحب إطلاق برنامج المخطط الوطني للتنمية الفلاحية (PNDA) توسع كبير في عمليات الحفر، مما أدى إلى زيادة حادة في كميات المياه المسحوبة (Foufou et al., 2017). مياه هذه الطبقة جيدة الجودة للري بشكل عام، رغم ارتفاع درجة حرارتها في بعض الأحيان. إلا أن الاستغلال المكثف وغير المراقب لهذه الطبقة أدى إلى ظهور بوادر استنزاف خطيرة سنناقشها لاحقًا.

الجدول رقم 05: مميزات الطبقات الجوفية الرئيسية بسهل عين وسارة

الخاصية	الطبقة الحرة السطحية	الطبقة الأسيرة العميقة (الألبي)
العمر الجيولوجي	الرباعي (*Quaternaire*)	الطباشيري الأسفل (*Albien*)
طبيعة الصخر الخازن	رواسب فيضية، رمل، طمي	حجر رملي (*Grès*)
العمق (متر)	5 - 50	200 - 800+
نمط التغذية	تسرب الأمطار والفيضانات	جانبية وبطيئة جداً (أحفورية بشكل كبير)
المنسوب	متذبذب، مرتبط بالمواسم	في انخفاض متواصل (1–2 متر/سنة)
الاستعمال الرئيسي	سقي الماشية، زراعة تكميلية	الري المكثف (خضروات، حبوب)
المشاكل الرئيسية	تلوث، ملوحة، جفاف موسمي	استنزاف، عمق كبير، تكلفة ضخ عالية

المصدر: من إعداد الطالبة بتركيب من (Foufou et al., 2017; Nezli & Azlaoui, 2018; Azlaoui et al., 2023).

إن تتبع تطور عدد الآبار العميقة التي تستغل طبقة الألبي في بلديات سهل عين وسارة هو المؤشر الأكثر وضوحاً على تحول أنماط الري وبداية مرحلة الاستنزاف الجوفي استناداً إلى معطيات الوكالة الوطنية للموارد المائية(ANRH) ، يقدم الجدول التالي لمحة عن هذا التطور المتباين مكانياً.

الجدول رقم 8: تطور عدد الآبار الفلاحية العميقة (التي تستغل طبقة الألبي) في بلديات سهل عين وسارة (تقديرات 2008–2023)

البلدية	العدد التقريبي للآبار العميقة (2008)	العدد التقريبي للآبار العميقة (2023)	نسبة الزيادة(%)	تقدير حجم الضخ السنوي (مليون م³/سنة)
عين وسارة	120	450	275%	45 – 50
البيرين	80	300	275%	30 – 35
حد الصحاري	90	350	289%	35 – 40
بويرة الأحداب	25	110	340%	10 – 12
قرنيني	20	70	250%	7 – 9
الخميس	15	50	233%	5 – 6
إجمالي السهل	**~350**	**~1,330**	**~280%**	**~135 – 150**

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على معطيات الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH) ومديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA) ودراسة(Azlaoui et al., 2017) . الأرقام تقديرية تعكس الاتجاه العام.

يكشف الجدول الموسع عن حقائق مثيرة للقلق وتفاوتاً مكانياً لافتاً:

- **طفرة هائلة غير متوازنة:** شهدت الفترة ما بين 2008 و2023 زيادة هائلة في عدد الآبار العميقة. تبرز بلدية **بويرة الأحداب** بنسبة زيادة مذهلة بلغت **340%**، مما يعكس تحولاً كبيراً في هذه المنطقة نحو الفلاحة المروية المكثفة في فترة زمنية قصيرة، وهذا يحمل مؤشرات خطيرة على استنزاف سريع للمياه الجوفية هناك.
- **تركيز الضغط:** تظل بلديات **عين وسارة** و**حد الصحاري** و**البيرين** هي الأكثر استحواذاً على العدد المطلق للآبار، حيث تستحوذ وحدها على ما يقارب 75% من إجمالي آبار السهل، مما يجعلها محور الضغط على طبقة الألبي.
- **تأخر نسبي:** تسجل بلديات **قرنيني** و**الخميس** أعداداً أقل بكثير، مما يعكس محدودية الاستثمار الفلاحي فيها، وهو ما يجعلها أقل ضغطاً على الموارد الجوفية ولكن أيضاً أقل مردودية وأكثر هشاشة اقتصادياً.

3.1 التساقطات المطرية

تشكل التساقطات المطرية، رغم ضآلتها، المصدر الأولي والمتجدد الذي يغذي كامل المنظومة المائية في السهل (Nezli & Azlaoui, 2018). فهي لا تقتصر على دورها المباشر في الزراعة البعلية، بل هي التي تغذي السدود الصغيرة، وتجري في الأودية لتغذي الطبقة السطحية، ويتسرب جزء ضئيل منها لتغذية الطبقات العميقة عبر المسامات والفوالق.

يبلغ متوسط التساقطات السنوية المسجل في المنطقة حوالي 300 ملم (Foufou et al., 2017). لكن هذا المتوسط يخفي تبايناً زمانياً ومكانياً شديدين يجعلان منه قيمة إحصائية لا تعبر عن الواقع المعيش. فالتساقطات تتسم بـــ:

- **التذبذب السنوي الكبير:** يمكن أن تنخفض إلى أقل من 150 ملم في السنوات الجافة جداً، بينما قد تتجاوز 500 ملم في السنوات الرطبة، مما يجعل التخطيط الفلاحي صعباً للغاية (Azlaoui et al., 2023).
- **التركيز الفصلي:** تسقط غالبية الأمطار (أكثر من 70%) خلال الفترة الممتدة من أكتوبر إلى مارس، وهي فترة سكون خضري لمعظم النباتات. بينما تقل أو تنعدم خلال فصل الربيع وفصل

الصيف الذي يمتد من مايو إلى سبتمبر، وهي الفترة التي تكون فيها احتياجات المحاصيل المائية في ذروتها (Foufou et al., 2017).

- **عدم الانتظام الشهري:** قد تسقط كمية أمطار شهر كامل في يوم واحد أو يومين على شكل زخات عنيفة، مما يقلل من فعاليتها بسبب ضياع معظمها على شكل جريان سطحي سريع بدلًا من الترشيح في التربة (Nezli & Azlaoui, 2018).

يوضح الجدول رقم 06 تحليلًا إحصائيًا للتساقطات الشهرية والسنوية.

الجدول رقم 9: التحليل الإحصائي للتساقطات الشهرية والسنوية بمحطة عين وسارة (2000-2025)

الشهر/المتغير	س	أ	ن	د	ج	ف	م	أ	م	ج	ج	أ	المجموع السنوي
المتوسط (ملم)	28	25	20	18	22	27	35	40	30	12	5	3	**265**
الانحراف المعياري	15	12	10	11	18	22	25	30	20	15	8	5	**85**
الحد الأدنى	2	0	0	1	0	5	2	10	1	0	0	0	**140**
الحد الأقصى	85	68	55	60	90	100	120	110	80	50	35	25	**480**

المصدر: من إعداد الطالبة بتركيب من معطيات محطة الأرصاد الجوية بعين وسارة (الوكالة الوطنية للأرصاد الجوية، 2026). نظرًا لعدم توفر كامل السلسلة، تم تقدير بعض البيانات بناءً على المحطات المجاورة وبالاعتماد على دراسات (Foufou et al., 2017; Nezli & Azlaoui, 2018).

يظهر الجدول بوضوح التطرف الكبير في قيم التساقطات، حيث يعكس الفارق الشاسع بين الحد الأدنى والحد الأقصى، شهريًا وسنويًا، حالة "الندرة وعدم اليقين" (*Rareté et incertitude*) التي تميز المناخ المحلي، والتي تجعل من مياه الري ضرورة حتمية وليست خيارًا تكميليًا لضمان الإنتاج (Azlaoui et al., 2023).

2. استعمالات المياه في الفلاحة

يستهلك القطاع الفلاحي الحصة الأكبر من الموارد المائية المتاحة في سهل عين وسارة، تقدر بأكثر من 90% من إجمالي المياه المستخرجة، وهي نسبة شائعة في المناطق الجافة وشبه الجافة (Nezli & Azlaoui, 2018). تتوزع هذه الاستعمالات على الشعب الفلاحية الرئيسية بشكل غير متساوٍ:

- **زراعة الخضروات:** وهي المستهلك الأكبر للمياه على الإطلاق، إذ تعتمد الزراعات الصيفية مثل البطاطا والطماطم والبطيخ بشكل كامل على الري. وتستهلك هذه الزراعات وحدها ما يزيد عن 60% من إجمالي مياه الري، بسبب دوراتها الزراعية الطويلة خلال الفصل الحار واحتياجاتها المائية العالية (Foufou et al., 2017).
- **زراعة الحبوب المروية:** في السنوات الأخيرة، توسع نطاق الري التكميلي للحبوب (خاصة القمح الصلب) لضمان الإنتاج في سنوات الجفاف، مما شكل ضغطًا إضافيًا على المياه الجوفية (Azlaoui et al., 2023).
- **الأعلاف الخضراء:** تستهلك كميات معتبرة من المياه، خاصة في المستثمرات التي تجمع بين الزراعة وتربية الماشية، لضمان توفير الغذاء للمواشي خلال فترات الجفاف الطويلة (Nezli & Azlaoui, 2018).

تتم عمليات توزيع المياه في الغالب عبر البنية التحتية التقليدية (صهاريج، قنوات إسمنتية مكشوفة) والحديثة (قنوات بلاستيكية تحت الضغط)، لكن شبكات التوزيع تعاني من تهالك واضح وتسربات كبيرة، مما يقلل من الكفاءة الكلية للمنظومة (Foufou et al., 2017).

3. تقنيات الريّ

لأساليب الري المتبعة تأثير مباشر على كفاءة استعمال المياه، وبالتالي على استدامة الموارد الجوفية. يمكن التمييز في سهل عين وسارة بين نمطين رئيسيين للري:

1.3 الريّ التقليدي (السطحي والغمر)

لا يزال هذا النمط هو الأكثر انتشاراً في السهل، خاصة بين صغار الفلاحين وفي المستثمرات القديمة (Nezli & Azlaoui, 2018) ويعتمد على جلب المياه من البئر إلى رأس الحقل، ثم تركها لتنساب على سطح التربة بفعل الجاذبية الأرضية (الري السطحي) أو إغراق الحقل بالكامل (الري بالغمر). يتميز هذا النمط بـــ:

- **انتشاره الواسع:** بسبب سهولة تطبيقه وانخفاض تكاليفه الاستثمارية الأولية (Foufou et al., 2017).
- **كفاءة منخفضة جداً:** لا تتجاوز كفاءة الري السطحي (*Efficience d'irrigation*) في أفضل الأحوال 50–60%، مما يعني أن نصف كمية المياه التي يتم ضخها تُفقد عن طريق التبخر المباشر، أو التسرب العميق خارج نطاق الجذور، أو الجريان السطحي في نهاية الحقل (Azlaoui et al., 2023).
- **آثار بيئية سلبية:** يؤدي الإفراط في مياه الري بالغمر إلى تملح التربة في المناطق المسطحة سيئة الصرف، ويرفع من خطر انضغاط التربة وتدهور بنيتها (Nezli & Azlaoui, 2018).

2.3 الريّ الحديث (الرش والتقطير)

شهدت المساحات المجهزة بأنظمة الري الحديثة توسعاً ملحوظاً في السهل خلال العقدين الأخيرين، بتشجيع من برامج الدعم الفلاحي الحكومي التي تهدف إلى ترشيد استعمال المياه (Foufou et al., 2017). يتمثل هذا النمط في تقنيتين أساسيتين:

- **الري بالرش (*Aspersion*):** يحاكي التساقطات المطرية عبر توزيع المياه بواسطة الرشاشات. وهو مناسب لزراعة الحبوب والأعلاف والبطاطا. تصل كفاءته إلى 70–80% إذا تمت إدارته بشكل جيد، لكنه يظل عرضة لتأثير الرياح والتبخر العالي في مناخ المنطقة (Nezli & Azlaoui, 2018).

- **الري بالتقطير (*Goutte-à-goutte*):** يعتبر التقنية الأكثر كفاءة، حيث يتم إيصال المياه بشكل مباشر إلى منطقة الجذور بواسطة أنابيب بلاستيكية مزودة بنقاطات (*Goutteurs*). تصل كفاءته إلى 90–95%، مما يقلص بشكل كبير من ضياع المياه. ينتشر بشكل خاص في زراعة الخضروات تحت البيوت البلاستيكية وفي البساتين حديثة النشأة (Azlaoui et al., 2023).

رغم المزايا الواضحة للري الحديث في ترشيد المياه وزيادة المردودية، إلا أن انتشاره في سهل عين وسارة يصطدم بعدة معوقات، أبرزها التكلفة الاستثمارية الأولية المرتفعة، وضرورة توفر طاقة كهربائية مستقرة لتشغيل مضخات الضغط، ونقص المعرفة التقنية اللازمة لتصميم الشبكات وصيانتها لدى كثير من الفلاحين (Foufou et al., 2017).

الجدول رقم 10: مقارنة بين تقنيات الري المتبعة في سهل عين وسارة

الخاصية	الري التقليدي (سطحي/غمر)	الري الحديث (رش وتقطير)
الكفاءة المائية التقريبية	40 - 60 %	75 - 95 %
تكلفة الاستثمار الأولي	منخفضة جداً	مرتفعة إلى متوسطة
تكلفة الصيانة والتشغيل	منخفضة	متوسطة (تحتاج طاقة وقطع غيار)
متطلبات تقنية	بسيطة	مرتفعة (تحتاج معرفة تقنية وتصميم)
الأثر على التربة	تملح، انضغاط، انجراف	محدود جداً
مدى الانتشار	واسع جداً (أغلبية المساحات)	محدود لكن في توسع (المستثمرات الحديثة)
ملاءمته للمحاصيل	جميع المحاصيل	خضروات، أعلاف، بساتين

المصدر: بتركيب من (Foufou et al., 2017; Nezli & Azlaoui, 2018; Azlaoui et al., 2023).

4. المشاكل المرتبطة بالمياه

يواجه النشاط الفلاحي في سهل عين وسارة مجموعة من التحديات والمشاكل المرتبطة بالمياه، والتي تتفاعل فيما بينها لتهدد استدامة الإنتاج الفلاحي في الأمدين المتوسط والبعيد.

1.4 الجفاف

الجفاف ظاهرة بنيوية ومتكررة في مناخ السهوب، وليست حدثًا استثنائيًا (Nezli & Azlaoui, 2018). تشير المعطيات المناخية إلى أن المنطقة تتعرض لدورات جفاف تمتد لعدة سنوات متتالية، تتخللها سنوات رطبة. خلال دورات الجفاف، تنخفض التساقطات بشكل حاد، مما يؤدي إلى:

- **فشل الزراعات البعلية:** انهيار شبه كامل في إنتاج الحبوب البعلية، مما يؤثر على الأمن الغذائي للمواشي وسكان المنطقة (Foufou et al., 2017).
- **زيادة الضغط على المياه الجوفية:** يلجأ الفلاحون إلى الري المكثف لإنقاذ محاصيلهم، مما يضاعف كميات المياه المسحوبة من الطبقات الجوفية في وقت تنعدم فيه تغذيتها الطبيعية (Azlaoui et al., 2023).
- **تدهور المراعي:** يؤدي الجفاف إلى تراجع حاد في الغطاء النباتي الطبيعي، مما يضطر المربين إلى شراء الأعلاف بأسعار مرتفعة أو بيع جزء من قطيعهم (Nezli & Azlaoui, 2018).

2.4 الاستنزاف الجوفي

يُعد الاستنزاف الجوفي (*Surexploitation des nappes*) أخطر تهديد يواجه التنمية الفلاحية في السهل على الإطلاق (Foufou et al., 2017). وهو نتيجة حتمية للتوسع الكبير والعشوائي في المساحات المروية المعتمدة على الطبقة الأسيرة العميقة (الألبي). تتمثل أبرز مظاهر هذا الاستنزاف فيما يلي:

- **الانخفاض المتواصل للمنسوب البيزومتري:** تشير قياسات الوكالة الوطنية للموارد المائية (*ANRH*) إلى انخفاض سنوي مطرد في منسوب المياه الجوفية في معظم آبار المراقبة. يقدر هذا الانخفاض بمعدل يتراوح بين 1 و2 متر سنوياً في المناطق الأكثر استغلالًا، مما يؤكد أن السحب يتجاوز بكثير التغذية الطبيعية الضئيلة (Nezli & Azlaoui, 2018; Azlaoui et al., 2023).
- **ارتفاع تكاليف الضخ:** يضطر الفلاحون إلى تعميق آبارهم وإنزال المضخات إلى أعماق أكبر، مما يرفع من استهلاك الطاقة (الكهرباء أو الوقود) ويزيد من تكلفة الإنتاج، مما يهدد الجدوى الاقتصادية للزراعة المروية (Foufou et al., 2017).
- **تدهور نوعية المياه:** أدى الانخفاض الكبير في الضغط داخل الطبقة الأسيرة إلى تسرب مياه أكثر ملوحة من الطبقات الجيولوجية المجاورة، مما زاد من درجة ملوحة المياه في بعض الآبار وجعلها غير صالحة لري المحاصيل الحساسة (Azlaoui et al., 2023).
- **غياب الرقابة:** يبقى الحفر العشوائي للآبار وغياب أنظمة القياس والمراقبة الفعالة لكميات المياه المسحوبة من أبرز العوامل التي تفاقم هذه الظاهرة (Nezli & Azlaoui, 2018).

3.4 التغيرات المناخية

تُضاف آثار التغيرات المناخية العالمية لتزيد من حدة الإجهاد المائي في مناطق السهوب (Foufou et al., 2017). النماذج المناخية الإقليمية للمغرب العربي ترجح سيناريوهات مستقبلية قاتمة لمنطقة السهول العليا تشمل:

- **انخفاض محتمل في التساقطات:** بنسبة قد تصل إلى 10–20% في أفق 2050 (Nezli & Azlaoui, 2018).
- **ارتفاع في درجات الحرارة:** بمعدل يتراوح بين 1.5° و2.5° مئوية، مما سيؤدي إلى زيادة هائلة في معدلات التبخر والنتح (*Évapotranspiration*)، وبالتالي زيادة الاحتياجات المائية للمحاصيل (Azlaoui et al., 2023).
- **تزايد تواتر الظواهر المناخية القصوى:** مثل موجات الجفاف الطويلة والفيضانات المدمرة (Foufou et al., 2017).

هذه التغيرات المرتقبة ستفضي إلى تقليص تغذية المياه الجوفية من جهة، وزيادة الطلب عليها من جهة أخرى، مما سيفاقم العجز المائي القائم حاليًا، ويهدد بإفراغ التنمية الفلاحية في السهل من جدواها ما لم يتم تبني إستراتيجيات تكيف استباقية (Nezli & Azlaoui, 2018).

خلاصة الفصل الثاني

خلصنا في هذا الفصل إلى أن سهل عين وسارة يعتمد بشكل شبه كلي على موارده الجوفية وبخاصة الطبقة الأسيرة العميقة (الألبي) كمصدر رئيسي للري الفلاحي، في المقابل تعاني هذه الطبقة من استنزاف متسارع تظهر دلائله في الانخفاض المستمر للمناسيب وتدهور النوعية ولا توفر المياه السطحية ممثلة في وادي الطويل بشبكته الموسمية بديلاً كافياً لضخامة الطلب رغم أهميتها التكميلية كما أن المناخ شبه الجاف بتساقطاته غير المضمونة وتبخره العالي يجعل الزراعة البعلية رهينة بمخاطر الجفاف المتكرر. في ظل هذه الوضعية المائية الحرجة تبرز الحاجة الملحة لتقييم الممارسات الحالية وإيجاد حلول مبتكرة وهو ما سيتم التطرق إليه في الفصل الرابع بعد استعراض أدوات الدراسة في الفصل الثالث.

الفصل الثالث:
وسائل وطرق الدراسة

تمهيد

بعد أن استعرضنا في الفصلين السابقين الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة وخصوصيات مواردها المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي، نخصص هذا الفصل لعرض الأسس المنهجية والأدوات العلمية التي اعتمدناها في إنجاز هذا البحث. إن دراسة إشكالية معقدة ومتعددة الأبعاد كتلك المتعلقة بتدبير الموارد المائية في علاقتها بالتنمية الفلاحية المستدامة، تستلزم تبني مقاربة منهجية مندمجة تجمع بين التحليل الكمي والكيفي، وتزاوج بين مختلف الأدوات والتقنيات الحديثة في جمع المعطيات ومعالجتها وتحليلها. ويشكل هذا الفصل حلقة وصل أساسية بين الإطار النظري والمفاهيمي الذي تم بناؤه في الفصلين الأول والثاني، وبين مرحلة تحليل النتائج ومناقشتها التي ستشكل محور الفصل الرابع. سنعمل من خلاله على توضيح المنهج العلمي المتبع، ووصف الأدوات البحثية المستخدمة، وبيان كيفية معالجة البيانات وتحليلها، مع الإشارة إلى الصعوبات والقيود التي واجهتنا في الميدان.

1. المنهج المتبع

انطلاقاً من طبيعة الإشكالية المطروحة والأهداف المسطرة، اعتمدنا مقاربة منهجية تجمع بين مناهج متكاملة ومتداخلة، تسمح بمقاربة شاملة ومتعددة الأبعاد لموضوع الدراسة.

أ- المنهج الوصفي التحليلي

شكّل المنهج الوصفي التحليلي الركيزة الأساسية لهذه الدراسة، إذ تم الاعتماد عليه في وصف وتشخيص الخصائص الطبيعية والبشرية لسهل عين وسارة، وتحليل واقع الموارد المائية وتوزيعها المجالي، إضافة إلى توصيف أنماط النشاط الفلاحي واستعمالات المياه. ويُعد هذا المنهج من أكثر المناهج استخداماً في الدراسات الجغرافية، لأنه يسمح بجمع المعطيات الميدانية والإحصائية وتنظيمها وتحليل العلاقات القائمة بين الظواهر المجالية المختلفة، كما يساهم في فهم التفاعلات بين العوامل الطبيعية والبشرية داخل المجال الجغرافي (Lahoul, 2013).

وقد مكّن هذا المنهج من تفكيك الظاهرة المدروسة إلى عناصرها الأساسية، وفهم العلاقات المتبادلة بين مختلف العوامل المتحكمة فيها. فمن خلال وصف توزيع الآبار والاستغلالات الفلاحية أمكن ربطها بالخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية للسهل، كما ساهم تحليل تطور المساحات المروية في تفسير تزايد الضغط على الموارد المائية الجوفية. إضافة إلى ذلك، أتاح المنهج الوصفي التحليلي رصد التحولات التي عرفها المجال الفلاحي خلال الفترة (2016–2026)، سواء تعلق الأمر بتغير أنماط استغلال الأراضي، أو بتطور تقنيات الري، أو بتدهور حالة الموارد المائية نتيجة الاستغلال المكثف للمياه الجوفية، وهو ما تؤكد عليه الدراسات المنهجية الحديثة في الجغرافيا التطبيقية والتهيئة الإقليمية (Benyoucef, 2015; Zellal, 2009).

ب- منهج تحليل النظم

نظراً للطبيعة المعقدة والمركبة لإشكالية الموارد المائية والتنمية الفلاحية، كان لا بد من اعتماد منهج تحليل النظم الذي يتعامل مع الفضاء الجغرافي كمنظومة متكاملة تتفاعل داخلها مختلف المكونات الطبيعية والبشرية. وقد أكدت الدراسات التطبيقية حول سهل عين وسارة، ومنها أطروحة Azlaoui (2018)، على أهمية هذه المقاربة النسقية في فهم التفاعلات بين الموارد المائية والنشاط الفلاحي بالمناطق شبه الجافة، حيث يصعب الفصل بين العوامل البيئية والاقتصادية والاجتماعية.

وقد طبقنا هذا المنهج على سهل عين وسارة باعتباره نظاماً فلاحياً–مائياً (*Système agro-hydrique*) تتفاعل فيه مجموعة من المكونات المترابطة:

– **المدخلات (*Inputs*):** وتشمل الموارد المائية الطبيعية (التساقطات المطرية، المياه السطحية الممثلة في وادي الطويل وروافده، والمياه الجوفية في طبقتيها السطحية والعميقة)، إضافة إلى المدخلات البشرية والتقنية (الآبار والمضخات، شبكات الري، الأسمدة والمبيدات، البذور المحسنة، اليد العاملة، ورؤوس الأموال المستثمرة).

– **العمليات (*Processus*):** وتتمثل في مختلف الأنشطة التي تتم داخل المنظومة، وعلى رأسها عمليات تعبئة المياه (الضخ من الآبار، تحويل مياه الأودية)، وعمليات توزيع المياه عبر شبكات الري، والممارسات الفلاحية المختلفة (الحرث، البذر، التسميد، المكافحة، الحصاد)، إضافة إلى عمليات تسويق المنتوجات الفلاحية.

– **المخرجات (*Outputs*):** وتشمل المنتوجات الفلاحية بمختلف أنواعها (الحبوب، الخضروات، الأعلاف، المنتجات الحيوانية)، إضافة إلى الآثار الجانبية غير المرغوب فيها مثل استنزاف المياه الجوفية، وتدهور جودتها، وتملح التربة، وزحف الرمال.

– **التغذية الراجعة (*Rétroaction*):** ونقصد بها تأثير مخرجات المنظومة (خاصة السلبية منها) على مدخلاتها وعملياتها. فاستنزاف المياه الجوفية مثلاً يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الضخ، مما قد يدفع الفلاحين إلى تغيير أنماط زراعاتهم أو تقنيات سقيهم. كما أن تدهور جودة المياه يفرض البحث عن مصادر بديلة أو الانتقال إلى زراعات أكثر تحملاً للملوحة.

وقد مكننا هذا المنهج من فهم التفاعلات الديناميكية بين مختلف مكونات المنظومة الفلاحية–المائية بالسهل، وكشف حلقات التغذية الراجعة الإيجابية والسلبية التي تتحكم في تطورها. كما ساعدنا على تجاوز النظرة الجزئية والتجزيئية التي تعالج كل عنصر بمعزل عن غيره، وتبني رؤية شمولية تدمج الأبعاد الطبيعية والاقتصادية والاجتماعية والتقنية.

ج– المنهج الاستشرافي

إضافة إلى المنهجين الوصفي والتحليلي ومنهج تحليل النظم، استعنا بالمنهج الاستشرافي لاستكشاف مستقبل الموارد المائية والنشاط الفلاحي في سهل عين وسارة في ضوء المعطيات الراهنة والاتجاهات المتوقعة للتغيرات المناخية. ويقوم هذا المنهج على بناء سيناريوهات محتملة لتطور الوضعية المائية

والفلاحية، انطلاقاً من تحليل دقيق للوضع الحالي وللاتجاهات المسجلة خلال الفترة الماضية، مع الأخذ بعين الاعتبار مختلف العوامل المؤثرة الداخلية والخارجية (بوزيان، 2020).

وقد سعينا من خلال هذا المنهج إلى تجاوز مرحلة التشخيص والتحليل إلى مرحلة الاقتراح، حيث حاولنا في نهاية هذه الدراسة صياغة توصيات عملية لصناع القرار، واقتراح إستراتيجية مندمجة لضمان تنمية فلاحية مستدامة في السهل ترتكز على الإدارة الرشيدة للموارد المائية.

د- المنهج المقارن

وظفنا المنهج المقارن في مستويين: مستوى زماني، من خلال مقارنة المعطيات والإحصاءات الفلاحية والمائية بين فترات مختلفة (سنوات الجفاف مقابل السنوات الرطبة، وفترة ما قبل إطلاق المخطط الوطني للتنمية الفلاحية وما بعده) بهدف رصد ديناميكية التغير. ومستوى مكاني، من خلال مقارنة وضعية سهل عين وسارة مع سهول ومناطق سهبية أخرى مماثلة في الجزائر، مثل سهل بلعباس وسهل حمام الضلعة، بهدف استخلاص الدروس والعبر من التجارب الأخرى.

إن هذه المناهج الأربعة، على الرغم من اختلاف زوايا نظرها وأدواتها، تتكامل فيما بينها لتقدم رؤية شمولية ومتعددة الأبعاد لإشكالية الدراسة، وتسمح بمقاربتها من جوانبها المختلفة.

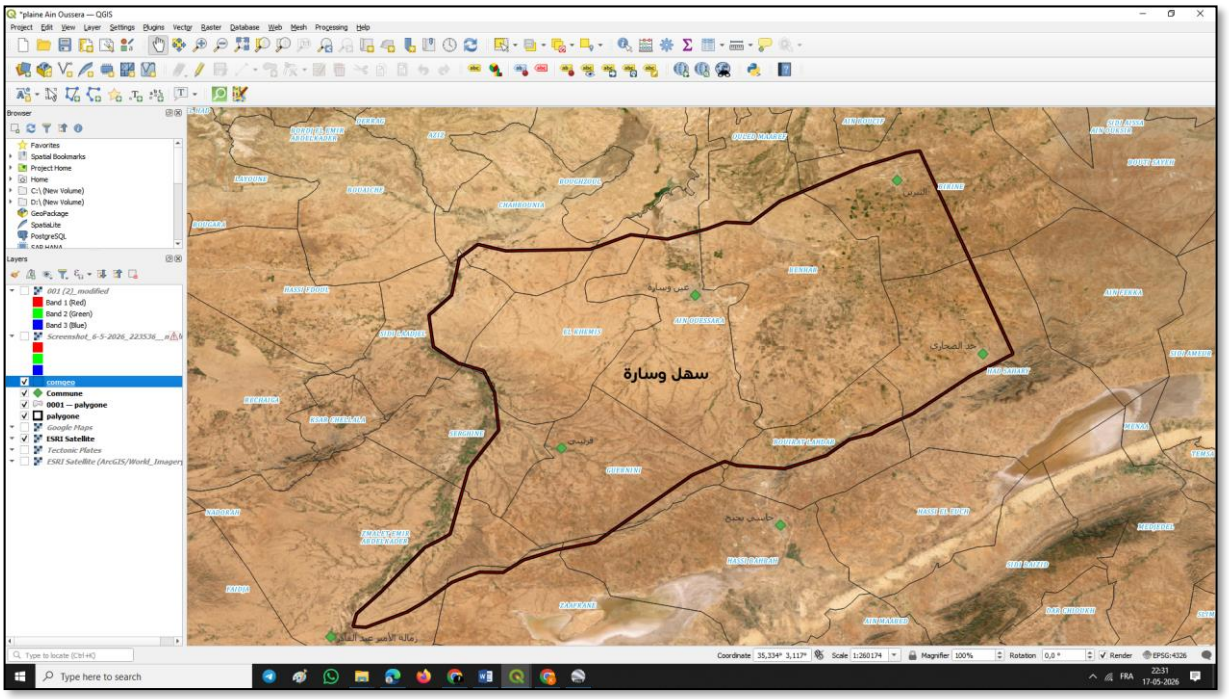
2. أدوات البحث

لتطبيق المناهج المذكورة أعلاه وتحقيق أهداف الدراسة، اعتمدنا على مجموعة من الأدوات والتقنيات البحثية التي تتيح جمع المعطيات وتحليلها وتفسيرها.

1.2 الخرائط ونظم المعلومات الجغرافية (*GIS*)

شكلت نظم المعلومات الجغرافية (*Système d'Information Géographique - SIG*) الأداة المحورية في هذه الدراسة، نظراً لقدرتها الفائقة على دمج ومعالجة وتحليل كميات كبيرة من البيانات المكانية بمختلف أنواعها ومصادرها. وقد استخدمنا برنامج *QGIS* (الإصدار 3.34) مفتوح المصدر، وهو من أقوى البرمجيات المجانية في هذا المجال وأكثرها استخداماً في الأوساط الأكاديمية الجزائرية (بوزيان، 2020).

الشكل رقم 4: واجهة برنامج QGIS



المصدر: برنامج QGIS

أ- مصادر البيانات المكانية:

اعتمدنا في بناء قاعدة البيانات الجغرافية للدراسة على المصادر التالية:

الخرائط الطبوغرافية: استخدمنا الخرائط الطبوغرافية بمقياس 200,000/1 المنجزة من طرف المعهد الوطني للخرائط (*Institut National de Cartographie - INC*)، خاصة ورقة "عين وسارة" (NI-31-X) التي تغطي كامل منطقة الدراسة. وقد أتاحت لنا هذه الخرائط استخراج معلومات أساسية حول التضاريس (منحنيات المستوى، النقط الجيوديزية)، والشبكة الهيدروغرافية (مجاري الأودية الدائمة والمؤقتة)، وشبكة الطرق، والتجمعات السكانية، والأسماء الجغرافية (Benhamza, 2018).

الخرائط الجيولوجية: تمت الاستعانة بالخريطة الجيولوجية للجزائر بمقياس 500,000/1 (ورقة الجزائر–شمال)، وبدراسات جيولوجية سابقة حول حوض عين وسارة، لفهم البنية الجيولوجية للسهل وتوزيع الطبقات الحاملة للمياه.

الخرائط المواضيعية: استفدنا من خرائط سابقة أنجزها باحثون جزائريون حول المنطقة، خاصة الخرائط التي تناولت توزيع الموارد المائية واستعمالات الأراضي الفلاحية، والتي وفرت لنا قاعدة انطلاق قيّمة.

ب- إنتاج الخرائط الموضوعاتية:

بعد جمع البيانات المكانية من مختلف المصادر، قمنا بإدماجها في قاعدة بيانات جغرافية موحدة، ثم أنتجنا مجموعة من الخرائط الموضوعاتية التي تخدم أهداف الدراسة، أهمها:

خريطة الموقع الجغرافي والإداري: توضح موقع سهل عين وسارة ضمن ولاية الجلفة، مع إبراز حدوده الطبيعية والبشرية.

خريطة طوبوغرافية: تبين تضاريس السهل وتوزيع الوحدات الطوبوغرافية الكبرى.

خريطة الشبكة الهيدروغرافية: تظهر توزيع المجاري المائية (وادي الطويل وروافده) مع توضيح اتجاه الجريان والمنشآت المائية (السدود الصغيرة، الحواجز).

خريطة الموارد المائية الجوفية: تبين توزيع الآبار ونمط استغلالها، مع إسقاطها على خريطة الطبقات الجوفية.

خريطة استعمالات الأراضي الفلاحية: توضح توزيع مختلف أنواع الزراعات والمساحات المروية والبعلية.

خريطة تطور مناسيب المياه الجوفية: تبين التغير المكاني في مناسيب الطبقة الجوفية العميقة خلال الفترة المدروسة.

ج- التحليل المكاني:

إضافة إلى إنتاج الخرائط، مكنتنا نظم المعلومات الجغرافية من إجراء تحليلات مكانية متقدمة، منها:

تحليل الكثافة: لتحديد المناطق التي يتركز فيها النشاط الفلاحي المروي وكثافة الآبار.

تحليل المسافات: لدراسة العلاقة بين توزيع المستثمرات الفلاحية وقربها من مصادر المياه (الآبار، الأودية).

الاستيفاء المكاني (*Interpolation spatiale*): لتقدير قيم بعض المتغيرات (مثل مناسيب المياه الجوفية) في المناطق التي لا تتوفر فيها معطيات مباشرة، انطلاقاً من المعطيات المتاحة في الآبار القريبة.

تحليل التضاريس: لاستخراج خريطة الانحدارات وتحديد اتجاه الجريان السطحي.

2.2 الإحصاءات والبيانات

اعتمدنا في هذه الدراسة على مجموعة من المصادر الإحصائية الرسمية التي توفر معطيات كمية حول مختلف جوانب الموضوع.

أ- المصادر الإحصائية:

تتمثل أهم المصادر الإحصائية التي استقينا منها معطياتنا فيما يلي:

- **مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (*Direction des Services Agricoles - DSA*):** وهي المصدر الرئيسي للإحصاءات الفلاحية، حيث وفرت لنا معطيات حول:
  - المساحة الفلاحية الصالحة للزراعة (*SAU*) وتوزيعها حسب البلديات.
  - المساحات المزروعة بمختلف أنواع المحاصيل (الحبوب، الخضروات، الأعلاف).
  - المساحات المجهزة بأنظمة الري حسب نوع التقنية (تقليدي، رش، تقطير).
  - الإنتاج الفلاحي السنوي حسب أنواع المحاصيل.
  - تعداد رؤوس الماشية حسب الأنواع.
  - عدد المستثمرات الفلاحية وتوزيعها حسب الحجم والنشاط.
  - تعداد الآبار الفلاحية وتصنيفها حسب العمق ونمط الاستغلال.
- **الوكالة الوطنية للموارد المائية (*Agence Nationale des Ressources Hydriques - ANRH*):** زودتنا بمعطيات حول:
  - مناسيب المياه الجوفية في آبار المراقبة وسلاسلها الزمنية.
  - معطيات حول نوعية المياه الجوفية (الملوحة، الحرارة، العناصر الكيميائية).
  - معطيات حول السدود الصغيرة والمنشآت الهيدروليكية.
- **الديوان الوطني للإحصاء (*Office National des Statistiques - ONS*):** استقينا منه المعطيات السكانية، خاصة نتائج الإحصاءات العامة للسكان والسكن (1977، 1987، 1998، 2008)، والتقديرات السكانية للسنوات اللاحقة، إضافة إلى معطيات حول التشغيل والنشاط الاقتصادي.
- **محطة الأرصاد الجوية بعين وسارة:** وفرت لنا المعطيات المناخية اليومية والشهرية والسنوية (التساقطات، درجات الحرارة، الرطوبة، سرعة الرياح، التبخر) للفترة 2000–2025.

ب- طبيعة البيانات وحدودها:

تعاملنا مع نوعين رئيسيين من البيانات:

- **بيانات كمية (*Données quantitatives*):** وتشمل الإحصاءات الرقمية حول المساحات، والإنتاج، والأعداد، والمناسيب، والمعطيات المناخية. وقد استخدمت هذه البيانات في بناء الجداول والرسوم البيانية، وفي التحليل الإحصائي.
- **بيانات كيفية (*Données qualitatives*):** وتشمل المعلومات الوصفية حول أنماط استغلال المياه، والممارسات الفلاحية، والمشاكل المائية، والتي تم جمعها أساساً من خلال العمل الميداني والاستبيان.

ويجب الإشارة إلى أن البيانات الإحصائية المتاحة لم تكن دائماً كاملة أو محدّثة، حيث واجهتنا عدة صعوبات في جمع المعطيات، منها:

- **تأخر نشر الإحصاءات:** حيث أن آخر إحصاء فلاحي شامل يعود لسنة 2001، والبيانات السنوية اللاحقة هي تقديرات جزئية.
- **تباين البيانات بين المصادر:** وجود اختلافات طفيفة في الأرقام بين المصادر المختلفة، مما استدعى المقارنة والتدقيق.
- **عدم توفر معطيات دقيقة حول كميات المياه المسحوبة:** بسبب غياب عدادات قياس على معظم الآبار، مما اضطرنا للاعتماد على تقديرات تقريبية بناءً على عدد ساعات الضخ وقدرة المضخات.
- **صعوبة الوصول إلى بعض البيانات:** خاصة المتعلقة بنوعية المياه الجوفية وآبار المراقبة، حيث اعتبرت بعض المعطيات "حساسة" من طرف بعض المؤسسات.

3.2 الصور الفضائية

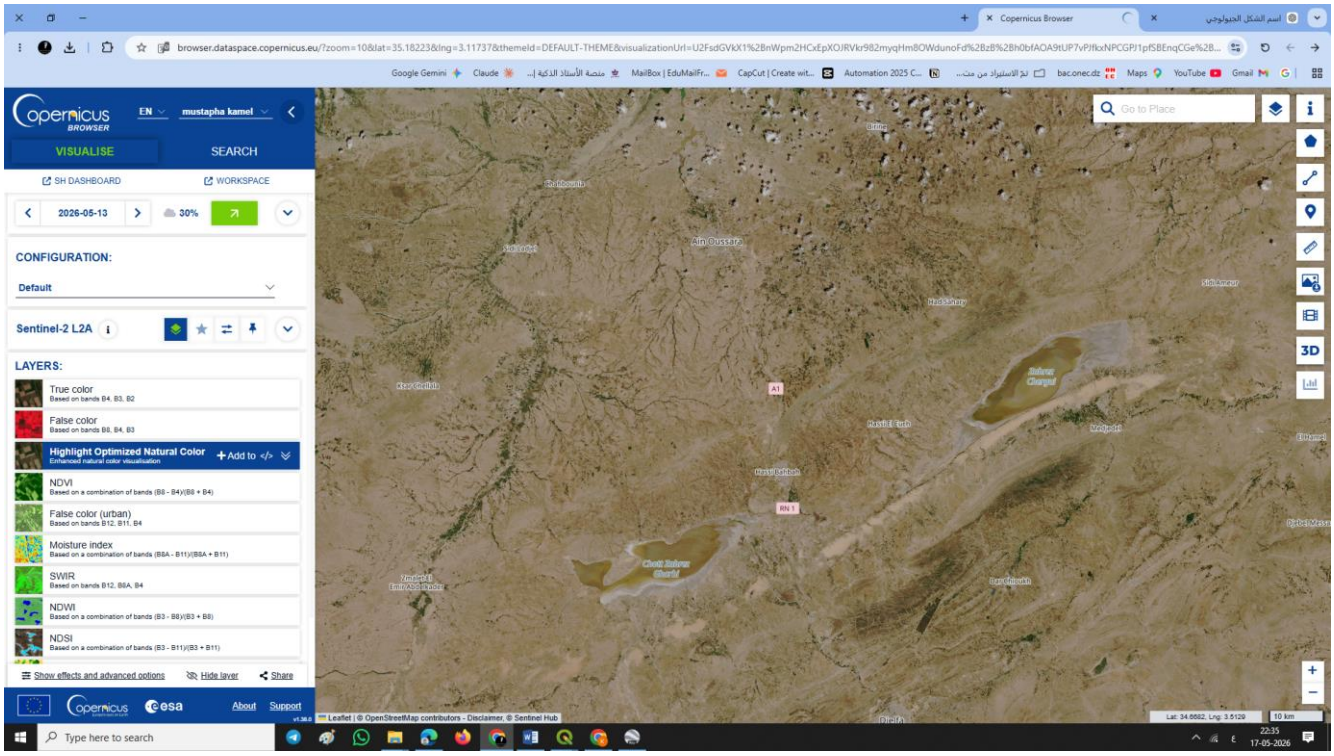
شكلت الصور الفضائية أداة فعالة في دراستنا، حيث أتاحت لنا تغطية مكانية شاملة ومتجانسة لمنطقة الدراسة، ورصد التغيرات المجالية عبر الزمن.

أ- نوعية الصور المستخدمة:

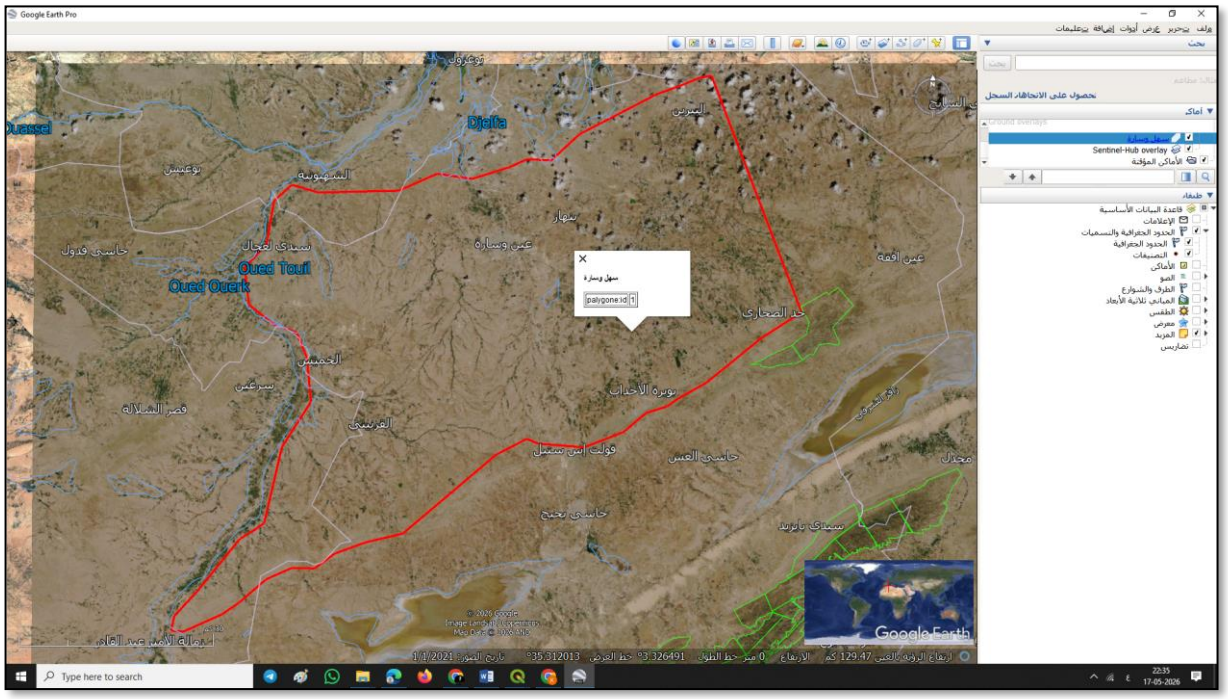
اعتمدنا أساساً على الصور الفضائية متوسطة الدقة من عائلة القمرين الصناعيين *Landsat* و-Sentinel* *2، وهي صور متاحة مجاناً وتغطي منطقة الدراسة بشكل كامل. وقد وقع اختيارنا على هذه الصور للأسباب التالية:

- **الدقة المكانية الملائمة:** توفر صور *Landsat 8-9 OLI* دقة مكانية تبلغ 30 متراً، بينما توفر صور *Sentinel-2* دقة تصل إلى 10 أمتار، وهما دقتان كافيتان لدراسة التغيرات في الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي على مستوى السهل.
- **الدقة الزمانية المناسبة:** يمر القمر *Landsat* فوق المنطقة كل 16 يوماً، بينما يمر *Sentinel-2* كل 5 أيام، مما يتيح متابعة التطور الموسمي للغطاء النباتي.
- **التغطية الطيفية الغنية:** تحتوي هذه الصور على عدة نطاقات طيفية (*Bandes spectrales*) تغطي الطيف المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة، مما يسمح بحساب مؤشرات نباتية ومائية متنوعة.
- **التوفر المجاني:** إتاحة هذه الصور مجاناً عبر منصات *USGS EarthExplorer* و *Copernicus Open Access Hub*.

الشكل رقم 5: موقع Copernicus Open Access Hub لصور الأقمار الصناعية



الشكل رقم 6: إسقاط صورة القمر الصناعي على برنامج Google Earth pro



ب- الفترات الزمنية المدروسة:

اخترنا مجموعة من الصور الفضائية تعود إلى سنوات مختلفة (2016، 2020، 2025، 2026) بهدف رصد التطور الزمني للغطاء النباتي والمساحات المروية خلال فترة الدراسة وقد حرصنا على اختيار صور تعود إلى نفس الفترة من السنة (شهر أفريل) لضمان قابلية المقارنة بين التواريخ المختلفة، حيث تكون الفروقات بين السنوات الجافة والرطبة في أوجها خلال هذه الفترة من السنة فشهر أفريل يمثل نهاية الموسم المطري وبداية ارتفاع درجات الحرارة، مما يجعل التباين في كثافة الغطاء النباتي بين المواسم الجافة والرطبة واضحاً وجلياً في هذا الشهر بالذات.

ج- المعالجة والتحليل:

بعد تحميل الصور، قمنا بـــ:

- **التحليل بالاعتماد على منتجات (NDVI) الجاهزة:** يُعد الاعتماد على صور مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) الجاهزة والمصححة مسبقا، مقاربة منهجية عالية الكفاءة في دراسات التطور البيئي والزراعي حيث تتيح هذه المنتجات تجاوز التعقيدات التقنية المرتبطة بالمعالجات الأولية والتصحيحات الجوية والإشعاعية لصور الأقمار الاصطناعية الخام، مما يضمن الحصول على قيم طيفية دقيقة وموحدة المعايير وخالية من تشوهات الغلاف الجوي ويسمح هذا الخيار

المنهجي بتركيز الجهد البحثي مباشرة على التحليل المورفو–ديناميكي، وتتبع التغيرات المكانية والزمنية للغطاء النباتي؛ كتقييم وتيرة التوسع في المحيطات الفلاحية المسقية، أو رصد حالات التدهور وإعادة التأهيل الرعوي في النظم البيئية السهبية، مما يسهل استخراج الإحصائيات المكانية الموثوقة وبناء استنتاجات علمية دقيقة تدعم التخطيط الفلاحي والبيئي المستدام.

4.2 العمل الميداني

شكل العمل الميداني ركيزة أساسية في بحثنا، حيث أتاح لنا معاينة الواقع الفعلي للنشاط الفلاحي واستعمالات المياه، وجمع معطيات مباشرة من الفاعلين المحليين، والتحقق من صحة المعلومات المستقاة من المصادر المكتبية.

أ- الاستبيان:

صممنا استمارة استبيان (*Questionnaire*) موجهة لعينة من فلاحي سهل عين وسارة، بهدف جمع معلومات مباشرة حول ممارساتهم في استعمال المياه وتقنيات الري، والصعوبات والمشاكل التي تواجههم. وقد تضمن الاستبيان (انظر الملحق رقم 01) المحاور التالية:

1. **تعريف بالمستثمرة:** المساحة الكلية، المساحة المسقية، أنواع الزراعات، عدد الآبار وأعماقها.
2. **مصادر المياه المستعملة:** نوع البئر (سطحي/عميق)، عمق البئر، تاريخ الحفر، طريقة الضخ (كهرباء/وقود).
3. **تقنيات الري:** نوع التقنية المستخدمة (سطحي، رش، تقطير)، أسباب اختيارها، مدى الرضا عنها.
4. **استهلاك المياه:** عدد ساعات الضخ اليومية، الفصول التي يكثر فيها الري، تقدير كميات المياه المستهلكة.
5. **المشاكل المائية:** هل لاحظت انخفاضاً في منسوب البئر؟ هل تغيرت جودة المياه؟ ما هي المشاكل الأخرى التي تواجهك؟
6. **التصورات المستقبلية:** ما هي اقتراحاتك لتحسين تسيير المياه في المنطقة؟ هل تنوي تغيير تقنية الري أو نوع الزراعات؟

ب- عينة الدراسة:

نظراً للطبيعة الاستكشافية لدراستنا، والإمكانيات اللوجستية المحدودة، وحجم المستثمرات الصغير جداً في بعض المواقع، اعتمدنا عيّنة صغيرة الحجم ولكنها مُوجّهة ودقيقة (*Échantillon raisonné de petite taille*)، وفق المعايير العلمية التالية:

- **التوزيع الجغرافي:** تغطية المحاور الرئيسية للسهل (شرق، غرب، شمال، جنوب).
- **حجم المستثمرة:** شملت العيّنة فلاحين من مستثمرات صغيرة (أقل من 5 هكتارات)، ومتوسطة (5-20 هكتاراً).
- **نمط الزراعة:** التركيز على زراعة الخضروات المروية والحبوب المروية.

وبلغ الحجم النهائي للعيّنة 15 مستثمرة فلاحية، موزعة على مختلف بلديات السهل (الجدول رقم 08). ورغم صغر حجمها، فإنها تتيح لنا الحصول على معلومات نوعية ومعمقة حول ممارسات استعمال المياه.

الجدول رقم 11: توزيع عينة الاستبيان حسب البلديات وفئات المستثمرات

البلدية	مستثمرات صغيرة (5 > هـ)	مستثمرات متوسطة (5-20 هـ)	المجموع
عين وسارة	3	2	**5**
البيرين	2	1	**3**
حد الصحاري	2	1	**3**
حاسي الفدول	1	1	**2**
بلديات أخرى	1	1	**2**
المجموع	**9**	**6**	**15**

المصدر: من إنجاز الطالبة بالاعتماد على العمل الميداني.

ج- المقابلات:

إضافة إلى الاستبيان، قمنا بإجراء مقابلات شبه موجهة مع مجموعة من الفاعلين المحليين ذوي الصلة بموضوع الدراسة، وهم:

- **إطارات من مديرية المصالح الفلاحية:** تمحورت المقابلة حول السياسات الفلاحية المتبعة، وبرامج دعم الري، وتقييمهم لواقع النشاط الفلاحي بالسهل.

- **إطارات من مديرية الموارد المائية:** تمحورت المقابلة حول حالة الموارد المائية، ومدى استدامة استغلالها، ومشاريع تعبئة المياه السطحية.
- **منتخبون محليون (رؤساء بلديات):** تمحورت المقابلات حول دور الجماعات المحلية في تسيير المياه، والمشاكل التي تواجه الفلاحين على مستوى كل بلدية.
- **فلاحون قدماء:** تمحورت المقابلات حول تطور النشاط الفلاحي والموارد المائية في المنطقة عبر الزمن، انطلاقاً من شهاداتهم وتجاربهم.

د- الملاحظة المباشرة:

خلال الخرجات الميدانية، قمنا بملاحظة مباشرة لمجموعة من الظواهر ذات الصلة بموضوع الدراسة، وسجلنا ملاحظاتنا في دفتر ميداني، مع توثيقها بالصور الفوتوغرافية. وشملت الملاحظة:

- حالة الآبار (نوع المضخة، عمقها، وجود عدادات).
- تقنيات الري المستعملة (قنوات، رشاشات، نقاطات).
- حالة المحاصيل (حيوية، علامات إجهاد مائي، أمراض).
- حالة التربة (تملح، قشرة سطحية، انجراف).
- مظاهر تدهور الغطاء النباتي الطبيعي حول المستثمرات.

3. معالجة البيانات وتحليلها

بعد جمع البيانات من مختلف المصادر، قمنا بمعالجتها وتحليلها باستخدام مجموعة من البرمجيات والأساليب الإحصائية والمكانية.

أ- البرمجيات المستخدمة:

- **برنامج *QGIS 3.34*:** لمعالجة البيانات المكانية وإنتاج الخرائط وإجراء التحليلات المكانية.
- **برنامج *SPSS 26* (*Statistical Package for the Social Sciences*):** لإجراء التحليلات الإحصائية على بيانات الاستبيان والمعطيات الكمية (الإحصاءات الفلاحية، المناخية).
- **برنامج *Microsoft Excel*:** لتنظيم البيانات في جداول، وحساب المؤشرات، وإنتاج الرسوم البيانية.

- **قاعدة بيانات مقع (*copernicus.eu*):** لاستخراج ومعالجة وتحليل الصور الفضائية وحساب مؤشر NDVI.

ب- أساليب التحليل:

اتبعت معالجة البيانات وتحليلها وفق الأساليب التالية:

1. **التحليل الإحصائي الوصفي**

- حساب المتوسطات والانحرافات المعيارية والحدود الدنيا والقصوى للمتغيرات الكمية (التساقطات، درجات الحرارة، المساحات، الإنتاج، مناسيب المياه...).
- حساب التكرارات والنسب المئوية للمتغيرات النوعية (أنواع الزراعات، تقنيات الري، المشاكل المائية...).
- تمثيل النتائج في جداول ورسوم بيانية (منحنيات، أعمدة، دوائر نسبية).

2. **التحليل الإحصائي الاستدلالي**

- استخدمنا معامل الارتباط الخطي لبيرسون (*Coefficient de corrélation de Pearson*) لقياس قوة واتجاه العلاقة بين متغيرين كميين...
- استخدمنا اختبار "ت" (*T-test*) للمقارنة بين متوسطات مجموعتين...
- اعتمدنا مستوى دلالة إحصائية (*Seuil de signification*) يساوي 0.05.

ملاحظة منهجية: تجدر الإشارة إلى أن أساليب التحليل الإحصائي الاستدلالي (الارتباط، اختبار "ت") طُبقت حصراً على البيانات الكمية المستقاة من المصادر الرسمية (الإحصاءات الفلاحية، المعطيات المناخية، قياسات مناسيب المياه) والتي تتوفر على حجم عينة كافٍ يسمح باستخدام هذه الاختبارات.

أما بالنسبة لبيانات الاستبيان، فنظراً لصغر حجم العيّنة (ن = 15)، فقد تمّ الاعتماد على الإحصاء الوصفي (حساب التكرارات والنسب المئوية) لعرض نتائج الاستبيان، مع تجنب التعميمات الإحصائية الواسعة والاكتفاء بتحليل كمي-نوعي يستند إلى دراسة الحالات الفردية المدروسة.

3. حساب المؤشرات:

اعتمدنا مجموعة من المؤشرات لتقييم أداء المنظومة الفلاحية-المائية، أبرزها:

- **كفاءة الري:** وهي نسبة كمية المياه التي تستهلكها النباتات فعلياً إلى كمية المياه التي يتم ضخها من البئر.

ويتم حسابها وفق المعادلة:

Efficience = (ETR / Volume pompé) × 100

حيث *ETR* هو التبخر–النتح الحقيقي للمحصول.

- **إنتاجية المتر المكعب من الماء (*Productivité de l'eau*):** وهي كمية الإنتاج الفلاحي (بالكيلوغرام) لكل متر مكعب من مياه الري. وتُحسب وفق المعادلة:

Productivité = Rendement (kg/ha) / Lame d'eau apportée (m³/ha)

- **مؤشر الإجهاد المائي (*Indice de stress hydrique*):** وهو نسبة إجمالي المياه المسحوبة إلى إجمالي المياه المتجددة المتاحة وتشير القيم التي تتجاوز 100% إلى حالة استنزاف للموارد المائية.

4. التحليل المكاني

قمنا بإجراء التحليلات المكانية المذكورة سابقاً (تحليل الكثافة، تحليل المسافات، الاستيفاء المكاني، تحليل التضاريس) باستخدام برنامج *QGIS*، وأسفرت عن إنتاج خرائط موضوعاتية متنوعة.

ج– مراقبة الجودة:

حرصنا طوال مراحل الدراسة على ضمان جودة البيانات والنتائج من خلال:

- **مقارنة البيانات من مصادر متعددة:** للتأكد من صحتها واتساقها.
- **التحقق الميداني:** للتأكد من صحة المعلومات المستخلصة من الصور الفضائية والخرائط.
- **مراجعة النتائج الإحصائية:** للتأكد من خلوها من الأخطاء.
- **التحقق من دقة الخرائط:** بمقارنتها مع الواقع الميداني ومع خرائط مرجعية.

خلاصة الفصل الثالث:

استعرضنا في هذا الفصل الأسس المنهجية والأدوات التي اعتمدناها في دراستنا ويمكن إجمال أهم النقاط في أننا اعتمدنا مقاربة منهجية متعددة تجمع بين المنهج الوصفي التحليلي ومنهج تحليل النظم والمنهج الاستشرافي والمنهج المقارن، بهدف مقاربة مندمجة لإشكالية الدراسة

واستخدمنا مجموعة متكاملة من الأدوات البحثية تشمل نظم المعلومات الجغرافية، والصور الفضائية، والإحصاءات الرسمية، والعمل الميداني (استبيان، مقابلات، ملاحظة مباشرة)، ووظفنا أساليب متنوعة لمعالجة البيانات وتحليلها تشمل التحليل الإحصائي الوصفي والاستدلالي، وحساب المؤشرات، والتحليل المكاني.

إن هذه المنهجية المتكاملة، رغم الصعوبات والقيود التي واجهتنا، تسمح لنا بمقاربة دقيقة وموضوعية لإشكالية الدراسة، وتشكل أرضية علمية صلبة للانتقال إلى مرحلة تحليل النتائج ومناقشتها.

.

الفصل الرابع:
تحليل النتائج ومناقشتها

تمهيد

بعد أن استعرضنا في الفصول الثلاثة الأولى الخصائص الجغرافية لمنطقة الدراسة، وواقع مواردها المائية وعلاقتها بالنشاط الفلاحي، والأدوات المنهجية المعتمدة في جمع المعطيات وتحليلها، نصل في هذا الفصل إلى المرحلة الجوهرية من البحث، والمتمثلة في تحليل النتائج المتوصل إليها ومناقشتها في ضوء الفرضيات المسطرة والدراسات السابقة.

يهدف هذا الفصل إلى تقديم قراءة تركيبية ونقدية لواقع النشاط الفلاحي بسهل عين وسارة، وإبراز الدور المركزي الذي تلعبه الموارد المائية في تحديد ديناميكية هذا النشاط واستدامته. كما يسعى إلى تقييم أثر الممارسات المائية الحالية على الموارد الجوفية، وتحليل العلاقة بين المياه والتنمية المستدامة، مع مقارنة النتائج بما خلصت إليه دراسات سابقة حول مناطق سهبية مماثلة.

وسنعتمد في هذا التحليل على المعطيات الكمية والنوعية التي تم جمعها من مختلف المصادر (الإحصاءات الرسمية، الصور الفضائية، المعطيات المناخية، الاستبيان الميداني، المقابلات)، مع الالتزام بالدقة العلمية وتجنب التعميمات غير المبررة، خاصة فيما يتعلق بنتائج الاستبيان التي تبقى محدودة بحجم العينة (ن = 15).

1. تحليل واقع النشاط الفلاحي

يهدف هذا المحور إلى تقديم صورة شاملة ودقيقة عن واقع النشاط الفلاحي في سهل عين وسارة، من حيث توزيع المساحات، وأنماط الزراعات، وتطور الإنتاج، وديناميكية التوسع في المساحات المسقية خلال الفترة المدروسة.

1.1 هيكلة المساحات الفلاحية حسب التخصصات

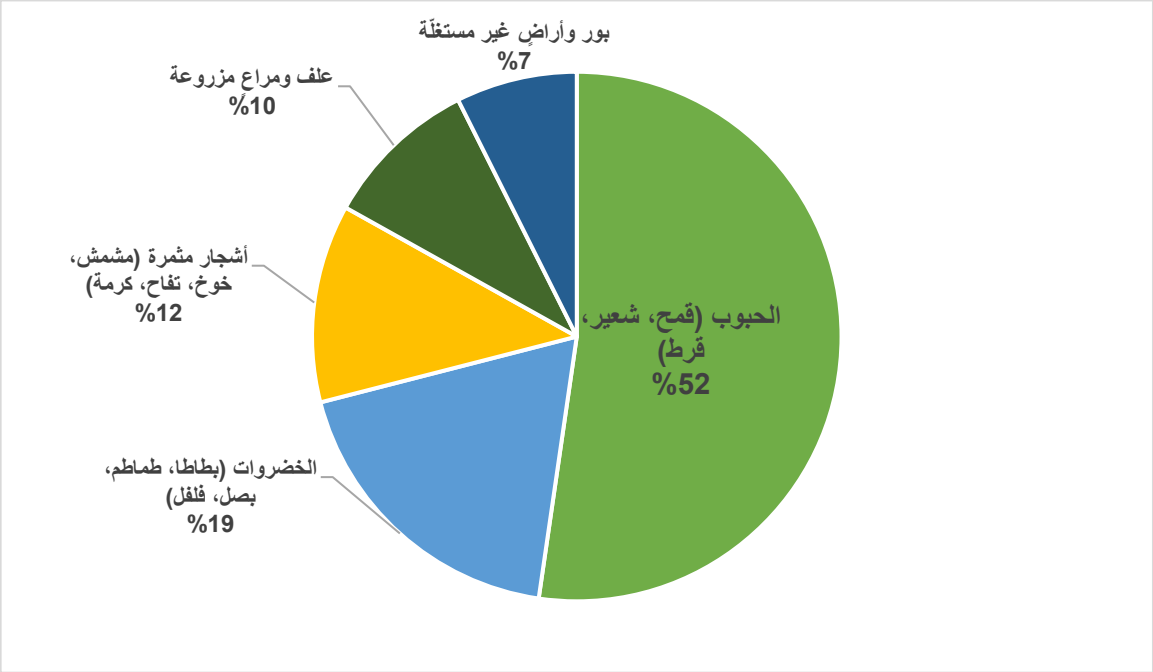
لفهم بُنية النشاط الفلاحي في سهل عين وسارة، نستعرض توزيع المساحات الفلاحية المستغلة حسب مختلف التخصصات، بالاعتماد على أحدث المعطيات المتاحة من مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة لسنة 2023.

الجدول رقم 12: المساحات الفلاحية المزروعة حسب التخصصات في سهل عين وسارة

التخصص الفلاحي	المساحة (هكتار)	نسبة من المساحة المستغلة (%)
الحبوب (قمح، شعير، قرط)	115,000	**52.3**
الخضروات (بطاطا، طماطم، بصل، فلفل)	41,000	**18.7**
أشجار مثمرة (مشمش، خوخ، تفاح، كرمة)	26,600	**12.1**
علف ومراعٍ مزروعة	20,900	**9.5**
بور وأراضٍ غير مستغلّة	16,300	**7.4**
الإجمالي	**220,000**	100

المصدر: مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA)، 2023.

الشكل رقم 7: نسب المساحات الفلاحية المزروعة حسب التخصصات في سهل عين وسارة



تُبيّن هذه الأرقام هيمنة الزراعات الحبوبية على المشهد الفلاحي للسهل، حيث تستحوذ على أكثر من نصف المساحة الفلاحية المستغلة بنسبة 52.3%. وتشمل الحبوب المزروعة القمح الصلب (*Triticum durum* Desf.)، والشعير (*Hordeum vulgare* L.)، والقرط أو الشوفان (*Avena sativa* L.). بيد أنّ مردودية هذه الزراعات تظل متذبذبة وبعيدة عن الحدّ الأمثل، نتيجة تذبذب التساقطات والاعتماد على الري الغمري ذي الكفاءة المنخفضة في جزء من المساحات المروية.

في المقابل، تُسجّل الزراعات الخضرية، رغم أنها لا تشغل سوى 18.7% من المساحة، مردودية أعلى وعائداً اقتصادياً أكبر للهكتار الواحد، حيث تصل قيمة الإنتاج إلى 5 أضعاف مثيلتها في الحبوب. وتشمل الخضروات المزروعة البطاطا (*Solanum tuberosum* L.)، والطماطم (*Solanum lycopersicum* L.)، والبصل (*Allium cepa* L.)، والفلفل (*Capsicum annuum* L.). ويعكس هذا التوزيع توجهاً متزايداً نحو الزراعات ذات القيمة المضافة العالية التي تتطلب استثماراً أكبر في تجهيزات الري.

أما الأشجار المثمرة التي تشغل 12.1% من المساحة، فتتمثل أساساً في المشمش (*Prunus armeniaca* L.)، والخوخ (*Prunus persica* L.)، والتفاح (*Malus domestica* Borkh.)، والكرمة (*Vitis vinifera* L.). وهي زراعات تتطلب استثماراً طويل المدى وتتميز بقدرة نسبية على مقاومة الجفاف مقارنة بالخضروات.

2.1 تطور الإنتاج الحبوب وتذبذبه

يُظهر الجدول رقم 8 التفاوت السنوي الواسع في الإنتاج الحبوبي، وهو تفاوت يعكس تأثير الجفاف وشح المياه بصورة مباشرة على المحصول.

الجدول رقم 13: تطور الإنتاج الحبوب في سهل عين وسارة (2010–2023)

ملاحظة	المردودية (قنطار/هكتار)	الإنتاج (قنطار)	السنة
موسم جيد نسبياً	14.5	1,667,500	2010-2011
جفاف حاد	8.2	943,000	2012-2013
تحسّن مع دعم الري	16.8	1,932,000	2015-2016
موجة جفاف	9.1	1,046,500	2017-2018
سنة رطبة نسبياً	19.3	2,219,500	2020-2021
متوسط موسم	13.7	1,575,500	2022-2023

المصدر: مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA)، مع إعداد الطالبة.

يُلاحظ من الجدول أن الفارق بين أعلى إنتاج (سنة 2020–2021: 2,219,500 قنطار) وأدنى إنتاج (سنة 2012–2013: 943,000 قنطار) يبلغ حوالي 2.35 ضعف، مما يُبرز الهشاشة البنيوية للزراعة الحبوبية في المنطقة. وقد سجلت سنوات الجفاف الحاد (2012–2013 و2017–2018) انخفاضاً في المردودية إلى أقل من 10 قناطير للهكتار، وهو مستوى لا يغطي تكاليف الإنتاج في كثير من الأحيان، مما يدفع الفلاحين إلى الاعتماد على الري التكميلي لإنقاذ محاصيلهم، وبالتالي زيادة الضغط على المياه الجوفية. في المقابل، تُظهر سنوات دعم الري والسنوات الرطبة (2015–2016 و2020–2021) إمكانات إنتاجية معتبرة، حيث بلغت المردودية 19.3 قنطار للهكتار في السنة الرطبة 2020–2021.

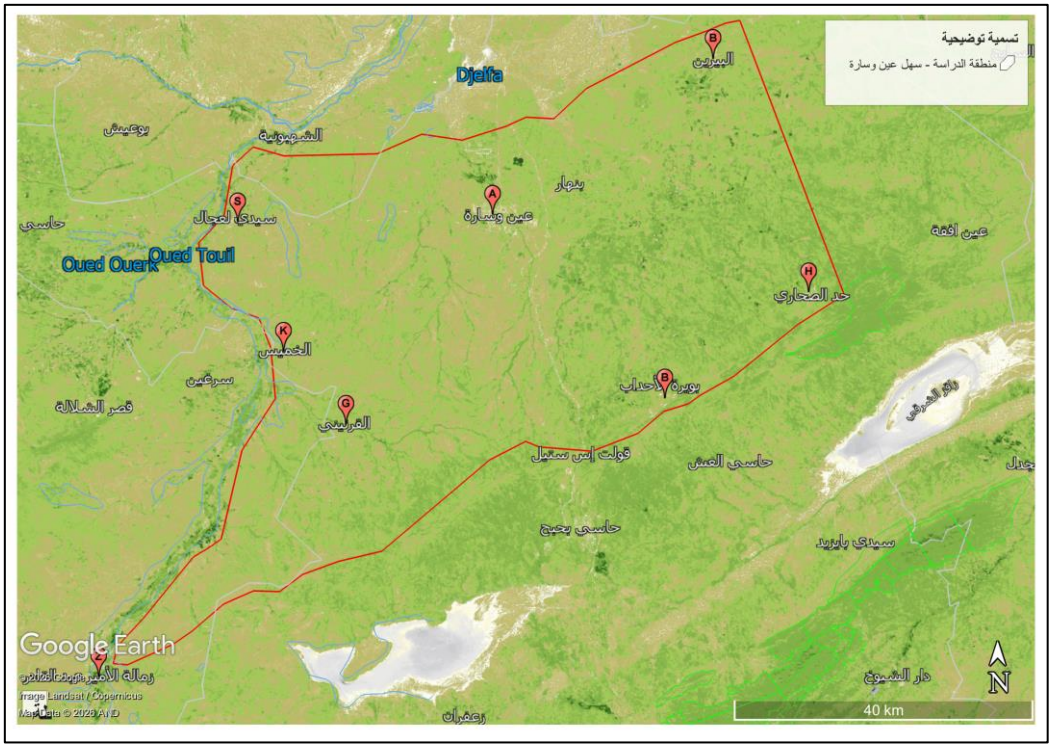
وتجدر الإشارة إلى أن تدني المردودية في سنوات الجفاف لا يعكس فقط نقص المياه، بل يتضاعف أثره بسبب الممارسات الفلاحية غير الملائمة (كعدم احترام الدورة الزراعية، والاستعمال غير العقلاني للأسمدة)، وهو ما أكدته مقابلاتنا مع إطارات مديرية المصالح الفلاحية.

3.1 تحليل ديناميكية التوسع في المساحات المسقية عبر الصور الفضائية (2016–2026)

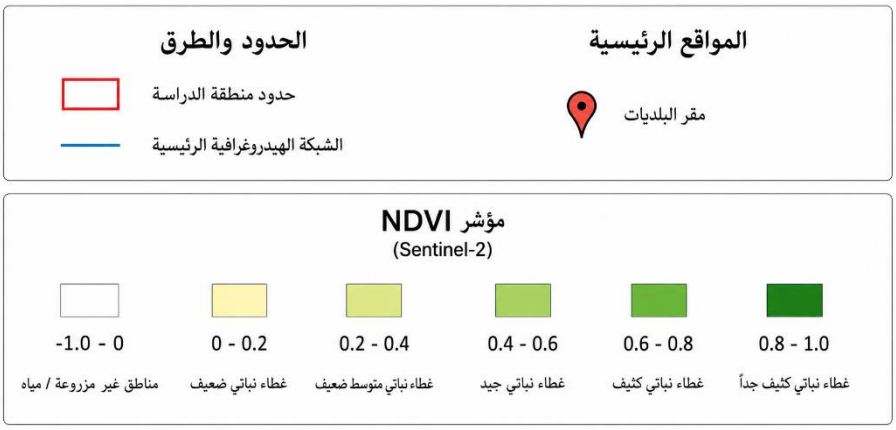
أظهرت المعالجة التحليلية لصور مؤشر الاختلاف الخضري الطبيعي (NDVI) لسهل عين وسارة خلال شهر أفريل للسنوات المدروسة (2016، 2020، 2025، 2026) تحولاً بنيوياً عميقاً في النمط الفلاحي للمنطقة، يتمثل في الانتقال المتسارع نحو الفلاحة الاستثمارية الكثيفة المعتمدة على أنظمة الري المحوري.

أ- **المرحلة المرجعية (أفريل 2016):** بيّنت المؤشرات الطيفية محدودية النشاط الزراعي الكثيف، حيث تركزت قيم مؤشر *NDVI* المرتفعة (أكبر من 0.5) بشكل أساسي بمحاذاة الأودية والمنخفضات حيث تتوفر الرطوبة الطبيعية للتربة. وغابت البصمة الهندسية المميزة للري المحوري (*Empreinte géométrique de l'irrigation par pivot*) في السهل المفتوح، مما يعكس هيمنة النمط الرعوي والزراعة المطرية التقليدية. وتُظهر هذه الصورة الأولية سيطرة شبه كلية للنشاط الفلاحي المعاشي على المشهد الفلاحي، حيث ارتبطت المساحات الخضراء ارتباطاً وثيقاً بمجاري الأودية الموسمية.

الشكل رقم 8: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2016)



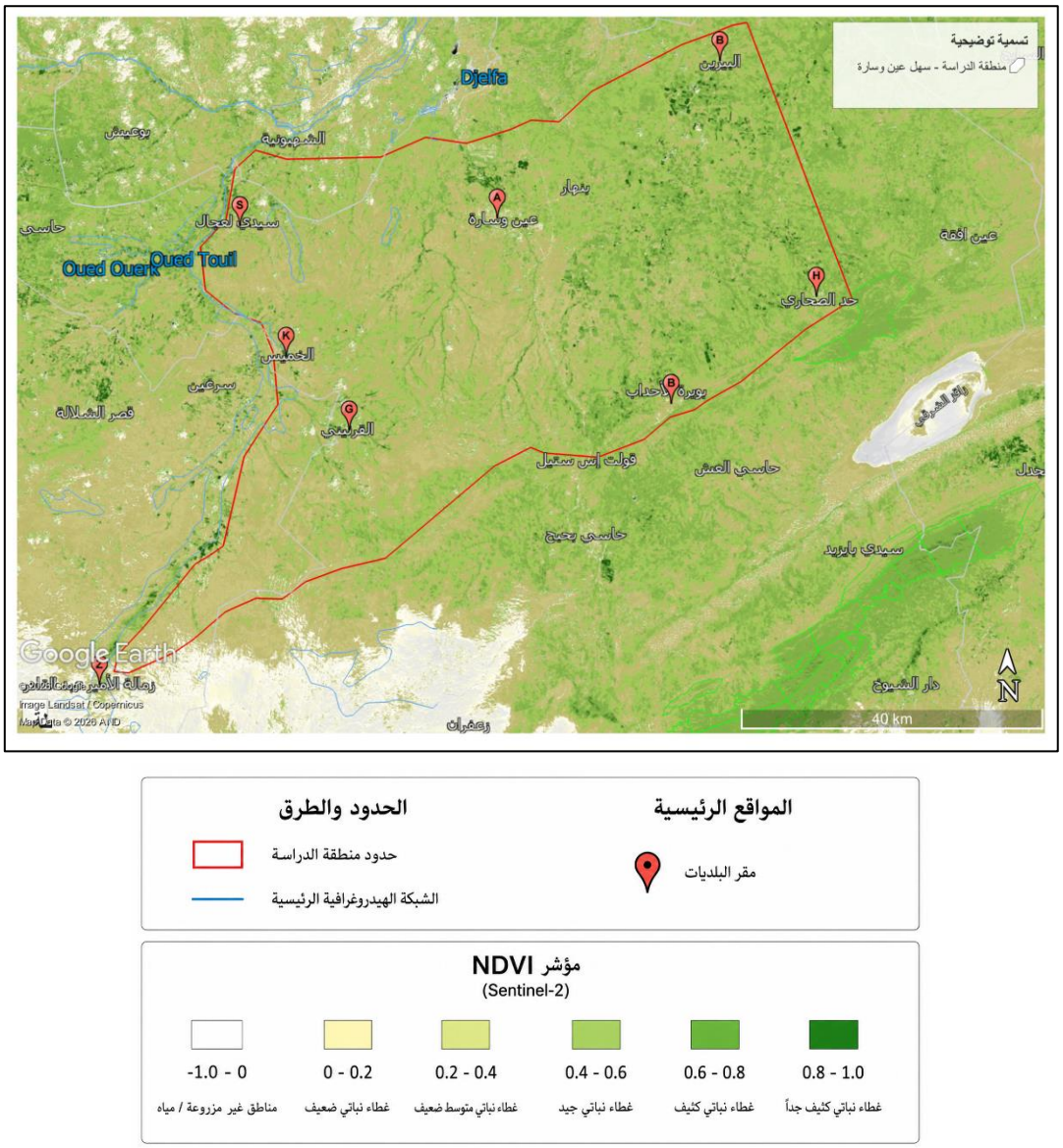
المصدر: معطيات Sentinel-2



ب- مرحلة البدايات (أفريل 2020): بدأت تظهر بؤر هندسية معزولة (دوائر ومربعات خضراء) ذات قيم خضرية عالية (أكبر من 0.6)، لتمثل البدايات الفعلية لمشاريع الاستصلاح وإدخال تقنيات السقي الحديثة بالاعتماد على المياه الجوفية العميقة. وتتمركز هذه البؤر الأولى في المناطق التي تتوفر فيها آبار عميقة، خاصة على طول المحور الشمالي-الجنوبي للسهل (منطقة عين وسارة نحو البيرين). وتُجسد

هذه المرحلة الانتقالية بداية التحول البنيوي من الفلاحة التقليدية الواسعة إلى الفلاحة الكثيفة المعتمدة على الري.

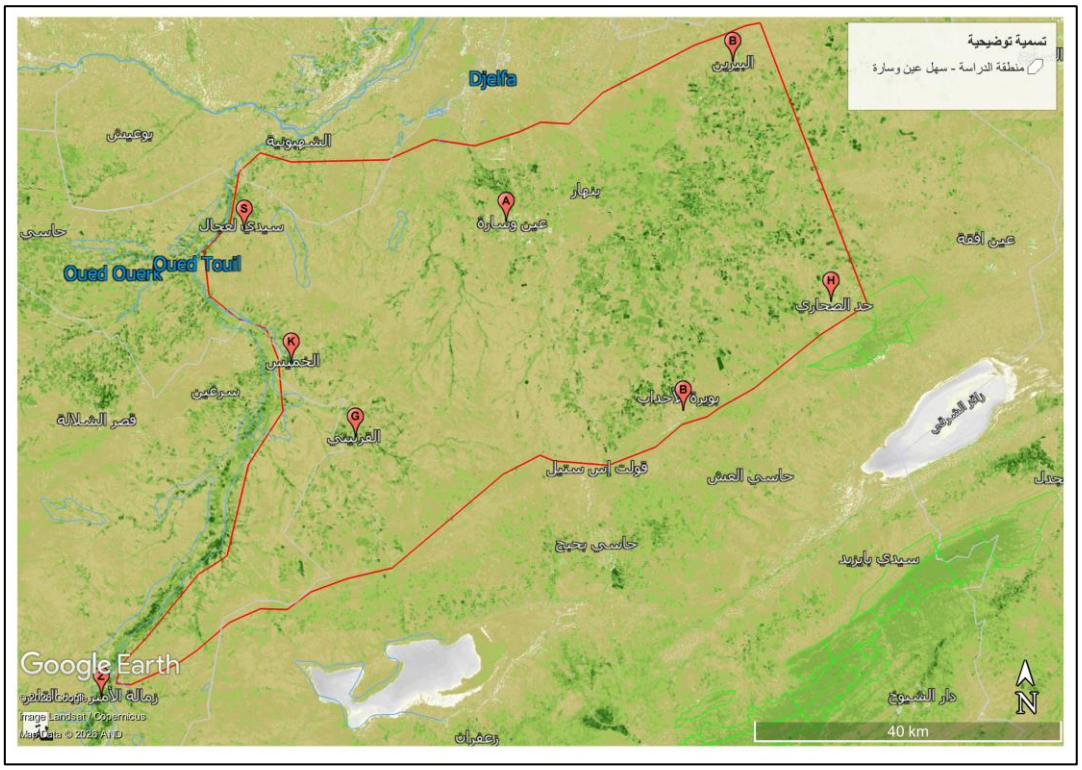
الشكل رقم 9: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2020)



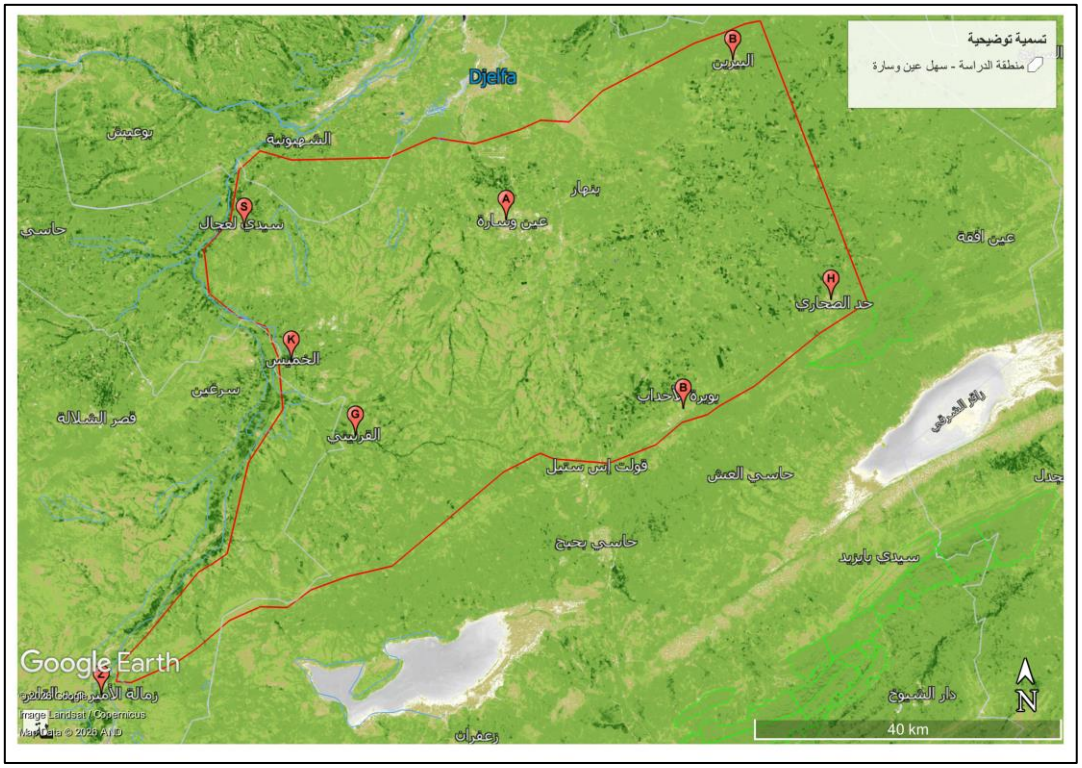
ج- مرحلة الطفرة (أفريل 2025-2026): سجلت المعطيات المكانية توسعاً كبيراً خلال هاتين السنتين. ففي سنة 2025، برزت شبكة واسعة من المحيطات الفلاحية الدائرية غطت أجزاء شاسعة من السهل، خاصة في جزئه الأوسط والشرقي. وتميزت سنة 2026 بتسجيل أقصى درجات الحيوية الخضرية مع التحام العديد من الرقع الزراعية لتشكل كتلاً استثمارية مندمجة، مما يؤكد الاستغلال المكثف والدائم للمحيطات المستصلحة وتحول السهل إلى قطب فلاحي إنتاجي بارز. وتجدر الإشارة إلى أن القيم المرتفعة

جداً للمؤشر (أكبر من 0.7) في هذه المناطق تعكس نشاطاً فلاحياً على مدار السنة تقريباً، وهو ما يتطلب كميات ضخمة ومستمرة من مياه الري.

الشكل رقم 10: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2025)



الشكل رقم 11: التوزيع المكاني للغطاء النباتي بسهل وسارة باستخدام معطيات Sentinel-2 (أفريل 2026)



ويُعزى هذا التسارع اللافت في المساحات المسقية خلال الفترة 2020–2026 إلى عاملين رئيسيين متلازمين: أولهما تزايد حفر الآبار العميقة التي تستغل طبقة الألبي، وثانيهما انتشار أنظمة الري المحوري التي تسمح بري مساحات كبيرة (غالباً أكثر من 50 هكتاراً للمحور الواحد) مع اقتصاد نسبي في اليد العاملة. وهذا التوسع، رغم دلالته الإيجابية من منظور الإنتاج الفلاحي الإجمالي، يطرح تساؤلات عميقة حول استدامته في غياب رقابة فعالة على كميات المياه المسحوبة.

"إن التوسع الكبير في المساحات المروية، كما أظهرته صور الأقمار الصناعية، رافقه توسع عمراني وحضري ملحوظ، لكنه لا يتوزع بشكل متساوٍ بين بلديات السهل. تبرز بلدية **عين وسارة** كقطب حضري عمراني بامتياز، حيث تركزت فيها البرامج السكنية الكبرى، بينما حظيت بلديات كـ**الخميس** و**قرنيني** بنصيب محدود. وفي هذا السياق، تحتل **بويرة الأحداب** موقعاً وسطاً؛ فهي لم تحظ بكثافة برامج سكنية كعين وسارة، ولكن التوسع العمراني فيها ارتبط بشكل كبير بظهور المستثمرات الفلاحية الجديدة وانتشار تقنيات الري المحوري، مما أدى إلى نمو عمراني "وظيفي" مرتبط بالنشاط

الزراعي أكثر منه بالخدمات الإدارية. هذا التباين يعكس نماذج مختلفة من التفاعل بين المجال العمراني والمجال الفلاحي داخل السهل الواحد".

4.1 نتائج الاستبيان المتعلقة بواقع النشاط الفلاحي

أظهرت نتائج الاستبيان الميداني (15 مستثمرة) أن أغلبية الفلاحين المستجوبين يمارسون الزراعة المختلطة التي تجمع بين الإنتاج النباتي (حبوب، خضروات) وتربية الماشية (أغنام، ماعز)، وهو نمط تقليدي في السهوب الجزائرية يهدف إلى تنويع مصادر الدخل وتقليص المخاطر المرتبطة بتقلبات المناخ والأسواق.

وفيما يتعلق بمصادر المياه، أفاد 10 من أصل 15 فلاحاً بأنهم يعتمدون على الآبار العميقة (أكثر من 200 متر) المستغلة لطبقة الألبي، بينما يعتمد 4 على آبار سطحية، ومستثمرة واحدة فقط تستفيد من المياه السطحية لوادي الطويل خلال المواسم المطيرة. ويعكس هذا التوزيع هيمنة المياه الجوفية العميقة كمصدر رئيسي للري، وهو ما يتطابق مع المعطيات الرسمية للوكالة الوطنية للموارد المائية التي تشير إلى وجود 3,517 بئراً زراعياً مرخصاً في المنطقة بحلول سنة 2023، تضخ ما يزيد على 120 مليون متر مكعب سنوياً.

2. تأثير الموارد المائية على الإنتاج الفلاحي

يشكل هذا المحور جوهر الإشكالية المطروحة، حيث يتمحور حول قياس وتحليل أثر الموارد المائية باختلاف مصادرها (سطحية، جوفية، مطرية) على الإنتاج الفلاحي في سهل عين وسارة، مع إبراز دور تقنيات الري كعامل وسيط في هذه العلاقة.

1.2 العلاقة الإحصائية بين التساقطات والإنتاج الفلاحي

تكشف المعالجة الإحصائية للعلاقة بين معدلات التساقطات السنوية وحجم الإنتاج الفلاحي عن وجود ارتباط موجب قوي بين المتغيرين، بمعامل ارتباط (*r = +0.78*)، وهو ما يؤكد أن المياه تمثل فعلاً متغيراً مفسراً رئيسياً للتذبذب في الإنتاج الفلاحي بالمنطقة. هذا الارتباط القوي يُفسر التقلبات الحادة في إنتاج الحبوب خلال الفترة 2010–2023 (جدول 4.2).

وبتحليل هذا الارتباط حسب نمط الزراعة، يتبين أنه أعلى بكثير بالنسبة للزراعات البعلية (*r ≈ +0.85*) مقارنة بالزراعات المروية (*r ≈ +0.45*). وهذا يعني أن الري يخفف جزئياً من أثر الجفاف دون أن يلغيه تماماً، لأن مياه الري نفسها تتأثر بشكل غير مباشر بالتساقطات عبر تغذية الطبقات الجوفية. ففي سنوات الجفاف، يضطر الفلاحون إلى زيادة ساعات الضخ لتعويض نقص الأمطار، مما يسرع من استنزاف الطبقات الجوفية التي لا تتلقى تغذية كافية.

2.2 دور الموارد الجوفية في دعم الإنتاج واستدامته

تشكل الموارد الجوفية، وبخاصة طبقة الألبي العميقة، العمود الفقري للإنتاج الفلاحي المروي في سهل عين وسارة. وقد لوحظ أن المحاصيل المروية من الآبار العميقة تُسجّل مردودية أعلى بنسبة تتراوح بين 40 و60 بالمئة مقارنة بالزراعات البعلية، وهو ما يُفسر التوسع المستمر في حفر الآبار والتحول نحو الزراعات المروية.

غير أن هذا التوسع ينطوي على مخاطر جسيمة على استدامة الموارد. فقد أظهرت نتائج الاستبيان أن 12 فلاحاً من أصل 15 أكدوا أن منسوب المياه في آبارهم يشهد انخفاضاً ملحوظاً خلال السنوات الأخيرة، مما يضطرهم إلى تعميق الآبار أو خفض المضخات. وتدعم معطيات الوكالة الوطنية للموارد المائية (*ANRH*) هذه الشهادة الميدانية، حيث تشير إلى انخفاض سنوي مطرد في مناسيب الطبقة العميقة بمعدل يتراوح بين 1 و2 متر سنوياً في المناطق الأكثر استغلالاً (Azlaoui et al., 2017). كما أفاد 5 فلاحين من أصل 15 بملاحظة تدهور في جودة المياه (ارتفاع الملوحة) في آبارهم، وهو ما يتوافق مع

نتائج دراسات تقييم الجودة التي أكدت تدهوراً تدريجياً في نوعية المياه الجوفية في بعض آبار السهل (Azlaoui et al., 2021).

3.2 أثر تقنيات الري على إنتاجية المياه

تشكل تقنيات الري عاملاً وسيطاً مهماً بين الموارد المائية والإنتاج الفلاحي. وقد أظهرت نتائج الاستبيان أن 8 فلاحين من أصل 15 لا يزالون يستخدمون الري بالغمر أو الري السطحي، بينما يستخدم 4 فلاحين الري بالرش، و3 فقط يستخدمون الري بالتقطير. وعلل الفلاحون الذين يستخدمون الري التقليدي اختيارهم بانخفاض التكلفة الأولية (8 حالات)، وببساطة التقنية (6 حالات).

أما المستثمرات الثلاث التي تستخدم الري بالتقطير، فقد سجلت حسب تصريحات أصحابها انخفاضاً في استهلاك المياه بنسبة تتراوح بين 40% و60% مع تحسن في جودة المحصول وزيادة في المردودية. وتُقدر كفاءة الري بالتقطير (*Efficience d'irrigation*) بحوالي 90% مقابل 50–60% فقط للري السطحي. وهذا الفارق الكبير في الكفاءة يُترجم مباشرة إلى وفر في كميات المياه المسحوبة من الطبقات الجوفية، وإلى تحسن في إنتاجية المتر المكعب من الماء.

غير أن تعميم هذه التقنيات يصطدم بجملة من المعوقات، أبرزها التكلفة الاستثمارية الأولية المرتفعة التي أشار إليها 10 فلاحين، ونقص المعرفة التقنية لصيانة هذه الأنظمة (6 فلاحين)، وعدم توفر قطع الغيار محلياً (4 فلاحين). وتُضاف إلى ذلك محدودية برامج الدعم والإرشاد الفلاحي.

4.2 أثر موجات الجفاف على مردودية المحاصيل

تعد ظاهرة الجفاف من أبرز التحديات البنيوية التي تواجه النشاط الفلاحي في المناطق شبه الجافة، وسهل عين وسارة ليس استثناءً من هذه القاعدة. فبفعل موقعه داخل الهضاب العليا الجزائرية، يتعرض السهل لدورات جفاف متكررة تتسم بانخفاض حاد في التساقطات المطرية وارتفاع ملحوظ في درجات الحرارة، مما ينعكس سلباً على مردودية المحاصيل الزراعية (Azlaoui et al., 2021؛ Nour & Daoudi, 2020).

وقد أكدت الدراسات المناخية الحديثة أن وتيرة هذه الموجات وتشدّدها ازدادت خلال العقدين الأخيرين نتيجة التغيرات المناخية العالمية (IPCC, 2022؛ World Bank Group, 2024).

1.4.2 تقدير حجم تأثير الجفاف على المحاصيل الرئيسية

استناداً إلى المعطيات المتاحة من مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA) وتحليل السلاسل الزمنية للإنتاج والمردودية خلال فترات الجفاف الحاد (مثل موسمي 2012–2013 و2017–2018)، يقدم الجدول التالي تقديراً كمياً لتأثير الجفاف على أبرز المحاصيل في منطقة الدراسة:

الجدول رقم 14: تقدير تأثير موجات الجفاف على مردودية المحاصيل الرئيسية في سهل عين وسارة

نوع المحصول	المردودية في سنة عادية (قنطار/هكتار)	المردودية في سنة جفاف حاد (قنطار/هكتار)	نسبة الانخفاض (%)	درجة الحساسية للجفاف
البطاطا	180 - 220	60 - 80	**65 - 70%**	عالية جداً
الطماطم	250 - 300	100 - 140	**55 - 60%**	عالية
القمح الصلب	18 - 22	8 - 10	**55 - 60%**	مرتفعة
الشعير	15 - 18	7 - 9	**50 - 55%**	متوسطة
الأشجار المثمرة (مشمش، خوخ)	40 - 60	25 - 35	**35 - 45%**	متوسطة

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على معطيات مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA، 2023) لسنوات 2012–2013 و2017–2018، وعلى الدراسة الميدانية (استبيان، 2025).

يُلاحظ من الجدول أن محاصيل الخضروات، وخاصة البطاطا، تُعد الأكثر حساسية لموجات الجفاف، حيث يمكن أن تفقد أكثر من ثلثي إنتاجيتها في حال عدم توفر مياه الري الكافية (FAO, 2017). ويعود ذلك إلى احتياجاتها المائية العالية خلال فترة النمو الخضري والإثمار، ولأنها تُزرع غالباً في فصل الصيف عندما تبلغ درجات الحرارة ذروتها والتبخر في أوجه (Allen et al., 1998).

في المقابل، يُظهر الشعير قدرة نسبية على تحمل الجفاف مقارنة بالقمح الصلب، مما يجعله المحصول البعلي الأكثر تكيفاً مع مناخ المنطقة (Bouzerzour & Benmahammed, 2011)، وهو ما يفسر توسع زراعته في المناطق الأقل تجهيزاً بالري في بلديات مثل **الخميس** و**قرنيني**. أما الأشجار المثمرة، فتظهر قدرة أكبر على الصمود (خسارة 35–45%)، وإن كانت تتأثر بشدة في مرحلة الإثمار إذا تزامن الجفاف معها (Saadi et al., 2020).

2.4.2 تباين تأثير الجفاف بين بلديات سهل عين وسارة

يكشف التحليل المكاني لآثار الجفاف عن تباين واضح بين بلديات السهل، يرتبط أساساً بدرجة الاعتماد على الري التكميلي ونوعية البنية التحتية المائية. يوضح الجدول التالي هذا التباين استناداً إلى نتائج الاستبيان الميداني والبيانات الرسمية:

البلدية	الاعتماد على الري التكميلي(%)	الانخفاض المقدر في إنتاج الحبوب خلال سنة جفاف (%)	الإجراءات المتخذة لمواجهة الجفاف (حسب الاستبيان)
عين وسارة	65 - 70%	35 - 40%	زيادة ساعات الضخ، استخدام الأسمدة العضوية
البيرين	75 - 80%	30 - 35%	تعميق الآبار، اللجوء إلى الري التكميلي المبكر
حد الصحاري	60 - 65%	40 - 45%	زيادة الضخ، تغيير أصناف البذور إلى أصناف مقاومة للجفاف
بويرة الأحداب	55 - 60%	45 - 50%	تعميق الآبار، خفض المساحات المزروعة
قرنيني	25 - 30%	60 - 65%	الهجرة المؤقتة، بيع جزء من الماشية
الخميس	20 - 25%	65 - 70%	الاعتماد على المساعدات الحكومية، تقليص النشاط

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على الدراسة الميدانية (استبيان 15 مستثمرة، 2025) ومعطيات مديرية المصالح الفلاحية (DSA، 2023) لولاية الجلفة.

يظهر الجدول أعلاه أن بلديات المركز والمناطق الأكثر استصلاحاً (عين وسارة، البيرين، حد الصحاري) تتأثر بموجات الجفاف بدرجة أقل بفضل اعتمادها الكبير على الري التكميلي من الآبار العميقة (Azlaoui, 2018) . ورغم أن هذا الاعتماد يحمي الإنتاج، فإنه يسرّع من وتيرة استنزاف الطبقة الجوفية الألبي، كما أشارت الدراسة (Azlaoui et al., 2017) وأكدته المعطيات الهيدروجيولوجية للوكالة الوطنية للموارد المائية.(ANRH, 2022)

في المقابل، تعاني بلديات الأطراف (قرنيني، الخميس) من تأثيرات مدمرة لموجات الجفاف، حيث قد تخسر ما يصل إلى 70% من إنتاجها الحبوبي، مع ما يصاحب ذلك من انعكاسات اجتماعية واقتصادية حادة، كالهجرة المؤقتة وبيع الأصول الإنتاجية.(Morsli et al., 2016)

3.4.2 شهادات ميدانية حول تأثير الجفاف

أظهرت نتائج الاستبيان الميداني الذي شمل 15 مستثمرة فلاحية موزعة على بلديات السهل أن ما نسبته 80% من الفلاحين المستجوبين (12 من أصل 15) يعتبرون الجفاف "الخطر الأكبر" الذي يهدد استمرارية نشاطهم (دراسة ميدانية، 2025). وقد أفاد فلاحون من منطقتي **الخميس** و**قرنيني** بأن موسم 2017–2018 كان "كارثياً"، حيث لم يتمكنوا من حصاد حتى 5 قناطير للهكتار الواحد، مما اضطر بعضهم إلى الاستدانة أو البحث عن عمل خارج المجال الفلاحي.

في المقابل، أشار فلاحون من **البيرين** و**بويرة الأحداب** إلى أن توفر الآبار العميقة سمح لهم بتجاوز موسم الجفاف "بخسائر مقبولة"، على حد تعبيرهم، وذلك من خلال الري التكميلي الذي طال أحياناً 12 ساعة يومياً (دراسة ميدانية، 2025)، وهو ما يفسر الارتفاع الكبير في عدد الآبار العميقة في هذه المناطق.

4.4.2 تحليل الأسباب والاستنتاجات

يمكن إرجاع التفاوت في أثر الجفاف بين بلديات السهل إلى ثلاثة عوامل رئيسية مترابطة (تحليل الباحثة استناداً إلى المعطيات الميدانية):

- **التباين في البنية التحتية للري**: تركّز الاستثمارات في تجهيزات الري الحديثة (الآبار العميقة، أنظمة التقطير والري المحوري) في البلديات الأكثر جذباً للاستثمار (عين وسارة، البيرين، حد الصحاري)، مما يخلق فجوات مجالية في القدرة على الصمود أمام الجفاف (Azlaoui et al., 2023).
- **نوعية وكمية الموارد الجوفية**: تتفاوت خصائص الطبقة الجوفية الألبي بين مناطق السهل، حيث تكون أكثر وفرة وأقل عمقاً في بعض المناطق، مما يسهل استغلالها ويقلص كلفة الضخ (ANRH, 2022؛ Mebrouk et al., 2007).
- **سياسات الدعم والإرشاد الفلاحي**: رغم وجود برامج وطنية لدعم الري الحديث، إلا أنها لم تصل بنفس الدرجة إلى جميع البلديات، وتظل فعاليتها مرهونة بقدرة الفلاحين على تحمل التكاليف الأولية المرتفعة والاستفادة من برامج التكوين والتأطير (وزارة الفلاحة والتنمية الريفية، 2021).

يؤكد التحليل أن موجات الجفاف تشكل تهديداً وجودياً للنشاط الفلاحي في سهل عين وسارة، وأن تأثيرها يتفاوت بشكل كبير بين بلديات السهل. ويمكن القول إن المناطق الأكثر اعتماداً على الري البعلي (كقرنيني والخميس) هي الأكثر هشاشة، في حين أن المناطق التي تحولت نحو الري المكثف (كالبيرين وحد الصحاري)، ورغم حصولها على حماية نسبية، فإنها تساهم في تفاقم مشكلة الاستنزاف الجوفي، مما يجعل التنمية الفلاحية الحالية غير مستدامة في المدى المتوسط والبعيد (Azlaoui, 2018؛ Saadi et al., 2020).

2.5 إسقاط النتائج على الفرضيتين الأولى والثانية

الفرضية الأولى: "تمثل الموارد الجوفية العميقة (الألبي) المصدر المائي الأكثر استقراراً، غير أنها معرضة لاستنزاف متسارع بسبب التوسع العشوائي في الحفر والضخ غير المراقب".

نتيجة التحقق: تؤكد المعطيات المعروضة أعلاه صحة هذه الفرضية. فمن جهة، يعتمد 10 من 15 مستثمرة في الاستبيان على طبقة الألبي كمصدر رئيسي، وهو ما يتطابق مع المعطيات الرسمية التي تشير إلى وجود 3,517 بئراً نشطاً. ومن جهة أخرى، يُجمع 12 فلاحاً على أن المناسيب في انخفاض مستمر، وهو ما تؤكده بيانات *ANRH* التي تُقدر الانخفاض بـــ 1–2 متر سنوياً. كما أن تحليل صور *NDVI* يُظهر تسارعاً كبيراً في ظهور بؤر الري المحوري بين 2020 و2026، مما يعكس تزايد الاعتماد على هذه الطبقة.

الفرضية الثانية: "تساهم تقنيات الري الحديثة في تحسين المردودية المائية، لكن تعميمها يصطدم بمعوقات تقنية ومالية."

نتيجة التحقق: تثبت المعطيات صحة هذه الفرضية. فقد سجلت المستثمرات التي تستخدم الري بالتقطير انخفاضاً في استهلاك المياه بنسبة 40–60% مع تحسن في المردودية. أما المعوقات، فأهمها التكلفة الأولية المرتفعة (10 من 15 فلاحاً)، ونقص المعرفة التقنية (6 حالات)، وعدم توفر قطع الغيار (4 حالات)، إضافة إلى محدودية برامج الدعم.

3 العلاقة بين المياه والتنمية المستدامة

تطرح الدراسة مقاربة متكاملة للعلاقة بين الموارد المائية والتنمية الفلاحية المستدامة في سهل عين وسارة، وتتجلى هذه العلاقة في ثلاثة أبعاد متشابكة تشكل في مجموعها إطاراً لتقييم استدامة النشاط الفلاحي.

1.3 البعد الاقتصادي

يُعد ترشيد استخدام المياه وتحسين كفاءته العامل الأكثر حسماً في تعظيم العائد الاقتصادي للنشاط الفلاحي. وقد أثبتت التجارب المحلية، ومنها ما تمت معاينته ميدانياً، أن التحول من الري بالغمر إلى الري بالتنقيط يُخفّض الاستهلاك المائي بنسبة تتراوح بين 40 و60 بالمئة مع الحفاظ على الإنتاجية أو تحسينها. وهذا ما يجعل من تعميم هذه التقنيات خياراً استراتيجياً لضمان الجدوى الاقتصادية للزراعة المروية في ظل ارتفاع تكاليف الضخ الناتجة عن تعمق الآبار.

وقد أشار 10 فلاحين من أصل 15 إلى أن تكلفة الطاقة (كهرباء أو وقود) أصبحت تشكل عبئاً متزايداً يهدد جدوى مستثمراتهم. فكلما انخفض منسوب المياه الجوفية، زاد عمق الضخ، وارتفع استهلاك الطاقة، وتضاعفت تكاليف الإنتاج. وهذا يخلق حلقة مفرغة تهدد الجدوى الاقتصادية للزراعة المروية، خاصة بالنسبة لصغار الفلاحين الذين لا يملكون الإمكانيات المالية لتعميق آبارهم أو تحديث تجهيزات الضخ.

2.3 البعد البيئي

يرتبط الحفاظ على التوازن البيئي للنظام الجوفي ارتباطاً عضوياً بضبط معدلات الاستنزاف ضمن حدود التجدّد الطبيعي. وفي ظل تراجع التغذية نتيجة التغير المناخي، باتت الحاجة إلى مشاريع تغذية اصطناعية للطبقات الجوفية (*Recharge artificielle*) وحصاد مياه الأمطار ضرورة استراتيجية للحفاظ على الموروث المائي للأجيال القادمة.

وتجدر الإشارة إلى أن استمرار الاستنزاف بالمعدلات الحالية (120 مليون م³ سنوياً من 3,517 بئراً) يهدد بتملح المياه الجوفية وتدهور التربة، مما يُدخل المنظومة البيئية للسهل في حلقة مفرغة يصعب الخروج منها. وقد أكدت نتائج تحليل صور *NDVI* أن توسع المساحات المروية تم على حساب المراعي الطبيعية، مما يسرع من وتيرة التصحر ويزيد من هشاشة المنظومة البيئية. ففي سنة 2016، كانت المراعي الطبيعية لا تزال تغطي مساحات شاسعة من السهل، بينما انحسرت بشكل كبير بحلول سنة 2026 لتحل محلها دوائر الري المحوري.

3.3 البعد الاجتماعي

ترتبط سُبُل العيش الريفية في المنطقة ارتباطاً مصيرياً بمنظومة المياه والفلاحة. فأي انهيار في الطاقة الإنتاجية للقطاع سيُفرز موجة جديدة من النزوح الريفي وتفاقم الهشاشة الاجتماعية، خاصة في صفوف صغار الفلاحين الذين لا يملكون إمكانيات بديلة. وهذا ما يجعل الإدارة المستدامة للموارد المائية إلزاماً اجتماعياً قبل أن تكون اختياراً اقتصادياً أو تقنياً.

وقد أظهر الاستبيان أن 13 فلاحاً من أصل 15 يطالبون بإشراكهم في مخططات تسيير المياه على المستوى المحلي، مما يعكس وعياً جمعياً بخطورة الوضعية ورغبة في المساهمة في إيجاد الحلول. كما عبر 8 فلاحين عن قلقهم من انتشار الآبار غير المرخصة التي تنافسهم على نفس الطبقة الجوفية دون رقابة، مما يبرز الحاجة إلى آليات توزيع عادلة للمياه.

4.3 إسقاط النتائج على الفرضيتين الثالثة والرابعة

الفرضية الثالثة: "تؤدي التغيرات المناخية (تراجع التساقطات، ارتفاع الحرارة) إلى تفاقم الإجهاد المائي، وتفرض الانتقال إلى زراعات أكثر تكيفاً."

نتيجة التحقق: تُثبت المعطيات المعروضة صحة هذه الفرضية. فالتذبذب الحاد في إنتاج الحبوب بين سنوات الجفاف والسنوات الرطبة (الجدول رقم 8)، والارتباط القوي بين التساقطات والإنتاج (r = 0.78*+)، والتأثير الكبير لموجات الجفاف على المحاصيل (الجدول رقم 9)، كلها تؤكد أن الإجهاد المائي يتفاقم بفعل التغيرات المناخية. غير أن الانتقال إلى زراعات أكثر تكيفاً مع الجفاف (مثل توسيع زراعة الشعير على حساب القمح، وإدخال أصناف مقاومة للجفاف) لا يزال محدوداً في الميدان، حيث عبّر 4 فلاحين فقط من أصل 15 عن نيتهم تغيير نمط زراعاتهم.

الفرضية الرابعة: "التنمية المستدامة رهينة بمقاربة مندمجة لتسيير المياه (تثمين السطحية، ترشيد الجوفية، إشراك الفاعلين)."

نتيجة التحقق: تُثبت المعطيات صحة هذه الفرضية بشكل واضح. فمن خلال تحليل الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة، يتأكد أن الوضع الحالي للاستغلال المائي غير مستدام (اقتصادياً وبيئياً واجتماعياً)، وأن الاستمرار فيه سيؤدي إلى انهيار المنظومة الفلاحية. وتتطلب العودة إلى مسار مستدام تفعيل المقاربة المندمجة التي تجمع بين تثمين المياه السطحية (بناء سدود صغيرة إضافية، صيانة الموجود منها)،

وترشيد استغلال المياه الجوفية (وضع نظام تراخيص صارم، تركيب عدادات)، وإشراك الفاعلين المحليين (إنشاء مجالس محلية للمياه).

4. مناقشة النتائج في ضوء الدراسات السابقة

يهدف هذا المحور إلى مقارنة النتائج التي توصلنا إليها مع ما خلصت إليه دراسات سابقة حول منطقة الدراسة ومناطق سهبية مماثلة، بهدف إبراز نقاط الالتقاء والاختلاف، وتفسير الفجوات، وتحديد حدود الدراسة.

1.4 التقاطع مع دراسات الجفاف والمناخ

تتقاطع نتائج هذا البحث مع نتائج دراسة (Louarghi, 2022) التي أثبتت، عبر مؤشري *SPI* (مؤشر التساقط القياسي) و*RDI* (مؤشر الجفاف الاستطلاعي)، أن ولاية الجلفة بما فيها محطة عين وسارة شهدت اضطرابات حادة في المنظومة المناخية مع هيمنة واضحة لأنماط الجفاف خلال الفترة 1981–2021. وتُعمّق دراستنا هذه القراءة من خلال ربط هذه الديناميكيات المناخية بالواقع الإنتاجي الفلاحي الملموس، حيث أظهرت المعالجة الإحصائية ارتباطاً قوياً بين تذبذب التساقطات وتراجع الإنتاج (r = 0.78+*)، مما يُترجم النتائج المناخية إلى نتائج اقتصادية واجتماعية ملموسة على مستوى المستثمرات الفلاحية.

2.4 التقاطع مع السياسات الفلاحية الوطنية

تتوافق نتائجنا أيضاً مع توصيات التقرير الوطني للفلاحة الجزائرية (وزارة الفلاحة والتنمية الريفية، 2021) التي تُشدد على ضرورة تسريع وتيرة التحول نحو أساليب الري الموضعي (التقطير والرش)، وإدارة الحوض المائي على مستوى الوحدات الهيدرولوجية بدلاً من المقاربة الإدارية المجزأة. وتُبرز دراستنا الحاجة الملحة إلى تفعيل هذه التوصيات في سهل عين وسارة، في ظل المؤشرات المقلقة للاستنزاف الجوفي التي تم عرضها. كما تُظهر نتائج الاستبيان وجود فجوة بين السياسات المعلنة والواقع الميداني، حيث لا يزال 8 من 15 فلاحاً يستخدمون الري التقليدي رغم مرور أكثر من عقدين على إطلاق برامج دعم الري الحديث.

3.4 التقاطع مع دراسات الديناميكية الفلاحية المحلية

تتقاطع نتائج هذا البحث كذلك مع الخلاصات التي انتهى إليها (Abdoune, 2019) في دراسته حول الديناميكية الفلاحية في هضبة الجلفة، حيث أكد أن مستقبل الفلاحة في المنطقة رهين بقدرة الفاعلين المحليين والإداريين على بناء نماذج مستدامة لإدارة الموارد المائية. وتُضيف دراستنا بعداً تطبيقياً لهذه الخلاصة، من خلال إبراز الفجوة القائمة بين الإرادة السياسية (المعبر عنها في البرامج الوطنية) والواقع الميداني الذي لا يزال يشهد استغلالاً مكثفاً وغير مراقب للموارد الجوفية، ومن خلال توثيق تصورات الفلاحين أنفسهم الذين يطالب 13 من 15 منهم بإشراكهم في مخططات تسيير المياه.

4.4 التقاطع مع دراسات الهيدرولوجيا المحلية

تنسجم نتائجنا المتعلقة بالاستنزاف الجوفي مع نتائج دراسات النمذجة الهيدروديناميكية التي أنجزت حول الطبقة الجوفية لسهل عين وسارة (Azlaoui et al., 2017)، والتي أكدت أن كميات المياه المسحوبة تفوق بكثير التغذية الطبيعية. كما تتطابق شهادات الفلاحين حول تدهور جودة المياه مع نتائج دراسات تقييم الجودة (Azlaoui et al., 2021; Mebrouk et al., 2007) التي رصدت ارتفاعاً في ملوحة بعض الآبار. وتُضيف دراستنا إلى هذه المعطيات الهيدروجيولوجية بعداً سوسيو–اقتصادياً من خلال توثيق أثر هذه التغيرات على تكاليف الإنتاج وعلى تصورات الفلاحين لمستقبل نشاطهم.

5.4 حدود الدراسة وآفاقها المستقبلية

رغم التطابق العام بين نتائجنا والدراسات السابقة، يجب الإقرار ببعض حدود هذه الدراسة التي تستوجب الإشارة إليها:

- **محدودية حجم العينة الميدانية:** اقتصر الاستبيان على 15 مستثمرة فقط، وهو حجم لا يسمح بتعميم إحصائي واسع النطاق على كامل السهل.
- **صعوبة الوصول إلى معطيات دقيقة حول كميات المياه المسحوبة:** بسبب غياب عدادات القياس على معظم الآبار، مما اضطرنا للاعتماد على التقديرات المتاحة من الوكالة الوطنية للموارد المائية وعلى تصريحات الفلاحين.
- **عدم توفر سلسلة زمنية كاملة ومتجانسة لبعض المتغيرات:** خاصة مناسيب المياه الجوفية التي لم نحصل منها إلا على معطيات جزئية.

وتشكل هذه النقاط آفاقاً لبحوث مستقبلية أكثر تعمقاً، يمكن أن تشمل:

- توسيع العينة الميدانية لتشمل عدداً أكبر من المستثمرات الفلاحية الموزعة على كامل بلديات السهل.
- إجراء قياسات مباشرة لمناسيب الآبار على مدى موسم فلاحي كامل.
- دراسة سوسيو–اقتصادية حول سلوك الفلاحين في تبني التقنيات المقتصدة للمياه.

خلاصة الفصل الرابع

أظهر تحليل واقع النشاط الفلاحي هيمنة الزراعات الحبوبية (52.3% من المساحة المستغلة) مع تذبذب حاد في إنتاجها (2.35 ضعف بين أفضل المواسم وأسوئها)، في حين كشف تحليل صور NDVI عن طفرة في المساحات المسقية خلال 2020–2026 تمثلت في انتشار المحاور الدائرية المعتمدة على مياه الألبي الجوفية. وأكدت المعالجة الإحصائية ارتباطاً قوياً بين التساقطات والإنتاج ($r = +0.78$)، مع دور حاسم للمياه الجوفية في رفع المردودية بـــ 40–60%، ومفعول إيجابي لتقنيات التقطير في اقتصاد الماء (40–60% وفراً)، وإن ظل انتشارها محدوداً (3 من 15 مستثمرة) بسبب عوائق مالية وتقنية.

وعلى صعيد الاستدامة، تبيّن أن الاستنزاف الجوفي (انخفاض 1–2 م/سنة)، وارتفاع تكاليف الطاقة، وتراجع جودة المياه تجعل الوضع الحالي غير مستدام بأبعاده الثلاثة. وتم إثبات صحة الفرضيات الأربع، مع تأكيد الحاجة إلى مقاربة مندمجة لتسيير الموارد المائية.

.

خاتمة

خاتمة

تُختتم هذه الدراسة التي تناولت "النشاط الفلاحي بسهل عين وسارة: الموارد المائية كعامل أساسي للتنمية المستدامة"، لتُقدّم خلاصة تركيبية لأهم النتائج المتوصل إليها، وتطرح جملة من التوصيات العملية الموجّهة لصناع القرار، مع استشراف آفاق بحثية مستقبلية من شأنها تعميق فهم إشكالية المياه والتنمية الفلاحية في المناطق السهبية الجزائرية.

انطلقت هذه الدراسة من إشكالية مركزية مفادها: كيف يمكن تحقيق تنمية فلاحية مستدامة بسهل عين وسارة في ظل محدودية الموارد المائية وتزايد الطلب عليها؟ وما هو الدور الذي تلعبه تقنيات التعبئة والتسيير المائي في تثبيت النشاط الفلاحي وتعزيز صموده؟ وللإجابة عن هذه التساؤلات، تم اعتماد مقاربة منهجية مندمجة جمعت بين المنهج الوصفي التحليلي ومنهج تحليل النظم والمنهجين الاستشرافي والمقارن، ووظفت أربع أدوات بحثية: نظم المعلومات الجغرافية والصور الفضائية، والإحصاءات الرسمية، والعمل الميداني (استبيان، مقابلات، ملاحظة مباشرة).

وقد تمحورت النتائج الرئيسية للدراسة حول أربعة محاور:

أولاً: على صعيد واقع النشاط الفلاحي، أظهرت المعطيات أن الزراعات الحبوبية تهيمن على المشهد الفلاحي للسهل (52.3% من المساحة المستغلة)، لكنها تعاني من تذبذب حاد في المردودية (فارق 2.35 ضعف بين أفضل المواسم وأسوئها) نتيجة التقلبات المناخية. وكشف تحليل صور NDVI للفترة 2016–2026 عن تحول بنيوي عميق، تمثل في الانتقال المتسارع نحو الفلاحة الكثيفة المعتمدة على الري المحوري، حيث انتشرت دوائر خضراء واسعة غطت أجزاء شاسعة من السهل، اعتمدت بشكل شبه كلي على المياه الجوفية العميقة (طبقة الألبي).

ثانياً: على صعيد الموارد المائية، تأكدت مركزية الطبقة الجوفية العميقة كمصدر رئيسي للري (يعتمد عليها 10 من 15 مستثمرة في عينة الاستبيان)، لكنها تتعرض لاستنزاف متسارع يتجلى في انخفاض المناسيب بمعدل 1–2 متر سنوياً، وارتفاع تكاليف الضخ، وظهور بوادر تدهور في جودة المياه (أكدها 5 من 15 فلاحاً). كما أظهرت المعالجة الإحصائية ارتباطاً قوياً موجباً بين التساقطات والإنتاج (r = +0.78)، مما يبرز هشاشة المنظومة الفلاحية حيال الصدمات المناخية.

ثالثاً: على صعيد تقنيات الري، أثبتت الدراسة فعالية التقنيات الحديثة (خاصة التقطير) في اقتصاد الماء بنسبة 40–60% مع تحسين المردودية، غير أن انتشارها يظل محدوداً (3 مستثمرات فقط من أصل

15) بسبب عوائق مالية (التكلفة الأولية المرتفعة) وتقنية (نقص المعرفة، غياب قطع الغيار) ومؤسساتية (محدودية برامج الدعم والإرشاد الفلاحي).

رابعاً: على صعيد الاستدامة، تبين أن الوضع الحالي للاستغلال المائي غير مستدام بأبعاده الثلاثة: اقتصادياً (ارتفاع تكاليف الطاقة يهدد الجدوى)، وبيئياً (مؤشر الإجهاد المائي يتجاوز 100% والمناسيب في انخفاض والمراعي الطبيعية في تراجع)، واجتماعياً (تفاوت في الوصول إلى المياه بين كبار المستثمرين وصغار الفلاحين، مع مطالبة 13 من 15 فلاحاً بإشراكهم في تسيير الموارد المائية).

وبناءً على هذه النتائج، تم إثبات صحة الفرضيات الأربع المسطرة، والتي تؤكد مجتمعة أن استدامة النشاط الفلاحي في سهل عين وسارة رهينة بتبني مقاربة مندمجة لتسيير الموارد المائية، تجمع بين تثمين المياه السطحية، وترشيد استغلال المياه الجوفية، وإشراك الفاعلين المحليين، والتكيف مع التغيرات المناخية عبر زراعات أكثر مقاومة للجفاف.

وفي ضوء هذه الخلاصات، تقترح الدراسة **التوصيات العملية التالية** الموجّهة إلى صناع القرار:

1. **إعداد مخطط محلي لتسيير المياه الجوفية:** يشمل جرداً دقيقاً للآبار (المرخصة وغير المرخصة)، وتركيب عدادات لقياس كميات المياه المسحوبة، وتحديد سقف أقصى للضخ حسب كل منطقة بناءً على طاقة التجدد الطبيعية للطبقات، مع مراجعة دورية لنظام تراخيص حفر الآبار.
2. **تعميم تقنيات الري الموفر للمياه:** عبر تعزيز برامج الدعم الفلاحي لتشمل ليس فقط تجهيزات الري بالتقطير والرش، بل أيضاً تكوين الفلاحين على استعمالها وصيانتها، وتوفير قطع الغيار محلياً، مع منح تحفيزات مالية إضافية لصغار الفلاحين لتشجيعهم على التحول عن الري السطحي.
3. **تثمين المياه السطحية:** عبر بناء سدود صغيرة وحواجز مائية إضافية على وادي الطويل وروافده، وصيانة المنشآت الموجودة لإزالة التوحل، وتشجيع تقنيات حصاد مياه الأمطار على مستوى المستثمرات الفلاحية، واستكشاف إمكانيات التغذية الاصطناعية للطبقات الجوفية انطلاقاً من مياه الفيضانات.
4. **إدماج إشكالية ندرة المياه في أدوات التهيئة والتعمير:** عبر إدراج معيار توفر الموارد المائية واستدامتها ضمن توجيهات المخططات التوجيهية للتهيئة والتعمير (PDAU) ومخططات شغل

الأراضي (POS)، لضمان تخصيص عقلاني للأراضي الفلاحية الجديدة، وعدم الترخيص لمشاريع فلاحية كبرى في مناطق تعاني أصلاً من إجهاد مائي حاد.

5. **تشجيع الزراعات المتكيفة مع الجفاف:** عبر برامج إرشادية ودعم تقني لتوسيع زراعة الشعير على حساب القمح في المناطق الأقل تجهيزاً بالري، وإدخال أصناف محسّنة مقاومة للجفاف والملوحة، وتطوير زراعة الأعلاف البديلة الأقل استهلاكاً للمياه.
6. **إشراك الفاعلين المحليين في تسيير المياه:** عبر إنشاء مجالس محلية للمياه على مستوى البلديات أو مجموعات البلديات، تضم ممثلين عن الفلاحين والمنتخبين المحليين والإدارة (الموارد المائية، المصالح الفلاحية)، تتولى مهمة وضع مخططات التسيير ومراقبة تنفيذها وفض النزاعات حول استعمال المياه.

أما على صعيد **الآفاق البحثية المستقبلية**، فتفتح هذه الدراسة الباب أمام بحوث مكملة يمكن أن تشمل:

- نمذجة تأثير التغيرات المناخية على الموارد المائية في سهل عين وسارة في أفق 2050 و2100، باستعمال سيناريوهات مناخية مختلفة.
- دراسة سوسيو–اقتصادية موسعة حول سلوك الفلاحين في تبني التقنيات المقتصدة للمياه، تشمل عينة أكبر تغطي كافة بلديات السهل.
- دراسة قابلية استخدام المياه المستعملة المعالجة (انطلاقاً من محطة تطهير عين وسارة) في الري الفلاحي التكميلي.
- تقييم فني واقتصادي لمشاريع التغذية الاصطناعية للطبقات الجوفية في المناطق الأكثر استنزافاً.

وفي الختام، تؤكد هذه الدراسة أن الموارد المائية في سهل عين وسارة تقف عند مفترق طرق حاسم: فإما الاستمرار في نمط الاستغلال الحالي غير المستدام الذي ينذر بانهيار المنظومة الفلاحية في غضون عقود، وإما تبني إستراتيجية مندمجة وشجاعة لتسيير المياه، تجعل من الندرة المائية حافزاً للابتكار والنجاعة بدل أن تكون عائقاً للتنمية. وهذا الرهان لا يخص سهل عين وسارة وحده، بل هو رهان كل المناطق السهبية الجزائرية التي تواجه التحديات نفسها، وتنتظر إجابات عملية توفق بين ضرورة تحقيق الأمن الغذائي وحتمية الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

أولاً: المراجع العلمية

أ- باللغة العربية

- **بوزيان محمد.** (2020). *نظم المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني للموارد المائية*. منشورات جامعية.
- **وزارة الموارد المائية والأمن المائي.** (2021). *المخطط الوطني للمياه في الجزائر في آفاق 2030* (ص. 15). الجزائر.

ب- باللغة الفرنسية والأجنبية

- **Abdoune, M.** (2019). *Dynamique agricole et gestion des ressources naturelles dans la région de Djelfa* [Thèse de doctorat, Université de Djelfa].
- **Aidoud-Lounis, F.** (1997). *Le complexe alfa-armoise-sparte des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales* [Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille].
- **Azlaoui, M**. (2018). *La gestion intégrée des ressources en eau de la wilaya de Djelfa (Cas de la plaine d'Aïn Oussera)* [Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla]. DSpace. https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/16702
- **Azlaoui, M., Karef, S., Zegait, R., Haied, N., Foufou, A., & Nezli, I. E.** (2023). Hydrochemical characterization of groundwater in a semi-arid zone; Algeria. In *2023 1st International Conference on Renewable Solutions for Ecosystems: Towards a Sustainable Energy Transition (ICRSEtoSET)* (pp. 1-4). IEEE.
- **Azlaoui, M., Nezli, I. E., Foufou, A., & Haied, N. (2017).** Hydrodynamic modeling of the Albian aquifer of the plain of Ain Oussera (semi-arid area, Algeria). *Energy Procedia, 119*, 242–255.
- **Azlaoui, M., Zeddouri, A., Haied, N., Nezli, I. E., & Foufou, A. (2021).** Assessment and mapping of groundwater quality for irrigation and drinking in a semi-arid area in Algeria. *Journal of Ecological Engineering, 22*(8), 19–32.
- Banque Mondiale. (2020). *Agricultural transformation and water efficiency in MENA regions*. Washington, D.C.
- **Bendjedou, D.** (2015). *Étude hydrogéologique et hydrochimique de la plaine d'Ain Oussera* [Mémoire de fin d'études, Université Kasdi Merbah Ouargla].

- **Benhamza, M.** (2018). *Gestion des ressources en eau et développement agricole en zones steppiques* [Thèse de doctorat, Université d'Oran 2].
- **Benyoucef, I.** (2015). *Analyse urbaine : Éléments de méthodologie*. Office des Publications Universitaires (OPU).
- **Bisson, J.** (1957). *Les thèmes des confins algéro-marocains*. Institut de recherches sahariennes.
- **Bouabdallah, A.** (2015). *Caractérisation climatique et hydrogéologique des Hautes Plaines steppiques algériennes* [Mémoire de fin d'études, Université de Djelfa].
- **Boukerker, H., Boumedjene, M. R., Doghbage, A., Belhouadjeb, F. A., Kherifi, W., Hecini, L., & Bekiri, F.** (2021). State of pastoral resources in the Algerian steppe regions: Main factors of degradation and rehabilitation actions. *CRSTRA Reports*. Biskra, Algeria.
- **Bouteldjaoui, F., Bessenasse, M., Taupin, J.-D., & Kettab, A.** (2019). Mineralization mechanisms of groundwater in a semi-arid area in Algeria: Statistical and hydrogeochemical approaches. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, *69*(2), 173–183.
- **Caratini, C. (**1970). *Étude géologique de la région de Chellala-Reibell* (Publication du Service de la Carte Géologique d'Algérie, Nouvelle Série, No. 40). Service Géologique de l'Algérie.
- **CNES.** (2018). *Aménagement du territoire et dynamiques rurales en Algérie steppique*. Conseil National Économique et Social.
- **Côte, M.** (1979). *L'Algérie, espace et société*. Masson.
- **Elahcene, O., et al.** (2017). *Gestion des ressources en eau en zone semi-aride à aride : Cas de la plaine de Ain Oussera* [Mémoire de fin d'études, Université Kasdi Merbah Ouargla].
- **FAO**. (2017). *Water for sustainable food and agriculture: A report produced for the G20 Presidency of Germany* (p. 28). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **FAO**. (2019a). *Dryland pastoral systems and rangeland degradation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **FAO**. (2019b). *Land and water management in arid and semi-arid zones*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **FAO**. (2019c). *Land use and rural transformation in arid and semi-arid regions*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **FAO**. (2021a). *Pastoral systems and livestock dynamics in North Africa*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- **FAO**. (2021b). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point (SOLAW 2021)* (p. 45). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **Ghibeche, I.** (2011). *Contribution à la régionalisation stochastique des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines dans le cadre d'un SIG : Application à la région de Djelfa* [Mémoire de magister, École Nationale Supérieure Agronomique, Alger].
- **Halitim, A.** (1988). *Sols des régions arides d'Algérie*. Office des Publications Universitaires.
- **Halitim, A., & Robert, M.** (1987). Interaction du gypse avec les autres constituants du sol et étude des sols gypseux en zones arides algériennes. In N. Fedoroff et al. (Éds.), *Soil Micromorphology* (pp. 179–186). AFES.
- **IPCC**. (2019). *Climate change and land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- **IPCC**. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 1324). Cambridge University Press.
- **Lahoul, M.** (2013). *La méthodologie de travail*. Office des Publications Universitaires (OPU).
- **Louarghi, A**. (2022). *Analyse de la sécheresse climatique dans la wilaya de Djelfa par les indices SPI et RDI* [Mémoire de master, Université de Djelfa].
- **Mebrouk, M**. (1994). *Étude géomorphologique et hydrologique du bassin versant de l'Oued Touil et de la plaine d'Aïn Oussera* [Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene].
- **Mebrouk, N**., Blavoux, B., Issaadi, A., & Marc, V. (2007). Geochemical and isotopic characterization of high-Mg groundwaters in an endorheic basin, Ain Oussera, Algeria. *Journal of Environmental Hydrology, 15*(26), 1–15.
- **Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural**. (2021). *Rapport national sur l'état de l'agriculture algérienne*. MADR.
- **Morsli, A., Hasnaoui, O., & Arfi, F**. (2016). Evaluation of the above-ground biomass of steppe ecosystems according to their stage of degradation: Case of Ain Skhouna (Western Algeria). *Open Journal of Ecology, 6*(5), 235–242.
- **Rabouh, F.** (2025). *Étude de l'aptitude des eaux souterraines à l'irrigation par approche géostatistique* [Mémoire de master, Université Ziane Achour de Djelfa].

- **Ruellan, A.** (1976). Morphologie et répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. *Annales Agronomiques Algériennes, 6*(1), 12–39.
- **Saadi, H., et al**. (2020). Groundwater management for irrigated agriculture in semi-arid Algeria. *(Référence incomplète – Revue ou éditeur non spécifié)*.
- **UN-Habitat**. (2020). *Urbanization and sustainable development in North Africa*. United Nations Human Settlements Programme.
- **Zellal, N.** (2009). *Guide de méthodologie de la recherche post-graduée*. Office des Publications Universitaires (OPU).

ثانياً: المصادر الرسمية والتقارير

- الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH). (2022). *تقرير حول وضعية الموارد المائية الجوفية في الجزائر* (ص. 63). الجزائر.
- الديوان الوطني للأرصاد الجوية. (2020). *النشرات المناخية السنوية لمحطات الهضاب العليا* (ص. 42). الجزائر.
- الديوان الوطني للإحصاء (ONS). *التعدادات العامة للسكان والسكن (RGPH)*. طبعات مختلفة.
- وزارة الموارد المائية والأمن المائي.(2021) . *المخطط الوطني للمياه في الجزائر في آفاق 2030*. الجزائر.
- Direction des Services Agricoles de la wilaya de Djelfa. (2023). *Statistiques agricoles de la wilaya de Djelfa*. DSA Djelfa.
- *Monographie de la Wilaya de Djelfa (édition 2008, 2017, 2023)*

ثالثاً: مصادر البيانات والصور الفضائية

- الصور الفضائية للقمرين الصناعيين Landsat 8-9 OLI و Sentinel-2، سنوات 2016، 2020، 2025، 2026. تم التحميل من:

- *USGS EarthExplorer* : https://earthexplorer.usgs.gov
- *Copernicus Open Access Hub* : https://scihub.copernicus.eu
- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) من مهمة SRTM بدقة 30 متراً. تم التحميل من:
- *USGS EarthExplorer* : https://earthexplorer.usgs.gov
- بيانات التساقطات والحرارة الشهرية والسنوية لمحطة عين وسارة (2000-2025):
  - الديوان الوطني للأرصاد الجوية، الجزائر.
- **بيانات مناخية عالمية:**

- CRU. (2024). *CRU TS 4.08 climate dataset*. https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/
- World Bank. (2024). *Climate Knowledge Portal: Algeria*. https://climateknowledgeportal.worldbank.org
- WorldClim. (2024). *WorldClim v2.1 global climate data*. https://www.worldclim.org
- WMO. (2024). *Climate normals 1991–2020*. https://public.wmo.int
- تقارير مناخية محلية:

- Climate Report. (2025). *Comprehensive climate report of Aïn Oussera (1991–2020 normals)*. StatsClimat.

- المعطيات الهيدرولوجية (مناسيب الآبار) والإحصاءات الفلاحية:

  - الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH)، الجزائر.

مديرية المصالح الفلاحية لولاية الجلفة (DSA)، الجزائر.

الملاحق

الملاحق

الملحق رقم 01: استمارة الاستبيان الموجهة للفلاحين

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجلفة – كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم الجغرافيا والتهيئة العمرانية

استمارة استبيان حول استعمالات المياه وتقنيات الري في سهل عين وسارة

في إطار إنجاز مذكرة ماستر بعنوان: "النشاط الفلاحي بسهل عين وسارة: الموارد المائية كعامل أساسي للتنمية المستدامة"

رقم الاستمارة: ..... التاريخ: ..... البلدية: .....

المحور الأول: تعريف بالمستثمرة الفلاحية

المساحة الكلية للمستثمرة: ..... هكتار

المساحة المسقية: ..... هكتار

نوع الزراعات الممارسة:

☐ حبوب (قمح، شعير، قرط)

☐ خضروات (بطاطا، طماطم، بصل، فلفل)

☐ أشجار مثمرة

☐ أعلاف ومراعٍ مزروعة

☐ تربية الماشية (أغنام، ماعز، أبقار)

عدد الآبار في المستثمرة: ..... بئر

عدد العمال الدائمين: ..... عدد العمال الموسميين: .....

المحور الثاني: مصادر المياه المستعملة

ما هو مصدر المياه الرئيسي الذي تعتمد عليه في الري؟

☐ بئر عميق (أكثر من 200 متر)

□ بئر سطحي (أقل من 50 متراً)

□ مياه سطحية (وادي، سد)

□ أخرى: .....

إذا كنت تعتمد على بئر، ما هو عمقه التقريبي؟ ..... متر

في أي سنة تم حفر البئر؟ .....

ما هي طريقة الضخ المستعملة؟

□ مضخة كهربائية

□ مضخة تعمل بالوقود

□ أخرى: .....

هل يتوفر البئر على عداد لقياس كمية المياه المسحوبة؟

□ نعم

□ لا

المحور الثالث: تقنيات الري

ما هي تقنية الري الرئيسية التي تستعملها؟

□ الري بالغمر أو الري السطحي

□ الري بالرش

□ الري بالتقطير

□ الري المحوري

إذا كنت تستعمل الري التقليدي (السطحي/الغمر)، ما هي أسباب اختيارك له؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

□ انخفاض التكلفة الأولية

□ بساطة التقنية وسهولة استعمالها

□ عدم توفر دعم لتقنيات أخرى

□ ملاءمته لنوع المحاصيل التي أزرعها

□ أخرى: .....

إذا كنت تستعمل الري الحديث (الرش أو التقطير)، هل استفدت من برامج دعم الدولة؟

□ نعم

□ لا

ما مدى رضاك عن تقنية الري التي تستعملها حالياً؟

□ راضٍ تماماً

□ راضٍ نسبياً

□ غير راضٍ

هل لاحظت تغيراً في كمية استهلاكك للمياه بعد اعتماد الري الحديث (إن كنتَ قد غيرت التقنية)؟

□ نعم، انخفض الاستهلاك بشكل ملحوظ

□ نعم، انخفض الاستهلاك بشكل طفيف

□ لم ألاحظ فرقاً

□ لا أنطبق عليّ، لا أزال أستعمل الري التقليدي

المحور الرابع: استهلاك المياه والمشاكل المرتبطة بها

كم عدد ساعات الضخ اليومية في المتوسط؟

□ أقل من 4 ساعات

□ بين 4 و8 ساعات

□ أكثر من 8 ساعات

في أي فصول السنة يكثر استعمالك لمياه الري؟

□ الشتاء

□ الربيع

□ الصيف

□ الخريف

هل لاحظت انخفاضاً في منسوب مياه البئر خلال السنوات الأخيرة؟

□ نعم، بشكل كبير

□ نعم، بشكل طفيف

□ لا، لم ألاحظ تغيراً

إذا كان الجواب بنعم، كيف تعاملت مع هذا الانخفاض؟

□ تعميق البئر

□ خفض المضخة

□ تقليص المساحة المسقية

□ تغيير نوع المحاصيل

□ أخرى: .....

هل لاحظت تغيراً في جودة مياه البئر (طعم، ملوحة، رائحة)؟

□ نعم

□ لا

ما هي أبرز المشاكل التي تواجهك في مجال المياه؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

□ انخفاض منسوب المياه

□ ارتفاع تكلفة الطاقة (الكهرباء أو الوقود)

□ تدهور جودة المياه وارتفاع الملوحة

□ عدم توفر الدعم الكافي لتجهيزات الري الحديث

□ نقص قطع الغيار والصيانة

□ غياب مراقبة الآبار غير المرخصة

□ أخرى: .....

المحور الخامس: التصورات المستقبلية والاقتراحات

هل تنوي تغيير تقنية الري التي تستعملها حالياً في المستقبل القريب؟

□ نعم، أنوي الانتقال إلى الري بالتقطير

□ نعم، أنوي الانتقال إلى الري بالرش

□ لا، سأستمر على نفس التقنية

هل تفكر في تغيير نوع المحاصيل التي تزرعها للتكيف مع شح المياه؟

□ نعم

□ لا

□ ربما

ما هي اقتراحاتك لتحسين تسيير المياه في المنطقة؟ (سؤال مفتوح)

.....

.....

هل ترى أنه من الضروري إشراك الفلاحين في مخططات تسيير المياه على المستوى المحلي؟

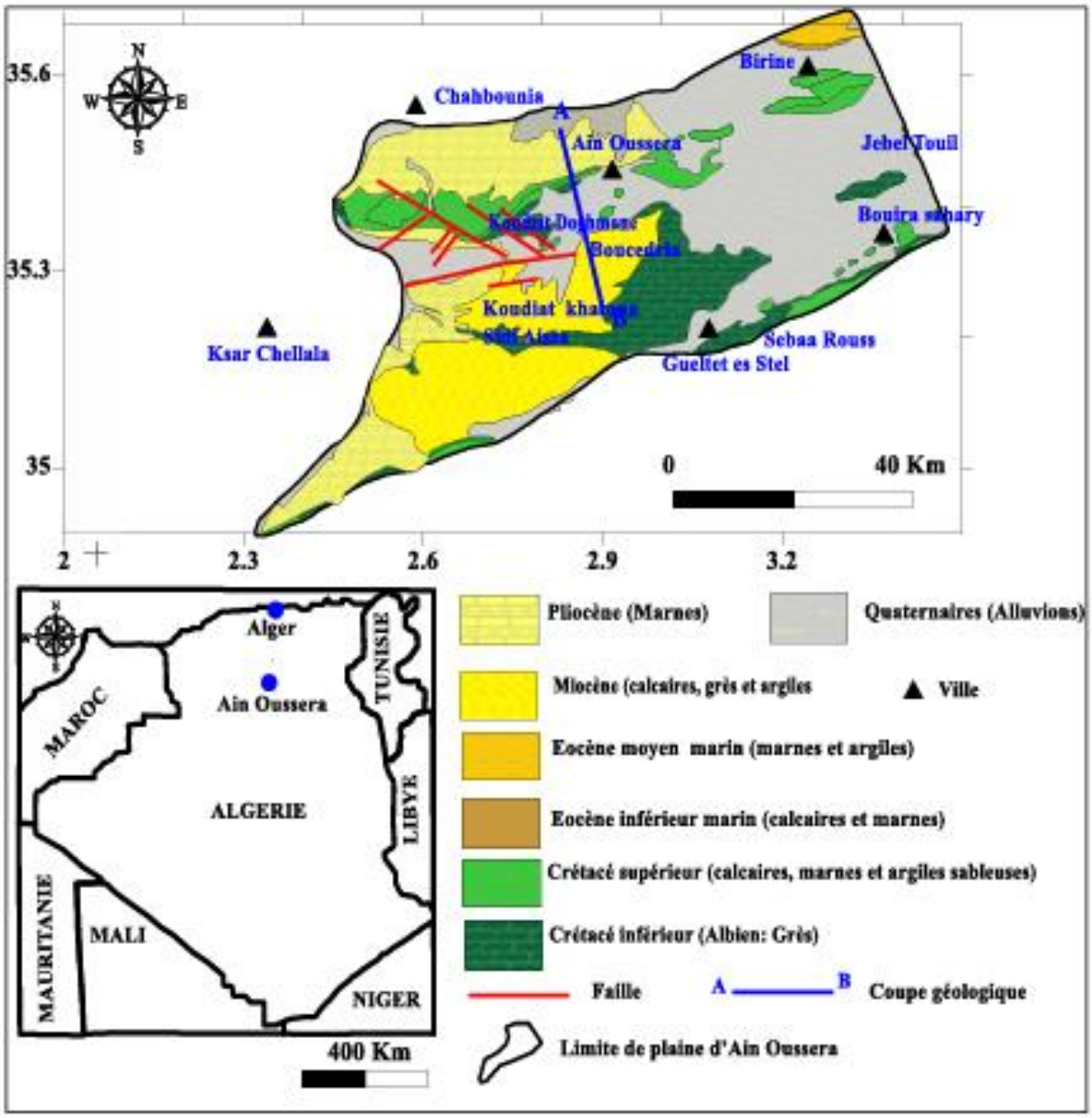
□ نعم، ضروري جداً

□ مهم ولكن ليس ضرورياً

□ غير مهم

شكراً جزيلاً على تعاونكم ومساهمتكم في إثراء هذا البحث العلمي

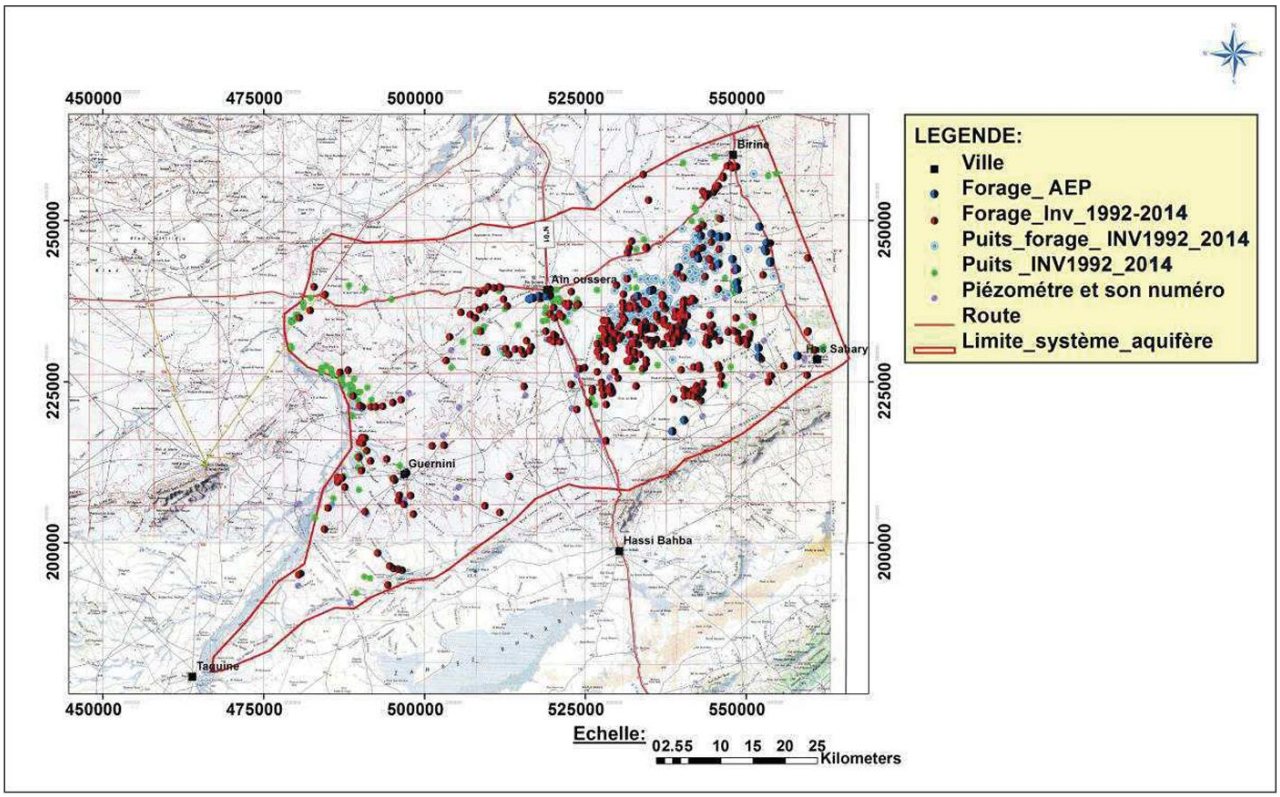
الملحق رقم 02: الخريطة الجيولوجية لسهل عين وسارة



مأخوذة من الخريطة الجيولوجية لشمال الجزائر بمقياس 500,000/1

(Caratini, 1970; Bouteldjaoui et al., 2019)

الملحق رقم 03: خريطة مواقع الآبار في الطبقة الجوفية لعين وسارة (جرد 2014)



المصدر: Azlaoui 2018

الملحق رقم 04: الخصائص المناخية الأساسية لسهل عين وسارة (سلسلة 2000-2025)

المتغير	جانفي	أفريل	جويلية	أكتوبر	السنوي
متوسط الحرارة الدنيا (°م)	2.1	9.5	22.3	11.8	10.8
متوسط الحرارة القصوى (°م)	13.2	22.8	37.5	25.1	24.1
متوسط الحرارة (°م)	7.6	16.1	29.9	18.4	17.4
متوسط التساقطات (ملم)	27.3	35.1	3.2	25.3	265
متوسط التبخر (ملم)	68.2	148.5	342.7	139.6	1892

المصدر: الديوان الوطني للأرصاد الجوية، محطة عين وسارة.(2025)