الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد بوضياف–المسيلة

معهد تسيير التقنيات الحضرية

قسم: المدينة والعمران

تخصص: عمران

ميدان: الهندسة المعمارية العمران ومهن المدينة

فرع: عمران

مـــــذكرة مشروع تخرج لنيل شهـــــادة ماستر أكاديمي

تحت عـــــــــنوان

منصة نظام رصد حالة البالوعات باستخدام الاستشعار الذكي للتدخل الاستباقي

من اعداد الطلبة:

_ ربيع ناصر

_ لعمري أيوب

_ بكوش صلاح الدين

تحت اشراف: د. دحدوح جمال

المشرف المساعد: د. زيداني حليمة

السنة الجامعية:2026/2025

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'SILA
معهد تسيير التقنيات الحضرية
Institut de Gestion des Techniques Urbaines

ملحق بالقرار رقم 1082 المؤرخ في 27 ديسمبر 2020
الذي يحدد القواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية و مكافحتها

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي والبحث العلمي : جامعة محمد بوضياف –المسيلة

تصـــريح شـــرفي

خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أسفله:

السيد[ة]: ربيع ناصر الصفة (أستاذ، باحث، طالب) : طالب

الحامل[ة] لبطاقة التعريف الوطنية رقم : 413277811 والصادرة بتاريخ : 2024-11-03

المسجل[ة] بكلية /معهد : معهد التسيير والتقنيات الحضرية قسم : عمران

و المكلف[ة] بانجاز أعمال بحث [مذكرة التخرج، مذكرة ماستر ،مذكرة ماجستير، أطروحة دكتوراه]

عنوانها : منصة نظام رصد حالة البالوعات بإستخدام الاستشعار الذكي للتدخل الاستباقي

أصرح بشرفي أني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و التزامه الأكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ : 27-05-2025

توقيع المعني [ة]

BP: 166 – M'sila 2800
.33. 23.18

Tél : 035 ص ب : 166- المسيلة 28000
الهاتف : 035.33.23.18

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف – المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'SILA
معهد تسيير التقنيات الحضرية
Institut de Gestion des Techniques Urbaines

ملحق بالقرار رقم 1082 المؤرخ في 27 ديسمبر 2020
الذي يحدد القواعد المتعلقة بالوقاية من السرقة العلمية و مكافحتها

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

مؤسسة التعليم العالي والبحث العلمي : جامعة محمد بوضياف –المسيلة

تصـــريح شـــرفي

خاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لانجاز بحث

أنا الممضي أسفله:

السيد [ة]: لعمري أيوب الصفة (أستاذ، باحث، طالب) : طالب

الحامل (ة) لبطاقة التعريف الوطنية رقم : 209085242 والصادرة بتاريخ : 02-04-2023

المسجل [ة] بكلية /معهد : تسيير التقنيات الحضرية قسم : عمران

و المكلف[ة] بانجاز أعمال بحث [مذكرة التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، أطروحة دكتوراه]

عنوانها : منحة نظام رصد حالة البالوعات باستخدام الاستشعار الذكي للتدخل الإستباقي

أصرح بشرفي أني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية و المنهجية و معايير الأخلاقيات المهنية و التزامه الأكاديمية المطلوبة في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ : 25-05-2026

توقيع المعني [ة]

BP: 166 – M'sila 2800
.33. 23.18

Tél : 035 ص ب : 166- المسيلة 28000
الهاتف : 035.33.23.18

CamScanner

نزهة بكوش صلاح الدين

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَأَن لَّيْسَ لِلْإِنسَٰنِ إِلَّا مَا سَعَىٰ ﴿٣٩﴾

وَأَنَّ سَعْيَهُۥ سَوْفَ يُرَىٰ ﴿٤٠﴾

ثُمَّ يُجْزَىٰهُ ٱلْجَزَآءَ ٱلْأَوْفَىٰ ﴿٤١﴾

سورة النجم من 39 الى 41

الإهـــــداء

بفضل الله، طُويت صفحة بجِدّها وتعبها، لتُفتح آفاقٌ لا تعوف الحدود.

إلى من تشرق من وجوههم شمس نجاحي؛ "أمي" و "أبي".. هذا الغرسُ غرسُكم، وهذا التمامُ فضل الله ثم فضلكم. إلى إخوتي ورفاق الدرب، الذين جعلوا للرحلة طعماً وللعقبات حلًا.. ممتنٌ لكل لحظة دعم وإلى التي تسكننا قبل أن نسكنها؛ "فلسطين".. بوصلة الروح وقبلة الأحرار، عهداً أن يظل هذا السعيُ نوراً في طريق عودتنا فاتحين.

اللهم نفعًا، اللهم بركة، اللهم تمكيناً

الإهـــــداء

لحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، بفضل من الله وتوفيقه أهدي هذا العمل المتواضع إلى:

والديّ العزيزين :منبع العطاء والدعم اللامحدود، حفظهما الله ورعاهما وعائلتي كلٌ باسمه، لجميل صبرهم وتشجيعهم المستمر وأساتذتي الأفاضل الذين أناروا لنا دروب العلم والمعرفة ولم يبخلوا علينا بتوجيهاتهم.

الإهـــــداء

إلى الذين غمروني بحبهم وكانوا دافعي الأول للاستمرار والنجاح ...أمي وأبي العزيزين، أدامكما الله تاجًا فوق رأسي.

إلى رفقاء السنين، وأصدقائي المقربين الذين عشت معهم أجمل الذكريات، وتشاركنا معًا ضغوطات الواسة وساعات السهر... شكرًا لأنكم كنتم دائمًا هنا.

إلى كل من دعا لي بظهر الغيب، وإلى كل من مرّ في حياتي وترك تشجيعًا صادقًا دفعني للأمام.

أهديكم اليوم فرحة تخرج وثمرة تعب

الشكر

يقول النبي ﷺ **"من لا يشكر الناس لا يشكر الله"**

أهدي نه لمن دواعي سرورنا وامتناننا أن نرفع أسمى عبارات الشكر والتقدير لكل من ساهم في إتمام هذه المذكرة. لا يسعنا إلا أن نتوجه بخالص الشكر والعرفان لكل من وقف بجانبنا وساندنا خلال فترة إعداد هذه المذكرة.

أولاً وقبل كل شيء، نتوجه بجزيل الشكر والامتنان لمشرفنا الكريم الأستاذ **[د.دحدوح جمال]** والاستاذة **[د.زيداني حليمة]**، على توجيهاتهم السديدة ودعمهم المستمر، وعلى صبرهم وإرشاداتهم القيمة التي كانت عوناً لنا في إتمام هذا العمل.

كما نتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلى أساتذتنا الأجلاء في **[معهد التسيير والتقنيات الحضرية]**، الذين لم يبخلوا علين بعلمهم وخبراتهم، فكانوا خير مرشدين وداعمين.

وأخيراً، نتوجه بالشكر لكل من زملائنا وأصدقائنا الذين كانوا عوناً وسنداً لنا، وشاركونا رحلة التعلم والبحث، فلكلمات لا تكفي للتعبير عن مدى امتناننا وتقديرنا لكم.

جزى الله الجميع خير الجزاء، وجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، ونفع به العلم والطلبة.

والحمد لله رب العالمين.

الملخص:

تسعى هذه الدراسة إلى معالجة إشكالية القصور في التسيير التقليدي لشبكات الصرف الحضري ومخاطر الفيضانات الناتجة عن الاعتماد على سياسة التدخل البعدي القائمة على "رد الفعل "وتأسيساً على المقاربات الحديثة للعمران الذكي والمدن المرنة ، تقترح المذكرة انتقالاً استراتيجياً نحو الإدارة الاستباقية من خلال تصميم منصة رقمية متكاملة تعتمد على تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) ، وقد تم الإسقاط الميداني لهذا النموذج على حي 1000 مسكن بمدينة المسيلة، حيث أثبت التشخيص الهيدروليكي وجود اختلالات تخطيطية تحول الشارع الرئيسي إلى بؤرة لتجمع المياه و"عنق زجاجة" هيدروليكي .ولمواجهة هذه التحديات، يرتكز المشروع التنفيذي المقترح على توظيف كاميرات استشعار ذكية مزودة بخوارزميات الرؤية الحاسوبية لرصد تراكم النفايات وارتفاع منسوب المياه لحظياً ، مما يتيح تفعيل أنظمة الإنذار المبكر وتوجيه فرق الصيانة بدقة قبل وقوع الفيضان ، وهو ما يؤكد حتمية التحول الرقمي لضمان استدامة البنية التحتية، عقلنة النفقات العمومية، وتعزيز المرونة الحضرية لمواجهة الأزمات الفجائية.

Résumé:

This study seeks to address the shortcomings of traditional urban drainage network management and the associated flood risks stemming from a reactive intervention policy. Building upon modern approaches to smart urbanism and resilient cities, this thesis proposes a strategic shift towards proactive management through the design of an integrated digital platform based on Internet of Things (IoT) technologies and Geographic Information Systems (GIS). The field application of this model was implemented in the 1000-Housing district in the city of M'Sila, where hydraulic diagnostics revealed planning deficiencies that turn the main street into a water accumulation hotspot and a hydraulic "bottleneck." To confront these challenges, the proposed executive project utilizes smart sensing cameras equipped with computer vision algorithms for the real-time monitoring of waste accumulation and rising water levels. This enables the activation of early warning systems and the precise deployment of maintenance teams before flooding occurs, thereby affirming the necessity of digital transformation to ensure infrastructure sustainability, rationalize public expenditures, and enhance urban resilience in the face of sudden crises.

الفهرس المحتويات

الفصل التمهيدي

1- مقدمة: 1

2- الإشكالية: 2

3- أهمية الموضوع: 3

4- أسباب اختيار الموضوع: 3

5- أهداف الدراسة: 4

6- الفرضيات: 4

7- المنهج المستعمل: 5

8- تقنيات البحث المستعملة: 5

9- بنية الدراسة: 6

الفصل الأول

مقدمة: 7

1- فلسفة المدن الذكية والعمران الرقمي: 8

1.1- المدن الذكية: **8**

1.2- المدن المرنة: **8**

1.3- العمران الذكي: **8**

2- التكنولوجيات الناشئة ونظم استشعار البيانات(IoT & Sensing) : 9

2-1- تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) :..... 9

2.2- الاستشعار الذكي:..... 9

3.2- البيانات اللحظية:..... 9

4.2 - نظم المعلومات الجغرافية:..... 10

3- التسيير الذكي ونماذج صناعة القرار الرقمي: 10

3-1- التسيير الذكي:..... 10

3-2- الحوكمة الرقمية:..... 10

3.3- المنصة الرقمية:..... 11

3-4- التوأمة الرقمية:..... 12

4- تسيير المخاطر الحضرية والاستراتيجيات الاستباقية: 12

1.4- الفياضانات الحضرية:..... 12

2-4- تسيير المخاطر الحضرية:..... 13

3-4- التدخل الاستباقي:..... 13

5- الإطار التشريعي والمؤسساتي لإدارة المخاطر: 14

- القوانين المنظمة للوقاية من المخاطر الكبرى:..... 14

خلاصة 15

الفصل الثاني

مقدمة: 16

1. إطار التقني والهندسي لشبكات الصرف والبالوعات: 17

1.1. أنظمة التطهير الرئيسية:..... 17

أ) النظام الموحد: 18

ب) النظام المنفصل: 19

جـ) النظام شبه المنفصل: 20

2.1 - البالوعات:..... 21

أ)مفهوم البالوعات:..... 21

2. الدور الوظيفي للبالوعات في الحماية من الفيضانات الحضرية: 21

2-1. التقاط الجريان السطحي: 21

2-2. حماية الشبكة من الانسداد:..... 21

2-3. تنظيم التدفق:..... 22

3. التصنيف التقني للبالوعات المعتمدة في التهيئة الحضرية محلياً: 23

3-1- البالوعات ذات الشبكة الأفقية:..... 23

3-2- البالوعات الجانبية (فتحات الرصيف):..... 25

3-3- البالوعات المختلطة (المزدوجة):..... 26

4 - المعايير الطبوغرافية والتوزيع المكاني للبالوعات في النسيج العمراني: 27

4-1. تأثير المعايير الطبوغرافية (الميول الهندسية للطريق):..... 27

أ) الميل العرضي للطريق: 27

ب) الميل الطولي للطريق: 28

4-2- المعايير التنظيمية لتوزيع البالوعات في مشاريع التهيئة الحضرية:..... 29

أ)المعايير التنظيمية: 29

ب)المعايير التوزيعية: 30

5 - العوامل المؤدية لانسداد شبكات التصريف الصحي 31

5-1. العوامل الطبيعية والمناخية : 31

أ)الانجراف السطحي للأتربة والرمال: 31

ب)المخلفات النباتية: 31

5-2. العوامل البشرية والنشاط الحضري:..... 32

أ)الرمي العشوائي للنفايات البلاستيكية: 32

ب)مخلفات ورشات البناء الحضرية: 32

5-3العوامل التقنية والتسييرية: 32

أ)إعادة التعبيد العشوائي للطرقات: 32

ب)غياب الصيانة الدورية الاستباقية: 32

6 - طرق التسيير والصيانة الكلاسيكة لشبكات التصريف الصحي: 34

أ)التنظيف اليدوي: 34

ب)التنظيف الميكانيكي (الضغط العالي): 35

ت)المخطط الدوري: 35

أ)التسليك المرن: 36

ب)إصلاح العيوب الهيكلية: 36

ت)الضخ والشفط: 36
7 ـ الانعكاسات الحضرية والبيئية لتعطل عمل البالوعات 36
أ)شلل البنية التحتية للمواصلات: 36
ب)تلف البنية التحتية للطرق: 37
ت)خسائر الممتلكات الخاصة: 37
ث)تهديد السلامة الهيكلية..... 37
أ)تلوث الأوساط المستقبلة: 38
ب)انتشار النواقل البيولوجية: 38
ت)تلوث التربة بالسموم السطحية: 38
8 . المحدودية وقصور الأنظمة التقليدية في التدخل الاستباقي 38
خلاصة: 40

الفصل الثالث

مقدمة: 41
تقديم مدينة المسيلة: 42
1. الموقع:..... 42
1.1. الموقع الجغرافي: 42
2.1. الموقع الفلكي: 42
3.1. الموقع الاداري: 42
2. الخصائص الطبيعية لمدينة المسيلة:..... 45
1.2- دراسة الانحدارات: 45
2.2- دراسة الارتفاعات: 46
3.2- الدراسة المناخية: 47
4.2-الدراسة طبوغرافية: 49
5.2-الدراسة الهيدرولوجية: 50
6.2- الدراسة البيئية: 51
تقديم حي 1000 مسكن: 53
1- موقع الحي:..... 53

2- مساحته حدوده:..... 54

3- منافذ الحي:..... 55

4- طوبوغرافية الحي:..... 56

تقديم شارع الدراسة: 57

1- دراسة وتحليل الخصائص المورفولوجية والطبوعرافية للشارع:..... 57

أ) الموقع والامتداد الحضري:..... 57

ب) الخصائص الطبوغرافية والهيدروليكية:..... 58

2- تشخيص البنية التحتية وشبكة التصريف الميدانية:..... 59

أ) البنية التحتية (شبكة الصرف الصحي):..... 59

ب) بنية شبكة التصريف الميدانية:..... 60

هـ) النقاط السوداء والعيوب التصميمية لشارع:..... 61

3- البُعد البيئي والسلوكي:..... 62

- النتائج: 63

المنصة الرقمية بالاستشعار الذكي كبديل للتدخل التقليدي: 64

1. المكونات الأساسية للمشروع:..... 64

أ) العتاد الصلب والمكونات الفيزيائية: 64

ب) طبقة الربط وشبكة الاتصال: 64

جـ) البيئة البرمجية والتحليلية : 65

2- هيكلة المنصة الرقمية للمشروع التنفيذي:..... 66

أ) لوحة الخريطة الجغرافية التفاعلية:..... 66

ب)شريط الإنذار المبكر الحي: 66

جـ) واجهة التحليل الذكي ودعم القرار:..... 67

3- مواصفات البيئة التشغيلية والاتصال وعقد الشبكة:..... 68

4. الإسقاط الميداني للنظام على منطقة:..... 69

السيناريو الأول: رصد النفايات والعوائق حول البالوعة (حالة تحذيرية) 69

السيناريو الثاني: هطول أمطار غزيرة وارتفاع منسوب المياه: 71

التوصيات والاقتراحات: 73

خاتمة 74

قائمة المراجع:

فهرس المخططات

الرقم	العنوان	الصفحة
01	هيكلة المذكرة	06
02	منحنى بياني لكمية التساقط السنوية (2016_2025)	50
03	منحنى بياني لكمية التساقط الشهرية (2025)	51
04	مقطع طولي لطوبوغرافية الشارع	61
05	شبكة صرف الصحي لشارع الدراسة	62
06	نظام كاميرا ذكي	68
07	مراحل الرصد الذكي لانسداد بالوعة	73
08	مراحل الرصد الذكي لانسداد بالوعة وارتفاع منسوب المياه	75

فهرس الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
01	**يوضح نظام الصرف الموحد**	**19**
02	يوضح نظام الصرف المنفصل	20
03	يوضح نظام الصرف شبه المنفصل	21
04	مقطع هندسي لدور البالوعات	24
05	مقطع هندسي لمكونات البالوعة ذات الشبكة الأفقية	26
06	مقطع هندسي لمكونات البالوعة الجانبية	26
07	مقطع هندسي لمكونات البالوعة المختلطة	27
08	مقطع عرضي يوضح تأثير الميل العرضي للطريق	28
09	مقطع عرضي يوضح تأثير الميل الطولي للطريق.	29
10	الميل الطولي للطريق	30
11	معايير توزيع البالوعات	31
12	تأثير التراكم السطحي للنفايات	34
13	لتموضع البالوعتين في الشارع المدروس	63
14	لنقاط السوداء في الشارع المدروس	64

فهرس الخرائط

الرقم	العنوان	الصفحة
01	موقع مدينة المسيلة بالنسبة للدولة	46
02	موقع مدينة المسيلة بالنسبة للبلدية	47
03	الانحدارات لبلدية المسيلة	48
04	الارتفاعات لبلدية المسيلة	49
05	طوبوغرافية بلدية المسيلة	52
06	الشبكة الهيدروغرافية لبلدية المسيلة	53
07	موقع حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة	56
08	حدود حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة	57
09	منافذ حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة	58
10	طوبوغرافية حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة	59
11	موقع شارع الدراسة في حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة	60

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	تصنيف عوامل انسداد البالوعات الحضرية ودرجة خطورتها	34
02	كمية التساقط السنوي لولاية المسيلة	48
03	كمية التساقط الشهري لولاية المسيلة	49

فهرس الصور		
الرقم	**العنوان**	**الصفحة**
01	البالوعة ذات الشبكة الأفقية	26
02	البالوعة ذات الشبكة الجانبية	27
03	البالوعة ذات الشبكة الجانبية	28
04	العمال وحدة ديوان التطهير بالمسيلةONA MSILA	37
05	الشاحنات وحدة ديوان التطهير بالمسيلةONA MSILA	38
06	عمال مؤسسة مركز الردم التقني ـ مسيلة ـ لجمع النفايات	55
07	نوع شبكة الصرف الصحي بمدينة المسيلة	56
08	للنفايات في الشارع	66
09	لتعطل البنية التحتية في الشارع	66
10	تمثيل واجهة المنصة	71
11	تمثيل الرصد الذكي للكاميرا	72
12	تمثيل النفايات على البالوعات	73
13	تمثيل النفايات على البالوعات	75
14	تمثيل ارتفاع منسوب المياه	75

الفصل التمهيدي

مقدمة

1- الإشكالية

2- أهمية الموضوع

3- أسباب اختيار الموضوع

4- أهداف الدراسة

5- الفرضيات

6- المنهج المستعمل

7- تقنيات البحث المستعمل

8- بنية الدراسة

1ـ مقدمة:

تشهد الحواضر العالمية المعاصرة تحولات متسارعة في آليات تسيير بنياها التحتية، حيث برز مفهوم "العمران الذكي " و"المدن الذكية "كحتمية هندسية وتنموية تهدف إلى تطويع ثورة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، لاسيما تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي، لتسيير المرافق الحضرية وضمان استدامتها. وفي هذا السياق، تكتسي أنظمة رصد وإدارة شبكات مياه الأمطار أهمية استراتيجية بالغة، إذ لم تعد الطرق التقليدية القائمة على التدخلات اللحظية أو ردود الأفعال بعد حدوث الأزمات قادرة على استيعاب التغيرات المناخية الحادة، بل أضحى التوجه نحو الرصد الاستباقي ضرورة ملحة، وتبرز المؤشرات الحالية للمشكلة في التراكم الكثيف للنفايات والعوائق السطحية حول فتحات التصريف، وتكرار الارتفاع الحرِج لمنسوب المياه، مما يؤدي مباشرة إلى انسداد البالوعات وحدوث الفيضانات الحضرية، من هنا تتجلى أهمية هذا الموضوع من الناحية العلمية في تقديم نموذج تكنولوجي يدمج الرؤية الحاسوبية بأنظمة المعلومات الجغرافية لرفع كفاءة التنبؤ، ومن الناحية الميدانية في تمكين السلطات المحلية من استباق الأخطار وتوجيه فرق الصيانة بدقة، مما يحمي الأرواح والممتلكات ويحافظ على النسيج العمراني للمدينة.

ولقد نبعت الفكرة الأساسية لهذا العمل كرؤية ريادية استثمارية مبتكرة جرى تطويرها ضمن حاضنة الأعمال الجامعية، ورغم أن المسار الريادي داخل الحاضنة لم يكتمل في مرحلته الحالية نظراً لبعض التحفظات ، إلا أننا حافظنا على جوهر المشروع وقيمته التطبيقية من خلال صياغته في قالب أكاديمي بحثي ، مع بقاء العزم معقوداً على مواصلة تطوير هذه المنصة وإعادة تقديمها في حاضنة الأعمال مستقبلاً، وكتطبيق عملي وميداني لهذه الرؤية، تم إسقاط هذا النظام وتطبيقه على حالة دراسية محددة وموجزة تمثلت في "حي 1000 مسكن "بمدينة المسيلة، وبالتحديد في النقاط الجغرافية الحرجة (النقاط السوداء) بشارع الدراسة الرئيسي، لإثبات مدى فاعلية المنصة الرقمية المدعومة بالاستشعار الذكي كبديل جذري وناجع للتدخلات التقليدية.

2- الإشكالية:

شهدت المدن الجزائرية في السنوات الأخيرة توسعاً عمرانياً متسارعاً ركز بشكل أساسي على الجانب الكمي لتلبية الطلب على السكن، مما أدى إلى ظهور أحياء تعاني من ضعف في كفاءة البنية التحتية، لا سيما شبكات التطهير وصرف مياه الأمطار.

وتعد البالوعات من البنى التحتية الأساسية التي تضمن سلامة البيئة الحضرية وحماية السكان من المخاطر الصحية والبيئية، حيث تساهم بشكل مباشر في تحسين جودة الحياة من خلال ضمان تصريف فعال للمياه، والحد من المخاطر الصحية والبيئية، وتعزيز سلامة وراحة السكان داخل المجال الحضري.

غير أن تسيير بالوعات الصرف الصحي في العديد من المدن لا يزال يعتمد على أساليب تقليدية ترتكز غالبا على التدخل اليدوي والصيانة الدورية غير المنتظمة دون الاعتماد على تقنيات حديثة للرصد والاستباق، هذا النمط من التسيير يطرح عدة تحديات تتعلق بالكفاءة والفعالية في مواجهة التغيرات المناخية خلال فترات التساقط، حيث تصبح البالوعات غير قادرة على تصريف المياه بسرعة نتيجة انسدادها بالنفايات او ضعف صيانتها يؤدي إلى تجمع المياه في الطرقات والأحياء السكنية، مما يتسبب في حدوث فيضانات حضرية تلحق الضرر بالممتلكات والبنية التحتية والزيادة العمرانية المتسارعة.

مدينة المسيلة من المدن الجزائرية التي تعد نموذجاً لما تواجهه هذه المدن من تحديات، حيث تفتقر أنظمة تسيير البالوعات فيها إلى الوسائل التقنية الحديثة، مما يجعلها عرضة للانسدادات المتكررة والفيضانات الحضرية التي تؤثر سلباً على جودة الحياة وسلامة المواطنين.

إن الاعتماد على الأساليب التقليدية في مراقبة وصيانة هذه الشبكات، والتي تعتمد غالباً على التدخل بعد وقوع المشكلة، أثبت عجزه عن مواجهة المخاطر المناخية المتغيرة، إلا أنه وفي المقابل أفرز التطور التكنولوجي مجموعة من الحلول الحديثة، ما يستدعي بالضرورة الانتقال نحو مقاربة "التسيير الذكي للمدينة"، والتي تتجاوز الحلول الإنشائية التقليدية نحو تبني تقنيات الاستشعار والرقمنة المعتمدة على البيانات لضمان استجابة سريعة وفعالة، والتي تتيح التدخل الإستباقي قبل تفاقم المشكلة، وفي ضوء هذا الطرح نتسائل:

كيف يمكن توظيف تقنيات الاستشعار الذكي وإنترنت الأشياء (IoT) في بناء منصة رصد رقمية أن تساهم في الانتقال من التسيير التقليدي لشبكة البالوعات إلى نظام التدخل الاستباقي للحد من المخاطر الحضرية بمدينة المسيلة؟"

3ـ أهمية الموضوع:

تكمن أهمية موضوع الدراسة فيما يلي:

- التعريف بالتقنيات الحديثة وإبراز دورها في حل مشكلات العمران، بأقل تكلفة، وذات نتائج إيجابية.
- ضرورة العمل بالتقنيات الحديثة لحل مشكلات المدن وفق قاعدة بيانات تتيح نموذج للتدخل الإستباقي للتقليل من نواتج التدخل التقليدي.
- تصميم نموذج لمنصة بتقنيات الاستشعار الذكي ذات بيانات رقمية تساهم في تأسيس نظام التدخل الإستباقي للحد من مخاطر الفيضانات.

4ـ أسباب اختيار الموضوع:

من الأسباب التي أدت إلى اختيار الموضوع ما يلي:

- تفاقم ظاهرة الفياضات الحضرية وما تفرضه من نتائج سلبية على البيئة الحضرية، ما يجعل من تناول موضوع تسيير البالوعات أولوية قصوى للأمن الحضري.
- عجز طرق التسيير التقليدية من خلال إدراك أن نظام "المعاينة البصرية" والتدخل بعد وقوع الكارثة لم يعد فعّالاً، والحاجة الماسة لرقمنة قطاع التطهير، هو من الأسباب التي تم من خلالها اختيار موضوع الدراسة.
- توجهات **التحول نحو المدن الذكية (Smart Cities)**: والرغبة في المساهمة في تجسيد استراتيجية الدولة للتحول الرقمي، من خلال تقديم حلول تطبيقية تعتمد على **إنترنت الأشياء (IoT)** ، كان دافعا لتناول الموضوع، والكشف عن المؤشرات الخاصة به.
- النقص في البيانات اللحظية كان توجها في اختيار الموضوع، وذلك من خلال إدراك أن هناك حاجة إلى توفير قاعدة بيانات دقيقة لصناع القرار في البلديات تساعدهم في عملية التدخل للتقليل من مخاطر الفيضانات في المدينة.
- الاهتمام بالتقنيات الحديثة التي تخدم تخصص العمران، وتوظيفها في حل المشكلات المتعلقة به، من أجل إطار حياة أفضل للسكان.
- **تطوير المهارات التقنية** واكتساب خبرة تطبيقية في التعامل مع أنظمة الاستشعار، ومعالجة البيانات، وتصميم المنصات الرقمية التي تضيف لتخصص العمران أدوات حديثة كفيلة بتقليل مشاكل المدن.
- **التوجه نحو المقاولاتية (Startup)**: والرغبة في تحويل مشروع التخرج من مجرد بحث نظري إلى **مشروع تجاري وابتكاري** قابل للتجسيد على أرض الواقع مستقبلا.

5ـ أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي:

يكمن الهدف الرئيسي لموضوع الدراسة في:

بناء منصة رصد رقمية تساهم في الإنتقال من التسيير التقليدي لشبكة البالوعات إلى نظام التدخل الاستباقي للحد من المخاطر الحضرية، من خلال شارع بحي 1000 مسكن بمدينة المسيلة كنموذج لهذا التدخل الإستباقي.

كما تهدف هذه الدراسة إلى:

- تغيير استراتيجية تسيير المدينة من "إصلاح الأضرار" إلى "الوقاية من المخاطر (Proactive Intervention)"، من خلال التحول نحو التدخل الاستباقي.
- تحديد النقاط السوداء بدقة باستخدام البيانات المجمعة لتحديد البالوعات الأكثر عرضة للانسداد في مدينة المسيلة بناءً على التحليل الزمني والمكاني.
- الحد من آثار الفيضانات الحضرية :حماية الأرواح والممتلكات وضمان استمرارية حركة المرور في المدينة خلال التقلبات الجوية.

6ـ الفرضيات:

إن التحكم الفعال بمخاطر الانسداد والفيضانات قبل وقوعها ورفع كفاءة التدخلات الميدانية إنما هو مرتبط بتصميم **منصة رقمية** تعتمد على تقنيات **إنترنت الأشياء** والاستشعار عن بعد، مما يسمح بتحويل عملية مراقبة شبكة تصريف المياه بمدينة المسيلة من نظام 'رد فعل' تقليدي إلى نظام **'رصد لحظي واستباقي' كفيل بتقليل مخاطر الإنسداد.**

7ـ المنهج المستعمل:

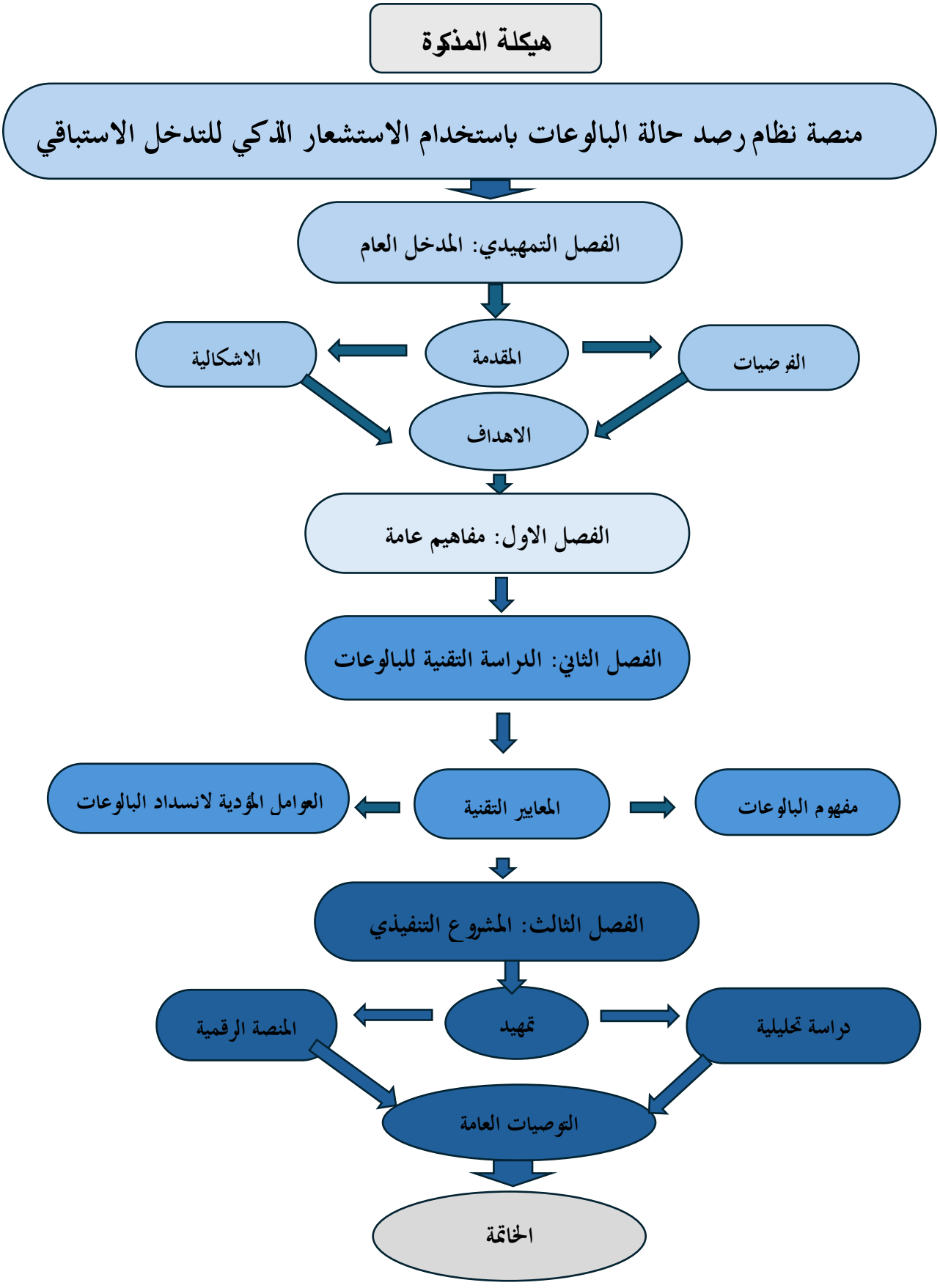
استنادا للهدف الذي نسعى لتحقيقه في هذه الدراسة، فإن المنهج الوصفي والذي يهدف في استعماله إلى وصف الظاهرة كما هي وإلى جمع المعلومات حول الموضوع وكذا منطقة الدراسة وتحليلها، فإن استعمالنا
لهذا المنهج ينطوي من خلال وصف لتقنيات الاستشعار الذكي، والذي يدخل في ضرورة معرفة أي تقنية حديثة ووصف مكوناتها وطريقة عملها، وتطبيقات استعمالها في حل مشكلات المدن.
ولأننا نسعى من خلال هذه الدراسة إلى تقديم نموذج للتدخل الاستباقي باستعمال الاستشعار الذكي قبل حدوث الفيضانات وما ينتج من انسداد للبالوعات من خلال التدخل التقليدي، لذلك فإن منهج دراسة حالة شارع بحي 1000 مسكن هو ما تعتمد عليه دراستنا في تقديم منصة ذات بيانات تساهم في تقليل أثر هذه المخاطر على البيئة الحضرية.

8ـ تقنيات البحث المستعملة:

إن تقديم نموذج تنبؤي في شكل منصة من أجل التدخل الإستباقي للتقليل من أخطار الفيضانات في المدينة وفقا لسؤال الإشكالية، مايفرض علينا من الأدوات وتقنيات البحث المستعملة ما يلي:

- الأدبيات العلمية والكتب والرسائل والأطروحات والبحوث الجامعية والدوريات العلمية المتخصصة، والتي لها صلة بموضوع المدن الذكية (Smart Cities) وتقنيات إنترنت الأشياء (IoT) والاستشعار عن بعد (مذكرات، تقارير تقنية حول أنظمة تصريف مياه الأمطار والمخاطر الحضرية، لفهم السياق العلمي وتسهيل عملية بناء "هندسة النظام" (System Architecture).
- استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لربط بيانات الاستشعار بالمجال الحضري للمدينة.
- المقابلة: وتكون من خلال:
- جمع المعلومات حول ميدان الدراسة من المسؤولين والفاعلين في المصالح المعنية، وذلك من أجل استكمال المعلومات المحصل عليها وتدعيما للدراسة الميدانية المساعدة في تحليل الفرضية والاجابة على السؤال المطروح في الإشكالية.
- التواصل المؤسساتي، وذلك لإجراء مقابلات مع الجهات الإدارية والتقنية المعنية (مصالح البلدية، ديوان التطهير "ONA") لفهم المعوقات التي تواجه نظام التسيير التقليدي وجمع المعطيات التقنية حول البالوعات.

9- بنية الدراسة:



الفصل الاول

مقدمة

1- فلسفة المدن الذكية والعمران الرقمي

2- التكنولوجيات الناشئة ونظم استشعار البيانات(IoT & Sensing)

3- التسيير الذكي ونماذج صناعة القرار الرقمي

4- تسيير المخاطر الحضرية والاستراتيجيات الاستباقية

5- الإطار التشريعي والمؤسساتي لإدارة المخاطر

خلاصة

مقدمة:

لا شك أن للمفاهيم وتعريفاتها أهمية كبيرة في الصياغة النظرية لأي بحث أو دراسة من ناحية وتوجيه سيرها من ناحية أخرى، وذلك لأن للمفاهيم دور كبير في تحديد الإطار النظري الذي يوجه الدراسة ويحدد مبادئها، كما أن لها دور في توضيح الرأي بأبعاد الواقع المرتبط بالظروف العامة أين تتواجد الظاهرة المدروسة، بدون المفاهيم والتعريفات الدقيقة لها لا نستطيع أن نقدم التعريفات الإجرائية للمفاهيم التي نستخدمها في دراستنا، خاصة أن تلك المفاهيم ما تزال تحتاج المزيد من الوضوح وذلك لتحديد الإطار النظري للموضوع يشهد التسيير الحضري المعاصر تحولاً جذرياً في نماذجه التخطيطية والعملياتية، مدفوعاً بالتطور المتسارع لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات وتزايد التحديات البيئية التي تواجه الفضاءات العمرانية وفي السياق الجزائري، أفرزت ظاهرة التحضر السريع تعقيدات متزايدة، لا سيما ما تعلق ببروز المخاطر الحضرية المفاجئة كالفيضانات الناتجة عن التوسع الخرساني وضعف شبكات الصرف؛ مما جعل الاعتماد على أساليب التسيير التقليدية والقائمة على "رد الفعل" أمراً غير كافٍ ومكلفاً على الصعيدين المادي والبشري.

من هذا المنطلق، يبرز التوجه نحو تبني مقاربات "**المدينة الذكية** "و"العمران الرقمي" كحتمية استراتيجية لتعزيز مرونة المجالات الحضرية وقدرتها على الصمود. ويهدف هذا الفصل إلى بناء الإطار المفاهيمي والنظري الذي يربط بين الفلسفة الحديثة لإدارة المدن، وبين التطبيقات التكنولوجية الناشئة، مسلطاً الضوء على كيفية توظيف البيانات اللحظية والذكاء الاصطناعي للانتقال نحو التسيير التنبئي والاستباقي.

1ـ فلسفة المدن الذكية والعمران الرقمي:

1.1ـ المدن الذكية:

"تُعرف المدينة الذكية في السياق العمراني الجزائري بأنها تلك المدينة التي تعتمد بشكل أساسي على الرقمنة والابتكار التكنولوجي كأداة لتسيير المرافق العمومية وتطوير الخدمات الحضرية، مع التركيز على الكفاءة الطاقوية والاستدامة البيئية لمواجهة تحديات التحضر السريع" (بعلي، 2021، ص115) "كما يُنظر إليها كنموذج يسعى لتحويل المدن التقليدية إلى فضاءات تفاعلية تستخدم "الذكاء المجالي" لربط احتياجات السكان بالإمكانات المتاحة عبر شبكات المعلومات" (مزيان، 2019، ص 42).

1.2ـ المدن المرنة:

"تُعرف المدينة المرنة في السياق العمراني والبيئي الجزائري بأنها تلك المدينة التي تمتلك القدرة الهيكلية والتنظيمية على الصمود والتكيف أمام الصدمات الفجائية والضغوط المستمرة، لا سيما المخاطر الطبيعية والمناخية كالفيضانات، من خلال تطوير بنية تحتية استباقية قادرة على امتصاص الأزمات والتعافي منها سريعاً دون اختلال وظائفها الأساسية " (بوقرة، 2022، ص 89)، "كما يُنظر إليها كنموذج تخطيطي حديث يتجاوز المفهوم التقليدي للمقاومة، ليركز على 'المرونة التقنية والمجالية' التي تدمج أدوات الرقمنة وأنظمة الرصد الذكي لتوقع المخاطر الهيدروليكية والحضرية، وتسييرها بكفاءة تضمن استمرارية الحياة العامة والخدمات "(سعدي، 2023، ص 147).

1.3ـ العمران الذكي:

"يُعرف العمران الذكي بأنه نهج تخطيطي يدمج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات مع البنية التحتية المادية لتحسين كفاءة الخدمات الحضرية وتحقيق الاستدامة الاجتماعية والاقتصادية والبيئية " .(Kitchin, 2015, p. 131) ويتجاوز" هذا المفهوم مجرد رقمنة الخدمات، ليصبح نظاماً متكاملاً يعتمد على البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء لاتخاذ قرارات تخطيطية دقيقة تعزز من جودة حياة السكان".(Batty et al., 2012, p. 481)

2ـ التكنولوجيات الناشئة ونظم استشعار البيانات(IoT & Sensing) :

1.2ـ تقنيات إنترنت الأشياء(IoT) :

"تتمثل تقنيات إنترنت الأشياء في شبكة من الأجهزة والأدوات المزودة بحساسات (Sensors) وبرمجيات تتيح لها تبادل البيانات مع أجهزة أخرى عبر الإنترنت دون تدخل بشري مباشر" (بوسنة ومراح، 2021، صفحة 245). وفي المجال العمراني، "تُستخدم هذه التقنيات لجمع بيانات دقيقة حول استهلاك الطاقة، مستويات التلوث، وحالة حركة المرور، مما يسمح بتحويل المدينة إلى "كائن رقمي" يستجيب للاحتياجات في الوقت الفعلي" (بن عزة، 2020، صفحة 112).

والمكونات الأساسية لتقنيات IoT:

طبقة الإدراك (Perception Layer): وتشمل الحساسات (Sensors) التي تقوم بجمع البيانات.

طبقة الشبكة (Network Layer): المسؤولة عن نقل البيانات (Wi-Fi, ZigBee, LoRaWAN, 5G).

طبقة المعالجة (Middleware Layer): حيث يتم تخزين وتحليل البيانات (Cloud Computing).

طبقة التطبيقات (Application

2.2ـ الاستشعار الذكي:

"يُعرف الاستشعار الذكي بأنه دمج لمجموعة من الحساسات مع وحدات معالجة دقيقة، تسمح ليس فقط بجمع البيانات الفيزيائية (كالحرارة، الضغط، والتدفق)، بل بتحليلها الأولي واتخاذ قرارات فورية، مما يقلل من حجم البيانات المرسلة ويزيد من سرعة استجابة الأنظمة الحضرية" (بن دحمان، 2022، ص 89). وفي تسيير المدن،" يُستخدم الاستشعار الذكي لمراقبة سلامة الهياكل العمرانية (Bridges & Buildings) واكتشاف التسربات في الشبكات الباطنية بدقة عالية" (قادة، 2021، ص 142).

3.2ـ البيانات اللحظية:

" تُعرف البيانات اللحظية بأنها المعلومات التي يتم تجميعها، معالجتها، وإيصالها في نفس وقت حدوث الظاهرة، مما يسمح للمسيرين بالاستجابة الفورية للمتغيرات الحضرية" (زغوان، 2023، ص 74). وفي سياق المدن الذكية الجزائرية، "تمثل هذه البيانات المادة الخام التي تغذي "لوحات القيادة الحضرية" لمراقبة حركة المرور، استهلاك المياه، والحرائق، مما يحول المدينة إلى نظام ديناميكي يتفاعل مع الأحداث فور وقوعها" (لعرابة، 2021، ص 118).

حيث تكتسب هذه البيانات أهميتها من خلال:

1. **الاستجابة الفورية** :إرسال إشارات من الحساسات حول منسوب المياه أو وجود انسداد في ثوانٍ معدودة.
2. **التغذية الراجعة المستمرة** :تحديث الخرائط الرقمية (GIS) بشكل ديناميكي يعكس الحالة الراهنة للميدان.

3. **الدقة في التنبؤ** :تسمح هذه البيانات للخوارزميات بتقدير سرعة تفاقم الخطر (مثل سرعة ارتفاع مياه الأمطار) لاتخاذ قرار الإخلاء أو التدخل قبل وصولها لمرحلة الحرجة.

4.2 ـ نظم المعلومات الجغرافية:

"هي منظومة متكاملة تتكون من (العتاد، البرمجيات، البيانات، والعنصر البشري) تهدف إلى تجميع، تخزين، معالجة، وتحليل البيانات ذات المرجعية المكانية حيث تسمح هذه النظم بدمج بيانات الاستشعار عن بعد (Remote Sensing) مع البيانات الطبوغرافية للمدينة لتحديد نقاط الضعف (مثل البالوعات المعرضة للانسداد) ورسم خرائط الهشاشة والخطورة في الوقت الحقيقي, حيث تُستخدم هذه النظم كقاعدة بيانات رقمية موحدة تدمج بين طبقات المدينة المختلفة (مثل شبكات قنوات الصرف، والنسيج العمراني) لتسهيل الرقابة التقنية والتوسع الحضري المدروس" (سعداوي، 2020، ص 12).

ويتمثل دور (GIS) في التسيير الحضري الذكي:

- **تسيير الشبكات الباطنية** :تحديد مواقع الأعطاب في شبكات المياه والغاز بدقة متناهية وسرعة قياسية.
- **التخطيط العمراني**" :محاكاة التوسع السكاني واختيار المواقع الأمثل للمرافق العمومية بناءً على المعايير الجغرافية" (سعداوي، 2020، ص15).
- **تحليل المخاطر** :رسم خرائط اليقظة للمناطق المعرضة للفيضانات أو الانزلاقات الأرضية في الوسط الحضري.

3ـ التسيير الذكي ونماذج صناعة القرار الرقمي:

1.3ـ التسيير الذكي:

"يُعرف التسيير الذكي بأنه عملية إدارة المدن عبر استخدام الأنظمة المعلوماتية المتكاملة، حيث يتم جمع البيانات من مختلف المرافق (مثل شبكات المياه، الكهرباء، والنفايات) ومعالجتها لاتخاذ قرارات استباقية تضمن استمرارية الخدمة وتحسين أداء المرفق العام" (صياد، 2022، ص 154). "كما يعتمد هذا النمط من التسيير على "الرقمنة الشاملة" لربط الإدارة بالمواطن، مما يسمح بمراقبة الأعطاب والتدخل الفوري عبر منصات تقنية ذكية" (بوعنان وشلابي، 2020، ص208)

2.3ـ الحوكمة الرقمية:

"تعرف الحوكمة الرقمية بأنها إعادة صياغة العلاقة بين الإدارة المحلية والمواطن من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات لتقديم الخدمات العمومية بكفاءة، وتفعيل مبدأ الرقابة والشفافية في تسيير الشأن العام" (عطوي، 2022، ص 74). "وفي الجزائر، تهدف الحوكمة الرقمية إلى "عصرنة" الإدارة المحلية لتقليل البيروقراطية،

وتسهيل التدفق المعلوماتي بين مختلف المصالح التقنية (مثل العمران والتعمير) وبين المواطنين لضمان استجابة أسرع للمشاكل الحضرية " (بن خليفة، 2021، ص 190).

ومن أبعاد الحوكمة الرقمية في تسيير المدن:

- **الإدارة الإلكترونية** :تحويل المعاملات الورقية (مثل استخراج رخص البناء) إلى معاملات رقمية ذكية.
- **الديمقراطية الإلكترونية** :إشراك السكان في تقييم جودة الخدمات واقتراح مشاريع عمرانية عبر منصات تفاعلية.
- "**البيانات المفتوحة** :**(Open Data)** إتاحة المعلومات الحضرية للمخططين والباحثين لتعزيز الابتكار في إيجاد حلول للمدينة " (عطوي، 2022، ص 78).

3.3ـ المنصة الرقمية:

"تُعرف المنصة الرقمية بأنها فضاء افتراضي متكامل يعتمد على الحوسبة السحابية لربط مختلف الفاعلين في المدينة (إدارة، مواطن، متعاملين اقتصاديين)، وتسمح بتجميع البيانات الضخمة ومعالجتها لتسهيل الوصول إلى الخدمات العمومية وتنسيق العمليات الميدانية" (حيمر، 2023، ص 14). وفي الجزائر، "تُعتبر المنصات الرقمية الأداة التنفيذية لـ "الجزائر الرقمية"، حيث تهدف إلى كسر العزلة بين المصالح التقنية وتوفير "نافذة موحدة" للمواطن تضمن سرعة وشفافية المعاملات الحضرية" (بوقفة، 2022، ص 205) حيث تعمل المنصة الرقمية كواجهة ذكية لاستقبال البيانات من مستشعرات IoT وتحليلها، ثم عرضها في شكل تقارير ذكية أو خرائط تفاعلية تساعد في اتخاذ القرار وتسيير المشاريع".

ومن أهم وظائف المنصات الرقمية في العمران الذكي:

- **مركزية البيانات** :تجميع تدفقات البيانات من الحساسات (IoT) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في واجهة واحدة.
- **التفاعل اللحظي** :تمكين المواطنين من التبليغ عن الأعطاب الحضرية (مثل تسرب مياه أو إنارة معطلة) ومتابعة معالجتها آنياً.
- "**دعم القرار** :تزويد المخططين بلوحات قيادة (Dashboards) تعرض مؤشرات أداء المدينة في الوقت الفعلي" (حيمر، 2023، ص 18).

4.3ـ التوأمة الرقمية:

"تُعرف التوأمة الرقمية بأنها تمثيل رقمي ديناميكي للمنشآت الحضرية والبنية التحتية، تعتمد على الربط اللحظي بين الواقع الفيزيائي والنموذج الافتراضي عبر تدفق مستمر للبيانات من الحساسات، مما يسمح بمحاكاة سلوك المدينة والتنبؤ بالأعطال أو الكوارث قبل وقوعها " (سليماني، 2023، ص 112). "وهي عبارة عن استراتيجية وقائية تعتمد على على تبني نهج وقائي يدمج بين الرقمنة ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالمخاطر الكبرى مثل الفيضانات والانسدادات قبل وقوعها. ويمثل هذا التوجه الانتقال من "التسيير العلاجي" القائم على رد الفعل وإصلاح الأعطاب، إلى "التسيير التنبئي" الذي يهدف إلى منع وقوع العطب أصلاً، مما يساهم في عقلنة النفقات العمومية وحماية الأرواح والممتلكات وفقاً لمبادئ المدينة المستدامة" (قادة، 2021، ص148).

كما" تتيح هذه الأدوات الرقمية نمذجة السيناريوهات المحتملة وتحديد "النقاط السوداء" في المدينة بدقة، مما يرفع من جاهزية المصالح التقنية للتدخل قبل تأزم الوضع" (لعرابة، 2021، ص 122).

حيث تكمن أهمية التوأمة الرقمية في:

1. **المحاكاة :(Simulation)** الركيزة الأساسية التي يقوم عليها الجانب "التنبئي"، فهي الأداة التي تسمح باختبار فاعلية "نظام رصد البالوعات" في بيئة افتراضية قبل تطبيقها أو وقوع الكارثة في الواقع
2. **التنبؤ بالأعطال** :التعرف على احتمالية انسداد البالوعة بناءً على مؤشرات الضغط أو المنسوب في النسخة الرقمية.
3. **الربط المكاني** :دمج البيانات الجغرافية (GIS) مع الحالة الفيزيائية للمرفق لإعطاء صورة بصرية ثلاثية الأبعاد للمسؤولين عن التسيير الحضري.

4ـ تسيير المخاطر الحضرية والاستراتيجيات الاستباقية:

1.4ـ الفياضانات الحضرية:

"تُعرف الفضانات الحضرية بأنها ظاهرة غمر المياه للمناطق المأهولة بالسكان نتيجة اختلال التوازن بين كمية التساقط وقدرة شبكات صرف مياه الأمطار على استيعابها، وتتفاقم هذه الظاهرة في المدن بسبب "الكتامة (Impermeability) " الناتجة عن التوسع الخرساني الذي يمنع تسرب المياه إلى التربة " (بوقرة، 2022، ص 88). "كما ترتبط هذه الفيضانات بظاهرة "السيول الجارفة" التي تنشأ في الأوعية العمرانية ذات التضاريس المنحدرة، مما يؤدي إلى خسائر مادية وبشرية معتبرة " (حمادي، 2020، ص 115)

ومن أسباب تفاقم الفيضانات في المدن الجزائرية:

التوسع العمراني العشوائي :البناء في بطون الأودية أو في مناطق منخفضة معرضة للأخطار.

"**تدهور شبكات الصرف** :ضيق قطر القنوات القديمة أو انسدادها بالنفايات الصلبة" (بوقرة، 2022، ص 90).

ظاهرة الجزر الحرارية :التي تؤدي إلى زيادة حدة العواصف الرعدية الفجائية فوق المدن.

2.4ـ تسيير المخاطر الحضرية:

" يُعرف تسيير المخاطر الحضرية بأنه نهج شامل يعتمد على تحليل نقاط الضعف في النسيج العمراني وتقييم احتمالات وقوع الأخطار (مثل الزلازل، الفيضانات، والحرائق) بهدف وضع خطط وقائية وعملياتية تضمن حماية السكان والبنية التحتية (مناصرية، 2021، صفحة 62).

ومن اهم مراحل تسيير المخاطر:

- **التشخيص** :تحديد بؤر الخطر (مثل مناطق تجمع مياه الأمطار).
- **الوقاية** :إجراءات تمنع وقوع الخطر (مثل تصميم شبكات صرف كافية).
- **التخفيف** :إجراءات لتقليل الآثار في حال وقوع الخطر.
- **المرونة** :القدرة على العود للحالة الطبيعية بسرعة.
- مع ضرورة دمج أدوات الرقمنة والذكاء الاصطناعي لضمان سرعة الاستجابة (قادة، 2021، صفحة 138)

3.4ـ التدخل الاستباقي:

"يُعرف التدخل الاستباقي في الوسط الحضري بأنه مجموعة من الإجراءات التقنية والإدارية المتخذة بناءً على تحليل البيانات التنبؤية، بهدف تحييد مصدر الخطر أو التقليل من حدته قبل أن يتحول إلى كارثة" (علاوي، 2023، ص 44). في المدن الذكية الجزائرية، "يتجسد هذا التدخل من خلال الربط بين أنظمة الاستشعار اللحظية ومنصات اتخاذ القرار، حيث يتم إطلاق عمليات الصيانة أو الإخلاء أو التوجيه بمجرد ظهور انحرافات في البيانات المسجلة، مما يضمن كفاءة أعلى في حماية الأرواح وتوفير التكاليف الموجهة للإصلاحات الكبرى" (لعرابة، 2021، ص 125).

5ـ الإطار التشريعي والمؤسساتي لإدارة المخاطر:

ــ القوانين المنظمة للوقاية من المخاطر الكبرى:

قانون 90/09 المؤرخ في 07 أفريل 1990 المعروف باسم قانون الولاية، الصادر عن الجريدة الرسمية العدد 15 والذي يشير على دور المجلس الشعبي الولائي في أخذ تدابير للوقاية من الكوارث والآفات الطبيعية ويتخذ الإجراءات ضد أخطار الفيضانات والجفاف وحماية التربة وإنجاز أشغال التهيئة والتطهير وتنقية مجاري المياه في حدودها الإقليمية (المادة66، الفصل الثالث).

. **قانون 90/29 المؤرخ في ديسمبر 1990** الصادر عن الجريدة الرسمية العدد 52، والمتعلق بأدوات التهيئة والتعمير، والذي يشير لشروط البناء والتهيئة للوقاية من الأخطار الطبيعية.

. **قانون 01/20 المؤرخ في 12 ديسمبر 2001**، المتعلق بتهيئة الإقليم والتنمية المستدامة، والذي يشير إلى حماية الأقاليم والسكان من الأخطار المرتبطة بالتقلبات الطبيعية (غضبان, سليم,2021,ص45)

قانون رقم 04-20 مؤرخ في 13 ذي القعدة عام 1425 الموافق 25 ديسمبر سنة 2004جاء هذا القانون ليعوض المقاربات التقليدية القائمة على الاستعجال فقط، حيث يرتكز على عشرة (10) مخاطر كبرى حددها المشرع الجزائري (مثل الزلازل، الفيضانات، الأخطار المناخية، الأخطار التكنولوجية، وغيرها). ويهدف إلى تحديد القواعد الأساسية للوقاية، وتدابير التدخل، وكيفيات تسيير الكوارث من خلال إدماج البعد الوقائي في مشاريع التعمير (الجمهورية الجزائرية، 2004، المادة 2).

المبادئ الأساسية التي أقرها القانون

- **مبدأ الوقاية** :إعطاء الأولوية لمنع وقوع الكارثة من خلال الدراسات التقنية والخرائطية قبل مباشرة أي توسع عمراني.
- **مبدأ الحيطة** :اتخاذ تدابير احترازية حتى في حالة غياب اليقين العلمي المطلق حول وقوع خطر ما.
- **مبدأ التسيير التشاركي** :إقحام المواطن والمجتمع المدني في الوعي بالمخاطر وتسييرها.
- **مخططات "أورساك :(ORSEC)** "تفعيل مخططات تنظيم الإسعافات وتنسيق مهام مختلف الفاعلين (الحماية المدنية، الجماعات المحلية، المصالح التقنية)

خلاصة

ان الأسس المعرفية للمدينة الذكية المرتكزة أساساً على **التسيير الذكي** للمرافق الحضرية، وقد سمح التناول المفاهيمي بتسليط الضوء على الدور المحوري لتقنيات **إنترنت الأشياء (IoT)** وأجهزة **الاستشعار الذكي** في تحويل شبكات صرف مياه الأمطار والبالوعات من بنى تحتية صلبة إلى أنظمة تفاعلية قادرة على الرصد اللحظي للواقع المكاني. ويصب هذا الترابط التقني مباشرة في خدمة **تسيير المخاطر الحضرية**، وعلى رأسها الفيضانات، من خلال توظيف **المنصة الرقمية** كأداة مركزية لمعالجة البيانات واتخاذ القرارات الاستباقية؛ مما يضمن الانتقال من أساليب الإدارة التقليدية إلى نموذج رقمي يكفل سرعة الاستجابة وفعالية الوقاية، ويعزز بالتالي من **المرونة الحضرية (Resilience)**وعقلنة الإنفاق العام.

وبالرغم من الإحاطة بمختلف الأبعاد التقنية والمصطلحات المفتاحية المرتبطة بموضوع الدراسة، إلا أن التشعب المعرفي لهذا المجال وتطوره المتسارع يجعل من الصعب الاستقصاء الشامل لجميع جوانبه، وهو ما يفتح آفاقاً مستمرة للبحث والتطوير بما يخدم أمن واستدامة البيئة العمرانية".

نستخلص أن الإحاطة بمفاهيم **العمران الذكي** والحوكمة الرقمية وتأصيلها علمياً يُعد خطوة أساسية لتعزيز كفاءة إدارة الفضاءات الحضرية المعاصرة، وتكمن أهمية هذه المنظومة المفاهيمية والتقنية المتكاملة في قدرتها على توفير أدوات حديثة ترفع من مرونة المدن، وتسهم في عقلنة النفقات العمومية، وتدعم صناعة القرار المحلي بناءً على معطيات دقيقة .

كما أن دمج هذه الأبعاد التكنولوجية مع الأطر القانونية والتشريعية يضمن صياغة استراتيجيات عمرانية متوازنة تتوافق مع التوجهات الحديثة للدولة نحو الرقمنة الشاملة

.

الفصل الثاني

مقدمة

1. لإطار التقني والهندسي لشبكات الصرف والبالوعات

2. الدور الوظيفي للبالوعات في الحماية من الفيضانات الحضرية

3. التصنيف التقني للبالوعات المعتمدة في التهيئة الحضرية محلياً

4 ـ المعايير الطبوغرافية والتوزيع المكاني للبالوعات في النسيج العمراني

5 ـ العوامل المؤدية لانسداد شبكات التصريف الصحي

6 ـ طرق التسيير والصيانة الكلاسيكة لشبكات التصريف الصحي

7 ـ الانعكاسات الحضرية والبيئية لتعطل عمل البالوعات

8 ـ المحدودية وقصور الأنظمة التقليدية في التدخل الاستباقي

خلاصة

مقدمة:

تُعد البنية التحتية لشبكات التطهير الحضري ركيزة أساسية في الهندسة البيئية والتهيئة العمرانية، نظراً لاضطلاعها بمهمة حيوية تتمثل في التحكم الهيدروليكي وإدارة التدفقات المائية لدرء مخاطر الفيضانات الحضرية وحماية المنشآت، وفي قلب هذه المنظومة، تبرز البالوعات كحلقة هيدروليكية أولى وخط دفاع أساسي يعمل على الالتقاط السريع للجريان السطحي وحماية الشبكات التحت أرضية من الانسداد وتنظيم التدفق يسلط هذا الفصل الضوء على الإطار التقني والهندسي لهذه المنشآت الحيوية، مستعرضاً أنظمة التطهير الرئيسية، والتصنيفات التقنية للبالوعات، إلى جانب المعايير الطبوغرافية والتنظيمية التي تحكم توزيعها داخل النسيج العمراني، كما يغوص في تشخيص التحديات التشغيلية الكبرى المتمثلة في العوامل الطبيعية، والبشرية، والتقنية المؤدية لانسدادها ، مبرزاً فداحة الانعكاسات الحضرية والبيئية المترتبة عن فشلها، كشلل البنية التحتية للمواصلات وتلف شبكات الطرق ، كما يجب تقييم طرق التسيير والصيانة الكلاسيكية، مسلطاً الضوء على قصورها ومحدوديتها في التدخل الاستباقي للتعامل مع الأزمات الفجائية.

1. لإطار التقني والهندسي لشبكات الصرف والبالوعات:

تُعد البنية التحتية لشبكات التطهير الحضري ركيزة أساسية في الهندسة البيئية والتهيئة العمرانية، حيث تضطلع بمهمة التحكم الهيدروليكي في مختلف التدفقات المائية داخل الأنسجة الحضرية. وتتجلى الوظيفة التقنية لهذه الأنظمة في التجميع الآمن والنقل الفعال للمياه المستعملة لتوجيهها نحو محطات المعالجة، بالتوازي مع الإدارة الهيدروليكية لمياه الجريان السطحي الناتجة عن التساقطات المطرية لدرء مخاطر الفيضانات الحضرية وحماية المنشآت. ونظراً للتباين الكبير في الخصائص الكمية (تذبذب حجم التدفقات) والنوعية (مستويات التلوث والترسبات) بين مياه الأمطار والمياه المستعملة، يخضع التصميم الهندسي لشبكات الصرف لمعايير هيدروليكية وتقنية دقيقة تحدد آلية الفصل أو الدمج بين هذين المكونين، وذلك وفقاً للمحددات الطبوغرافية، المناخية، والاقتصادية للمجال المدروس. وفي هذا السياق، تُشكل البالوعات الحلقة الهيدروليكية الأولى والمنفذ السطحي المباشر لهذه الشبكات، حيث تعمل كنقاط التقاط حيوية تستوعب مياه الجريان السطحي وتوجهها نحو القنوات الرئيسية، مما يجعل حالتها وكفاءتها التشغيلية المعيار الأول لنجاح المنظومة بأكملها في تصريف المياه ودرء الخطر

1.1. أنظمة التطهير الرئيسية:

تُعد شبكات التطهير من الركائز الأساسية للبنية التحتية في المدن الحديثة، حيث تهدف إلى حماية الصحة العامة والبيئة من خلال إدارة وتصريف التدفقات المائية الناتجة عن الأنشطة البشرية أو العوامل الطبيعية. وتتنوع هذه التدفقات بشكل رئيسي بين المياه المستعملة (المنزلية والصناعية) التي تتطلب معالجة دقيقة، ومياه الأمطار والجريان السطحي التي تتميز بتدفقات فجائية وضخمة.

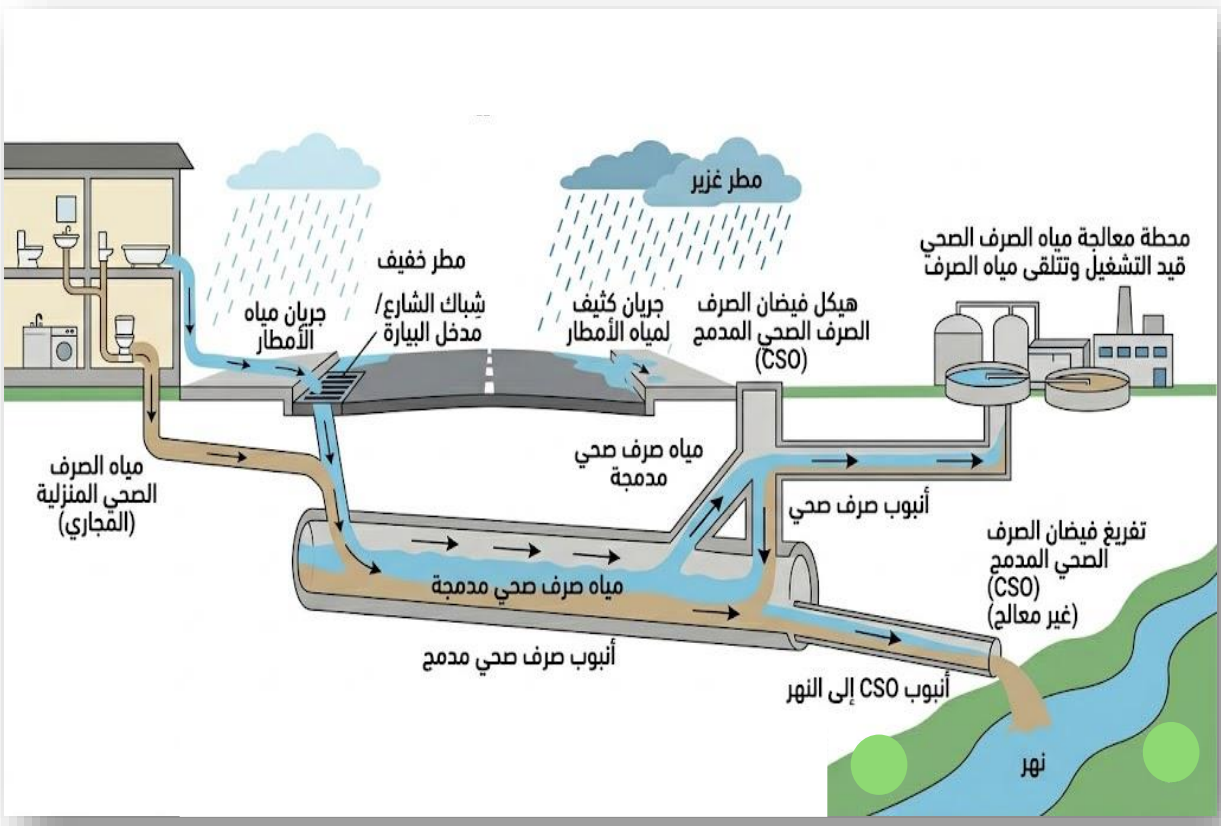
وللتعامل مع هذه التدفقات بكفاءة واقتصادية، تعتمد الهندسة الحضرية على ثلاثة أنظمة رئيسية لتصريف وتطهير المياه، يختلف كل منها في تصميمه الهيدروليكي وآلية فصل أو دمج المياه، وهي :النظام الموحد، النظام المنفصل، والنظام شبه المنفصل.

تُصنف أنظمة التطهير الحضري بشكل أساسي بناءً على كيفية التعامل مع تصريف المياه:

أ) النظام الموحد:

يُعرف النظام الموحد في شبكات التطهير الحضري بأنه بنية تحتية هيدروليكية تعتمد على شبكة وقناة تجميع رئيسية مشتركة لنقل وتوجيه كل من المياه المستعملة (المنزلية والصناعية) ومياه الجريان السطحي (الأمطار) معاً نحو محطة معالجة المياه لتنقيتها، ونظراً للتفاوت الكبير في حجم التدفقات بين فترات الجفاف وأوقات التساقط الغزير، يعتمد هذا النظام في تصميمه الهندسي على منشآت ملحقة ضرورية، أبرزها مفيضات العواصف التي تعمل كمنافذ أمان لتخفيف الضغط عن الشبكة وتفريغ الفائض المائي مباشرة في الوسط الطبيعي عند بلوغ الذروة لتجنب ارتداد المياه وحدوث فيضانات حضرية، بالإضافة إلى التجهيز الإلزامي للبالوعات بحواجز مائية لمنع تصاعد الروائح والغازات من داخل القنوات المشتركة.

الشكل (رقم01): يوضح نظام الصرف الموحد

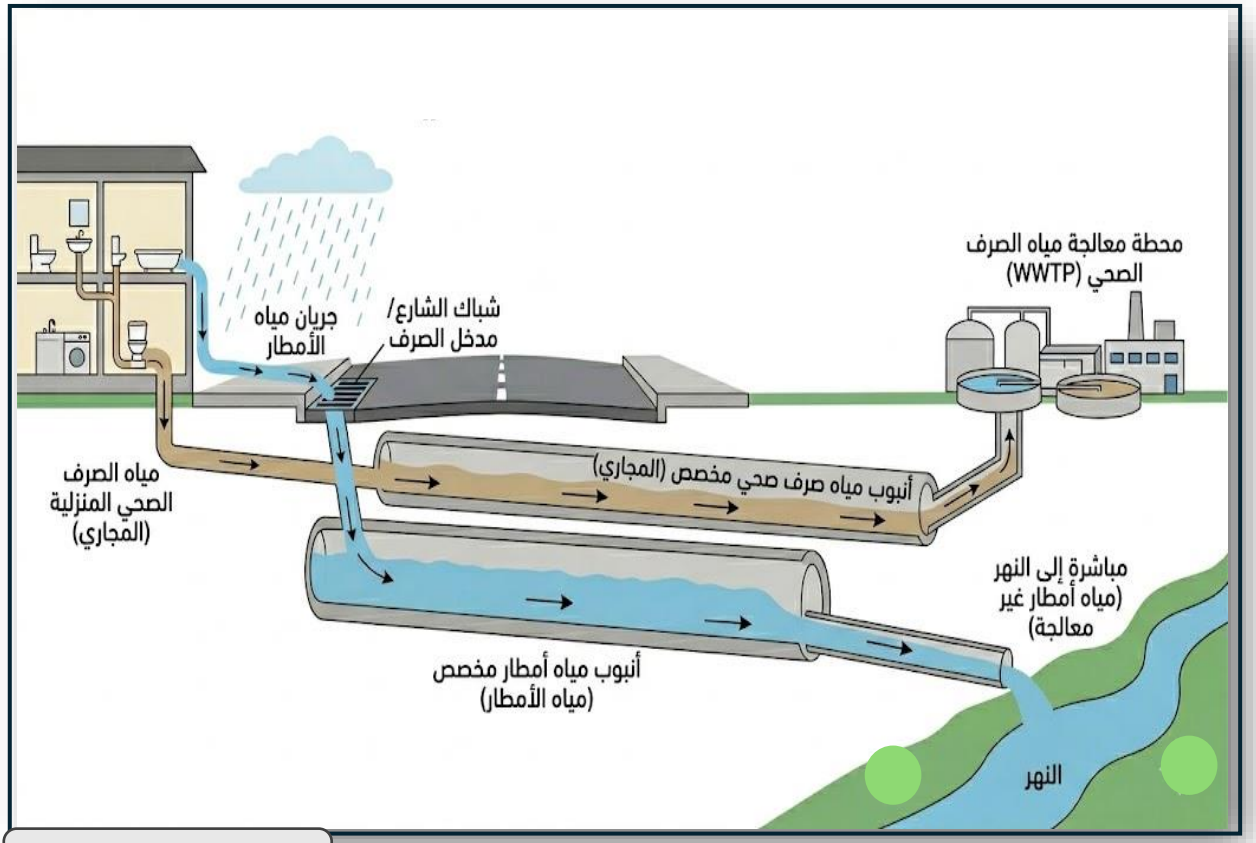


من اعداد الباحثين 2026

ب) النظام المنفصل:

يعتمد النظام المنفصل في التطهير الحضري على ازدواجية البنية التحتية، حيث يتكون من شبكتين مستقلتين تماماً من الناحية الهيدروليكية والوظيفية. تُخصص الشبكة الأولى لجمع ونقل المياه المستعملة وتوجيهها حصرياً نحو محطة المعالجة لتنقيتها، بينما تُخصص الشبكة الثانية لاستقطاب وتصريف مياه الجريان السطحي والأمطار عبر البالوعات لتُطرح مباشرة في الأوساط الطبيعية نظراً لاعتبارها غير ملوثة نسبياً. يتيح هذا الفصل حماية محطات المعالجة من الاضطرابات الناتجة عن التدفقات الفجائية الكبيرة، ويجعل دور البالوعات مقتصراً ومباشراً على شبكة الأمطار، مما يؤكد على الأهمية البالغة لإبقائها سالكة ومراقبتها لتجنب ركود المياه وتشكل الفيضانات الحضرية.

الشكل (رقم02): يوضح نظام الصرف المنفصل

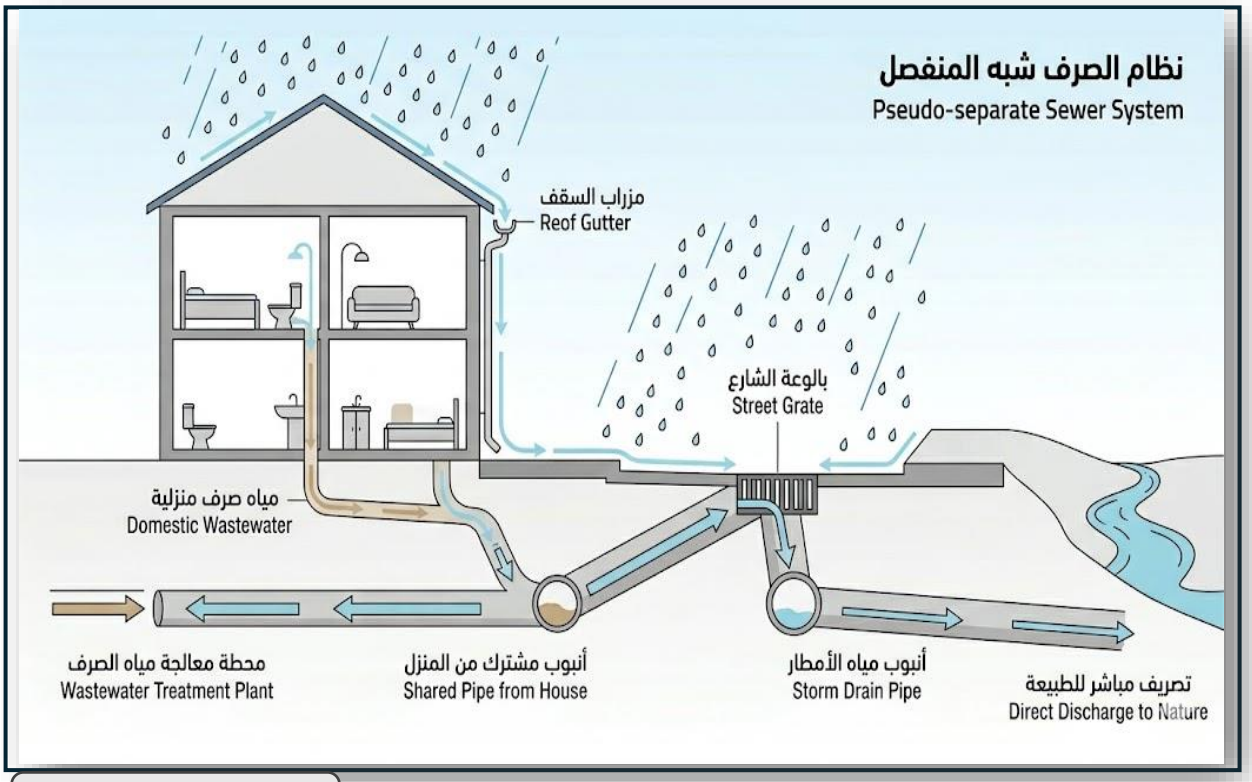


من اعداد الباحثين 2026

جـ) النظام شبه المنفصل:

يُعتبر النظام شبه المنفصل حلاً هندسياً هجيناً يجمع بين خصائص النظامين الموحد والمنفصل، حيث يعتمد على توجيه المياه المستعملة وجزء محدد من مياه الأمطار وتحديداً تلك الاتية من أسطح المباني والساحات الخاصة أو الداخلية نحو شبكة تجميع مشتركة تنقلها إلى محطة المعالجة، وفي المقابل، يتم استقطاب وتصريف مياه الجريان السطحي الناتجة عن الأمطار الهاطلة على شبكة الطرقات والساحات العامة والمساحات الحضرية المفتوحة عبر شبكة سطحية أو تحت أرضية مستقلة ومخصصة حصرياً لهذا الغرض، لتُطرح مباشرة في الأوساط الطبيعية، يهدف هذا التصميم إلى تقليل الحجم الإجمالي للمياه المتدفقة نحو محطات المعالجة مقارنة بالنظام الموحد، مع تسهيل عملية الربط التقني للمباني وتقليص تكاليف ازدواجية الأنابيب داخل الملكيات الخاصة

الشكل (رقم03): يوضح نظام الصرف شبه المنفصل



من اعداد الباحثين 2026

2.1 ـ البالوعات:

أ) مفهوم البالوعات:

تُعرف البالوعة الحضرية بأنها منشأة تقنية سطحية تهدف إلى التقاط مياه الأمطار وتوجيهها نحو شبكة التطهير التحتية، وهي تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية: غطاء خارجي مزود بفتحات (شبكة معدنية)، حوض سفلي يعمل على تهدئة تدفق المياه وترسيب العوالق الثقيلة، وأنبوب مائل يربط هذه المنشأة بالمجمع الرئيسي للشبكة (بن عيسى، 2018، ص 145) وتكمن الوظيفة الأساسية للبالوعة في الحفاظ على جفاف الطرقات ومنع تشكل البرك المائية التي تعيق حركة التنقل وتؤدي إلى تدهور الطبقة الإسفلتية (حمّود، 2015، ص 88)

2. الدور الوظيفي للبالوعات في الحماية من الفيضانات الحضرية:

الدور الوظيفي للبالوعات في الحماية من الفيضانات الحضرية في ثلاث آليات رئيسية:

2ـ1. التقاط الجريان السطحي:

تلعب البالوعات دوراً محورياً بصفتها خط الدفاع الأول في استراتيجية الحماية من الفيضانات الحضرية، حيث تتمثل وظيفتها الأساسية في **التقاط الجريان السطحي** المباشر، حيث تعمل هذه المنشآت الهيدروليكية على سحب وتصريف المياه من أسطح الطرقات والأرصفة بأقصى سرعة ممكنة، مما يحول دون تراكمها وتحولها إلى برك مائية ضخمة قد تؤدي إلى شلل حركة المرور، أو تغلغلها إلى أقبية المباني والمساحات التحت أرضية المجاورة، إن كفاءة البالوعة في هذه المرحلة هي التي تحدد مدى قدرة النسيج العمراني على استيعاب الصدمات المطرية الفجائية وتقليل حجم الأضرار المادية الناتجة عن الفيضانات المحلية.

2ـ2. حماية الشبكة من الانسداد:

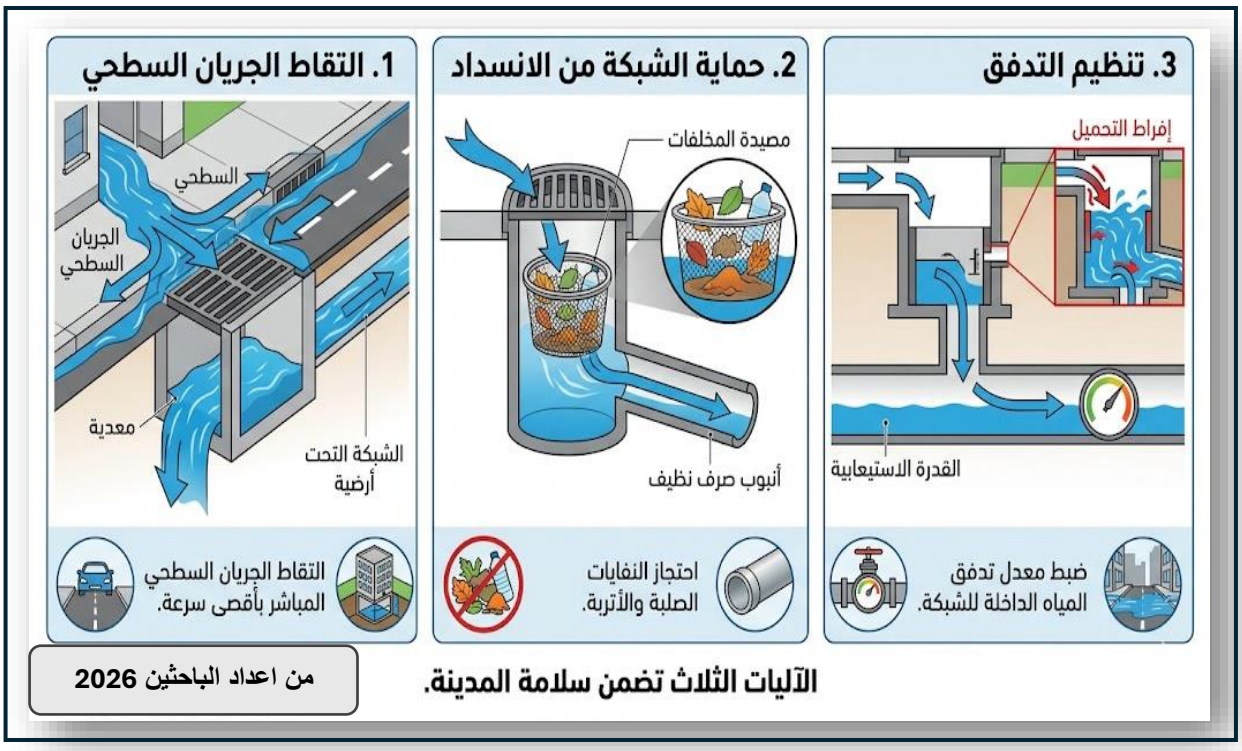
تعمل البالوعات كصمام أمان تقني يضمن **حماية الشبكة التحت أرضية من الانسداد**، حيث تضطلع بمهمة ميكانيكية حيوية تتمثل في احتجاز النفايات الصلبة، وأوراق الأشجار، والأتربة، ومنع تسربها إلى قنوات الصرف الرئيسية، حيث يضمن هذا الدور الوقائي بقاء القنوات سالكة ويحافظ على قدرتها الاستيعابية الهيدروليكية، خاصة وأن انسداد الأنابيب الكبرى يُعد أحد

الأسباب الجوهرية التي تؤدي إلى ظاهرة ارتداد المياه وتراكمها السريع في الشوارع، مما يتسبب في وقوع فيضانات حضرية مفاجئة.

3.2. تنظيم التدفق :

تؤدي البالوعات دوراً استراتيجياً في **تنظيم التدفق الهيدروليكي** داخل المنظومة الحضرية، حيث تعمل كبوابات تحكم ذكية تضبط الموازنة بين المياه السطحية والقدرة الاستيعابية للشبكة التحت أرضية، إن السعة الهندسية الدقيقة لفتحات البالوعة ومقاطعها العرضية هي التي تحدد كمية "وسرعة المياه المسموح بمرورها، مما يحمي الشبكة ومحطات الضخ من ظاهرة "التحميل الزائد الفجائية ، هذا التنظيم الفيزيائي يضمن توزيع الضغط الهيدروليكي بشكل متوازن ويمنع انفجار القنوات أو ارتداد المياه في النقاط المنخفضة، مما يعزز من كفاءة النظام في تسيير الأزمات المطرية الحادة.

الشكل (04): مقطع هندسي لدور البالوعات



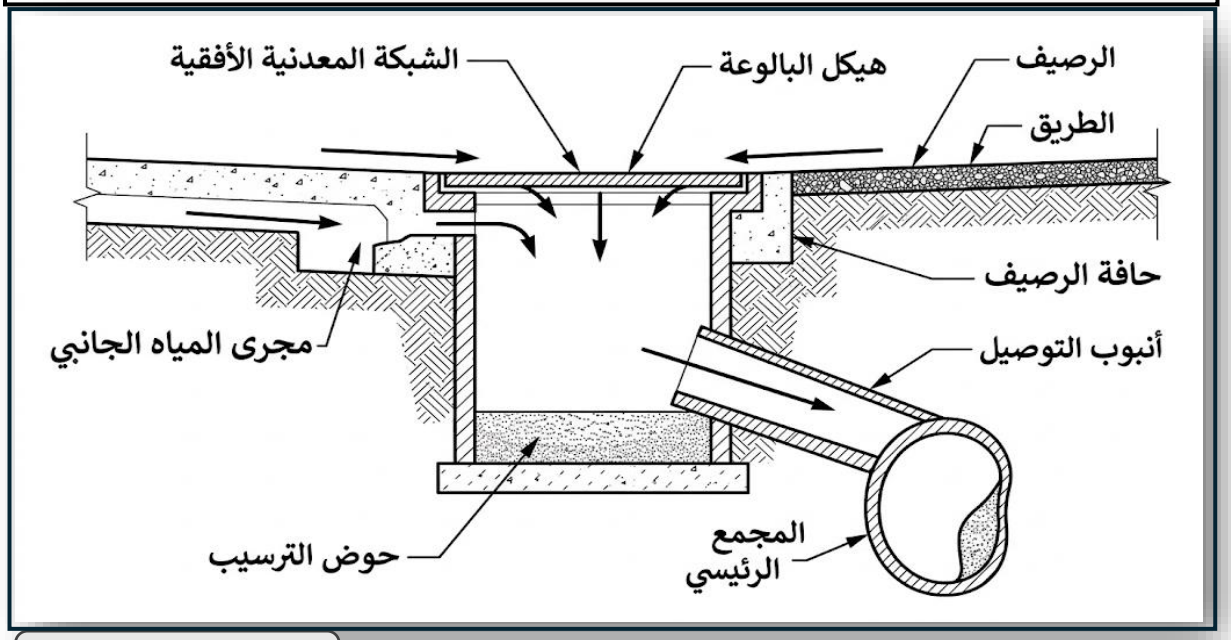
3. التصنيف التقني للبالوعات المعتمدة في التهيئة الحضرية محلياً:

"إن اختيار نمط البالوعة في مخططات التهيئة الحضرية وعمليات الصرف السطحي لا يعد إجراءً تكميلياً، بل هو قرار هندسي يستند إلى محددات طبوغرافية وهيدروليكية دقيقة، فالتصنيف التقني لهذه المنشآت يتحدد بناءً على قدرتها الوظيفية في تحقيق توازن حرج بين كفاءة الامتصاص وبين مقاومة الانسداد وتخضع عملية المفاضلة بين هذه الأنواع محلياً لمجموعة من العوامل الموضوعية، أبرزها :الميل الطولي للطريق الذي يحدد سرعة تدفق المياه، والموقع الجغرافي للمنشأة (سواء كانت في نقاط منخفضة أو على منحدرات)، بالإضافة إلى طبيعة المخلفات الحضرية السائدة في المنطقة، وتتحدد الفعالية الهيدروليكية للبالوعة بمدى قدرتها على تقليص "الجريان العابر"، وهو الجزء من المياه الذي يفشل النظام في استيعابه ويستمر في الجريان السطحي مسبباً مخاطر الغمر، وبناءً على هذه المعايير التقنية والأدلة المرجعية لوزارة الموارد المائية، يتم تصنيف البالوعات المعتمدة في الأوساط الحضرية إلى ثلاثة أنماط رئيسية: (وزارة الموارد المائية، 2010، صفحة 22)

3-1- البالوعات ذات الشبكة الأفقية:

تُثبت هذه البالوعات بشكل مسطح في مستوى سطح الطريق، وعادة ما تكون في مجاري المياه المحاذية للأرصفة، تمتاز بقدرة عالية جداً على سحب المياه بفضل مساحة الامتصاص الكبيرة التي توفرها الفتحات الطولية للشبكة المعدنية وتعد الأكثر عرضة للانسداد السريع، حيث تنجرف النفايات المسطحة مثل الأكياس البلاستيكية وأوراق الأشجار لتستقر مباشرة فوقها، مما يؤدي إلى غلق مسامها بالكامل في وقت قصير.

الشكل (05): مقطع هندسي لمكونات البالوعة ذات الشبكة الأفقية



من اعداد الباحثين 2026

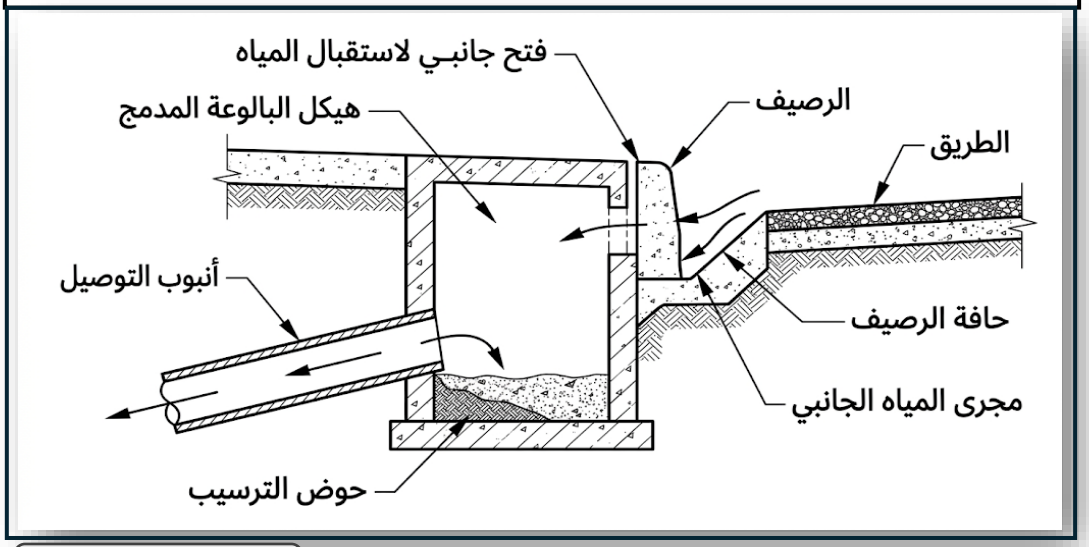
الصورة (01): لبالوعة ذات الشبكة الأفقية

/https://www.istockphoto.com

3-2ـ البالوعات الجانبية (فتحات الرصيف):

تتميز هذه المنشأة بأن فتحة استقبال المياه تكون عمودية ومدمجة مباشرة في حافة الرصيف، دون وجود أي فتحات على سطح الإسفلت، حيث توفر حماية أكبر ضد الانسداد الناتج عن النفايات الورقية والمسطحة التي تنجرف مع الماء، كما أنها لا تمثل أي عائق لحركة الدراجات أو المركبات، تضعف كفاءتها في امتصاص المياه عندما يكون تدفق المياه سريعاً جداً أو عندما يكون ميل الطريق حاداً، حيث قد تتجاوز المياه الفتحة الجانبية وتستمر في الجريان على الطريق.

الشكل (06): مقطع هندسي لمكونات البالوعة الجانبية



من اعداد الباحثين 2026

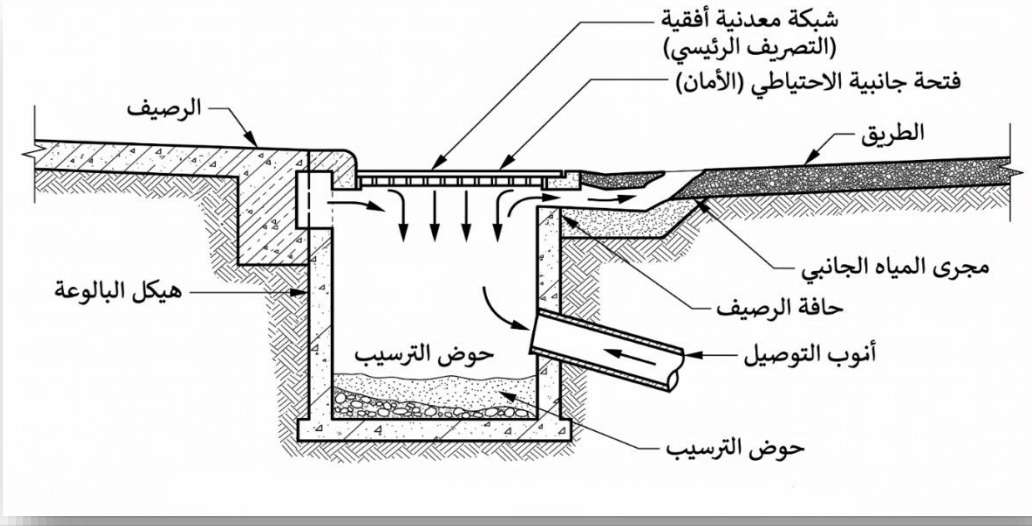
الصورة (02): لبالوعة ذات الشبكة الجانبية

https://www.istockphoto.com/

3-3- البالوعات المختلطة (المزدوجة):

يُعد هذا النوع الحل الهندسي الأكثر أماناً، حيث يجمع في تصميمه بين الشبكة الأفقية والفتحة الجانبية في آن واحد، حيث توفر "نظام أمان مزدوج"؛ ففي حال انسداد الشبكة الأفقية بالنفايات، يرتفع منسوب المياه ليصل إلى الفتحة الجانبية التي تضمن استمرار عملية التصريف، مما يقلل بشكل كبير من احتمالية حدوث فيضانات مفاجئة في المواقع الحرجة.

الشكل (07): مقطع هندسي لمكونات البالوعة المختلطة



من اعداد الباحثين 2026

الصورة (03): لبالوعة ذات الشبكة الجانبية

https://freshdrainsltd.com/

4 ـ المعايير الطبوغرافية والتوزيع المكاني للبالوعات في النسيج العمراني:

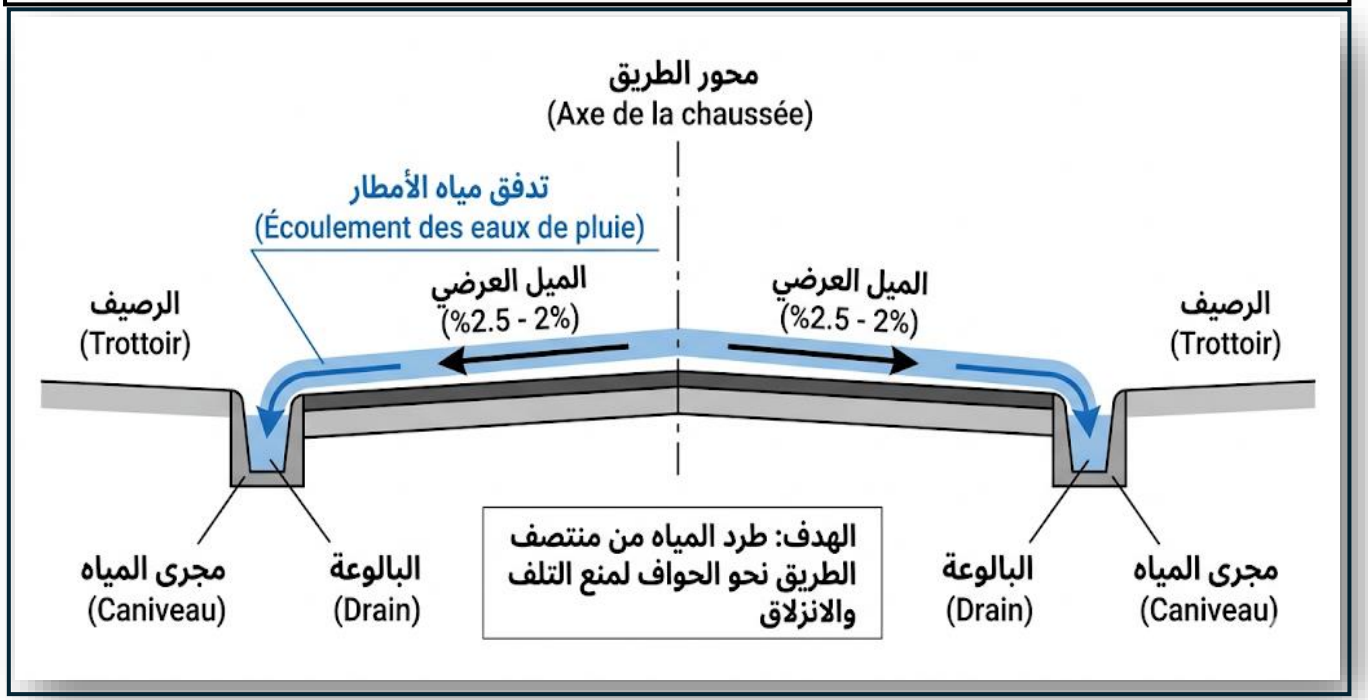
1.4. تأثير المعايير الطبوغرافية (الميول الهندسية للطريق) :

تلعب طبوغرافيا المجال الحضري الدور الحاسم في تحديد "المسافة البينية" بين بالوعة وأخرى. وتتحكم في ذلك نوعان من الميول الهندسية التي تصمم بها الطرقات:

أ) الميل العرضي للطريق :

وهو الانحدار الذي يُعطى للمقطع العرضي للطريق (غالباً بنسبة تتراوح بين 2% إلى 2.5% في الطرق الجزائرية). وظيفته الأساسية هي طرد المياه من منتصف (محور) الإسفلت نحو الحواف مجرى المياه حيث تتواجد البالوعات

الشكل (08): مقطع عرضي يوضح تأثير الميل العرضي للطريق.



من اعداد الباحثين 2026

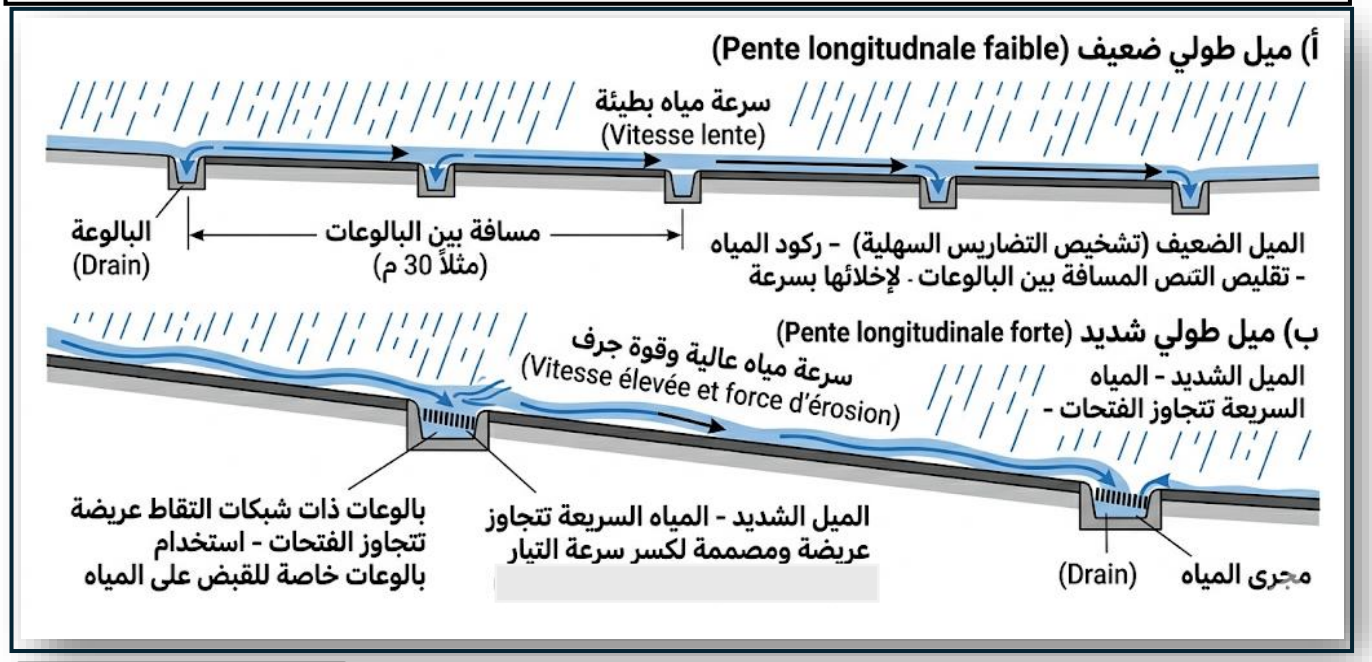
ب) الميل الطولي للطريق:

وهو انحدار الشارع على امتداد مساره، ويحدد سرعة جريان المياه.

في الطرق ذات الميل الطولي الضعيف أو شبه المنبسطة (والتي تميز التضاريس السهلية في العديد من المدن الجزائرية)، تكون سرعة المياه بطيئة مما يسهل ركودها وتراكمها. هنا، تفرض المعايير تقليص المسافة بين البالوعات (لتصبح مثلاً كل 30 متراً) لضمان سرعة إخلاء المياه.

أما في الطرق ذات الميل الشديد، تكتسب المياه سرعة وقوة جرف عالية. ورغم أن المياه لا تتراكم، إلا أن سرعتها قد تجعلها تتجاوز الفتحات دون أن تسقط فيها، مما يفرض استخدام بالوعات ذات شبكات التقاط عريضة ومصممة خصيصاً لكسر سرعة التيار.

الشكل (09): مقطع عرضي يوضح تأثير الميل الطولي للطريق.



من اعداد الباحثين 2026

2-4- المعايير التنظيمية لتوزيع البالوعات في مشاريع التهيئة الحضرية:

أ) المعايير التنظيمية:

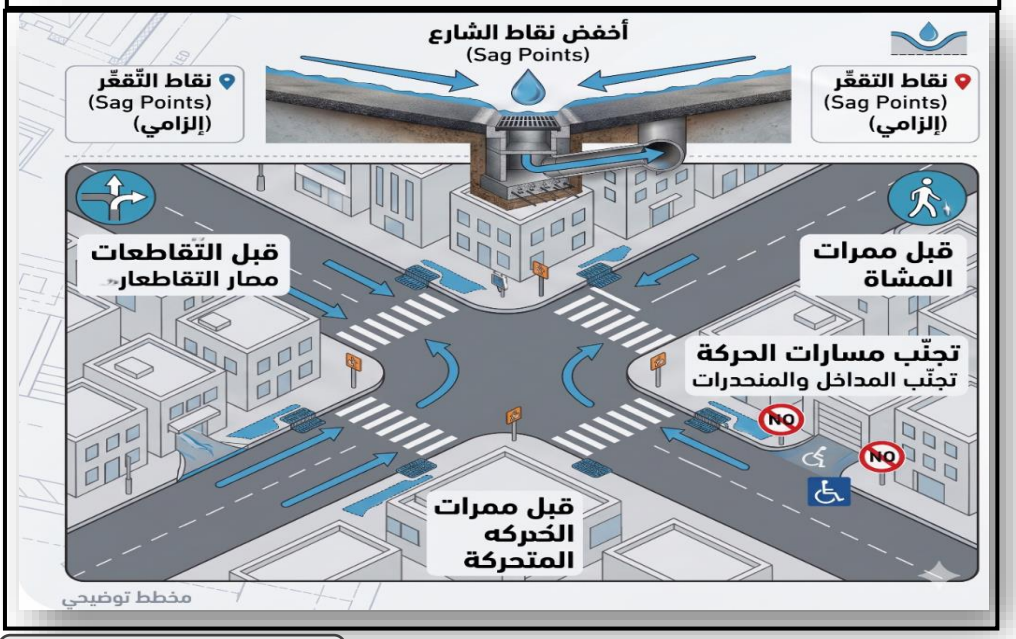
تستند مكاتب الدراسات العمرانية في الجزائر إلى توجيهات الوثائق التقنية التنظيمية (DTR) وتعليمات الديوان الوطني للتطهير (ONA) وتُحدد المسافة القصوى بين البالوعات في الشوارع المستقيمة المجهزة بأرصفة بحوالي 30 إلى 50 متراً كحد أقصى، كما يُشترط وضع بالوعة عند كل تغيير مفاجئ في اتجاه الطريق، وقبل مواقف الحافلات، لضمان عدم ترسب المياه في الأماكن التي تشهد حركية كثيفة للمواطنين (وزارة الموارد المائية، 2010، صفحة 28) حيث يتم اختيار مواقع البالوعات لمنع تراكم المياه في الأماكن الحساسة وحماية البنية التحتية في:

أخفض نقاط الشارع (Sag Points): توضع البالوعات وجوباً في نقاط التقعر الطبوغرافية حيث تتجمع المياه طبيعياً بفعل الجاذبية.

قبل التقاطعات وممرات المشاة: توضع البالوعات قبل وصول المياه إلى ممرات العبور لضمان بقائها جافة، وكذلك لمنع انتقال تدفق المياه من شارع إلى شارع آخر متقاطع معه.

تجنب مسارات الحركة: لا يُفضل وضعها أمام مداخل المنازل أو في زوايا الأرصفة المائلة المخصصة للكراسي المتحركة.

الشكل (10): لميل الطولي للطريق



من اعداد الباحثين 2026

ب) المعايير التوزيعية:

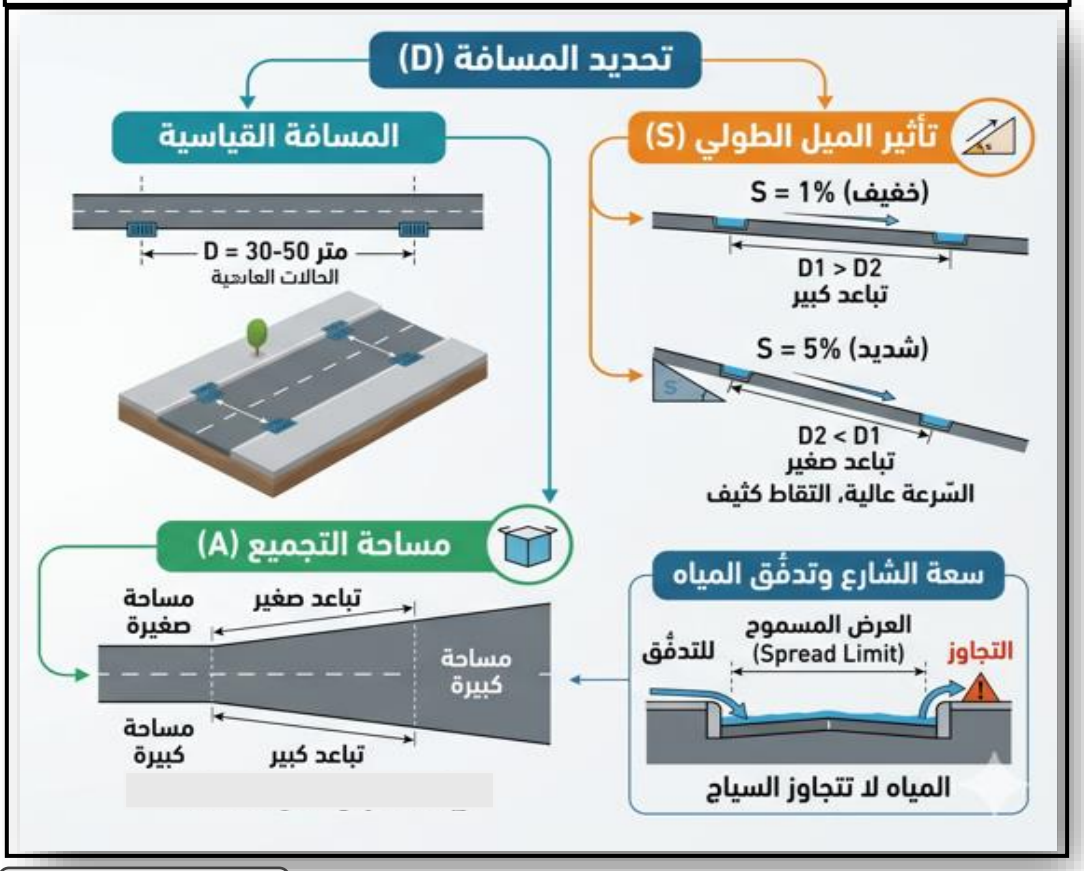
لا توزع البالوعات عشوائياً، بل تُحسب المسافة بين بالوعة وأخرى بناءً على قدرتها الاستيعابية:

المسافة القياسية :في الحالات العادية والشوارع المستقيمة، تتراوح المسافة بين البالوعات عادةً بين 30 إلى 50 متراً.

مساحة التجميع :كلما زاد عرض الشارع والمساحة السطحية التي تصب مياهها نحوه، احتجنا لتقليل المسافة بين البالوعات لعدم تجاوز سعة الشارع في احتواء المياه المتدفقة.

تأثير الانحدار الطولي :انحدار الطريق يلعب دوراً حاسماً في تحديد المسافات بين نقاط التقاط المياه.

الشكل (11): معايير توزيع البالوعات



من اعداد الباحثين 2026

5 ـ العوامل المؤدية لانسداد شبكات التصريف الصحي

إن كفاءة أي نظام لتصريف مياه الأمطار لا تعتمد حصرياً على جودة التصميم الهندسي الأولي أو سعة الأنابيب، بل ترتبط ارتباطاً وثيقاً بديمومة نظافة "أجهزة الالتقاط" (البالوعات)، يُعتبر الانسداد السطحي التحدي التشغيلي الأكبر الذي يواجه مسيري المدن، ويمكن تصنيف العوامل المؤدية إلى خروج البالوعات عن الخدمة إلى ثلاثة أصناف رئيسية:

1.5. العوامل الطبيعية والمناخية :

تتأثر البالوعات بشكل مباشر بالتغيرات الفصلية والخصائص الجغرافية للمدينة، وفي المدن ذات المناخ شبه الجاف التي تشهد تساقطات مطرية فجائية تبرز العوامل التالية:

أ) الانجراف السطحي للأتربة والرمال:

تحمل الرياح والمياه السطحية كميات هائلة من الأتربة من المساحات غير المعبدة نحو الطرقات تتراكم هذه الأتربة داخل حوض الترسيب الخاص بالبالوعة، ومع تبخر المياه، تتصلب لتشكل سدادة طينية تمنع مرور المياه نحو المجمع الرئيسي.

ب) المخلفات النباتية :

يمثل تساقط أوراق الأشجار، خاصة في فصل الخريف، أحد أسرع مسببات الانسداد، تتكدس الأوراق المبللة فوق الشبكات الأفقية للبالوعات لتشكل "طبقة كتيمة" ومسطحة تعزل فتحات التصريف تماماً، مما يؤدي إلى تشكل برك مائية ضخمة حتى مع كميات هطول متوسطة.

2-5. العوامل البشرية والنشاط الحضري:

من اهم العوامل البشرية والنشاط الحضري المؤدية الى انسداد شبكات التصريف الصحي (البالوعات):

أ) الرمي العشوائي للنفايات البلاستيكية:

الأكياس البلاستيكية، القارورات، والكرتون التي تُرمى في الفضاء العمومي تنجرف مع أول جريان للمياه لتستقر مباشرة فوق فتحات البالوعات، وهي الأخطر لأنها تغلق مسام الشبكة المعدنية بشكل فوري ومحكم.

ب) مخلفات ورشات البناء الحضرية:

من الظواهر الشائعة في مدننا ترك مواد البناء (كالرمل، الحصى، وبقايا الإسمنت) على حواف الأرصفة تنجرف هذه المواد الثقيلة مع مياه الأمطار إلى داخل البالوعات، مما يؤدي إلى تصلب الإسمنت داخل أنابيب التوصيل، وهو انسداد يتطلب تكسير المنشأة بالكامل لإصلاحه.

3-5العوامل التقنية والتسييرية:

وتتعلق بأخطاء الإدارة المحلية أو التدخلات العشوائية على مستوى شبكة الطرقات:

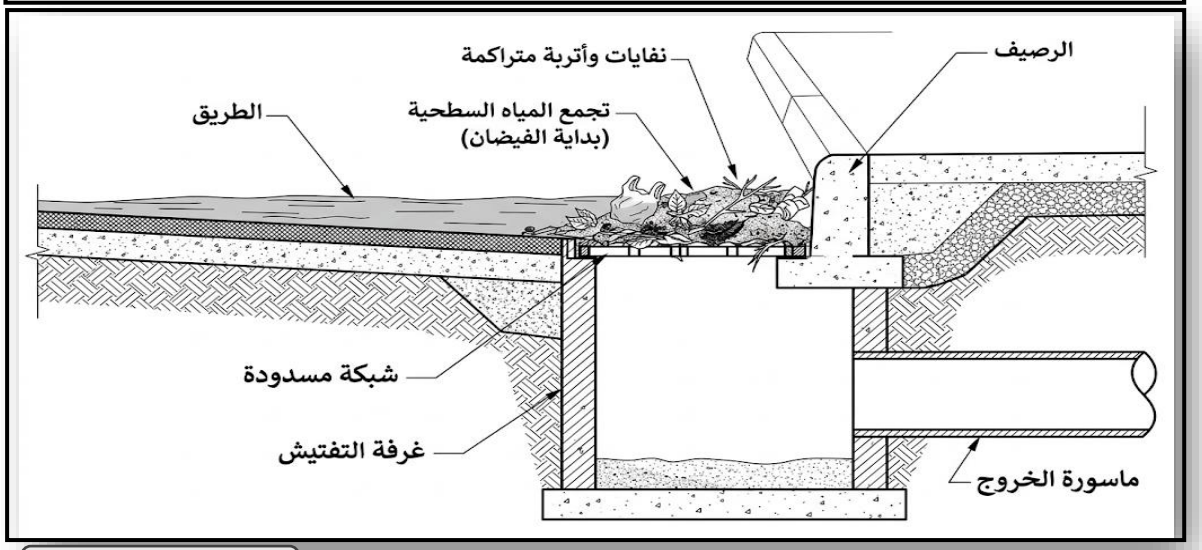
أ) إعادة التعبيد العشوائي للطرقات :

تقوم بعض المقاولات أثناء عمليات تجديد الإسفلت برفع مستوى الطريق دون تسوية مستوى البالوعات (طمس الفتحات الجانبية أو دفن الشبكات الأفقية)، مما يفقد البالوعة وظيفتها الهيدروليكية تماماً.

ب) غياب الصيانة الدورية الاستباقية :

الاكتفاء بالتدخل "بعد" وقوع الكارثة بدلاً من تنظيف أحواض الترسيب خلال الأيام الجافة، مما يراكم المشاكل التقنية ويقلص العمر الافتراضي للشبكة

الشكل (12): تأثير التواكم السطحي للنفايات



من اعداد الباحثين

الجدول رقم (01): تصنيف عوامل انسداد البالوعات الحضرية ودرجة خطورتها

نوع العامل (الطبيعة)	المسبب الرئيسي للانسداد	سرعة تشكل الانسداد	درجة الخطورة والتأثير الهيدروليكي
طبيعي / مناخي	المخلفات النباتية (أوراق الأشجار الجافة والمبللة).	سريعة جداً (فورية) بمجرد هطول الأمطار.	متوسطة: تشكل طبقة سطحية تمنع دخول الماء، لكن يسهل إزالتها يدوياً وبسرعة من طرف فرق النظافة.
طبيعي / جيولوجي	الانجراف السطحي (الأتربة، الرمال، والأوحال).	بطيئة (تراكمية) خلال الأيام الجافة ومع الرياح.	عالية: تترسب في الحوض السفلي للبالوعة وتقلص سعتها الاستيعابية، وقد تسد أنبوب التوصيل.
بشري / سلوكي	النفايات الحضرية الخفيفة (الأكياس البلاستيكية، العبوات، والكرتون).	فورية (تتجرف بسرعة مع أول تيار مائي سطحي).	حرجة جداً: البلاستيك يشكل "طبقة عازلة كتيمة" تغلق مسام الشبكة المعدنية كلياً وفي ثوانٍ معدودة.
بشري / تقني	مخلفات ورشات البناء العشوائية (بقايا الرمل، الحصى، والإسمنت).	متوسطة إلى سريعة حسب موقع الورشة من البالوعة.	قصوى: الأخطر على الإطلاق، حيث تتصلب المواد (كالإسمنت) داخل الأنابيب السفلية مما يتطلب تكسير المنشأة بآليات ثقيلة لإصلاحها.

(العبيدي، 2015، ص 205) +معالجة الباحثين

6 ـ طرق التسيير والصيانة الكلاسيكة لشبكات التصريف الصحي:

تعتبر عملية صيانة وتسيير شبكات التطهير (الصرف الصحي) وبالأخص البالوعات من الركائز الأساسية لضمان كفاءة التصريف ومنع الفيضانات الحضرية، خاصة في المناطق التي تعتمد النظام الموحد، ومن أهم الطرق الكلاسيكية المتبعة في التسيير والصيانة:

6.1ـ طرق الصيانة الوقائية:

تتم هذه الصيانة وفق جدول زمني محدد مسبقاً قبل وقوع أي انسداد:

أ) التنظيف اليدوي :

يتم استخدامه غالباً في البالوعات التي يصعب وصول الآليات إليها، حيث يعتمد على فرق العمال باستخدام أدوات بسيطة (مجارف طويلة وملاقط) لاستخراج الأوحال والنفايات الصلبة والأوساخ، الأتربة، وبقايا الأشجار من قاع البالوعة، هي طريقة غير مكلفة ولكنها بطيئة ومجهدة.

صورة(04): لعمال وحدة ديوان التطهير بالمسيلةONA MSILA

https://www.facebook.com/100054321683

ب) التنظيف الميكانيكي (الضغط العالي):

استخدام شاحنات متخصصة مجهزة بخراطيم لشفط الرواسب الثقيلة، ومضخات مياه ذات ضغط عالي جداً لغسل الجدران الداخلية وتسريح الأنابيب المتصلة بالشبكة.

تعتمد هذه الإدارة الكلاسيكية غالباً على الجدولة الزمنية الثابتة (مثلاً: إرسال الشاحنات لتنظيف كامل بالوعات الحي مرة كل 6 أشهر)

صورة(05): لشاحنات وحدة ديوان التطهير بالمسيلةONA MSILA

https://www.facebook.com/100054321683

ت) المخطط الدوري :

وضع أجندة موسمية لتنظيف البالوعات، خاصة قبل حلول فصل الخريف (موسم الأمطار) لتجنب الانسدادات المفاجئة.

2.6 طرق الصيانة العلاجية

تتم هذه العملية عند ملاحظة خلل أو تلقي شكاوى من المواطنين:

أ) التسليك المرن:

استخدام كابلات معدنية مرنة أو قضبان صلبة لدفع الانسدادات الموضعية داخل الأنابيب الواصلة بين البالوعات.

ب) إصلاح العيوب الهيكلية:

ترميم جدران البالوعات المتآكلة أو استبدال الأغطية التالفة (تسبب سقوط النفايات الصلبة).

ت) الضخ والشفط:

استنزاف المياه الراكدة في حال حدوث فيضان موضعي للسماح للفرق الفنية بالتدخل وتحديد نقطة الانسداد.

7 ـ الانعكاسات الحضرية والبيئية لتعطل عمل البالوعات

1.7. الانعكاسات الحضرية:

تعطل البالوعات يضرب عصب الحياة اليومية في المدينة، وتتجلى آثاره في:

أ) شلل البنية التحتية للمواصلات:

يؤدي تعطل البالوعات إلى حدوث شلل في البنية التحتية للمواصلات، مما يضرب عصب الحياة اليومية في المدينة بشكل مباشر، يتسبب فشل نظام التصريف في تراكم المياه السطحية وتحويل الطرقات الرئيسية إلى مسارات غير سالكة، الأمر الذي ينجم عنه اختناقات مرورية حادة تعيق حركة الأفراد والبضائع، ولا تتوقف الانعكاسات عند التعطيل اللوجستي فحسب، بل تمتد لتشكل خطراً أمنياً وإنسانياً من خلال إعاقة وصول خدمات الطوارئ (مثل سيارات الإسعاف والإطفاء) في الوقت المناسب، مما يضاعف من حجم الخسائر البشرية والمادية أثناء فترات الاضطرابات الجوية.

ب) تلف البنية التحتية للطرق :

يؤدي **تلف البنية التحتية للطرق** إلى خسائر اقتصادية فادحة ناتجة عن القصور في أداء البالوعات؛ حيث إن بقاء المياه راكدة فوق الطبقة الاسفلتية لفترات طويلة يسمح لها بالتغلغل داخل مساماتها ووصولها إلى الطبقات الأساسية ومع استمرار حركة المركبات واحتكاك الإطارات بالسطح المبلل، ينشأ ضغط هيدروليكي يؤدي إلى تفتت الطبقة السطحية وظهور الحفر والتشققات، مما يقلل من العمر الافتراضي للطرق ويزيد من تكاليف الصيانة الدورية.

ت) خسائر الممتلكات الخاصة :

تعد خسائر الممتلكات الخاصة من أكثر التبعات الاقتصادية والاجتماعية المباشرة لتعطل البالوعات؛ فعندما تفشل الشبكة في استيعاب التدفقات المطرية، يبحث الفائض المائي عن مسارات بديلة تتجه طبيعياً نحو النقاط المنخفضة، يؤدي ذلك إلى تسرب المياه نحو الأقبية، المرائب، والمحلات التجارية الواقعة في الطوابق السفلية، مما يتسبب في تلف البضائع، الأثاث، والمعدات التقنية، وقد يمتد الضرر ليشمل السلامة الهيكلية للمباني نتيجة الرطوبة المستمرة.

ث) تهديد السلامة الهيكلية

تُشكل المياه غير المصرفة **تهديداً مباشراً للسلامة الهيكلية** للمنظومة الحضرية؛ حيث إن التسرب المستمر للمياه تحت الأرصفة والطرق يؤدي إلى تغلغلها في التربة التحتية، مما يتسبب في جرف المواد الناعمة والتربة الداعمة للأساسات، وهي الظاهرة المعروفة تقنياً بـ "الانجراف التحتي "هذا التأكل الصامت والمتراكم يخلق فجوات وتجاويف غير مرئية تحت السطح، مما ينذر بحدوث انهيارات أرضية مفاجئة وهبوط في مستوى الطريق، الأمر الذي يهدد سلامة المارة والمركبات والمباني المجاورة.

2.7- الانعكاسات البيئية والصحية:

الأثر لا يتوقف عند الخسائر المادية، بل يمتد لتهديد المنظومة البيئية:

أ) تلوث الأوساط المستقبلة :

في "النظام الموحد"، إذا انسدت البالوعات أو طفحت الشبكة، قد تضطر المحطات لفتح "مفيضات العواصف "مما يعني تصريف مياه الصرف الصحي المنزلية والصناعية المختلطة بالأمطار مباشرة في الأنهار أو البحر دون معالجة.

ب) انتشار النواقل البيولوجية:

برك المياه الراكدة في الشوارع سرعان ما تتحول إلى بيئة خصبة ومثالية لتكاثر البعوض والحشرات الناقلة للأمراض، مما يهدد الصحة العامة.

ت) تلوث التربة بالسموم السطحية:

مياه الأمطار العالقة في الشوارع تذيب زيوت السيارات، عوادم الاحتراق، والمعادن الثقيلة. عدم تصريفها السريع يؤدي إلى ترسب هذه الملوثات في التربة الحضرية.

8 . المحدودية وقصور الأنظمة التقليدية في التدخل الاستباقي

على الرغم من فعالية الطرق الكلاسيكية في الحفاظ على استمرارية الخدمة، إلا أنها تعاني من فجوات تقنية وتنظيمية تجعلها "أنظمة رد فعل أكثر من كونها أنظمة استباقية والعيب الأكبر للجدولة الزمنية الثابتة هو ما يمكن تسميته بـ "العمى الميداني"؛ حيث تُهدر الجهود في تنظيف بالوعات فارغة تماماً، بينما قد تغرق شوارع أخرى بسبب بالوعات امتلأت فجأة ولم يحن موعد تنظيفها بعد.

هذا يقودنا مباشرة إلى تشخيص محدودية وقصور الأنظمة التقليدية في التدخل الاستباقي، والتي تتمثل في النقاط التالية:

8-1- غياب الرؤية اللحظية:

تعتمد الأنظمة التقليدية على المعاينة البصرية الدورية، وهذا يعني أن المسير لا يعلم بوجود انسداد أو ارتفاع في منسوب المياه إلا بعد وقوع الكارثة (فيضان الشارع) أو تلقي شكوى من المواطنين. هذا "العمى المعلوماتي" يمنع أي تدخل قبل ذروة الخطر.

8-2- الاعتماد على التقدير البشري:

في التسيير الكلاسيكي، يتم تحديد الأولويات بناءً على خبرة العمال أو الجدول الزمني الثابت، وليس بناءً على البيانات الدقيقة. قد يتم تنظيف بالوعات فارغة لمجرد أنها مدرجة في الجدول، بينما تُترك بالوعات أخرى في مناطق حرجة تعاني من انسداد وشيك بسبب إهمال أو خطأ في التقدير.

8-3- عدم الكفاءة في إدارة الأزمات الفجائية:

الأنظمة التقليدية لا تملك القدرة على التنبؤ الهيدروليكي .في حالات الأمطار الغزيرة غير المتوقعة تعجز الفرق الميدانية عن تحديد الأماكن التي تتطلب تدخلاً عاجلاً، مما يؤدي إلى تشتت الجهود اللوجستية وضياع الوقت في التنقل بين نقاط قد لا تكون هي الأكثر خطورة.

8-4- التكاليف التشغيلية المرتفعة:

الصيانة الدورية الشاملة (دون استهداف دقيق) تستهلك موارد ضخمة من صهاريج مياه، شاحنات ضخ، ويد عاملة. في المقابل، قد لا تؤدي هذه الجهود إلى تقليل مخاطر الفيضانات إذا كانت الصيانة قد تمت في أماكن غير استراتيجية، مما يجعل "العائد على الاستثمار" في الصيانة ضعيفاً.

8-5- غياب التكامل مع معطيات الأرصاد الجوية:

في التسيير التقليدي، غالباً ما تكون مصلحة التطهير منفصلة تماماً عن بيانات الأرصاد الجوية اللحظية. لا توجد آلية تربط بين "إنذار بقدوم تقلبات جوية" وبين "تفعيل تلقائي لخطة طوارئ ميدانية" تستهدف النقاط السوداء بناءً على نماذج محاكاة رقمية.

خلاصة:

من خلال استعراض الإطار التقني والهندسي لشبكات الصرف الصحي والبالوعات، يمكن استخلاص جملة من النقاط والمخرجات المحورية؛ حيث تتجلى الأهمية الاستراتيجية للبالوعات كخط دفاع أول ومنفذ سطحي مباشر لحماية النسيج العمراني من الفيضانات الحضرية، من خلال قدرتها الهيدروليكية على الالتقاط السريع للجريان السطحي وتنظيم التدفقات لدرء خطر التحميل الزائد. هذا الدور الاستراتيجي يستند إلى صرامة المعايير التخطيطية والهندسية، حيث لا يُعد اختيار نمط البالوعة أو موقعها إجراءً عشوائياً، بل يخضع لمحددات طبوغرافية دقيقة ومسافات بينية قياسية، مع التموضع في نقاط التقعر وقبل التقاطعات لضمان أقصى كفاءة استيعابية. ورغم هذه الدقة، تواجه الشبكة تحدي تعدد وتداخل عوامل الانسداد السطحي، والتي تتسبب فيها عوامل طبيعية ومناخية كالأتربة، وعوامل بشرية وسلوكية كالرمي العشوائي للنفايات ومخلفات البناء، بالإضافة إلى أخطاء تقنية كإعادة التعبيد العشوائي. وتكمن خطورة هذا التحدي في فداحة الانعكاسات الحضرية والبيئية المترتبة على خروج البالوعات عن الخدمة، والتي تتجاوز تراكم المياه لتشمل شلل الحركة المرورية، والخسائر الاقتصادية، وتهديد السلامة الهيكلية للمباني جراء "الانجراف التحتي"، فضلاً عن انتشار الأوبئة وتلوث التربة.

الفصل الثالث

تمهيد

تقديم مدينة المسيلة

تقديم حي 1000 مسكن

تقديم شارع الواسة

1- دراسة وتحليل الخصائص المورفولوجية والطبوغرافية للشارع

2- تشخيص البنية التحتية وشبكة التصريف الميدانية

3- البعد البيئي والسلوكي

- الاستنتا

المنصة الرقمية بالاستشعار الذكي كبديل للتدخل التقليدي

1. المكونات الأساسية للمشروع

2- هيكلة المنصة الرقمية للمشروع التنفيذي

3- مواصفات البيئة التشغيلية والاتصال وعقد الشبكة

4. الإسقاط الميداني للنظام على منطقة

التوصيات والاقتراحات

خاتمة

قائمة المراجع

مقدمة:

يشكل هذا الفصل الإطار التطبيقي لهذه المذكرة، حيث يمثل نقطة العبور بالبحث من الفضاء النظري والمفاهيمي لأنظمة الرؤية الحاسوبية ونظم المعلومات الجغرافية، إلى حيز التجسيد الهندسي والعملي. ويتحقق ذلك من خلال إسقاط هذه المقاربات التكنولوجية على مجال دراسة واقعي يتمثل في أحد شوارع "حي 1000 مسكن" بمدينة المسيلة. ونسعى من خلال هذا النموذج إلى اقتراح منصة رقمية متكاملة تعيد صياغة دور كاميرات المراقبة الميدانية، لتنتقل من مجرد أدوات توثيق مرئي تقليدية، إلى مستشعرات بصرية ذكية قادرة على رصد وتقييم حالة البنية التحتية بدقة عالية وفي الوقت الفعلي، من جهة أخرى، يكتسي التحليل المجالي أهمية بالغة في الدراسات العمرانية، كونه الأداة الجوهرية التي تتيح للباحثين استيعاب الظواهر المكانية وتفسيرها بمنطقية وواقعية.

وتأسيساً على ذلك، يتضمن هذا الفصل دراسة تحليلية شاملة لمدينة المسيلة عموماً، وحي 1000 مسكن خصوصاً، تهدف إلى بناء صورة متكاملة عن الوضع الراهن للمجال المدروس من مختلف الجوانب الاجتماعية، والاقتصادية، والعمرانية، والهيدروليكية حيث إن هذا التشخيص الدقيق لواقع البنية التحتية والخصائص الطبوغرافية يُعد خطوة مفصلية لرصد الاختلالات التخطيطية، وتحديد مكامن الضعف في تسيير الأزمات الحضرية، وهو ما يمهد الطريق – علمياً وميدانياً – لتقديم الحلول التكنولوجية الذكية كبديل حتمي لمواجهة هذه التحديات وتجاوزها.

تقديم مدينة المسيلة:

إن مدينة المسيلة إحدى المدن الداخلية الجزائرية التابعة لإقليم الهضاب العليا وتعرف باسم الحضنة والتي تتميز بموقع جغرافي وإداري مميز وتحتوي على إمكانيات طبيعية وبشرية وثقافية مثيرة للاهتمام

1. الموقع:

1.1. الموقع الجغرافي:

تقع مدينة المسيلة وسط التراب الوطني، في الجهة الشمالية الغربية لحوض شط الحضنة، حيث يحدها من الناحية الشمالية سلسلة جبال الحضنة، ومن الناحية الجنوبية شط الحضنة، تبعد عن البحر بأكثر من 100 كلم وبارتفاع 460 متر فوق سطح البحر، وهي نقطة تقاطع لكل من الطريق الوطني رقم 40 والطريق الوطني 45 كما تقطعها السكة الحديدية والمجرى المائي بشكل طولي (شمال- جنو ب).

2.1. الموقع الفلكي:

تقع مدينة المسيلة بين خطي الطول **(4,65° و5,33°)** شرقا ودائرتي العرض **(34,22°و36,20°)** شمالا لتحتل بذلك موقعا فلكيا متميزا، بالنظر الى الامتداد الطبيعي والجغرافي والفلكي للدولة الجزائرية

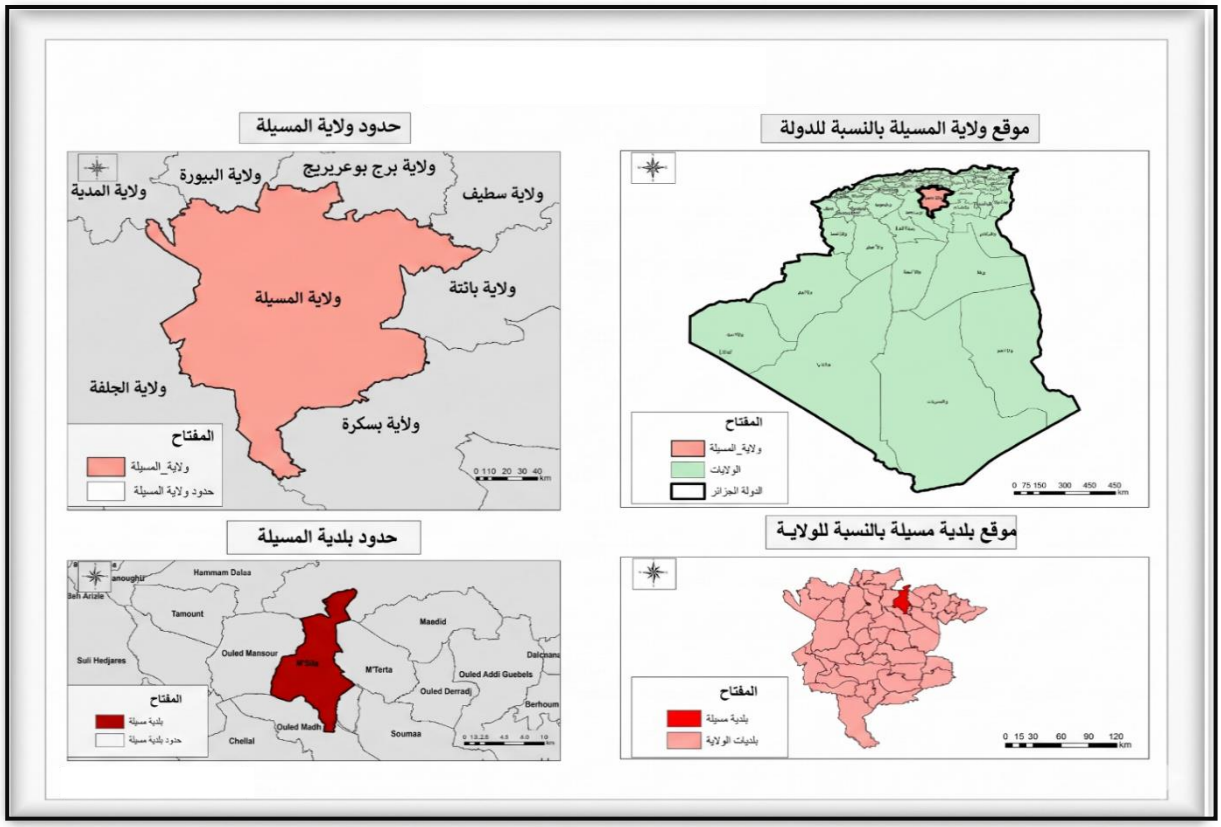
3.1. الموقع الاداري:

أ) **الموقع الاداري لولاية المسيلة:**

تتكون الولاية من 47 بلدية و15 دائرة وتقع في وسط التراب الوطني يحدها من:

. الشمال الشرقي ولاية **سطيف** والجنوب الشرقي ولاية **بسكرة** والشمال الغربي ولاية **البويرة** من الجنوب الغربي ولاية **الجلفة** والشمال ولاية برج بوعريريج والشرق ولاية **باتنة** والغرب ولاية **المدية** والجنوب ولاية **الجلفة**

خريطة (01): موقع مدينة المسيلة بالنسبة للدولة



Google maps + معالجة الباحثين 2026

ب) الموقع الاداري لبلدية المسيلة:

تقع بلدية المسيلة في أقصى الحدود الشمالية للولاية، حيث يحدها:

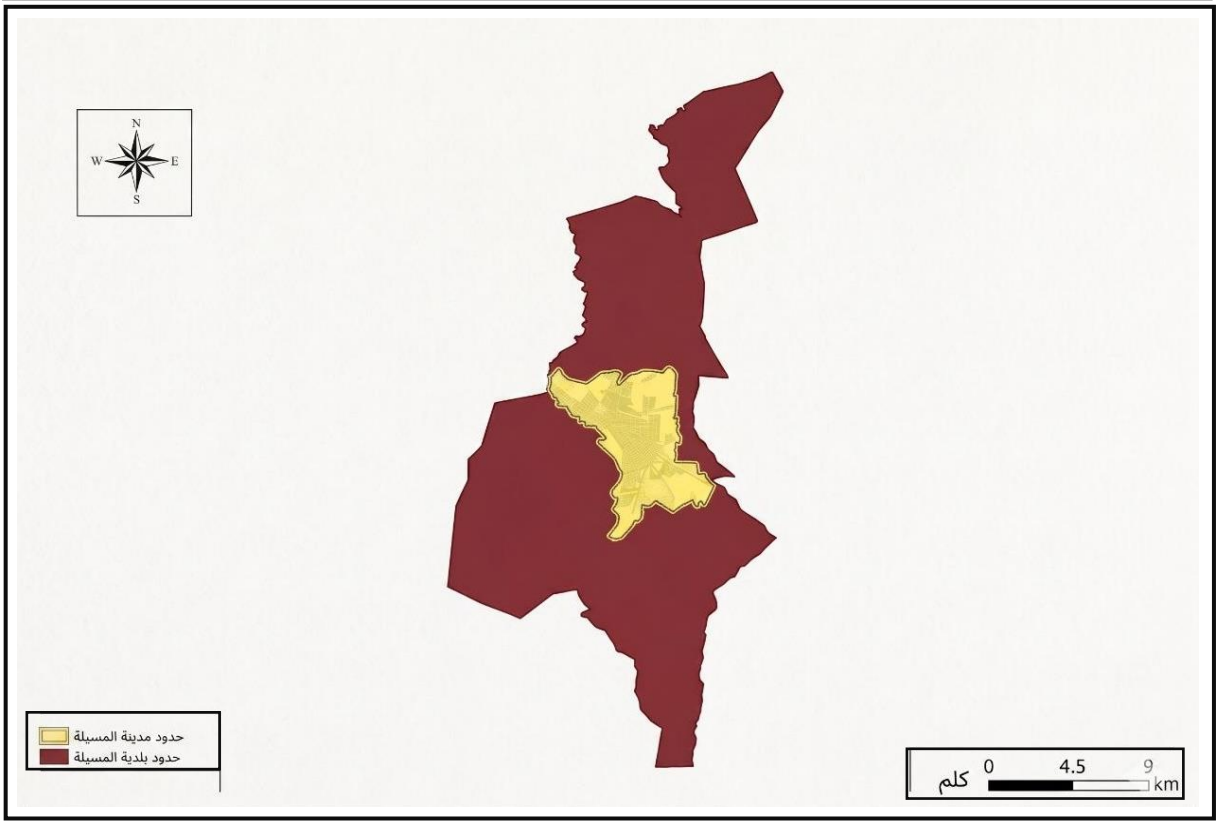
. من الشمال: ولاية البرج (بلدية العش). . ومن الشرق: بلدية المطارفة والسوامع.

. ومن الجنوب: بلدية أولاد ماضي. . ومن الغرب: بلدية أولاد منصور

ت) الموقع الاداري لمدينة المسيلة:

تقع مدينة المسيلة ضمن التراب البلدي لبلدية المسيلة في أقصى الحدود الشمالية للولاية حيث بلغ عدد سكانها **165849 نسمة** وتتربع على مساحة قدرها **2487.36 هكتار** وهو المجال المساحي الذي يمثل ما نسبته 10.72 بالمئة من إجمالي مساحة البلدية والتي تبلغ :**232كلم مربع**

خريطة (02): موقع مدينة المسيلة بالنسبة للبلدية



معالجة الباحثين 2026 + Google maps

2. الخصائص الطبيعية لمدينة المسيلة:

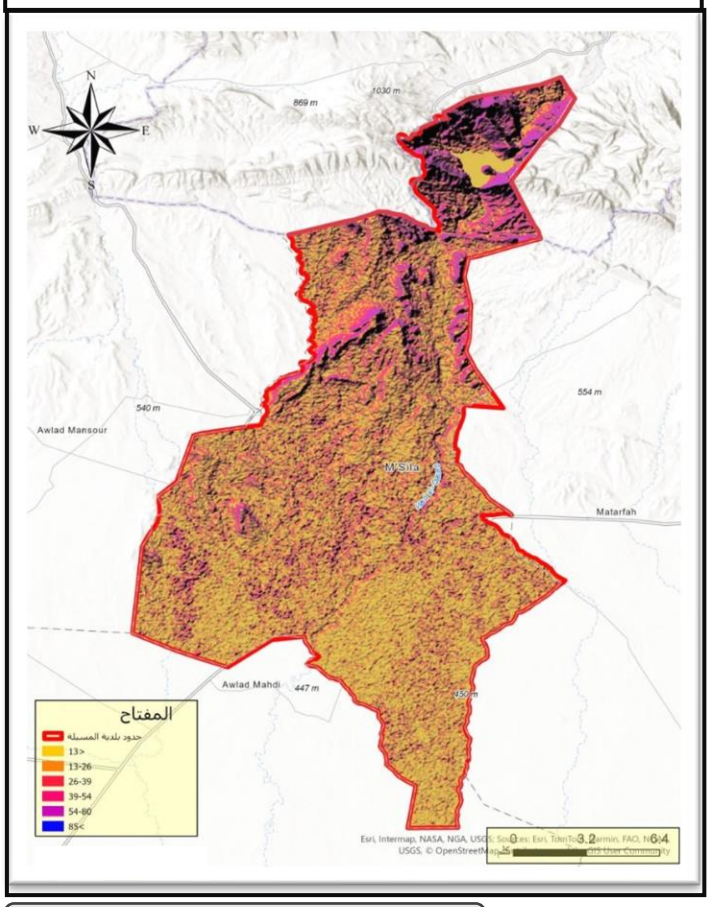
تعتبر الخصائص الطبيعية من النقاط المهمة التي تعمل على تحديد وضبط المؤهلات التي تعرف بها أي مدينة وتفهم حقيقة واقعها بحيث تعمل المعطيات الطبيعية على المساهمة في عملية التهيئة المقترحة وتحديد المعيقات المجالية والعمل على توظيفها بالشكل الذي يضمن عدم تفاقم أضرارها وسوف نتطرق إلى العناصر الطبيعية التالية:

وتتميز المسيلة بما يلي:

1.2- دراسة الانحدارات:

مدينة المسيلة توجد على أراضي ضعيفة الانحدارات تنحصر بين (0%) و (3%)، فهي مدينة منبسطة في معظم أجزائها باستثناء السلاسل الجبلية المحيطة بها حيث ان الانحدار يأخذ اتجاه شمال جنوب أي كلما اتجهنا نحو الشمال زاد الارتفاع.

خريطة (03): الانحدارات لبلدية المسيلة



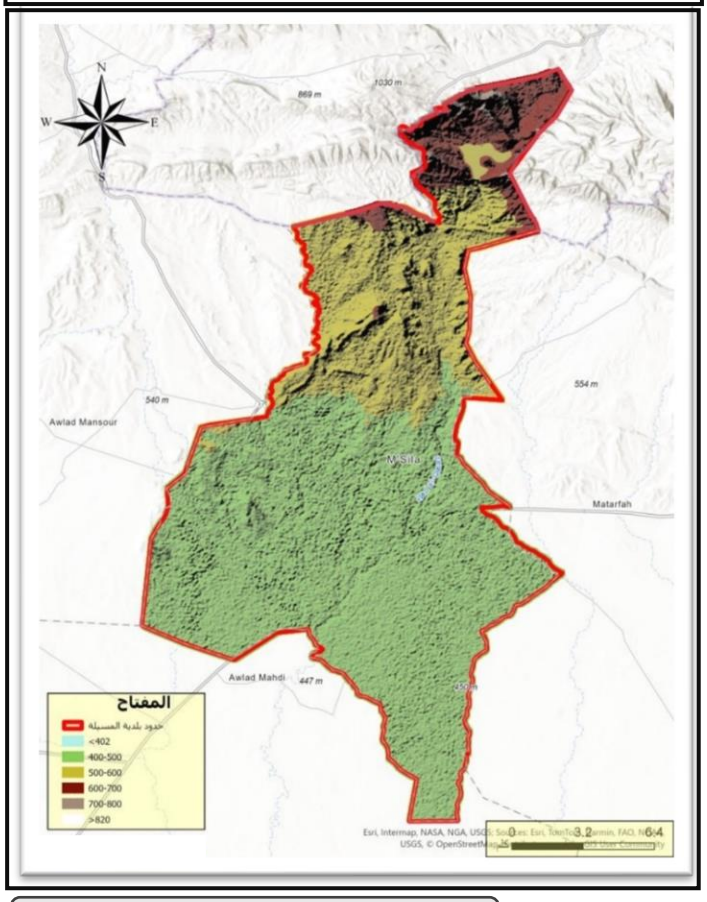
معالجة الباحثين 2026 + Google maps

2.2- دراسة الارتفاعات:

تم تقسيم المجال المدروس إلى ثلاثة مستويات من الارتفاعات رئيسية:

- **النطاق المرتفع (650 – 800 متر)** :يتركز في الجزء الشمالي، ويشمل التضاريس الجبلية.
- **النطاق المتوسط (500 – 650 متر)** :يغطي الجزء الأوسط من المجال المدروس، ويتمثل في منطقة الهضاب.
- **النطاق المنخفض (400 – 500 متر)** :يمتد في الجهة الجنوبية، ويتكون من أراضٍ سهلية منخفضة تتميز بانحدارها الطفيف جداً

خريطة (04): الارتفاعات لبلدية المسيلة



معالجة الباحثين 2026 + Google maps

3.2- الدراسة المناخية:

التساقط

أ) التساقط السنوي:

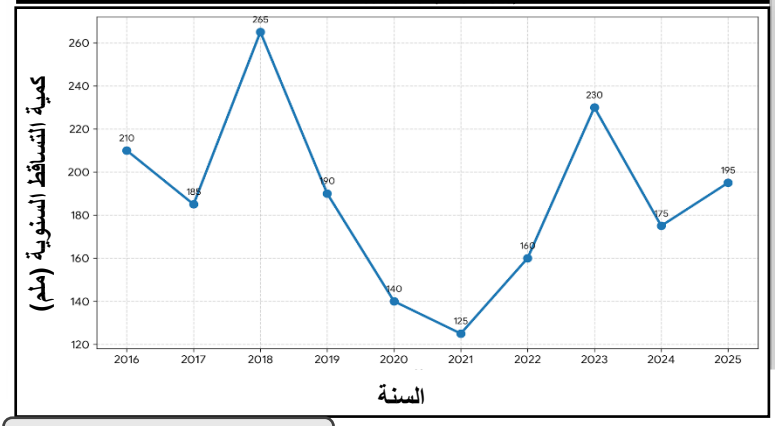
الجدول يمثل المعدلات السنوية للتساقط من سنة2016الى سنة 2025.

الجدول (02): كمية التساقط السنوي لولاية المسيلة

السنة	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
التساقط السنوية ملم	210	185	265	190	140	125	160	230	175	195

من طرف الديوان الوطني للأرصاد الجوية 2025+ معالجة الباحثين

مخطط (02): منحنى بياني لكمية التساقط السنوية (2016_2025)



من اعداد الباحثين 2026

التعليق: يظهر المنحنى البياني تذبذباً واضحاً وعدم استقرار في كميات التساقط السنوية بالملم على مدار عقد من الزمن (2016–2025). وقد شهدت هذه الفترة تسجيل أعلى ذروة للتساقط في عام 2018 بمعدل بلغ 265 ملم، ليدخل المنحنى بعدها في تراجع حاد ومستمر حتى وصل إلى أدنى انخفاض له في عام 2021 بـ 125 ملم فقط، وهو ما يعكس فترة جفاف حادة. وعقب ذلك، سجلت الكميات تعافياً ملحوظاً وصعوداً قادها إلى ذروة ثانية في عام 2023 بلغت 230 ملم، قبل أن يستقر الهطول على تذبذب نسبي في العامين الأخيرين (2024–2025). وتؤكد هذه الحركة العامة للمنحنى أن المناخ في هذه المنطقة يتسم بعدم الانتظام والتقلب المستمر بين سنوات الوفرة المطرية وسنوات الجفاف.

ب)التساقط الشهري:

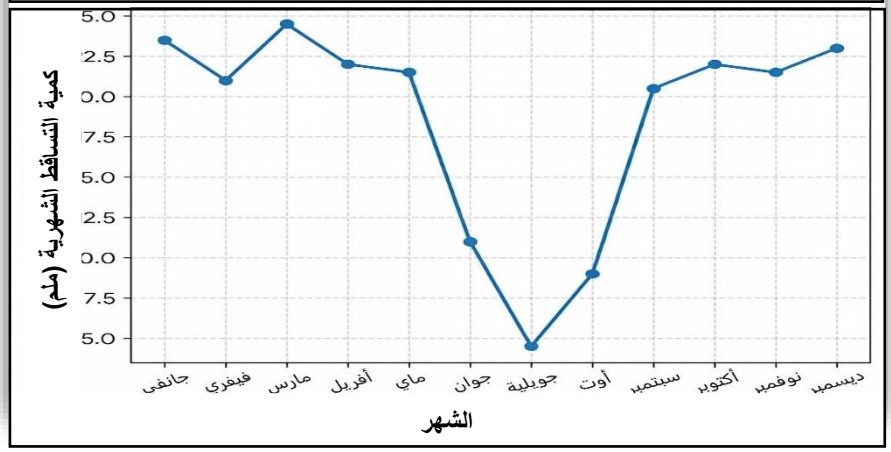
والجدول يمثل المعدلات الشهرية للتساقط في سنة 2025.

الجدول (03): كمية التساقط الشهري لولاية المسيلة

الشهر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	اوت	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
كمية التساقط(ملم)	23,5	21	24,5	22	21.5	11	4,5	09	20,5	22	21,5	23

من طرف الديوان الوطني للأرصاد الجوية 2025+ معالجة الباحثين

مخطط (03): منحنى بياني لكمية التساقط الشهرية (2025)



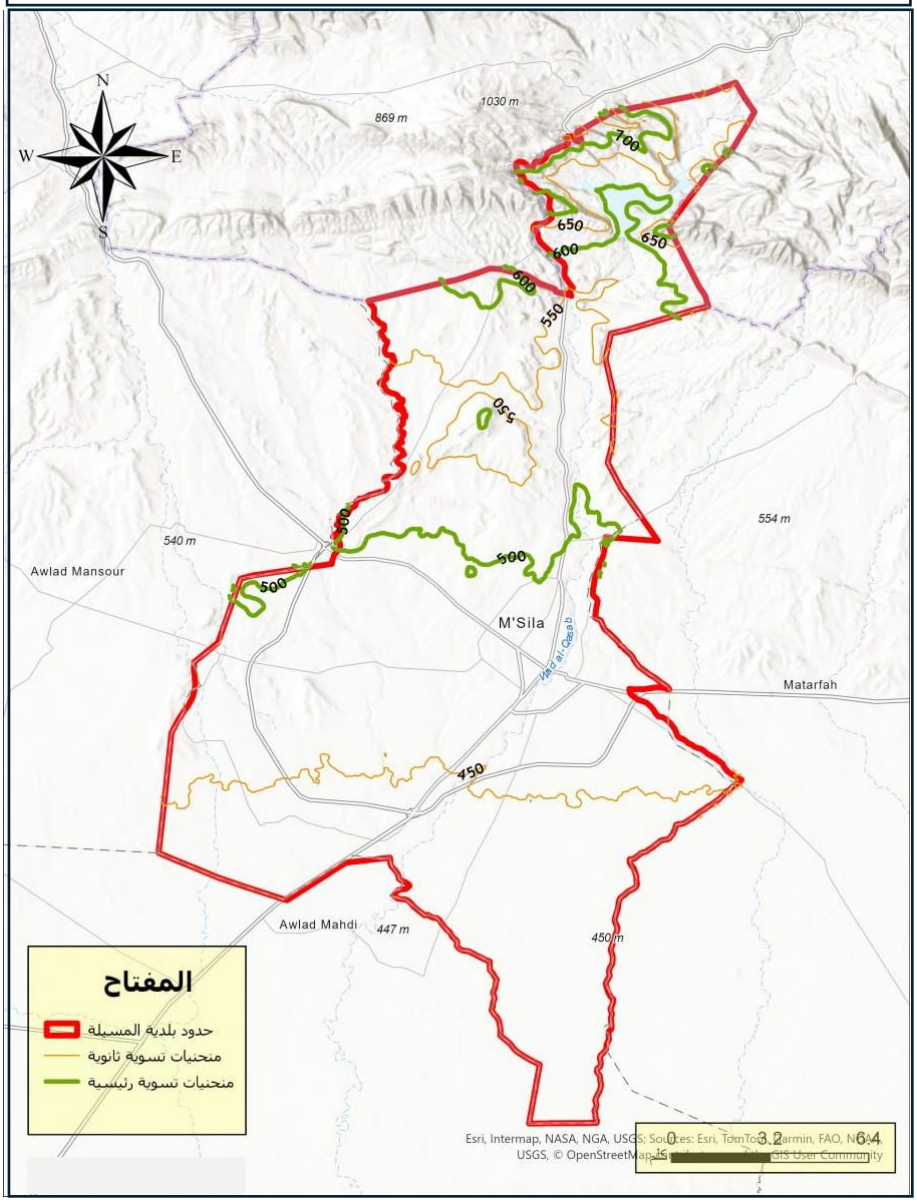
من اعداد الباحثين 2026

التعليق: المنحنى البياني لعام 2025 نمطاً مناخياً موسمياً (متوسطياً) يتسم بالتباين الحاد؛ حيث استهلت السنة بكميات أمطار مرتفعة بلغت ذروتها في شهر مارس (أكثر من 24 ملم)، لينحدر المنحنى بعد ذلك بشكل حاد خلال فصل الصيف مسجلاً أدنى مستوى له في شهر جويلية بنحو 4 ملم فقط كفترة جفاف صريحة. ومع دخول فصلي الخريف والشتاء، استعادت المنطقة نشاطها الماطر سريعاً لتعود معدلات الهطول وتستقر فوق حاجز 20 ملم حتى نهاية العام، مما يعكس نظاماً هيدرولوجياً تتركز أمطاره في الفصول الباردة والوضيعة ويشتد جفافه صيفاً.

4-2-الدراسة طبوغرافية:

يتميز مجال الدراسة بطبوغرافية بسيطة فمدينة المسيلة تتميز بأرضية منبسطة مما يساعد في التوسع في جميع الاتجاهات، وبصفة عامة فإن الانحدار يأخذ اتجاه شمال – جنوب أي كلما اتجهنا نحو الشمال زاد الارتفاع والعكس صحيح، حيث يتميز مجال الدراسة بارتفاع متوسط يتراوح بين (400-800م) بين حدود البلدية.

خريطة (05): طوبوغرافية بلدية المسيلة

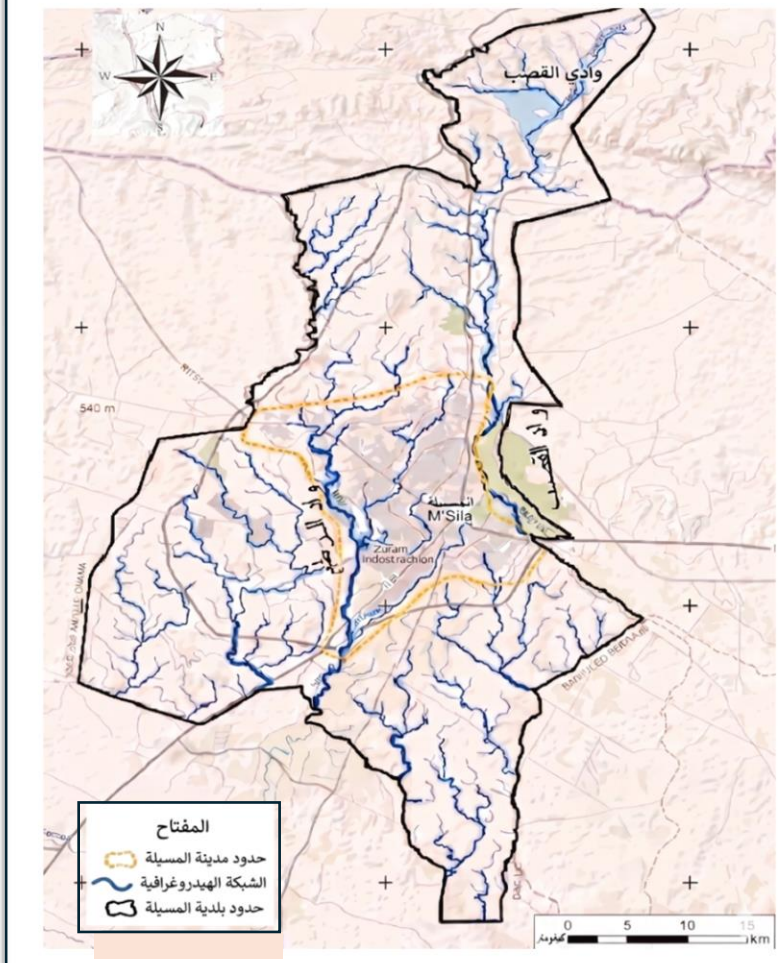


معالجة الباحثين 2026 + Google maps

5.2-الدراسة الهيدرولوجية:

الشبكة الهيدروغرافية مكونة من أودية تخضع للنظام الموسمي وللسيول في أوقات المطر، والأودية الأكثر أهمية هي: واد المويلحة (بنية)، الذي يشق الجهة الغربية لإشبيليا ويحمل مياه الجهة الشمالية الغربية ويصب في واد القصب في جنوب المدينة وواد الكرمة، واد لقمان والتي تصب كلها في واد القصب وهو أهم مورد للمياه في مجال الدراسة، حيث يتميز بحوض تجميع كبير جدا يمتد في كل من ولايتي البرج وسطيف، علما أن نسبة كبيرة من هذه المياه تصب في هذا الأخير، وتسير في اتجاه عمودي من شرق شمال البلدية إلى الشرق الجنوبي لها

خريطة (06): الشبكة الهيدروغرافية لبلدية



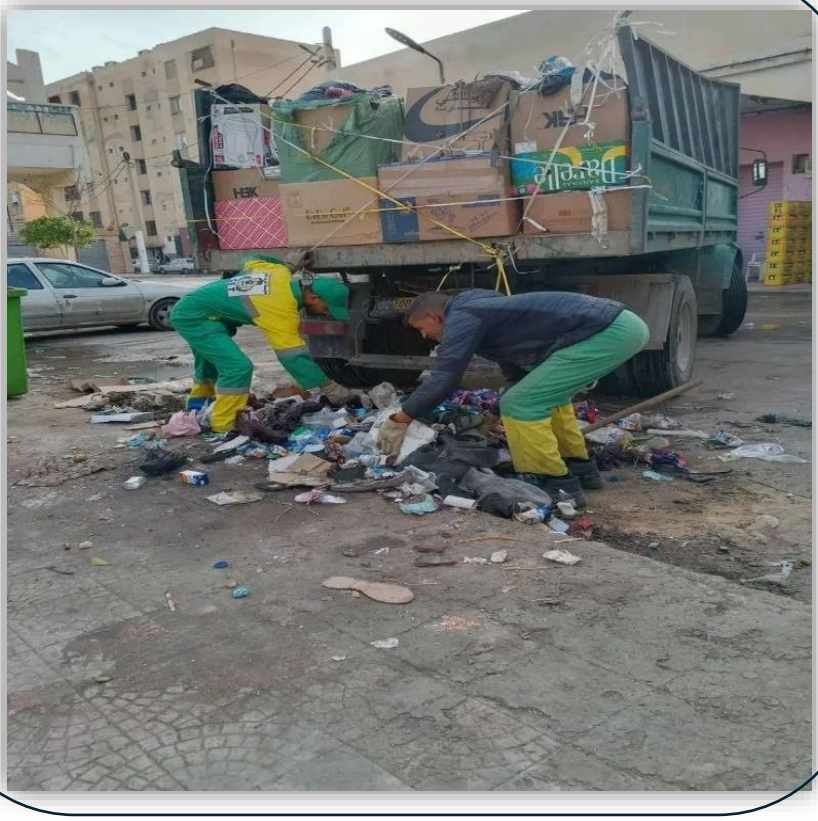
معالجة الباحثين 2026 + Google maps

6.2- الدراسة البيئية:

أ) النفايات:

تُوجّه نفايات مدينة المسيلة نحو المفرغة الرئيسية الواقعة بمنطقة المويلحة، والتي تخضع لإشراف ومراقبة مؤسسة مركز الردم التقني(CET) واستناداً إلى بيانات الدليل الولائي لسنة 2018، تُقدر كمية النفايات المجمعة يومياً بحوالي 129.28 طن/يوم.(T/J)

صورة (06) : عمال مؤسسة مركز الردم التقني ـ مسيلة ـ لجمع النفايات



https://www.facebook.com/10005432168

ب) شبكة الصرف الصحي:

إن شبكة الصرف الصحي بالمدينة هي من النوع الموحد (Unitaire) حيث يتم تجميع كل المياه المستعملة المنزلية والصناعية ومياه الأمطار في شبكة واحدة تتجه رئيسيا من الشمال إلى الجنوب إلى المصب النهائي بواد القصب حيث هو مبرمج محطة للتصفية.

صورة(07) نوع شبكة الصرف الصحي بمدينة المسيلة

https://www.facebook.com/100054321683

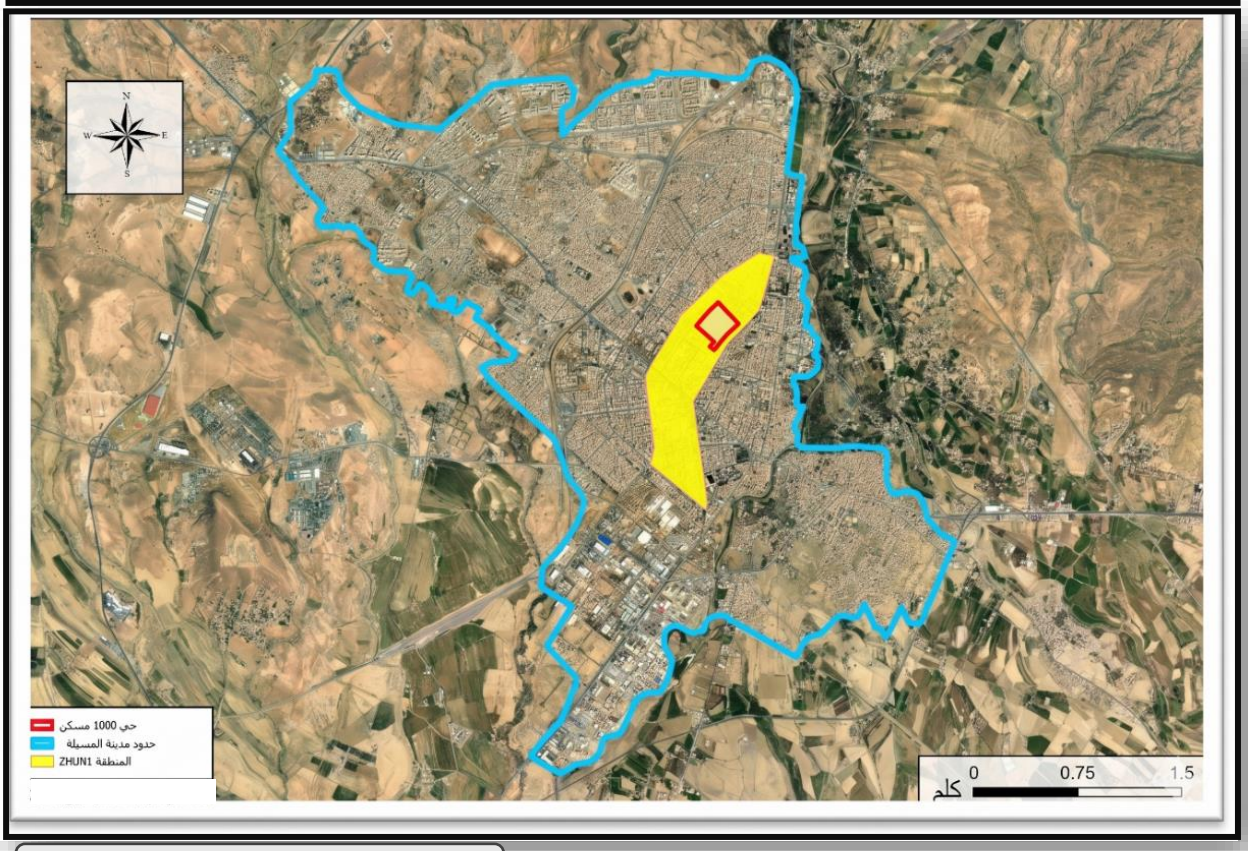
تقديم حي 1000 مسكن:

إن مجال الدراسة يشمل حي 1000 مسكن التابع للمنطقة السكنية الحضرية الجديدة الأولى بمدينة المسيلة حيث تم إنجاز وتسليم الحي تحت إشراف الـ(OPGI) بلغت مدة إنجازه 10 سنوات كاملة ولا

1ـ موقع الحي:

يقع الحي وسط مدينة المسيلة بمحاذات الطريق الوطني رقم 45 الرابط بين بوسعادة وبرج بوعريريج ويبعد عن مقر الولاية حوالي 1,6كم

خريطة (07): موقع حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة



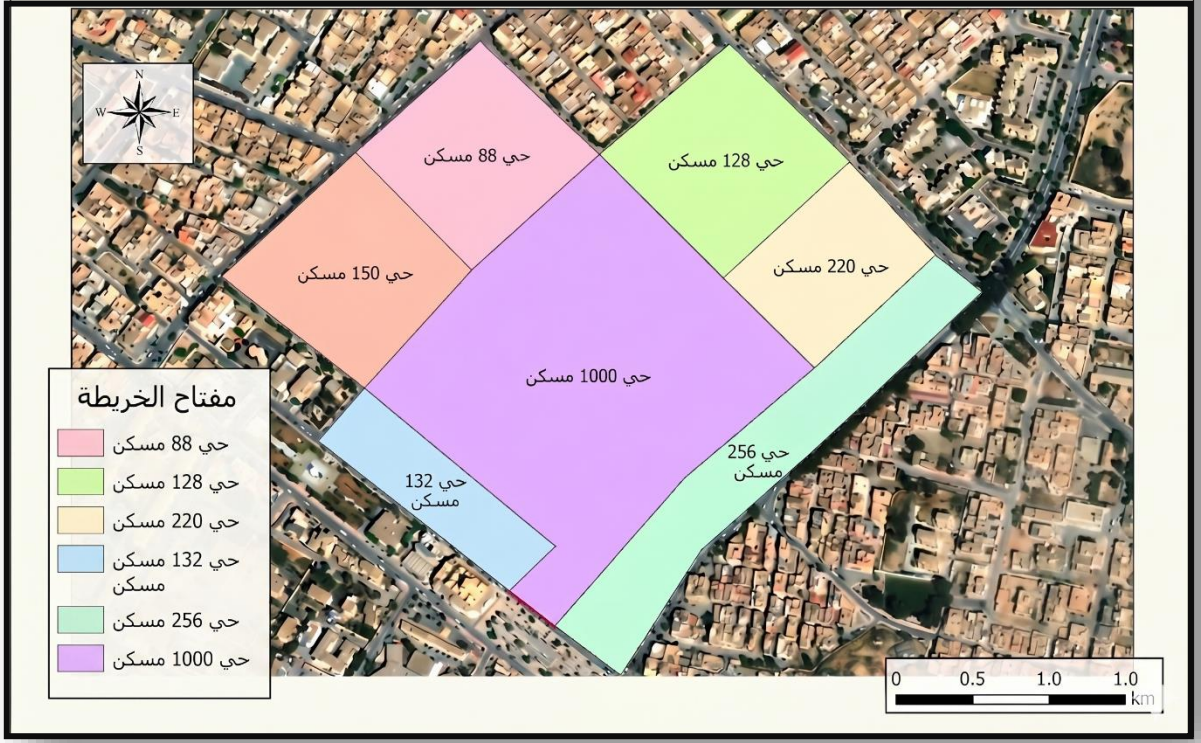
معالجة الباحثين 2026 + Google maps

2ـ مساحته حدوده:

تبلغ مساحة الحي **13,08 هكتار** وتتمثل حدود الحي في:

- ✓ . الجهة الشمالية **حي 128 و200 مسكن.** . من الجهة الشرقية **حي 256 مسكن.**
- ✓ . من الجهة الغربية **حي 88 مسكن و150 مسكن.** . من الجهة الجنوبية **حي 132 مسكن**

خريطة (08): حدود حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة

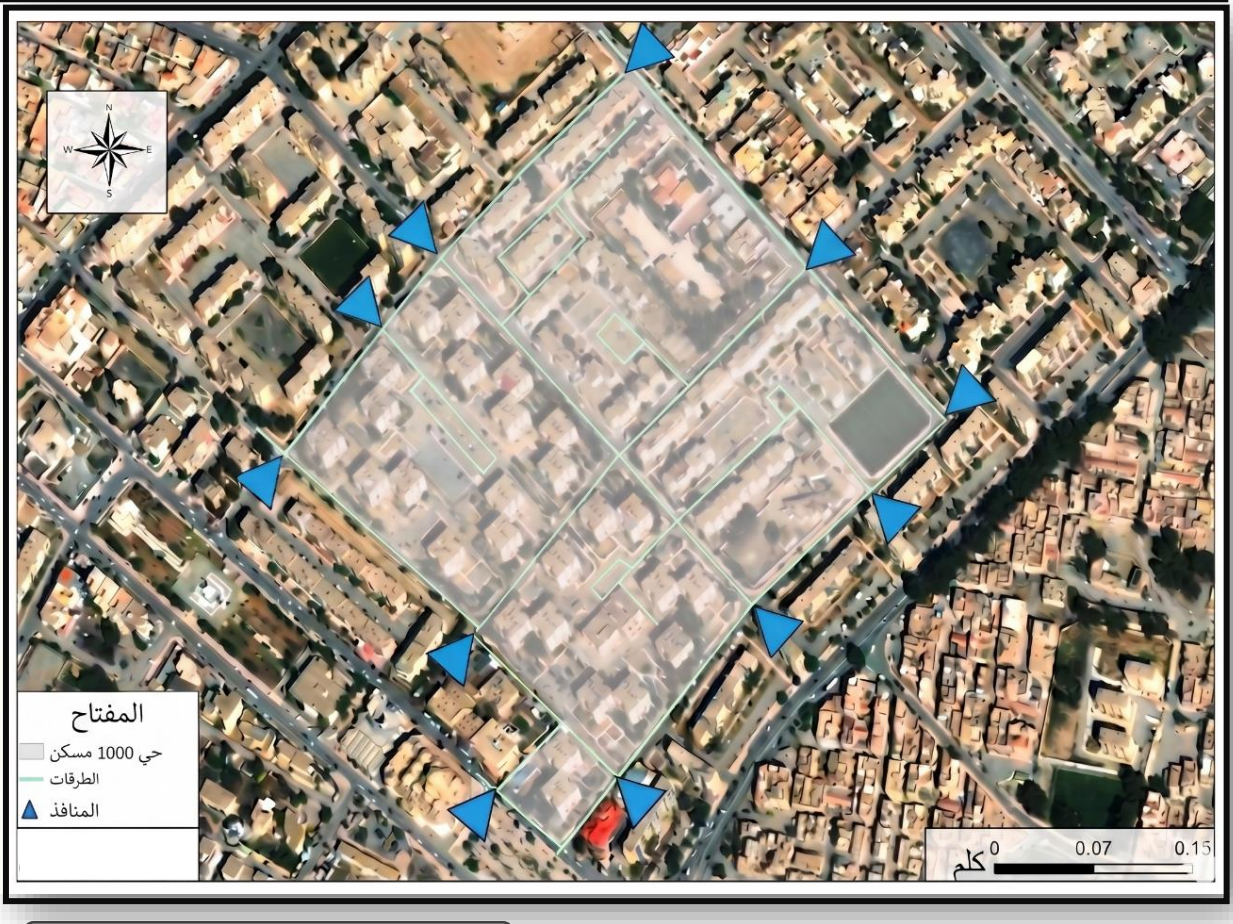


معالجة الباحثين 2026 + Google maps

3ـ منافذ الحي:

يوجد عدد معتبر من المنافذ المؤدية للحي منها **خمسة رئيسة** وهي مرتبطة بالطرق الأولية **وستة ثانوية** موزعة على حدود الحي، مما جعل الحي مفتوح على كل الجهات

خريطة (09): منافذ حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة

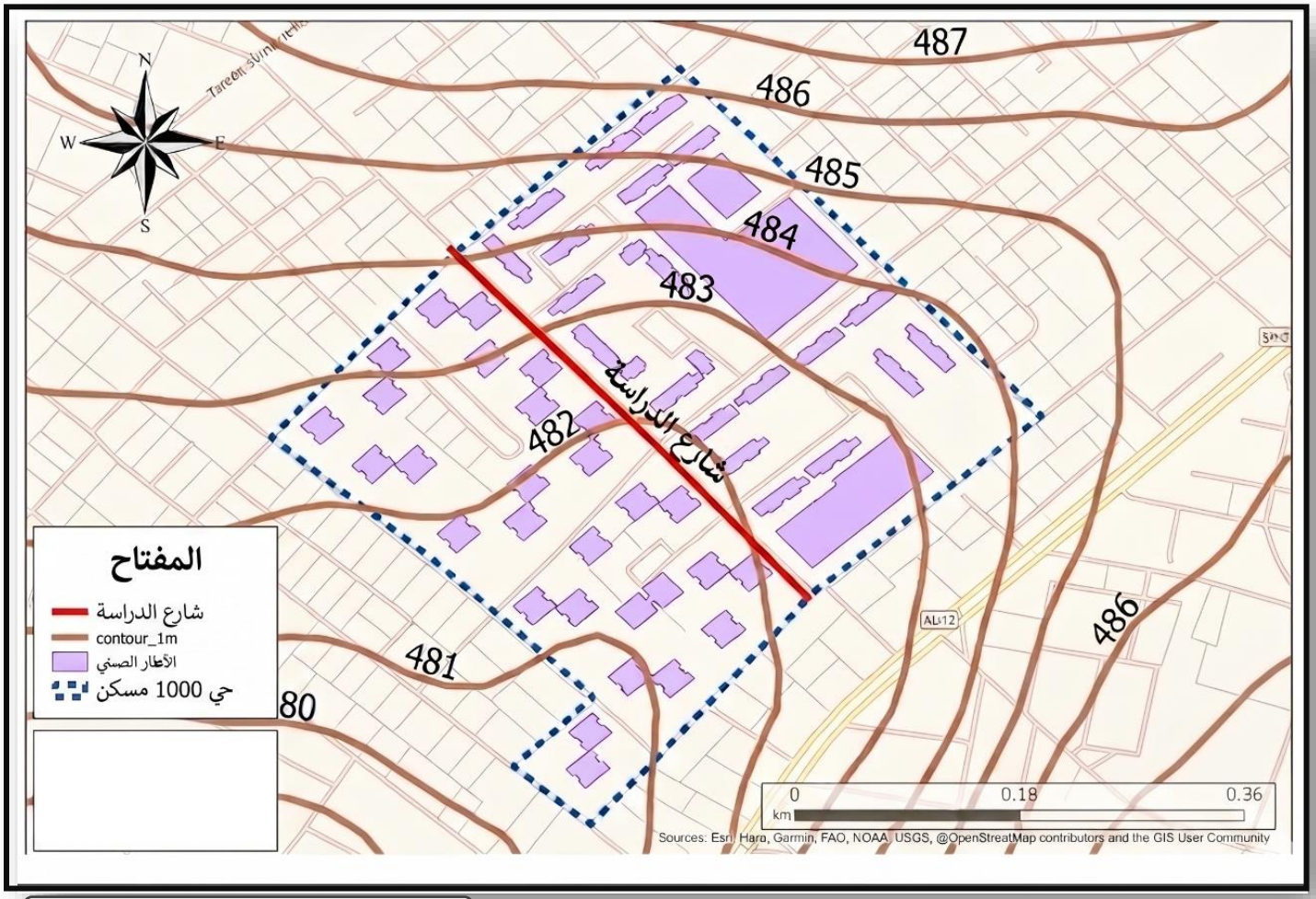


معالجة الباحثين 2026 + Google maps

4- طوبوغرافية الحي:

تتميز المنطقة بخصائص طوبوغرافية مرنة، حيث تقع على منحدر تدريجي يتراوح بين 479م و487م باتجاه الجنوب الغربي .هذا التدرج الطوبوغرافي المنتظم، بفاصل كنتوري قدره 1متر، يمنح الموقع كفاءة عالية في تصريف المياه السطحية

خريطة (10): طوبوغرافية حي 1000 مسكن لبلدية المسيلة



معالجة الباحثين 2026 + Google maps

تقديم شارع الدراسة:

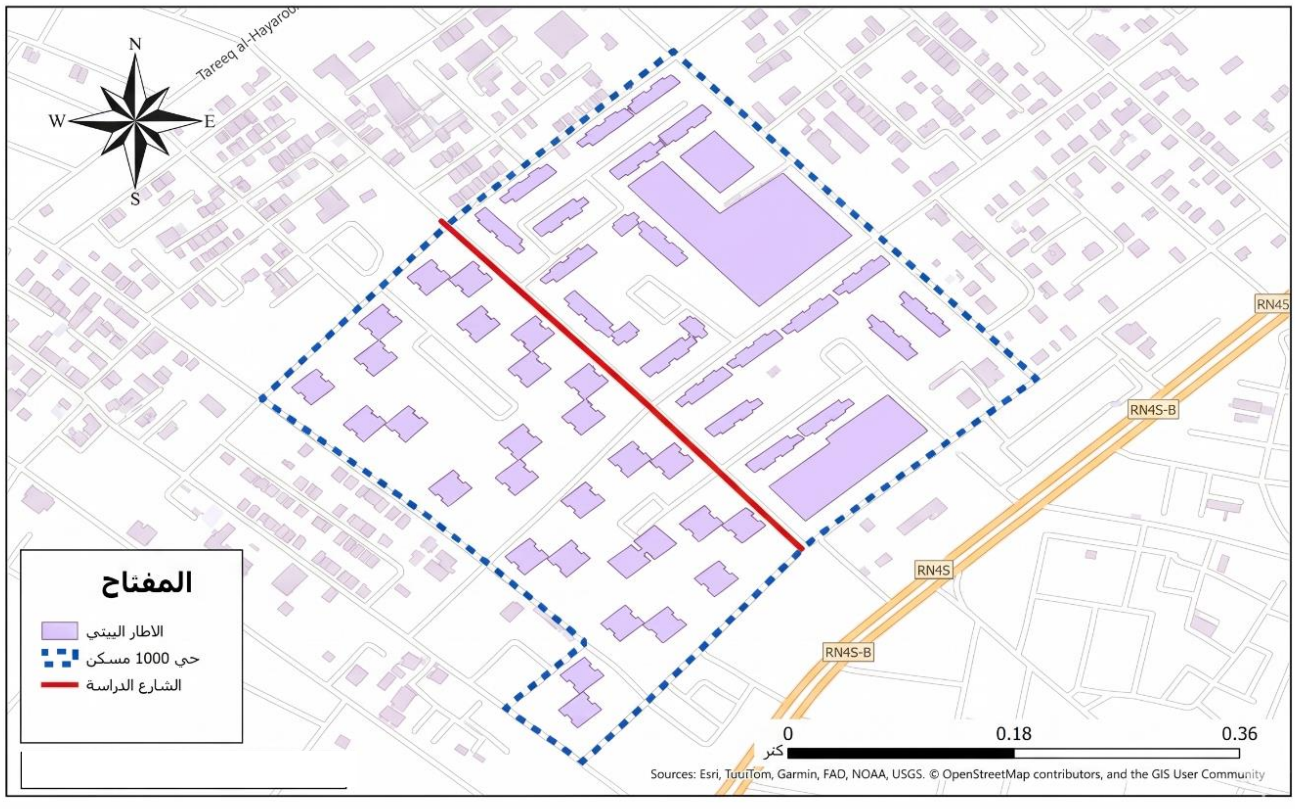
وقع الاختيار على أحد المحاور الحيوية في الحي كعينة تطبيقية للدراسة، وهو شارع شرياني يمتد على طول 348 متر خطي. لا يمثل هذا الشارع مجرد ممر عبور، وذلك نظراً لتراكم العوامل الهيدروليكية والعمرانية فيه.

1ـ دراسة وتحليل الخصائص المورفولوجية والطبوغرافية للشارع:

أ) الموقع والامتداد الحضري:

يقع الشارع في مركز الحي، حيث يشكل الشريان الرئيسي لربط مختلف الأنشطة، ويمتد طولياً على نحو 348 متراً، مما يجعله محوراً حركياً وهيدروليكياً حساساً

خريطة (11): موقع شارع الواسة في حي 1000 مسكن لبلدية

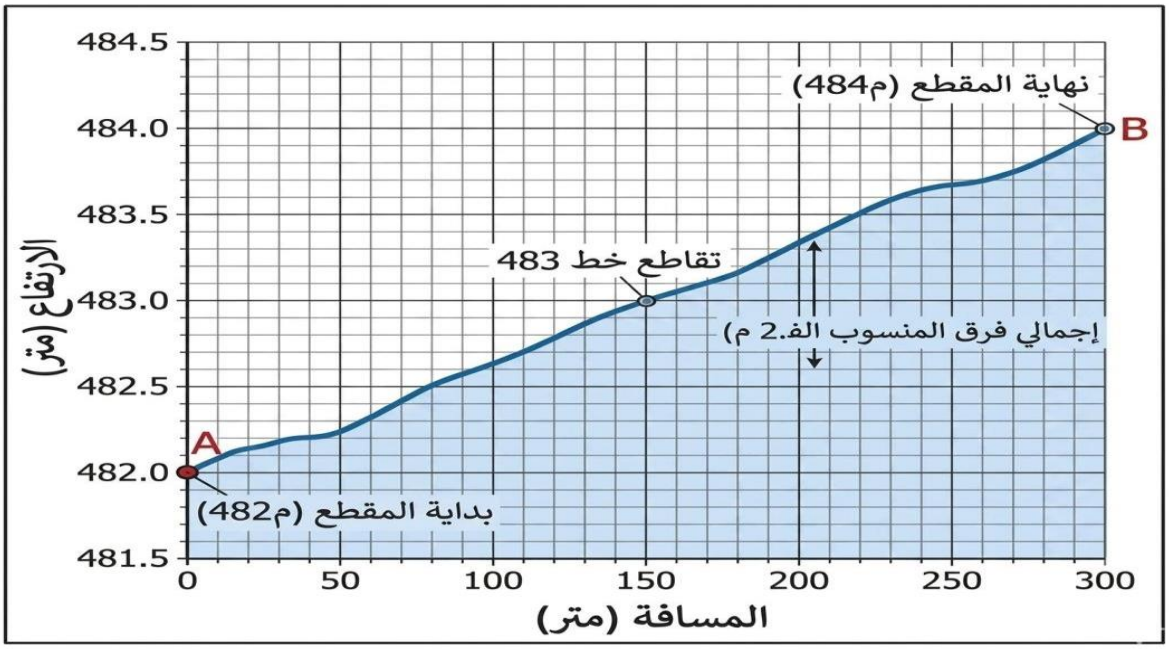


معالجة الباحثين 2026 + Google maps

ب) الخصائص الطبوغرافية والهيدروليكية:

يلعب الميل الطولي الخفيف والتدريجي للشارع دوراً حاسماً في توجيه التدفق السطحي لمياه الأمطار، غير أن هذا المعطى الطبوغرافي يؤدي إلى تركز المياه وتجميعها بكثافة في نقاط سفلية محددة بدلاً من تصريفها بشكل متوازن على طول المسار، وتتفاقم خطورة هذا التمركز الهيدروليكي في ظل منظومة تسييرية تقليدية تفتقر للرؤية الاستباقية، حيث يُترك هذا التدفق الحتمي للمياه دون أي متابعة مسبقة لحالة البالوعات المستقبلة له، مما يجعل أي انسداد في هذه النقاط السفلية الحرجة سبباً مباشراً وكافياً لحدوث فيضانات موضعية سريعة بمجرد هطول الأمطار، إن هذا الواقع الذي يظل مكتوف الأيدي بانتظار تشكل السيول وغرق الشارع للتدخل، يثبت بشكل ملموس القصور الجذري لأسلوب "رد الفعل "في التكيف مع الخصائص الطبوغرافية للمجال الحضري، ويؤكد أن السيطرة الفعالة على مخاطر الانسداد ورفع كفاءة التدخلات الميدانية يشترط حتماً تبني مقاربة استباقية، قادرة على توقع مسار الخطر وتوجيه فرق العمل لتأمين هذه النقاط السفلية الحساسة قبل وقوع الكارثة.

مخطط (04) مقطع طولي لطوبوغرافية الشارع



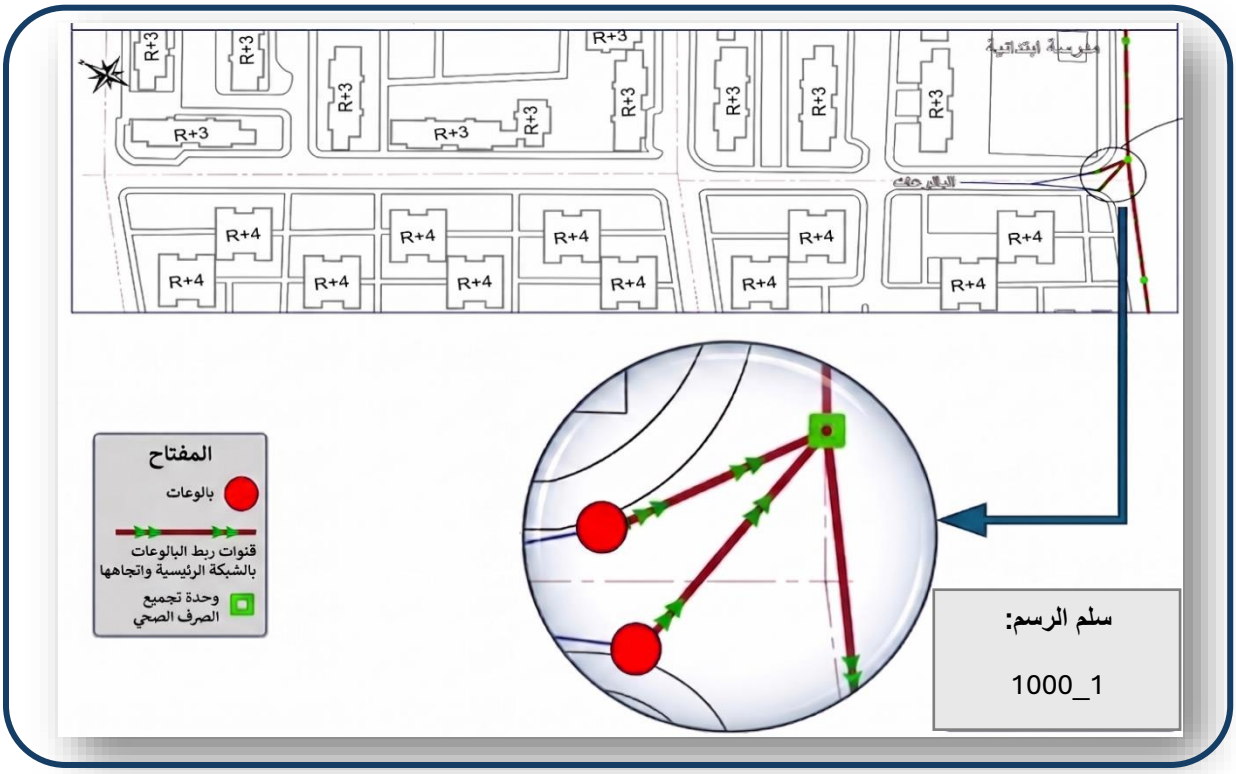
من اعداد الباحثين 2026

2- تشخيص البنية التحتية وشبكة التصريف الميدانية:

أ) البنية التحتية (شبكة الصرف الصحي):

يفتقر شارع الدراسة بطول 348م، وبكثافة عمرانية تتراوح بين (R+3) و(R+4 ') تماماً لأي شبكة تصريف طولية أو قنوات تجميع فرعية، مما حوّل تصريف مياه الأمطار والمياه العادمة إلى جريان سطحي حر بفعل الانحدار الطبوغرافي، وتتجسد خطورة هذا الوضع في حصر مصب الشارع بأكمله في بالوعتين فقط عند زاوية المدرسة الابتدائية (النقطة الأخفض منسوباً)، حيث ترتبطان عمودياً بشبكة الشارع المتقاطع، يشكّل هذا المصب "عنق زجاجة" هيدروليكي حرج يُجبر الشبكة المستقبلة على استيعاب تدفقات فجائية تفوق قدرتها التصميمية، مما يؤدي إلى ظاهرة الارتداد العكسي للمياه وحدوث فيضانات موضعية مباشرة أمام المنشأة التعليمية، يفاقمها غياب نظام الفصل وتهالك الأغطية والمنشآت الخرسانية الحالية

مخطط (05) شبكة صرف الصحى لشارع الواسة

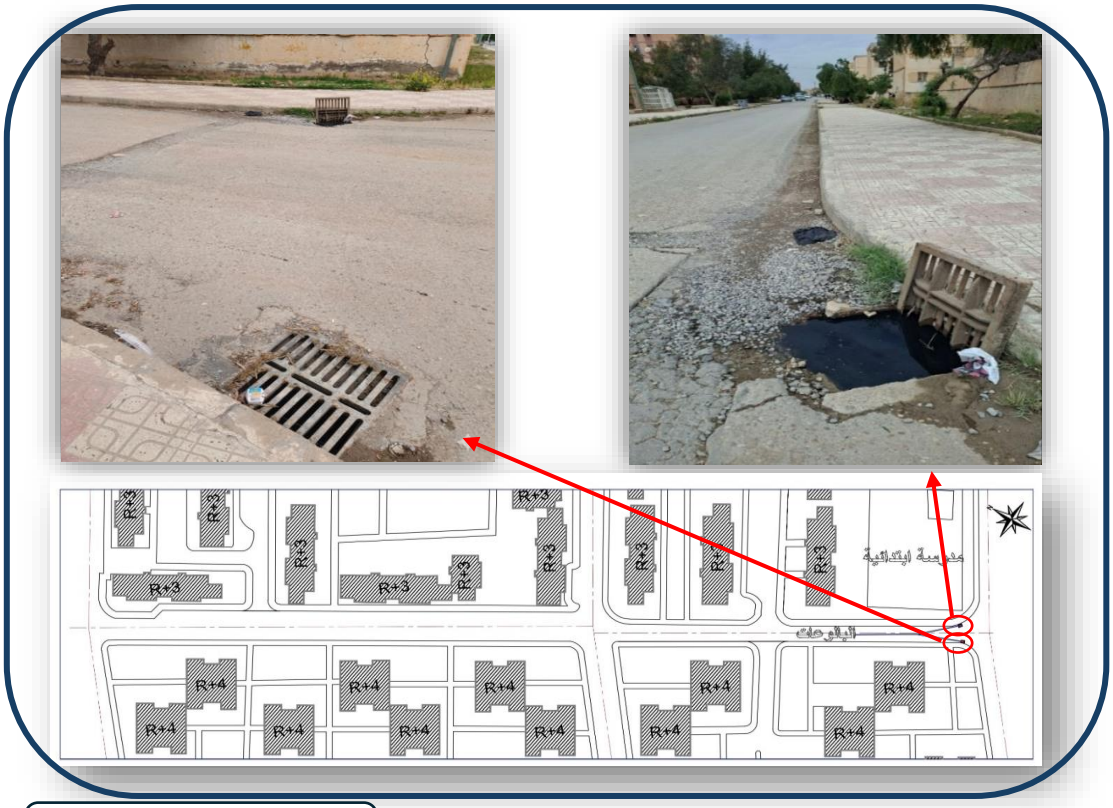


من اعداد ومعالجة الباحثين2026

ب) بنية شبكة التصريف الميدانية:

يعاني الشارع المدروس من قصور هيدروليكي حاد يتمثل في الاعتماد الكلي على بالوعتين فقط تتمركزان في النقطة الأخفض طبوغرافياً، مما يخلق "عنق زجاجة "يعجز عن استيعاب حجم التدفق السطحي لمياه الأمطار. وتتفاقم خطورة هذا العيب الهندسي في ظل تسيير تقليدي يفتقر إلى آليات الرصد اللحظي ويعتمد كلياً على التدخل البعدي ورد الفعل، حيث لا يتم اكتشاف الانسدادات التدريجية الناتجة عن تراكم الأتربة والنفايات إلا بعد وقوع فيضانات موضعية وشلل في حركة المرور، إن غياب القدرة على التنبؤ بحالة البالوعات بشكل استباقي قبل المواسم المطيرة، يؤكد أن الاستمرار في الاعتماد على أسلوب "رد الفعل "هو العائق الرئيسي أمام كفاءة التحكم في مخاطر الانسداد، مما يبرز الفشل العملي للأساليب الحالية ويثبت ضرورة الانتقال نحو مقاربة تسييرية تعتمد على المراقبة اللحظية لتوجيه التدخلات الميدانية بفعالية قبل وقوع الأزمة

شكل(13): لتموضع البالوعتين فى الشارع المدروس

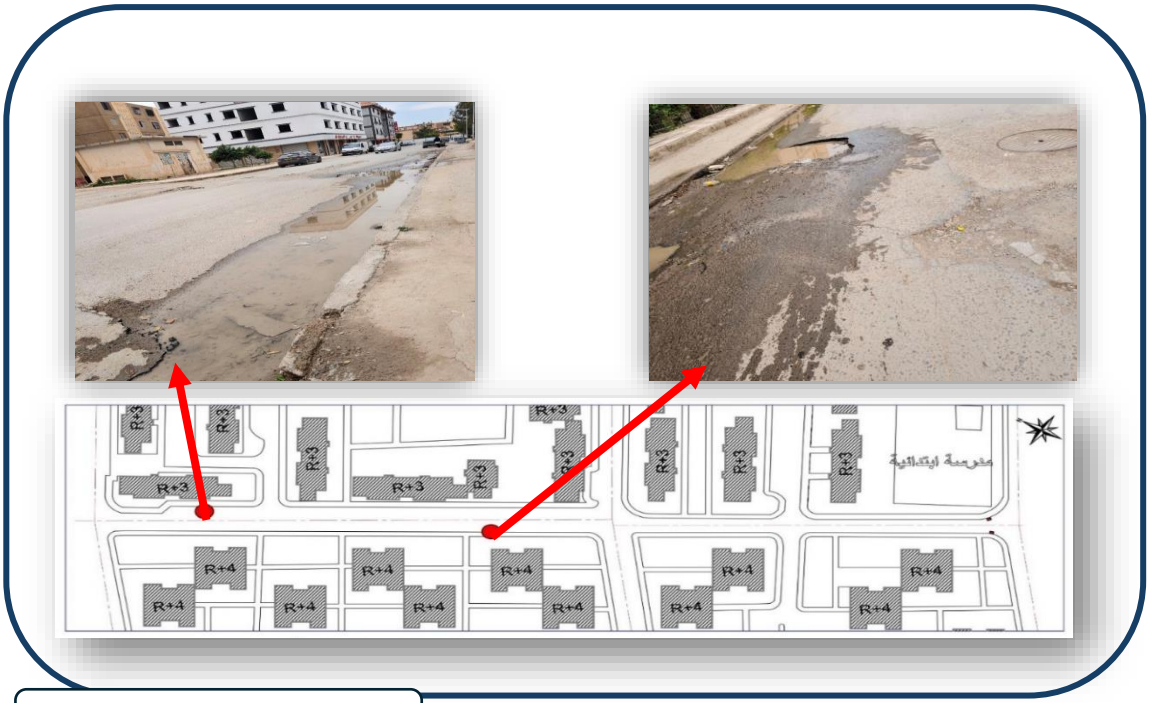


من تصوير واعداد الباحثين2026

هـ) النقاط السوداء والعيوب التصميمية لشارع:

تبرز الانحدارات غير المنتظمة في مقطع الشارع، لاسيما على مستوى موقف الحافلات، ك "نقاط سوداء "حرجة تعيق الانسياب الطبيعي لمياه الأمطار وتؤدي إلى تشكل برك مائية راكدة، هذا الخلل الطبوغرافي لا يقتصر تأثيره على إعاقة حركة المشاة والمركبات فحسب، بل يتسبب هندسياً في تسريع وتيرة تآكل الطبقة الإسفلتية وظهور الحفر والتصدعات. وفي ظل غياب آليات الرصد المستمر والاستباقي، تقتصر المقاربة التسييرية الحالية على رد الفعل المتأخر الذي يكتفي بمعالجة الأضرار السطحية كترقيع الحفر بعد تشكلها وتفاقم خطرها وحوادثها، متجاهلة التراكم التدريجي للمياه الذي تسبب فيها أصلاً. إن هذا العجز عن تتبع حالة هذه النقاط الحرجة زمنياً وتوجيه فرق التدخل قبل تدهور البنية التحتية، يؤكد مجدداً القصور الجذري للنظام التسييري التقليدي، ويثبت بشكل قاطع أن حماية الفضاء الحضري والارتقاء بكفاءة التدخلات الميدانية مشروط حتماً بالانتقال نحو مقاربة استباقية تعتمد على المراقبة اللحظية لتوقع الخطر ومعالجته في مهده.

شكل (14) : لنقاط السوداء في الشارع المدروس



من تصوير واعداد الباحثين2026

3- البُعد البيئي والسلوكي:

يتجلى في الشارع محل الدراسة تداخل حرِج ومستمر بين عيوب التخطيط الهندسي والسلوكيات البشرية السلبية، مما يضاعف من حدة المخاطر الحضرية؛ حيث يبرز الاختيار الخاطئ لموقع موقف الحافلات وضعه في بؤرة لتجمع المياه كخلل هيكلي يعيق حركة الركاب ويهدد سلامة المحطة. ويتفاقم هذا الوضع نتيجة الرمي العشوائي للنفايات الذي يتجاوز أثره البصري ليتسبب في الانسداد المباشر لشبكات تصريف مياه الأمطار والصرف الصحي. هذا الترابط بين الأخطاء التخطيطية الثابتة والتدهور البيئي يواجهه قصور إداري واضح يقتصر على سياسة "رد الفعل" ويفتقر لآليات الصيانة الدورية والرقابة المستمرة، مما يستدعي تحولاً جذرياً نحو تبني استراتيجية إدارة استباقية ترتكز على التنبؤ بالمخاطر وتوجيه جهود الصيانة الوقائية نحو النقاط الحضرية الحرجة لمعالجة مسببات الانسداد قبل تفاقم الأزمات.

صورة(08) للنفايات في الشارع

صورة(09) لتعطل البنية التحتية في الشارع

من تصوير ومعالجة الباحثين2026

ـ النتائج:

من خلال الدراسة التحليلية لحي 1000 مسكن وتحديدا الشارع المهيكل له تم التوصل الى مجموعة من النقاط أهمها:

- إستراتيجية الموقع حيث يمثل الشارع شرياناً رئيسياً ومركزياً في حي 1000 مسكن يربط مختلف الأنشطة الحيوية والتعليمية
- طبوغرافية ومورفولوجية الشارع حيث تم تحديد طول الشارع بدقة (348 متراً خطياً) مع تحديد الارتفاعات بين نقطة بداية الشارع ونقطة نهايته (بداية 482م ونهايته عند 484م) بإجمالي فرق منسوب يصل إلى 2 متر
- تعتبر البيانات الطبوغرافية عاملا مهما في حساب ميكانيكية تدفق المياه وتحديد الأماكن الأكثر عرضة للتجمع مياه الامطار
- تم تحديد مواقع البالوعات وعددها حيث يحتوي الشارع على بالوعتين فقط بالإضافة الى النقاط السوداء التي توجد في الشارع
- نظرًا لطول الشارع الذي يمتد على نحو 348 متراً على استقامة واحدة الا انه يتحول إلى محور حركي وهيدروليكي هش وحساس جداً أمام مياه الأمطار .
- وجود أخطاء تخطيطية وتصميمية فادحة أهمها تموضع موقف الحافلات في نقاط منخفضة تتجمع فيها المياه طبيعياً، عوض ان تكون هاته النقاط مواضع البالوعات .
- تهالك الأغطية الحديدية والخرسانية للبالوعات مما يجعلها أكثر عرضة للانسداد
- تعامل البلدية والجهات المعنية يعتمد على السياسة "البعدية" (انتظار وقوع الفيضان ثم التدخل)، في ظل غياب تام للصيانة اللحظية والدورية والرقابة المستمرة دلالة على فشل النموذج التسييري التقليدي (رد الفعل)

حيث تبين أن المعضلة الأساسية لا تكمن في غياب المنظومة الهيدروليكية لتصريف مياه الأمطار بذاتها، بل في "**عشوائية الانسدادات، وقصور الكفاءة التشغيلية، والغياب التام للرقابة الآنية والاستباقية لحالة البالوعات.**" ومن هنا، يصبح الانتقال إلى المشروع التنفيذي الرقمي ضرورة حتمية وليست مجرد خيار تقني.

المنصة الرقمية بالاستشعار الذكي كبديل للتدخل التقليدي:

1. المكونات الأساسية للمشروع:

قبل التطرق إلى ديناميكية عمل النظام، من الضروري استعراض البنية التحتية الصلبة والبرمجية التي يقوم عليها هذا المشروع التنفيذي؛ حيث يتكون النظام من ثلاث عناصر محورية تتكامل فيما بينها ضمن بيئة إنترنت الأشياء:(IoT)

أ) العتاد الصلب والمكونات الفيزيائية:

- **وحدات الرصد الطرفية (الكاميرات الذكية)** :كاميرات رقمية عالية الدقة مخصصة للمراقبة الحضرية الخارجية، تتميز بهيكل معزول بمعيار (IP67) لمقاومة الظروف الجوية القاسية من أمطار رعدية وأتربة.
- **وحدات المعالجة المصغرة** :معالجات رؤية حاسوبية مدمجة داخل الكاميرات تمتلك القدرة على معالجة الصور محلياً ولحظة بلحظة دون الحاجة لعتاد حاسوبي خارجي.
- **نظام التغذية المدمج** :وصلات طاقة سلكية مستديمة تربط الكاميرات مباشرة بشبكة أعمدة الإنارة العمومية التابعة للمدينة الذكية لضمان التشغيل المستمر(24/7)

ب) طبقة الربط وشبكة الاتصال:

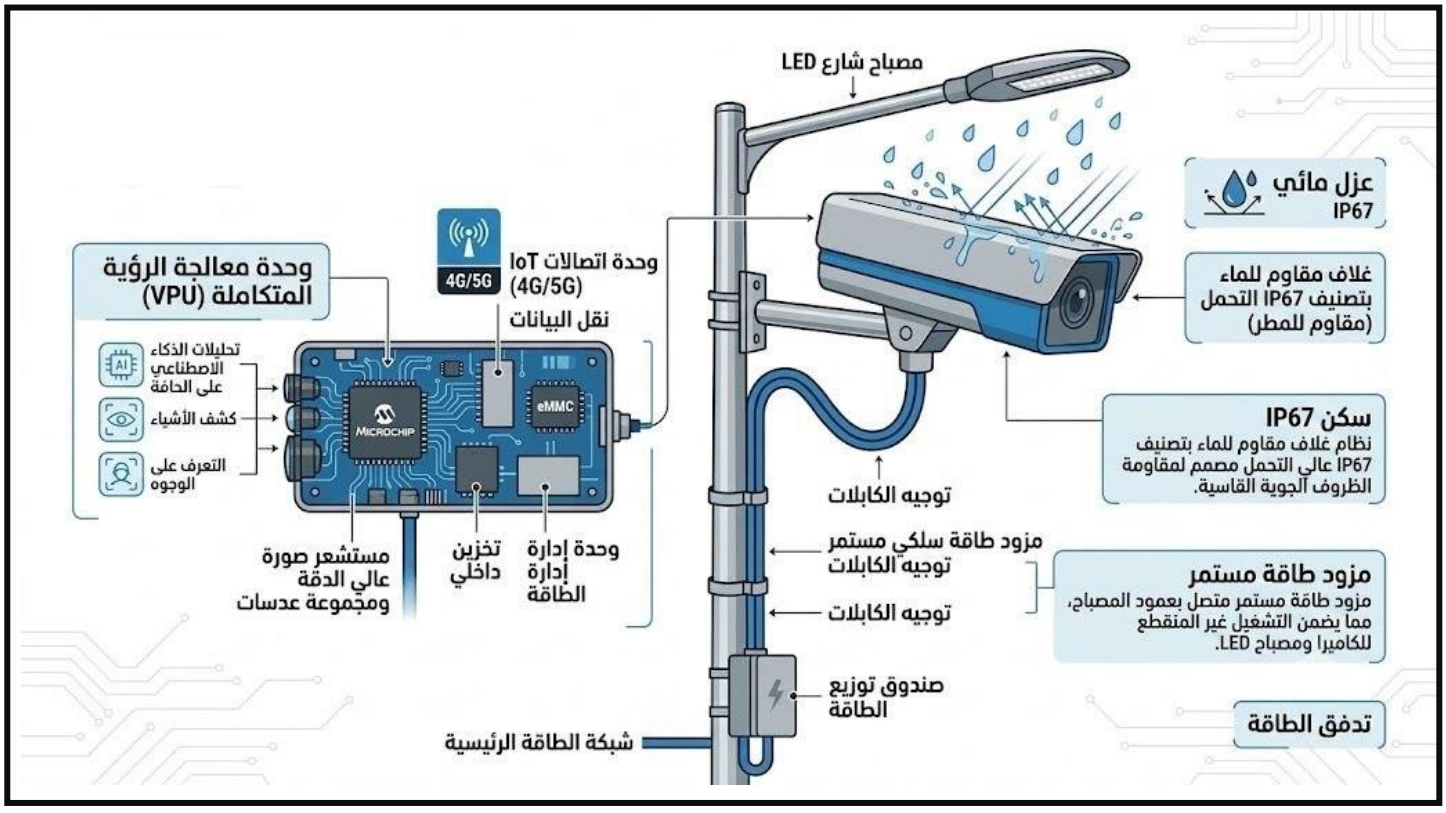
بوابة النقل اللاسلكي: نظام اتصال يعتمد على بروتوكول الشبكات اللاسلكية طويلة المدى ومنخفضة الاستهلاك .

- **بروتوكول حزم البيانات** :برمجية اتصال تقوم بتحويل المخرجات الصورية المعالجة محلياً إلى حزم نصية رقمية مشفرة وخفيفة الوزن جداً لضمان نقلها الفوري بأقل استهلاك للنطاق الترددي للمستخدم.

جـ) البيئة البرمجية والتحليلية :

- **خادم المنصة الرقمية** :البنية البرمجية المركزية المستضيفة للنظام، والتي تتولى استقبال الحزم النصية الواردة من الميدان ومطابقتها مكانياً وجغرافياً مع قاعدة البيانات الحية لشبكة تصريف مياه الأمطار.
- **محرك الذكاء الاصطناعي والتنبؤ** :خوارزميات مدمجة في الخادم (تعلم الآلي وتحليل تنبؤي تعمل على مقاطعة البيانات اللحظية بالسجلات التاريخية للبالوعات للتنبؤ بالانسدادات قبل حدوثها.

مخطط (06) نظام كاميرا (IOT) ذكي



من اعداد ومعالجة الباحثين2026

2- هيكلة المنصة الرقمية للمشروع التنفيذي:

أ) لوحة الخريطة الجغرافية التفاعلية:

تتميز المنصة الرقمية بخصائص تقنية وديناميكية متطورة؛ حيث تعتمد على دمج خرائط الأساس (Basemaps)الخاصة بـ ArcGIS لإسقاط شبكة تصريف مياه الأمطار بدقة متناهية، مع إظهار البالوعات في الشارع كرموز نقطية مشفرة لونياً وحركياً تعكس حالتها اللحظية. وتتكامل هذه الديناميكية بمجرد النقر فوق رمز أي بالوعة، حيث تفتح واجهة المستخدم نافذة منبثقة تعرض البطاقة الفنية الكاملة لها، والتي تتضمن الكود الرقمي الفريد الخاص بها، إحداثيات خطوط الطول والعرض الجغرافية، بالإضافة إلى الملف التاريخي المفصل لجميع عمليات الصيانات السابقة.

ب)شريط الإنذار المبكر الحي:

تعتمد آلية عمل نظام التنبيه في المنصة على برمجية استشعار ذكية مدمجة في الخلفية تعمل بشكل لحظي؛ فبمجرد استقبال حزمة بيانات رقمية من الميدان تحمل مؤشر "خطر"، يقوم النظام تلقائياً بتفعيل أمرين متزامنين لرفع درجة الاستجابة أولهما تنبيه مرئي يتمثل في إطلاق ثلاث الوان(أحمر, برتقالي, اخضر) على حسب حالة الخطر, يبرز الكود الرقمي للبالوعة في أعلى الشريط الجانبي للواجهة لضمان رؤيته الفورية والتعرف على موقعه، وثانيهما تنبيه صوتي يتمثل في إطلاق صوت إنذار حاد عبر المتصفح لتنبيه المستخدم بشكل فوري وجذب انتباهه في حال عدم تركيزه على الشاشة أو انشغاله بمهام أخرى.

ج) واجهة التحليل الذكي ودعم القرار:

تتمثل قوة المنصة في المحتوى البياني والتحليلي، وهي لوحة إحصائية متطورة مرتبطة بنماذج الذكاء الاصطناعي (خوارزميات التعلم الآلي والتحليل التنبؤي) المدمجة في النظام؛ حيث لا تكتفي الواجهة بعرض البيانات الواردة من الكاميرات الذكية فحسب، بل تقدم وظيفتين ذكيتين :أولاهما التحليل التنبؤي الذي يقوم بمعالجة السجلات التاريخية ومقاطعتها مع المؤشرات الحالية للتنبؤ باحتمالية انسداد البالوعة أو فيضانها مستقبلاً قبل حدوثه بناءً على نمط تراكم النفايات وتدفق المياه، وثانيتهما توليد التقارير الذكية عبر عرض بيانات إحصائية ودائرية توضح بدقة توزيع الحالات الإجمالية للبالوعات، وتحديد النطاقات الجغرافية الأكثر عرضة للمخاطر في حي الدراسة.

وينبثق عن هذا التحليل أداة اتخاذ القرار، وهي عبارة عن زر برمجي مخصص بجانب كل تنبيه مدعوم بتوصية ذكية من النظام تحدد الأولوية وحجم الفرقة المطلوبة للمهمة؛ وعند قيام المستخدم بالضغط عليه لإصدار أمر الصيانة، تتحول حالة البالوعة تلقائياً في قاعدة البيانات إلى "قيد المعالجة" وتُسجل هذه التغذية الراجعة مباشرة في نظام التعلم الذكي لرفع دقة التنبؤات المستقبلية وتطوير أداء الخوارزميات بشكل مستمر.

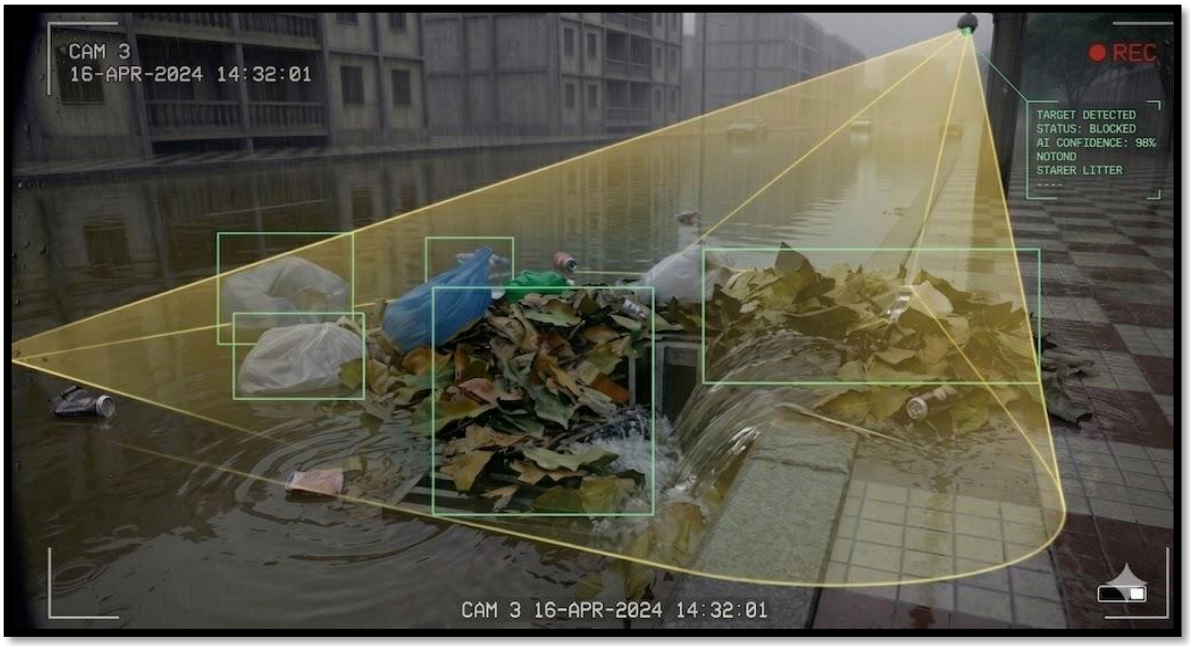
صورة: (10) تمثيل واجهة المنصة

من اعداد الباحثين ومعالجة الذكاء الاصطناعي 2026

3ـ مواصفات البيئة التشغيلية والاتصال وعقد الشبكة:

. تعتمد مواصفات البيئة التشغيلية لوحدات الرصد الميداني على دمجها الكامل كجزء لا يتجزأ من البنية التحتية للمدينة الذكية، حيث تم تصميم الكاميرات الذكية لتعتمد على تغذية كهربائية سلكية مستديمة مدمجة بشكل مباشر مع شبكة أعمدة الإنارة العمومية المتواجدة في الشارع، مما يضمن تشغيل النظام على مدار الساعة (24/7) ، في حين يعتمد النظام في نقل حزم بياناته الرقمية النصية خفيفة الوزن على شبكات الجيل الرابع والخامس الخلوية (5G/4G) المتاحة في المنطقة. ولرفع كفاءة النظام وتقليل التكاليف الإنشائية، تم حصر تموضع هذه الكاميرات واستهدافها فقط في "النقاط السوداء"؛ وهي المواقع الجغرافية الحرجة والأكثر عرضة للمخاطر والتي تتكرر فيها مشكلات تجمع النفايات أو ارتداد مياه الأمطار والفيضانات الحضرية بناءً على السجلات التاريخية، ونظراً لتموضع الكاميرات في هذه البيئة الخارجية المكشوفة، فقد يتم تصميم هيكلها الخارجي بمعيار عزل عالمي عالي المقاومة (IP67) لضمان حماية المكونات الإلكترونية الداخلية ومعالج الرؤية الحاسوبية من العوامل الجوية القاسية مثل الأمطار الغزيرة المفاجئة، الرطوبة، والأتربة، وبما يضمن استمرارية تشغيل برمجيات الاستشعار دون انقطاع أثناء العواصف المطرية الحادة.

صورة:(11) تمثيل الرصد الذكي للكاميرا



من اعداد الباحثين ومعالجة الذكاء الاصطناعي 2026

4. الإسقاط الميداني للنظام على منطقة الدراسة :

لتأكيد فاعلية النظام وبيان قدرته التشغيلية، تم اختيار "شارع الدراسة الرئيسي بحي 1000 مسكن " كنموذج تطبيقي، نظراً لخصائصه الحضرية وتكرار مشكلات الانسداد فيه أثناء التقلبات الجوية. تم تقسيم العمل هنا إلى سيناريوهين رئيسيين يوضحان التفاعل الكامل بين الكاميرا والمنصة المستخدم: بناءً على البيانات الرقمية الواردة من الميدان و لتوضيح الدورة الكاملة لتدفق البيانات واتخاذ القرار، نستعرض سيناريوهين محتملين في شارع الدراسة:

السيناريو الأول: رصد النفايات والعوائق حول البالوعة (حالة تحذيرية)

يحدث هذا السيناريو عادةً قبل هطول الأمطار أو في بدايتها، حيث تتراكم الأوراق والنفايات بفعل الرياح أو السلوكيات البشرية على حافة الرصيف.

صورة(12) :تمثيل النفايات على البالوعات

من تصوير الباحثين + الذكاء الاصطناعي 2026

خوارزمية الرؤية الحاسوبية المدمجة في الكاميرا المثبتة على عمود الإنارة تقوم بمسح مستمر لمنطقة الحدث، تلتقط الكاميرا وجود أكياس بلاستيكية وأوراق أشجار و غيرها من النفايات المتراكمة التي تسد شبكة التصريف الجانبية للرصيف.

بمجرد أن تتجاوز مساحة النفايات النسبة المئوية المبرمجة مسبقاً (مثلاً 40% من مساحة فتحات البالوعة)، تترجم الكاميرا هذا المشهد البصري إلى حزمة بيانات رقمية تحتوي على :[ID: Zone1000-B001, Waste_Detected: True, Water_Level: Normal].

تستقبل المنصة الحزمة الرقمية عبر(ArcGIS API) ، وبشكل فوري يتغير رمز البالوعة B001 على خريطة الشارع إلى اللون البرتقالي.

يظهر التنبيه في شريط الحالات كمهمة "منخفضة الأولوية .".يقوم المستخدم المكلف بالصيانة والبيئة بجدولة عملية تنظيف روتينية للشارع، ويوجه شاحنة المصلحة لتطهير حافة الرصيف قبل حدوث أي تقلب جوي، وتتحول الحالة على المنصة إلى "قيد المعالجة."

مخطط (07) مراحل الرصد الذكي لانسداد بالوعة

من اعداد ومعالجة الباحثين2026

السيناريو الثاني: هطول أمطار غزيرة وارتفاع منسوب المياه:

يحدث هذا السيناريو أثناء العواصف المطرية المفاجئة، حيث يعجز نظام التصريف عن استيعاب التدفق التدريجي للمياه، مما يهدد بحدوث فيضان حضري في الشارع.

أثناء هطول المطر، تركز الكاميرا على المؤشر الفيزيائي (منسوب المياه بالنسبة للرصيف) ، تقوم الخوارزمية بقياس المسافة بين سطح الماء والعلامات المرجعية الجغرافية المخزنة في ذاكرتها محلياً.

صورة (13) : تمثيل النفايات على البالوعات

صورة (14) : تمثيل ارتفاع منسوب المياه

من اعداد ومعالجة الباحثين2026

عندما يرتفع منسوب المياه ويتخطى الحد الحرج (مثلاً وصول المياه إلى مستوى سطح الرصيف وبداية ارتدادها للخارج)، تصنف الكاميرا الحالة فوراً كخطر داهم، وترسل حزمة رقمية مستعجلة مثل

: [ID: Zone1000-B001, Waste_Detected: High/True, Water_Level Critical_85%].

بمجرد وصول البيانات، تنتقل المنصة برمجياً إلى حالة الاستنفار

يتغير رمز البالوعة على الخريطة التفاعلية لشارع الدراسة إلى اللون الأحمر الوامض

يرتفع كود البالوعة المتضررة إلى أعلى "شريط الإنذار المبكر الحي" تطلق المنصة إشارة صوتية حادة عبر المتصفح لتنبيه المستخدم فوراً.

بناءً على التنبيه الصوتي والمرئي عالي الأولوية، يحدد المستخدم بدقة مكان الاختناق عبر خريطة

(ArcGIS) بالضغط على زر اتخاذ القرار، يقوم بإصدار أمر تدخّل استعجالي وإرسال فرقة الصيانة المتواجدة في الميدان مباشرة إلى إحداثيات البالوعة المحددة لتسريحها وسحب المياه قبل تمدد الفيضان إلى المباني المجاورة، وتتحول حالة النقطة على الشاشة إلى اللون الأزرق لتوثيق بدء المعالجة

مخطط (08) مراحل الرصد الذكي لانسداد بالوعة وارتفاع منسوب المياه

من اعداد ومعالجة الباحثين2026

التوصيات والاقتراحات:

- ضرورة إدراج معايير "العمران الذكي "ضمن المخططات التوجيهية للتهيئة والتعمير (PDAU/POS)

- حتمية التوجه نحو تطبيق استراتجيات المدن الذكية والمدن المرنة للوقاية من الاخطار المحتملة.

- التوسع في تبني استراتيجيات إدارة حضرية استباقية تعتمد على تقنيات الاستشعار الذكي والإنذار المبكر كبديل للممارسات التقليدية القائمة على ردود الأفعال بعد وقوع الفيضانات الحضرية.

- تكوين إطارات ومهندسين في التقنيات الحضرية والبلدية في مجال الوقاية من الأخطار باستعمال أنظمة الرؤية الحاسوبية والمعالجة الطرفية.

- زيادة التعاون والتنسيق بين مصالح الحماية المدنية، والمصالح التقنية للبلدية، والجهات المعنية في مجال الاستشعار وتدفق البيانات الفورية المشتركة عبر المنصة المركزية .

- الاهتمام بإجراء التجارب الافتراضية والمحاكاة الرقمية للتأكد من جاهزية وصلاحية خوارزميات الرصد التلقائي ومستشعرات الكاميرات الذكية .

- حصر تموضع نقاط الرصد وأجهزة الاستشعار الذكية داخل "النقاط السوداء "والمواقع الجغرافية الحرجة الأكثر عرضة لتراكم النفايات وارتداد المياه بناءً على التشخيص الميداني والسجلات التاريخية، تجنباً للعشوائية وتقليصاً للتكاليف الإنشائية.

- ضرورة الاهتمام بتحليل مخاطر الفيضانات في مدينة المسيلة، ليتم توزيع ونشر كاميرات الاستشعار الذكية حسب "النقاط السوداء "والمواقع الجغرافية الأكثر تأثراً بتراكم النفايات وارتداد المياه .

- ضرورة إجراء المزيد من الدراسات والبحوث المستقبلية المعمقة والدقيقة حول تطبيقات إنترنت الأشياء

- التعريف بالمنصة الرقمية الذكية ومدى قدرتها على التنبؤ والحد من خطر الفيضانات، لشرح أهمية الانتقال من التدخل التقليدي العشوائي إلى التدخل الاستباقي الرقمي.

خلاصة الفصل

يمثل هذا المحور جسراً للانتقال من التأصيل النظري لأنظمة الرؤية الحاسوبية ونظم المعلومات الجغرافية إلى الممارسة الميدانية، عبر نموذج تجريبي مطبق على "حي 1000 مسكن" بمدينة المسيلة. يهدف هذا التوجه إلى استثمار المستشعرات البصرية (كاميرات المراقبة الذكية) وتحويلها من أدوات توثيق تقليدية إلى أنظمة استباقية قادرة على الرصد والتقييم اللحظي لحالة البنية التحتية، مع التركيز بصفة خاصة على شبكات تصريف مياه الأمطار.

ولتحقيق هذه الغاية، يتم تقديم تشخيص تحليلي معمق للمجال المدروس، يتناول الأبعاد الجغرافية، الطبوغرافية، المناخية، والهيدرولوجية. ويسعى هذا التحليل إلى تحديد الاختلالات التخطيطية ونقاط الضعف في آليات التسيير الحالية التي تعتمد على "رد الفعل"، وذلك لتسليط الضوء على ضرورة تبني الحلول التكنولوجية الذكية كخيار حتمي لمواجهة تحديات الأزمات الحضرية والفيضانات الموضعية.

خاتمة

تأسيساً على ما تم تناوله ومناقشته سالفا، يمكن القول إن التسيير الذكي للبنية التحتية الحضرية لم يعد مجرد رفاهية تكنولوجية، بل أضحى خياراً استراتيجياً وحتمية هندسية تفرضها متطلبات العمران الذكي وتحديات التغيرات المناخية المعاصرة ولقد شكّل هذا البحث محاولة جادة لكسر النمطية التقليدية في إدارة شبكات تصريف مياه الأمطار بمدينة المسيلة، من خلال تقديم بديل رقمي متكامل يُمثله مشروع "المنصة الرقمية بالاستشعار الذكي والتحليل التنبؤي"، والذي تم إسقاطه ومحاكاته ميدانياً في النقاط السوداء لـ "حي 1000 مسكن."

ولقد أثبتت الدراسة الميدانية والتشخيصية صحة الفرضية الأساسية التي انطلق منها البحث؛ إذ تبيّن بالدليل العلمي والميداني أن أسلوب التدخل التقليدي الحالي القائم على ردود الأفعال والمراقبة العشوائية يعد سبباً رئيساً في تفاقم مشكلات الفيضانات الحضرية نتيجة التأخر في رصد الانسدادات وعجز القنوات عن الاستيعاب اللحظي للتدفقات وفي المقابل، تظهر محاكاة سيناريوهات التشغيل حيوية وناجعة النظام المقترح؛ حيث نجحت نماذج الرؤية الحاسوبية والمعالجة الطرفية داخل الكاميرات الذكية في التعرف اللحظي على المؤشرات البيئية (تراكم النفايات) والفيزيائية (منسوب المياه) وترجمتها إلى حزم بيانات

نصية خفيفة، مما سمح للمنصة الرقمية بتفعيل الإنذار المبكر ودعم متخذ القرار برمجياً لتوجيه فرق الصيانة بدقة واستباق خطر الفيضان قبل حدوثه.

وفي الختام، إن هذه التجربة الأكاديمية التي بدأت كفكرة ريادية طموحة في أروقة حاضنة الأعمال ولم تكتمل حينها لظروف تقنية خاصة، قد وجدت في هذا القالب الأكاديمي الرصين بيئة مثالية لصقلها وإثبات جدواها الهندسية والتطبيقية. ونحن إذ نضع هذا العمل بين يدي المصالح التقنية لبلدية المسيلة والباحثين، فإننا نفتح آفاقاً مستقبلية واعدة لمواصلة تطوير هذه المنصة وإعادة طرحها في السوق الريادي كمنتج جزائري مبتكر يسهم في بناء مدننا الذكية، محققاً التوازن المنشود بين نجاعة التسيير الحضري وحماية الأرواح والممتلكات.

قائمة المراجع:

المؤلفات:

- بن عيسى، محمد :(2018) تسيير الشبكات الحضرية: مياه الشرب والتطهير، ديوان المطبوعات الجامعية(OPU) ، الجزائر.
- حمّود، سيف الدين :(2015) الهيدروليك وتطبيقاته في تصريف مياه الأمطار، دار الفكر العربي، القاهرة.
- سعدي، عبد الفتاح :(2023) هندسة البنية التحتية وإدارة المخاطر الحضرية: نحو نموذج للمدن المرنة، دار الهدى للطباعة والنشر، الجزائر.
- العبيدي، محمد علي :(2015) تخطيط وتسيير البنية التحتية الحضرية: شبكات تصريف مياه الأمطار والمنشآت الملحقة، منشورات جامعة بغداد، كلية الهندسة.

البحوث والدراسات والمقالات:

- بعلي، حمزة :(2021) آليات التحول نحو المدن الذكية في الجزائر كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة، مجلة الرواق للدراسات الاقتصادية، 07(01)، 110–128، جامعة المسيلة، الجزائر.
- بلقاضي، س :(2020) .المخاطر الطبيعية وتسيير البنية التحتية الحضرية في المدن الجزائرية: حالة فيضانات الوسط الحضري، أطروحة دكتوراه في تسيير التقنيات الحضرية، جامعة محمد بوضياف، المسيلة.
- بن خليفة، سمية :(2021) الحوكمة الرقمية كآلية لعصرنة الإدارة المحلية في الجزائر: التحديات والآفاق، مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، 14(01)، 185–204، جامعة الجلفة، الجزائر.
- بن دحمان، محمد :(2022) تكنولوجيا الاستشعار الذكي وأثرها في تحسين كفاءة المدن المستدامة، مجلة الهندسة والتقنيات المتطورة، 04(02)، 85–102، جامعة قسنطينة 1، الجزائر.
- بن عزة، محمد :(2020) دور إنترنت الأشياء في تحسين الخدمات الحضرية بالمدن الذكية: دراسة استشرافية، مجلة دراسات العدد الاقتصادي، 11(02)، 105–125، جامعة الشلف، الجزائر.
- بوسنة، سليم؛ ومراح، عبد الرحمن :(2021) تكنولوجيا إنترنت الأشياء كدعامة أساسية لبناء المدن الذكية المستدامة، مجلة البحوث الاقتصادية والمالية، 08(01)، 238–256، جامعة أم البواقي، الجزائر.

- بوعنان، سليمة؛ وشلابي، عمار :(2020) التسيير الذكي للمدن كآلية لتحقيق التنمية الحضرية المستدامة بالجزائر، مجلة التنمية والاستشراف الاقتصادي، 05(02)، 201-218، جامعة القليعة، الجزائر.
- بوقرة، س :(2021) .آليات حماية البيئة الحضرية من مخاطر التلوث والفيضانات: دراسة تقنية لمنشآت صرف مياه الأمطار في المدن الجزائرية، أطروحة دكتوراه في تسيير التقنيات الحضرية، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامعة محمد بوضياف، المسيلة.
- بوقرة، سميحة :(2022) تسيير أخطار الفيضانات الحضرية في ظل التغيرات المناخية: دراسة حالة مدن شرق الجزائر، مجلة العمران والبيئة، 04(01)، 85-102، جامعة قسنطينة 3، الجزائر.
- بوقرة، محمد :(2022) المرونة الحضرية وآليات التكيف مع التغيرات المناخية في المدن الجزائرية، مجلة العمران والتنمية المستدامة، 05(02)، 80-95.
- بوقطاية، عادل :(2022) استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحسين تسيير المرافق الحضرية: دراسة حالة المدينة الجديدة سيدي عبد الله، مجلة الهندسة والبيئة، 05(01)، 50-68، جامعة الجزائر 1، الجزائر.
- حمادي، رابح :(2020) المرونة الحضرية كآلية لمواجهة خطر الفيضانات في المدن الكبرى بالجزائر، مجلة التخطيط العمراني والمجالي، 02(02)، 110-128، جامعة سيدي بلعباس، الجزائر.
- سعداوي، مصطفى :(2020) نظم المعلومات الجغرافية كأداة للضبط العمراني وتسيير المدن الكبرى في الجزائر، مجلة الدراسات المكانية والتعمير، 02(02)، 10-25، جامعة سطيف 1، الجزائر.
- سليماني، مراد :(2023) تكنولوجيا التوأمة الرقمية كمدخل لتطوير تسيير المدن الذكية في الجزائر، مجلة الهندسة المعمارية والتقنيات العمرانية، 06(01)، 108-125، جامعة بسكرة، الجزائر.
- صياد، مريم :(2022) المدن الذكية: نحو نموذج جديد لتسيير المرفق العام في الجزائر، مجلة جيل البحث القانوني والمعمق، (52)، 145-162، الجزائر.
- عطوي، ريم :(2022) دور الحوكمة الرقمية في تحقيق التنمية المستدامة للمدن الذكية، مجلة الدراسات الحقوقية والسياسية، 08(02)، 69-85، جامعة تبسة، الجزائر.
- علاوي، توفيق :(2023) النمذجة التنبؤية وأثرها في فعالية التدخل الاستباقي بالمدن الجديدة في الجزائر، مجلة تكنولوجيا التسيير العقاري والحضري، 05(01)، 40-58، جامعة تلمسان، الجزائر.

- غضبان، هاجر؛ وسليم، إيمان :(2021) خطر الفيضانات في الوسط الحضري بين التنبؤ والحماية دراسة حالة حي 1600 مسكن عدل مدينة المسيلة، مذكرة تخرج، جامعة المسيلة.
- قادة، عبد القادر :(2021) دور الأنظمة الذكية في تسيير مخاطر الكوارث الحضرية بالجزائر، مجلة العمران والبيئة، 03(01)، 135-150، جامعة سيدي بلعباس، الجزائر.
- لعرابة، أحمد :(2021) نظم المعلومات الجغرافية والبيانات الآنية في تسيير المخاطر الحضرية بالجزائر، مجلة التخطيط العمراني والمجالي، 04(01)، 110-125، جامعة قسنطينة 3، الجزائر.
- مزيان، لويزة :(2019) المدن الذكية كبديل استراتيجي لترشيد التسيير العمومي المحلي في الجزائر، مجلة الإدارة والتنمية للبحوث والدراسات، 08(01)، 35-52، جامعة البليدة 2، الجزائر.
- مناصرية، سامي :(2021) تسيير المخاطر الحضرية في الجزائر: بين التخطيط الاستراتيجي والواقع الميداني، مجلة دراسات في الهندسة المعمارية والعمران، 04(02)، 55-75، جامعة قسنطينة 3، الجزائر.
- منصوري، كمال :(2022) النمذجة الرقمية والذكاء الاصطناعي في خدمة التخطيط الحضري المستدام، مجلة العمران والبيئة، 04(02)، 40-55، جامعة سيدي بلعباس، الجزائر.

المراجع باللغة الإنجليزية

(General Books):

- Akan, A. O., & Houghtalen, R. J. (2003): *Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality*, Wiley.
- Butler, D., & Davies, J. W. (2011): *Urban Drainage*, Spon Press.

(Articles)

- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., & Portugali, Y. (2012): Smart cities of the future, The European Physical Journal Special Topics, 214(1), 481.
- Gomez, M., & Russo, B. (2011): Methodology to estimate hydraulic efficiency of inlets, Journal of Flood Risk Management.
- Kitchin, R. (2015): Making sense of smart cities: addressing present shortcomings, Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 8(1), 131.

الهيئات الإدارية والمختصة (والنصوص القانونية):

- ✓ الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية :(2004) القانون رقم 04-20 المؤرخ في 13 ذي القعدة عام 1425 الموافق لـ 25 ديسمبر سنة 2004، المتعلق بالوقاية من المخاطر الكبرى وتسيير الكوارث في إطار التنمية المستدامة، الجريدة الرسمية العدد 84.
- ✓ وزارة الموارد المائية :(2010) المواصفات التقنية العامة المطبقة على أشغال شبكات التطهير (Cahier des Prescriptions Techniques Communales)، مديرية التطهير وحماية البيئة، الجزائر.
- ✓ (Algeria) Loi 15/08المرجعية القانونية الجزائرية المتعلقة بمطابقة البنايات، والتي تشدد في جانبها التقني على ضرورة الربط السليم بشبكات الصرف لتفادي الإضرار بالمحيط العمراني.

الخلاصة

يمثل هذا المحور جسراً للانتقال من التأصيل النظري لأنظمة الرؤية الحاسوبية ونظم المعلومات الجغرافية إلى الممارسة الميدانية، عبر نموذج تجريبي مطبق على "حي 1000 مسكن" بمدينة المسيلة. يهدف هذا التوجه إلى استثمار المستشعرات البصرية (كاميرات المراقبة الذكية) وتحويلها من أدوات توثيق تقليدية إلى أنظمة استباقية قادرة على الرصد والتقييم اللحظي لحالة البنية التحتية، مع التركيز بصفة خاصة على شبكات تصريف مياه الأمطار.

ولتحقيق هذه الغاية، يتم تقديم تشخيص تحليلي معمق للمجال المدروس، يتناول الأبعاد الجغرافية، الطبوغرافية، المناخية، والهيدرولوجية. ويسعى هذا التحليل إلى تحديد الاختلالات التخطيطية ونقاط الضعف في آليات التسيير الحالية التي تعتمد على "رد الفعل"، وذلك لتسليط الضوء على ضرورة تبني الحلول التكنولوجية الذكية كخيار حتمي لمواجهة تحديات الأزمات الحضرية والفيضانات الموضعية.