الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
كلية علوم الأرض و الكون
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم الجغرافيا و التهيئة الاقليمية
Département de Géographie et de l'Aménagement du Territoire

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر في

الجغرافيا والتهيئة الإقلمية

ميدان: علوم الأرض و الكون

شعبة: الجغرافيا وتهيئة الإقليم

تخصص: جيوماتيك

التكامل بين تقنيات الجيوماتيك والاقتصاد الأخضر لتثمين النفايات العضوية والحد من مشكل التصحر دراسة حالة مشروع GreenBox ببلدية مشرية ولاية النعامة

من إعداد الطالبة :

بودية خديجة هدية

تحت إشراف الأستاذ : علال نذير الواسيني

امام اللجنة المكونة من الاساتذة:

سيدي يخلف صورية	أستاذ مساعد أ	جامعة وهران 2 محمد بن احمد	**رئيسة**
علال نذير الواسيني	أستاذ مساعد أ	جامعة وهران 2 محمد بن احمد	**مؤطرا**
بصغير فطيمة	أستاذ مساعد أ	جامعة وهران 2 محمد بن احمد	**ممتحنة**

السنة الجامعية: 2025 -2026


بسم الله الرحمن الرحيم



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ﴾

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً مباركاً فيه، الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والذي وفقنا وأعاننا على إتمام هذا العمل المتواضع، والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم، وعلى آله وصحبه أجمعين.

أما بعد،

فإنه لمن دواعي الفخر والامتنان أن أضع بين أيديكم ثمرة جهدي المتواضع، الذي لم يكن ليرى النور بعد فضل الله تعالى إلا بالصبر والاجتهاد والتوكل عليه سبحانه.

أتقدم بخالص الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ المشرف الدكتور "علال نذير الواسيني"، الذي تفضل بقبول الإشراف على هذه الدراسة، ولم يبخل عليّ بتوجيهاته العلمية القيمة، ونصائحه السديدة، وملاحظاته الدقيقة التي كانت خير معين لي طوال مراحل إنجاز هذا العمل، فله مني أسمى عبارات الاحترام والتقدير.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى أساتذة كلية الجغرافيا وتهيئة الإقليم، الذين كان لهم الفضل في تكويني العلمي والمعرفي، والذين زرعوا فينا حب العلم والبحث والاجتهاد.

ولا يفوتني أن أتقدم بأصدق عبارات العرفان والامتنان إلى عائلتي الكريمة، التي كانت السند الحقيقي والداعم الأول لي، بصبرها وتشجيعها ودعواتها الصادقة التي رافقتني طوال مسيرتي الدراسية.

كما أتوجه بالشكر لكل من ساعدني من قريب أو بعيد، وساهم ولو بكلمة طيبة أو تشجيع بسيط في إنجاز هذا العمل.

وفي الأخير، أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أعضاء لجنة المناقشة الموقرة، لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الدراسة، وما سيقدمونه من ملاحظات قيمة وإضافات علمية تثري هذا البحث وترتقي به.

وفي الختام، أحمد الله تعالى الذي وفقني لإنجاز هذا العمل بجهدي الشخصي، وأسأله سبحانه أن يجعله علماً نافعاً وعملاً خالصاً لوجهه الكريم.

والحمد لله أولاً وآخراً.

الإهـداء

إلى من كانوا سبباً في وصولي إلى هذه اللحظة...

إلى عائلتي الكريمة، التي منحتني القوة والصبر، وكانت دائماً الحضن الآمن والدافع الأكبر للاستمرار، أهدي هذا العمل المتواضع.

إلى أبي العزيز، رمز الكفاح والتعب، الذي تعلمت منه معنى المسؤولية والطموح.

إلى أمي الغالية، صاحبة الدعوات الصادقة التي كانت ترافقني في كل خطوة.

إلى كل من شاركني لحظات التعب، وساندني بكلمة طيبة أو دعاء صادق.

إلى أساتذتي الأفاضل، الذين كان لهم الفضل في تكويني العلمي والمعرفي.

وإلى كل شخصٍ كان حضوره هادئاً لكنه ترك أثراً جميلاً في طريقي، وكان دعمه الصادق في أصعب اللحظات مصدر قوة وطمأنينة... دون أن يعلم ربما، كم كان لذلك أثر كبير في نفسي.

إلى كل من آمن بي، وإلى كل حلم قاومت من أجله...

أهدي ثمرة هذا الجهد، والحمد لله الذي وفقني لإتمامه.

الفــهـرس

مقدمة عـــامة: 16

الإشكالية 18

الهدف من الدراسة 19

أهمية الدراسة 19

الأهمية العلمية: 19

الأهمية التطبيقية: 20

الفرضيات 20

المنهجية المتبعة في البحث 20

حدود الدراسة 21

الحدود المكانية 21

الحدود الزمنية 21

الحدود الموضوعية 21

صعوبات الدراسة 21

موقع منطقة الدراسة 21

مقدمة الفصل الأول 24

1مفاهيم وتقنيات الجيوماتيك 25

1-1تعريف الجيوماتيك(Geomatics) 25

1-2تطور علم الجيوماتيك 26

1-3نظم المعلومات الجغرافية 26

1-3-1السياق التاريخي والتطور: 26

1-3-2تعريف نظم المعلومات الجغرافية(GIS) 27

1-3-3أهداف نظم المعلومات الجغرافية: الإجابة على الأسئلة المكانية الخمسة 28

1-3-4مصادر بيانات GIS 29

1-7تمثيل البيانات في GIS 29

1-8أهمية الجيوماتيك في الدراسات البيئية 30

1-9دور الجيوماتيك في مراقبة الغطاء النباتي 31

1-10دور الجيوماتيك في متابعة التصحر 31

1-11دور الجيوماتيك في دراسة التربة.....32
1-12دور الجيوماتيك في مراقبة الموارد المائية.....32
1-13دور الجيوماتيك في تحليل التغيرات المناخية.....33
1-14دور الجيوماتيك في دعم اتخاذ القرار البيئي.....33
2-مفهوم الاقتصاد الاخضر: 34
1-2 المبادئ الأساسية للاقتصاد الأخضر وعلاقتها بمجال الجيوماتيك والتثمين : 35
2-1-2مبدأ الرفاهية : 35
2-1-2مبدأ العدالة بين الأجيال والمكان.....35
3-1-2مبدأ الحدود الكوكبية(planetary boundaries) 35
4-1-2مبدأ الكفاءة والكفاية (من الاقتصاد الخطي إلى الدائري) 35
5-1-2مبدأ الحوكمة الرشيدة والمشاركة 36
2-2فوائد الاقتصاد الأخضر 36
الفوائد البيئية:.....36
الفوائد الاقتصادية: 36
الفوائد الاجتماعية:.....36
3-تثمين النفايات.....37
1-3تعريف تثمين النفايات وأنواعه وطرق إدارته.....37
تحليل المخطط : 38
2-3 أنواع تثمين النفايات 39
3-3أهم طرق تثمين النفايات 40
4-3أهمية تثمين النفايات 40
4-ظاهرة التصحر 41
1-4مفهوم التصحر.....42
2-4مؤشرات التصحر 42
1-2-4نقص الغطاء النباتي 42
1-2-4زحف الرمال 43
2-2-4تدهور التربة.....43
3-4التصحر في الجزائر 43

4-3-1المناطق السهبية.....43
4-3-2السهوب الغربية 44
4-3-3خطورة الوضع في الجزائر.....44
4-4أسباب التصحر.....44
4-4-1الأسباب الطبيعية.....44
4-4-1الأسباب البشرية 45
4-5آثار التصحر.....46
4-5-1الآثار البيئية 46
4-5-2الآثار الاقتصادية والاجتماعية للتصحر.....46
خلاصة الفصل الأول **50**
مقدمة الفصل **52**
1-الموقع الجغرافي لبلدية مشرية..... **53**
2- التحليل البيئي لمنطقة الدراسة :..... **56**
2-1الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :.....56
التضاريس(Relief) 56
التحليل المورفولوجي للخريطة:.....57
المناخ.....58
التربة 63
الغطاء النباتي.....65
2-1الخصائص الاقتصادية والاجتماعية **67**
النشاط الرعوي.....67
النشاط الزراعي.....69
الديناميكية السكانية 70
3-تحليل ظاهرة التصحر في بلدية مشرية..... **70**
3-1العوامل الطبيعية المسببة للتصحر 71
الجفاف والتغيرات المناخية.....71
التعرية الريحية.....71
هشاشة التربة 73

تدهور الغطاء النباتي الطبيعي 74
2-3العوامل البشرية المساهمة في التصحر 74
الرعي الجائر 74
كثافة الثروة الحيوانية 75
4-الديناميكية السوسيو-اقتصادية وضغط النفايات العضوية 76
4-1النشاط الرعوي كمصدر رئيسي للنفايات 76
تحليل الجدول 01 (المؤشرات العامة): 76
تحليل جدول كثافة الثروة الحيوانية:(UBT) 76
4-2حساسية المراعي للتصحر 76
تحليل جدول توزيع مساحات المراعي حسب الحساسية (جدول 04): 76
4-3التشخيص الجيوماتيكي لظاهرة التصحر 77
4-3-1العوامل الطبيعية المسببة للتدهور 77
تحليل خريطة سرعة الرياح (خريطة 05): 77
4-3-2العوامل البشرية وتسارع التصحر 77
4-3-1دور الجيوماتيك في التشخيص: 77
خاتمة الفصل : 78
مقدمة الفصل 80
1-الإطار المفاهيمي والتقني لمشروعGreenbox 81
1-1المفهوم العام للمشروع 81
1-2الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري 82
1-3تثمين النفايات العضوية 83
1-4مكافحة التصحر بالمناطق السهبية 83
1-5المشروع كنظام بيئي ذكي 84
2-الآلية التقنية لمشروعGreenbox 85
2-1جمع النفايات العضوية 85
2-2الفرز والمعالجة 86
2-3عملية التسميد العضوي(Compostage) 86
•التهوية 87

●الرطوبة 87
●درجة الحرارة.....87
●نسبة الكربون إلى الآزوت 87
●إنتاج السماد العضوي.....87
3-استعمال GreenBox في التشجير 88
4-مخطط سير العمل (Flowchart) لمشروعGreenbox 89
5-البنية الوظيفية (Architecture Fonctionnelle) لمشروعGreenbox :..... 91
6-النمذجة المعلوماتية والجيوماتيكية للمشروع..... 92
6-1تصميم قاعدة البيانات الجغرافية.....92
6-1-1أهداف قاعدة البيانات الجغرافية.....92
6-1-2أنواع البيانات المستعملة.....92
●البيانات المكانية.....93
●البيانات الوصفية.....93
7-النموذج المفاهيمي للبيانات(MCD) 94
الشكل 08 النموذج المفاهيمي للبيانات(MCD) 94
8-النموذج المنطقي للبيانات(MLD) 94
الشكل 09:النموذج المنطقي للبيانات(MLD) 94
9-التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ومشروعGreenbox 96
10-التحليل المكاني لمناطق التصحر.....96
الشكل :(05) خريطة حساسية التصحر ببلدية مشرية.....96
11-تحديد ملاءمة المشروع.....97
الشكل :(06) خريطة ملائمة مشروعGreenbox 98
12-أهمية نظم المعلومات الجغرافية في دعم مشروعGreenbox 100
13-التقييم البيئي والاقتصادي للمشروع.....100
13-1الأثر البيئي.....100
13-2الأثر الاقتصادي.....101
14-تحليلSWOT 101
14-1تحليل نقاط القوة(Strengths) 102

2-14تحليل نقاط الضعف(Weaknesses) 102
3-14تحليل الفرص(Opportunities) 102
4-14تحليل التهديدات(Threats) 103
5-14خلاصة تحليلSWOT 103
خاتمة الفصل الثالث..... 104

فهرس الصور:

الصورة 01 : مكونات نظم المعلومات الجغرافية.....27
الصورة 02 : أهداف نظم المعلومات الجغرافية 28
الصورة 03 : أهداف نظم المعلومات الجغرافية 30
الصورة 04 :نبات الشيح والحلفاء 66

فهرس الجداول:

الجدول 01: الوضعية الجغرافية والإدارية لبلدية مشرية 55
الجدول 02: التوزيع الشهري لكميات التساقط المطري خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة 60
الجدول 03: التوزيع الشهري لدرجات الحرارة الدنيا والقصوى والمتوسطة خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة. 62
الجدول 04: توزيع مساحات المراعي في ولاية النعامة حسب درجة الحساسية 68
الجدول 05: كثافة الثروة الحيوانية 75
الجدول06 التحليل الاستراتيجي SWOT لمشروع GreenBox بالمنطقة الدراسة 101

فهـرس الخرائـــط:

الخريطة 01 الموقـع الجغرافـــي للدراســـة.....53
خريطة 02: نموذج الارتفاعات الرقمية لبلدية مشرية 57
الخريطة 03: التوزيع المكاني لأنواع التربة لولاية النعامة.....64
خريطة 04: توزيع الغطاء النباتي اعتمادا على مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي لبلدية مشرية.....66
خريطة 05: خريطة التوزيع المكاني لسرعة الرياح.....72
الخريطة 06: حساسية التصحر ببلدية مشرية.....97
الخريطة 07 :ملائمة مشروع Greenbox 99

فـــهـرس الأشـــكال:

الشكل 01: أهداف نظم المعلومات الجغرافية 38
الشكل (02) التوزيع المجالي والمادي لكميات النفايات المثمنة لسنة 2021..... 41
الشكل 03: توزيع التساقطات الشهرية للفترة 1991 – 2001 لمحطة النعامة..... 59
الشكل04 التوزيع الشهري لكميات التساقط المطري خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة. 61
لشكل 05: توزيع مساحات المراعي في ولاية النعامة حسب درجة الحساسية 69
الشكل 06: كثافة الثروة الحيوانية 75
الشكل 07 المخطط الانسيابي (Flowchart) لمشروع..... 90
الشكل 08 : البنية الوظيفية لمشروعGreenbox 91
الشكل 09 النموذج المفاهيمي للبيانات(MCD) 94
الشكل:10 النموذج المنطقي للبيانات(MLD) 94

الملخص باللغة العربية:

تهدف هذه المذكرة إلى تسليط الضوء على دور استخدام تقنيات الجيوماتيك، خاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد، في دراسة ظاهرة التصحر وتثمين النفايات العضوية ببلدية مشرية ولاية النعامة. وتستهدف هذه الدراسة تصميم مشروع Greenbox كنظام بيئي متكامل يعتمد على إعادة استعمال النفايات العضوية الحيوانية في إنتاج السماد العضوي واستعماله في تحسين التربة ودعم الغطاء النباتي بالمناطق السهبية. كما تشمل هذه الدراسة إنجاز مجموعة من التحليلات المكانية والخرائط الموضوعاتية، مثل خريطة حساسية التصحر وخريطة ملائمة المشروع، اعتماداً على معايير بيئية مختلفة كالتربة والغطاء النباتي والرياح والارتفاعات الرقمية. وتساهم هذه التقنيات في توفير رؤية دقيقة تساعد على دعم اتخاذ القرار البيئي وتحسين فعالية التدخلات الميدانية. كما تهدف الدراسة إلى إبراز أهمية نظم المعلومات الجغرافية في تحقيق التنمية المستدامة ودعم مشاريع الاقتصاد الأخضر بالمناطق الهشة.

En Français

Cette étude vise à mettre en évidence le rôle des techniques de géomatique, notamment les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et la télédétection, dans l'étude de la désertification et la valorisation des déchets organiques dans la commune de Mécheria, wilaya de Naâma. Cette recherche a pour objectif de concevoir le projet Greenbox comme un système environnemental intégré basé sur la réutilisation des déchets organiques animaux pour produire du compost destiné à l'amélioration des sols et au renforcement du couvert végétal dans les zones steppiques. L'étude comprend également plusieurs analyses spatiales et cartes thématiques, telles que la carte de sensibilité à la désertification et la carte de suitability du projet, en s'appuyant sur différents critères environnementaux comme le sol, le couvert végétal, le vent et le modèle numérique d'élévation. Ces techniques contribuent à fournir une vision précise pour soutenir la prise de décision environnementale et améliorer l'efficacité des interventions sur le terrain. Cette étude met également en évidence l'importance des SIG dans le développement durable et les projets d'économie verte dans les zones fragiles.

In English

This study aims to highlight the role of geomatics techniques, particularly Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing, in studying desertification and valorizing organic waste in the municipality of Mecheria, Naâma Province. The research seeks to design the Greenbox project as an integrated environmental system based on the reuse of animal organic waste to produce compost used for soil improvement and vegetation restoration in steppe regions. The study also includes several spatial analyses and thematic maps, such as desertification sensitivity and project suitability maps, based on various environmental criteria including soil, vegetation cover, wind, and digital elevation models. These techniques provide accurate information that supports environmental decision-making and improves the efficiency of field interventions. The study also highlights the importance of GIS in promoting sustainable development and supporting green economy projects in fragile environments.

الفصل التمهيدي:
تقديم عام

الفصل التمهيدي

مقدمة عـــامة:

تواجه المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم، وبشكل خاص في الجزائر، تحديات بيئية متزايدة ناتجة عن تداخل مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية التي تؤثر بشكل مباشر على التوازن البيئي واستدامة الموارد الطبيعية. وتُعد ظاهرة التصحر من أبرز هذه التحديات، حيث تؤدي إلى تدهور الأراضي الزراعية وتراجع خصوبة التربة، مما ينعكس سلبًا على النشاط الفلاحي والأمن الغذائي والتنمية المحلية. وتزداد حدة هذه الظاهرة في المناطق الواقعة ضمن الحزام شبه الجاف، خاصة في الجنوب الغربي للجزائر، حيث تسود ظروف مناخية قاسية تتميز بندرة التساقطات المطرية وارتفاع درجات الحرارة وتكرار فترات الجفاف.

إلى جانب ذلك، تشهد هذه المناطق مشكلات بيئية أخرى مرتبطة بسوء تسيير الموارد والنفايات، ومن أبرزها تراكم النفايات العضوية الناتجة عن الأنشطة الفلاحية وتربية المواشي. ففي ظل غياب استراتيجيات فعالة لإدارة هذه النفايات وإعادة استغلالها، تتحول هذه الموارد المحتملة إلى مصدر للتلوث البيئي ومشكلة صحية وبيئية، حيث يؤدي تراكمها إلى انتشار الروائح الكريهة وتلوث التربة والمياه، إضافة إلى إهدار موارد يمكن استغلالها في دعم الأنشطة الزراعية وتحسين خصوبة التربة.

وتُعد بلدية مشرية بولاية النعامة من المناطق التي تعكس بوضوح هذه الإشكاليات البيئية، نظرًا لكونها تقع ضمن المجال الجغرافي شبه الجاف الذي يتأثر بشكل كبير بظاهرة التصحر وتدهور الغطاء النباتي. كما أن النشاط الفلاحي وتربية المواشي في المنطقة ينتج عنهما كميات معتبرة من النفايات العضوية، التي غالبًا ما يتم التخلص منها بطرق تقليدية وغير منظمة، الأمر الذي يساهم في تفاقم المشكلات البيئية بدل تحويلها إلى موارد قابلة للاستثمار.

وفي ظل التوجهات العالمية الحديثة نحو تحقيق التنمية المستدامة، برز مفهوم الاقتصاد الأخضر كأحد النماذج التنموية التي تسعى إلى تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي وحماية البيئة. ويقوم هذا المفهوم على استغلال الموارد الطبيعية بشكل عقلاني ومستدام، مع التركيز على إعادة تدوير النفايات وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة اقتصادية وبيئية. وفي هذا الإطار، يمثل تثمين النفايات العضوية أحد أهم مجالات تطبيق الاقتصاد الأخضر، حيث يمكن تحويل هذه النفايات إلى أسمدة عضوية طبيعية تساهم في تحسين جودة التربة وتعزيز الإنتاج الزراعي والحد من استخدام الأسمدة الكيميائية التي قد تكون لها آثار سلبية على البيئة.

من جهة أخرى، شهدت الدراسات الجغرافية والبيئية تطورًا ملحوظًا بفضل استخدام تقنيات الجيوماتيك، التي تشمل نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (Remote Sensing) ونظم تحديد المواقع .(GPS) وتتيح هذه التقنيات إمكانية جمع وتحليل المعطيات المجالية بدقة عالية، مما يسمح بدراسة الظواهر البيئية وتحديد مناطق انتشارها وتقييم آثارها. كما تلعب دورًا مهمًا في دعم اتخاذ القرار والتخطيط البيئي من خلال إنتاج الخرائط والتحليلات المكانية التي تساعد على فهم العلاقات بين مختلف العناصر الطبيعية والبشرية في المجال الجغرافي.

وانطلاقًا من هذه المعطيات، تبرز أهمية دمج تقنيات الجيوماتيك مع مبادئ الاقتصاد الأخضر من أجل تطوير حلول مبتكرة لمواجهة التحديات البيئية، خاصة في المناطق المتأثرة بالتصحر. وفي هذا السياق، تندرج فكرة مشروع Greenbox كمبادرة بيئية واقتصادية تهدف إلى تثمين النفايات العضوية من خلال

استغلال فضلات الحيوانات وبقايا المواد العضوية وتحويلها إلى سماد طبيعي آمن وصديق للبيئة. ويتم بعد ذلك استخدام هذا السماد في إنشاء صناديق زراعية تحتوي على مجموعة من النباتات المختلفة، بحيث يتم تسويقها كمنتج بيئي يساهم في تحسين البيئة المحلية وتعزيز الوعي بأهمية الاستغلال المستدام للموارد.

ويتميز هذا المشروع بكونه يجمع بين البعد البيئي والاقتصادي، حيث يساهم من جهة في الحد من تراكم النفايات العضوية والتقليل من آثارها السلبية على البيئة، ومن جهة أخرى يوفر منتجًا بيئيًا يمكن تسويقه في إطار مبادرات الاقتصاد الأخضر. كما يمكن دعم هذا المشروع من خلال توظيف تقنيات الجيوماتيك في تحليل المعطيات المجالية وتحديد المناطق الأكثر تأثرًا بالتصحر أو الأكثر ملاءمة لتطبيق مثل هذه المبادرات البيئية.

وعليه، تسعى هذه الدراسة إلى إبراز أهمية تكامل تقنيات الجيوماتيك مع مبادئ الاقتصاد الأخضر في تثمين النفايات العضوية والحد من ظاهرة التصحر، وذلك من خلال دراسة حالة مشروع Greenbox ببلدية مشرية في ولاية النعامة. كما تهدف إلى تقييم مدى مساهمة هذا المشروع في دعم التنمية البيئية المستدامة، وتقديم نموذج تطبيقي يمكن تعميمه في مناطق أخرى تعاني من نفس الإشكاليات البيئية.

الفصل التمهيدي

الإشكالية

تُعد ظاهرة التصحر من أبرز التحديات البيئية التي تواجه المناطق السهبية في الجزائر، نتيجة التفاعل المعقد بين العوامل الطبيعية والبشرية، حيث أدى تراجع التساقط المطري، ارتفاع درجات الحرارة، والتغيرات المناخية إلى هشاشة الأنظمة البيئية وتدهور التربة والغطاء النباتي. كما ساهمت الممارسات البشرية غير العقلانية، خاصة الرعي الجائر والاستغلال المفرط للموارد الطبيعية، في تسريع وتيرة التصحر وتراجع القدرة الإنتاجية للأراضي السهبية، وهو ما انعكس سلباً على التوازن البيئي والاقتصادي بهذه المناطق.

وتُعتبر بلدية مشرية من بين المناطق السهبية التي تعاني من تفاقم هذه الظاهرة، بالنظر إلى طبيعتها شبه الجافة واعتماد سكانها بشكل كبير على النشاط الرعوي، مما أدى إلى زيادة الضغط على المراعي الطبيعية وتزايد تراكم النفايات العضوية الحيوانية بطريقة عشوائية. ورغم أن هذه النفايات تمثل مورداً بيئياً مهماً يمكن استغلاله في تحسين خصوبة التربة ودعم الغطاء النباتي، إلا أن غياب آليات التثمين والاستغلال المستدام يجعلها عبئاً بيئياً بدل أن تكون مورداً تنموياً.

وفي ظل التطور الكبير الذي تعرفه تقنيات الجيوماتيك، خاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد، أصبح بالإمكان تحليل الظواهر البيئية مكانياً وتحديد المناطق الأكثر هشاشة وملاءمة للتدخل البيئي بطريقة علمية دقيقة، وهو ما يفتح المجال أمام تصميم مشاريع بيئية ذكية قائمة على التحليل المكاني ودعم القرار.

وانطلاقاً من ذلك، تتمحور إشكالية الدراسة حول التساؤلات التالية:

- كيف يمكن توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات التحليل المكاني في دراسة ظاهرة التصحر ببلدية مشرية؟
- ما مدى مساهمة مشروع Greenbox في تثمين النفايات العضوية الحيوانية واستعمالها كحل بيئي لمكافحة التصحر؟
- كيف يمكن للتحليل المكاني والمعايير البيئية أن تساعد في تحديد المناطق الأكثر ملاءمة لتنفيذ المشروع؟
- ما دور النمذجة المعلوماتية وقواعد البيانات الجغرافية في تنظيم المعطيات البيئية ودعم تسيير المشروع؟
- إلى أي مدى يمكن اعتبار مشروع Greenbox نموذجاً جيوماتيكياً داعماً للتنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر بالمناطق المعرضة للتصحر؟

الفصل التمهيدي

الهدف من الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق جملة من الأهداف العلمية والتطبيقية التي تتمحور حول تحليل الواقع البيئي لمنطقة الدراسة وإبراز الدور الذي يمكن أن تؤديه تقنيات الجيوماتيك في دعم المبادرات البيئية القائمة على مبادئ الاقتصاد الأخضر. ويأتي ذلك في إطار البحث عن حلول مستدامة لمشكلة التصحر وتدهور التربة من خلال استغلال الموارد المتاحة بطريقة عقلانية وفعالة.

وفي هذا السياق، تهدف الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

- تحليل واقع النفايات العضوية الناتجة عن الأنشطة الفلاحية وتربية المواشي في بلدية مشرية التابعة لـ ولاية النعامة، من خلال تحديد مصادرها وكمياتها وطبيعة انتشارها في المجال الريفي، مع دراسة إمكانية استغلالها وتثمينها في إطار مقاربات الاقتصاد الأخضر التي تسعى إلى تحويل النفايات إلى موارد ذات قيمة بيئية واقتصادية.
- دراسة ظاهرة التصحر في منطقة الدراسة من خلال تحليل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة فيها، مثل الظروف المناخية، وطبيعة التربة، وأنماط استغلال الأراضي، إضافة إلى الأنشطة الرعوية والزراعية، مع إبراز انعكاسات هذه الظاهرة على التوازن البيئي واستدامة الموارد الطبيعية والأنشطة الفلاحية المحلية.
- إبراز دور تقنيات الجيوماتيك، وخاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار عن بعد، في تحليل المعطيات المجالية والبيئية المرتبطة بظاهرة التصحر وتدهور التربة، وذلك من خلال توظيف هذه التقنيات في إعداد الخرائط التحليلية وتحديد المناطق الأكثر عرضة للتدهور البيئي.
- تقييم إمكانية تطبيق مشروع Greenbox كنموذج عملي قائم على مبادئ الاقتصاد الأخضر، يهدف إلى تثمين النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد طبيعي يمكن استغلاله في تحسين التربة وتعزيز الإنتاج الزراعي بطريقة مستدامة.
- اقتراح تصور تطبيقي يمكن من خلاله استغلال النفايات العضوية في تحسين خصوبة التربة والمساهمة في الحد من مظاهر التصحر في منطقة الدراسة، وذلك اعتمادًا على نتائج التحليل المجالي والبيئي الذي توفره تقنيات الجيوماتيك.

أهمية الدراسة

تكتسي هذه الدراسة أهمية خاصة بالنظر إلى طبيعة الموضوع الذي يتناول إحدى القضايا البيئية المعاصرة المرتبطة بتدهور الموارد الطبيعية في المناطق السهبية وشبه الجافة. كما تبرز أهمية هذه الدراسة من خلال الجمع بين البعد البيئي والاقتصادي والتقني، حيث تسعى إلى تقديم مقاربة متكاملة تعتمد على توظيف تقنيات الجيوماتيك في إطار مبادئ الاقتصاد الأخضر.

ويمكن إبراز أهمية هذه الدراسة من خلال جانبين أساسيين هما:

الأهمية العلمية:

تتمثل الأهمية العلمية لهذه الدراسة في مساهمتها في إثراء المعرفة العلمية المرتبطة باستخدام تقنيات الجيوماتيك في دراسة الظواهر البيئية، وخاصة ظاهرة التصحر التي تعد من أبرز التحديات البيئية في المناطق السهبية.

كما تسعى الدراسة إلى إبراز أهمية توظيف نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد في تحليل المعطيات المجالية والبيئية، الأمر الذي يساعد على فهم أفضل للعوامل المؤثرة في تدهور التربة والغطاء النباتي.

إضافة إلى ذلك، تسهم هذه الدراسة في دعم الأدبيات العلمية المتعلقة بالاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة في الجزائر، من خلال تقديم إطار علمي يربط بين تثمين النفايات العضوية وحماية البيئة وتحقيق الاستدامة البيئية.

الأهمية التطبيقية:

أما من الناحية التطبيقية، فتتمثل أهمية هذه الدراسة في تقديم نموذج مشروع بيئي عملي يمكن تطبيقه في المناطق السهبية، مثل بلدية مشرية الواقعة ضمن المجال السهبي لـ ولاية النعامة.
كما تسعى الدراسة إلى إبراز إمكانية استغلال النفايات العضوية الناتجة عن الأنشطة الفلاحية وتربية المواشي وتحويلها إلى موارد مفيدة تساهم في تحسين خصوبة التربة وتقليل التلوث البيئي الناتج عن تراكم هذه النفايات.
إضافة إلى ذلك، يمكن أن تساهم نتائج هذه الدراسة في دعم المبادرات الاقتصادية الخضراء التي تهدف إلى تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية وحماية البيئة، خاصة في المناطق التي تعاني من هشاشة بيئية مثل المناطق السهبية.

الفرضيات

تنطلق هذه الدراسة من مجموعة من الفرضيات العلمية التي سيتم اختبارها من خلال التحليل النظري والدراسة التطبيقية، وذلك بهدف التحقق من مدى صحة العلاقة بين توظيف تقنيات الجيوماتيك وتثمين النفايات العضوية في إطار الاقتصاد الأخضر ودورها في الحد من ظاهرة التصحر.
وتتمثل أهم فرضيات الدراسة فيما يلي:

- يمكن لتقنيات الجيوماتيك أن تساهم بشكل فعال في تحليل الخصائص المجالية والبيئية لمنطقة الدراسة، وتحديد المناطق الأكثر تأثرًا بظاهرة التصحر وتدهور التربة.
- يمثل تثمين النفايات العضوية الناتجة عن الأنشطة الفلاحية وتربية المواشي موردًا مهمًا لإنتاج الأسمدة الطبيعية التي تساهم في تحسين خصوبة التربة وتعزيز استدامة الأنشطة الزراعية.
- يساهم مشروع Greenbox في تقليل تراكم النفايات العضوية في البيئة وتحويلها إلى مورد اقتصادي وبيئي مستدام يمكن استغلاله في تحسين الإنتاج الزراعي.
- يساعد اعتماد مبادئ الاقتصاد الأخضر في الحد من التدهور البيئي وتعزيز التنمية المستدامة في المناطق السهبية من خلال تشجيع الممارسات البيئية المستدامة.

المنهجية المتبعة في البحث

انطلاقاً من طبيعة الموضوع وأهداف الدراسة، تم الاعتماد على المنهج الوصفي التحليلي، حيث ارتكز الجانب الوصفي على تقديم مختلف المفاهيم المرتبطة بالتصحر، تثمين النفايات العضوية، الاقتصاد الأخضر، ونظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، مع التطرق إلى أهم الأسس النظرية المرتبطة بالجيوماتيك ودوره في معالجة الإشكاليات البيئية بالمناطق السهبية.

كما تم الاعتماد على المنهج التحليلي من خلال معالجة وتحليل المعطيات البيئية والمكانية المتعلقة بمنطقة الدراسة، باستعمال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، وذلك بهدف دراسة حساسية التصحر وتحديد المناطق الأكثر ملاءمة لتنفيذ مشروع .Greenbox وقد شملت هذه العملية إنجاز مجموعة من الخرائط الموضوعاتية، مثل خريطة الغطاء النباتي(NDVI) ، التربة، سرعة الرياح، الارتفاعات الرقمية، وخريطة الملائمة المكانية للمشروع.

إضافة إلى ذلك، تم توظيف التحليل متعدد المعايير داخل بيئة GIS وربط المعطيات الوصفية بالمكانية من خلال تصميم قاعدة بيانات جغرافية وإنجاز النموذجين المفاهيمي والمنطقي للبيانات(MCD/MLD) ، من أجل دعم التحليل المكاني وتسهيل تنظيم المعطيات البيئية الخاصة بالمشروع.

حدود الدراسة

تقتضي الدراسات الأكاديمية تحديد إطار البحث من حيث المجال المكاني والزماني والموضوعي، وذلك من أجل ضبط نطاق الدراسة وتوجيه التحليل العلمي نحو أهداف محددة.

الحدود المكانية

تتمحور هذه الدراسة حول المجال الجغرافي لـ بلدية مشرية التابعة إداريًا إلى ولاية النعامة، والتي تعد من المناطق السهبية الواقعة في الجنوب الغربي للجزائر. وتتميز هذه المنطقة بخصوصيات بيئية ومناخية تجعلها عرضة لظاهرة التصحر وتدهور التربة، الأمر الذي يجعلها مجالًا مناسبًا لدراسة العلاقة بين تثمين النفايات العضوية والحد من التدهور البيئي.

الحدود الزمنية

تركز الدراسة على تحليل المعطيات البيئية والمجالية المتعلقة بالفترة الزمنية الحديثة، خاصة خلال السنوات الأخيرة التي شهدت تزايد الاهتمام بقضايا التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر. كما سيتم الاعتماد على المعطيات المتوفرة من الدراسات والإحصائيات المحلية الحديثة، إضافة إلى الصور الفضائية التي تسمح برصد التغيرات البيئية في المنطقة.

الحدود الموضوعية

تتمحور هذه الدراسة حول تحليل العلاقة بين تثمين النفايات العضوية والحد من ظاهرة التصحر من خلال توظيف تقنيات الجيوماتيك في تحليل المعطيات المجالية والبيئية، مع التركيز على دراسة إمكانية تطبيق مشروع Greenboxكنموذج بيئي واقتصادي قائم على مبادئ الاقتصاد الأخضر.

صعوبات الدراسة

تواجه الدراسات الميدانية في المجال البيئي والجغرافي مجموعة من الصعوبات التي تؤثر في عملية جمع المعطيات وتحليلها، ومن أبرز الصعوبات التي واجهت هذه الدراسة:

- نقص المعطيات والإحصائيات المحلية الدقيقة المتعلقة بكميات النفايات العضوية الناتجة عن الأنشطة الفلاحية وتربية المواشي في منطقة الدراسة.
- صعوبة الحصول على بعض البيانات البيئية الحديثة المرتبطة بظاهرة التصحر وتدهور التربة على المستوى المحلي.
- الحاجة إلى معالجة وتحليل كمية كبيرة من المعطيات المكانية باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية، وهو ما يتطلب دقة في المعالجة والتحليل.

موقع منطقة الدراسة

تم اختيار **بلدية مشرية بولاية النعامة** كمجال تطبيقي لهذه الدراسة نظرًا لما تتميز به من خصوصيات جغرافية وبيئية واقتصادية تجعلها نموذجًا معبرًا عن إشكاليات المناطق السهبية في الجزائر، خاصة ما يتعلق بظاهرتي التصحر وتسيير النفايات العضوية الناتجة عن النشاط الرعوي والفلاحي.

تقع بلدية مشرية في الجزء الشمالي الشرقي من ولاية النعامة ضمن إقليم السهوب العليا الغربية الجزائرية، حيث تشكل منطقة انتقالية بين المجال التلي شبه الرطب والمجال الصحراوي الجاف، وهو ما يمنحها خصائص بيئية هشة تتأثر بشكل مباشر بالتغيرات المناخية والضغوط البشرية. وتحدها بلديات عين الصفراء جنوبًا، النعامة غربًا، وتيارت شمالًا، بينما تمتد شرقًا نحو المناطق السهبية لولاية البيض، مما يجعلها نقطة تفاعل بين عدة أنظمة بيئية ورعوية.

وتتميز المنطقة بمناخ شبه جاف يتميز بتذبذب التساقطات المطرية وعدم انتظامها السنوي، حيث لا يتجاوز المعدل المطري غالبًا 250 ملم سنويًا، مع ارتفاع معدلات التبخر وسيادة الرياح الجافة، وهي عوامل طبيعية تساهم في تسريع عمليات تدهور التربة وفقدان الغطاء النباتي[1]

كما تعد بلدية مشرية أحد أهم الأقطاب الرعوية في ولاية النعامة، إذ يعتمد جزء كبير من النشاط الاقتصادي المحلي على تربية المواشي، خاصة الأغنام، التي تمثل المورد الرئيسي لدخل السكان. غير أن التوسع في النشاط الرعوي والضغط المتزايد على المراعي الطبيعية أدى إلى تراجع القدرة الإنتاجية للنظم السهبية وتدهور الموارد النباتية، وهو ما أكدته الدراسات المتعلقة بتسيير الموارد الرعوية في المنطقة [2]

من جهة أخرى، ينتج عن هذا النشاط الرعوي كميات معتبرة من النفايات العضوية المتمثلة في فضلات الحيوانات والمخلفات الفلاحية، والتي غالبًا ما تبقى غير مستغلة وتتحول إلى مصدر للتلوث البيئي بدل أن تشكل موردًا اقتصاديًا قابلًا للتثمين في إطار الاقتصاد الأخضر. وتبرز هنا أهمية توظيف تقنيات الجيوماتيك لتحليل التوزيع المجالي لمناطق الرعي وتحديد مواقع تجمع النفايات العضوية وإمكانيات استغلالها ضمن مشاريع بيئية مستدامة مثل مشروع.Greenbox

ويكتسي اختيار مشرية كمنطقة دراسة أهمية علمية وتطبيقية مزدوجة، إذ تسمح من جهة بدراسة ديناميكيات التصحر في المجال السهبي الجزائري، ومن جهة أخرى اختبار نموذج مبتكر يجمع بين التحليل المجالي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيق مبادئ الاقتصاد الأخضر في تثمين النفايات العضوية والمساهمة في إعادة تأهيل التربة والحد من التدهور البيئي.

[1] La désertification dans les steppes algériennes ، ص 46

[2] المنطقة ,gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma ص 61.

الفصل الأول:
الإطار النظري والمفاهيمي للدراسة

مقدمة الفصل الأول

شهدت الدراسات الجغرافية والبيئية خلال العقود الأخيرة تحولات منهجية عميقة نتيجة التطور المتسارع للتقنيات الرقمية وازدياد الاهتمام العالمي بقضايا البيئة والتنمية المستدامة، خاصة في المناطق الهشة بيئيًا مثل الأقاليم السهبية وشبه الجافة. فقد لم يعد التعامل مع الإشكاليات البيئية يقتصر على الوصف الجغرافي التقليدي، بل أصبح يعتمد على مقاربات تحليلية متكاملة توظف التكنولوجيا الحديثة لفهم ديناميكيات المجال الطبيعي والبشري والتنبؤ بتطوراته المستقبلية.

وتُعد المناطق السهبية الجزائرية من أكثر المجالات حساسية للتغيرات البيئية، حيث تتداخل العوامل المناخية القاسية مع الضغوط البشرية الناتجة عن النشاط الرعوي والفلاحي، مما أدى إلى تسارع مظاهر تدهور الأراضي وتوسع ظاهرة التصحر. وتشير العديد من الدراسات إلى أن "النظام البيئي السهبي يتميز بهشاشة عالية نتيجة التوازن الدقيق بين الموارد الطبيعية والأنشطة البشرية، الأمر الذي يجعل أي خلل في هذا التوازن يؤدي بسرعة إلى تدهور المجال[3]

وفي ظل هذه التحديات، برزت الحاجة إلى اعتماد مقاربات حديثة تجمع بين التحليل المجالي والتسيير المستدام للموارد الطبيعية، وهو ما أتاحه تطور علم الجيوماتيك الذي أصبح أداة أساسية في تحليل المعطيات البيئية والمكانية. فقد سمحت تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بإنتاج معرفة دقيقة حول تطور الغطاء النباتي واستعمالات الأراضي ومؤشرات التدهور البيئي، حيث تؤكد الدراسات أن "التحليل المكاني المعتمد على الصور الفضائية يمثل الوسيلة الأكثر فعالية لمتابعة ديناميكيات التصحر في المناطق السهبية[4]

بالموازاة مع ذلك، ظهر مفهوم الاقتصاد الأخضر كإطار تنموي جديد يسعى إلى تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والحفاظ على البيئة، من خلال تثمين الموارد المحلية وتحويل النفايات إلى قيمة اقتصادية مضافة. ويؤكد برنامج الأمم المتحدة للبيئة أن "الاقتصاد الأخضر يقوم على تحسين رفاه الإنسان مع تقليل المخاطر البيئية والندرة الإيكولوجية[5]

وانطلاقًا من هذا التوجه، أصبح تثمين النفايات العضوية أحد أهم الحلول البيئية في المناطق الرعوية، حيث يمكن تحويل فضلات الحيوانات والمخلفات الفلاحية إلى أسمدة عضوية تساهم في استعادة خصوبة التربة والحد من تدهورها. وقد بينت الدراسات المتعلقة بالسهوب الجزائرية أن "إعادة إدماج المادة العضوية في التربة تعد من أهم الآليات البيولوجية لمكافحة التصحر واستعادة الإنتاجية النباتية[6]

---

[3] Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.

[4] Le Houérou, H. N. (2001). Bioclimatology and biogeography of Africa. In H. Breman & C. de Haan (Eds.), *Rangelands in Africa: Past, Present and Future* (pp. 95–110). Paris, France: Éditions de la Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde (FARM).

[5] Si Tayeb, T., & Benabdeli, K. (2008). Contribution à l'étude de l'occupation des sols et de la dynamique spatiale dans la plaine de la Macta (Algérie) par télédétection et SIG. *Revue des Sciences et de la Technologie*, 19(1), 55–68.

[6] UNEP. (2011). Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.

في هذا الإطار النظري، تأتي هذه الدراسة لتوظيف تقنيات الجيوماتيك ضمن مقاربة الاقتصاد الأخضر بهدف تحليل إمكانيات تثمين النفايات العضوية والمساهمة في الحد من التصحر، من خلال دراسة حالة مشروع Greenbox ببلدية مشرية، باعتباره نموذجًا تطبيقيًا يجمع بين الابتكار البيئي والتحليل المجالي.

1 مفاهيم وتقنيات الجيوماتيك

1-1 تعريف الجيوماتيك(Geomatics)

يُشتق مصطلح الجيوماتيك (Geomatics) من مقطعين لغويين هما:

- Geo وتعني الأرض أو الجغرافيا .
- Maticsهي مشتقة من كلمة Informatics التي تعني المعلوماتية أوالمعالجة الآلية للمعلومات .

وعليه، فإن المعنى اللغوي للجيوماتيك يشير إلى "المعلوماتية الأرضية" أو "المعلوماتية الجغرافية"، أي العلم الذي يهتم بجمع ومعالجة المعلومات المرتبطة بالمكان والظواهر الجغرافية المختلفة.

أما اصطلاحًا، فيُعرَّف الجيوماتيك بأنه حقل علمي وتقني متكامل ومتعدد التخصصات يهتم بجمع البيانات المكانية، ومعالجتها، وتحليلها، وتخزينها، واسترجاعها، ثم عرضها وتوزيعها باستخدام وسائل وتقنيات رقمية حديثة، بهدف فهم الظواهر الطبيعية والبشرية والمساهمة في اتخاذ القرارات المجالية السليمة.

ويعتمد الجيوماتيك على تكامل عدة تخصصات وتقنيات أهمها:

- نظم المعلومات الجغرافية (GIS)
- الاستشعار عن بعد (Remote Sensing)
- أنظمة التموضع العالمي (GPS)
- الكرتوغرافيا الرقمية
- قواعد البيانات المكانية
- التحليل الإحصائي والمكاني

ويتميز هذا العلم بكونه يعتمد على دورة البيانات المكانية الكاملة، بدءًا من جمع المعطيات ميدانيًا أو عن بعد، مرورًا بتخزينها وتنظيمها داخل قواعد بيانات جغرافية، ثم معالجتها وتحليلها وإخراجها في شكل خرائط رقمية وتقارير تساعد على تفسير الظواهر المجالية المختلفة.

الجيوماتيك هو حقل علمي وتقني متكامل يجمع بين تخصصات متعددة مثل المساحة الجيوديسية، الاستشعار عن بعد، نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، نظم التموضع العالمي(GPS) ، والكرتوغرافيا الرقمية. يعتمد هذا النهج على دورة حياة البيانات المكانية الكاملة: بدءاً من اختيار الأجهزة والتقنيات المناسبة للجمع الميداني أو عن بعد، مروراً بتخزين البيانات في قواعد بيانات مكانية، ثم معالجتها ونمذجتها إحصائياً وهندسياً، وانتهاءً بتحليلها

واسترجاعها وعرضها بصرياً عبر خرائط تفاعلية أو تقارير رقمية، وأخيراً توزيعها عبر منصات الويب أو التطبيقات الذكية [7]

2-1 تطور علم الجيوماتيك

ارتبط ظهور الجيوماتيك بالتطور الكبير الذي شهدته علوم الحاسوب والاتصالات الفضائية خلال النصف الثاني من القرن العشرين، حيث أدى التقدم في مجال الأقمار الصناعية والبرمجيات الحاسوبية إلى إحداث ثورة في طرق جمع البيانات الجغرافية وتحليلها.

ففي الماضي، كانت الدراسات الجغرافية تعتمد بشكل أساسي على الخرائط الورقية والقياسات الميدانية التقليدية، وهو ما كان يتطلب وقتًا طويلًا وجهدًا كبيرًا، إضافة إلى محدودية الدقة وصعوبة تحديث البيانات. غير أن التطور التكنولوجي أدى إلى ظهور نظم رقمية حديثة مكّنت من تخزين وتحليل كميات ضخمة من المعلومات الجغرافية بسرعة وكفاءة عالية.

وقد ساهم إطلاق الأقمار الصناعية المخصصة للاستشعار عن بعد في توفير صور فضائية دقيقة ومتجددة لسطح الأرض، مما ساعد الباحثين على دراسة التغيرات البيئية ومراقبة استعمالات الأراضي وتتبع مظاهر التصحر والتوسع العمراني.

كما أدى تطور البرمجيات الجغرافية إلى ظهور نظم المعلومات الجغرافية التي أصبحت من أهم أدوات التحليل المجالي، حيث تسمح بدمج البيانات المكانية والوصفية وإجراء التحليلات المختلفة وإنتاج خرائط رقمية دقيقة.

3-1 نظم المعلومات الجغرافية

1-3-1 السياق التاريخي والتطور:

1964م :شهدت كندا ميلاد أحد أوائل التطبيقات العملية لنظم المعلومات الجغرافية عبر مشروع "نظام المعلومات الجغرافية الكندي(CGIS) "، الذي طوره الجغرافيRoger Tomlinson ، الذي يعتبر "أب"GIS ، حيث طور عملية ترقيم الخرائط الورقية وربطها ببيانات وصفية (attribute data) لاستخدامات الأراضي [8]

1969م :تأسست شركة "معهد بحوث النظم البيئية (ESRI) "في كاليفورنيا بواسطة Jack و Laura Dangermond، كأول شركة خاصة متخصصة في تطوير برمجيات الجيوماتيك

1970م :عُقد أول مؤتمر دولي متخصص في نظم المعلومات الجغرافية، مما ساهم في توحيد المصطلحات وتطوير منهجيات البحث في هذا الحقل الناشئ

[7] **ESRI. (2024). *History of GIS | Timeline of the Development of GIS*. Environmental Systems Research Institute.**

[8] **ISO/TC 211. (2024). *Geographic information/Geomatics – Standards*. International Organization for Standardization.**

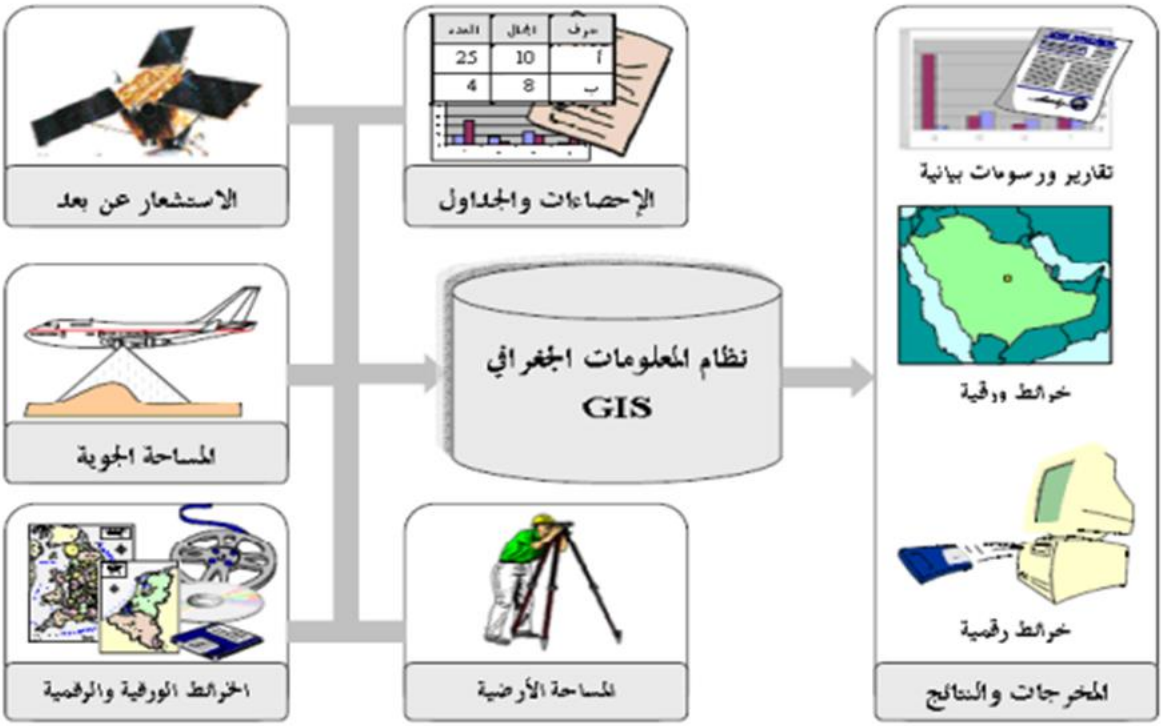
1972م :إطلاق القمر الصناعي الأمريكي "Landsat-1" في 23 يوليو 1972، الذي وفر تدفقاً مستمراً من المرئيات الفضائية متعددة الأطياف، مما زاد الحاجة الماسة لنظم قادرة على تخزين ومعالجة وتحليل هذا الكم الهائل من البيانات المكانية[9]

2-3-1 تعريف نظم المعلومات الجغرافية(GIS)

نظام المعلومات الجغرافية (GIS) هو إطار تقني ومنهجي يجمع بين البرمجيات، والأجهزة، والبيانات، والبشر، والإجراءات، بهدف جمع، وإدارة، تحليل، وعرض المعلومات المرجعية مكانياً

يعتمد الجي آي إس على مبدأ الربط الديناميكي بين "الموقع المكاني" (أين يوجد العنصر؟) و"البيانات الوصفية" (ما هي خصائص هذا العنصر؟)، مما يسمح بإجراء استعلامات معقدة، وتحليلات مكانية (مثل التداخل، القرب، الشبكات)، ونمذجة السيناريوهات المستقبلية [10]

الصورة 01 : مكونات نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : مقتبس بتصرف من مراجع نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

[9] Tomlinson, R. F. (2007). *Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers*. ESRI Press.

[10] Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.

3-3-1 أهداف نظم المعلومات الجغرافية: الإجابة على الأسئلة المكانية الخمسة

الموقع :(Location) الإجابة على سؤال "ماذا يوجد في موقع محدد؟" من خلال الاستعلام عن الخصائص الوصفية لأي نقطة، خط، أو مضلع على الخريطة

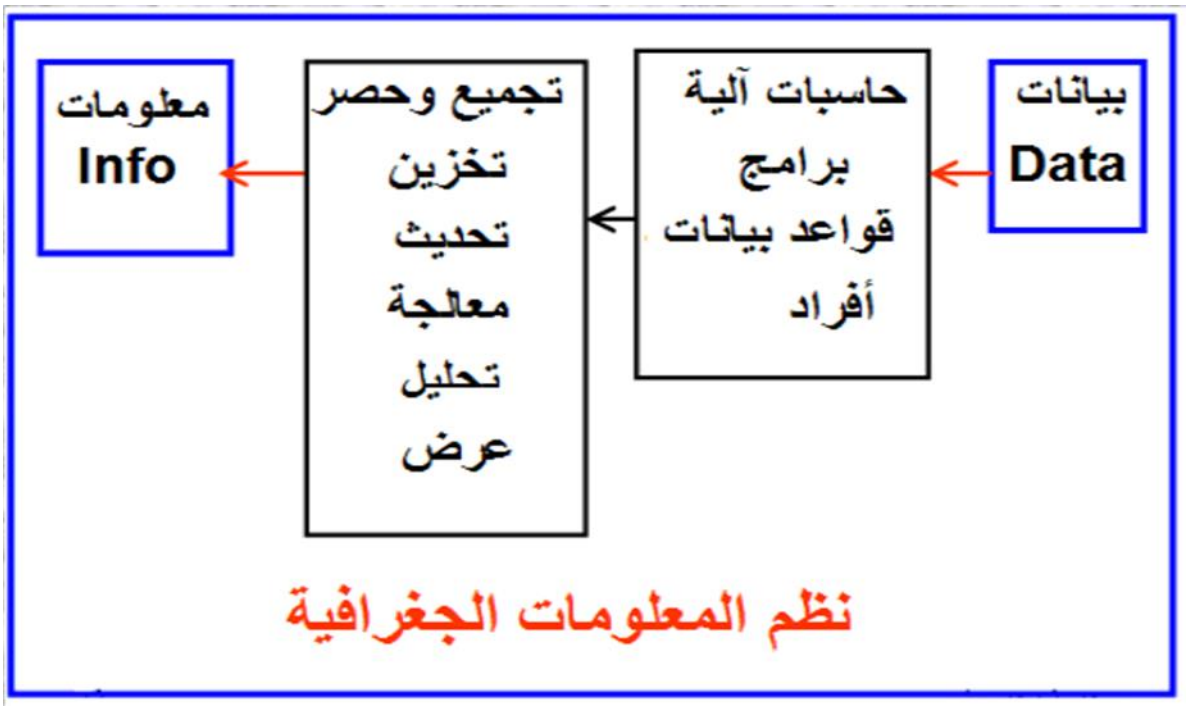
الشرط/الموقع العكسي :(Condition) الإجابة على سؤال "أين يقع هذا المطلوب؟" عبر تحديد المواقع التي تستوفي شروطاً معينة (مثل: إيجاد جميع الأراضي المنحدرة بأقل من 5% والقريبة من شبكة الطرق)

المنحي/الاتجاه :(Trend) تحليل التغير الزمني للظواهر المكانية، مثل تتبع توسع العمران، تدهور الغطاء النباتي، أو تغير خطوط السواحل عبر سلسلة زمنية من المرئيات الفضائية

النمط :(Pattern) الكشف عن التوزيعات المكانية للظواهر، مثل تحليل أنماط انتشار الأمراض، تجمعات الكثافة السكانية، أو شبكات التلوث، باستخدام أدوات الإحصاء المكاني

النمذجة/السيناريو :(Model) الإجابة على سؤال "ماذا لو؟" من خلال بناء نماذج محاكاة مكانية، مثل نمذجة فيضانات الأنهار، تقييم ملاءمة المواقع لمشاريع تنموية، أو محاكاة انتشار حرائق الغابات

الصورة 02 : أهداف نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : داود، جمعة محمد . (2014). *علم نظم المعلومات*.

4-3-1 مصادر بيانات GIS

البيانات الأولية:(Primary Data Sources)

- المسوحات الميدانية باستخدام أجهزةGPS ، المحطات الكلية، والماسحات الضوئية الأرضية (terrestrial laser scanning)
- الاستشعار عن بعد: المرئيات الفضائية) مثلLandsat, Sentinel) ، الصور الجوية الرقمية، والبيانات الرادارية
- المسوحات الاجتماعية والاقتصادية الميدانية المرتبطة بإحداثيات مكانية

البيانات الثانوية (Secondary Data Sources)

- الخرائط الطبوغرافية والموضوعية الرقمية (مثل خرائط استخدامات الأراضي، الغطاء النباتي، الشبكات الهيدروغرافية(
- قواعد البيانات الحكومية والإحصائية الجغرافية (مثل التعداد السكاني المرتبط بمناطق إحصائية)
- البيانات المفتوحة من منصات مثلOpenStreetMap ، Natural Earth، وبيانات الأقمار الصناعية المجانية (Copernicus)

البيانات المشتقة:(Derived Data)

- المنتجات الناتجة عن معالجة البيانات الأولية، مثل نماذج الارتفاع الرقمية(DEM) ، خرائط التصنيف الطيفي، أو مؤشرات الغطاء النباتي(NDVI)

7-1 تمثيل البيانات في GIS

1-7-1 النموذج المتجهي:(Vector Data Model)

يمثل الظواهر المنفصلة (discrete features) باستخدام الكيانات الهندسية الأساسية: النقاط (لتمثيل الآبار، الأبراج)، الخطوط (للطرق، الأنهار)، والمضلعات (لحدود الأراضي، البحيرات) [11]

يرتبط كل كيان متجهي بسجل في جدول بيانات وصفي يحتوي على خصائصه (مثل: اسم الشارع، نوع التربة، عدد السكان).

يتميز بالدقة العالية في تمثيل الحدود والعلاقات الطوبولوجية، ويناسب تحليلات الشبكات والحدود الإدارية

2-7-1 النموذج الشبكي/النقطي:(Raster Data Model)

يمثل الظواهر المستمرة (continuous phenomena) مثل الارتفاع، درجة الحرارة، أو كثافة الغطاء النباتي، عبر شبكة منتظمة من الخلايا (pixels) ، حيث تحمل كل خلية قيمة رقمية تعبر عن سمة الظاهرة في ذلك الموقع

يُشتق غالباً من بيانات الاستشعار عن بعد أو نماذج الارتفاع الرقمية.

---

[11] ESRI Support. (2024). *Vector data model definition | GIS Dictionary*. Environmental Systems Research Institute (ESRI).

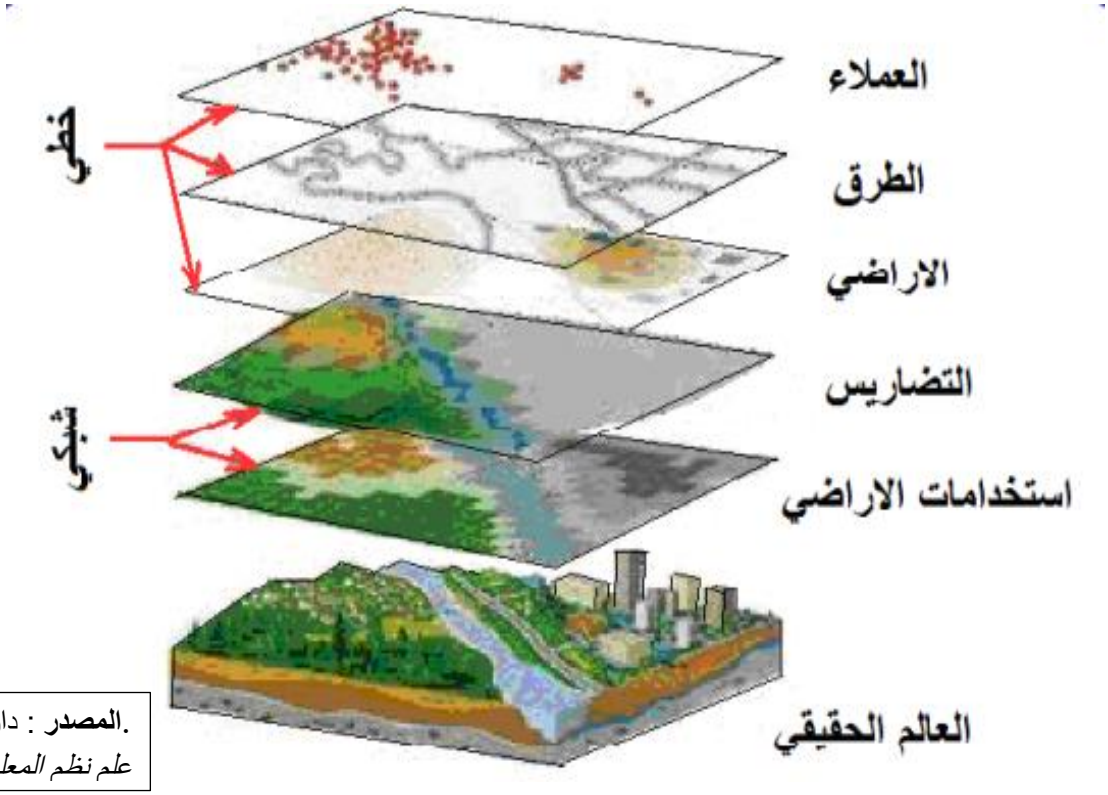
يناسب عمليات التحليل الرياضي والإحصائي المكاني، والنمذجة البيئية، لكنه يتطلب مساحة تخزين أكبر وقد يفقد الدقة في تمثيل الحدود الحادة [12]

التكامل بين النموذجين :تتيح المنصات الحديثة للجيوماتيك مثلArcGIS Pro ، QGIS التحويل والتحليل المشترك بين البيانات المتجهة والشبكية، مما يوسع قدرات النمذجة المكانية المعقدة[13]

8-1 أهمية الجيوماتيك في الدراسات البيئية

أصبحت الدراسات البيئية في العصر الحديث تعتمد بشكل متزايد على التقنيات الرقمية الحديثة، وذلك نتيجة تعقّد المشكلات البيئية وتداخل العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة فيها. وفي هذا السياق، برز علم الجيوماتيك باعتباره من أهم الأدوات العلمية والتقنية المستخدمة في دراسة البيئة وتحليل الظواهر المجالية المختلفة، لما يوفره من إمكانيات كبيرة في جمع البيانات المكانية ومعالجتها وتحليلها بدقة عالية وفي فترات زمنية قصيرة[14]

الصورة 03 : أهداف نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : داود، جمعة محمد. (2014). *علم نظم المعلومات*.

[12] GIS Geography. (2024). *Vector vs raster in GIS: What's the difference?*.

[13] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science*. Wiley..

[14] Saylordotorg. (2024). *Vector data models*. In *Essentials of Geographic Information Systems*.

ويتميز الجيوماتيك بقدرته على دمج عدة تقنيات حديثة، مثل نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، والاستشعار عن بعد، وأنظمة التموضع العالمي(GPS) ، والكرتوغرافيا الرقمية، مما يسمح بتوفير قاعدة معلومات دقيقة تساعد الباحثين وصناع القرار على فهم التغيرات البيئية ومراقبتها واقتراح الحلول المناسبة لها[15]

وقد أصبحت تطبيقات الجيوماتيك ضرورية في العديد من المجالات البيئية، خاصة في دراسة التصحر، وتدهور التربة، وتغير الغطاء النباتي، ومراقبة الموارد المائية، وتحليل التغيرات المناخية، حيث تساهم هذه التقنيات في تقديم رؤية شاملة ودقيقة حول واقع البيئة وتطورها عبر الزمن[16].

1-9 دور الجيوماتيك في مراقبة الغطاء النباتي

يُعد الغطاء النباتي من أهم المؤشرات البيئية التي تعكس حالة النظام البيئي واستقراره، لذلك فإن مراقبته تُعتبر خطوة أساسية في الدراسات البيئية والتنموية. وقد ساهمت تقنيات الجيوماتيك، خاصة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، في تطوير طرق متابعة الغطاء النباتي بصورة دقيقة وسريعة[17]

فمن خلال الصور الفضائية والمرئيات متعددة الأطياف، أصبح بالإمكان تحديد كثافة الغطاء النباتي وتوزيعه الجغرافي ورصد التغيرات التي تطرأ عليه خلال فترات زمنية مختلفة. كما تسمح المؤشرات الطيفية، مثل مؤشر الغطاء النباتي الطبيعي(NDVI) ، بتحليل صحة النباتات وقياس درجة النشاط الحيوي للمجال النباتي[18]

$$NDVI = NIR – Red / NIR - Red$$

ويُستخدم هذا المؤشر بشكل واسع في تقييم حالة الغطاء النباتي بالمناطق السهبية، حيث تسمح القيم المرتفعة للمؤشر بتمييز المناطق ذات الكثافة النباتية الجيدة، في حين تشير القيم المنخفضة إلى تدهور الغطاء النباتي أو بداية التصحر[19]

وتبرز أهمية هذه التطبيقات في مشروع الدراسة الحالي، إذ يمكن استخدام صور الأقمار الصناعية لمتابعة تطور الغطاء النباتي في المناطق المستفيدة من السماد العضوي الناتج عن مشروعGreenBox ، ومقارنة حالة الأراضي قبل وبعد عملية التسميد العضوي، مما يساعد في تقييم فعالية المشروع في استعادة الغطاء النباتي بالمناطق السهبية

1-10 دور الجيوماتيك في متابعة التصحر

تُعتبر ظاهرة التصحر من أخطر المشكلات البيئية التي تواجه المناطق الجافة وشبه الجافة، خاصة في الجزائر التي تعاني مناطقها السهبية من تدهور مستمر للموارد الطبيعية نتيجة التغيرات المناخية والضغوط البشرية

---

[15] **Tomlinson, R. F. (2007). *Thinking about GIS: Geographic information system planning for managers*. ESRI Press.**

[16] **Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.**

[17] **Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed.). Guilford Press.**

[18] **Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2015). *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). Wiley.**

[19] **UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.**

وفي هذا الإطار، يُساهم الجيوماتيك بشكل فعال في دراسة ظاهرة التصحر من خلال تحليل التغيرات المكانية والزمنية التي تعرفها التربة والغطاء النباتي واستعمالات الأراضي. كما تسمح تقنيات الاستشعار عن بعد بمراقبة توسع المناطق المتدهورة والكشف عن المناطق الأكثر هشاشة بيئيًا[20].

وتساعد نظم المعلومات الجغرافية في دمج مختلف المعطيات البيئية، مثل المناخ والتربة والانحدار والغطاء النباتي، من أجل إنتاج خرائط دقيقة لمناطق التصحر وتحديد درجات الخطورة البيئية. كما يمكن استخدام هذه التقنيات في إعداد نماذج تنبؤية تساعد على فهم تطور الظاهرة مستقبلًا[21].

وفي إطار مشروعGreenBox ، يمكن توظيف الجيوماتيك لتحديد المناطق الأكثر تعرضًا للتصحر في محيط بلدية مشرية، ثم توجيه عمليات التسميد العضوي نحو الأراضي المتدهورة ذات الأولوية البيئية، وهو ما يساهم في استعادة خصوبة التربة والحد من التدهور البيئي.

1-11 دور الجيوماتيك في دراسة التربة

تلعب التربة دورًا أساسيًا في استقرار الأنظمة البيئية وتحقيق التنمية الزراعية، لذلك فإن دراستها وتحليل خصائصها تُعد من الجوانب المهمة في الدراسات البيئية. وقد ساهم الجيوماتيك في تطوير طرق دراسة التربة من خلال توفير بيانات دقيقة حول خصائصها الفيزيائية والكيميائية والمورفولوجية.

وتُستخدم تقنيات الجيوماتيك في إعداد خرائط التربة وتصنيفها وفقًا لخصائصها المختلفة، كما تسمح الصور الفضائية بتحليل درجة الرطوبة ونسبة المادة العضوية ومستوى التدهور والانجراف.

كما تساعد نظم المعلومات الجغرافية في تحليل العلاقة بين التربة والعوامل البيئية الأخرى، مثل الانحدار والمناخ واستعمالات الأراضي، وهو ما يسمح بتحديد المناطق الأكثر عرضة للتدهور ووضع برامج مناسبة لحمايتها

وفيما يتعلق بمشروع الدراسة، يمكن استعمال نظم المعلومات الجغرافية لإعداد خرائط توضح خصائص التربة ببلدية مشرية وتحديد الأراضي المناسبة لاستعمال السماد العضوي الناتج عن تثمين النفايات العضوية، بما يساهم في تحسين خصوبة التربة والرفع من إنتاجيتها الزراعية[22].

1-12 دور الجيوماتيك في مراقبة الموارد المائية

تُعد الموارد المائية من أهم الموارد الطبيعية الضرورية لاستمرار الحياة وتحقيق التنمية، غير أنها تواجه العديد من التحديات المرتبطة بندرتها وتلوثها وسوء استغلالها، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة.

---

[20] **Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.**

[21] **Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed.). Guilford Press.**

[22] **UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.**

وقد ساهم الجيوماتيك في تطوير أساليب مراقبة المياه السطحية والجوفية من خلال استخدام الصور الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية، حيث تسمح هذه التقنيات بتحديد مواقع الموارد المائية وتحليل شبكات التصريف ومراقبة التغيرات التي تطرأ على المسطحات المائية.[23]

كما تساعد تقنيات الاستشعار عن بعد في تتبع انخفاض منسوب المياه أو توسع مناطق الجفاف، إضافة إلى مراقبة نوعية المياه والكشف عن مصادر التلوث.[24]

وفي إطار مشروعGreenBox ، يمكن استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد المناطق الزراعية الأكثر حاجة إلى تحسين خصوبة التربة والمياه، وربطها بمواقع توزيع السماد العضوي لتحقيق استغلال عقلاني ومستدام للموارد المائية.

13-1 دور الجيوماتيك في تحليل التغيرات المناخية

أصبحت التغيرات المناخية من أبرز القضايا البيئية العالمية لما لها من تأثيرات مباشرة على الأنظمة البيئية والموارد الطبيعية والأنشطة البشرية. وفي هذا المجال، يوفر الجيوماتيك أدوات فعالة لتحليل الظواهر المناخية ومتابعة آثارها المجالية.

فمن خلال الصور الفضائية والبيانات المناخية الرقمية، يمكن دراسة تطور درجات الحرارة، وتوزيع التساقط، وتكرار موجات الجفاف، وتغير الغطاء النباتي عبر الزمن.

كما تسمح نظم المعلومات الجغرافية بربط المعطيات المناخية بالعوامل البيئية الأخرى وتحليل تأثيرها على المجال الجغرافي، وهو ما يساعد في إعداد خرائط المخاطر البيئية والتنبؤ بالتغيرات المستقبلية.[25]

وفي دراسة مشروعGreenBox ، يمكن تحليل العلاقة بين فترات الجفاف وتدهور الأراضي السهبية ببلدية مشرية، ودراسة دور التسميد العضوي في تحسين مقاومة التربة للظروف المناخية الصعبة والمحافظة على الرطوبة.

14-1 دور الجيوماتيك في دعم اتخاذ القرار البيئي

من أهم مميزات الجيوماتيك قدرته على تحويل البيانات البيئية المعقدة إلى معلومات دقيقة وسهلة الفهم تساعد المسؤولين والباحثين على اتخاذ القرارات المناسبة.

فمن خلال التحليل المكاني وإنتاج الخرائط الرقمية، يمكن تحديد أولويات التدخل البيئي، واختيار المواقع الأنسب للمشاريع التنموية، وتقييم المخاطر البيئية، ووضع خطط التهيئة والتسيير المستدام للموارد الطبيعية.

---

[23] **Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed.). Guilford Press.**

[24] **Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.**

[25] **UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.**

كما يُساهم الجيوماتيك في دعم السياسات البيئية المتعلقة بمكافحة التصحر، وحماية الغابات، وإدارة الموارد المائية، ومراقبة التلوث، وذلك من خلال توفير قاعدة بيانات دقيقة وحديثة تساعد على التخطيط العلمي السليم.[26]

وفي إطار هذه الدراسة، يُعتبر الجيوماتيك أداة أساسية لتحليل الوضع البيئي بالمناطق السهبية وتحديد المجالات الأكثر تضررًا، إضافة إلى توجيه مشاريع تثمين النفايات العضوية واستخدام الأسمدة العضوية في استصلاح الأراضي المتدهورة والحد من التصحر، بما ينسجم مع مبادئ الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة.

2- مفهوم الاقتصاد الاخضر :

استُخدم مصطلح "الاقتصاد الأخضر" لأول مرة من قِبل خبراء اقتصاديات البيئة في تقرير عام 1989 المقدم إلى حكومة المملكة المتحدة بعنوان "خطة عمل للاقتصاد الأخضر". ركز هذا التقرير على تعريف التنمية المستدامة وآثارها على التقدم الاقتصادي والسياسات، واستخدم مصطلح "الاقتصاد الأخضر" في عنوانه، لكنه لم يتطرق إلى تفاصيله في متن التقرير نفسه.

بعد ذلك، توسع المؤلفون في شرح المفهوم في تقريرين لاحقين، هما "الخطة الثانية: تحويل الاقتصاد العالمي إلى اقتصاد أخضر" (1991) و"الخطة الثالثة: قياس التنمية المستدامة" (1994). وقد وسّع هذان التقريران نطاق الموضوع من السياسة البيئية ليشمل التحديات الاقتصادية العالمية مثل تغير المناخ وفقدان الموارد، مستندين إلى عقود من البحث في الاقتصاد البيئي.

إلا أن المصطلح لم يكتسب أهمية عالمية إلا في عام 2008. ففي خضم الأزمة المالية العالمية، روّج برنامج الأمم المتحدة للبيئة لحزم التحفيز الأخضر، مُلهمًا الحكومات لدمج المبادرات الخضراء في خططها للتعافي الاقتصادي. وفي أكتوبر/تشرين الأول 2008، أُطلقت مبادرة الاقتصاد الأخضر التابعة لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، مما عزز أهمية المفهوم. وكجزء من هذه المبادرة، طُلب من أحد واضعي "المخطط" الأصليين إعداد تقرير يُحدد سياسات التعافي الاقتصادي مع تعزيز الاستدامة العالمية، ويُعرف هذا التقرير باسم " الصفقة الخضراء العالمية الجديدة " (2009).

حظي مفهوم الاقتصاد الأخضر باهتمام دولي متزايد في عام 2010 عندما أقرّ المنتدى الوزاري العالمي للبيئة التابع لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة بإمكاناته في مواجهة التحديات العالمية. وفي العام نفسه، خصصت الجمعية العامة للأمم المتحدة الاقتصاد الأخضر موضوعاً محورياً لمؤتمر ريو+20 لعام 2012، مما أدى إلى نقاشات واسعة حول هذا الموضوع وتجدد الاهتمام بهذا المجال البحثي.

تعرف المتحدة الاقتصاد الأخضر بأنه "منخفض الكربون، وكفؤ في استخدام الموارد، وشامل اجتماعياً. في الاقتصاد الأخضر، يكون نمو فرص العمل والدخل مدفوعاً بالاستثمار العام والخاص في الأنشطة الاقتصادية والبنية التحتية والأصول التي تسمح بتقليل انبعاثات الكربون والتلوث، وتعزيز كفاءة الطاقة والموارد، ومنع فقدان التنوع البيولوجي وخدمات النظام البيئي.[27]

[26] **Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science*. Wiley..**

[27] **Pearce, D. W., Markandya, A., & Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green economy*. London, England: Earthscan Publications.**

1-2 المبادئ الأساسية للاقتصاد الأخضر وعلاقتها بمجال الجيوماتيك والتثمين :

1-1-2 مبدأ الرفاهية :

- العمق النظري :ينتقل هذا المبدأ من مؤشرات تقليدية مثل الناتج المحلي الإجمالي (gdp) إلى مؤشرات مركبة تقيس "رأس المال الشامل"، بما في ذلك رأس المال الطبيعي (الغابات، المياه، التربة) والبشري (الصحة، التعليم).
- التطبيق المحلي :في سياق ولاية مثل النعامة، لا يمكن قياس الرفاهية فقط بكمية الإنتاج الفلاحي، بل بمدى استدامة الموارد المائية وجودتها، وصحة السكان الناتجة عن بيئة خالية من التلوث.
- **الربط بمجال الجيوماتيك**: مشاريع تثمين النفايات (waste valorization) تساهم مباشرة في هذا المبدأ، فتحويل النفايات العضوية إلى سماد يحسن خصوبة التربة (رأس المال الطبيعي) ويخلق فرص عمل محلية (رأس المال البشري).

2-1-2 مبدأ العدالة بين الأجيال والمكان

- **العدالة التوزيعية** :يركز على ضمان وصول الفئات الهشة (سكان المناطق الريفية، النساء في العالم القروي) إلى موارد الإنتاج والتكنولوجيا الخضراء.
- **العدالة الزمنية** :استنزاف المياه الجوفية في الزراعة اليوم هو "ظلم" للأجيال القادمة. الاقتصاد الأخضر يفرض "معدل سحب مستدام" للموارد غير المتجددة.
- **تطبيق جيوماتيكي :**باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(gis) ، يمكن تحديد "بؤر الظلم البيئي" (المناطق التي تتحمل عبء التلوث دون الاستفادة من التنمية) وتوجيه الاستثمارات الخضراء لها لتصحيح هذا الخلل.

3-1-2 مبدأ الحدود الكوكبية (planetary boundaries)

- **الإطار العلمي :**يحدد هذا المبدأ "سقفًا" للاستخدام البشري للموارد (مثل دورة النيتروجين، استخدام المياه العذبة، تغير المناخ) لا يجب تجاوزه لتجنب التغيرات البيئية الكارثية وغير القابلة للعكس.
- **في البيئة الجافة** :بالنسبة لمنطقة الدراسة، "الحد الكوكبي" هو الخط الأحمر للموارد المائية. أي نشاط اقتصادي (صناعي أو فلاحي) يجب أن يخضع لمعادلة: (الاستهلاك <معدل التجديد الطبيعي)
- **دور التثمين** :معالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها في الري هي استراتيجية للبقاء ضمن "حدود الموارد المائية" وتقليل الضغط على الطبقات الجوفية[28].

4-1-2 مبدأ الكفاءة والكفاية (من الاقتصاد الخطي إلى الدائري)

- **الكفاءة :استخدام** تكنولوجيا لتقليل مدخلات الإنتاج (مياه، طاقة) لكل وحدة منتجة.
- **الكفاية :**إعادة النظر في أنماط الاستهلاك لتقليل الهدر من الأساس.

[28] **UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.**

- **الاقتصاد الدائري :**هذا هو الجوهر العملي لمبدأك. بدلاً من نموذج "خذ-اصنع-تخلص"، نتبنى نموذجاً مغلقاً حيث تصبح "نفايات اليوم" هي "مواد غدٍ". في البلدية، يعني ذلك فصل النفايات من المصدر لإنشاء سلسلة قيمة للتدوير.

2-1-5 مبدأ الحوكمة الرشيدة والمشاركة

- الحوكمة المتعددة المستويات :نجاح الاقتصاد الأخضر يتطلب تنسيقاً بين السياسات الوطنية (استراتيجيات وزارة البيئة) والتخطيط المحلي (مخططات تنمية البلدية).
- المشاركة المجتمعية :لا يمكن فرض حلول خضراء من "فوق". يجب إشراك السكان المحليين، الجمعيات، والخواص في تصميم وتنفيذ مشاريع التثمين، لضمان القبول الاجتماعي واستدامة المشروع[29].

2-2 فوائد الاقتصاد الأخضر

الفوائد البيئية: خدمات النظم الإيكولوجية

- التحول الأخضر لا يحمي البيئة فحسب، بل يحافظ على "خدمات النظم الإيكولوجية" التي توفرها الطبيعة مجاناً: تنقية الهواء والماء، تلقيح المحاصيل، وتنظيم المناخ المحلي.
- مثال تطبيقي :مشاريع تشجير الأحزمة الخضراء حول المدن باستخدام مياه معالجة لا تمتص فقط الكربون، بل تعمل كمصدات رياح تقلل انجراف التربة (مشكلة رصدتها في خرائطك).

الفوائد الاقتصادية: الوظائف الخضراء والكفاءة

- الوظائف الخضراء: قطاع إدارة النفايات والطاقة المتجددة هو من أكثر القطاعات كثافة في اليد العاملة. دراسة لوكالة الطاقة الدولية تشير إلى أن الاستثمار في الطاقة النظيفة يخلق وظائف أكثر بـ 3 مرات من الاستثمار في الوقود الأحفوري.
- توفير التكاليف :كفاءة الطاقة وتدوير المواد يقلل من فاتورة استيراد المواد الخام والطاقة، وهو أمر حيوي للاقتصاد الوطني.

الفوائد الاجتماعية: الصحة العامة والمرونة

- تقليل التلوث (الهواء، الماء، التربة) ينعكس مباشرة على انخفاض معدلات الأمراض التنفسية والمزمنة، مما يخفف العبء على المنظومة الصحية.
- المرونة: المجتمعات التي تعتمد على الاقتصاد الأخضر تكون أكثر قدرة على الصمود أمام الصدمات الخارجية (مثل تقلبات أسعار الطاقة أو الجفاف).

[29] **UNEP. (2012). Measuring progress towards an inclusive green Economy. Nairobi : United Nations Environment Programme.**

3- تثمين النفايات

3-1 تعريف تثمين النفايات وأنواعه وطرق إدارته

يشير مصطلح تثمين النفايات إلى سلسلة من العمليات التي تحوّل المخلفات إلى مواد ذات قيمة، مثل المواد الخام، الكيماويات، الوقود، أو الطاقة. يشمل كذلك إجراءات إعادة استخدام النفايات، إيجاد تطبيقات جديدة لمكوناتها، أو استخلاص مواد خام ثانوية يمكن إدخالها في عملية إنتاج جديدة، كالورق أو الزجاج المعاد تدويره.

في القانون الجزائري المتعلق بإدارة النفايات، وتحديدًا في المادتين 2 و3، يعتبر التثمين مجموعة عمليات ترمي إلى إعادة استخدام النفايات، تدويرها، تحويلها إلى سماد، أو استرجاع الطاقة منها.

بناءً على ذلك، يمكن تعريف تثمين النفايات بأنه إعادة تدوير المواد والمنتجات المستعملة، بعد انتهاء دورة استعمالها الأولى، من خلال أنشطة مختلفة تسمح بالاستفادة منها اقتصاديًا وبيئيًا.

وتشمل عملية تثمين النفايات مختلف العمليات التي تهدف إلى استرجاع النفايات المنزلية وما شابهها(DMA) ، من خلال إعادة استخدامها أو إعادة تدويرها أو تحويلها إلى سماد عضوي، بما يساهم في تقليل الضغط على الوسط البيئي وتحقيق الاستغلال الأمثل للموارد.

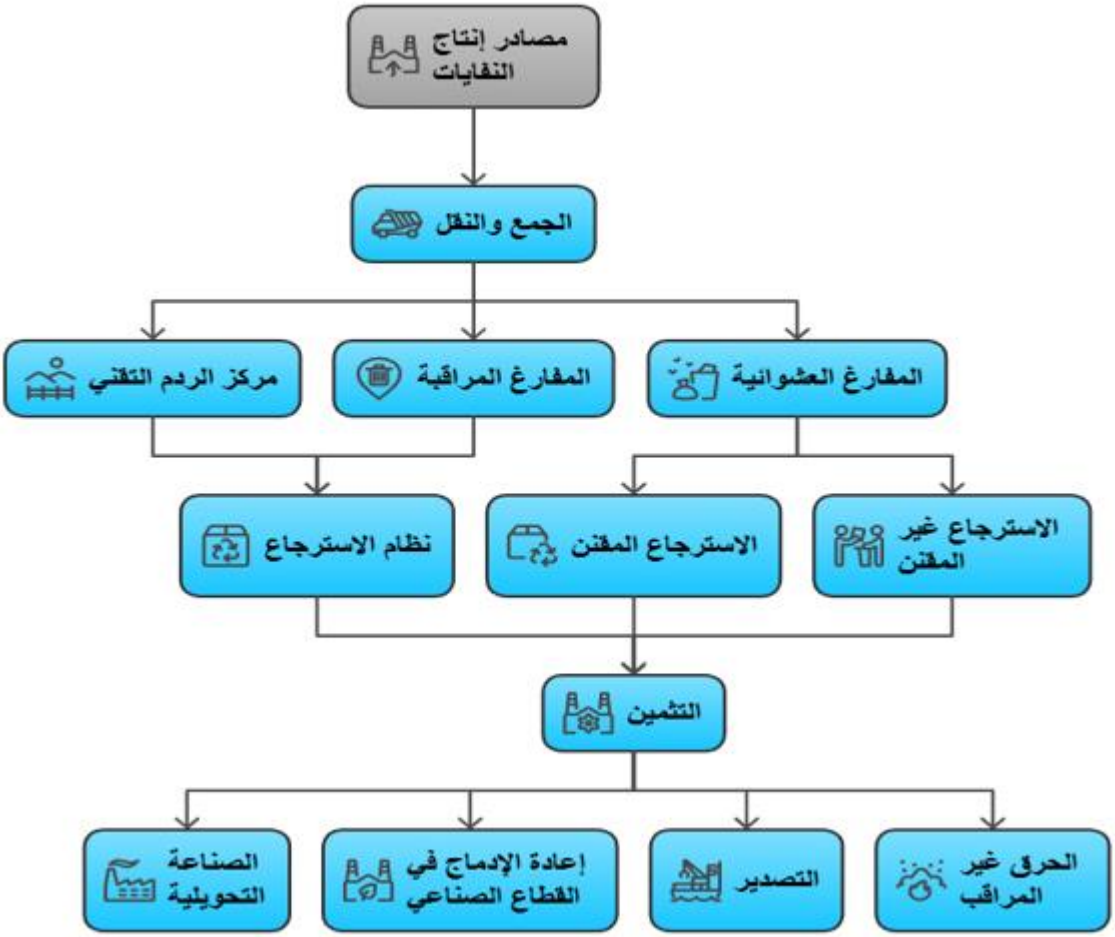
وفي هذا الإطار، اعتمدت الدولة الجزائرية ضمن الاستراتيجية الوطنية لتسيير النفايات لآفاق 2035 مجموعة من الأهداف الرامية إلى بلوغ نسبة تثمين تقدر بـ 30٪ من إجمالي النفايات المنتجة، والانتقال تدريجياً نحو نظام مستدام لتسيير النفايات.

وقد سجلت الوكالة الوطنية للنفايات سنة 2021 حوالي 700 متعامل اقتصادي ناشط في مجال تثمين النفايات على المستوى الوطني، وهو رقم يعكس فقط المتعاملين المسجلين رسمياً لدى الوكالة، في حين يوجد عدد غير محدد من المتعاملين الناشطين في هذا المجال بصفة غير رسمية.

ورغم الجهود المبذولة، لا تزال نسبة النفايات المثمنة محدودة، حيث لا تتجاوز 9.83٪ من إجمالي كمية النفايات المنزلية المنتجة. ويوضح الشكل الموالي توزيع كميات النفايات المثمنة حسب المناطق الجغرافية وتركيبة النفايات[30].

[30] El Ghadel Djazairi. (2023). استراتيجية وطنية لتسيير النفايات إلى غاية 2035 . Retrieved from https://elghadeldjazairi.dz

الشكل 01: أهداف نظم المعلومات الجغرافية



المصدر : من إعداد الطالبة
اعتمادًا على معطيات الدراسة،

تحليل المخطط :

1 .نقطة البداية (المصدر):

مصادر إنتاج النفايات: يبدأ المخطط بالمصدر الرئيسي للنفايات (سواء من المنازل أو المصانع كما توحي الأيقونة).

2 .المرحلة اللوجستية:

الجمع والنقل: هي الخطوة الأولى حيث يتم تجميع النفايات ونقلها عبر شاحنات مخصصة.

3 .مرحلة المعالجة الأولية :

هنا ينقسم المسار إلى ثلاثة وجهات، مما يعكس واقعاً مختلطاً بين النظامي والعشوائي:

مركز الردم التقني: وهي الطريقة الحديثة والآمنة بيئياً للتخلص من النفايات.

المفارق المراقبة: أماكن مخصصة ومعتمدة لطمر النفايات وتكون أقل تطوراً من مراكز الردم التقني.

المفارق العشوائية: تشير إلى وجود مشكلة بيئية حيث يتم رمي النفايات في أماكن غير مخصصة.

4 .مرحلة الاسترجاع (فرز وجمع المواد القابلة للتدوير):

ينقسم هذا الجزء بناءً على:

نظام الاسترجاع: يبدو أنه مرتبط بالمراكز الرسمية (الردم التقني والمفارق المراقبة).

الاسترجاع المقنن: مرتبط بجهود منظمة لجمع المواد القابلة لإعادة التدوير.

الاسترجاع غير المقنن: وهذا يشير إلى دور "الهامّاشين" أو جامعي النفايات التقليديين الذين يعملون بشكل غير رسمي، وغالباً ما يرتبط هذا بالمفارق العشوائية.

5 .مرحلة التثمين (إعطاء قيمة للنفايات):

التثمين: تلتقي كل مسارات الاسترجاع (سواء المقنن أو غير المقنن) هنا. التثمين يعني معالجة النفايات لاستخراج مواد خام أو طاقة منها بدلاً من كونها مجرد قمامة.

6 .المصير النهائي (الاستخدام الاقتصادي أو التخلص):

تتفرع عملية التثمين إلى أربعة مسارات نهائية:

الصناعة التحويلية: استخدام المواد المعاد تدويرها في صناعة منتجات جديدة.

إعادة الإدماج في القطاع الصناعي: إدخال المواد الخام المسترجعة مرة أخرى في سلاسل الإنتاج الصناعي.

التصدير: بيع المواد القابلة للتدوير (مثل البلاستيك أو المعادن) لدول أخرى.

الحرق غير المراقب: هذا يمثل جانباً سلبياً وخطراً، حيث يتم حرق النفايات بشكل عشوائي مما يسبب تلوثاً بيئياً، وهو نتيجة محتملة للفشل في إدارة النفايات أو الاسترجاع غير المقنن.

2-3 أنواع تثمين النفايات

تصنف عمليات تثمين النفايات، حسب المنتج الناتج، إلى ثلاثة أنواع رئيسة:

التثمين الطاقي: استغلال الطاقة الكامنة في النفايات لإنتاج الكهرباء، الحرارة أو البخار عبر الحرق، المعالجة الحرارية أو البيولوجية.

التثمين المادي: استخدام النفايات كمواد خام بديلة، سواء كليًا أو جزئيًا، في عمليات الإنتاج، كما في إعادة تدوير الورق، الزجاج أو المعادن.

التثمين العضوي: معالجة النفايات العضوية بيولوجيًا لتحويلها إلى سماد زراعي[31].

[31] Pichtel, J. (2014). *Waste management practices: Municipal, hazardous, and industrial* (2nd ed.). CRC Press.

3-3 أهم طرق تثمين النفايات

توجد طرق متعددة لمعالجة النفايات وتثمينها، ضمن ما يعرف بالتسلسل الهرمي لإدارة النفايات (التقليل، إعادة الاستخدام، التدوير، الاسترداد). من أبرز هذه الطرق:

إعادة الاستخدام: استعمال المنتجات أو المواد مرة أخرى دون معالجة معقدة، سواء في نفس الغرض أو في أغراض أخرى، عن طريق الإصلاح، البيع أو التبرع، مما يساهم في إطالة عمر المنتج وتقليل المخلفات.

إعادة التدوير: تحويل النفايات إلى مواد خام ثانوية تدخل مجددًا في عملية الإنتاج، بعد جمعها، فرزها ومعالجتها، وهذا يقلل من استهلاك الموارد الطبيعية والطاقة، ويحد من التلوث.

التسميد: تحويل النفايات العضوية، مثل بقايا الطعام والخضراوات والفواكه، إلى سماد عضوي عبر عمليات بيولوجية.

الاسترداد الطاقي: إنتاج الطاقة من النفايات عبر الحرق، المعالجة الحرارية أو البيولوجية، وتحويلها إلى كهرباء، حرارة أو وقود[32].

4-3 أهمية تثمين النفايات

لتثمين النفايات أهمية كبيرة من النواحي الاقتصادية، البيئية والاجتماعية، وتتجلى في:

تقليل الحاجة إلى الموارد الطبيعية، مثل الخشب، المعادن، المياه والطاقة.

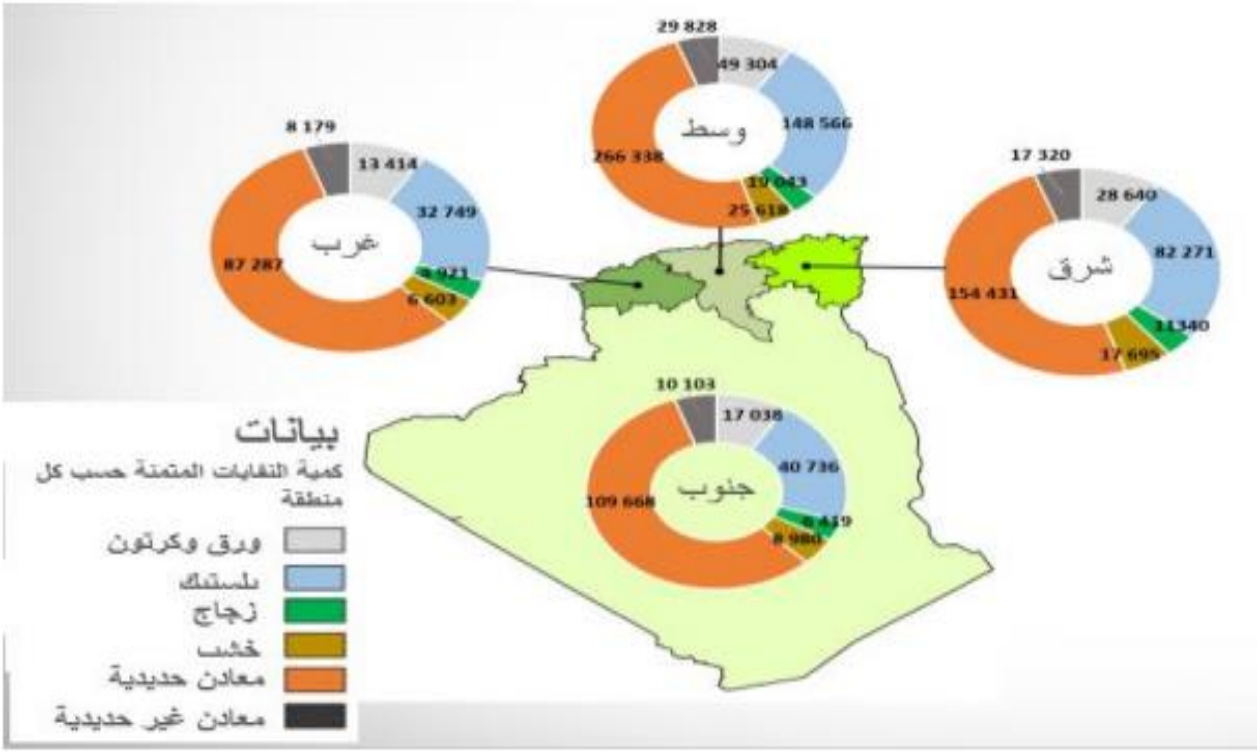
تقليل حجم النفايات المرسلة إلى المكبات.

الحد من التلوث البيئي وانبعاثات الغازات الدفيئة.

توفير فرص عمل وتطوير قطاعات اقتصادية جديدة مرتبطة بإعادة الاستخدام والتدوير.

الشكل (02) التوزيع المجالي والمادي لكميات النفايات المثمنة لسنة 2021

[32] UNEP. (2015). *Global waste management outlook*. United Nations Environment Programme.



المصدر : الوكالة الوطنية للنفايات(AND) ، تقرير النفايات بالجزائر.

التعليق على الشكل :

يبيّن الشكل (06) التوزيع المجالي والمادي لكميات النفايات المثمنة لسنة 2021، حيث يكشف عن نمط استهلاكي ومعالجة موحد يتميز بسيادة واضحة لـ "المعادن الحديدية" كأعلى نسبة استرجاع في جميع المناطق، يليها "البلاستيك" في المرتبة الثانية، مما يعكس أولوية إعادة تدوير المواد ذات القيمة الاقتصادية العالية. ومن حيث التوزيع الجغرافي، يظهر الشكل تفاوتاً إقليمياً جلياً في كفاءة أو حجم عمليات التثمين؛ إذ تتفوق "منطقة الوسط" بأرقام قياسية (مثل 266,338 للمعادن الحديدية) مما يشير إلى مركزية النشاط الاقتصادي أو السكاني ومرافق المعالجة، بينما تسجل "منطقة الغرب" أدنى مستويات الاسترجاع، وهو ما يستدعي إعادة النظر في استراتيجيات توزيع بنية التحتية للتدوير لضمان عدالة مجالية في تطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري.

4- ظاهرة التصحر

تُعد ظاهرة التصحر من أخطر المشكلات البيئية التي تواجه العالم في الوقت الراهن، خاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة، لما لها من آثار سلبية على الموارد الطبيعية والأنشطة الاقتصادية والاستقرار الاجتماعي. وقد أصبحت هذه الظاهرة تشكل تهديدًا حقيقيًا للتنمية المستدامة نتيجة تدهور الأراضي وفقدان الغطاء النباتي وتراجع خصوبة التربة.

وتبرز خطورة التصحر بشكل واضح في الدول ذات المناخ الجاف، ومن بينها الجزائر، التي تُعتبر من أكثر الدول المعرضة لتدهور الأراضي بسبب هشاشة الأنظمة البيئية السهبية وتزايد الضغوط الطبيعية والبشرية.

وقد ساهمت التغيرات المناخية، والرعي الجائر، والاستغلال غير العقلاني للموارد الطبيعية، في تسارع مظاهر التصحر بالمناطق السهبية الجزائرية، خاصة السهوب الغربية، التي تشهد تراجعًا مستمرًا في الغطاء النباتي وزحف الرمال وتدهور التربة.

وفي هذا الإطار، أصبحت تقنيات الجيوماتيك ونظم المعلومات الجغرافية من أهم الأدوات المستخدمة في دراسة ظاهرة التصحر وتحليل تطورها المجالي والزمني، من خلال توظيف الصور الفضائية والتحليل المكاني لإنتاج خرائط دقيقة للمناطق المتدهورة وتحديد مستويات الخطورة البيئية[33].

4-1 مفهوم التصحر

يُعرف التصحر بأنه ظاهرة بيئية تتمثل في تدهور الأراضي بالمناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة تفاعل العوامل الطبيعية والبشرية، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية البيولوجية وفقدان التوازن البيئي.

وقد عرفت اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر (UNCCD) التصحر بأنه:

"تدهور الأراضي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة والجافة شبه الرطبة الناتج عن عوامل متعددة، من بينها التغيرات المناخية والأنشطة البشرية "

كما يُعرف التصحر بأنه:

"عملية فقدان التربة لقدرتها الإنتاجية والبيولوجية نتيجة تدهور الغطاء النباتي واستنزاف الموارد الطبيعية."

ولا يعني التصحر تحول الأراضي إلى صحراء فقط، بل يشمل مختلف أشكال التدهور البيئي التي تصيب التربة والغطاء النباتي والموارد المائية[34].

4-2 مؤشرات التصحر

تعتمد دراسة التصحر على مجموعة من المؤشرات البيئية التي تسمح بتحديد درجة تدهور الأراضي ومتابعة تطور الظاهرة :

4-2-1 نقص الغطاء النباتي

يُعتبر تراجع الغطاء النباتي من أهم مؤشرات التصحر، حيث يؤدي الجفاف والرعي الجائر وقطع الأشجار إلى انخفاض كثافة النباتات وتدهور المراعي الطبيعية.

وتُستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد ومؤشر الغطاء النباتي NDVI في مراقبة التغيرات التي تطرأ على الغطاء النباتي عبر الزمن.

---

[33] **UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. United Nations.**

[34] **UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. United Nations.**

4-2-1زحف الرمال

يُعد زحف الرمال من أبرز مظاهر التصحر بالمناطق الجافة، حيث تؤدي الرياح إلى نقل الرمال وتراكمها فوق الأراضي الزراعية والطرق والتجمعات السكانية.

وتزداد هذه الظاهرة في المناطق التي تعرف ضعفًا في الغطاء النباتي وارتفاعًا في معدلات التعرية الريحية.

4-2-2 تدهور التربة

يشمل تدهور التربة:

- فقدان المادة العضوية .
- التملح .
- التعرية المائية والريحية .
- انخفاض الخصوبة .

ويؤدي ذلك إلى تراجع القدرة الإنتاجية للأراضي الزراعية والمراعي[35].

4-3 التصحر في الجزائر

تُعتبر الجزائر من الدول الأكثر تأثرًا بظاهرة التصحر بسبب اتساع المساحات الجافة وشبه الجافة، حيث تغطي المناطق الصحراوية والسهبية نسبة كبيرة من المساحة الوطنية.

وتُعد المناطق السهبية الجزائرية منطقة انتقالية هشة بين الشمال التلي والصحراء، وتتميز بحساسية كبيرة تجاه التغيرات البيئية[36]

4-3-1المناطق السهبية

تمتد السهوب الجزائرية على مساحة واسعة بين الأطلس التلي والأطلس الصحراوي، وتتميز بمناخ شبه جاف يعتمد أساسًا على النشاط الرعوي والزراعي.

غير أن هذه المناطق أصبحت تعاني من:

- تدهور الغطاء النباتي .
- تراجع المراعي .
- نقص الموارد المائية .

---

[35] **Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.**

[36] **UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. United Nations.**

- زحف الرمال .

4-3-2السهوب الغربية

تُعتبر السهوب الغربية من أكثر المناطق تعرضًا للتصحر، خاصة بولايات:

- النعامة ، البيض، الأغواط، الجلفة .

ويعود ذلك إلى:

- قلة التساقط .
- الرعي المكثف .
- التغيرات المناخية .
- الاستغلال غير العقلاني للتربة[37] .

وفي إطار هذه الدراسة، تُعتبر منطقة مشرية من المجالات السهبية التي تعاني من تدهور بيئي متزايد، مما يبرز أهمية مشاريع تثمين النفايات العضوية وتحسين التربة لمواجهة التصحر.

4-3-3 خطورة الوضع في الجزائر

تشير العديد من الدراسات إلى أن التصحر يهدد مساحات واسعة من الأراضي الجزائرية، خاصة بالمناطق السهبية، حيث أدى تدهور المراعي والغطاء النباتي إلى اختلال التوازن البيئي وتراجع النشاط الرعوي والزراعي.

كما ساهمت التغيرات المناخية وارتفاع درجات الحرارة في تفاقم الوضع البيئي بالمناطق الجافة وشبه الجافة[38].

4-4 أسباب التصحر

4-4-1الأسباب الطبيعية

الجفاف

يُعتبر الجفاف من أهم العوامل الطبيعية المسببة للتصحر، حيث يؤدي نقص التساقط المطري إلى تراجع الغطاء النباتي وجفاف التربة.

وتتميز المناطق السهبية الجزائرية بعدم انتظام التساقط وضعف الموارد المائية، مما يزيد من هشاشة النظام البيئي.

---

[37] **Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.**

[38] **UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. United Nations.**

التغيرات المناخية

ساهمت التغيرات المناخية في ارتفاع درجات الحرارة وتزايد فترات الجفاف، الأمر الذي أدى إلى تسارع تدهور الأراضي وتراجع الإنتاج النباتي.

كما تؤدي الحرارة المرتفعة إلى زيادة التبخر ونقص رطوبة التربة.

التعرية الريحية

تُعتبر التعرية الريحية من أبرز مظاهر التصحر بالمناطق الجافة، حيث تقوم الرياح بنقل الرمال والجزيئات الدقيقة للتربة، مما يؤدي إلى فقدان الطبقة السطحية الخصبة.

وتزداد هذه الظاهرة في المناطق التي تعرف ضعفًا في الغطاء النباتي.

1-4-4 الأسباب البشرية

الرعي الجائر

يُعتبر الرعي الجائر من أخطر الأسباب البشرية للتصحر بالمناطق السهبية، حيث يؤدي الضغط الكبير للماشية على المراعي إلى:

- تدهور الغطاء النباتي .
- انكشاف التربة .
- تسارع التعرية الريحية .

وتُعد هذه الظاهرة من أبرز المشكلات البيئية بالسهوب الجزائرية.

الاستغلال المفرط للتربة

يساهم الاستغلال المكثف للأراضي الزراعية في فقدان خصوبة التربة واستنزاف المادة العضوية، خاصة في ظل غياب أساليب الزراعة المستدامة.

كما يؤدي الإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية إلى اختلال التوازن البيئي.

إزالة الغطاء النباتي

يؤدي قطع الأشجار واستغلال النباتات الرعوية بشكل مفرط إلى تراجع الغطاء النباتي، مما يجعل التربة أكثر عرضة للانجراف والتعرية[39].

[39] FAO. (2020). *Desertification and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

4-5 آثار التصحر

4-5-1 الآثار البيئية

تدهور التربة

يؤدي التصحر إلى:

- فقدان خصوبة التربة .
- انخفاض المادة العضوية .
- التملح .
- التعرية .

مما ينعكس سلبًا على الإنتاج الزراعي.

فقدان الغطاء النباتي

يؤدي تدهور الغطاء النباتي إلى اختلال التوازن البيئي وتراجع التنوع البيولوجي بالمناطق السهبية.

زحف الرمال

تؤدي التعرية الريحية إلى انتقال الرمال نحو الأراضي الزراعية والتجمعات السكانية، مما يهدد البنية التحتية والأنشطة الاقتصادية[40].

4-5-2 الآثار الاقتصادية والاجتماعية للتصحر

لا تقتصر آثار التصحر على الجانب البيئي فقط، بل تمتد لتشمل الجوانب الاقتصادية والاجتماعية، حيث يؤدي تدهور الأراضي وفقدان الغطاء النباتي إلى انعكاسات خطيرة تمس الأنشطة الإنتاجية ومستوى معيشة السكان، خاصة في المناطق السهبية التي يعتمد سكانها بشكل أساسي على الزراعة والرعي. ومع استمرار تفاقم الظاهرة، تصبح المجتمعات المحلية أكثر هشاشة وعرضة للأزمات الاقتصادية والاجتماعية، مما ينعكس سلبًا على التنمية المحلية والاستقرار المجالي.

تراجع الإنتاج الزراعي

يُعتبر تراجع الإنتاج الزراعي من أبرز النتائج الاقتصادية للتصحر، إذ يؤدي تدهور التربة ونقص الموارد المائية إلى انخفاض مردودية الأراضي الزراعية وتراجع قدرتها الإنتاجية. فمع فقدان التربة لخصوبتها وتراجع نسبة المادة العضوية بها، تصبح الأراضي أقل قدرة على توفير العناصر الغذائية الضرورية لنمو النباتات، مما يؤدي إلى انخفاض المحاصيل الزراعية وتراجع جودة الإنتاج.

كما أن التغيرات المناخية وما يصاحبها من ارتفاع درجات الحرارة وعدم انتظام التساقط المطري يزيدان من صعوبة النشاط الزراعي، خاصة بالمناطق الجافة وشبه الجافة التي تعتمد أساسًا على الأمطار. ويؤدي الجفاف

[40] **UNCCD. (1994). *United Nations Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa*. United Nations.**

المتكرر إلى تقلص المساحات المزروعة وضعف الإنتاج الفلاحي، الأمر الذي ينعكس سلبًا على الأمن الغذائي للسكان المحليين.

وتُظهر العديد من الدراسات أن المناطق السهبية الجزائرية عرفت خلال العقود الأخيرة تراجعًا ملحوظًا في الإنتاج الزراعي بسبب تدهور الأراضي والرعي الجائر وزحف الرمال، حيث أصبحت مساحات واسعة غير قادرة على تحقيق مردودية اقتصادية كافية. كما ساهم الإفراط في استغلال التربة واستخدام الأساليب الزراعية التقليدية في تسريع فقدان خصوبتها[41].

وفي إطار هذه الدراسة، تبرز أهمية مشاريع تثمين النفايات العضوية في دعم النشاط الزراعي من خلال إنتاج السماد العضوي الذي يُساهم في:

- تحسين خصوبة التربة .
- رفع نسبة المادة العضوية .
- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه .
- تحسين الإنتاج الزراعي بصورة مستدامة .

ويُعد مشروع **GreenBox** نموذجًا عمليًا يهدف إلى إعادة إدماج المادة العضوية في التربة عبر تحويل النفايات الحيوانية والزراعية إلى Compost عضوي، مما يساهم في استصلاح الأراضي المتدهورة وتحسين مردوديتها الزراعية بالمناطق السهبية.

الفقر والهجرة

تؤدي ظاهرة التصحر إلى تدهور الظروف الاقتصادية والاجتماعية للسكان، خاصة بالمناطق الريفية والسهبية التي تعتمد بشكل كبير على الموارد الطبيعية في توفير مصادر العيش. فعندما تتراجع خصوبة الأراضي ويضعف الإنتاج الزراعي والرعوي، تنخفض مداخيل السكان المحليين وتزداد معدلات الفقر والبطالة.

ويُعتبر الفقر من أهم النتائج المباشرة لتدهور البيئة، حيث يؤدي نقص الموارد الطبيعية إلى ضعف النشاط الاقتصادي وارتفاع تكاليف المعيشة، خاصة مع زيادة أسعار الأعلاف ونقص المياه وتراجع فرص العمل بالمناطق الريفية.

كما يدفع التصحر العديد من السكان إلى الهجرة نحو المدن بحثًا عن ظروف معيشية أفضل وفرص عمل بديلة، وهو ما يُعرف بالهجرة البيئية أو الهجرة المناخية. وتؤدي هذه الهجرة إلى اختلال التوازن الديمغرافي بالمناطق السهبية، حيث تشهد الأرياف تناقصًا في عدد السكان النشطين اقتصاديًا مقابل تزايد الضغط السكاني على المدن[42].

---

[41] **UNCCD. (2019). *Land degradation and food security*. United Nations Convention to Combat Desertification.**

[42] **UNEP. (2011). *Green economy and social development*. United Nations Environment Programme.**

وفي الجزائر، تُعد الهجرة الريفية من أبرز المشكلات المرتبطة بتدهور المجال السهبي، إذ دفعت الظروف البيئية الصعبة العديد من السكان إلى مغادرة المناطق الرعوية والزراعية بسبب:

- تراجع النشاط الفلاحي .
- نقص المياه .
- تدهور المراعي .
- ضعف التنمية المحلية .

كما يؤدي التصحر إلى تفاقم الهشاشة الاجتماعية وارتفاع معدلات البطالة، خاصة لدى الشباب، الأمر الذي يبرز أهمية تبني مشاريع الاقتصاد الأخضر باعتبارها وسيلة لتحقيق التنمية المحلية وخلق فرص عمل جديدة.

وفي هذا السياق، يمكن لمشاريع تثمين النفايات العضوية أن تساهم في:

- خلق مناصب شغل خضراء .
- دعم الاقتصاد المحلي .
- تحسين الظروف المعيشية للسكان .
- تثبيت السكان في المناطق الريفية[43] .

ويظهر ذلك من خلال مشروع GreenBox الذي يعتمد على جمع ومعالجة النفايات العضوية وإنتاج السماد العضوي، مما يسمح بخلق نشاط اقتصادي محلي مرتبط بحماية البيئة والتنمية المستدامة.

تدهور النشاط الرعوي

يُعتبر النشاط الرعوي من أهم الأنشطة الاقتصادية بالمناطق السهبية الجزائرية، حيث يعتمد عدد كبير من السكان على تربية المواشي كمصدر أساسي للدخل والمعيشة. غير أن التصحر أدى خلال السنوات الأخيرة إلى تدهور كبير في المراعي الطبيعية نتيجة الجفاف والرعي الجائر وتراجع الغطاء النباتي.

ويؤدي تدهور المراعي إلى انخفاض القدرة الرعوية للأراضي، مما ينعكس مباشرة على الثروة الحيوانية والإنتاج الحيواني. كما يؤدي نقص النباتات الرعوية إلى اضطرار المربين للاعتماد على الأعلاف الصناعية مرتفعة التكلفة، وهو ما يزيد من الأعباء الاقتصادية على الموالين[44].

ومن أبرز آثار التصحر على النشاط الرعوي:

- انخفاض أعداد الماشية بسبب نقص الغذاء .
- تراجع إنتاج اللحوم والحليب .

---

[43] **UNCCD. (2019). *Land degradation and food security*. United Nations Convention to Combat Desertification.**

[44] **برنامج الأمم المتحدة الإنمائيUNDP ، تقرير التنمية البشرية، 2021.**

- ارتفاع تكاليف تربية المواشي .
- فقدان المراعي الطبيعية .
- اختلال التوازن البيئي بالمجال السهبي .

كما يؤدي الضغط المفرط على المراعي المتبقية إلى تسارع تدهور الغطاء النباتي، مما يخلق حلقة مفرغة من التصحر والتدهور البيئي[45].

وفي السهوب الغربية الجزائرية، خاصة بمنطقة النعامة ومشرية، أصبح تراجع النشاط الرعوي من أبرز التحديات البيئية والاقتصادية، حيث شهدت المنطقة انخفاضًا في جودة المراعي وتراجعًا في الموارد العلفية الطبيعية.

وفي هذا الإطار، تُعتبر مشاريع الاقتصاد الأخضر والتسميد العضوي من الحلول المهمة لإعادة تأهيل المراعي وتحسين خصوبة التربة، وذلك من خلال:

- إعادة إدماج المادة العضوية في التربة .
- تحسين نمو الغطاء النباتي .
- تقليل انجراف التربة .
- تعزيز استقرار النظام البيئي السهبي .

كما يسمح تثمين فضلات الحيوانات بإنتاج سماد عضوي طبيعي يُستخدم في استصلاح الأراضي الزراعية والرعوية، وهو ما يحقق فائدة بيئية واقتصادية في آن واحد.

ويُعد مشروع GreenBox مثالًا على هذا التوجه، حيث يعتمد على تحويل النفايات الحيوانية إلى مورد اقتصادي يُساهم في حماية البيئة وتحسين النشاط الزراعي والرعوي بالمناطق السهبية[46].

---

[46] **صالح بوزيان، *التنمية المستدامة بالمناطق السهبية الجزائرية*، 2020**

FAO. (2019). *Pastoralism and land degradation in drylands*. Food and Agriculture Organization [46] of the United Nations.

خلاصة الفصل الأول

تناول هذا الفصل الإطار النظري والمفاهيمي للدراسة من خلال التطرق إلى المفاهيم الأساسية المرتبطة بالجيوماتيك، والاقتصاد الأخضر، وتثمين النفايات العضوية، إضافة إلى ظاهرة التصحر باعتبارها من أبرز التحديات البيئية التي تواجه المناطق السهبية الجزائرية.

وقد أظهر هذا الفصل أن الجيوماتيك يُعد من أهم العلوم الحديثة التي تجمع بين التقنيات الرقمية والعلوم الجغرافية بهدف جمع وتحليل وتفسير المعطيات المكانية، وذلك من خلال توظيف أدوات متطورة مثل نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، والاستشعار عن بعد، وأنظمة التموضع العالمي(GPS) ، والكرتوغرافيا الرقمية. كما تبين أن هذه التقنيات أصبحت أداة أساسية في الدراسات البيئية لما توفره من قدرة على مراقبة التغيرات المجالية وتحليل الظواهر البيئية بدقة عالية، خاصة فيما يتعلق بمتابعة الغطاء النباتي، وتحليل التربة، ومراقبة الموارد المائية، ودراسة ظاهرة التصحر.

كما تم التطرق إلى دور نظم المعلومات الجغرافية في التحليل المكاني ودعم اتخاذ القرار البيئي، حيث تسمح هذه الأنظمة بإنتاج خرائط دقيقة للمناطق المتدهورة وتحليل التغيرات البيئية والزمنية، الأمر الذي يجعلها وسيلة فعالة لتوجيه مشاريع التهيئة البيئية والتنمية المستدامة بالمناطق السهبية.

ومن جهة أخرى، أبرز الفصل أهمية الاقتصاد الأخضر باعتباره نموذجًا تنمويًا حديثًا يسعى إلى تحقيق التوازن بين التنمية الاقتصادية والحفاظ على البيئة، من خلال تشجيع الاستغلال المستدام للموارد الطبيعية وتقليل التلوث وتثمين النفايات. كما تم توضيح المبادئ الأساسية للاقتصاد الأخضر، خاصة ما يتعلق بالاستدامة البيئية، والكفاءة الاقتصادية، والعدالة الاجتماعية، وخلق الوظائف الخضراء، مع إبراز دوره في دعم التنمية المحلية بالمناطق الهشة بيئيًا.وفي هذا السياق، تم التركيز على أهمية تثمين النفايات العضوية باعتباره أحد الحلول البيئية الحديثة التي تساهم في تقليل التلوث وتحويل المخلفات الحيوانية والزراعية إلى مورد اقتصادي ذي قيمة مضافة، خاصة من خلال إنتاج السماد العضوي (Compost) الذي يساعد على تحسين خصوبة التربة ورفع قدرتها على الاحتفاظ بالمياه والحد من ظاهرة التصحر.

كما تناول الفصل ظاهرة التصحر من حيث مفهومها وأسبابها وآثارها البيئية والاقتصادية والاجتماعية، مع التركيز على واقع التصحر في الجزائر، خاصة بالمناطق السهبية الغربية التي تعرف هشاشة بيئية متزايدة نتيجة التغيرات المناخية والرعي الجائر وتدهور الغطاء النباتي.

ومن خلال ما سبق، يتضح أن العلاقة بين الجيوماتيك والاقتصاد الأخضر وتثمين النفايات العضوية تُشكل مقاربة متكاملة لمواجهة مشكلات التصحر وتحقيق التنمية المستدامة بالمناطق السهبية. فالجيوماتيك يوفر أدوات التحليل والتشخيص البيئي، بينما يساهم الاقتصاد الأخضر في تقديم حلول تنموية قائمة على الاستغلال العقلاني للموارد الطبيعية، في حين يسمح تثمين النفايات العضوية بإعادة إدماج المادة العضوية في التربة وتحسين خصائصها البيئية والزراعية.وتُشكل هذه المعطيات النظرية أساسًا مهمًا للفصل التطبيقي، الذي سيتم من خلاله توظيف تقنيات الجيوماتيك في دراسة حالة مشروع GreenBox ببلدية مشرية، بهدف تحليل الوضع البيئي للمجال السهبي وتقييم دور تثمين النفايات العضوية في تحسين التربة والمساهمة في مكافحة التصحر ضمن إطار الاقتصاد الأخضر والتنمية المستدامة.

الفصل الثاني:مجال الدراسة والخصائص الطبيعية والبشرية

مقدمة الفصل

يُشكل التشخيص الدقيق للخصائص المجالية والبيئية والاقتصادية لأي منطقة دراسة المدخل العلمي الأساسي لفهم ديناميكياتها الترابية وإشكالياتها التنموية، ولاسيما في المناطق الهشة بيئياً مثل الأقاليم السهبية الجزائرية. يهدف هذا الفصل إلى تقديم تحليل شامل ومتعدد الأبعاد لبلدية مشرية، الواقعة في قلب السهوب العليا الغربية بولاية النعامة، من خلال مقاربة جغرافية وجيوماتيكية متكاملة تجمع بين التحليل الكمي والنوعي للمعطيات الميدانية والفضائية. يستهل الفصل بدراسة الموقع الجغرافي للمنطقة وخصائصها الطبيعية المتمثلة في التضاريس والمناخ والتربة والغطاء النباتي، حيث تُظهر النتائج انتماء المنطقة للمناخ شبه الجاف القاري الذي يتسم بتذبذب مطري حاد (214 ملم سنوياً في المتوسط) وتباين حراري واسع (مدى حراري سنوي يصل إلى 44°م)، وهي عوامل تفرض قيوداً هيكلية على الإنتاج البيولوجي وتزيد من هشاشة النظم الإيكولوجية. كما يكشف التحليل البيئي عن هيمنة التربة الكلسية الضحلة ذات الخصوبة المحدودة، وتراجع الغطاء النباتي الطبيعي الذي تسيطر عليه تشكيلات الحلفاء والشيح، مما يعكس وضعية بيئية متدهورة تتفاقم بفعل الضغوط البشرية. وفي الجانب السوسيو-اقتصادي، يبرز الفصل الأهمية المحورية للنشاط الرعوي في اقتصاد المنطقة، حيث تستحوذ المراعي على أكثر من 2.18 مليون هكتار (أكثر من 90% من المساحة الإجمالية)، وتضم الولاية أكثر من 831 ألف رأس غنم، مما يولد ضغطاً رعوياً يتجاوز القدرة التحملية النظرية للمراعي (0.38 رأس/هكتار). هذا الوضع ينتج عنه تدفق هائل للنفايات العضوية الحيوانية يُقدر بحوالي 3,319 طن يومياً، يمثل في آن واحد تحدياً بيئياً (انبعاثات الميثان، تلوث المياه الجوفية) وفرصة اقتصادية واعدة في إطار اقتصاد التدوير والتثمين. كما يخصص الفصل حيزاً تحليلياً مهماً لظاهرة التصحر التي تُعد من أبرز التحديات البيئية في المنطقة، حيث يتم تشخيص العوامل الطبيعية المسببة لها (الجفاف المتكرر، التعرية الريحية النشطة، هشاشة التربة، تدهور الغطاء النباتي) والعوامل البشرية المتسارعة (الرعي الجائر، الاستغلال غير المستدام للموارد)، مع الاستعانة بتقنيات الجيوماتيك والاستشعار عن بعد لإنتاج خرائط موضوعية لتوزيع سرعة الرياح، وحساسية المراعي، والغطاء النباتي(NDVI) ، والتي أظهرت أن حوالي 59.6% من المراعي تعاني من درجات عالية من الحساسية والتدهور. إن هذا التشخيص المتكامل، الذي يجمع بين المعطيات الكمية (الجداول الإحصائية، المؤشرات المناخية، الكثافة الحيوانية) والتحليل المكاني (الخرائط الجيوماتيكية، مؤشرات الاستشعار عن بعد)، يُؤسس لفهم علمي رصين لطبيعة التفاعلات المعقدة بين النظام البيئي الهش والنشاط البشري المكثف في بلدية مشرية، مما يبرر الحاجة الملحة لتبني استراتيجيات مستدامة لتسيير الموارد الطبيعية، وفي مقدمتها مشاريع تثمين النفايات العضوية ضمن نموذج الاقتصاد الأخضر

والدائري، وهو ما سيتم تفصيله في الفصول اللاحقة من هذه الدراسة.

1- الموقع الجغرافي لبلدية مشرية

تقع بلدية مشرية في منطقة بيئية تعرف بالسهوب العليا الغربية، وهي حزام طبيعي يمتد عبر الشمال من الجنوب الجزائري، حيث يشكل منطقة انتقالية تربط بين المجال شبه الرطب في الشمال والمجال الصحراوي في الجنوب. وتعد هذه المنطقة من أكثر الأقاليم حساسية بيئياً في الجزائر نتيجة التوازن الهش بين الظروف المناخية القاسية وتزايد الضغط البشري، الأمر الذي يؤثر بشكل مباشر في الموارد الطبيعية والغطاء النباتي والرعوي[47].

تُعد بلدية مشرية مركزاً حضرياً ورعوياً مهماً ضمن إقليم ولاية النعامة، إذ تبلغ مساحتها 2951414 هكتاراً، ما يجعلها من أكبر البلديات على مستوى الولاية. يحدها من الجنوب بلدية عين الصفراء، ومن الغرب مركز ولاية النعامة، ومن الشمال ولاية تيارت، بينما تمتد شرقاً نحو ولاية البيض، وهو ما يمنحها موقعاً استراتيجياً مهماً كمجال رعوي وزراعي يربط بين عدة أقاليم مجاورة[48].

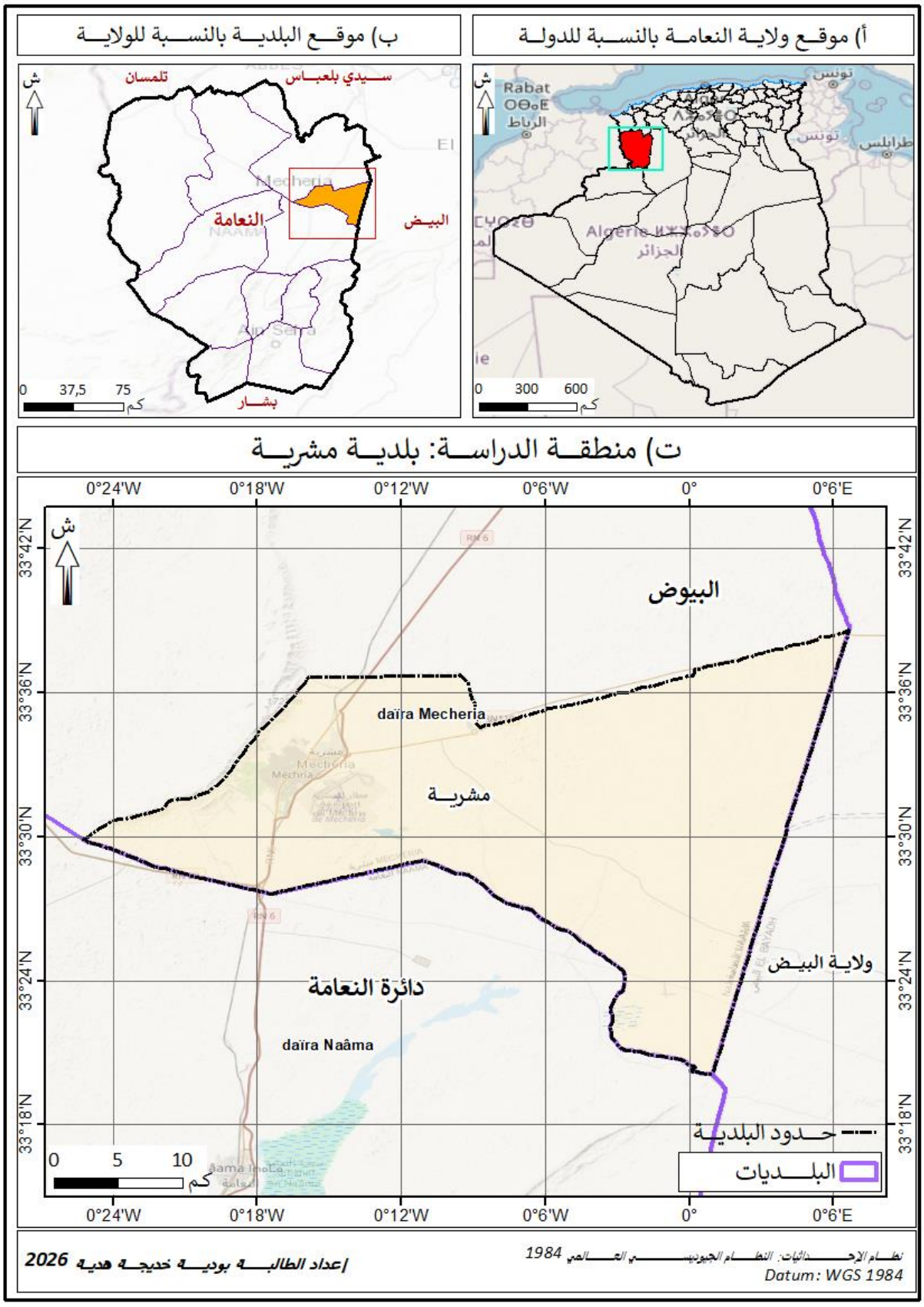
ويرتبط موقع مشرية بدورها التاريخي والاقتصادي في تداول المنتجات الحيوانية وتنقل الرعاة بحثاً عن الكلأ والمياه وفق النظام الرعوي الموسمي الذي ما يزال مستمراً إلى اليوم. كما ساهم قربها من شبكة الطرق الوطنية، وعلى رأسها الطريق الوطني رقم 6، في تسهيل حركة تنقل المواشي ونقل المنتجات الزراعية نحو الأسواق الجهوية والوطنية، مما عزز مكانتها كمحور اقتصادي ورعوي داخل المنطقة السهبية[49].

الخريطة (01) الموقـع الجغرافـي للدراســة

[47] Djellouli, A. (2015). *Les écosystèmes steppiques d'Algérie : Dynamique et gestion*. Éditions OPU

[48] HCDS (2021). *Diagnostic pastoral des steppes de Naâma*. Haut Commissariat au Développement des Steppes

[49] ONS (2022). *Recensement général de la population et de l'habitat



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادًا على معطيات الدراسة باستعمال ArcGIS Pro ،

الجدول 01: الوضعية الجغرافية والإدارية لبلدية مشرية

المؤشرات	ولاية النعامة
المساحة (هـ)	2951414
عدد السكان	192726
الفئة النشيطة	50147
القوة العاملة	38979
نسبة البطالة (%)	22.3%
متوسط الكثافة (نسمة/كم²)	6,53
المساحة الفلاحية القابلة للزراعة (هـ)	20396
المراعي (هـ)	2183005
مساحة الحلفاء (هـ)	436250
مساحة الزراعة المسقية (هـ)	6329
مساحة زراعة الحبوب (هـ)	3081
عدد رؤوس الغنم	831440
حمولة المراعي (رأس/هـ)	0,38

المصدر : مديرية التخطيط والتهيئة العمرانية لولاية النعامة 2007

تحليل الجدول :

يكشف الجدول عن خصائص مجالية وسوسيو-اقتصادية مميزة لمنطقة شبه صحراوية، حيث تتسم الولاية باتساع المساحة (حوالي 2.95 مليون هكتار) مع كثافة سكانية ضعيفة جداً (6.53 نسمة/كم²)، مما يعكس تحديات في استغلال المجال وتوزيع الخدمات.

ومن الناحية الديموغرافية والاقتصادية، رغم أن الفئة النشيطة تمثل حوالي 26% من إجمالي السكان، إلا أن نسبة البطالة المرتفعة (22.3%) تشير إلى عدم كفاية الهياكل الاقتصادية الامتصاصية أو فجوة في التوافق بين مخرجات التكوين وسوق الشغل المحلي.

أما على المستوى الفلاحي، فيهيمن الطابع الرعوي بوضوح على هيكل استغلال الأراضي، حيث تستحوذ المراعي ومساحات الحلفاء على الحصة الأكبر من المساحة الكلية (أكثر من 2.6 مليون هكتار)، في حين تبقى المساحة الفلاحية القابلة للزراعة محدودة جداً (حوالي 20 ألف هكتار)، وتضيق أكثر عند الحديث عن الزراعة المسقية (6,329 هـ) وزراعة الحبوب (3,081 هـ)، مما يؤكد هشاشة القطاع الزراعي واعتماده على العامل المناخي.

وفي جانب الإنتاج الحيواني، يبرز الثقل الكبير لتربية الأغنام (أكثر من 831 ألف رأس)، ولكن عند مقارنة هذا العدد بحمولة المراعي النظرية (0.38 رأس/هكتار)، يتضح أن الضغط الرعوي يتجاوز القدرة

الاستيعابية الطبيعية للأراضي، مما يطرح إشكالية التدهور البيئي المحتملة للمراعي ويستدعي تبني استراتيجيات مستدامة لتثمين الموارد العلفية وتحسين سلالة الماشية لضمان التوازن بين البعد الاقتصادي والبعد البيئي في الولاية.

2- التحليل البيئي لمنطقة الدراسة :

2-1 الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة :

تشكل الخصائص الطبيعية الأساس المحدد لوظائف المجال البيئي، إذ تتحكم في ديناميكية الأنظمة الإيكولوجية، وتحدد قابلية الأراضي للإنتاج البيولوجي أو تعرضها لعمليات التدهور والتصحر. وتبرز أهمية هذه الخصائص في المناطق السهبية التي تتميز بتوازن بيئي دقيق سريع التأثر بالتغيرات المناخية والأنشطة البشرية.

التضاريس(Relief)

تتميز منطقة مشرية بطابع تضاريسي سهبي شبه مستوٍ ناتج عن التطور الجيومورفولوجي للهضاب العليا الغربية، حيث تتشكل المنطقة من وحدات تضاريسية متكاملة تشمل:

- هضاب عليا ذات انحدار ضعيف،
- سهول رعوية واسعة،
- منخفضات داخلية تستقبل مياه السيول الموسمية،
- كثبان رملية محلية مرتبطة بالنشاط الريحي .

ويتراوح الارتفاع بين 900م و1200 م فوق سطح البحر، وهو ارتفاع يمنح المنطقة خصائص مناخية قارية واضحة تتمثل في البرودة الشتوية والحرارة الصيفية المرتفعة.

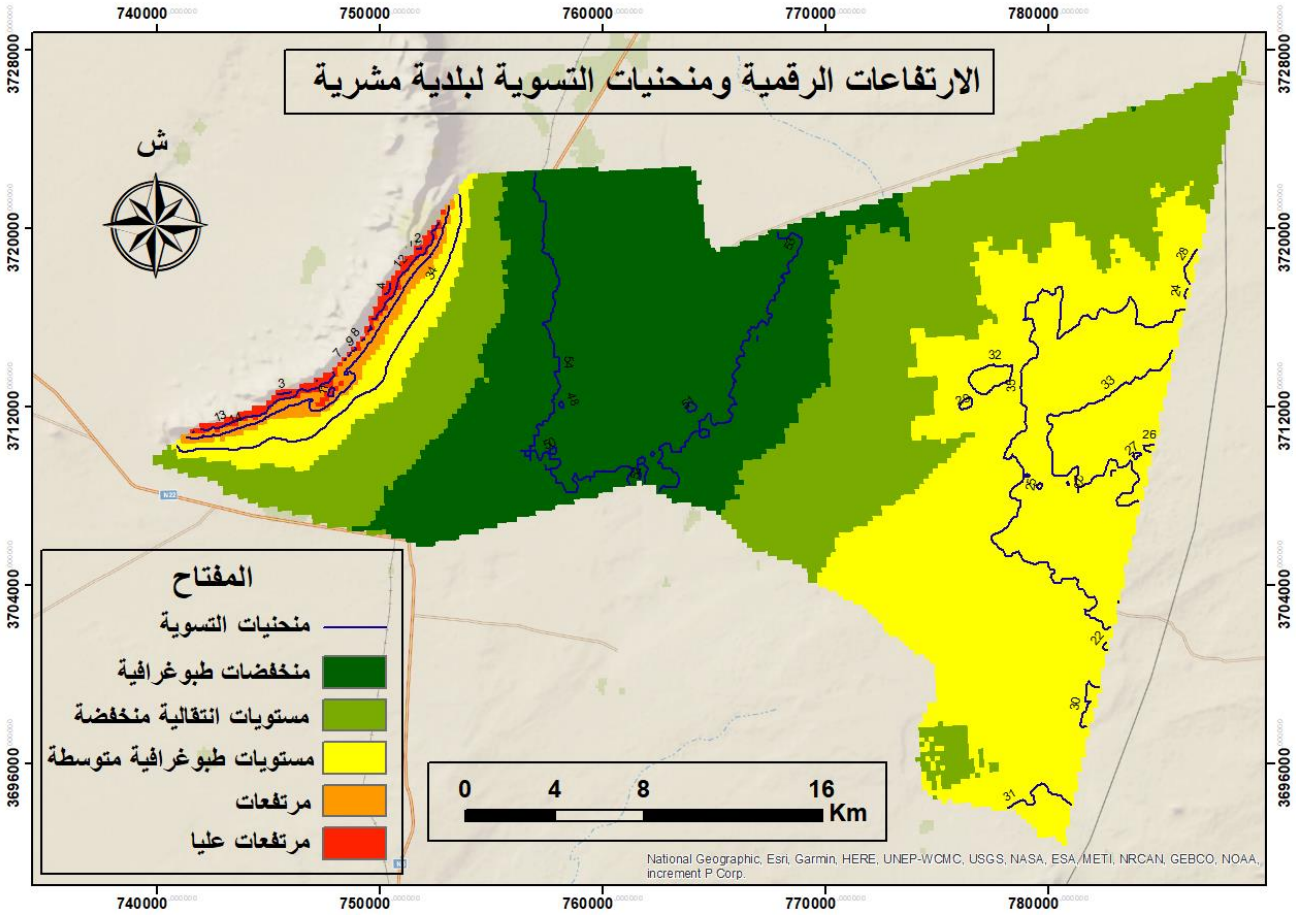
ويؤدي الانبساط الطبوغرافي إلى تسهيل حركة الكتل الهوائية والرياح السائدة، مما يزيد من حدة التعرية الريحية خاصة في الفترات الجافة وعند تراجع الغطاء النباتي.

"الانبساط التضاريسي في السهوب يعزز عمليات الانجراف الريحي خاصة في غياب الغطاء النباتي[50] "

كما أن غياب الحواجز الطبيعية يجعل التربة عرضة لفقدان الجزيئات الدقيقة، وهو ما يسرّع عمليات التصحر.

[50] Le Houérou, H. N. (2001). Bioclimatology and biogeography of Africa. In H. Breman & C. de Haan (Eds.), *Rangelands in Africa: Past, Present and Future* (pp. 95–110). Paris: Éditions de la Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde (FARM).

خريطة (02): نموذج الارتفاعات الرقمية لبلدية مشرية



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادًا على بيانات SRTM باستعمال ArcGIS Pro ، 2025.

التحليل المورفولوجي للخريطة :

يظهر التوزيع اللوني تبايناً طبوغرافياً حاداً يعكس البنية الجيولوجية المعقدة للمنطقة، ويمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاث وحدات مورفولوجية رئيسية من الغرب إلى الشرق:

. الوحدة الجبلية الغربية (المرتفعات):

- تتركز في الركن الشمالي الغربي من الخريطة.
- يسيطر عليها اللونان **الأحمر (مرتفعات عليا)** و**البرتقالي (مرتفعات)**، بالإضافة إلى شريط من اللون **الأصفر**.
- تشير خطوط التسوية المتقاربة بشدة والألوان الحارة إلى وجود انحدار شديد وسلاسل جبلية وعرة (تمتد ضمن نطاق الأطلس الصحراوي). الأرقام المكتوبة على الخطوط (10، 11، 12...) تشير إلى فواصل ارتفاعية بالمئات (مثلاً 1000م، 1100م)، مما يؤكد الطبيعة المرتفعة لهذه المنطقة.

- **الوحدة المنخفضة الوسطى (السهل/المنخفض):**
  - تمتد كحزام واسع باللون **الأخضر الداكن** في وسط الخريطة.
  - يصنفها المفتاح كـ **"منخفضات طوبوغرافية** ."هذا يشير إلى وجود سهل فيضي أو منخفض واسع يتميز باستواء نسبي في التضاريس مقارنة بالجبال المجاورة.
  - يعمل هذا المنخفض كمستجمع مائي طبيعي للمياه القادمة من المرتفعات الغربية.
- **الوحدة الهضبية الشرقية والجنوبية:**
  - تغطي المساحة الأكبر في الجزء الشرقي والجنوبي الشرقي باللون **الأصفر (مستويات طوبوغرافية متوسطة)**، مع وجود بقع من **الأخضر الفاتح (مستويات انتقالية منخفضة)**.
  - تمثل هذه المنطقة هضاباً ذات انحدار لطيف. الأرقام المكتوبة هنا (30، 31، 32...) تشير أيضاً إلى مناسيب ارتفاعية، مما يوحي بأن هذه المنطقة أعلى أو ذات طبيعة مختلفة عن المنخفض الأوسط.

المناخ

ينتمي مناخ منطقة مشرية إلى المناخ شبه الجاف القاري، الذي يتميز بتباين حراري كبير بين الفصول وعدم انتظام التساقطات المطرية.

وتتمثل أهم الخصائص المناخية فيما يلي:

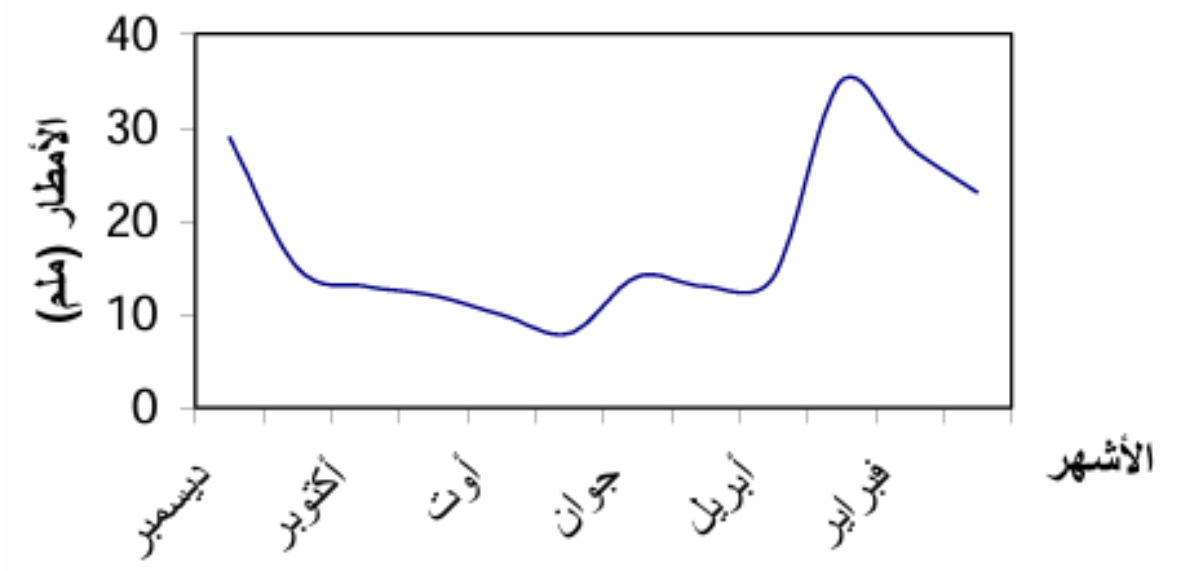
- معدل تساقطات سنوي يتراوح بين 200و300 مم،
- صيف حار وجاف مع درجات حرارة مرتفعة،
- شتاء بارد قد يعرف موجات صقيع،
- معدلات تبخر مرتفعة تفوق كمية التساقطات،
- تذبذب زمني ومكاني للأمطار .
- ويعد التذبذب المطري أحد أهم العوامل المؤثرة في استقرار الأنظمة الرعوية، حيث يؤدي عدم انتظام الأمطار إلى تغير الإنتاجية النباتية من سنة إلى أخرى.

"التذبذب المطري يمثل العامل الأساسي في هشاشة النظم الرعوية السهبية[51]

كما يساهم الجفاف المتكرر في تقليص الكتلة الحيوية النباتية وتسريع تدهور المراعي الطبيعية.

[51] **Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.**

الشكل 03: توزيع التساقطات الشهرية للفترة 1991 – 2001 لمحطة النعامة



المصدر : من إنجاز الطالبة اعتمادا على بيانات الديوان الوطني للأرصاد الجوية -وهران-

التعليق على الشكل :

يقدم الشكل (07) تطور التساقطات المطرية الشهرية المتوسطة للفترة الممتدة بين 1991 و2001 بمحطة النعامة، ويكشف التحليل عن نظام مطري يتميز بتباين موسمي واضح، حيث تتراوح كميات الأمطار بين حد أدنى يبلغ حوالي 8 ملم في شهر جوان (يونيو)، وحد أقصى يصل إلى حوالي 35 ملم في شهر فيفري (فبراير). ويظهر المنحنى أن الولاية تمر بفترة جفاف صيفي حاد تمتد من ماي إلى سبتمبر، تنخفض فيها التساقطات إلى مستويات دنيا (أقل من 15 ملم)، في حين تتركز معظم الأمطار في الفصلين البارّين (الشتاء والربيع)، خاصة بين نوفمبر ومارس، مما يعكس طابعاً مناخياً شبه جاف إلى جاف، وهو ما يفسر هيمنة النشاط الرعوي في المنطقة كما أظهرت البيانات السابقة، حيث أن هذا التوزيع المطري غير المنتظم وندرة التساقطات الصيفية يفرضان قيوداً هيكلية على الممارسات الزراعية ويجعلان النشاط الفلاحي معتمداً بشكل كبير على الرعي الواسع والمراعي الطبيعية، مما يستدعي ضرورة تبني استراتيجيات تسيير عقلاني للموارد المائية والتربة لضمان الاستدامة البيئية والاقتصادية في ولاية النعامة.

الجدول (02): التوزيع الشهري لكميات التساقط المطري خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة

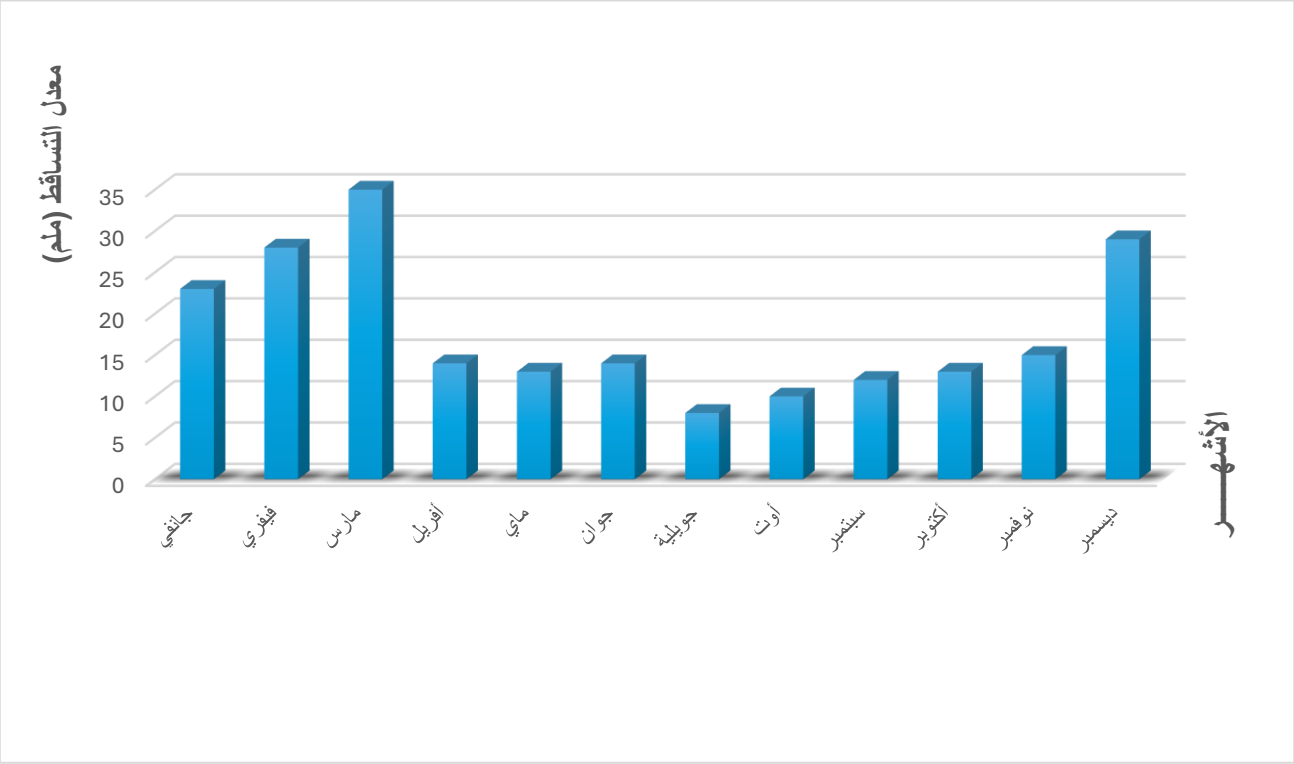
الأشهر	معدل التساقط (ملم) 1991-2001
جانفي	23
فيفري	28
مارس	35
أفريل	14
ماي	13
جوان	14
جويلية	8
أوت	10
سبتمبر	12
أكتوبر	13
نوفمبر	15
ديسمبر	29
المجموع	214

المصدر : الديوان الوطني للأرصاد الجوية -وهران-

تحليل الجدول :

يقدم الجدول والشكل تحليلاً كمياً للتساقطات المطرية الشهرية والسنوية لمحطة النعامة خلال الفترة 1991-2001، حيث يكشف عن مناخ جاف يتسم بفقر مطري واضح، إذ لا يتجاوز المجموع السنوي للتساقطات 214 ملم، وهي كمية ضعيفة تؤكد الانتماء إلى المجال المناخي الجاف وشبه الجاف. ومن حيث التوزيع الزمني، تظهر البيانات تبايناً موسمياً حاداً، حيث تتركز معظم الأمطار في الفصل البارد (من نوفمبر إلى مارس)، وتسجل ذروتها في شهر مارس بـ 35 ملم، يليه ديسمبر (29 ملم) وفيفري (28 ملم)، في حين يسود جفاف صيفي حاد من ماي إلى سبتمبر، تنخفض فيها التساقطات إلى مستويات حرجة، وتصل إلى أدنى قيمة لها في شهر جويلية بـ 8 ملم فقط. هذا النظام المطري، الذي يتميز بضعف الكميات السنوية وتركيزها في بضعة أشهر مع طول فترة الجفاف، يفرض قيوداً بيئية وهيكلية صارمة على النشاط الفلاحي، حيث يجعل الزراعة البعلية محفوفة بالمخاطر وغير مستقرة، ويعزز من توجه المنطقة نحو الرعي الواسع كخيار اقتصادي رئيسي، مما يستدعي ضرورة تبني سياسات تنموية تركز على ترشيد استغلال الموارد المائية الشحيحة وحماية الغطاء النباتي من التدهور.

الشكل 04 التوزيع الشهري لكميات التساقط المطري خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة.



المصدر : من إنجاز الطالبة اعتمادا على بيانات الديوان الوطني للأرصاد الجوية -وهران-

الجدول (03): التوزيع الشهري لدرجات الحرارة الدنيا والقصوى والمتوسطة خلال الفترة (1991–2001) بمحطة النعامة.

الأشهر	الحرارة الدنيا (C°)	الحرارة القصوى (C°)	الحرارة المتوسطة (C°)
جانفي	-5	19	6
فيفري	-4	20	7
مارس	-1	24	11
أفريل	4	27	14
ماي	7	33	19
جوان	10	38	25
جويلية	15	39	28
أوت	14	38	27
سبتمبر	9	35	22
أكتوبر	5	29	16
نوفمبر	-2	23	10
ديسمبر	-4	19	7

المصدر: الديوان الوطني للأرصاد الجوية -وهران-

تحليل الجدول:

يكشف الجدول (03) الخاص بالتوزيع الشهري لدرجات الحرارة بمحطة النعامة (1991-2001) عن نظام حراري قاري متميز يتسم بتباينات موسمية ويومية حادة، حيث تتأرجح الحرارة السنوية بين شتاء بارد تتدنى فيه الحرارة الدنيا إلى -5°م في شهر جانفي، وصيف حار وجاف تصل فيه الحرارة القصوى إلى ذروتها بـ 39°م في شهر جويلية، بمعدل حراري سنوي يتراوح بين 6°م و28°م. ويبرز التحليل اتساع المدى الحراري السنوي (حوالي 44°م بين أدنى وأقصى قيمة مسجلة)، فضلاً عن مدى حراري يومي ملحوظ خاصة في الفصول الانتقالية، مما يعكس خصائص المناخ شبه الجاف ذو التأثير القوي للكتل القارية. هذا النظام الحراري، المقترن بالصقيع الشتوي (من نوفمبر إلى مارس) وموجات الحر الصيفية الممتدة (من ماي إلى سبتمبر)، يفرض ضغوطاً فيزيولوجية على الغطاء النباتي ويحدد فترة نمو زراعي قصيرة وغير مستقرة، مما يعزز من هشاشة المنظومة البيئية المحلية ويستدعي اعتماد استراتيجيات فلاحية متكيفة تختار محاصيل مقاومة للحرارة والجفاف وتقنيات ري فعالة لضمان الاستدامة الإنتاجية في ظل هذه الظروف المناخية القاسية.

التربة

تتميز التربة في منطقة الدراسة بخصائص سهبية جافة ناتجة عن محدودية الأمطار وضعف النشاط البيولوجي، حيث تسود عدة أنواع رئيسية أهمها:

- التربة الكلسية المنتشرة فوق الهضاب،
- التربة الرملية في المناطق المنبسطة،
- التربة الجبسية في المنخفضات الداخلية .

وتتصف هذه الترب بعدة خصائص بيئية:

- ضعف المحتوى العضوي،
- هشاشة البنية الفيزيائية،
- قابلية عالية للانجراف الريحي والمائي،
- انخفاض القدرة الإنتاجية الزراعية .

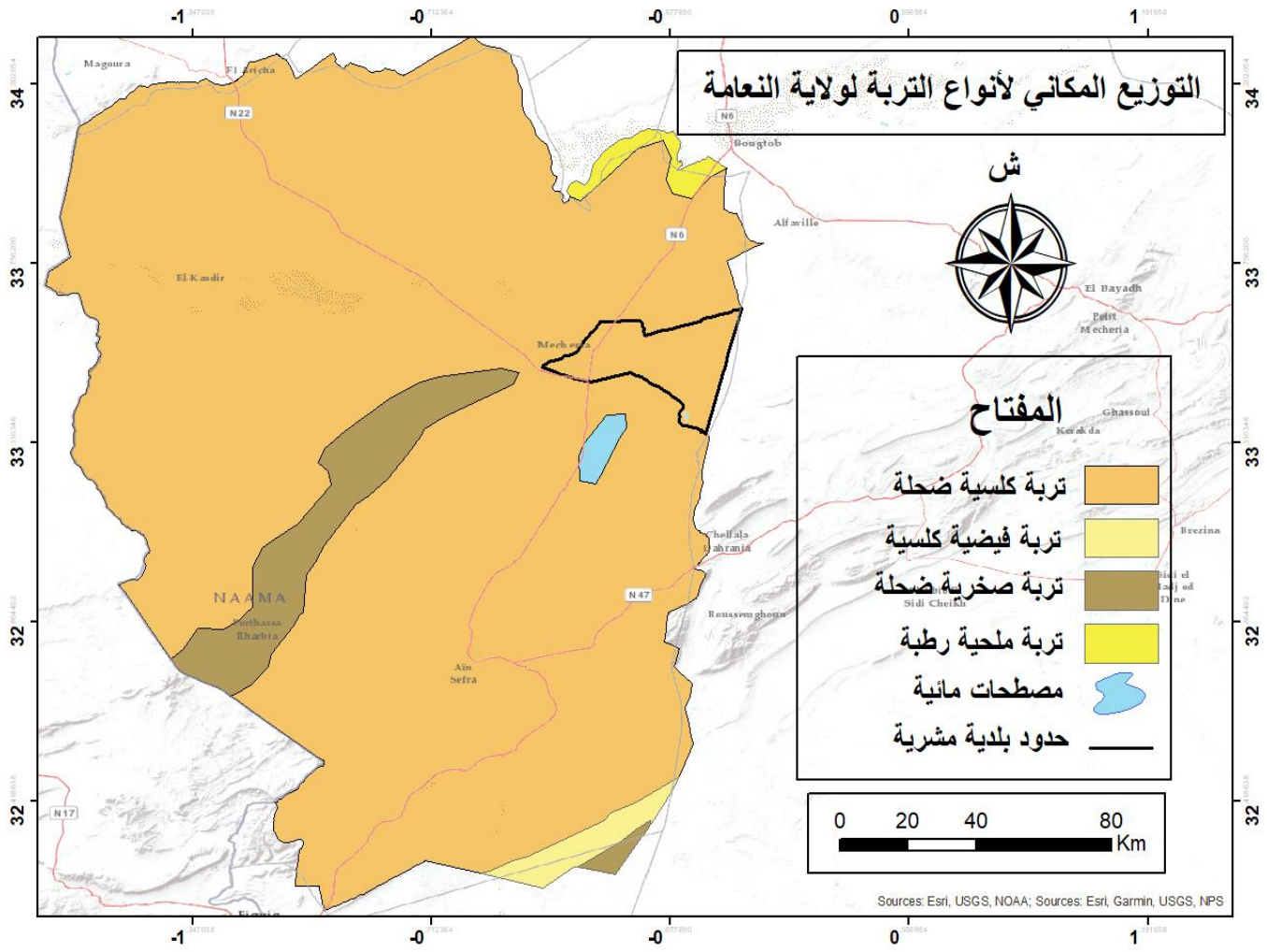
ويمثل انخفاض المادة العضوية مؤشراً رئيسياً على بداية تدهور النظم البيئية السهبية.

"تراجع المادة العضوية يعد المؤشر الأهم على بداية التصحر في السهوب الجزائرية[52]

ويؤثر هذا الوضع مباشرة في إنتاج الكتلة الحيوية الرعوية ويزيد من حساسية التربة للتصحر.

الخريطة (03): التوزيع المكاني لأنواع التربة لولاية النعامة

[52] Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic information systems and science. Wiley.



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادًا على بيانات FAO و OpenStreetMapباستعمالArcGIS Pro ،

تحليل الخريطة :

توضح الخريطة التوزيع المكاني لأنواع التربة بولاية النعامة، ويكشف التحليل عن هيمنة واضحة للتربة الكلسية الضحلة التي تغطي المساحة الأكبر من الإقليم، مما يعكس طبيعة جيولوجية كلسية وهيمنة التعرية التي حالت دون نضج التربة وتطورها، وهذا النوع من التربة يتسم بضعف خصوبته ومحدودية قدرته على الاحتفاظ بالماء، مما يفسر ضعف الغطاء النباتي وهيمنة النشاط الرعوي الواسع في المنطقة. وتظهر أيضاً التربة الصخرية الضحلة في نطاقات محددة خاصة في الأجزاء الغربية والوسطى، وهي تعكس مناطق ذات انكشاف صخري وضعف في الغطاء التربوي، مما يجعلها غير صالحة للزراعة وتصلح فقط للرعي المكثف. أما التربة الفيضية الكلسية فتظهر في نطاقات محدودة على طول الأودية والمناطق المنخفضة، وهي تعتبر الأكثر خصوبة نسبياً ويمكن استغلالها في بعض الزراعات المحدودة. وتبرز التربة الملحية الرطبة في مناطق محددة خاصة في الأجزاء الشمالية الشرقية، وهي تعكس وجود مشاكل تمليح التربة الناتجة عن سوء الصرف أو تبخر المياه السطحية، مما يحد من استغلالها الفلاحي. وبشكل عام، يؤكد هذا التوزيع التربوي هشاشة المنظومة البيئية بالولاية، حيث تغلب الترب الضحلة والفقيرة عضويًا، وهو ما يتوافق مع البيانات المناخية السابقة (ضعف التساقط وارتفاع الحرارة)، ويفسر التوجه نحو الرعي كنشاط

اقتصادي رئيسي، مما يستدعي تبني استراتيجيات المحافظة على التربة ومكافحة التصحر والانجراف لضمان الاستدامة البيئية.

الغطاء النباتي

يعتمد الغطاء النباتي في مشرية على نباتات رعوية طبيعية متكيفة مع الظروف الجافة، أهمها:

- الحلفاء *Stipa tenacissima*،
- الشيح *Artemisia herba-alba*،
- الرمث وأنواع شجيرية سهبية أخرى .

وتؤدي هذه النباتات أدواراً بيئية متعددة تتمثل في:

- تثبيت التربة،
- تقليل التعرية الريحية،
- توفير المراعي الطبيعية للثروة الحيوانية،
- الحفاظ على التوازن البيئي السهبي .

غير أن الدراسات الحديثة تشير إلى تراجع واضح في كثافة الغطاء النباتي نتيجة الضغط الرعوي المتزايد وتكرار سنوات الجفاف.

"المراعي السهبية عرفت انخفاضاً كبيراً في الإنتاجية النباتية نتيجة الضغط الرعوي[53] "

ويبرز هنا دور تقنيات الاستشعار عن بعد ومؤشر NDVI في تقييم صحة الغطاء النباتي ورصد التغيرات الزمنية.

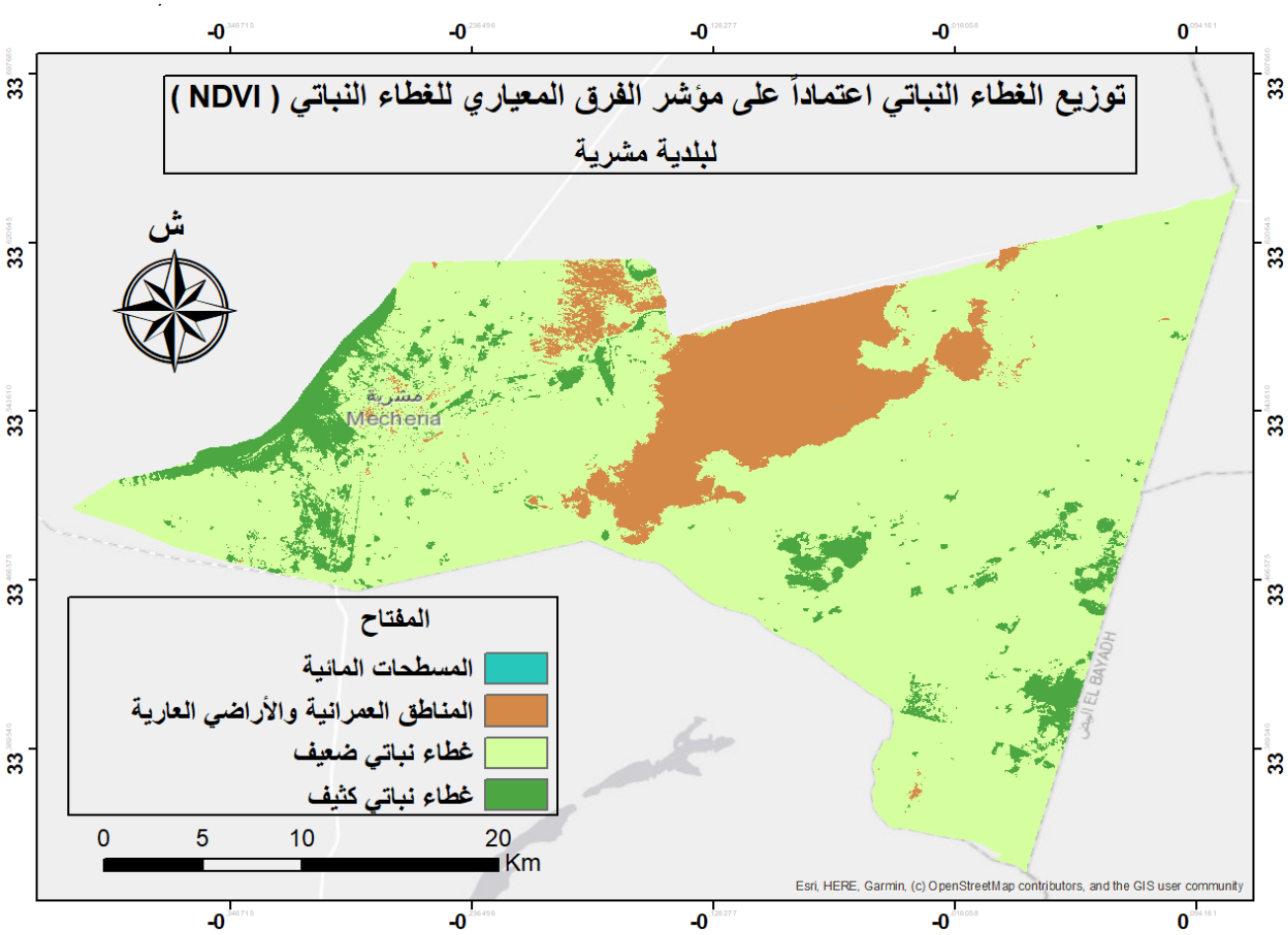
[53] **Ben Marouf, B. (2020). *Étude comparative du comportement des parcours steppiques vis-à-vis de la mise en défense dans la wilaya de Naâma* (Mémoire de master). Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma, Algérie.**

الصورة 04 :نبات الشيح والحلفاء



المصدر : Wikipedia Commons. (2024). *Artemisia herba-alba (White wormwood)*. Retrieved from https://commons.wikimedia.org

خريطة 04: توزيع الغطاء النباتي اعتمادا على مؤشر الفرق المعياري للغطاء النباتي لبلدية مشرية



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادًا على صور Landsatومعالجة مؤشر NDVI باستعمال ArcGIS Pro، 2025.

تحليل الخريطة :

توضح الخريطة تمثيلاً مكانياً لتوزيع الغطاء النباتي ببلدية مشرية استناداً إلى مؤشر الفرق النباتي المعياري (NDVI)، ويكشف التحليل عن هيمنة واضحة للغطاء النباتي الضعيف (اللون الأخضر الفاتح) الذي يغطي المساحة الأكبر من الإقليم، مما يعكس الحالة الهشة للغطاء النباتي في هذه المنطقة شبه الجافة. وتظهر المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف (اللون الأخضر الداكن) على شكل تجمعات متفرقة ومحدودة المساحة، تتركز بشكل أساسي في الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية من البلدية، وخاصة في محيط مدينة مشرية، مما قد يشير إلى وجود أنشطة فلاحية مسقية أو مناطق رعوية محمية أو تأثير العوامل الطبوغرافية المحلية. أما المناطق العمرانية والأراضي العارية (اللون البرتقالي) فتظهر بوضوح في الأجزاء الوسطى والشمالية، وتعكس التوسع العمراني والمناطق المتأثرة بالتصحر أو الرعي الجائر. وبالمقارنة مع البيانات السابقة، يتوافق هذا التوزيع النباتي مع الخصائص المناخية (ضعف التساقط بـ 214 ملم سنوياً وارتفاع الحرارة) والتربوية (هيمنة الترب الكلسية الضحلة)، حيث تؤكد هذه الخريطة على هشاشة المنظومة البيئية المحلية وضعف قدرتها البيولوجية، مما يستدعي ضرورة تبني استراتيجيات مستدامة لحماية ما تبقى من الغطاء

النباتي ومكافحة التصحر والانجراف، خاصة في ظل الضغط الرعوي الكبير (أكثر من 831 ألف رأس غنم) الذي تم رصده في البيانات السابقة.

2-1الخصائص الاقتصادية والاجتماعية

تتأثر الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية في المجال السهبي مباشرة بالظروف الطبيعية، حيث يشكل الاعتماد على الموارد الرعوية والزراعية السمة الأساسية لنمط العيش المحلي.

النشاط الرعوي

يُعد النشاط الرعوي النشاط الاقتصادي الرئيسي في بلدية مشرية، ويشكل العمود الفقري للاقتصاد المحلي نظراً لاتساع المراعي الطبيعية.

وتعتمد الساكنة المحلية أساساً على:

- تربية الأغنام،
- تربية الماعز،
- التنقل الرعوي الموسمي بحثاً عن الكلأ والماء .

وتنتشر الخيام الرعوية في المجالات السهبية المحيطة بالمركز الحضري، مما يعكس استمرار النمط التقليدي للرعي المرتبط بالحركة الموسمية للمربين.

"الاقتصاد الرعوي في ولاية النعامة يعتمد على النمط التقليدي لتربية المواشي المرتبط بحركة المربين داخل المراعي[54]

كما ينتج هذا النشاط كميات معتبرة من النفايات العضوية الحيوانية التي يمكن تثمينها ضمن مشاريع الاقتصاد الأخضر مثل مشروع Greenboxلإنتاج السماد العضوي أو الطاقة الحيوية.

الجدول 04: توزيع مساحات المراعي في ولاية النعامة حسب درجة الحساسية

درجة الحساسية	المساحة (هـ)	النسبة (%)
مناطق ضعيفة الحساسية	464652	17,9
مناطق متوسطة الحساسية	586664	22,5
مناطق حساسة	1242757	47,8
مناطق شديدة الحساسية	235806	9,1
مناطق متدهورة تماما	71507	2,7

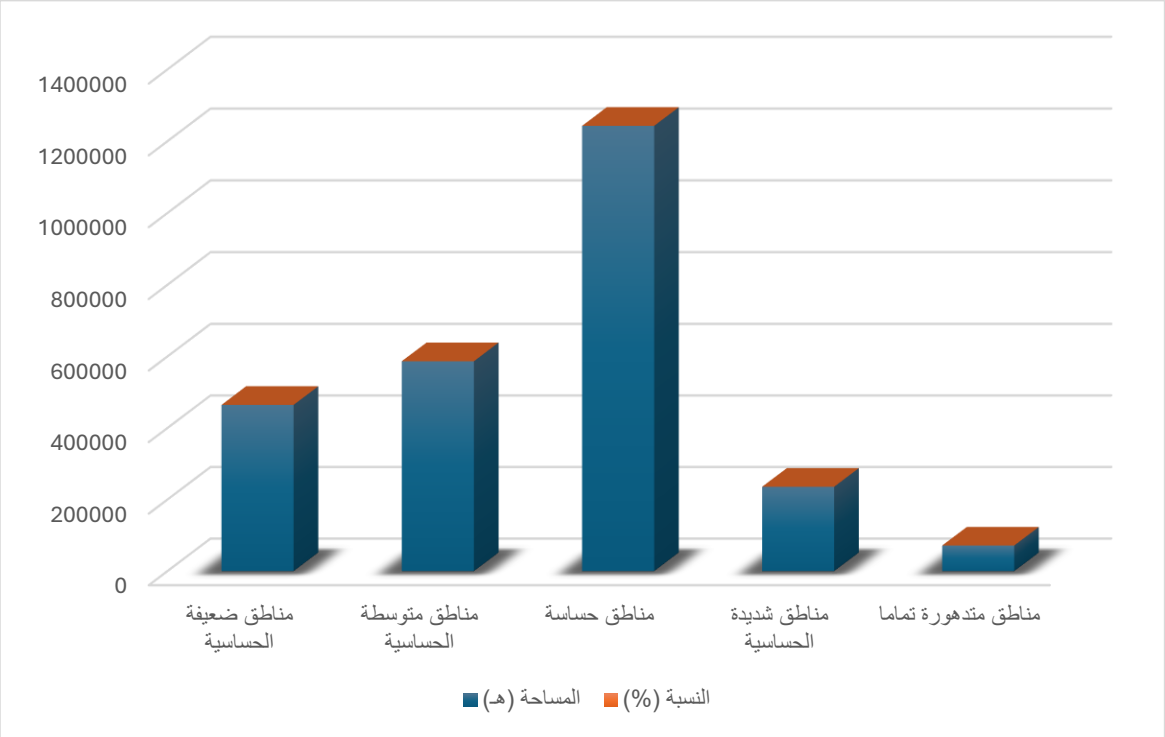
المصدر : CNTS (1996)

تحليل الجدول :

يكشف الجدول (04) المتعلق بتوزيع مساحات المراعي في ولاية النعامة حسب درجة الحساسية عن وضعية بيئية هشة تتسم بهيمنة واضحة للمناطق الحساسة التي تمثل النسبة الأكبر بـ 47.8% (ما يقارب 1.24 مليون هكتار)، مما يعني أن أكثر من نصف المساحة الرعوية للولاية معرضة بشكل كبير لعوامل التدهور والانجراف. وعند تجميع الفئات الأكثر هشاشة (حساسة + شديدة الحساسية + متدهورة تماماً)، نجد أن حوالي 59.6% من إجمالي المراعي تعاني من درجة عالية من الضعف البيئي، في حين لا تمثل المناطق ضعيفة الحساسية (الأكثر مقاومة) سوى 17.9% فقط من المساحة الكلية، وهو مؤشر مقلق يعكس محدودية القدرة التحملية للمجال الرعوي. وتظهر المناطق المتدهورة تماماً بنسبة 2.7% (71,507 هـ)، ورغم صغر نسبتها الظاهرية، إلا أنها تمثل نذيراً خطيراً بظواهر التصحر المتقدم وزحف الرمال في بؤر محددة. هذا التوزيع يتوافق تماماً مع المعطيات السابقة (المناخ الجاف، الترب الضحلة، والضغط الرعوي المرتفع بـ 0.38 رأس/هـ)، ويؤكد أن المراعي بالنعامة تعيش تحت ضغوط بيئية وبشرية متزايدة، مما يستدعي تدخلاً عاجلاً عبر تبني مخططات تسيير رعوي مستدام، تحديد حمولة رعوية عقلانية، وبرامج إعادة تأهيل للمناطق المتدهورة للحفاظ على التوازن البيئي والهش أصلاً في هذه المنطقة شبه الجافة.

[54] **Benaradj, A., & Boucherit, H. (2014). Gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma (Algérie). Revue Algérienne de Développement Économique, 1(1), 19–29..**

الشكل 05: توزيع مساحات المراعي في ولاية النعامة حسب درجة الحساسية



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادًا على بيانات CNTS

النشاط الزراعي

يبقى النشاط الزراعي نشاطاً مكملاً للرعي في المنطقة، ويعتمد أساساً على الزراعة المطرية المرتبطة بالتساقطات السنوية. ومن أهم الزراعات المنتشرة:

- زراعة الحبوب (القمح والشعير)،
- زراعة الأعلاف،
- زراعات محدودة حول نقاط المياه .

غير أن هذا النشاط يواجه عدة معيقات أهمها:

- الجفاف المتكرر،
- ضعف خصوبة التربة،
- التذبذب المناخي،
- توسع ظاهرة التصحر .

لذلك تبقى الإنتاجية الزراعية ضعيفة ومتغيرة من موسم إلى آخر[55].

الديناميكية السكانية

تعرف بلدية مشرية ديناميكية سكانية متوسطة ترتبط بالتحولات الاقتصادية والبيئية التي تشهدها المناطق السهبية.

وتتمثل أهم مظاهرها في:

- نمو سكاني معتدل،
- هجرة ريفية نحو المراكز الحضرية،
- اعتماد قوي للسكان على الموارد الطبيعية المحلية .

ويؤدي التدهور البيئي وتراجع المراعي إلى تغير أنماط العيش التقليدية وانتقال جزء من السكان نحو أنشطة حضرية بديلة.

"التدهور البيئي في المناطق السهبية يؤدي إلى تحولات اجتماعية واقتصادية عميقة[56]

3- تحليل ظاهرة التصحر في بلدية مشرية

تُعد ظاهرة التصحر من أبرز التحديات البيئية التي تواجه الأقاليم السهبية الجزائرية، نظراً لكونها تمس مباشرة استدامة الموارد الطبيعية وتوازن الأنظمة الإيكولوجية. ويُقصد بالتصحر مجموعة العمليات البيئية التي تؤدي إلى تدهور الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة التفاعل بين العوامل الطبيعية والأنشطة البشرية.

وتندرج بلدية مشرية ضمن المجال السهبي الغربي الذي يعرف هشاشة بيئية مرتفعة بسبب حساسية النظم الرعوية للتغيرات المناخية والضغط البشري المتزايد، مما جعل ولاية النعامة من أكثر المناطق عرضة للتدهور البيئي في الجزائر.

وقد أكدت الدراسات أن:

"التصحر في السهوب الجزائرية ليس ظاهرة طبيعية فقط بل نتيجة تفاعل متسارع بين الجفاف والاستغلال المفرط للموارد الطبيعية[57]

---

[55] **FAO. (2019). *Pastoralism and land degradation in drylands*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.**

[56] **Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.**

[57] **UNCCD. (2019). *Land degradation and food security*. United Nations Convention to Combat Desertification.**

ويهدف هذا الجزء إلى تحليل مختلف العوامل المفسرة لانتشار التصحر في منطقة الدراسة اعتماداً على المقاربة الجغرافية والجيوماتيكية.

1-3 العوامل الطبيعية المسببة للتصحر

تلعب العوامل الطبيعية دوراً أساسياً في تشكيل الهشاشة البيئية للمجال السهبي، حيث تؤثر مباشرة في استقرار التربة وديناميكية الغطاء النباتي وإنتاج الكتلة الحيوية الرعوية.

الجفاف والتغيرات المناخية

يُعتبر المناخ شبه الجاف العامل الطبيعي الأكثر تأثيراً في انتشار التصحر بمنطقة مشرية، إذ تتحكم الظروف المناخية في توازن النظام البيئي السهبي.

وتتميز المنطقة بعدة خصائص مناخية رئيسية:

- تذبذب كبير في التساقطات المطرية من سنة لأخرى،
- تواتر سنوات الجفاف الطويلة،
- ارتفاع درجات الحرارة خاصة خلال فصل الصيف،
- معدلات تبخر مرتفعة تتجاوز كمية الأمطار .

وقد أثبتت الدراسات أن:

"انخفاض التساقطات المطرية أقل من 300 مم سنوياً يؤدي إلى تراجع الإنتاجية البيولوجية للمراعي السهبية[58]

ويؤدي التغير المناخي بدوره إلى مجموعة من الآثار البيئية أهمها:

- تقليص مدة النمو النباتي السنوي،
- ضعف قدرة النباتات الرعوية على التجدد،
- جفاف الطبقة السطحية للتربة،
- ارتفاع قابلية الأراضي للانجراف .

وتساهم هذه العوامل مجتمعة في تسريع انتقال المجال من حالة التوازن البيئي إلى حالة التدهور التدريجي.

التعرية الريحية

تعد التعرية الريحية من أهم العمليات الجيومرفولوجية المسببة للتصحر في المجال السهبي، خاصة في المناطق ذات التضاريس المنبسطة مثل بلدية مشرية.

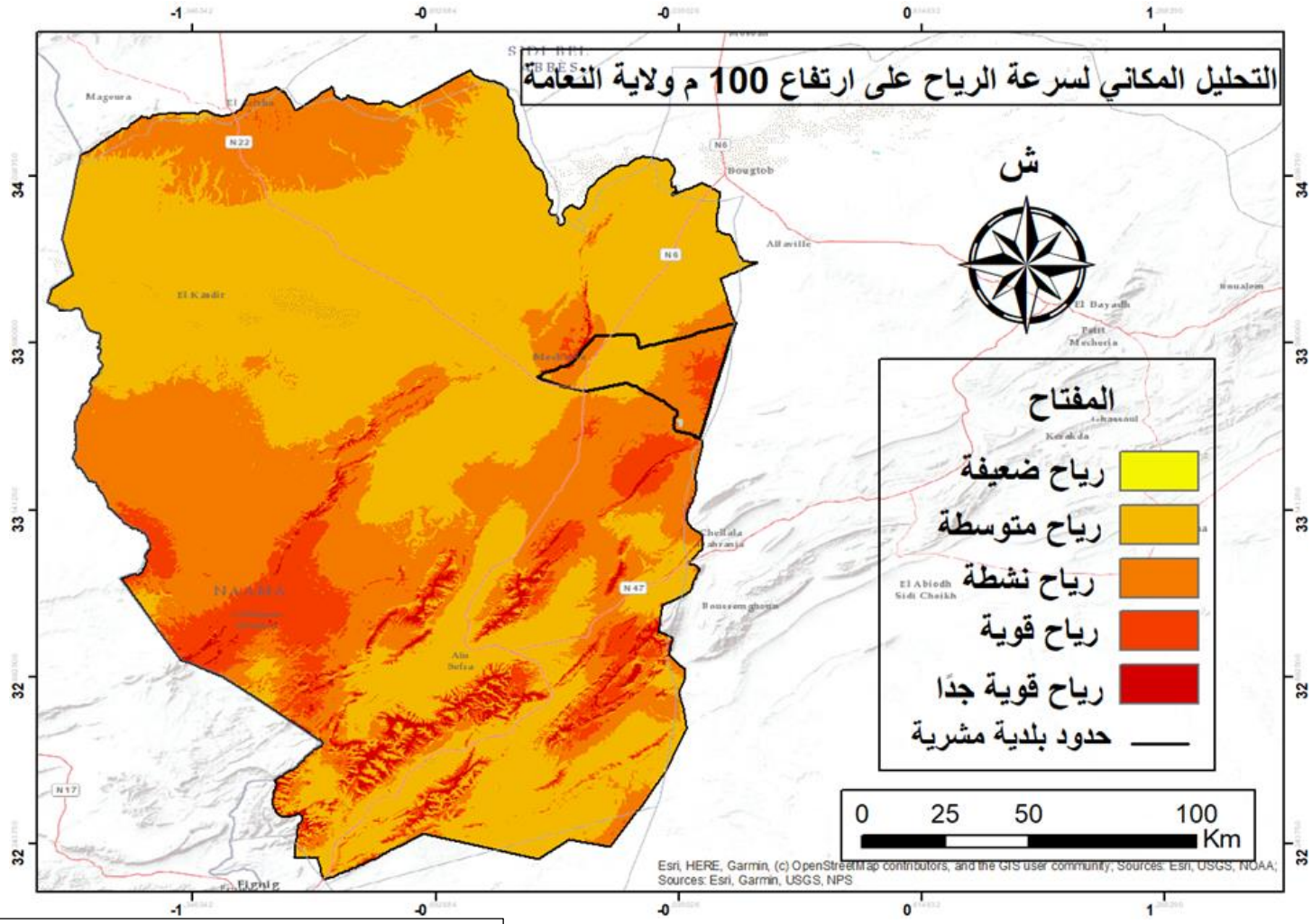
[58] UNCCD. (2019). *Land degradation and food security*. United Nations Convention to Combat Desertification.

وبسبب ضعف الغطاء النباتي وانكشاف سطح التربة، تصبح المنطقة عرضة لتأثير الرياح القوية التي تؤدي إلى:

- نقل دقائق التربة الدقيقة،
- إزالة الطبقة السطحية الخصبة،
- تشكل كثبان رملية محلية،
- تراجع القدرة الإنتاجية للأراضي .

"الانجراف الريحي يمثل العامل الرئيسي لفقدان خصوبة التربة في المناطق السبية [59]

خريطة 05: خريطة التوزيع المكاني لسرعة الرياح



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادًا على المعطيات المناخية والتحليل المكاني باستعمالArcGIS Pro ،

[59] **Le Houérou, H. N. (2001). Bioclimatology and biogeography of Africa. In H. Breman & C. de Haan (Eds.), *Rangelands in Africa: Past, Present and Future* (pp. 95–110). Paris: Éditions de la Fondation pour l'Agriculture et la Ruralité dans le Monde (FARM).**

تحليل الخريطة:

توضح الخريطة (05) التوزيع المكاني لسرعة الرياح على ارتفاع 100 متر بولاية النعامة، ويكشف التحليل عن هيمنة ديناميكية هوائية نشطة تتسم بانتشار واسع لـ "الرياح النشطة" و"المتوسطة" التي تغطي معظم مساحة الولاية، بينما تتجمع بؤر "الرياح القوية" و"القوية جدًا" بشكل مركز في الأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية، وهو توزيع يرتبط غالبًا بطبيعة التضاريس الوعرة والهضاب التي تعمل على تسريع حركة الرياح (تأثير التضاريس). ومن الناحية البيئية، يمثل هذا العامل الريحي خطرًا مضاعفًا في بيئة تتميز أصلاً بالجفاف وهشاشة التربة؛ إذ تعمل الرياح العالية السرعة كعامل تعرية فعال (Deflation) يزيل الطبقة السطحية للتربة ويزيد من معدلات التبخر، مما يفاقم الإجهاد المائي. كما أن تقاطع هذه المناطق ذات الرياح الشديدة مع مناطق "الغطاء النباتي الضعيف" و"المراعي الحساسة" (كما أظهرت الخرائط السابقة) يجعل هذه الأجزاء الجنوبية عرضة بشدة لزحف الرمال والتصحر الريحي. وبالنسبة لمنطقة الدراسة (بلدية مشرية) المحددة بخط أسود، فإنها تقع في منطقة تتأثر بهذه الديناميكية، مما يستدعي إدراج عامل الرياح كمعيار حاسم في التخطيط الترابي، وذلك عبر إنشاء مصدات رياح طبيعية وتجنب الاستعمالات الأرضية التي تزيد من تعرية التربة، لضمان استقرار المجال وحمايته من العواصف الرملية.

هشاشة التربة

تتميز التربة السهبية في منطقة مشرية بدرجة عالية من الهشاشة البيئية، نتيجة محدودية الأمطار وضعف النشاط البيولوجي.

ومن أهم خصائصها:

- انخفاض نسبة المادة العضوية،
- بنية مفككة سهلة التفكك،
- ضعف القدرة على الاحتفاظ بالمياه،
- حساسية مرتفعة للانجراف .

وقد بينت الدراسات أن:

تراجع نسبة المادة العضوية أقل من 1% يعد مؤشراً واضحاً على تقدم التصحر[60]

ويمثل فقدان المادة العضوية نقطة تحول أساسية في بداية تدهور النظام البيئي، حيث تنخفض خصوبة التربة ويتراجع النشاط الميكروبي المسؤول عن تجددها الطبيعي[61].

وفي هذا السياق يبرز الارتباط المباشر مع مشروع **Greenbox** الذي يهدف إلى إعادة إدماج المادة العضوية داخل التربة السهبية عبر تثمين النفايات الحيوانية.

[60] UNCCD. (2019). *Land degradation and food security*. United Nations Convention to Combat Desertification.

[61] Pimentel, D., & Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443–463.

تدهور الغطاء النباتي الطبيعي

يشكل الغطاء النباتي خط الدفاع الأول ضد التصحر، إذ يساهم في تثبيت التربة وتنظيم الدورة البيئية للمياه.

غير أن المراعي الطبيعية في مشرية عرفت خلال العقود الأخيرة تراجعاً واضحاً يتمثل في:

- اختفاء تدريجي لنبات الحلفاء،
- توسع المساحات العارية،
- انخفاض الكتلة الحيوية النباتية،
- ضعف قدرة المراعي على التجدد الطبيعي .

وقد أكدت الدراسات أن:

"المراعي السهبية الجزائرية فقدت نسبة كبيرة من قدرتها الإنتاجية خلال العقود الأخيرة"[62]

ويُعد تحليل مؤشر الغطاء النباتي NDVI أداة أساسية لرصد هذا التدهور زمنياً ومكانياً.

2-3 العوامل البشرية المساهمة في التصحر

إلى جانب العوامل الطبيعية، تساهم الأنشطة البشرية بشكل مباشر في تسريع وتيرة التصحر نتيجة الاستغلال غير المتوازن للموارد الطبيعية.

الرعي الجائر

يُعتبر الرعي الجائر العامل البشري الأكثر تأثيراً في تدهور المراعي بولاية النعامة.

وقد أدى:

- تضاعف أعداد الماشية،
- الرعي المستمر دون تنظيم،
- غياب فترات الراحة البيولوجية للمراعي،

إلى اختلال التوازن بين القدرة الإنتاجية للمراعي وحجم الاستغلال الحيواني. الضغط الرعوي المفرط أدى إلى تراجع الغطاء النباتي وتحول أجزاء واسعة من السهوب إلى أراضٍ متدهورة[63]

وينتج عن ذلك انكشاف التربة وتسارع عمليات الانجراف والتصحر.

---

[62] **Ben Marouf, B. (2020). *Étude comparative du comportement des parcours steppiques vis-à-vis de la mise en défense dans la wilaya de Naâma* (Mémoire de master). Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma, Algérie.**

[63] **Benaradj, A., & Boucherit, H. (2014). Gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma (Algérie). *Revue Algérienne de Développement Économique*, 1(1), 19–29.**

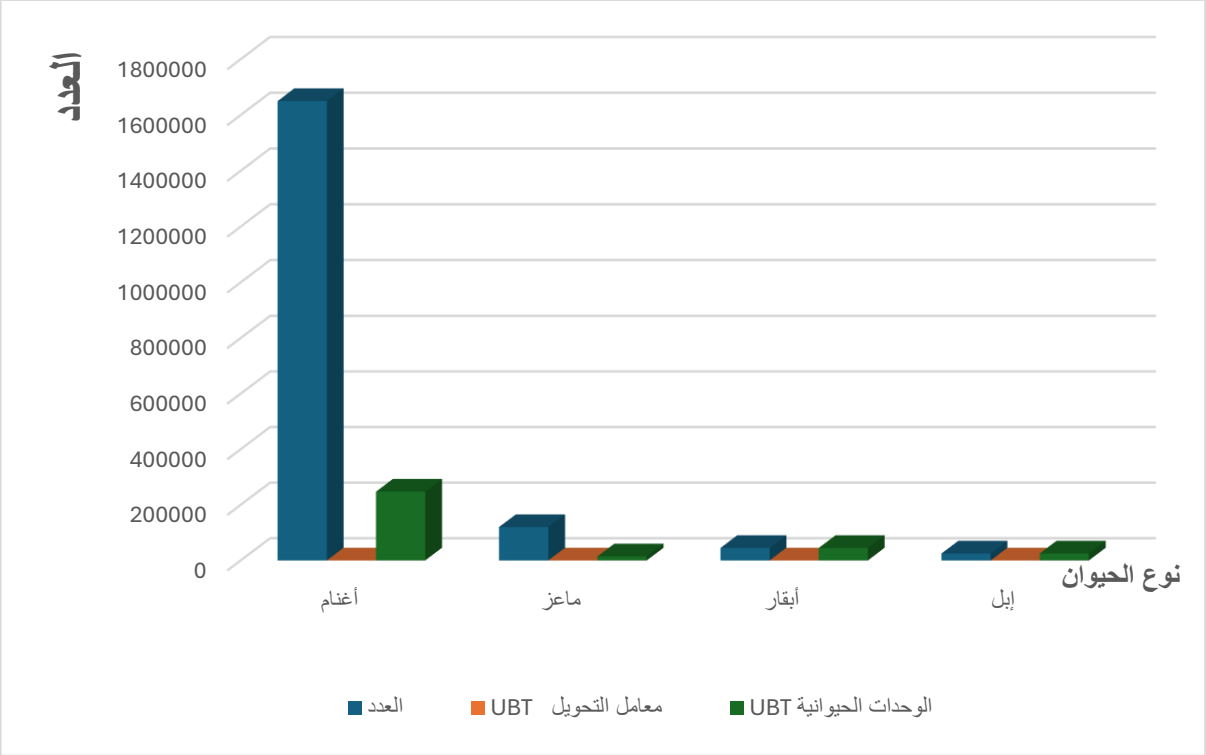
كثافة الثروة الحيوانية

الجدول 05: كثافة الثروة الحيوانية

نوع الحيوان	العدد	معامل التحويل (UBT)	الوحدات الحيوانية (UBT)
أغنام	1650000	0,15	247500
ماعز	120000	0,12	14400
أبقار	45000	1	45000
إبل	25000	1	25000

المصدر: Bensouiah.R.2003

الشكل 06: كثافة الثروة الحيوانية



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادا على بيانات Bensouiah.R.2003

4-الديناميكية السوسيو-اقتصادية وضغط النفايات العضوية

4-1 النشاط الرعوي كمصدر رئيسي للنفايات

يُعد الرعي العمود الفقري للاقتصاد المحلي، وهو المصدر الأساسي للنفايات العضوية المستهدفة بالتثمين

تحليل الجدول 01 (المؤشرات العامة) :يظهر الجدول هيمنة المساحة الرعوية (2,183,005 هـ) مقارنة بالمساحة الزراعية (20,396 هـ)، بنسبة تفوق 90%. هذا يؤكد أن الضغط البيئي النشاط الرعوي، وأن الحل يجب أن يركز على تثمين مخلفات هذا النشاط [64]

تحليل جدول كثافة الثروة الحيوانية :(UBT) يبلغ عدد الوحدات الحيوانية الكبيرة ما يقارب 331,900 وحدة (بناءً على معاملات التحويل).

- **الحساب التقديري للنفايات :**إذا افترضنا أن الوحدة الحيوانية تنتج متوسط 10 كغ من الروث يومياً، فإن المنطقة تنتج حوالي 3,319طن من الروث يومياً.
- **الدلالة البيئية** :هذه الكمية الهائلة تمثل تلوثاً محتملاً (انبعاثات غاز الميثان، تلوث المياه الجوفية) إذا تركت دون تسيير. في المقابل، تمثل مادة خام مجانية لمشروع Greenbox لإنتاج السماد العضوي[65]

4-2 حساسية المراعي للتصحر

تحليل جدول توزيع مساحات المراعي حسب الحساسية (جدول 04):

- **المناطق المتدهورة تماماً وشديدة الحساسية** :تمثل معاً حوالي **11.8%** من المساحة الإجمالية (307,313 هـ).
- **المناطق الحاسة :**تمثل النسبة الأكبر. **47.8%**
- **التحليل الجيوماتيكي :**عند إسقاط هذه الطبقة على خريطة توزيع الغطاء النباتي ، نجد تطابقاً كبيراً بين مناطق الرعي المكثف ومناطق الحساسية العالية. هذا يؤكد أن الرعي الجائر هو المحرك البشري الرئيسي للتصحر في مشرية، وأن تحسين خصوبة هذه المناطق عبر السماد العضوي قد يعيد لها جزءاً من إنتاجيتها[66].

---

[64] HCDS. (2021). *Diagnostic pastoral des steppes de Naâma*. Haut Commissariat au Développement de la Steppe.

[65] Benaradj, A., & Boucherit, H. (2014). Gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma (Algérie). *Revue Algérienne de Développement Économique*, 1(1), 19–29

[66] Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.

3-4 التشخيص الجيوماتيكي لظاهرة التصحر

1-3-4 العوامل الطبيعية المسببة للتدهور

تتفاعل العوامل المناخية والتضاريسية لتسريع التدهور. الجفاف المتكرر يقلل من القدرة التجديدية للنبات، بينما التعرية الريحية تنقل الطبقة السطحية الخصبة [67]

تحليل خريطة سرعة الرياح (خريطة 05) :تظهر الخريطة اتجاهات الرياح السائدة وسرعتها. المناطق المعرضة للرياح القوية دون حواجز نباتية هي بؤر نشطة لتشكل الكثبان الرملية. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد يسمح برصد تحرك هذه الكثبان زمنياً، وتحديد المناطق التي تحتاج إلى حواجز نباتية مستعجلة[68]

2-3-4 العوامل البشرية وتسارع التصحر

إلى جانب العوامل الطبيعية، يتفاقم الوضع بسبب الممارسات البشرية غير المستدامة. الرعي الجائر يمنع النباتات من إكمال دورة حياتها وإنتاج البذور، مما يؤدي إلى اختفاء الأنواع الرعوية القيمة مثل الحلفاء[69]

1-3-4 دور الجيوماتيك في التشخيص :سمح استخدام نظم المعلومات الجغرافية بدمج الطبقات المختلفة (تربة، مناخ، غطاء نباتي، نشاط بشري) لإنتاج خريطة مركبة لحساسية التصحر. هذه الخريطة تُظهر أن المناطق القريبة من التجمعات السكانية وآبار المياه هي الأكثر تدهوراً بسبب تركز النشاط الرعوي فيها، وهي نفس المناطق التي تتراكم فيها النفايات العضوية، مما يبرر منطقية مشروع التثمين في هذه المواقع بالذات[70]

---

[67] Aidoud, A., & Touffet, J. (1996). La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, 51(1–2), 41–58.

[68] Barrage Vert. (2014). *الانجراف الريحي وآثاره على المناطق السهبية*. الجزائر: المؤسسة الوطنية للسد الأخضر.

[69] Ben Marouf, B. (2020). *Étude comparative du comportement des parcours steppiques vis-à-vis de la mise en défense dans la wilaya de Naâma* (Mémoire de master). Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma, Algérie.

[70] Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.

خاتمة الفصل :

في ضوء التحليل الشامل والمتعدد الأبعاد الذي تم تقديمه في هذا الفصل، يمكن استخلاص مجموعة من الاستنتاجات العلمية الجوهرية التي ترسم صورة واضحة عن الوضعية البيئية والسوسيو-اقتصادية لبلدية مشرية، وتُبرز التعقيدات والتحديات التي تواجه هذا الإقليم السهبي الهش. أولاً، يتضح أن المنطقة تعيش تحت تأثير مناخ شبه جاف قاري يتسم بندرة التساقطات المطرية (214 ملم سنوياً) وتباين حراري حاد، وهي خصائص تُضعف القدرة التجديدية للنظم الإيكولوجية وتحد من الإنتاجية البيولوجية للمراعي والتربة، مما يجعل المجال عرضة بشكل بنيوي لعمليات التدهور والتصحر.(Le Houérou, 2001)

ثانياً، يكشف التحليل الجيوماتيكي باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية عن وضعية بيئية مقلقة، حيث تُظهر خرائط مؤشر الغطاء النباتي (NDVI) هيمنة الغطاء النباتي الضعيف على معظم المساحة، وتؤكد خرائط حساسية المراعي أن حوالي 59.6% من الأراضي الرعوية تعاني من درجات عالية من الهشاشة والتدهور (مناطق حساسة، شديدة الحساسية، ومتدهورة تماماً)، في حين لا تمثل المناطق ذات المقاومة البيئية الجيدة سوى 17.9% فقط، وهو مؤشر يعكس اختلالاً خطيراً في التوازن البيئي يستدعي تدخلاً عاجلاً.(Pettorelli et al., 2005)

ثالثاً، يبرز التحليل السوسيو-اقتصادي التناقض الصارخ بين الثقل الهائل للنشاط الرعوي (أكثر من 831 ألف رأس غنم، بما يعادل 331,900 وحدة رعوية كبرى) والقدرة التحملية المحدودة للمجال الطبيعي (0.38 رأس/هكتار)، مما يُترجم إلى ضغط رعوي مفرط يُعد العامل البشري الرئيسي في تسارع وتيرة التصحر وتدهور الغطاء النباتي الطبيعي، ولاسيما اختفاء تشكيلات الحلفاء ذات القيمة الإيكولوجية والاقتصادية العالية.(Bensaid & Bouziane, 2011)

رابعاً، يُظهر التحليل الكمي أن هذا النشاط الرعوي المكثف يُولد تدفقاً هائلاً من النفايات العضوية الحيوانية يُقدر بحوالي 3,319 طن يومياً، وهي كمية تمثل في الوقت ذاته تحدياً بيئياً كبيراً (خطر انبعاثات غاز الميثان، تلوث المياه الجوفية، تدهور جودة التربة) وفرصة اقتصادية واعدة في إطار نموذج الاقتصاد الدائري، حيث يمكن تثمين هذه المخلفات عبر تقنيات التحويل إلى سماد عضوي أو طاقة حيوية، وهو ما يُؤسس منطقياً لمشروع Greenbox الذي سيتم تفصيله في الفصول اللاحقة.(UNEP, 2011)

خامساً، يؤكد التشخيص الجيوماتيكي المتكامل، القائم على دمج الطبقات الموضوعية المختلفة (المناخ، التربة، الغطاء النباتي، سرعة الرياح، النشاط البشري)، أن ظاهرة التصحر في مشرية ليست حتمية طبيعية بل نتاج تفاعل معقد بين العوامل المناخية القاسية (الجفاف المتكرر، التعرية الريحية النشطة) والممارسات البشرية غير المستدامة (الرعي الجائر، الاستغلال المفرط للموارد)، مما يستدعي تبني مقاربة تسييرية متكاملة تجمع بين تحديد الحمولة الرعوية العقلانية، إعادة تأهيل المراعي المتدهورة، تنويع مصادر الدخل للسكان المحليين، وتثمين النفايات العضوية ضمن استراتيجية الاقتصاد الأخضر.(UNCCD, 2022)

إن هذه الخلاصات تُؤسس لفهم علمي رصين لطبيعة الإشكاليات البيئية والتنموية في بلدية مشرية، وتُبرز الحاجة الملحة لانتقال نموذجي من الاقتصاد الخطي القائم على الاستنزاف إلى الاقتصاد الدائري القائم على التدوير والتثمين، وهو ما يُبرر الاختيار المنهجي لهذه الدراسة ويربط بشكل منطقي بين التشخيص الميداني والجيوماتيكي للحالة الراهنة، وبين الحلول المقترحة القائمة على تثمين النفايات العضوية كأداة لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية في المناطق السهبية الهشة، وهو ما سيتم تفصيله وتطويره في الفصول التطبيقية والبرمجية اللاحقة من هذه الرسالة.(Ellen MacArthur Foundation, 2024)

الفصل الثالث

تصميم وتحليل مشروع Greenbox كنظام جيوماتيكي ذكي لتثمين النفايات العضوية ومكافحة التصحر ببلدية مشرية

مقدمة الفصل

يمثل هذا الفصل الجانب التطبيقي للدراسة، حيث يتم الانتقال من الإطار النظري المرتبط بالاقتصاد الأخضر، والتصحر، وتثمين النفايات العضوية، إلى تجسيد ميداني لمشروع Greenbox باعتباره نموذجًا جيوماتيكيًا ذكيًا لمعالجة مشكلتين بيئيتين مترابطتين ببلدية مشرية، تتمثلان في ظاهرة التصحر وتراكم النفايات العضوية الحيوانية والزراعية. وتنبع أهمية هذا المشروع من خصوصية المجال السهبي الذي يعرف هشاشة بيئية متزايدة نتيجة التفاعل بين العوامل الطبيعية، كالجفاف والتغيرات المناخية، والعوامل البشرية، خاصة الرعي الجائر والاستغلال المفرط للموارد الطبيعية، مما أدى إلى تدهور الغطاء النباتي وتراجع خصوبة التربة وتسارع عمليات التصحر.

وفي هذا السياق، يطرح مشروع Greenbox مقاربة تنموية مستدامة تعتمد على تثمين النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد عضوي يُستخدم في تحسين التربة واستعادة الغطاء النباتي، بدل اعتبار هذه النفايات مصدرًا للتلوث البيئي. كما يستند المشروع إلى مبادئ الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري، من خلال إعادة إدماج الموارد العضوية ضمن دورة الإنتاج وتحقيق الاستغلال العقلاني للموارد المحلية.

ولا يقتصر مشروع Greenbox على الجانب البيئي فقط، بل يعتمد كذلك على بناء نظام معلومات جغرافي متكامل يسمح بتسيير البيانات المكانية المتعلقة بمصادر النفايات العضوية، ومناطق التصحر، ومواقع التدخل البيئي، وهو ما يفرض تصميم قاعدة بيانات جغرافية منظمة تعتمد على النمذجة المفاهيمية والمنطقية للمعطيات(MCD/MLD) ، بهدف ضمان فعالية التسيير، ودقة التحليل المكاني، وسهولة اتخاذ القرار البيئي.

كما يوظف المشروع تقنيات الجيوماتيك، خاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد (Remote Sensing)، من أجل تحليل توزيع النفايات العضوية، ودراسة حساسية التصحر، وتحديد أفضل المواقع المناسبة لعمليات التشجير واستعمال السماد العضوي، اعتمادًا على التحليل متعدد المعايير (Multi-Criteria Evaluation).ويساهم هذا التكامل بين التكنولوجيا والبعد البيئي في تحسين فعالية المشروع وتقليل التكاليف ورفع كفاءة التدخلات الميدانية.

وعليه، يهدف هذا الفصل إلى تقديم مشروع Greenbox من حيث إطاره المفاهيمي والتقني، ثم دراسة البنية المعلوماتية والجيوماتيكية للمشروع، من خلال تصميم قاعدة بيانات مكانية ونمذجة العلاقات بين مختلف مكوناته، قبل الانتقال إلى تحليل دور نظم المعلومات الجغرافية في دعم القرار البيئي وتقييم الآثار البيئية والاقتصادية للمشروع. كما يسعى هذا الفصل إلى إبراز قابلية المشروع للتحول مستقبلاً إلى نظام ذكي لدعم القرار البيئي (Environmental Decision Support System) قابل للتعميم على مختلف المناطق السهبية الجزائرية التي تواجه تحديات مماثلة.

1-الإطار المفاهيمي والتقني لمشروعGreenbox

1-1 المفهوم العام للمشروع

يُعتبر مشروع Greenbox نموذجًا بيئيًا وتنمويًا مبتكرًا يهدف إلى معالجة إشكاليتين مترابطتين تعاني منهما المناطق السهبية الجزائرية، والمتمثلتين في ظاهرة التصحر وتراكم النفايات العضوية الحيوانية والزراعية.[71] ويقوم المشروع على مبدأ تثمين النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد عضوي طبيعي يُستخدم في تحسين خصوبة التربة واستعادة الغطاء النباتي، ضمن مقاربة تجمع بين البعد البيئي والاقتصادي والتكنولوجي.

ويعتمد المشروع على استغلال الموارد المحلية المتوفرة، خاصة فضلات المواشي والمخلفات الزراعية، باعتبارها مورداً قابلاً لإعادة الإدماج ضمن دورة الإنتاج بدل التخلص منها بطرق عشوائية تؤدي إلى تلوث التربة والمياه والهواء. كما يسعى المشروع إلى خلق نظام متكامل يسمح بتحويل النفايات إلى مورد اقتصادي ذي قيمة مضافة يساهم في تحقيق التنمية المحلية المستدامة.

ويتميز مشروع Greenbox بكونه لا يقتصر على الجانب التقني المرتبط بعمليات التسميد العضوي فقط، بل يعتمد كذلك على توظيف تقنيات الجيوماتيك، خاصة نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، من أجل تحسين تسيير الموارد وتحديد مواقع التدخل البيئي ومراقبة المناطق المتأثرة بالتصحر، مما يجعله مشروعًا قائمًا على التحليل المكاني ودعم القرار البيئي.

كما يقوم المشروع على إنشاء وحدات صغيرة مرنة قابلة للتطبيق بالمناطق الريفية والسهبية، وهو ما يسمح بسهولة تعميمه مستقبلاً على مختلف المناطق التي تعاني من نفس الظروف البيئية. ويهدف المشروع كذلك إلى تعزيز العلاقة بين حماية البيئة والتنمية الاقتصادية من خلال خلق فرص عمل خضراء وتشجيع السكان المحليين على تبني ممارسات مستدامة في استغلال الموارد الطبيعية.

وفي هذا الإطار، يمكن اعتبار مشروع Greenbox نموذجًا تطبيقيًا للاقتصاد الأخضر بالمناطق السهبية، حيث يجمع بين تثمين النفايات العضوية، واستصلاح الأراضي المتدهورة، وتحسين الإنتاج الزراعي، ومكافحة التصحر ضمن نظام بيئي ذكي قائم على التكنولوجيا والتحليل الجغرافي.

[71] **UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.**

2-1الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري

يرتكز مشروع Greenbox على مبادئ الاقتصاد الأخضر والاقتصاد الدائري باعتبارهما من أهم التوجهات الحديثة لتحقيق التنمية المستدامة وحماية البيئة. ويُعرف الاقتصاد الأخضر بأنه نموذج اقتصادي يهدف إلى تحسين رفاه الإنسان وتحقيق العدالة الاجتماعية مع التقليل من المخاطر البيئية واستنزاف الموارد الطبيعية، من خلال تشجيع الاستثمارات الصديقة للبيئة وتقليل التلوث وتعزيز كفاءة استخدام الموارد[72]

أما الاقتصاد الدائري فيقوم على إعادة إدماج الموارد والنفايات ضمن دورة الإنتاج بدل اعتماد النموذج التقليدي القائم على "الاستخراج – الاستهلاك – التخلص"، حيث يتم تحويل النفايات إلى مواد أولية أو منتجات جديدة قابلة للاستعمال، مما يسمح بتقليل الضغط على الموارد الطبيعية والحد من التلوث البيئي.

وفي هذا السياق، يجسد مشروع Greenbox مبادئ الاقتصاد الدائري من خلال تحويل النفايات العضوية الناتجة عن النشاط الرعوي والزراعي إلى سماد عضوي يُعاد استخدامه في تحسين التربة ودعم عمليات التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة. وبذلك، تتحول النفايات من عبء بيئي إلى مورد اقتصادي وبيئي يساهم في خلق قيمة مضافة محلية.

كما ينسجم المشروع مع أهداف الاقتصاد الأخضر من خلال:

- تقليل التلوث الناتج عن تراكم النفايات العضوية .
- حماية التربة والغطاء النباتي .
- دعم الزراعة المستدامة .
- خلق فرص عمل خضراء .
- تشجيع الاستغلال العقلاني للموارد الطبيعية .

ويكتسي هذا التوجه أهمية خاصة بالمناطق السهبية الجزائرية التي تعاني من هشاشة بيئية متزايدة، حيث يمكن للاقتصاد الأخضر أن يساهم في إعادة التوازن البيئي وتحقيق تنمية محلية مستدامة قائمة على تثمين الموارد المحلية[73].

[72] UNEP. (2011). *Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication*. United Nations Environment Programme.

[73] Pearce, D. W., Markandya, A., & Barbier, E. B. (1989). *Blueprint for a green economy*. London: Earthscan Publications.

3-1 تثمين النفايات العضوية

تشمل النفايات العضوية في مشروع Greenbox فضلات الحيوانات، خاصة روث الأغنام والأبقار، إضافة إلى المخلفات الزراعية مثل التبن وبقايا النباتات، والنفايات المنزلية العضوية كفضلات الخضر والفواكه. وتتميز هذه النفايات باحتوائها على نسبة مرتفعة من المادة العضوية والعناصر المعدنية الضرورية لتحسين خصوبة التربة.

ويعتمد المشروع على تقنية التسميد العضوي(Composting) ، وهي عملية بيولوجية يتم خلالها تحليل المادة العضوية بواسطة الكائنات الدقيقة تحت ظروف محددة من الرطوبة والتهوية والحرارة، من أجل إنتاج سماد عضوي مستقر وغني بالعناصر الغذائية[74].

ويسمح تثمين النفايات العضوية بتحقيق عدة فوائد بيئية واقتصادية، أهمها:

- تقليل كمية النفايات المطروحة في الطبيعة .
- الحد من انبعاث الغازات الضارة .
- تحسين خصوبة التربة .
- تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية .
- خلق نشاط اقتصادي محلي مرتبط بإنتاج وتسويق السماد العضوي .

كما يساهم هذا التوجه في تعزيز الاستدامة البيئية بالمناطق السهبية من خلال إعادة إدماج المادة العضوية داخل التربة، مما يساعد على تحسين بنيتها وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه ومقاومة التعرية.

4-1 مكافحة التصحر بالمناطق السهبية

تتميز المناطق السهبية بهشاشة بيئية كبيرة بسبب طبيعتها شبه الجافة وضعف التساقط وتعرضها المستمر للانجراف الريحي وزحف الرمال، وهو ما يجعلها أكثر حساسية للتدهور البيئي والتصحر. كما أدى الضغط المتزايد على المراعي الطبيعية إلى اختلال التوازن البيئي وتراجع الكثافة النباتية بشكل ملحوظ[75].

وفي هذا الإطار، يسعى مشروع Greenbox إلى المساهمة في مكافحة التصحر من خلال إعادة إدماج المادة العضوية داخل التربة باستعمال السماد العضوي المنتج من النفايات الحيوانية والزراعية. ويساعد ذلك على:

- تحسين بنية التربة .
- زيادة قدرتها على الاحتفاظ بالمياه .

---

[74] **Pichtel, J. (2014). Waste management practices: Municipal, hazardous, and industrial (2nd ed.). CRC Press.**

[75] **FAO. (2015). *Status of the world's soil resources (SWSR) – Main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.**

- تقليل الانجراف والتعرية .
- دعم نمو الغطاء النباتي .
- تثبيت التربة والحد من زحف الرمال .

كما يعتمد المشروع على عمليات التشجير واستعادة الغطاء النباتي باستعمال نباتات مقاومة للجفاف، وهو ما يساهم في تعزيز استقرار التربة وتحسين التوازن البيئي بالمناطق المتدهورة[76].

ويكتسي هذا التوجه أهمية كبيرة ببلدية مشرية، باعتبارها منطقة سهبية تعاني من تراجع المراعي الطبيعية وتزايد الضغوط البيئية، مما يجعل مشروع Greenbox أداة تنموية وبيئية للمساهمة في استصلاح الأراضي وتحقيق تنمية مستدامة بالمجال السهبي.

5-1 المشروع كنظام بيئي ذكي

لا يقتصر مشروع Greenbox على كونه مشروعًا بيئيًا لتثمين النفايات العضوية فقط، بل يُعتبر كذلك نظامًا بيئيًا ذكيًا يعتمد على دمج التكنولوجيا الحديثة مع المقاربات البيئية المستدامة. ويقوم هذا النظام على استخدام تقنيات الجيوماتيك، خاصة نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والاستشعار عن بعد، من أجل جمع وتحليل وإدارة المعطيات المكانية المتعلقة بالنفايات العضوية والتصحر والغطاء النباتي.

ويعتمد المشروع على إنشاء قاعدة بيانات جغرافية متكاملة تسمح بتخزين المعلومات الخاصة بمصادر النفايات، ومواقع الرعي، ومناطق التدهور البيئي، إضافة إلى تتبع عمليات الجمع والتسميد والتشجير. كما تساهم هذه القاعدة في تسهيل عمليات التحليل المكاني ودعم اتخاذ القرار البيئي.

ويتميز النظام الذكي للمشروع بقدرته على:

- تحديد المناطق الأكثر إنتاجًا للنفايات العضوية .
- تحليل حساسية التصحر .
- اختيار أفضل مواقع التدخل البيئي .
- مراقبة تطور الغطاء النباتي .
- تحسين المسارات اللوجستية لعمليات الجمع والنقل .

كما يسمح هذا النظام مستقبلاً بتطوير منصة WebGIS أو نظام دعم قرار بيئي (Environmental Decision Support System)، قادر على توفير معلومات آنية تساعد الهيئات المحلية في تسيير الموارد الطبيعية ومراقبة الوضع البيئي بالمناطق السهبية.

[76] **FAO. (2015). *Status of the world's soil resources (SWSR) – Main report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.**

وبذلك، يُمثل مشروع Greenbox نموذجًا متكاملاً يجمع بين الاقتصاد الأخضر، والتكنولوجيا الجغرافية، والتنمية المستدامة، ضمن رؤية حديثة تعتمد على الذكاء البيئي والاستغلال العقلاني للموارد الطبيعية.

2-الآلية التقنية لمشروع Greenbox

تعتمد الآلية التقنية لمشروع Greenbox على سلسلة مترابطة من العمليات البيئية والتقنية تهدف إلى تثمين النفايات العضوية وتحويلها إلى سماد عضوي يُستخدم في تحسين التربة ومكافحة التصحر بالمناطق السهبية. ويقوم المشروع على مقاربة متكاملة تجمع بين التسيير البيئي، والتثمين العضوي، والتخطيط الجيوماتيكي، ضمن نظام يهدف إلى تحقيق الاستغلال الأمثل للموارد المحلية وتقليل التدهور البيئي.

وتنطلق هذه الآلية من جمع النفايات العضوية من مصادرها المختلفة، مرورًا بعمليات الفرز والمعالجة والتسميد العضوي، وصولًا إلى إنتاج السماد العضوي واستعماله داخل وحدات GreenBox المخصصة للتشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة.

2-1جمع النفايات العضوية

تُعتبر مرحلة جمع النفايات العضوية الخطوة الأولى والأساسية في نجاح مشروعGreenbox ، حيث تعتمد فعالية المشروع على ضمان توفير كميات كافية ومنتظمة من المادة العضوية القابلة للتثمين. وتشمل مصادر النفايات العضوية المستعملة في المشروع:

- فضلات الحيوانات، خاصة الأغنام والأبقار .
- المخلفات الزراعية، مثل التبن وبقايا النباتات .
- النفايات المنزلية العضوية، مثل بقايا الخضر والفواكه .

ويتم تحديد مواقع إنتاج النفايات اعتمادًا على تقنيات الجيوماتيك ونظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، من خلال إنشاء قاعدة بيانات مكانية تتضمن مواقع المربين، والمزارع، ومناطق النشاط الرعوي، وهو ما يسمح بتحسين عمليات الجمع وتقليل تكاليف النقل.

كما تُستخدم أجهزة تحديد المواقع العالمية (GPS) لتحديد إحداثيات نقاط التجميع وربطها ببيانات وصفية تشمل:

- نوع النفايات .
- الكمية المنتجة .
- عدد المواشي .
- وتيرة الإنتاج .

وتُساهم هذه المرحلة في تنظيم سلسلة التموين وضمان استمرارية المشروع، إضافة إلى الحد من الرمي العشوائي للنفايات العضوية بالمجال السهبي.

2-2الفرز والمعالجة

بعد جمع النفايات العضوية، يتم نقلها إلى وحدات المعالجة والفرز، حيث تخضع لعدة عمليات أولية تهدف إلى تحسين جودة المادة العضوية وضمان فعالية عملية التسميد.

وتتمثل أهم عمليات الفرز والمعالجة في:

- إزالة الشوائب والمواد غير العضوية، مثل البلاستيك والمعادن .
- فصل النفايات حسب نوعها ودرجة رطوبتها .
- تقطيع المخلفات النباتية لتسهيل التحلل البيولوجي .
- ضبط نسبة الكربون والآزوت .(C/N Ratio)

وتُعتبر هذه المرحلة ضرورية لضمان تجانس الخليط العضوي وتحقيق ظروف مناسبة لنشاط الكائنات الدقيقة المسؤولة عن التحلل البيولوجي.

كما يتم خلال هذه المرحلة مراقبة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنفايات، خاصة:

- الرطوبة .
- درجة الحرارة .
- التهوية .
- نسبة المادة العضوية .

ويساهم التحكم في هذه المعايير في تسريع عملية التحلل وتحسين جودة السماد النهائي المنتج[77].

3-2عملية التسميد العضوي(Compostage)

تُعتبر عملية التسميد العضوي (Composting) المرحلة الأساسية في مشروعGreenbox ، حيث يتم خلالها تحويل النفايات العضوية إلى سماد طبيعي مستقر وغني بالعناصر الغذائية، من خلال نشاط الكائنات الدقيقة تحت ظروف بيئية محددة.

ويعتمد التسميد العضوي على التحلل البيولوجي الهوائي للمادة العضوية، حيث تقوم البكتيريا والفطريات بتحويل المخلفات العضوية إلى مادة دبالية غنية بالعناصر المعدنية الضرورية لتحسين خصوبة التربة.

وتتطلب هذه العملية التحكم في مجموعة من العوامل الأساسية، أهمها:

[77] **UNEP. (2015). *Global waste management outlook*. United Nations Environment Programme.**

- **التهوية**

تُعتبر التهوية من أهم شروط نجاح عملية التسميد، حيث تحتاج الكائنات الدقيقة إلى الأكسجين للقيام بعملية التحلل. ويتم ضمان التهوية عبر:

- تقليب الأكوام العضوية بشكل دوري .
- الحفاظ على مسامية الخليط .

- **الرطوبة**

تتراوح نسبة الرطوبة المناسبة بين 50% و60%، حيث يؤدي نقص الرطوبة إلى بطء التحلل، بينما يؤدي ارتفاعها إلى ظهور الروائح الكريهة ونقص الأكسجين.

- **درجة الحرارة**

تمر عملية التسميد بعدة مراحل حرارية:

- المرحلة المتوسطة .(Mesophile)
- المرحلة الحرارية .(Thermophile)
- مرحلة النضج .

وقد تصل درجة الحرارة إلى أكثر من 60°C، مما يسمح بالقضاء على الجراثيم والبذور الضارة.

- **نسبة الكربون إلى الآزوت**

يجب أن تكون نسبة C/N متوازنة لضمان نشاط ميكروبي فعال وتحلل سريع للمادة العضوية.

وتستغرق عملية التسميد عادةً من 2 إلى 4 أشهر حسب طبيعة المواد المستعملة والظروف المناخية[78].

- **إنتاج السماد العضوي**

بعد انتهاء عملية التخمير البيولوجي، يتم الحصول على سماد عضوي ناضج يتميز بلونه الداكن ورائحته الترابية واحتوائه على نسبة مرتفعة من المادة العضوية والعناصر الغذائية.

ويخضع السماد النهائي لعدة عمليات تشمل:

- الغربلة .
- التجفيف الجزئي .
- التخزين .

[78] **Haug, R. T. (1993). *The practical handbook of compost engineering*. Lewis Publishers.**

- التعبئة .

ويتميز السماد العضوي المنتج بعدة خصائص مهمة، منها:

- تحسين خصوبة التربة .
- رفع نسبة المادة العضوية .
- زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالمياه .
- تقليل التعرية والانجراف .
- تحسين النشاط البيولوجي داخل التربة[79] .

كما يساهم في تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، وبالتالي الحد من التلوث البيئي وتحقيق زراعة أكثر استدامة. وفي مشروعGreenbox ، يتم توجيه جزء من السماد المنتج لاستعماله في مشاريع التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة بالمناطق السهبية.

3-استعمال GreenBox في التشجير

يمثل GreenBox المرحلة التطبيقية النهائية للمشروع، حيث يتم استخدام السماد العضوي المنتج داخل وحدات مخصصة للتشجير واستعادة الغطاء النباتي بالمناطق المتأثرة بالتصحر.

ويتكون GreenBox من:

- تربة محسنة بالسماد العضوي .
- شتلات نباتية مقاومة للجفاف .
- نظام بسيط للاحتفاظ بالرطوبة .
- وسط بيئي ملائم لنمو النباتات .

وتهدف هذه الوحدات إلى:

- دعم التشجير بالمناطق السهبية .
- تثبيت التربة والحد من الانجراف .
- تحسين الغطاء النباتي .
- استعادة التوازن البيئي .
- مكافحة زحف الرمال .

[79] **Pichtel, J. (2014). *Waste management practices: Municipal, hazardous, and industrial* (2nd ed.). CRC Press.**

كما يتم اختيار مواقع التدخل اعتمادًا على التحليل المكاني باستعمال نظم المعلومات الجغرافية، من خلال دراسة:

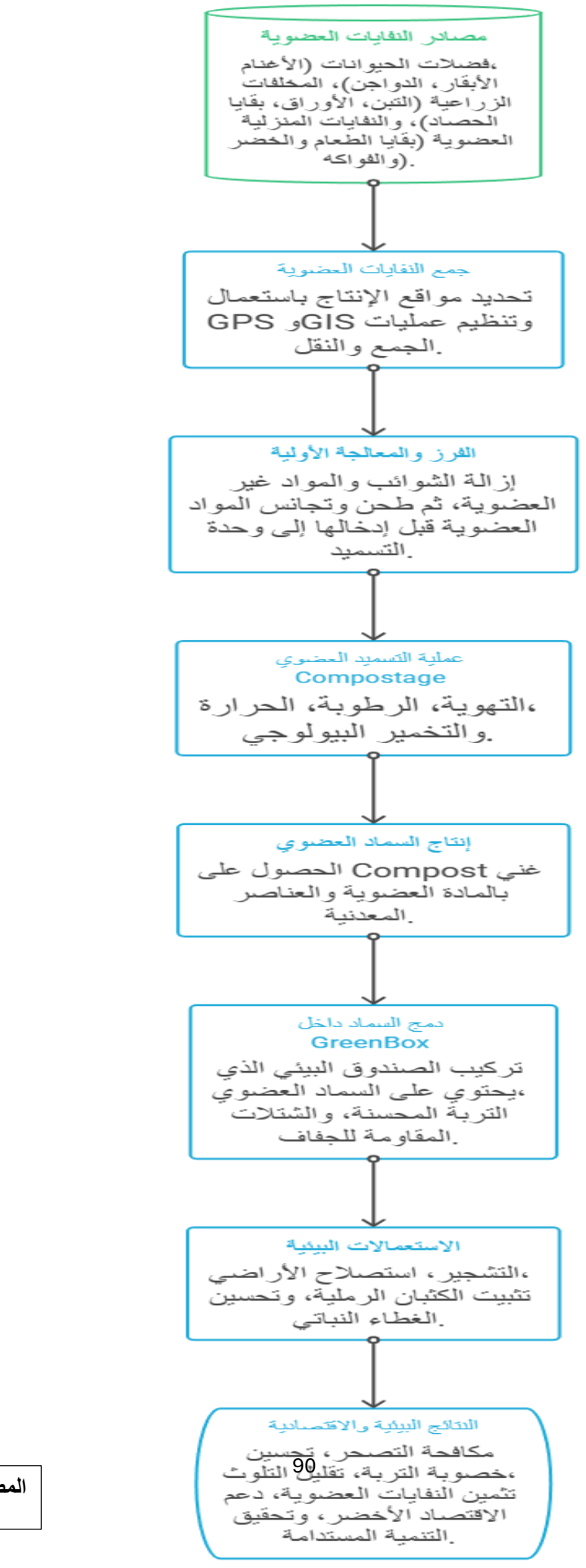
- حساسية التصحر .
- نوعية التربة .
- الانحدار .
- القرب من مصادر المياه .
- كثافة الغطاء النباتي .

ويُساهم هذا التوجه في رفع فعالية عمليات التشجير وضمان نجاحها بالمناطق الهشة بيئيًا.

4-مخطط سير العمل (Flowchart) لمشروعGreenbox

يوضح المخطط الانسيابي (Flowchart) مختلف المراحل التشغيلية لمشروعGreenbox ، بداية من جمع النفايات العضوية الحيوانية من مناطق الرعي، مروراً بعمليات الفرز والمعالجة البيولوجية، وصولاً إلى إنتاج السماد العضوي واستعماله في عمليات التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة. كما يبرز المخطط التكامل بين الجانب البيئي والجانب الجيوماتيكي من خلال توظيف نظم المعلومات الجغرافية في تحديد مناطق التدخل ومتابعة مؤشرات التصحر، مما يساهم في تحسين فعالية المشروع ودعم التنمية المستدامة بالمناطق المتضررة.

الشكل 07 المخطط الانسيابي (Flowchart) لمشروع GreenBox

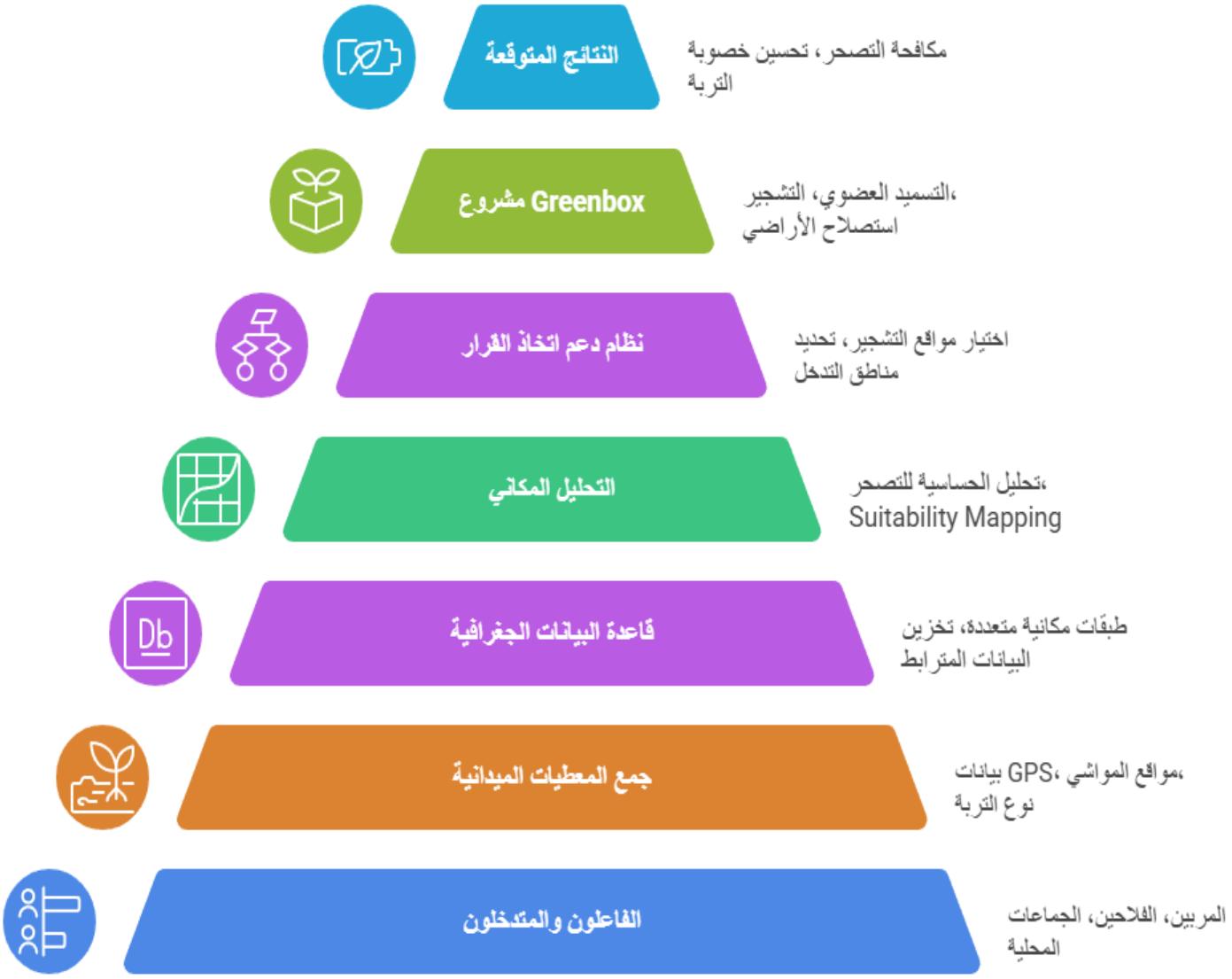


المصدر: من إعداد الطالبة، 2026

5-البنية الوظيفية (Architecture Fonctionnelle) لمشروعGreenbox :

تعتمد البنية الوظيفية لمشروع Greenbox على سلسلة مترابطة من العمليات التقنية والبيئية، تهدف إلى تحويل النفايات العضوية الحيوانية إلى مورد بيئي قابل للاستغلال في مكافحة التصحر وتحسين التربة بالمناطق السهبية. ويعتمد المشروع على التكامل بين عمليات الجمع، المعالجة البيولوجية، التحليل الجغرافي، وإعادة استعمال السماد العضوي في التشجير البيئي، ضمن نظام وظيفي متكامل قائم على مبادئ الاقتصاد الأخضر ونظم المعلومات الجغرافية.

الشكل 08 : البنية الوظيفية لمشروعGreenbox



المصدر: من إعداد الطالبة، 2026

توضح البنية الوظيفية لمشروع Greenbox مختلف المراحل التقنية التي تمر بها النفايات العضوية منذ إنتاجها داخل المجال الرعوي إلى غاية تحويلها إلى سماد عضوي يُستعمل في عمليات التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة. كما تبرز التكامل بين المعالجة البيولوجية والتحليل الجغرافي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، مما يسمح بتحديد مناطق التدخل ذات الأولوية وتحسين فعالية المشروع في مكافحة التصحربمنطقة الدراسة وتعميمها لاحقا بالمناطق التي تعاني من نفس المشكلة على كامل التراب الوطني.

6-النمذجة المعلوماتية والجيوماتيكية للمشروع

6-1تصميم قاعدة البيانات الجغرافية

6-1-1أهداف قاعدة البيانات الجغرافية

تُعد قاعدة البيانات الجغرافية (Geodatabase) من أهم مكونات نظم المعلومات الجغرافية، حيث تسمح بتخزين وتنظيم وإدارة المعطيات المكانية والوصفية داخل بيئة رقمية موحدة، بما يساهم في تسهيل عمليات التحليل المكاني ودعم اتخاذ القرار البيئي. وفي إطار مشروعGreenbox ، تهدف قاعدة البيانات الجغرافية إلى تجميع مختلف المعطيات المتعلقة بمصادر النفايات العضوية، مناطق التصحر، الغطاء النباتي، وشبكات النقل، من أجل إنشاء نظام معلوماتي متكامل يساعد على تحسين تسيير المشروع ورفع كفاءته الميدانية[80].

كما تساهم قاعدة البيانات في ربط المعطيات البيئية بالموقع الجغرافي، وهو ما يسمح بإجراء تحليلات مكانية دقيقة، مثل تحديد مناطق التدخل ذات الأولوية، وتحليل ملائمة الأراضي للتشجير، ومتابعة تطور مؤشرات التصحر. ويُعتبر هذا النوع من القواعد أساساً في مشاريع الجيوماتيك الحديثة، خاصة تلك المرتبطة بالتنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر[81].

وتسمح قاعدة البيانات كذلك بحفظ المعطيات بشكل منظم وقابل للتحديث المستمر، مما يسهل عملية المراقبة البيئية وإنتاج الخرائط الموضوعاتية المرتبطة بمشروع .Greenbox كما تدعم إمكانية تطوير المشروع مستقبلاً نحو منصة WebGIS أو نظام ذكي لدعم القرار البيئي[82].

6-1-2أنواع البيانات المستعملة

يعتمد مشروع Greenbox على نوعين رئيسيين من البيانات، هما البيانات المكانية (Spatial Data) والبيانات الوصفية(Attribute Data) ، حيث يعمل التكامل بينهما على توفير قاعدة معلومات دقيقة تساعد في فهم الظواهر البيئية وتحليلها مكانياً.

---

[80] ESRI. (2023). *What is a geodatabase?* Environmental Systems Research Institute

[81] Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.

[82] Chang, K. (2018). *Introduction to geographic information systems* (9th ed.). McGraw-Hill Education.

- **البيانات المكانية**

تمثل البيانات المكانية مختلف العناصر الجغرافية التي يمكن تمثيلها داخل نظم المعلومات الجغرافية على شكل طبقات(Layers) ، وتشمل في هذا المشروع مناطق التصحر، مواقع النفايات العضوية، المراعي، شبكة الطرق، الغطاء النباتي، والتربة. وتُستخدم هذه البيانات في إنجاز التحليلات المكانية وإنتاج الخرائط الموضوعاتالخاصة بالمشروع[83].

وتُعتبر خرائط الغطاء النباتي ومؤشر NDVI من أهم البيانات المكانية المستعملة في تقييم حساسية التصحر، حيث تسمح بتحديد درجة كثافة الغطاء النباتي ومناطق التدهور البيئي. كما تُستعمل بيانات الارتفاعات الرقمية والانحدار في تحليل المناطق الأكثر عرضة للتعرية والانجراف[84].

- **البيانات الوصفية**

تشمل البيانات الوصفية مختلف المعلومات غير المكانية المرتبطة بالعناصر الجغرافية، مثل كمية النفايات العضوية، نوع المواشي، نوع التربة، قيم مؤشرNDVI ، ودرجة حساسية التصحر. وتلعب هذه البيانات دوراً أساسياً في تفسير الظواهر البيئية وتحسين دقة التحليل داخل نظم المعلومات الجغرافية.

كما تسمح البيانات الوصفية بإنشاء علاقات بين مختلف عناصر قاعدة البيانات، وهو ما يسهل عمليات الاستعلام، التصنيف، والتحليل الإحصائي. وتُعتبر هذه المعطيات ضرورية في بناء نظام معلومات جغرافي قادر على دعم اتخاذ القرار في مجال تثمين النفايات العضوية ومكافحة التصحر[85].

---

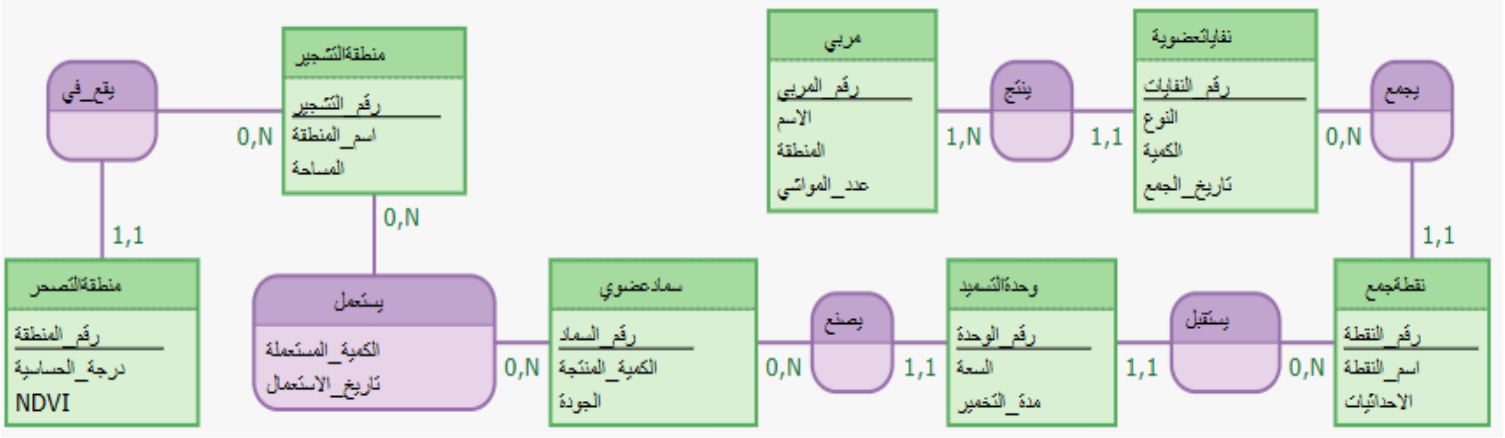
[83] **Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science*. Wiley.**

[84] **ESRI. (2023). *What is a geodatabase?* Environmental Systems Research Institute.**

[85] **FAO. (2013). *Composting for sustainable agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.**

7-النموذج المفاهيمي للبيانات(MCD)

الشكل 09 النموذج المفاهيمي للبيانات(MCD)



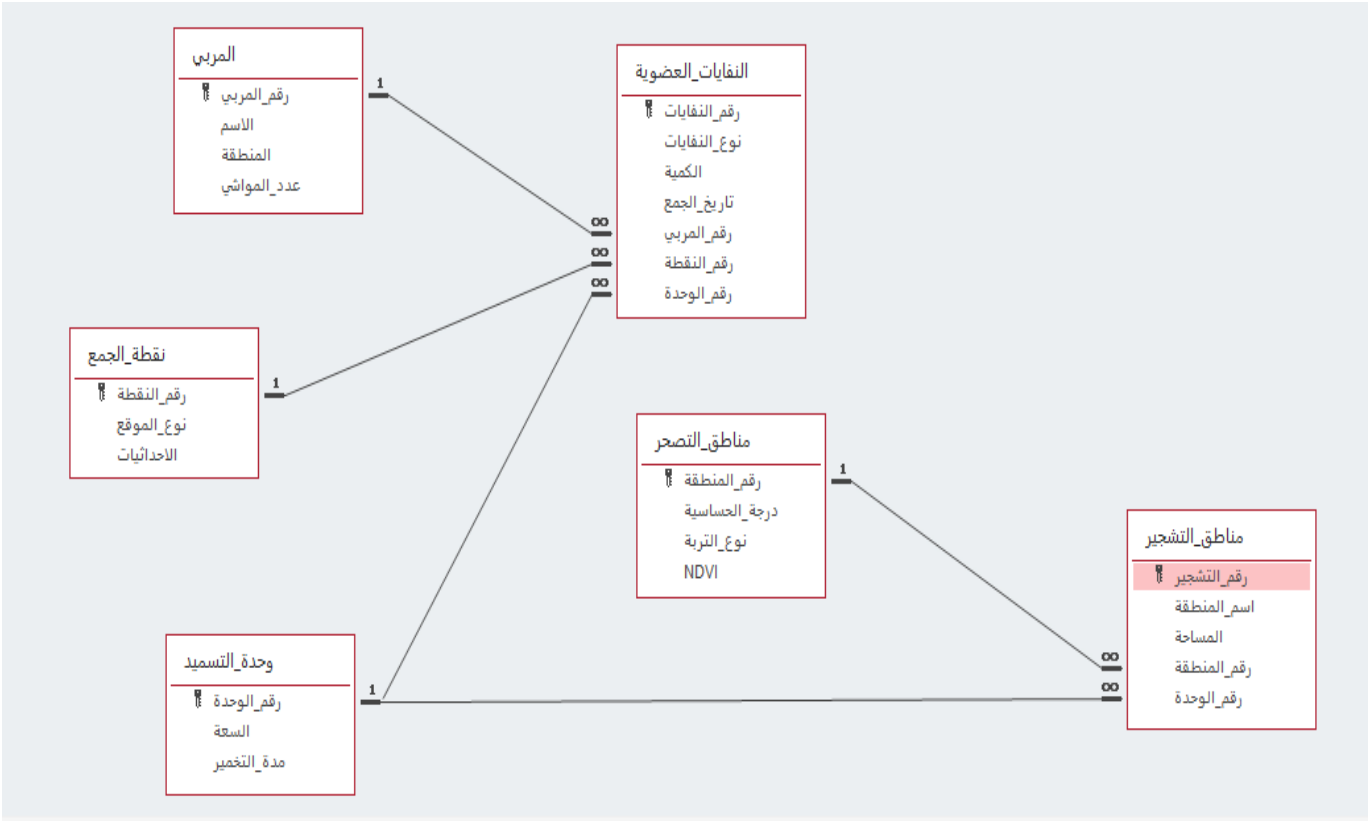
المصدر: من إعداد الطالبة، 2026

يمثل النموذج المفاهيمي للبيانات (MCD) المرحلة الأولى في تصميم قاعدة البيانات، حيث يسمح بتحديد مختلف الكيانات والعلاقات المرتبطة بمشروع Greenbox بطريقة مجردة ومستقلة عن نظام التسيير المستعمل. ويهدف هذا النموذج إلى تنظيم المعطيات البيئية والمكانية داخل بنية منطقية تسهل عملية التخزين، المعالجة، والتحليل. ويضم النموذج مجموعة من الكيانات الأساسية، مثل المربي، النفايات العضوية، نقاط الجمع، وحدة التسميد، السماد العضوي، ومناطق التشجير، حيث ترتبط هذه الكيانات فيما بينها بعلاقات منطقية تعكس سيرورة عمل المشروع. فعلى سبيل المثال، ينتج المربي النفايات العضوية، ويتم جمع هذه النفايات داخل نقاط مخصصة، ثم تُرسل نحو وحدات التسميد لإنتاج السماد العضوي الذي يُستخدم لاحقاً في عمليات التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة. وتسمح التعددية (Cardinalité) بتحديد طبيعة العلاقة بين الكيانات، سواء كانت علاقة واحد إلى متعدد (1,N) أو متعدد إلى متعدد(N,N) ، وهو ما يضمن سلامة تنظيم البيانات داخل قاعدة المعلومات الجغرافية[86].

8-النموذج المنطقي للبيانات(MLD)

الشكل 10:النموذج المنطقي للبيانات(MLD)

[86] MERISE. (2013). Méthode MERISE: Analyse et conception des systèmes d'information. Eyrolles.



تحليل النموذج :

يمثل النموذج المنطقي للبيانات (MLD) المرحلة التي يتم فيها تحويل النموذج المفاهيمي إلى جداول قابلة للتنفيذ داخل نظام إدارة قواعد البيانات. ويهدف هذا النموذج إلى تنظيم البيانات داخل بنية تقنية تسمح بإنشاء العلاقات بين الجداول وتسهيل عمليات التخزين والاستعلام والمعالجة.

ويتكون النموذج من مجموعة من الجداول المرتبطة فيما بينها، مثل جدول المربي، جدول النفايات العضوية، جدول نقاط الجمع، جدول وحدات التسميد، وجدول مناطق التشجير. ويحتوي كل جدول على مجموعة من الحقول (Champs) التي تصف خصائص العنصر المدروس.

كما يعتمد النموذج على المفاتيح الأساسية (Primary Keys) التي تسمح بتمييز كل سجل داخل الجدول بشكل فريد، إضافة إلى المفاتيح الأجنبية (Foreign Keys) التي تُستخدم لإنشاء العلاقات بين الجداول المختلفة وضمان التكامل المرجعي للبيانات.

ويسمح النموذج المنطقي للبيانات بتحويل النموذج المفاهيمي إلى بنية قابلة للتنفيذ داخل قواعد البيانات ونظم المعلومات الجغرافية، مما يتيح إمكانية تطوير المشروع مستقبلاً نحو منصة GIS أو WebGIS ذكية خاصة بتسيير النفايات العضوية ومراقبة التصحر[87].

[87] **MERISE. (2013). *Méthode de conception des systèmes d'information*. Paris: Dunod.**

9-التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ومشروعGreenbox

يُعتبر التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) ومشروع Greenbox من أهم العناصر التقنية التي يقوم عليها المشروع، حيث تسمح تقنيات الجيوماتيك بتحليل الظواهر البيئية مكانياً وربطها بالمعطيات الوصفية من أجل دعم اتخاذ القرار البيئي. وتساهم هذه الأدوات في دراسة التوزيع المكاني للتصحر، تحديد مناطق التدخل، واختيار المواقع الأكثر ملاءمة لتنفيذ المشروع، اعتماداً على مجموعة من المعايير البيئية والمجالية.

كما يوفر نظام GIS إمكانية دمج عدة طبقات مكانية داخل قاعدة بيانات جغرافية موحدة، مثل الغطاء النباتي، التربة، الانحدار، وشبكة الطرق، وهو ما يسمح بإجراء تحليلات مكانية دقيقة تدعم فعالية المشروع وتساعد على تحسين استغلال الموارد الطبيعية بالمناطق السهبية[88].

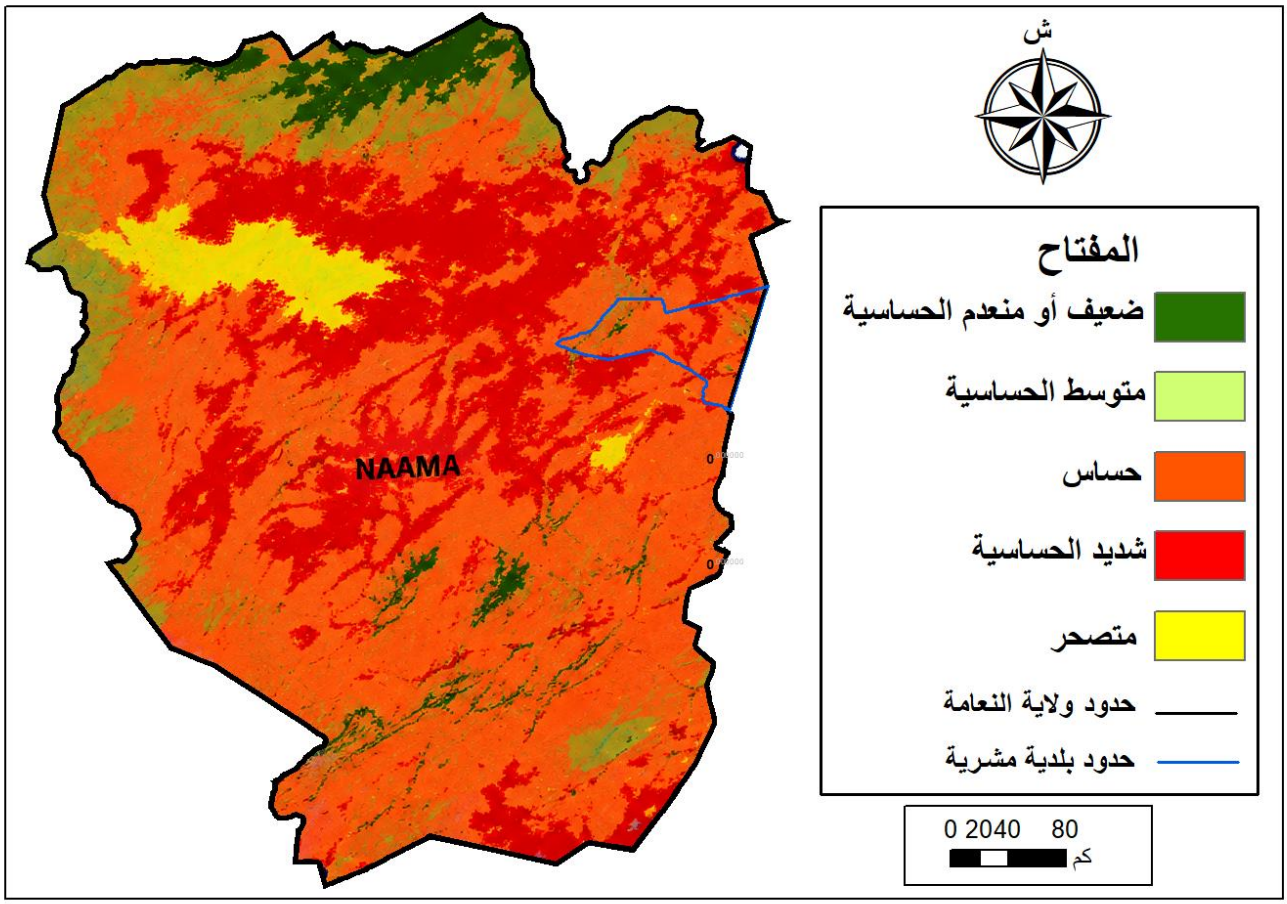
10-التحليل المكاني لمناطق التصحر

يعتمد التحليل المكاني للتصحر على استخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد من أجل دراسة توزيع المناطق المتدهورة وتحديد درجات حساسيتها البيئية. وقد تم في هذه الدراسة توظيف مجموعة من المعايير البيئية، أهمها الغطاء النباتي(NDVI) ، نوع التربة، الانحدار، وسرعة الرياح، باعتبارها من العوامل الرئيسية المؤثرة في ظاهرة التصحر بالمناطق السهبية.

كما تم اعتماد تقنية التراكب المكاني (Overlay Analysis) داخل بيئة ArcGIS لدمج مختلف الطبقات الجغرافية وإنتاج خريطة حساسية التصحر، حيث تسمح هذه التقنية بتحليل العلاقات المكانية بين المعايير المختلفة وإبراز المناطق الأكثر هشاشة بيئياً.

الخريطة 06: حساسية التصحر ببلدية مشرية

[88] **Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.**



المصدر : من إعداد الطالبة اعتمادًا على التحليل المكاني للمعايير البيئية باستعمال ArcGIS Pro، 2026 .

تحليل الخريطة :

توضح خريطة حساسية التصحر التوزيع المكاني للمناطق الأكثر تعرضاً للتدهور البيئي داخل بلدية مشرية، اعتماداً على مجموعة من المعايير البيئية، مثل الغطاء النباتي، التربة، الانحدار، والظروف المناخية. وتُظهر الخريطة تركز درجات الحساسية المرتفعة بالمناطق ذات الكثافة النباتية الضعيفة والهشاشة البيئية العالية.

وتبرز نتائج التحليل المكاني أن المناطق ذات القيم المنخفضة لمؤشر NDVI تُسجل مستويات مرتفعة من الحساسية للتصحر، نتيجة ضعف الغطاء النباتي وتزايد تأثير التعرية الريحية. كما تُظهر الخريطة ارتباط المناطق الهشة بالترب الفقيرة بالمادة العضوية وبالمجالات السهبية المفتوحة الأكثر عرضة لزحف الرمال.

وتُعتبر هذه الخريطة أداة أساسية في توجيه عمليات التدخل البيئي داخل مشروعGreenbox ، حيث تساعد على تحديد المناطق ذات الأولوية في عمليات التشجير واستصلاح الأراضي المتدهورة.

11-تحديد ملاءمة المشروع

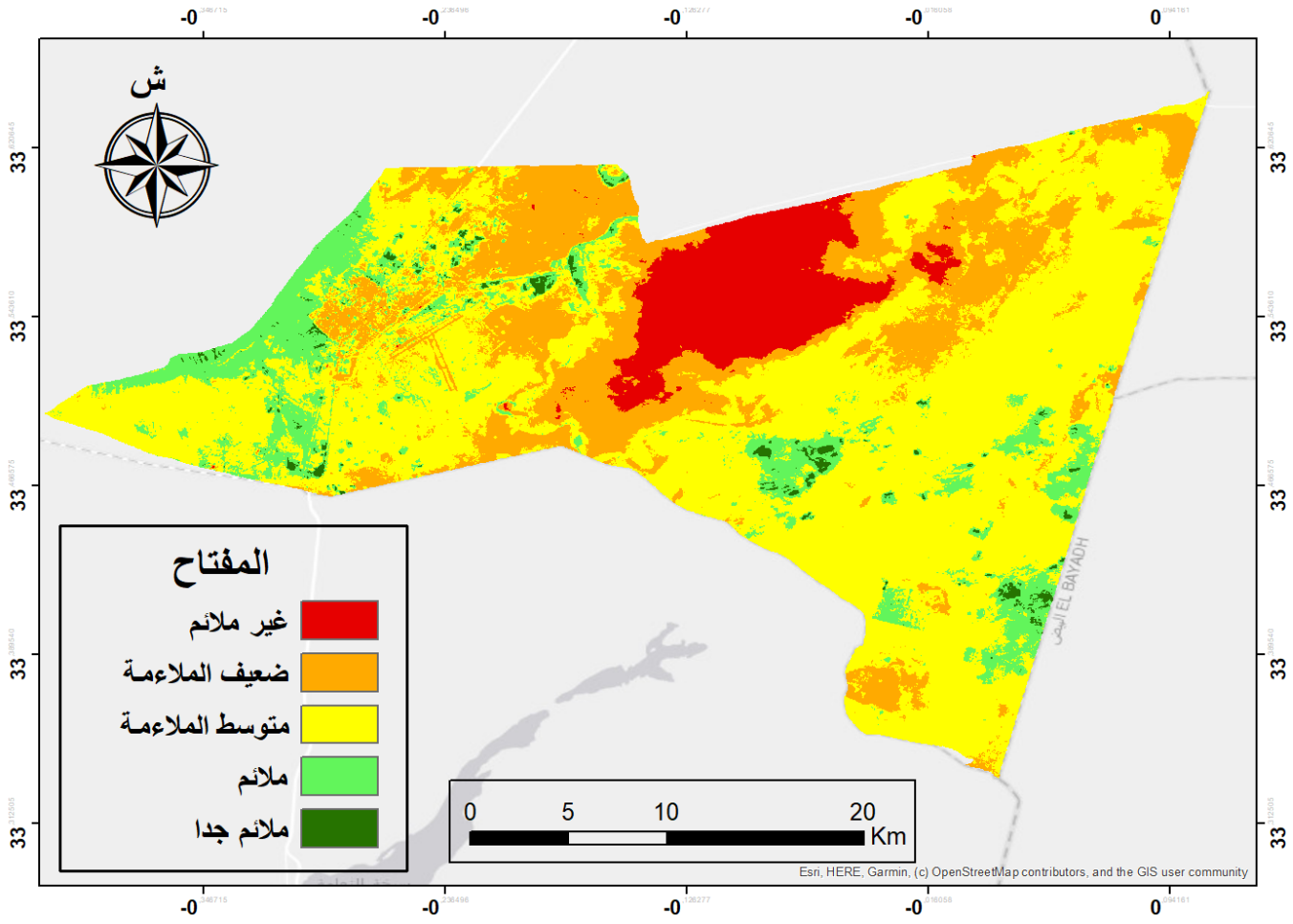
يُعد تحليل الملائمة المكانية (Suitability Analysis) من أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في مجال التخطيط البيئي، حيث يسمح بتحديد أفضل المواقع الملائمة لتنفيذ المشاريع اعتماداً على مجموعة

من المعايير الطبيعية والبشرية. وفي إطار مشروعGreenbox ، تم استخدام التحليل متعدد المعايير (Multi-Criteria Evaluation)لتحديد المناطق الأكثر ملاءمة لتطبيق المشروع داخل بلدية مشرية.

وقد تم الاعتماد على عدة معايير مكانية، أهمها درجة حساسية التصحر، كثافة الغطاء النباتي، قرب مصادر النفايات العضوية، شبكة الطرق، والانحدار، حيث تم إعطاء أوزان نسبية لكل معيار حسب درجة تأثيره على نجاح المشروع. وبعد ذلك تم دمج مختلف الطبقات داخل بيئة GIS باستخدام تقنية Weighted Overlayلإنتاج خريطة الملائمة النهائية[89].

الخريطة 07 :ملائمة مشروعGreenbox

[89] **Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: A management perspective. Ottawa: WDL Publications.**



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادًا على التحليل متعدد المعايير باستعمالArcGIS Pro ، 2026.

تحليل الخريطة:

تبين خريطة الملائمة المناطق الأكثر مناسبة لتنفيذ مشروع Greenbox اعتماداً على التحليل متعدد المعايير داخل بيئةGIS ، حيث تم الأخذ بعين الاعتبار قرب مصادر النفايات العضوية، درجة التصحر، الغطاء النباتي، وسهولة الوصول. وتساعد هذه الخريطة في توجيه عمليات التدخل البيئي واختيار المواقع ذات الأولوية.

وتُظهر نتائج التحليل أن المناطق ذات الملائمة المرتفعة تتميز بقربها من مناطق النشاط الرعوي، واحتوائها على درجات متوسطة إلى مرتفعة من التدهور البيئي، مما يجعلها أكثر حاجة لعمليات التثمين البيئي والتشجير. كما تسمح هذه الخريطة بتحسين التوزيع المكاني للمشروع وتقليل التكاليف اللوجستية المرتبطة بجمع النفايات ونقلها.

ويُساهم هذا النوع من التحليل في تعزيز فعالية مشروع Greenbox وتحويله إلى نظام جيوماتيكي ذكي لدعم القرار البيئي، قادر على التكيف مع الخصائص البيئية للمناطق السهبية وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

12-أهمية نظم المعلومات الجغرافية في دعم مشروعGreenbox

ساهمت نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بشكل كبير في دعم مشروع Greenbox من خلال توفير أدوات فعالة لتحليل الظواهر البيئية بالمناطق السهبية، خاصة ظاهرة التصحر. وقد تم الاعتماد على تقنيات التحليل المكاني داخل بيئة ArcGIS لإنجاز مجموعة من الخرائط الموضوعاتية المرتبطة بالدراسة، مثل خريطة مؤشر الغطاء النباتي(NDVI) ، خريطة التربة، خريطة سرعة الرياح، خريطة الارتفاعات الرقمية، إضافة إلى خريطة حساسية التصحر وخريطة ملائمة المشروع.

كما سمحت هذه التقنيات بدمج عدة معايير بيئية داخل تحليل مكاني موحد باستعمال تقنية الـ Overlay Analysis، مما ساعد على تحديد المناطق الأكثر هشاشة بيئياً والأكثر ملاءمة لتطبيق مشروع Greenbox.وقد ساهم هذا التحليل في تحسين فهم التوزيع المكاني للتصحر داخل بلدية مشرية وتوجيه التدخلات البيئية بطريقة أكثر فعالية.

إضافة إلى ذلك، مكّن تصميم قاعدة بيانات جغرافية وربطها بالنماذج المعلوماتية (MCD/MLD) من تنظيم المعطيات البيئية والمكانية داخل بنية رقمية متكاملة، وهو ما يعزز إمكانية تطوير المشروع مستقبلاً نحو نظام ذكي لدعم القرار البيئي في المناطق السهبية.

وبالتالي، يبرز مشروع Greenbox كنموذج تطبيقي يوظف تقنيات الجيوماتيك ونظم المعلومات الجغرافية في معالجة الإشكاليات البيئية المرتبطة بالتصحر، ضمن مقاربة تجمع بين التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر.

13-التقييم البيئي والاقتصادي للمشروع

13-1الأثر البيئي

يساهم مشروع Greenbox بشكل كبير في تحسين الوضع البيئي في المناطق السهبية، حيث يؤدي استخدام السماد العضوي إلى زيادة نسبة المادة العضوية في التربة، وهو ما يحسن بنيتها ويعزز قدرتها على الاحتفاظ بالمياه، خاصة في البيئات الجافة[90].

كما يساهم في تقليل التعرية والانجراف من خلال تحسين تماسك التربة. إضافة إلى ذلك، يساعد المشروع في تثبيت الكثبان الرملية من خلال دعم الغطاء النباتي، مما يحد من زحف الرمال ويقلل من ظاهرة التصحر [91]،كما يساهم في تقليل انبعاث الغازات الدفيئة الناتجة عن التحلل العشوائي للنفايات العضوية، خاصة غاز الميثان، مما يجعله أداة فعالة في التخفيف من آثار التغيرات المناخية. ويساهم كذلك في استعادة التوازن

[90] Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627.

[91] UNCCD. (2017). *Global land outlook*. Bonn: United Nations Convention to Combat Desertification..

البيئي وتعزيز التنوع البيولوجي من خلال خلق بيئات ملائمة لنمو النباتات والكائنات الحية. وبالتالي، فإن المشروع يُحدث أثراً بيئياً إيجابياً شاملاً، يجعله من الحلول المستدامة لمشكلة التصحر[92].

13-2الأثر الاقتصادي

يمثل مشروع Greenbox نموذجاً عملياً للاقتصاد الأخضر، حيث يقوم على تحويل النفايات إلى موارد اقتصادية ذات قيمة مضافة. ويساهم في خلق فرص عمل في مختلف مراحل الإنتاج، من جمع النفايات إلى معالجتها وتسويقها، مما ينعكس إيجاباً على التنمية المحلية. كما يساعد في تقليل تكاليف الإنتاج الزراعي من خلال توفير سماد عضوي محلي، مما يقلل من الاعتماد على الأسمدة الكيميائية المستوردة. كما يعزز المشروع الاقتصاد المحلي من خلال خلق نشاطات جديدة مرتبطة بالقطاع البيئي، ويفتح آفاقاً للاستثمار في مجال تثمين النفايات. ويساهم كذلك في زيادة دخل الفلاحين من خلال تحسين الإنتاجية الزراعية. وبالتالي، فإنه يدعم التحول نحو اقتصاد مستدام يعتمد على الاستغلال العقلاني للموارد الطبيعية[93].

14-تحليلSWOT

التحليل الاستراتيجي SWOT لمشروع GreenBox بالمنطقة الدراسة

نقاط القوة	نقاط الضعف	الفرص	التهديدات
وفرة النفايات الحيوانية كمادة خام	الحاجة إلى تمويل أولي	دعم الدولة للاقتصاد الأخضر	التغيرات المناخية (الجفاف)
استخدام تقنيات GIS لتحسين الكفاءة	نقص الوعي البيئي لدى بعض الفاعلين	إمكانية الحصول على تمويل دولي	المنافسة مع الأسمدة الكيميائية
طلب متزايد على السماد العضوي	الحاجة إلى خبرة تقنية في التخمير	توسيع المشروع لمناطق أخرى	صعوبة جمع النفايات في المناطق النائية
قابلية التطبيق في المناطق الريفية	تأثير الظروف المناخية القاسية	شراكات مع المحافظة السامية للسهوب	عدم استقرار السياسات
انسجام مع الاقتصاد الأخضر	ضعف التأطير التقني	تزايد الطلب على المنتجات العضوية	ضعف الدعم المؤسسي

جدول 9 التحليل الاستراتيجي SWOT لمشروع GreenBox بالمنطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادًا على معطيات الدراسة، **2026**

[92] **Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables (Algérie). (2016). *Stratégie nationale de gestion intégrée des déchets*. Alger: Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables.**

[93] **United Nations Environment Programme (UNEP). (2011). Towards a green economy: Pathways to sustainable development and poverty eradication. Nairobi: UNEP.**

1-14 تحليل نقاط القوة(Strengths)

تتمثل أولى نقاط القوة في وفرة النفايات الحيوانية كمادة خام، حيث تُعد المناطق السهبية بيئة غنية بالثروة الحيوانية، ما يؤدي إلى إنتاج كميات كبيرة من الفضلات العضوية بشكل مستمر. هذه الوفرة تضمن استمرارية التموين دون الحاجة إلى استيراد مواد أولية، مما يقلل من تكاليف الإنتاج ويعزز استدامة المشروع.

أما النقطة الثانية فتتمثل في استخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية(GIS) ، والتي تُمكّن من تحسين الكفاءة المكانية للمشروع من خلال تحديد مواقع جمع النفايات وتوزيع المنتجات بدقة عالية. هذا الاستخدام يقلل من التكاليف اللوجستية ويرفع من فعالية العمليات الميدانية، مما يمنح المشروع بعداً تكنولوجياً متقدماً.

كما يُعد الطلب المتزايد على السماد العضوي نقطة قوة مهمة، خاصة في ظل التوجه العالمي نحو الزراعة المستدامة وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية. هذا الطلب يضمن وجود سوق مستقبلي مستقر للمنتج.

إضافة إلى ذلك، يتميز المشروع بـ قابليته للتطبيق في المناطق الريفية، نظراً لبساطة تقنياته وعدم حاجته إلى بنية تحتية معقدة، مما يجعله مناسباً للبيئات ذات الإمكانيات المحدودة.

وأخيراً، فإن انسجام المشروع مع مبادئ الاقتصاد الأخضر يعزز فرص دعمه من قبل الدولة والمنظمات الدولية، ويمنحه شرعية بيئية وتنموية قوية.

2-14 تحليل نقاط الضعف(Weaknesses)

من أبرز نقاط الضعف الحاجة إلى تمويل أولي، حيث يتطلب المشروع تجهيزات خاصة بعمليات الجمع والتخمير والتعبئة، وهو ما قد يشكل عائقاً أمام الانطلاق، خاصة في غياب مصادر تمويل كافية.

كما يمثل نقص الوعي البيئي لدى بعض الفاعلين المحليين تحدياً حقيقياً، حيث قد لا يدرك بعض الرعاة أو الفلاحين أهمية تثمين النفايات، مما قد يؤثر على مشاركتهم في المشروع. وهذا يتطلب جهوداً توعوية مرافقة.

إضافة إلى ذلك، فإن الحاجة إلى خبرة تقنية في التخمير تُعد من نقاط الضعف، حيث تتطلب عملية Composting معرفة دقيقة بالعوامل البيئية لضمان جودة المنتج. غياب هذه الخبرة قد يؤدي إلى إنتاج سماد غير مطابق للمواصفات.

كما أن تأثير الظروف المناخية القاسية، مثل الحرارة المرتفعة والجفاف، قد يبطئ عملية التخمير أو يؤثر على جودتها.

وأخيراً، فإن ضعف التأطير التقني والمؤسساتي قد يحد من فعالية المشروع، خاصة في مراحله الأولى، في حال غياب الدعم والإشراف المناسب.

3-14 تحليل الفرص(Opportunities)

يستفيد المشروع من دعم الدولة للاقتصاد الأخضر، حيث تعمل الجزائر على تشجيع المبادرات البيئية وتثمين النفايات ضمن سياساتها التنموية ، مما يفتح المجال للحصول على تمويلات وتسهيلات.

كما تتيح إمكانية الحصول على تمويل دولي فرصة مهمة، خاصة من خلال برامج مرتبطة بمكافحة التصحر والتغيرات المناخية ، وهو ما يمكن أن يدعم توسع المشروع.

إضافة إلى ذلك، فإن إمكانية تعميم المشروع على مناطق أخرى تمثل فرصة استراتيجية، نظراً لتشابه الظروف البيئية في العديد من الولايات السهبية

كما تُعد الشراكات مع الهيئات البيئية، مثل المحافظة السامية للسهوب، فرصة لتعزيز الجانب المؤسسي والتقني للمشروع.

وأخيراً، فإن تزايد الطلب على المنتجات العضوية يشكل فرصة اقتصادية مهمة، حيث يتجه السوق نحو المنتجات الطبيعية والصديقة للبيئة

4-14 تحليل التهديدات(Threats)

من أبرز التهديدات التغيرات المناخية الحادة، مثل الجفاف طويل الأمد، الذي قد يؤثر على نجاح عمليات التشجير ويقلل من فعالية المشروع.

كما تمثل المنافسة مع الأسمدة الكيميائية تحدياً كبيراً، خاصة أن هذه الأخيرة غالباً ما تكون مدعمة وأقل تكلفة على المدى القصير، مما قد يؤثر على تسويق المنتج العضوي.

إضافة إلى ذلك، فإن صعوبة جمع النفايات في المناطق النائية قد تعرقل استمرارية الإنتاج، بسبب ضعف البنية التحتية وصعوبة الوصول.

كما يُعد عدم استقرار السياسات أو ضعف الدعم المؤسسي تهديداً محتملاً، حيث يعتمد نجاح المشروع بشكل جزئي على البيئة التنظيمية.

وأخيراً، فإن ضعف تقبل السوق في المراحل الأولى قد يشكل تحدياً، خاصة في ظل غياب ثقافة واسعة حول استخدام الأسمدة العضوية.

5-14 خلاصة تحليلSWOT

من خلال هذا التحليل، يتضح أن مشروع Greenbox يمتلك مقومات نجاح قوية قائمة على توفر الموارد والتكامل التقني، إلا أن نجاحه يتطلب معالجة نقاط الضعف، خاصة فيما يتعلق بالتمويل والتأطير، مع استغلال الفرص المتاحة، خصوصاً الدعم المؤسسي والتوجه نحو الاقتصاد الأخضر. كما ينبغي وضع استراتيجيات استباقية لمواجهة التهديدات، خاصة المرتبطة بالمناخ والمنافسة، لضمان استدامة المشروع على المدى الطويل.

خاتمة الفصل الثالث

من خلال هذا الفصل، تبيّن أن مشروع Greenbox يشكل مقاربة تطبيقية متكاملة لمعالجة إشكالية التصحر وتثمين النفايات العضوية بالمناطق السهبية، من خلال الربط بين الحلول البيئية وتقنيات الجيوماتيك. وقد أظهرت الدراسة أن إعادة استعمال النفايات العضوية الحيوانية في إنتاج السماد العضوي يساهم في تحسين خصائص التربة ودعم الغطاء النباتي، مما يساعد على الحد من تدهور الأراضي بالمجالات الهشة.

كما سمح توظيف نظم المعلومات الجغرافية (GIS) بإنجاز تحليلات مكانية دقيقة اعتماداً على مجموعة من المعايير البيئية، مثل الغطاء النباتي، التربة، سرعة الرياح، والارتفاعات الرقمية، وهو ما مكّن من إعداد خريطة حساسية التصحر وخريطة ملائمة المشروع بطريقة علمية تدعم فعالية التدخلات البيئية.

ومن جهة أخرى، ساهمت النمذجة المعلوماتية للمشروع من خلال تصميم قاعدة بيانات جغرافية وإنجاز النموذجين المفاهيمي والمنطقي للبيانات (MCD/MLD) في تنظيم المعطيات البيئية داخل بنية رقمية متكاملة، تسمح بتسهيل التخزين والمعالجة والتحليل.

وبالتالي، يبرز مشروع Greenbox كنموذج جيوماتيكي تطبيقي قابل للتطوير والتعميم في المناطق السهبية، باعتباره يجمع بين تثمين الموارد المحلية، حماية البيئة، ودعم مبادئ التنمية المستدامة والاقتصاد الأخضر.

خاتمة عامة:

تُعد ظاهرة التصحر من أخطر التحديات البيئية التي تواجه المناطق السهبية في الجزائر، نظراً لما تسببه من تدهور للموارد الطبيعية، وتراجع في خصوبة التربة، واختلال في التوازنات البيئية والاقتصادية والاجتماعية. وقد ازدادت حدة هذه الظاهرة في السنوات الأخيرة بفعل التغيرات المناخية، المتمثلة أساساً في تراجع التساقطات المطرية وارتفاع درجات الحرارة، إضافة إلى الضغط البشري المتزايد الناتج عن الرعي الجائر وسوء استغلال الموارد الطبيعية. وفي ظل هذه الظروف، أصبحت الحاجة ملحة إلى تبني مقاربات حديثة تقوم على الاستغلال العقلاني للموارد المحلية، وربط التنمية الاقتصادية بالحفاظ على البيئة في إطار مفهوم التنمية المستدامة.

وقد سعت هذه الدراسة إلى إبراز الدور الذي يمكن أن يلعبه التكامل بين تقنيات الجيوماتيك ومبادئ الاقتصاد الأخضر في تثمين النفايات العضوية ومكافحة التصحر ببلدية مشرية، من خلال تقديم مشروع Greenboxكنموذج تطبيقي قابل للتنفيذ. وانطلقت الدراسة من فرضية أساسية مفادها أن النفايات العضوية الحيوانية، التي تُعتبر في أغلب الأحيان مصدراً للتلوث البيئي، يمكن تحويلها إلى مورد اقتصادي وبيئي فعال يساهم في تحسين خصوبة التربة ودعم عمليات التشجير، إذا ما تم استغلالها وفق أسس علمية وتقنية حديثة.

وقد أظهرت الدراسة، من خلال التحليل الجغرافي والميداني، أن بلدية مشرية تنتمي إلى مجال سهبي هش يتميز بحساسية بيئية مرتفعة، نتيجة التفاعل بين العوامل الطبيعية والبشرية. كما بيّنت أن المنطقة تنتج كميات معتبرة من النفايات العضوية الحيوانية التي لا يتم استغلالها بالشكل الأمثل، رغم احتواء التربة السهبية على نسب ضعيفة جداً من المادة العضوية، وهو ما يجعل تثمين هذه النفايات ضرورة بيئية واقتصادية في آن واحد . كما أكدت الدراسة أن الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية (GIS) يساهم بشكل كبير في تحسين فعالية المشاريع البيئية، من خلال توفير قاعدة بيانات مكانية دقيقة تساعد في تحديد مواقع جمع النفايات، واختيار المناطق الأكثر ملاءمة للتشجير، وتحسين عمليات التخطيط واتخاذ القرار .

ومن خلال الدراسة التطبيقية لمشروعGreenbox ، تبيّن أن هذا النموذج يمثل حلاً متكاملاً يجمع بين إدارة النفايات وإعادة تأهيل البيئة. إذ يعتمد المشروع على تحويل النفايات العضوية إلى سماد طبيعي عبر عملية التخمير البيولوجي(Composting) ، ثم استعمال هذا السماد في دعم عمليات التشجير وتحسين التربة. كما أظهرت الدراسة أن المشروع يحقق مجموعة من الفوائد البيئية، تتمثل في الحد من التلوث، وتقليل انبعاث الغازات الدفيئة، وتحسين خصوبة التربة، وتعزيز الغطاء النباتي، والحد من زحف الرمال والتصحر. إضافة إلى ذلك، يحقق المشروع فوائد اقتصادية واجتماعية مهمة، من خلال خلق فرص عمل، وتشجيع الاستثمار في المجال البيئي، وتقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية، وتعزيز الوعي البيئي لدى السكان المحليين.

كما سمح تحليل SWOT بتحديد مختلف العوامل التي قد تؤثر على نجاح المشروع، حيث أظهرت النتائج أن المشروع يمتلك نقاط قوة مهمة، أبرزها وفرة المادة الخام، والدعم التقني الذي توفره تقنيات الجيوماتيك، إضافة إلى تزايد الاهتمام بالاقتصاد الأخضر. وفي المقابل، توجد بعض التحديات المرتبطة بالتمويل، والظروف المناخية، وضعف الوعي البيئي، غير أن الفرص المتاحة، خاصة في ظل التوجهات الوطنية

والدولية نحو التنمية المستدامة، تجعل من المشروع نموذجاً واعداً وقابلاً للتعميم في مختلف المناطق السهبية.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن الدراسة أثبتت صحة الفرضية المطروحة، والمتمثلة في أن التكامل بين تقنيات الجيوماتيك ومبادئ الاقتصاد الأخضر يمثل مدخلاً فعالاً لتثمين النفايات ومكافحة التصحر في المناطق السهبية. كما أكدت أن الحلول البيئية الحديثة لا ينبغي أن تقوم فقط على المعالجة التقنية للمشكلات، بل يجب أن تعتمد أيضاً على التخطيط العلمي، والاستغلال المستدام للموارد، وإشراك المجتمع المحلي في مختلف مراحل التنمية.

وفي الأخير، فإن مشروع Greenbox لا يمثل مجرد فكرة نظرية، بل يُعد نموذجاً عملياً قابلاً للتجسيد على أرض الواقع، ويمكن أن يشكل نواة لمشاريع بيئية وتنموية مستقبلية تساهم في تحقيق التنمية المستدامة، وحماية البيئة، وتحسين الظروف الاقتصادية والاجتماعية في المناطق السهبية الجزائرية.