الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة وهران_2_محمد بن احمد

كلية علوم الأرض والكون

قسم جغرافيا وتهيئة الإقليم

رسالة تخرج

لنيل شهادة ماستر في الجغرافيا وتهيئة الإقليم

تخصص: جيوما تيك

بعنـــــوان:

مساهمة البيانات الجغرافية المكانية المجانية في تصميم نظم المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد 3D

دراسة حالة ولاية معسكر

Apport des données géospatiales libres dans la conception SIG 3D Cas d'étude la wilaya de Mascara

من اعداد الطالبـــة:

- **بوزيان حليمــة**

مناقشة المذكرة: جوان 2024 امام اللجنة الممتحنة.

- الأستاذة قورين فريدة	**مشرفـــة**
- الأستاذ حكيم قدور	**مشرف مساعد**
- الأستاذة سيدي يخلف صورية	**رئيســـة**
- الأستاذ علال نذير	**ممتحـــن**

2023_2024

الإهداء

حمدا كثيرا وشكرا جزيلا لخالقي ومولاي، لك الحمد ربي على عظيم فضلك وكثير عطائك.

أهدي هذا العمل لوالدين الكريمين وكل فرد من اسرتي وعائلتي الذين كانوا دائمًا داعمي الأوفياء وكان حبهم وثقتهم

وتضحياتهم هم الأسس التي استطعت أن أبني عليها مسيرتي الأكاديمية هذا العمل هو نتاج تشجيعهم

المستمر وثقتهم في شخصي.

الى رفيق الدرب وصديق الأيام جميعا بحلوها ومرها زوجي الغالي اهديك هذا البحث تعبيرا عن شكري لدعمك المستمر

أهدي أيضًا هذا العمل لأصدقائي الذين كانوا معي طوال هذه المرحلة المهمة من حياتي التي كان تشجيعهم

ودعمهم الروحي وصداقتهم الصادقة مصدر إلهام ودافع للتقدم.

أخيرًا، أهدي هذا العمل لجميع الأشخاص الذين سبقوني في مجال البحث والذين ساهموا في تقدم المعرفة

بفضل عملهم الشاق وتفانيهم.

إلى جميع أساتذتي في جميع الأطوار التعليمية من الابتدائي إلى الجامعة
وإلى كل من تقع عيناه على هذا البحث فهو مهدي لك أيضا

نفعنا الله وإياكم بعلمه

"حليمة"

شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين الذي منحنا القوة وساعدنا على إنهاء هذا البحث والخروج به بهذه الصورة الممتازة.

فبالأمس القريب بدأنا مسيرتنا التعليمية ونحن ننظر إلى يوم التخرج كأنه يوم بعيد، وإن هذا البحث الذي أقدمه لكم يحمل

في طياته معلومات هامة بذلت مجهودًا عظيمًا لدراستها وجمعها لتظهر لكم بهذا الشكل.

وإيمانًا بمبدأ أنه من لا يشكر الناس لا يشكر الله، فإني اتوجه بالشكر الجزيل للأستاذة قورين فريدة التي كانت بمثابة الام بنصائحها وتخصيصها لي الوقت الكافي رغم ارتباطاتها الشاقة ولم تبخل عني ولا لحظة من وقتها والأستاذ قدور حكيم الذين

ساعداني كثيرًا في مسيرتي لإنجاز وكتابة هذا البحث وكانا لهما دورًا كبيرا من خلال تعليماتهم ودعمهم الأكاديمي

كما اشكر لجنة المناقشة المكونة من سيدي يخلف صورية وعلال نذير لقبولهما مناقشة المذكرة

دون ان ننسى كل اساتذة قسم الجغرافيا والتهيئة الاقليمية بجامعة وهران 2 كل باسمه

كما أوجه الشكر لأسرتي فردًا فردًا الذين صبروا وتحملوا معي ومنحوني الدعم على جميع الأصعدة، وأشكر أصدقائي

والأحباب وكل شخص قدم لي الدعم المادي أو المعنوي.

الفهرس

مقدمـــــة: 12

تمهيد:.....15

1- تطور نظام المعلومات الجغرافية:(EVOLUTION OF GIS)..... 16

1-1- تاريخ نظام المعلومات الجغرافية:..... 16

1-1-1- التاريخ المبكر لنظام المعلومات الجغرافية 1960: 16

1-1-2- أول نظام معلومات جغرافية **1963:**.....16

1-1-3- المختبر الهارفاردي 1965: 17

1-1-4- تأسيس شركة Esri 1969 : 17

1-1-5- نظام المعلومات الجغرافية يتجه نحو التجارة 1981: 17

1-1-6- نظام المعلومات الجغرافية اليوم 18

1-1-7- النظام المعلوماتي الجغرافي عبر الويب:..... 18

1-1-8- مستقبل نظام المعلومات الجغرافية:.....18

2- مفاهيم رئيسية ومصطلحات:(KEY CONCEPTS AND TERMINOLOGY) : .19

2-1- تعريف نظم المعلومات الجغرافية 19

2-2- مكونات نظام المعلومات الجغرافية:(COMPONENTS OF GIS).....20

- الأساليب/الإجراءات(Methods/Procedures) : 21

- السياسات واللوائح (Policies and Regulations):..... 21

2-إسقاط الخريطة:(CARTOGRAPHIC PROJECTIONS)

..... 22

3-1- تعريف النموذج الرقمي للميدان:(MNT) 22

3-2- النماذج الرقمية المختلفة (THE DIFFERENT DIGITAL MODELS): 23

4-3 أهمية ومجالات تطبيق النماذج الرقمية للميدان MNT).....25

33-4 -2- أنواع مختلفة من البيانات : 26

3-6- مصدر الـMNT : 26
3-6-1- بطاقة الخريطة طوبوغرافية (Carte d’état-major) : 26
3-6-2- مهمة الـ SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) : .. 28
3-8- نظام التحديد الجيوديزي لشمال الصحراء 1959: (North Sahara 1959 Geodetic System) : 28
3-9-1- اسقاط لا مبرت (Lambert Projection): 30
3-9-3- تحويل بين WGS 84 وشمال الصحراء (Transformation entre le WGS 84 et le Nord-Sahara): 33
4- الاتجاهات والتطورات الحالية: (CURRENT TRENDS AND DEVELOPMENTS) : 34
4-1- نظام معلومات جغرافية مُستند إلى السحابة: (لوحة تحكم GIS): 34
4-2- البيانات الضخمة والتحليلات:(Big Data and Analytics) 34
4-3- التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي (Machine Learning and AI) :..... 34
4-4- نظم المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد والواقع الافتراضي: 34
4-5- نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر (Open Source GIS) : 35
4-6- خرائط الويب وواجهات برمجة التطبيقات (APIs) (Web Mapping and APIs) : 35
4-7- تطبيق نظم المعلومات الجغرافية على الهواتف المحمولة (Mobile GIS): 35
4-8- بنية البيانات المكانية (Spatial Data Infrastructure) (SDI): 35
5- البيانات الجيومكانية (GEOSPATIAL DAT) : 36
5-1- مُزود بيانات جغرافية مجانية(FREE GEOSPATIAL DATA PROVIDER) : 36
6- صور الأقمار الصناعية المجانية من مصادر موثوقة:..... 40

1-6- أحدث صورة من الأقمار الصناعية تشبه العرض الجوي :..... 40

2-6- الأرض الطبيعية (NATURAL EARTH):..... 40

6-2- 1 - الأرض الطبيعية تنظم بياناتها إلى ثلاث فئات:.....41

6-2-2- البيانات الفيكتورية الطبيعية(Physical Vector Data):..... 41

- **مزايا:..... 41**

6 -3- الخريطة المفتوحة (OPEN STREET MAP): 42

6-3-1- كيف تعمل خرائط OPENSTREETMAP ؟.....43

6-3-2- فوائد OPENSTREETMAP في تخطيط نظم المعلومات الجغرافية:.....43

6-3-3- استخدام OPENSTREETMAP في تخطيط نظم المعلومات الجغرافية:.....44

6-3-4- هيكل بيانات OPENSTREETMAP (OSM) :.....44

حيث يستند هيكل البيانات على مفهوم أزواج القيمة الرئيسية المخصصة للعناصر الجغرافية. إليك نظرة عامة أساسية:..... 44

6-3-5- مصادر البيانات: 46

6-3-6- مشاريع الخرائط المشتقة: 48

DIVA GIS-4-6 50

6-5-2- بحث بيانات الأرض..... 50

6-5-3- ناسا العالمية NASA Worldview :..... 51

6-5-4- أدوات الوصول إلى البيانات : 51

6-5-5- أنواع البيانات المتاحة : 51

- بيانات الأقمار الصناعية : 51

- بيانات الأرض المستندة إلى الأرض : 52

- بيانات النماذج:..... 52

6-6- TIGER/Line Shapefiles : 53

6-6-2 Copernicus Open Access Hub : 53

6-7- Global Land Cover Facility (GLCF):..... 54

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) -8-6:..... 54
European Space Agency (ESA) Earth Online -9-6 54
United Nations Geospatial Information Section -10-6 54
7-أقمار صناعية مجانية للبيانات الجغرافية المكانية: 54
7-1- لاندسات: LANDSAT 54
Sentinel -2-7 : 54
POLARIS-3-7 : 55
MODIS -4-7 55
خلاصة الفصل: 56
الفصل الثاني: 57
دراسة حالة الطرقات في ولاية معسكر بالاستعمال نظم المعلومات الجغرافية 57
تمهيد 58
1المنهجية: 59
1.1-مصادر مجموعات البيانات (DATASET SOURCES) : 60
2.1 البيانات الوصفية (METADATA) 61
3.1التحديث (UPDATING) : 62
4.1 تنسيق مجموعة البيانات (DATASET FORMAT) :.....63
5.1 التغطية المكانية لكل ملف في مجموعة البيانات: 64
6.1 الدقة (RESOLUTION):.....67
7.1 معالجة جغرافية (GEOPROCESSING) : 67
8.1معالجة البيانات المكانية (SHP) والملفات.....68
1.1.8 تقرير الإحصاءات (Statistique report) : 69

1.9المعالجة الجغرافية ال DEM (DEM GEOPROCESSING) :.....70

2-تقديم منطقة الدراسة ولاية معسكر:..... 71

3-استخدام الأراضي في ولاية معسكر: 73

4-جيولوجية ولاية معسكر: 76

5-الارتفاعات والانحدارات في ولاية معسكر: 81

5.1-الارتفاعات و الانحدارات في ولاية معسكر : 83

6-خطر نزلاقات التربة وتدهور طرق ولاية معسكر:..... 85

7-اقتراح محور جديد:..... 88

8 - تصوير ثلاثي الابعاد3D : 90

خلاصة الفصل: 92

الخاتمة: 89

فهرس الاشكال:

شكل 1 : صورة تعبر على مفهوم نظام المعلومات الجغرافية (GIS)..... 19

شكل 2 : مكونات نظام المعلومات الجغرافية:(Components of GIS) 22

شكل 3 : النموذج الرقمي للميدانMNT En 3D 23

شكل 4 : الفرق بين النموذج الرقمي للميدان MNT والنموذج الرقمي للارتفاع MNA

..... 24

شكل5 : الخريطة طبوغرافية مقياسها 50000 /1 لولاية معسكرمن الإصدار القديم Map of the General Staff of masscara 27

شكل 6 : نظام الإحداثيات الجيوديزي العالمي WGS84..... 29

شكل 7: الإسقاط المتوافق المخروطي المستقيم لامبرت. 30

شكل 8 : مقتطف من الخريطة 1/50000 معسكر الإصدار القديم؛ إسقاط لامبرت VLU

..... 30

شكل 9 : معالم الإسقاط la projection LAMBERT VLU..... 31

شكل 10 : تقسيم الكرة الأرضية الخرائطي وفق الإسقاط الجغرافي العالمي للترانسفير 31

شكل 11 : توزيع مناطق الزمن (fuseaux horaires) في الجزائر 32

شكل 12: معلمات الانتقال من WGS 84 إلى شمال الصحراء 33

شكل 13:: واجهة USGS EarthExporer 37

شكل14 : قائمة مصدر مجموعة البيانات DEM التي تقدمها (Earth explorer USGS):..... 38

شكل 15 : المساحة المغطاة بواسطة ملف SRTM (Earth explorer)..... 39

شكل 16 : شكل الخريطة الفتوحة OpenStreetMap..... 43

شكل 17 : يوضح رسم هيكل بيانات OpenStreetMap..... 45

شكل 18 : مخطط نظرة عامة لل OSM..... 47

شكل 19 : رسالة الخطأ في حال تجاوز المنطقة المكبرة المساحة 30 كم × 30 كم...... 49

شكل 20 : مثال على تغيير مستوى التفاصيل (Level Of Details - LOD) وفقًا للتكبير..... 50
شكل 21 : مخطط يوضح عملية التنظيم العام 59
شكل 22 : واجهة منصة DIVA-GIS لتنزيل ملف الشكل للمناطق الإدارية في الجزائر 61
شكل 23 :يمثل المخطط معلومات البيانات الوصفية..... 62
شكل 24 : مجموعة البيانات المستخدمة للتحديث..... 63
شكل 25 : تنوع تنسيقات ملفات البيانات المستخدمة..... 64
شكل 26 : يوضح الشكل مجموعة البيانات تغطية المنطقة لكل ملف 65
شكل 27 : تغطية صورة لاندسات 9 للمنطقة الدراسة (ولاية معسكر) تغطيبة بنسبة 90% 65
شكل 28 : تغطية الأراضي لعام 2024 من منصة ESRI..... 66
شكل 29 : يوضح مخطط معالجة الجغرافية في برنامج Global Mapper..... 67
شكل 30 : جدول يمثل احصائية طول الطرق بالمتر..... 69
شكل 31 : خريطة موقع منطقة الدراسة ولاية معسكر 71
شكل 32 : خريطة التقسيم الاداري ولاية معسكر..... 72
شكل 33 : خريطة شغل الارض ولاية معسكر 74
شكل34 : خريطة شبكة الطرق ولاية معسكر..... 76
شكل35 : خريطة أنواع الطبقات الصخرية ولاية معسكر (Lithologie) 78
شكل 36 : شدة خطر الصخور(La lithologie) على شبكة الطرق ولاية معسكر 80
شكل 37 : خريطة الارتفاعات ولاية معسكر..... 82
شكل 38 : خريطة الانحدارات (Slop) ولاية معسكر..... 84
شكل 39 : خريطة درجة الخطورة تدهور الطروقات ولاية معسكر 86
شكل 40 : خريطة درجة خطر تدهور شبكة الطرق حسب كل بلدية (ولاية معسكر) ... 87
شكل 41 : خريطة المحور المقترح سيق _ معسكر..... 89

مقدمـــــة:

شهد استخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) في العالم تطورًا كبيرًا خلال العقود الأخيرة، بحيث تعددت وتنوعت استعمالاته في العديد من المجالات، مثل علوم البيئة لرصد وتحليل التغيرات في البيئة والمحافظة على النظام البيئي، تخطيط المدن والتنمية الحضرية لإدارة استخدام الاراضي وتخطيط توزيع المرافق العامة وادارة حركة المرور، ادارة الموارد المائية لتحليل ترسبات المياه وغيرها من الميادين. تتجلى هذه العملية في رسم الخرائط وتخطيط البنية التحتية والتصميم والإدارة. تتيح هذه الاخيرة للمهندسين تصور وتحليل البيانات المكانية بدقة كبيرة وجودة عالية، مما يسهل في اتخاذ القرارات المستنيرة في عدة مشاريع. مثل إنشاء وصيانة مختلف الشبكات كشبكة الطرق، شبكة الطهير، شبكة الماء الصالح للشرب وغيرها من الشبكات.

قديما، كان تصور مشاريع الهندسة المدنية، خاصة في مجال الطرق، يتم باستخدام طرق ثنائية الأبعاد. لكن هذه الطريقة كانت تعاني من نقائص كبيرة، بما في ذلك صعوبة توفير ملفات المقاطع العرضية مع الرؤى الخططية. وهذا غالباً ما يعيق الفهم الشامل للمشاريع ويمكن أن يؤدي إلى أخطاء مكلفة أثناء التنفيذ. الى ان ظهر استخدام التصور ثلاثي الأبعاد (3D) في مجال الهندسة المدنية على طريقة تصميم ونمذجة وإدارة المشاريع. بحيث يوفر التصور ثلاثي الأبعاد تمثيلًا أكثر واقعية وتفاعلية للبنية التحتية، مما يسمح للمهندسين بتقويم الجوانب الجغرافية بشكل أفضل، وتحديد الصراعات المحتملة، وتحسين خطط البناء. بالإضافة إلى ذلك، يُسهّل التصور ثلاثي الأبعاد دمج البيانات في عدة عمليات مثل نمذجة معلومات البناء (BIM)، مما يحسن التنسيق والتواصل بين أصحاب المشروع.

اتسعت إمكانيات الوصول إلى البيانات الجغرافية المجانية والمفتوحة بشكل كبير خلال العقد الماضي، مما زاد من إمكانيات التحليل المكاني والتصور. أصبحت مصادر مثل OpenStreetMap (OSM) ومهمة طوبوغرافيا الرادار على متن مكوك الفضاء التابعة

لوكالة ناسا (SRTM)، والبيانات الحكومية متاحة الآن على نطاق واسع، مما يوفر للباحثين والممارسين فرصة إجراء تحليلات عميقة دون القيود المالية المرتبطة بالبيانات الخاصة.

تعتبر تقنيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) واحدة من أهم الأدوات التي تساهم في تحليل وتصور البيانات الجغرافية بطريقة فعالة. ومن خلال استخدام بيانات جيومكانية مجانية، يمكن تحقيق رسم خرائط دقيق وتصور ثلاثي الأبعاد لشبكات الطرق بصفة عامة، مما يساهم في تحسين فهم البيئة الجغرافية وتخطيط التهيئة العمرانية.

في هذه الرسالة قمنا بإضافة التصوير الثلاثي الابعاد الى قاعدة بيانات جغرافية من اجل اظهار عيوب ومناطق تدهور شبكة الطرق لولاية معسكر، كون هذه الولاية لها طابع ريفي ولها بعد اقتصادي مهم في تطوير التنمية المحلية للولاية بفضل العائدات الداخلية للولاية المتمثلة في المحاجر، مصنع الاسمنت بسيق و زهانة ، ضف الى ذلك الصناعة الفلاحية بالمحمدية (معصرة الزيتون) والسياحة الحموية بفضل الحمامات التي تتوفر عليها الولاية ...الخ كل هذه المداخيل والمنتوجات تحتاج الى محاور رئيسية لتسهيل عملية تسويقها داخل وخارج الولاية، كون الطرقات هي الشريان الرئيسي لازدهار التنمية وخلق ديناميكية داخل الولاية ليصل اشعاع تسويقها الى خارج الوطن بفضل صادراتها لبعض منتوجاتها. ما سمح لنا بالبحث عن خلق محور جديد داخل الولاية اخذين بالحسبان طبوغرافية المنطقة.

الفصل الأول

الحالة الراهنة في أنظمة المعلومات الجغرافية

State of the Art in GIS

تمهيد:

ان نظم المعلومات الجغرافية ليست مرتبطة بتخصص معين، بل تشمل العديد من المجالات، فعلى الرغم من أنها نشأت على أيدي المخططون ومدراء المواقع فإنها انتقلت إلي العديد من التخصصات، ويخطئ من يعتقد أن هذه التقنية قاصرة على دارسة الجغرافيا وباحثيها فقط ، و لكن نتيجة ارتباطها بالمعلومات المكانية عرفت بأنها نظم جغرافية نسبة إلي نوع البيانات المعتمدة عليها إلي علم الجغرافيا يمكننا هذا النظام من إدخال المعلومات الجغرافية سواء كانت بيانات مكانية مثل (خرائط، صور جوية، مرئيات فضائية) او بيانات وصفية مثل (أسماء جداول ... الخ)، و من ثم معالجتها (تنقيتها من الخطأ) وتخزينها مع امكانية استرجاعها

او القيام بعملية تحليلها تحليل مكاني واحصائي، وعرض النتائج على شاشة الحاسوب أو على ورق في شكل خرائط، تقارير، ورسومات بيانية أو من خلال الموقع الإلكتروني. ومن خلال هذا الفصل، لاهم التطورات الحديثة التي شهدتها أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS)، ومختلف ميادين استعمالاتها، وخاصة المطبقة في مجال الهندسة المدنية، بالإضافة إلى التطورات التكنولوجية والمنهجية التي أدت إلى ظهور مقاربات جديدة، ضف الى ذلك التصورات ذات الثلاثية الأبعاد وكذلك سنتطرق الى فحص مختلف مصادر البيانات الجغرافية المجانية المتاحة مثل البيانات الطوبوغرافية، صور الأقمار الصناعية، والبيانات من مختلف منصات الويب. ونبرز من خلاله مزايا وعيوب كل مصدر، بالإضافة إلى الطرق المستخدمة لدمجها ومعالجتها ضمن بيئة أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS).

1- تطور نظام المعلومات الجغرافية:[1](Evolution of GIS)

1-1- تاريخ نظام المعلومات الجغرافية:

شهدت نظم المعلومات الجغرافية خلال العقود الخمسة الماضية، عدة تطورات في مفهومها وكيفية استعمالها، انتقلت من أداة قديمة إلى منصة حديثة وقوية لفهم وتخطيط عالمنا بالعديد من المعالم الرئيسية. تتميز هذه الاخيرة كخزينة لكم هائل من نظم المعلومات الجغرافية.

1-1-1- التاريخ المبكر لنظام المعلومات الجغرافية 1960:

ظهر نظام المعلومات الجغرافية (GIS) لأول مرة في الستينيات، حيث بدأت تظهر أجهزة الكمبيوتر ومفاهيم مبتكرة للجغرافيا الكمية والحسابية. شملت أعمال GIS الأولى بحوثًا مهمة من قبل المجتمع الأكاديمي، شكل بعد ذلك المركز الوطني للمعلومات الجغرافية والتحليل بقيادة مايكل جودشايلد (Michael GoodChild) بحثًا رسميًا حول مواضيع علم المعلومات الجغرافية المهمة مثل التحليل المكاني والتصور. احدثت هذه الجهود ثورة كمية في عالم العلوم الجغرافية ووضعت الأسس الاولى لـ GIS.

1-1-2- أول نظام معلومات جغرافية 1963:

عمل روجر تومليسون الرائد في نظام المعلومات الجغرافية في تخطيط وتطوير هذا النظام حيث أدى إلى إنشاء أول حاسوب في العالم في عام 1963. كانت الحكومة الكندية آنذاك قد كلفت تومليسون بإنشاء مخزون قابل لجمع وتخزين معلوماتها الادارية ومواردها الطبيعية. كان يتصور استخدام الحاسوب لدمج بيانات الموارد الطبيعية من جميع المقاطعات. وضع تومليسون التصميم النهائي للحاسوب لتخزين ومعالجة كميات كبيرة من البيانات تلقائيا، مما سمح لكندا ببدء برنامجها الوطني لإدارة استخدام الأراضي. كما أطلق على نظام المعلومات الجغرافية باسمه.

[1] https://web.mst.edu/~rogersda/gis/history%20of%20gis.pdf
document pdf bureau

1-1-3- المختبر الهارفاردي 1965:

في عام 1965، قام هوارد فيشر بإنشاء أحد أول البرامج لرسم الخرائط على الحاسوب المعروفة باسم SYMAP ذلك أثناء تواجده في جامعة نورث وسترن، حيث أسس مختبر هارفارد للرسومات الحاسوبية، ثم قام بإنشاء وتحسين بعض برامج صنع الخرائط على الحاسوب داخل المختبر الاكاديمي، بعدها أصبح المختبر مركزًا للبحث في التحليل والتصور المكاني من قبل مجموعة موهوبة من الجغرافيين والمخططين وعلماء الحاسوب وغيرهم من مختلف المجالات.

1-1-4- تأسيس شركة Esri 1969 :

في عام 1969، قام جاك دانجرموند عضو في المختبر الأكاديمي وزوجته لورا بتأسيس معهد أبحاث نظم البيئة المحدودة، حيث قامت شركة(Esri) الاستشارية باستخدام الخرائط الحاسوبية والتحليل المكاني لمساعدة مخططي الاستخدام الأرضي ومدراء الموارد الأرضية على اتخاذ قرارات منيرة. أظهرت فيما بعد الأعمال الأولية للشركة قيمة نظام المعلومات الجغرافية في حل المشكلات. واصلت Esri بعدها تطوير العديد من أساليب رسم الخرائط والتحليل المكاني التي يتم استخدامها الآن، ما أثارت هذه النتائج اهتمامًا أوسع في أدوات البرمجيات وسير العمل التي تعتبر الآن معيارًا في نظام المعلومات الجغرافية.

1-1-5- نظام المعلومات الجغرافية يتجه نحو التجارة 1981:

مع تزايد قوة الحاسوب، قامت شركة Esri بتحسين أدوات برمجياتها، تجلى ذلك في الابتكار وتطوير أدوات وأساليب قوية لنظام المعلومات الجغرافية التي يمكن استخدامها على نطاق واسع من انحاء العالم وايجاد حلول لكل المشاكل والعراقيل التي تصادفهم من استخدام هذا النظام. حظيت بعدها أعمال Esri بتقدير من المجتمع الأكاديمي كطريقة جديدة للقيام بالتحليل المكاني والتخطيط. ومع تزايد الحاجة إلى تحليل عدد متزايد من المشاريع بشكل أكثر فعالية، قامت Esri بتطوير - ARC/INFO أول منتج تجاري لنظام المعلومات الجغرافية. تم إطلاق التكنولوجيا في عام 1981، وبدأت شركة Esri تطور برمجيات.

1-1-6- نظام المعلومات الجغرافية اليوم[2] :

يمنح نظام المعلومات الجغرافية الأفراد القدرة على إنشاء خريطة رقمية خاصة بهم لمساعدتهم في حل مشاكل العالم. تطور نظام المعلومات الجغرافية أيضًا إلى وسيلة لمشاركة البيانات والتعاون، ملهمًا رؤية تصبح الآن حقيقة بسرعة - قاعدة بيانات متواصلة ومتداخلة وقابلة للتشغيل للعالم، حول جميع المواضيع تقريبًا. اليوم، هناك مئات الآلاف من المنظمات التي تشارك أعمالها وتنشئ مليارات الخرائط يوميًا لتحكي قصصًا وتكشف عن أنماط واتجاهات وعلاقات حول كل شيء.

تطور نظام المعلومات الجغرافية في الخمسة عقود الأخيرة، من مفهوم إلى علم. يتميز التطور الظاهري لنظام المعلومات الجغرافية من أداة بدائية إلى منصة حديثة وقوية لفهم وتخطيط عالمنا بوجود عدة مراحل رئيسية.

1-1-7- النظام المعلوماتي الجغرافي عبر الويب:

من بين التطورات الملحوظة في السنوات الأخيرة هو انتشار منصات النظام المعلوماتي الجغرافي عبر الويب. قدمت شركات مثل Google مع Google Maps و Google Earth البيانات المكانية لملايين المستخدمين في جميع أنحاء العالم من خلال متصفحات الويب والأجهزة المحمولة. تقدم هذه المنصات قدرات رسم الخرائط التفاعلية وتتيح للمستخدمين إنشاء ومشاركة الخرائط المتخصصة بسهولة.

1-1-8- مستقبل نظام المعلومات الجغرافية:

مع انتقاله إلى الويب والحاسوب، والتكامل مع المعلومات في الوقت الحقيقي عبر إنترنيت، أصبح نظام المعلومات الجغرافية منصة ذات صلة بالممارسات البشرية تقريبًا جهاز عصبي للكوكب. مع مواجهتنا لمشاكل تتعلق بزيادة السكان، وفقدان الطبيعة، والتلوث، سيكون لنظام المعلومات الجغرافية دور متزايد الأهمية في كيفية فهمنا ومعالجتنا لهذه المشاكل ووسيلة لإيجاد الحلول باستخدام اللغة المشتركة لرسم الخرائط.

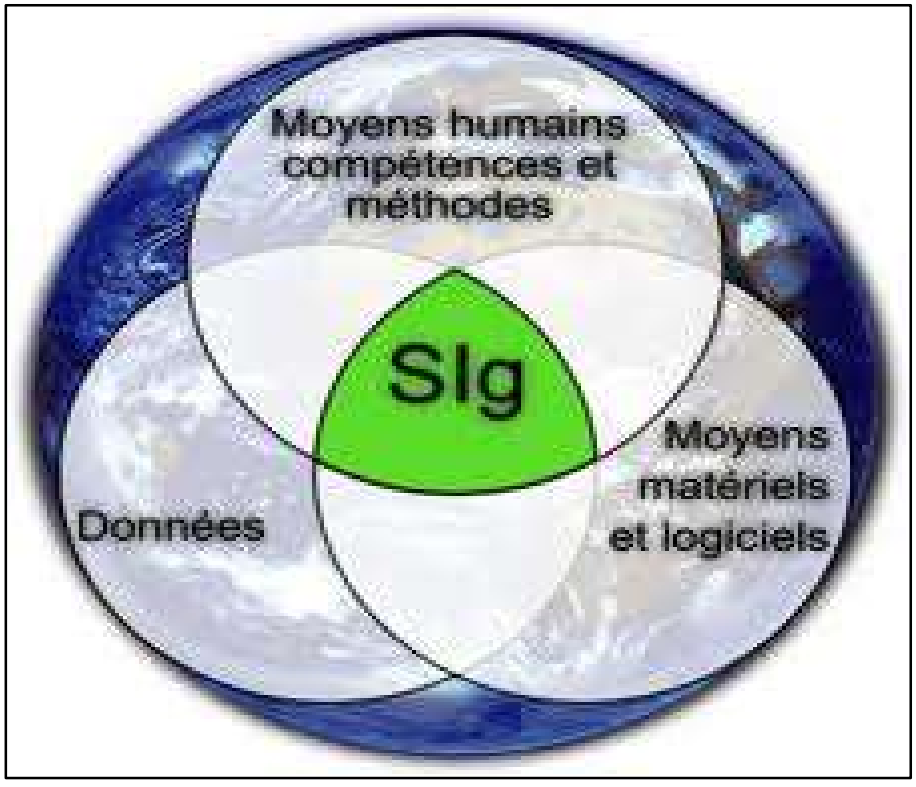
[2] https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis

2- مفاهيم رئيسية ومصطلحات:(Key Concepts and Terminology)[3]:

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

نظام المعلومات الجغرافية (GIS)هو وسيلة تعتمد أساساً على استخدام الحاسوب في تجميع ومعالجة وعرض وتحليل البيانات المرتبطة بمواقع جغرافية كما هو موضح في الشكل رقم 1، لاستنتاج معلومات ذات أهمية كبيرة، في اتخاذ قرارات مناسبة. وتستخدم هذه النظم بواسطة الأفراد المؤهلين، لحل مشاكل التعامل مع البيانات والمعلومات الخاصة بمجالات التنمية المختلفة.

وتتضمن تقنيات نظم المعلومات الجغرافية العمليات المعتادة لقاعدة البيانات Data Base مثل: الاستفسار، والتحليل الإحصائي، بالإضافة إلى التصور، والتحليل الجغرافي المميز، الذي توفره الخرائط.



شكل 1 : صورة تعبر على مفهوم نظام المعلومات الجغرافية (GIS)

[3] https://gisgeography.com/map-projections/

2-2- مكونات نظام المعلومات الجغرافية:(Components of GIS)

تتيح مرونة نظام المعلومات الجغرافية تطبيقه في مجالات عديدة، حيث يوفر رؤى مكانية ويسهل اتخاذ القرارات المنيرة عبر مجموعة واسعة من التخصصات.

يتكون نظام المعلومات الجغرافية (GIS) من عدة مكونات رئيسية كما هو موضح في الشكل رقم 2 اذناه، تعمل هذه الأخيرة معًا لالتقاط وتخزين وتحليل وتصور البيانات المكانية. تشمل المكونات الرئيسية لنظام المعلومات الجغرافية ما يلي:

- الأجهزة(Hardware) :

يتضمن ذلك الأجهزة الفعلية المستخدمة لجمع ومعالجة وتخزين وعرض المعلومات الجغرافية. قد تشمل مكونات الأجهزة الكمبيوترات والخوادم وأجهزة الجي بي إس والماسحات الضوئية والطابعات وغيرها من الأجهزة الطرفية.

- البرمجيات(Software) :

يعتبر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية مجموعة من البرامج والتطبيقات المستخدمة لأداء مختلف المهام في نظام المعلومات الجغرافية. يشمل ذلك برامج إدخال البيانات والتحليل والتصور والإخراج. ومن امثلة هذه النظم الجغرافية ArcGIS، QGIS... الخ

- البيانات (Data):

البيانات هي مكون أساسي في نظام المعلومات الجغرافية، وتأتي في نوعين رئيسيين:

- البيانات المكانية: تمثل الموقع الجغرافي وشكل المعالم على سطح الأرض. وتشمل النقاط والخطوط والمضلعات والصور النقطية.
- البيانات السماتية: تحتوي على المعلومات المرتبطة بالمعالم المكانية، وغالبًا ما تخزن في جداول. توفر هذه البيانات تفاصيل مثل الأسماء والسكان أو الخصائص الأخرى.

- **الأشخاص**:**(People)**

يشمل نظام المعلومات الجغرافية الأفراد الذين يتمتعون بخبرة في الجغرافيا، وعلم الخرائط وعلوم الحاسوب، ومجالات التطبيق المختلفة. يساهم هؤلاء المتخصصون في تصميم وتنفيذ واستخدام تكنولوجيا نظام المعلومات الجغرافية.

- **الأساليب/الإجراءات(Methods/Procedures) :**

تشمل أساليب نظام المعلومات الجغرافية العمليات والإجراءات المستخدمة لجمع وتحليل وتفسير البيانات المكانية. عن طريق جمع البيانات (مثل نظام تحديد المواقع العالمي والاستشعار عن بُعد)، وتقنيات التحليل، وأساليب التصور.

- **الشبكات والاتصالات(Networks and Communication):**

يعتمد نظام المعلومات الجغرافية غالبًا ما على شبكات الاتصالات لمشاركة وتوزيع المعلومات المكانية. يشمل ذلك الاتصال بالإنترنت للخرائط، ومشاركة البيانات، فضلاً عن الشبكات المحلية للتعاون بين المستخدمين.

- **المعايير(Standards)**:

تعتبر المعايير أساسية لضمان التوافق والاتساق في نظام المعلومات الجغرافية. تحدد المعايير كيفية تنظيم البيانات المكانية وتبادلها ومشاركتها. ومن امثلة ذلك (مثل ملفات الشكل) وبروتوكولات تبادل البيانات.

- **السياسات واللوائح (Policies and Regulations):**

يتأثر تنفيذ نظام المعلومات الجغرافية بالسياسات واللوائح التي تحكم جمع البيانات ومشاركتها واستخدامها. يتم بمعالجة مخاوف الخصوصية وملكية البيانات والاعتبارات الأخلاقية من خلال السياسات لضمان ممارسات نظام المعلومات الجغرافية بمسؤولية.

- ضبط الجودة (Qualité Control):

من المهم و بشكل كبير ضمان دقة وموثوقية البيانات المكانية، يتضمن ضبط الجودة و التحقق من البيانات، الحفاظ على البيانات الوصفية، وتنفيذ الإجراءات لتحديد الأخطاء وتصحيحها.

شكل 2 : مكونات نظام المعلومات الجغرافية:(Components of GIS)

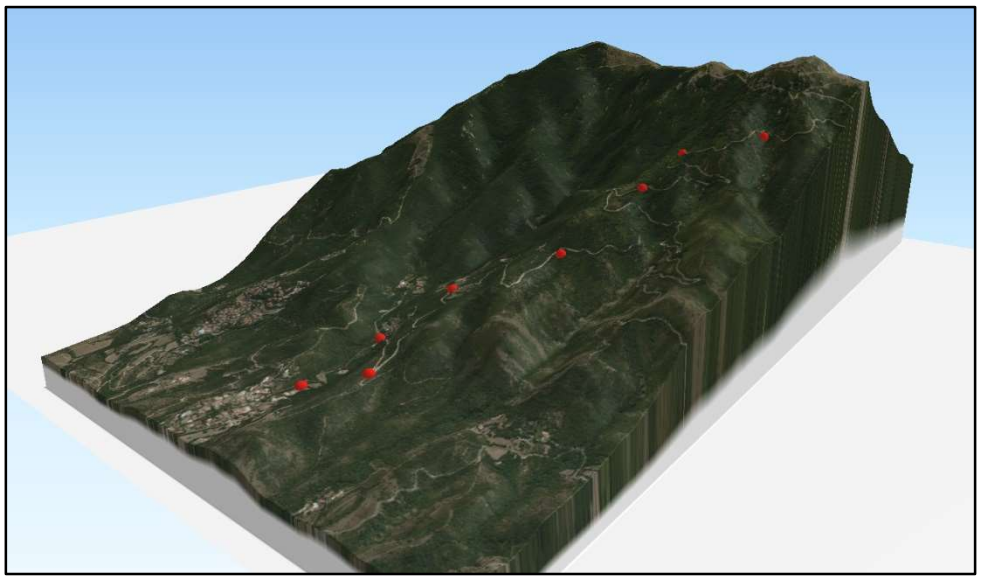
2- إسقاط الخريطة:[i](Cartographic Projections)

3-1- تعريف النموذج الرقمي للميدان:(MNT)

النموذج الرقمي (MNT)، للميدان كما هو موضح اذناه شكل رقم3. كما تم تعريفه من قبل الأستاذ تشارلز إل. ميلر من معهد تكنولوجيا ماساتشوستس في فترة 1955-1960، هو تمثيل إحصائي وحاسوبي لتضاريس منطقة جغرافية معينة. يتم بناؤه باستخدام إحداثيات (X ,Y ,Z)

لعدد كبير من النقاط المحددة ويمكن أن يتكون من بيانات نقطية (نقاط مسجلة)، خطية (خطوط المستويات)، أو سطحية (أوجه)، أو حتى على شكل شبكة نقطية (خلايا)[4].

جودة النموذج الرقمي للميدان (MNT)تعتمد مباشرة على فاصل الشبكة ومصدر البيانات التي يتم إنشاؤها منها. يختلف عن النموذج الرقمي للارتفاع (DEM)، الذي يمثل التربة السطحية بما في ذلك المباني والنباتات والبنية التحتية للطرق.



شكل 3 : النموذج الرقمي للميدانMNT En 3D

3-2- النماذج الرقمية المختلفة (The Different Digital Models):

هناك العديد من أنواع النماذج الرقمية على الأرض، بما في ذلك النموذج الرقمي للميدان (MNT)، والنموذج الرقمي للسطح(MNS) ، والنموذج الرقمي للارتفاع(MNA) والنموذج الرقمي للارتفاع.(MNE)

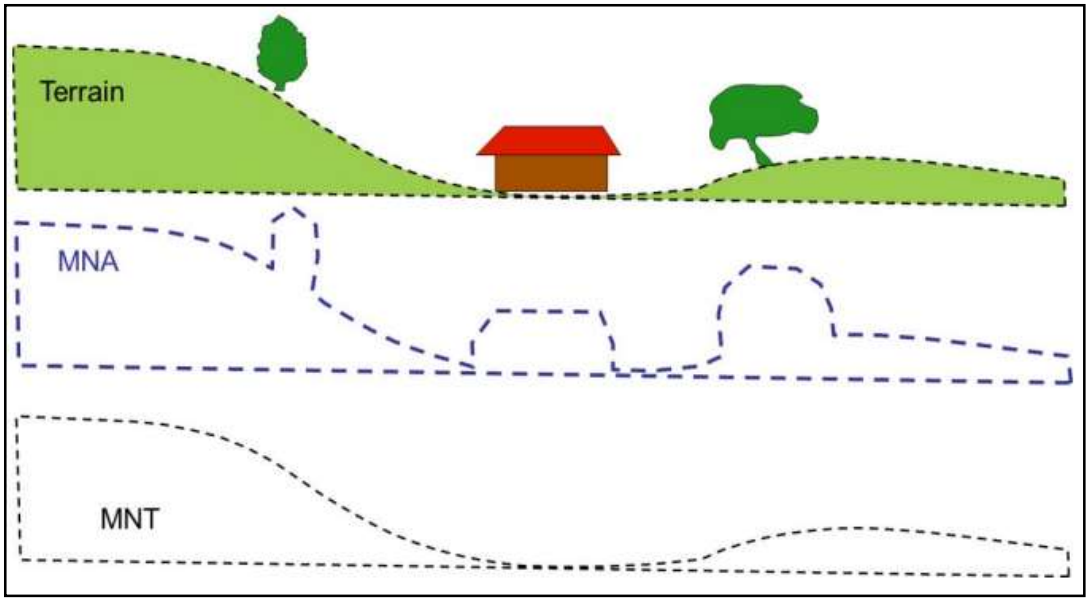
[4] H. M. S. e. I. I. M. sani, Elaboration d'un modèle numérique d'élévation pour le Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib Ain Témouchent, Ain-Temouchent, 2016/2017.

ا) النموذج الرقمي للميدان (MNT)

هو تمثيل إحصائي لارتفاع الأرض الشاغرة، بينما يصف النموذج الرقمي للسطح (MNS) السطح الفعلي للأرض، بما في ذلك المباني والنباتات وغيرها من العناصر التي تغطي الأرض في وقت القياس.

النموذج الرقمي للارتفاع (MNE) ضروري لتنفيذ التصحيحات الهندسية والإشعاعية للميدان على صور التحليل عن بُعد.

يتضمن النموذج الرقمي للارتفاع (MNA) ارتفاع المباني والأشجار والنباتات وغيرها من الكائنات السطحية. تُمكن النماذج الرقمية أيضًا من إنشاء خطوط مستوى ونماذج تضاريس لتسهيل التحليل كما هو موضح في شكل رقم 4.



شكل 4 : الفرق بين النموذج الرقمي للميدان MNT والنموذج الرقمي للارتفاع MNA

ب) نماذج السطوح(MNS):

تمثل نماذج السطوح تغييرات الخصائص الجيولوجية والهيدروجيولوجية باستخدام أساليب التكامل المكاني. كما تسمح بإنشاء سطوح مستمرة ومنتظمة.

3-4 أهمية ومجالات تطبيق النماذج الرقمية للميدان (MNT)

أصبحت النماذج الرقمية للميدان (MNT)أمراً لا غنى عنه في تصميم وتنفيذ العديد من المشاريع، حيث توفر الوقت بدقة كبيرة. تُستخدم لحساب الميل، العرض، الظلال، تدفقات المياه، المساحات، الأحجام، طبقات التضاريس، البنية التحتية والتركيبات بالإضافة إلى إنشاء خرائط الارتفاع والتصحيحات الهندسية للتصوير الجوي أو الصور الفضائية، وتحليلات الميدان في علم الأشكال الجيولوجية والجيوفيزيائية، ونماذج الأرض الثلاثية الأبعاد واستخراج معالم التضاريس، ورسم المقاطع الطبوغرافية بالإضافة إلى ذلك، فهي في أساس أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) وأنظمة الموقع العالمي.(GPS)

يمكن أيضًا استخدام النماذج الرقمية للميدان (MNT) لمحاكاة الطيران وتحديد مسارات الطيران. وأخيرًا، فهي تسمح بتصور وتخطيط رحلات الطيران الثلاثية الأبعاد وتلاعب التضاريس بشكل كمي. وتكون النماذج الرقمية للميدان (MNT) مفيدة بشكل خاص في المناطق الصعبة الوصول، حيث تسمح بإعداد خطط دقيقة دون الحاجة إلى التنقل.

3-4-1-أنماط البيانات المستخدمة في وحدة النموذج الرقمي للميدان في خرائط وبيانات

تقنية النموذج الرقمي للميدان (MNT)يمكن استخدامها لتخزين البيانات الجغرافية.

يمكن تخزين البيانات بصيغة ناقلة أو نقطية، على شكل شبكة من النقاط المعروفة مع جداول بيانات مرتبطة بكل نقطة، أو كصورة متناهية الصغر ذات إشارة جغرافية، حيث تمثل لون كل بكسل قيمة.

يستخدم وحدة خرائط وبيانات MNT بتنسيق Raster TIFF مع إشارة جغرافية. من الضروري أن يكون الإسقاط الجغرافي ووحدة الإحداثيات لـ MNT مناسبة لمنطقة خريطتك لتمكين استخدام البيانات بشكل فعال. مع وحدة النموذج الرقمي للميدان، يمكنك استيراد MNT Raster TIFFوحساب البيانات المقابلة لكل نقطة أو كائن في الخريطة. يمكن أن تأخذ هذه البيانات شكل قيمة البكسل فوق الذي تقع عليه النقطة، أو متوسط أو ميداني للبكسل في نطاق حول النقطة.

3-4 -2- أنواع مختلفة من البيانات :

تتيح لك وحدة النموذج الرقمي للميدان للوصول إلى ثلاثة أنواع من البيانات: بيانات النقطة المركزية، التي تمثل قيمة البكسل مباشرة فوق النقطة أو مركز الكائن؛ بيانات المتوسط، التي تمثل القيمة المتوسطة لجميع البكسل داخل نطاق محدد حول النقطة أو مركز الكائن؛ وبيانات الوسيط، التي تمثل القيمة الوسيطة لجميع البكسل داخل نطاق محدد حول النقطة أو مركز الكائن. يمكن استخدام هذه البيانات لإنشاء خرائط بمقياس كبير ولتحليل وتصور البيانات المكانية.

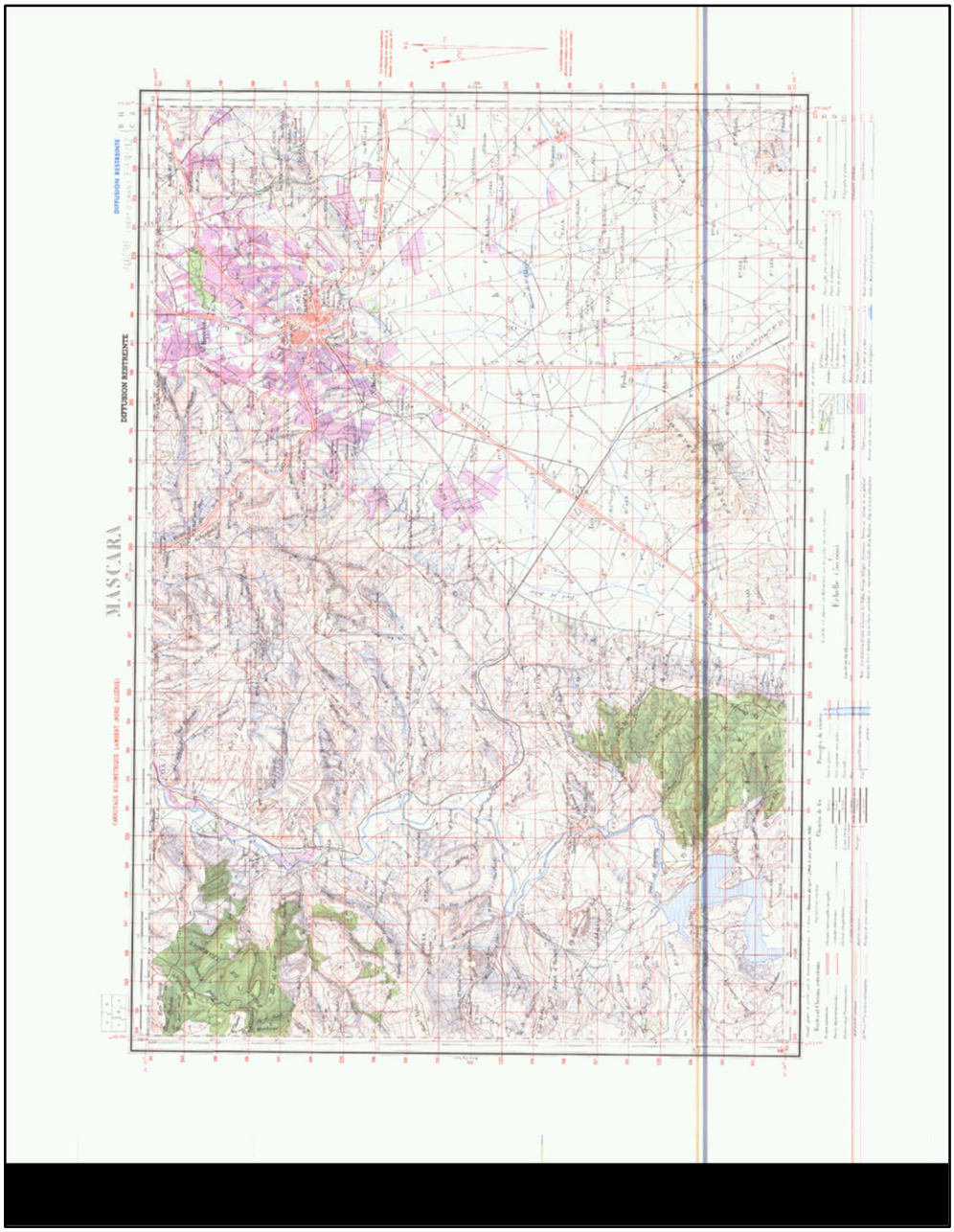
3-5- الخرائط المستمدة من الـMNT :

يمكن استخدام التثليث ديلاوني لإنشاء خرائط ثلاثية الأبعاد بأي نوع من التصور: خرائط الميل، خرائط الارتفاع، خرائط الجغرافيا (خطوط المستويات)، خرائط الرؤية المتبادلة، حسابات الحجم والمساحة، خرائط الأزايموث، خرائط التعرض (الأزايموث + الميل) وقطع العرض (المقاطع الطولية أو العرضية)، وأكثر من ذلك بكثير.

3-6- مصدر الـMNT :

3-6-1- بطاقة الخريطة طوبوغرافية (Carte d'état-major) :

تعتبر بطاقة الخريطة العسكرية خريطة طوبوغرافية مفصلة تستخدم لأغراض عسكرية. غالبًا ما يتم إنشاؤها بواسطة خدمة الخرائط العسكرية وتقدم معلومات دقيقة عن التضاريس والطرق ومجاري المياه والغابات والمباني وعناصر أخرى من المناظر الطبيعية كما هو موضح في الشكل رقم 5 ادناه.



شكل5 : الخريطة طبوغرافية مقياسها 1/ 50000 لولاية معسكرمن الإصدار القديم Map of the General Staff of masscara

تُستخدم بطاقات الخريطة العسكرية غالبًا في تخطيط العمليات العسكرية والملاحة البرية والاستطلاع.

ترتبط عبارة "بطاقة الخريطة الطوبوغرافية" بشكل خاص بفرنسا، حيث قام المعهد الجغرافي الوطني الفرنسي (IGNF) بإنتاج هذه الخرائط ابتداءً من القرن التاسع عشر. تشتهر بطاقات الخريطة العسكرية الفرنسية بمقياسها التفصيلي البالغ 1/25.000 الذي يتيح تمثيل التضاريس بدقة كبيرة. تُستخدم على نطاق واسع من قبل المتنزهين والجغرافيين وعلماء الاثار وغيرهم من الأشخاص الذين يحتاجون إلى معرفة مفصلة بالمناظر الطبيعية.

غالبًا ما تكون بطاقات الخريطة العسكرية متاحة في المكتبات المتخصصة و معدات الرياضات في الهواء الطلق أو عبر الإنترنت.

3-6-2- مهمة الـ SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) :

هي مهمة فضائية قامت بها وكالة ناسا باستخدام بيانات الرادار للحصول على معلومات حول التضاريس والطبوغرافيا في منطقة جغرافية معينة.

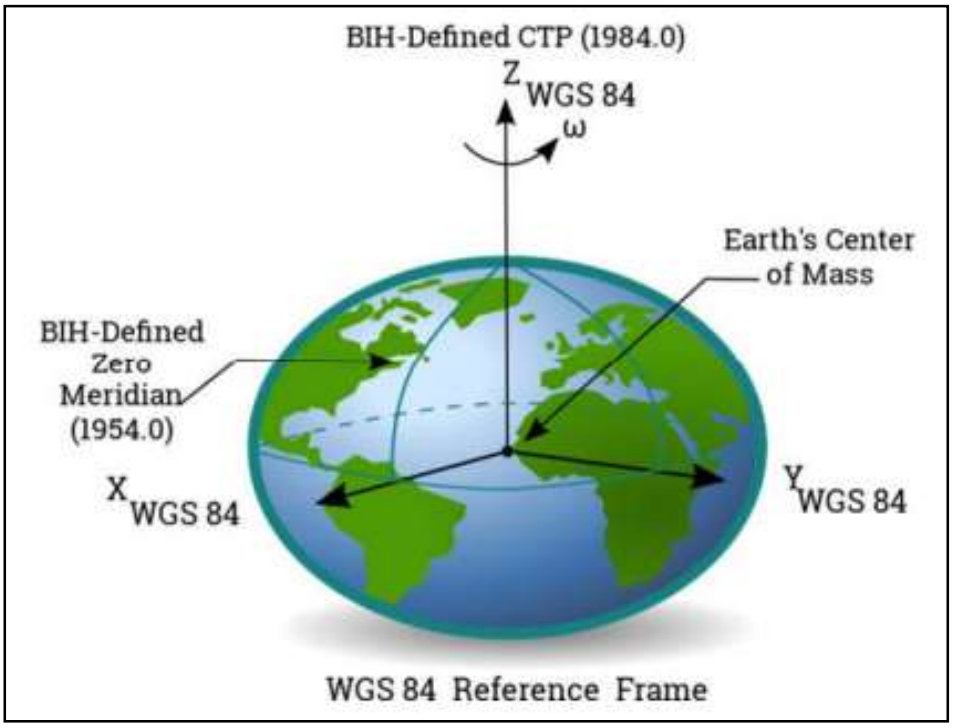
ثم يتم تحويل البيانات إلى نماذج رقمية للميدان (MNT) ، والتي تستخدم في العديد من التطبيقات، بما في ذلك تقييم المخاطر وتخطيط البنية التحتية والرسم العام.

3-8- نظام التحديد الجيوديزي لشمال الصحراء 1959: (North Sahara 1959 Geodetic System) :

تم إنشاء نظام الإحداثيات لشمال الصحراء بواسطة المعهد الجغرافي الوطني الفرنسي (IGNF) في الخمسينيات لصالح الجزائر. يستخدم لقياس المسافات والزوايا على الخريطة. يتضمن هذا النظام عدة عناصر: إسقاط UTM (تحويل ميركاتور العالمي المتعرج)، ونظام الوحدات (متر أو قدم)، والقطب الكروي المرجعي (كلارك 1880 بالإنجليزية)، وموقع الأصل وخصائص الشبكة الجيوديزية. هذا النظام مفيد جدًا لإجراء الحسابات والتصورات على الخرائط. كما يسمح أيضًا بتحديد موقع نقطة على الخريطة وحساب المسافات بين نقطتين. وأخيرًا، يوفر قاعدة بيانات للتطبيقات الجغرافية الرقمية.

3-8-1- نظام WGS84 (The WGS84 reference system) :

يوفر نظام تحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية GPS للمستخدم موقعه (x، y، z) WGS84أو (λ، ϕ، h) WGS84في كل لحظة. لهذا الغرض، يعمل نظام WGS84 (النظام الجيوديزي العالمي 84) كمرجع عالمي وهو مصمم خصيصًا لتلبية احتياجات نظام الجيوديزي عالمي. يتيح هذا المرجع حساب المسافة بين النقاط وتحديد الموقع الدقيق لكل نقطة في الفضاء كما هو موضح في شكل رقم 6 .



شكل 6 : نظام الإحداثيات الجيوديزي العالمي WGS84

يحدد نظام WGS 84 نظامًا جيوسنتريًا للإحداثيات الكارتيزية (Z ,Y,X)، حيث تكون الأصل مركز الجاذبية للكتل الأرضية، ويمر المحور Z عبر القطب الشمالي الفلكي (محور دوران الأرض)، ويكون المحور X تقاطع خط الاستواء وخط غرينتش، ويكون المحور Y محورًا مباشرًا. لاستخدام الإحداثيات الجغرافية GPS، هناك برامج للتحويل بين أنظمة الإحداثيات المختلفة (WGS84 وشمال الصحراء 1959).

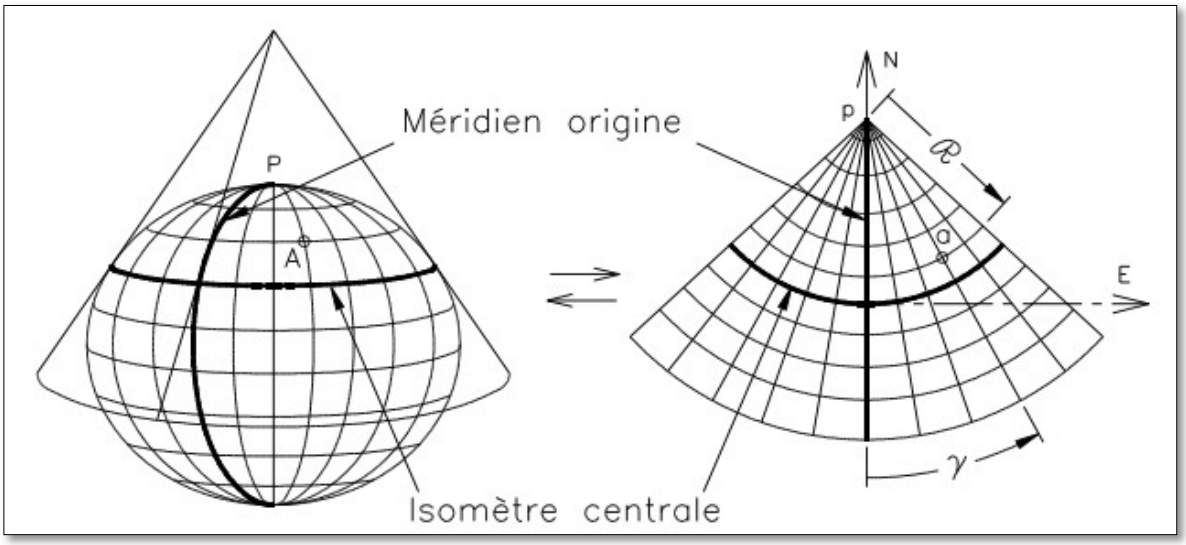
في حالة نظام المعلومات الجغرافية (SIG)، يجب تحديد طبقات المعلومات في نفس النظام وتتيح برامج SIG تحويل بين الأنظمة المختلفة (WGS8)، شمال الصحراء 1959، إلخ

وللحصول على نتائج موثوقة يجب العمل بمعلومات تكون متناسقة ودقيقة.

3-9- الإسقاطات الجغرافية المستخدمة في الجزائر:

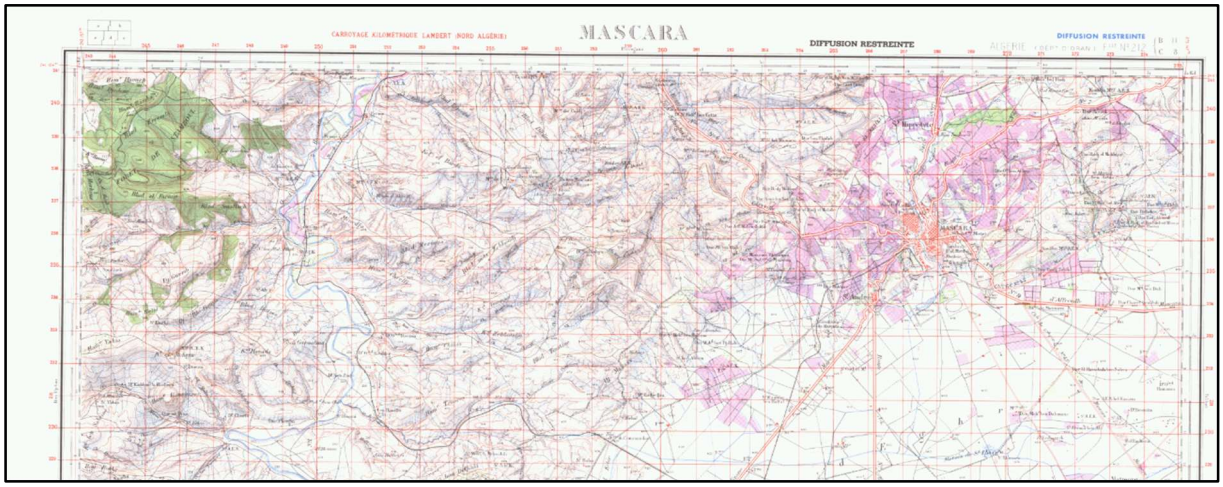
3-9-1- اسقاط لا مبرت (Lambert Projection):

تم استخدام الإسقاط المتوافق المخروطي لامبرت لرسم الخرائط في الجزائر بمقياس 1:50،000 من عام 1943 إلى 1960. (شكل رقم 7و8 موضح ذالك)



شكل 7: الإسقاط المتوافق المخروطي المستقيم لامبرت.

يتميز بشبكة من المربعات باللون الأحمر تُسمى "شبكة لامبرت" والتي تحدد مربعًا بجانبه بمسافة كيلومتر واحد. يُمكن من هذا النظام تحديد التفاصيل الأفقية والرأسية بشكل أسهل.



شكل 8 : مقتطف من الخريطة 1/50000 معسكر الإصدار القديم؛ إسقاط لامبرت VLU

تم اعتماد الإسقاط لامبير الشمال للجزائر (Voirol) للخرائط القديمة للجزائر.

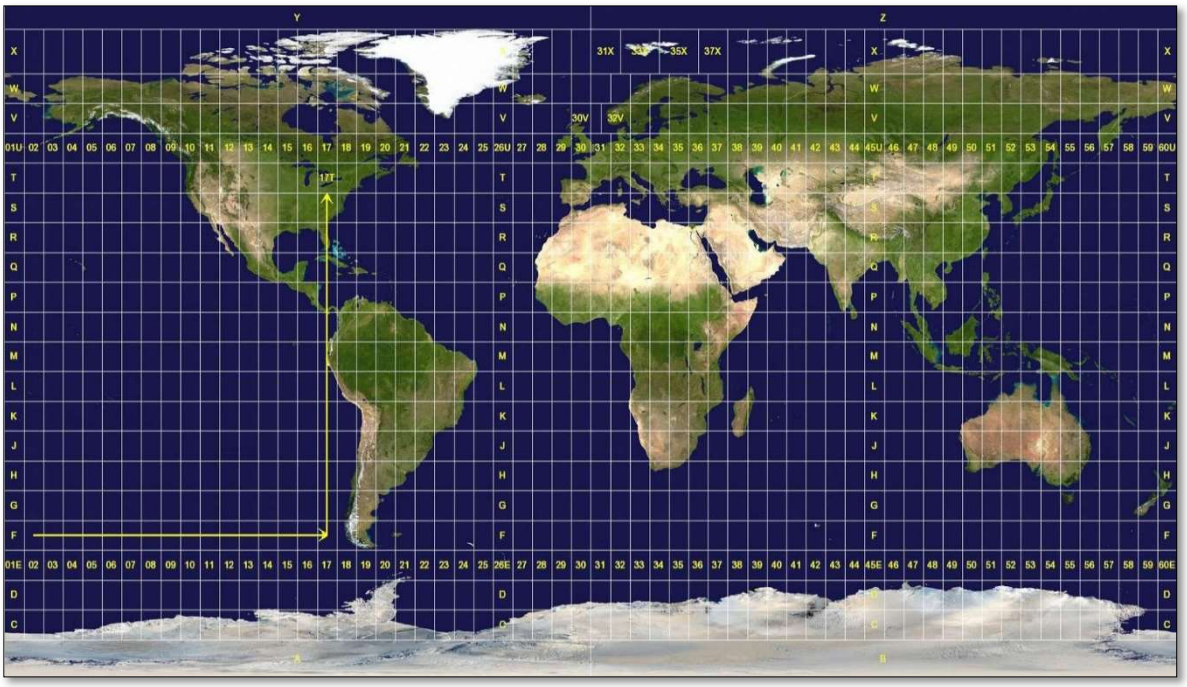
3-9-2- الإسقاط الجغرافي العالمي للمرسوم الترانسفير العالمي UTM Projection :

الإسقاط المركاتور، الذي يعود إلى عام 1569، يظهر تشوهات كبيرة عند اقتراب من القطبين ويقسم العالم إلى 60 منطقة زمنية. كل منطقة زمنية تغطي 6 درجات من خط الطول والإحداثيات المستطيلة يعبر عنها بالأمتار أو الكيلومترات (الشكل رقم 9).

Mode de définition	sécante
Ellipsoïde	Clarke 1880 Anglais
Demi-grand axe (a)	6378249.1453 mètres
Aplatissement (f)	293.465000 mètres
Méridien origine	Lambert Algérie
Longitude du méridien origine	3 grades Est de Greenwich

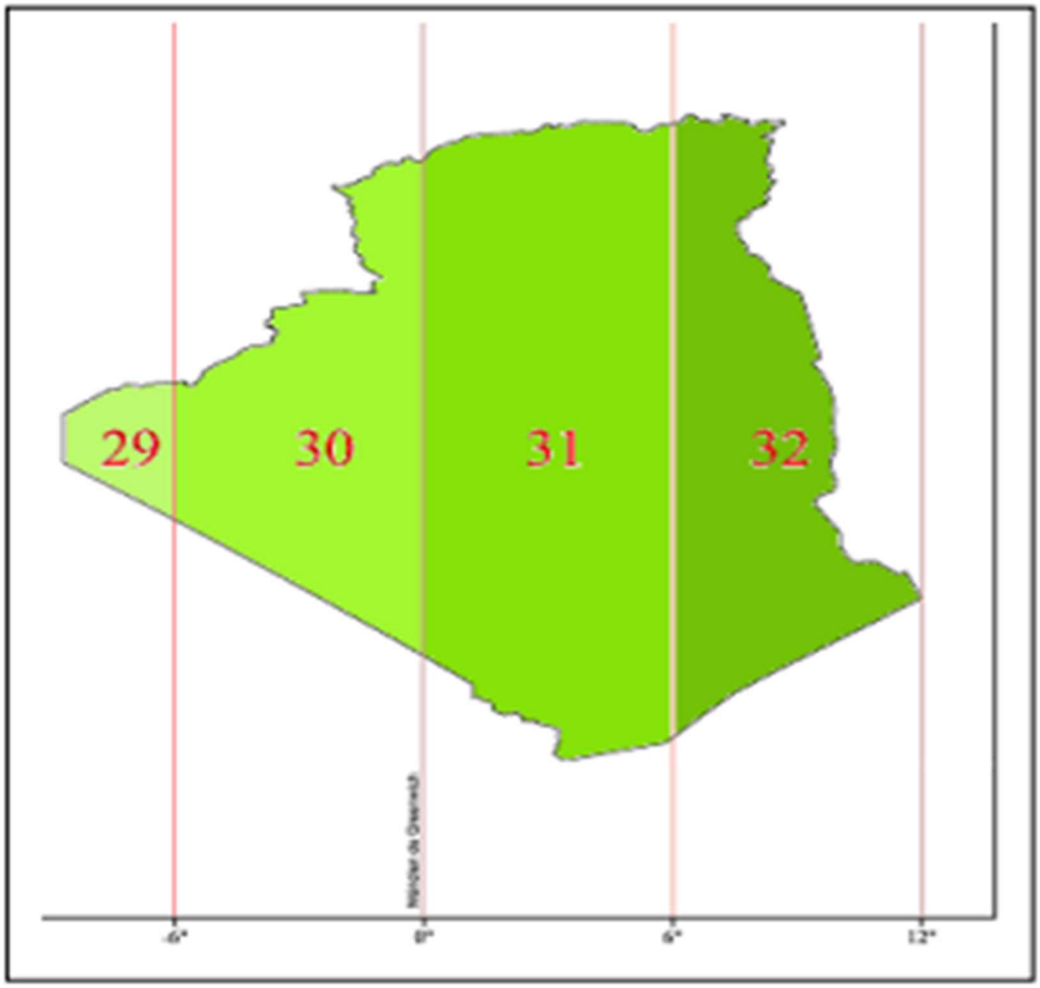
Nom de la projection	Lambert Nord-Algérie Voirol 1960
X_0	500135
Y_0	300090
Unité linéaire	Mètre (système international)
Longitude origine	0 grades
Latitude origine	40 grades Nord
Facteur d'échelle	0.999625769
Unité angulaire	grades

شكل 9 : معالم الإسقاط la projection LAMBERT VLU



شكل 10 : تقسيم الكرة الأرضية الخرائطي وفق الإسقاط الجغرافي العالمي للترانسفير

في الجزائر، يتم استخدام الإسقاط الجغرافي العالمي للترانسفير (UTM) حاليًا، ويغطي كل منطقة 6 درجات من خط الطول. كما يضم اربعة مناطق زمنية:(Fuseau) الرقم 29، والرقم 30، والرقم 31، والرقم 32، مما يعني وجود 4 مناطق (Fuseau)كما هو موضح في الشكل رقم (10 و11).



شكل 11 : توزيع مناطق الزمن (fuseaux horaires) في الجزائر

- Fuseau n°29 : de-12° à -6°
- Fuseau n°30 : de -6° à 0°
- Fuseau n°31 : de 0° à 6°
- Fuseau n°32 : de 6° à 12°

3-9-3- تحويل بين WGS 84 وشمال الصحراء (Transformation entre le WGS 84 et le Nord-Sahara):

لتحويل الإحداثيات المستمدة من تحديد المواقع بواسطة نظام تحديد المواقع العالمي WGS 84إلى النظام المحلي الخاص بشمال الصحراء النافذ، يجب معرفة معالم التحويل. يتم تحديد هذه المعالم استنادًا إلى مجموعة من النقاط الجيوديزية المزدوجة المعروفة في كلا النظامين والنموذج الثلاثي الأبعاد المستخدم هو نموذج **هيلمرت** أو **بورسا وولف** ذو السبع معالم.

- المعلمات اللازمة للتحويل من WGS 84 إلى شمال الصحراء هي (شكل رقم 12 ادناه)

Translation en X [m]	**209.362198**
Translation en Y [m]	**87.816200**
Translation en Z [m]	**-404.619830**
Rotation en X [sec]	**-0.00461215**
Rotation en Y [sec]	**-3.47842207**
Rotation en Z [sec]	**-0.58048472**
Correction sur le facteur d'échelle [ppm]	**1.4547220**

شكل 12: معلمات الانتقال من WGS 84 إلى شمال الصحراء

يُعتبر انحراف معيار هذا التحديد، الذي يبلغ 0.9288 متر، مقبولاً لأغراض عمليات الرسم البياني.

4- **الاتجاهات والتطورات الحالية**: (Current Trends and Developments) **:**

4-1- نظام معلومات جغرافية مُستند إلى السحابة: (لوحة تحكم GIS):

تأثرت نظم المعلومات الجغرافية بشكل كبير بتطور الحاسوب السحابية، مما سمح بتخزين البيانات المكانية ومعالجتها وتحليلها بشكل مرن وقابل للتوسع.

اكتسبت منصات مثل ArcGIS Online وGoogle Earth Engine وغيرها شعبية كبيرة لتطبيقات GIS على الويب.

4-2- البيانات الضخمة والتحليلات:(Big Data and Analytics)

بات هناك تركيز متزايد على تحليل البيانات الكبيرة في نظم المعلومات الجغرافية بفعل زيادة حجم البيانات المكانية التي يتم إنشاؤها من قبل الأقمار الصناعية والأجهزة الاستشعارية كما اصبح استخدام الأدوات والتقنيات اللازمة للتعامل مع مجموعات البيانات الكبيرة وتحليلها بكفاءة أمرًا أساسيًا.

4-3- التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي (Machine Learning and AI) :

اصبح التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي له دور في انتشار نظم المعلومات الجغرافية بشكل كبير. يتم استخدام هذه التقنيات لتصنيف الصور والتعرف على الأنماط والنماذج التنبؤية وتطبيقات أخرى لاستخلاص الرؤى من البيانات المكانية.

4-4- نظم المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد والواقع الافتراضي:

اصبحت القدرة على استخدام نظام المعلومات الجغرافية وفقا نموذج وتصور ثلاثي الابعاد أكثر تطورًا، يتم ذلك باستخدام الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) بشكل متزايد لتجارب مكثفة في المعلومات الجغرافية واتخاذ القرارات.

4-5- نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر (Open Source GIS) :

يستمر استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية مفتوحة المصدر مثل QGIS و GDAL على نطاق واسع ولديه مجتمع قوي من المطورين. توفر هذه الأدوات بدائل قوية لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية التجارية.

4-6- خرائط الويب وواجهات برمجة التطبيقات (APIs)(Web Mapping and APIs) :

أصبح تطبيق الخرائط على الويب وواجهات برمجة التطبيقات (APIs) جزءًا أساسيًا من نظم المعلومات الجغرافية. حيث تمكّن المنصات مثل Mapbox وLeaflet وOpenLayers من تطوير خرائط تفاعلية وقابلة للتخصيص على الويب.

4-7- تطبيق نظم المعلومات الجغرافية على الهواتف المحمولة (Mobile GIS):

أصبح تطبيق نظم المعلومات الجغرافية على الهواتف المحمولة يعرف أكثر استعمالا و تطورًا مما يتيح للعمال في الميدان جمع البيانات المكانية وتحديثها بسهولة وفي وقت زمني قصير خاصة باستخدام الهواتف الذكية والأجهزة اللوحية. وقد ساهم ذلك في تحسين دقة البيانات وكفاءتها في جمع البيانات الميدانية.

4-8- بنية البيانات المكانية (SDI) (Spatial Data Infrastructure):

الهدف من بنية البيانات المكانية (SDI) هو تسهيل مشاركة وتوافق البيانات المكانية عبر المؤسسات. وكأمثلة عن ذلك OGC (Open Geospatial Consortium) التي تلعب دوراً حاسماً في تعزيز التوافق بين أنظمة نظم المعلومات الجغرافية المختلفة.

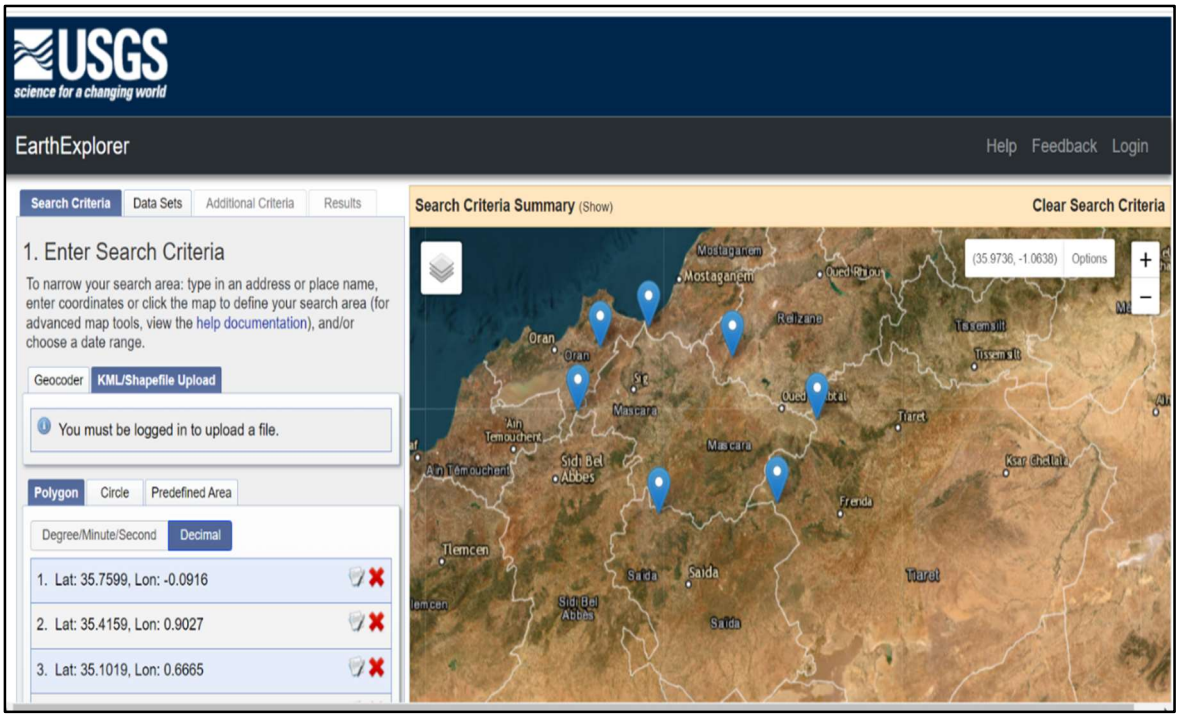
5- البيانات الجيومكانية (Geospatial Dat) :

5-1- مُزود بيانات جغرافية مجانية (Free Geospatial data provider) :

نعيش في عصر المعلومات، حيث نتعرض لكميات هائلة من البيانات يومياً. فيما يتعلق بمصادر بيانات نظم المعلومات الجغرافية المجانية، يبدو الأمر لا ينتهي .بعبارة أخرى: هناك العديد من مجموعات بيانات نظم المعلومات الجغرافية، ومن بينها هذه البيانات المجانية المقدمة هي الأفضل:

5-1-1- USGS Earth Explorer :هو منصة ويب تابعة للولايات المتحدة الأمريكية Earth Explorerتوفر مجموعة واسعة من الصور الفضائية والجوية، بالإضافة إلى منتجات بيانات جغرافية أخرى. يتيح للمستخدمين البحث وتصور البيانات وتنزيلها من مختلف مهام المراقبة الأرضية مثل Landsat و Sentinelو MODIS تدعم المنصة مجموعة واسعة من التطبيقات بما في ذلك مراقبة البيئة ورسم الخرائط للغطاء الأرضي وإدارة الموارد الطبيعية. يمكن للمستخدمين تحديد معايير البحث الخاصة بهم بناءً على الموقع والتاريخ ونوع الاستشعار وتنسيق البيانات لاسترداد مجموعة البيانات ذات الصلة. يُستخدم Earth Explorer بشكل واسع من قبل الباحثين والوكالات الحكومية والجمهور العام للوصول إلى البيانات[5].

[5] United States Geological Survey (USGS). (n.d.). EarthExplorer. fromhttps://earthexplorer.usgs.gov/



شكل 13:: واجهة USGS EarthExporer

❖ المزايا:

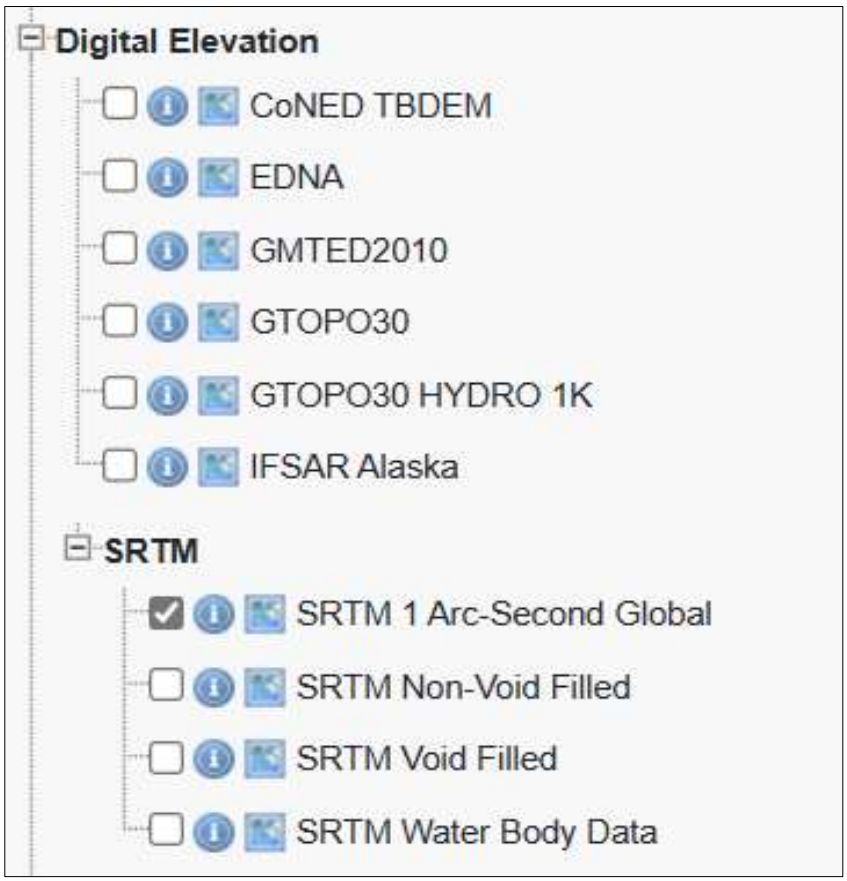
الصور الفضائية متوفرة على مستوى العالم وليست مقتصرة فقط داخل الولايات المتحدة .

واجهة المستخدم حديثة العهد وسهلة الاستخدام.

-أدوات تصور البيانات: تقدم المنصة أدوات مدمجة لتصور البيانات، مما يتيح للمستخدمين معاينة واستكشاف مجموعات البيانات قبل تنزيلها. يساعد هذا المستخدمين في تقييم جودة البيانات وملاءمتها لاحتياجاتهم.

- خيارات التنزيل: يوفر Earth Explorer خيارات تنزيل متعددة، بما في ذلك روابط التنزيل المباشرة، وقدرات التنزيل الجماعي، والقدرة على طلب البيانات على وسائط مادية لمجموعة البيانات الكبرى.

- دعم لتطبيقات متنوعة: البيانات المتاحة من خلال Earth Explorer تدعم مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك رسم الخرائط للغطاء الأرضي، ومراقبة البيئة، وإدارة الموارد الطبيعية، والاستجابة للكوارث، والبحث العلمي.

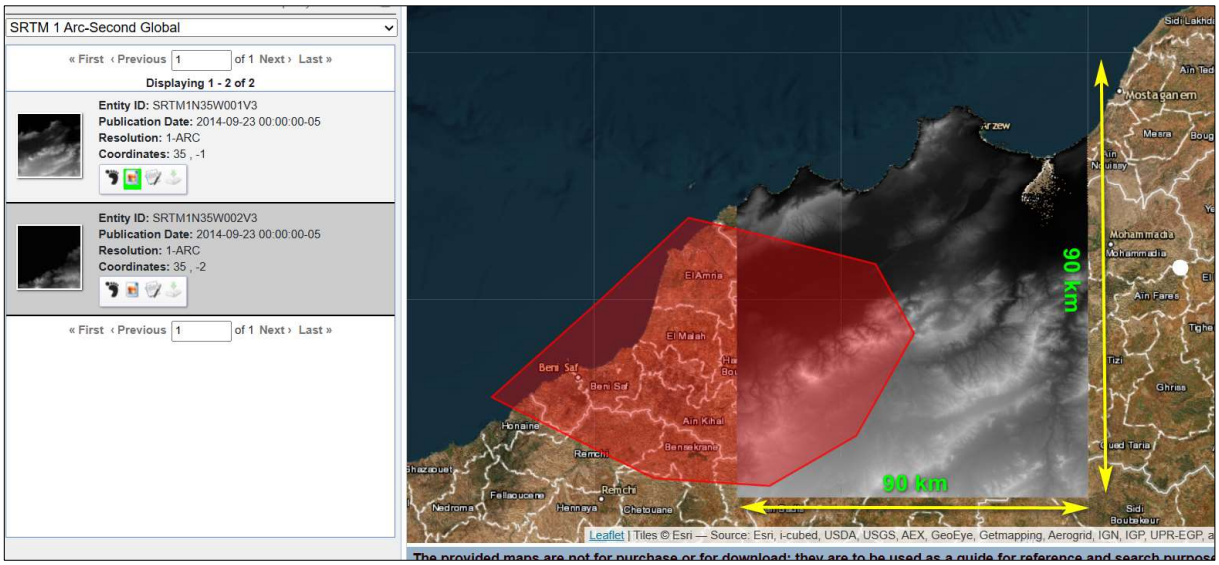


شكل14 : قائمة مصدر مجموعة البيانات DEM التي تقدمها (USGS) Earth explorer:

❖ **العيوب** :(Disadvantages)

ليست جميع أنواع هذه البيانات متاحة بشكل مجاني من قبل الولايات المتحدة الأمريكية للجيولوجيا(USGS) ، ومن المهم أن نلاحظ أن جميع البيانات لا تغطي الكرة الأرضية بأكملها. قد تختلف وفرتها وتغطيتها اعتمادًا على مجموعة البيانات المحددة ومصادرها.

لعيب الثاني يعود إلى قيود منطقة التغطية التي يغطيها كل ملف SRTM. على سبيل المثال كما هو موضح في الشكل أدناه (شكل رقم 15)، لتغطية منطقة او ولاية على سبيل المثال نحتاج على الأقل إلى ملفين. علاوة على ذلك، يجب أيضًا تقطيع المنطقة وفقًا للتقسيم الإداري.



شكل 15 : المساحة المغطاة بواسطة ملف SRTM (Earth explorer)

- لاندسات (Landsat,) وسنتينيل (Sentinel-2) وتغطية الأرض (land cover)
- نماذج الارتفاع الرقمية مثل ASTER التابعة لناسا و.SRTM

- **الصور الجوية:** صور جوية تم التقاطها بواسطة طائرات مزودة بكاميرات أو أجهزة استشعار عن بعد أخرى. توفر هذه النوعية من الصور دقة مكانية عالية وغالبًا ما تُستخدم لرسم الخرائط التفصيلية وتخطيط استخدام الأراضي وتقييم البنية التحتية.

- **نماذج الارتفاع الرقمية (DEM):** تمثيلات رقمية لسطح الأرض، تصور ارتفاع التضاريس والمعالم الطبوغرافية. تعتبر نماذج الارتفاع الرقمية أساسية لتحليل التضاريس ونمذجة المنحدرات ونمذجة المياه الهيدرولوجية وتصور المناظر الطبيعية بثلاثة أبعاد.

- **الرسوم الرقمية للخطوط:**(DLG)

- الحدود (الولاية، الفضاء، المدينة، الحدائق الوطنية)
- الهيدرولوجيا
- النقل (الطرق، الشوارع، السكك الحديدية)

- النقل (الأنابيب وخطوط الكهرباء)

- الرسوم البيانية الرقمية النقطية:(DRG)

- صور نقطية للخرائط الطوبوغرافية القياسية
- تم مسحها وتحديدها مكانيًا
- تشمل إطار الخريطة
- سمات البكسل
- قيم الألوان
- البيانات

5-2- مجموعات بيانات جيومكانية: مجموعات بيانات جيومكانية متنوعة تشمل الحدود الإدارية، والمعالم الهيدرولوجية، وشبكات النقل، والمعالم الثقافية. توفر هذه المجموعات معلومات مرجعية أساسية للتحليل المكاني، ورسم الخرائط، وتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية.(GIS)

6- صور الأقمار الصناعية المجانية من مصادر موثوقة:

6-1- أحدث صورة من الأقمار الصناعية تشبه العرض الجوي[6] *:*

- لاندسات (LANDSAT): بصمت، لاندسات تدور حول كوكبنا وتؤرشف الصور الفضائية التاريخية. منذ أقرب وقت، يتم تحميلها على Earth Explorer الخاص بالمعهد الجيولوجي الأمريكي.

- الأقمار الصناعية الجاسوسة(SPY SATELLITES): تخيل أن تتمكن من النظر إلى الوراء لأكثر من 50 عامًا في الماضي. كم يستحق ذلك؟ تم فك تصنيف صور الأقمار الصناعية الجاسوسة مثل CORONA على مر السنين وهي متاحة تمامًا للجمهور.

6-2- **الأرض الطبيعية (Natural Earth):**

[6] https://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/
Sources. By : GIS Geography. Last Updated: January 6, 2024

بيانات الأرض الطبيعية هي مجموعة بيانات في المجال العام تقدم بيانات خرائط ناقلة ورقمية على مقاييس مختلفة. تشمل تغطية عالمية للمعالم الجغرافية مثل السواحل والأنهار والحدود السياسية. تم تصميم مجموعة البيانات للاستخدام الخرائطي وتدعم إنشاء الخرائط للطباعة والويب وتطبيقات الوسائط المتعددة. تستخدم بيانات الأرض الطبيعية على نطاق واسع من قبل علماء الخرائط والمدرسين والباحثين لإنشاء خرائط عالية الجودة. تقدم معلومات جغرافية مفصلة ودقيقة مناسبة لمجموعة واسعة من أغراض الرسم البياني. البيانات متاحة بحرية ويمكن استخدامها وتعديلها وإعادة توزيعها دون قيود.

6-2- 1 - الأرض الطبيعية تنظم بياناتها إلى ثلاث فئات:

- المتجهات الثقافية (Cultural Vectors): ستجد مجموعة من البيانات الناقلة المخصصة بشكل خاص لمقاييس الخريطة المختلفة. على سبيل المثال، تشمل الميزات الثقافية التالية:

خطوط الحدود الإدارية (الدول، والولايات، والمقاطعات، والمدن، والمناطق الحضرية والمناطق المتنازع عليها) وسائل النقل (المطارات، والطرق، والسكك الحديدية، وموانئ البحر) خطوط جغرافية وشبكات خطوط الطول والعرض

6-2-2- البيانات الفيكتورية الطبيعية (Physical Vector Data):

تحتوي على مزيج من الميزات الطبيعية مثل المسطحات المائية، التضاريس، وملامح المحيط. على سبيل المثال، تتضمن ما يلي:

- المسطحات المائية (المحيطات، الأنهار، والبحيرات)
- التضاريس (قمم الجبال، الجزر الكبيرة والصغيرة)
- المحيط (السواحل، الشعاب المرجانية، وعمق المحيط)

❖ **مزايا:**

تحميل بيانات نظم المعلومات الجغرافية العالمية المجانية في المجال العام.

مدعوم من قبل جمعية معلومات الخرائط الشمالية الأمريكية (NACIS).

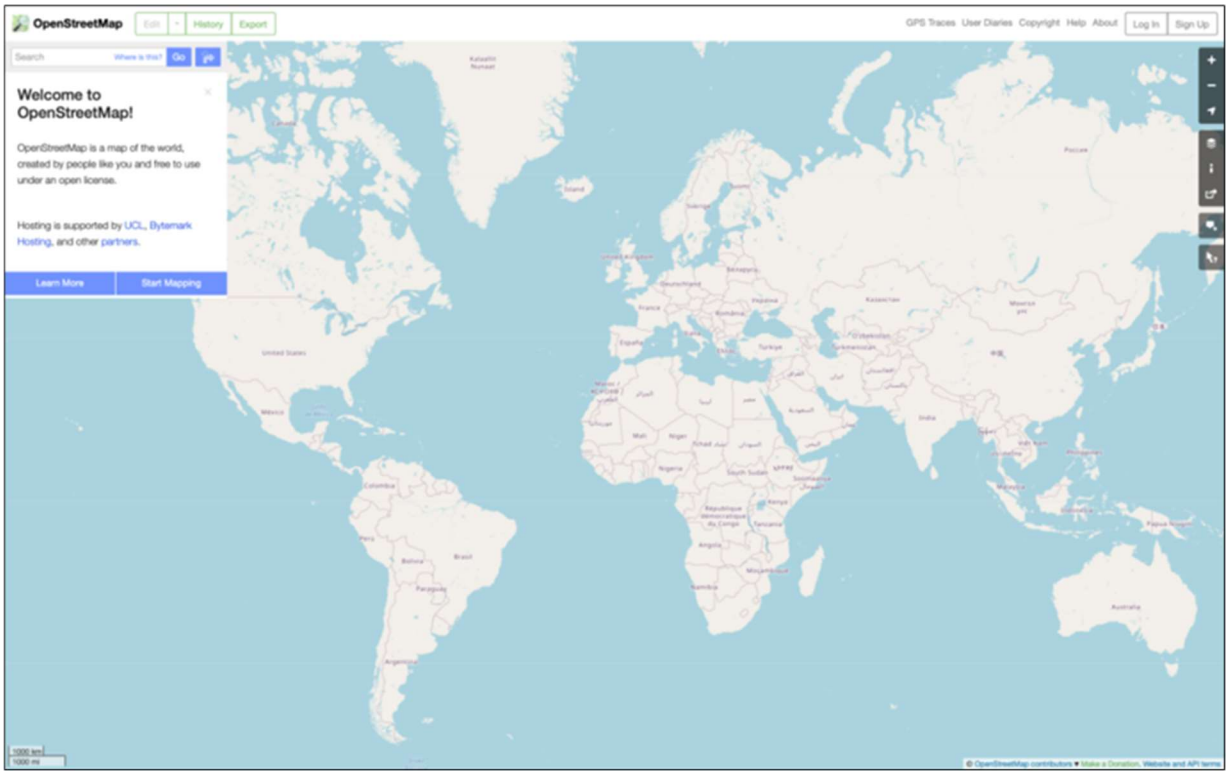
- تغطية عالمية (Global Coverage): توفر بيانات الأرض الطبيعية تغطية عالمية للمعالم الجغرافية، بما في ذلك السواحل، والأنهار، والبحيرات، والحدود السياسية، وتغطية الأرض، مما يجعلها مناسبة لمشاريع الخرائط في أي مكان في العالم.

- جودة متسقة (Consistent Quality): تحتفظ المجموعة بمستوى متسق من الجودة والدقة عبر مختلف المعالم الجغرافية والمقاييس، مما يضمن نتائج خرائطية موثوقة وجديرة بالثقة.

- سهولة الاستخدام (Ease of Use): بيانات الأرض الطبيعية سهلة الوصول إليها والاستخدام، مع توفر ملفات قابلة للتنزيل بتنسيقات متعددة (ملف الشكل، جيوجسون، نقطي) للتوافق مع مختلف برامج نظم المعلومات الجغرافية والخرائط.

6 -3- الخريطة المفتوحة (Open Street Map):

Open Street Map (OSM) هو مشروع تعاوني يقوم بإنشاء خريطة قابلة للتحرير ومجانية للعالم. يسمح للمستخدمين بعرض وتحرير واستخدام البيانات الجغرافية بطريقة تعاونية. على عكس الخرائط التقليدية، التي غالبًا ما تكون خاصة بالملكية ومقيدة في الاستخدام يوفر OSM وصولًا مفتوحًا إلى بيانا



شكل 16 : شكل الخريطة الفتوحة OpenStreetMap

6-3-1- كيف تعمل خرائط OpenStreetMap ؟

تعتمد OpenStreetMap على مساهمين متطوعين في جميع أنحاء العالم لجمع وتحديث بيانات الخريطة. يمكن للمستخدمين المساهمة من خلال إضافة أو تحرير المعالم مثل الطرق والمباني والمعالم البارزة باستخدام أدوات تحرير .OpenStreetMap ثم يتم التحقق من البيانات ودمجها في الخريطة، مما يضمن دقتها واكتمالها.

6-3-2- فوائد OpenStreetMap في تخطيط نظم المعلومات الجغرافية:

أحد الفوائد الرئيسية لـ OpenStreetMap هو أنه مجاني الاستخدام ومفتوح المصدر. وهذا يعني أنه يمكنك الوصول إلى بيانات الخريطة واستخدامها وتعديلها لأغراضك الخاصة دون أي تكلفة أو قيود ترخيص.

بالإضافة إلى ذلك، يتم صيانة وتحديث OpenStreetMap من قبل مجتمع عالمي من المتطوعين. وهذا يعني أن بيانات الخريطة تتحسن وتتطور باستمرار، مع إضافة تحديثات منتظمة وإضافات من قبل المساهمين في جميع أنحاء العالم.

بالإضافة إلى ذلك، يوفر OpenStreetMap تغطية واسعة للعالم، بما في ذلك رسم تفصيلي للمناطق الريفية والدول النامية. وهذا يجعله مصدرًا قيمًا لمشاريع تخطيط نظم المعلومات الجغرافية التي تتطلب بيانات جغرافية شاملة ومحدثة.

6-3-3- استخدام OpenStreetMap في تخطيط نظم المعلومات الجغرافية:

يمكنك الوصول إلى بيانات OpenStreetMap من خلال وسائل متعددة، بما في ذلك موقع OpenStreetMapعلى الويب، الذي يوفر الوصول إلى بيانات الخريطة من خلال واجهة تفاعلية. يمكنك أيضًا تنزيل بيانات OpenStreetMap الخام بتنسيقات متعددة، بما في ذلك XMLوGeoJSON.

تتوفر بيانات OpenStreetMap بتنسيقات متعددة متوافقة مع معظم برامج نظم المعلومات الجغرافية، بما في ذلك ArcGIS و .QGISوهذا يجعل من السهل دمج بيانات OpenStreetMap في مشاريع تخطيط نظم المعلومات الجغرافية الخاصة بك واستخدامها جنبًا إلى جنب مع مصادر بيانات أخرى.

تحتوي العديد من حزم برامج نظم المعلومات الجغرافية، مثلQGIS ، على دعم مدمج لبيانات OpenStreetMap، مما يتيح لك استيراد بيانات OpenStreetMap واستخدامها بسهولة في مشاريعك. وهذا يجعل من السهل دمج بيانات OpenStreetMap في سير العمل الخاص بتخطيط نظم المعلومات الجغرافية الخاص بك.

6-3-4- هيكل بيانات OpenStreetMap (OSM) :

حيث يستند هيكل البيانات على مفهوم أزواج القيمة الرئيسية المخصصة للعناصر الجغرافية.

إليك نظرة عامة أساسية:

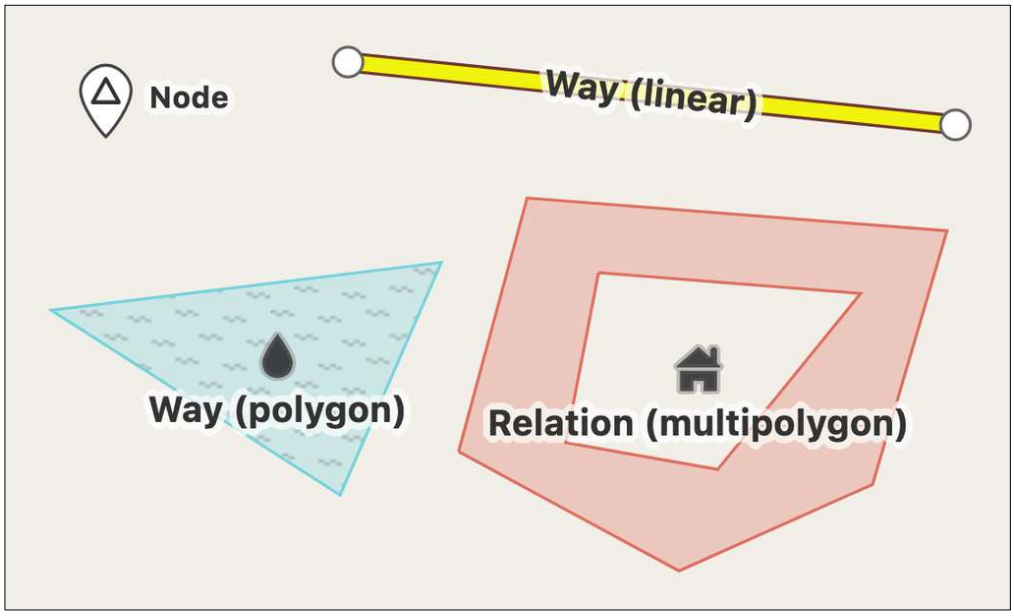
- العُقَد :(Nodes) تمثل نقاطًا فردية على الخريطة وتُعرف بإحداثياتها خطوط الطول والعرض. يمكن استخدامها لتحديد المواقع المحددة مثل المعالم أو نقاط الاهتمام.

- الطُرُق (Ways): الطُرُق هي قوائم مرتبة من العُقَد التي تُمثل المعالم الخطية مثل الطرق والأنهار أو الحدود. يمكن أن تحتوي على علامات تصف خصائص المعلم الذي تمثله، مثل نوع الطريق أو اسم نهر.

- العلاقات (Relations): تُستخدم العلاقات لوصف العلاقات الأكثر تعقيدًا بين العناصر مثل أعضاء شبكة الطرق أو حدود منطقة متعددة الأضلاع. يمكن أن تحتوي العلاقات على عُقَد وطُرُق وعلاقات أخرى كأعضاء.

يمكن لكل من هذه العناصر أن تحتوي على علامات مرتبطة بها، تقدم معلومات إضافية حول العنصر. العلامات هي أزواج مفتاحية-قيمية تصف سمات مثل اسم المعلم، نوعه، وأي معلومات أخرى ذات صلة.

بشكل عام، هيكل بيانات OpenStreetMap (كما هو موضح في شكل رقم 17) مرن ويسمح بتمثيل مجموعة واسعة من المعالم الجغرافية وسماتها.



شكل 17 : يوضح رسم هيكل بيانات OpenStreetMap

6-3-5- مصادر البيانات:

تعتمد OpenStreetMap (OSM) في المقام الأول على عدة مصادر بيانات لبياناتها الخريطية والتي يسهم فيها المتطوعون والمؤسسات في جميع أنحاء العالم. وفيما يلي بعض المصادر الرئيسية للبيانات:

- **مساهمات المستخدمين:** المصدر الرئيسي لبيانات OSM هو مساهمات مجتمع المستخدمين. يقوم المتطوعون بجمع وتحرير بيانات الخريطة باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات التحرير المقدمة من قبل.OSM

- **أجهزة تحديد المواقع بالأقمار الصناعية:** يمكن للمستخدمين المساهمة في OSM عن طريق تسجيل مسارات GPS أثناء السفر وتحميلها إلى المنصة. يمكن استخدام هذه المسارات لإضافة أو تحديث معالم الخريطة.

- **الصور الجوية:** يستخدم OSM صور جوية وفضائية من مصادر مثل Bing Maps و Mapboxوغيرها لتتبع معالم الخريطة. يساعد هذا في تحسين دقة وتفصيل الخريطة.

- **بيانات الحكومة:** في بعض الحالات، تقوم الوكالات الحكومية والمؤسسات بإصدار بيانات جيومكانية بتراخيص مفتوحة، يمكن استيرادها إلى OSM لتحسين تغطية الخريطة وتفاصيلها.

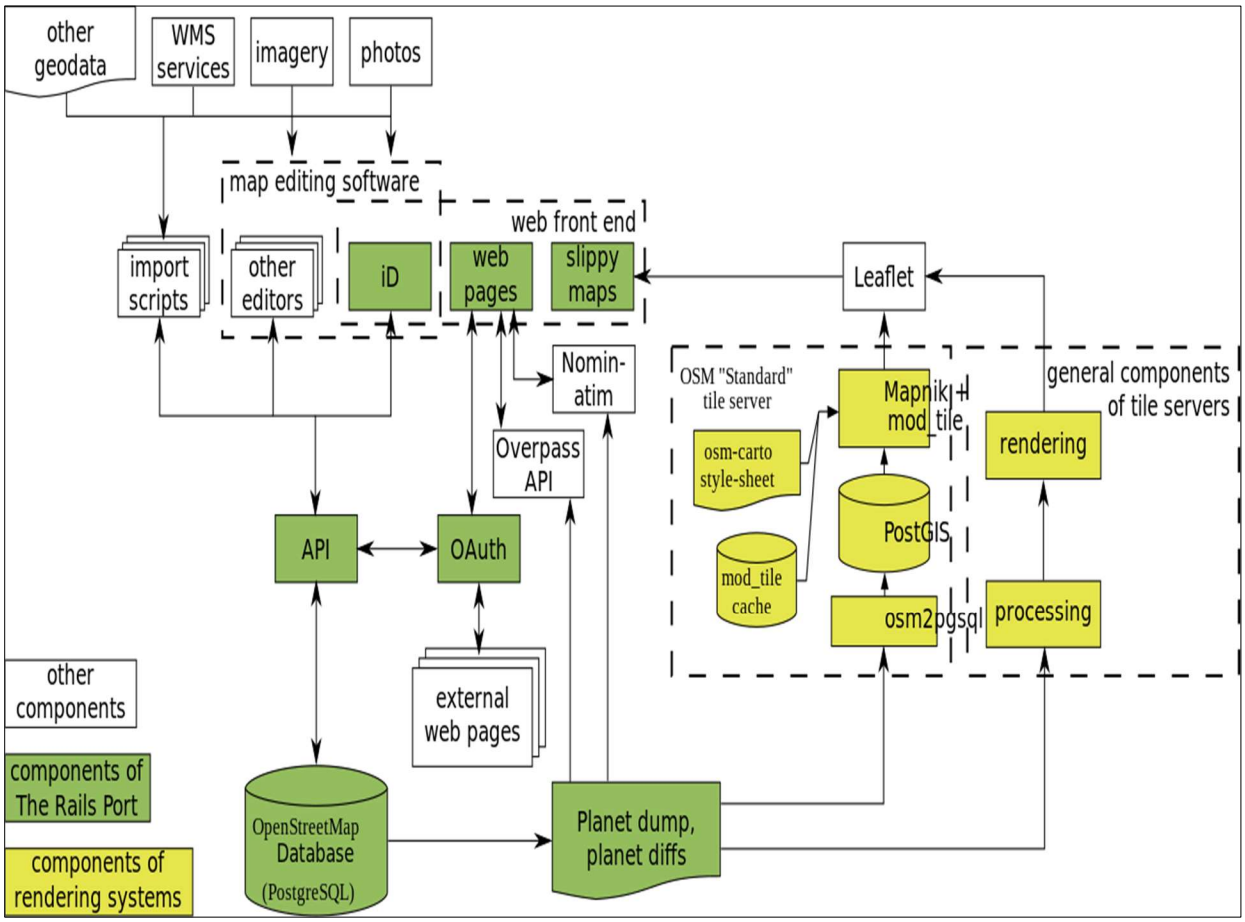
- **التعهد الجماعي:** يقوم OpenStreetMap أحيانًا بتنظيم حفلات رسم الخرائط وفعاليات أخرى لتشجيع المجتمعات المحلية على المساهمة في البيانات الموجودة على الخريطة.

- **استيراد بيانات من مصادر الطرف الثالث:** يقوم OpenStreetMap أحيانًا باستيراد بيانات من مصادر الطرف الثالث، مثل جداول جدولة وسائط النقل العام أو آثار المباني لتعزيز تفصيل ودقة الخريطة.

- **البرمجيات:** تستخدم تطبيقات OpenStreetMap مكونات متعددة لتقديم الخدمات. يتم عرض بيانات الخريطة باستخدام بلاطات مُعدة مسبقًا لمستويات تكبير مختلفة. تدعم تطبيقات التحرير عادة عرض الصور، وبيانات رسم الخرائط الميدانية في شكل مسارات GPS

وتعليقات صوتية وصور وفيديو للمساعدة في تحرير الخريطة. تُعتبر JOSM و IDو Street Completeو Rapidو Potlatchأدوات التحرير الخمسة الرئيسية للمساهمات خلال الفترة من عام 2018 إلى 2023 وفقًا لدراسة قام بها.Heigit

تلك المصادر البيانية، بالإضافة إلى الجهود التعاونية لمجتمعها، تجعل OpenStreetMap منصة رسم خرائط شاملة ومحدثة باستمرار.



شكل 18 : مخطط نظرة عامة لل OSM

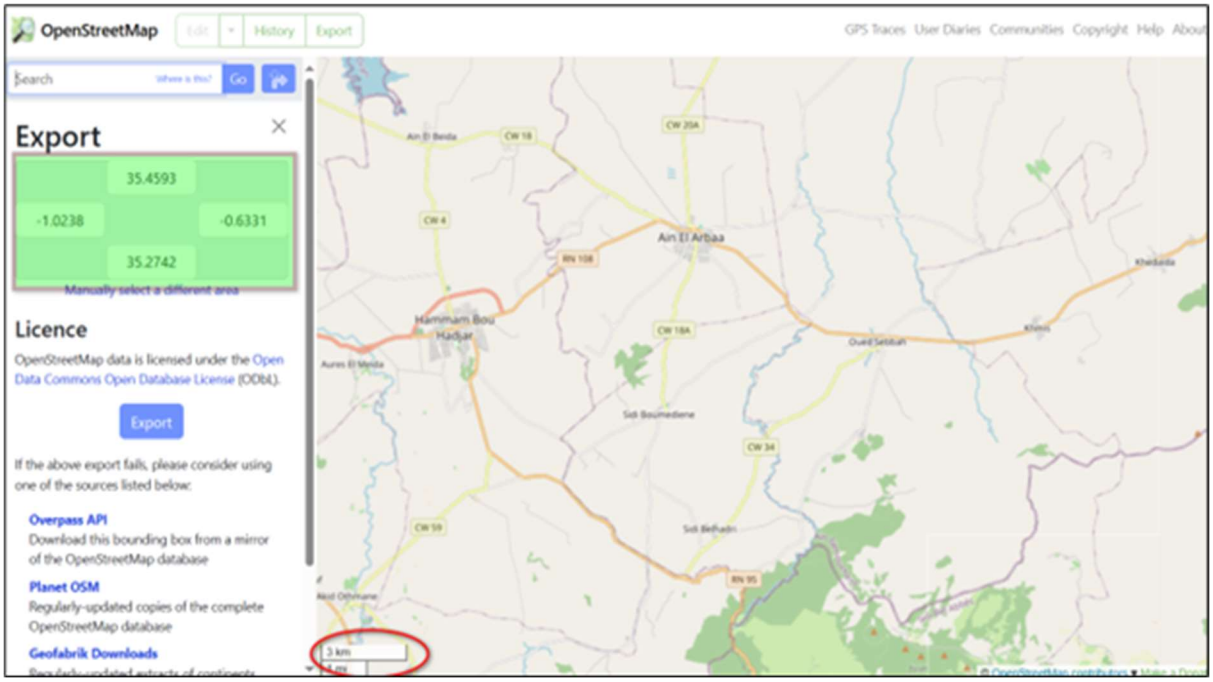
هذا هو مخطط نظرة عامة على مستوى عالي OSM (شكل رقم 18). فإنه لا تظهر جميع مكونات البرامج المشاركة في خريطة الشارع المفتوح، والفكرة هي لتمثيل المكونات الرئيسية وعلاقاتها. وقد تطور الرسم البياني على مر السنين مع تاريخ من المراجعات التي تعود إلى

عام 2007 على إصدار PNG(بابوا نيو غينيا) من هذا الملف في: ملف: مكونات OSM.بابوا نيو غينيا (PNG)، وبلغت ذروتها في مخطط نسخة جميلة ومعقدة إلى حد كبير من قبل (إيفانسانشيز Evansanches) .

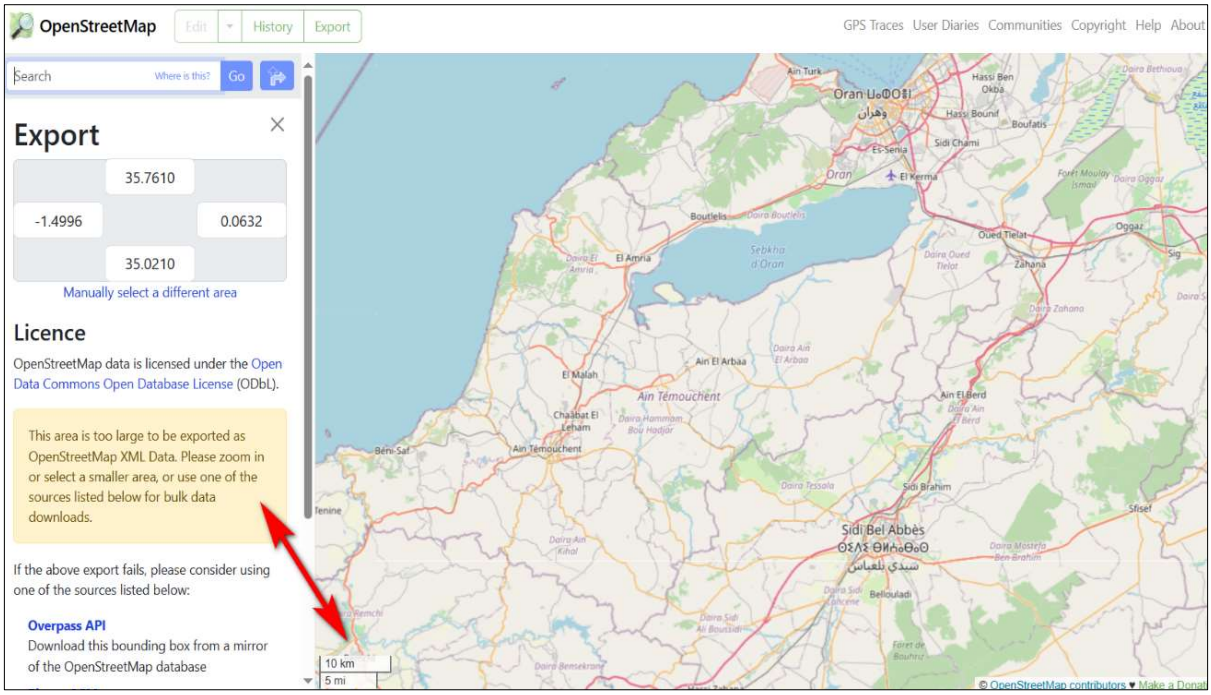
تم إنشاء هذا الإصدار SVG من قبل هاري(Harry) كتحويل المؤمنين من النسخة النقطية الأخيرة من هذا الرسم البياني (ليس من السهل جدا منذ كان لدينا فقط ملف مفتوح المصدر أوفيس من إصدار سابق). نأمل أن نتمكن الآن من تطويره بسهولة أكبر كملف Svg ميدياويكي المقدمة أصلا.

6-3-6- مشاريع الخرائط المشتقة:

تعتبر مشاريع الخرائط المشتقة هي المشاريع التي تستخدم بيانات OpenStreetMap (OSM) كقاعدة ثم تضيف معلومات أو ميزات إضافية لإنشاء خرائط متخصصة لأغراض محددة. تستفيد هذه المشاريع من الطبيعة المفتوحة لبياناتOSM ، التي تسمح لأي شخص باستخدام وتعديل وإعادة توزيع البيانات بموجب شروط رخصة قاعدة البيانات المفتوحة.



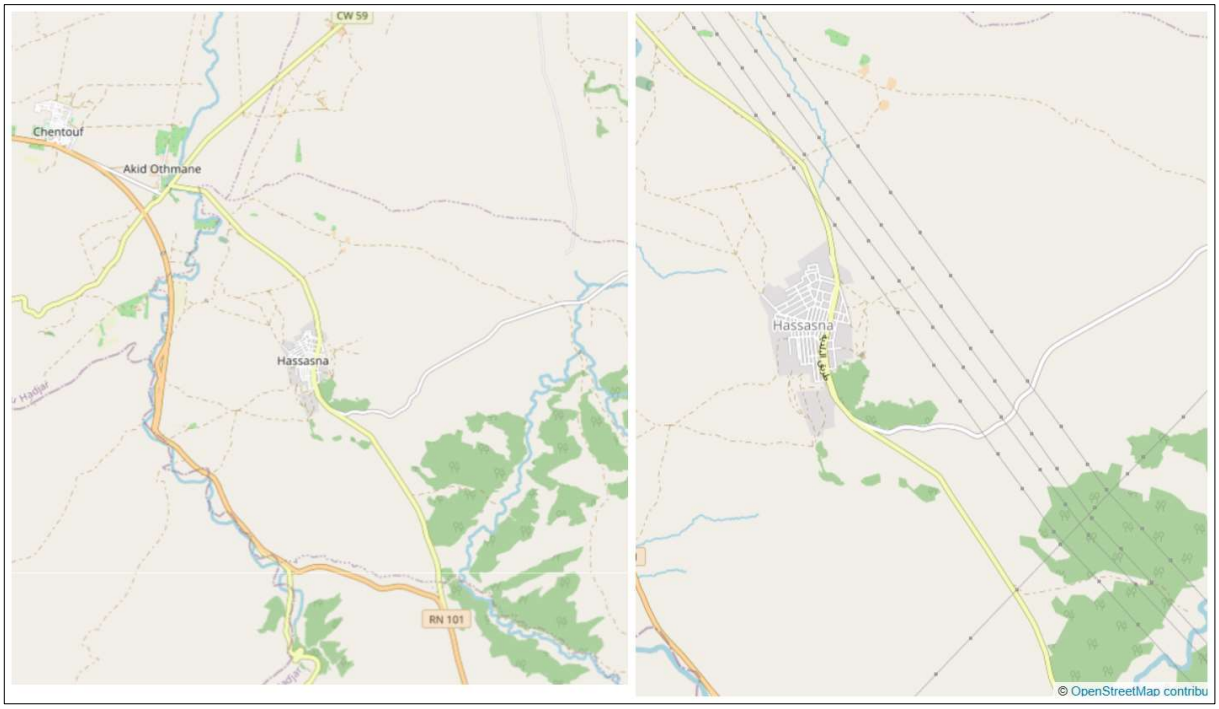
الشكل 19: يُقدم OpenStreetMap خيار التنزيل تحت مقياس 3 كم.



شكل 19 : رسالة الخطأ في حال تجاوز المنطقة المكبرة المساحة 30 كم × 30 كم.

بالرغم من أن OpenStreetMap يُقدم خيار تنزيل من مصادر أخرى في حال فشلت وظيفة التصدير مثل ما هو موضح في الشكل رقم 19 (رسالة الخطأ)، إلا أن المواقع المدرجة تتطلب مستوى معين من المعرفة، خاصة في استخدام رمز واجهة برمجة التطبيقات .(API) لذا، هذه هي الحلول المستخدمة لفصل التطبيق.

من المهم أن نلاحظ أن الملف المُنزّل، خاصة للمناطق الصغيرة، يتعلق بمستوى التفاصيل المُرئية على الشاشة كما هو موضح اذنان (شكل رقم 20) . لذا، إذا كانت الدقة القصوى مطلوبة، فيجب أن نكبّر العرض إلى مقياس أقل من 1 كم.



شكل 20 : مثال على تغيير مستوى التفاصيل (Level Of Details - LOD) وفقًا للتكبير.

DIVA GIS-4-6 : يوفّر "DIVA-GIS" ملفات الشكل (Shapefiles) للتقسيمات الإدارية والفرعية لجميع البلدان. ومع ذلك، فإنه لا يتضمن معلومات حول مجموعات البيانات المُحدثة. على سبيل المثال، يعرض خريطة الجزائر بـ 48 ولاية بدلاً من العدد الصحيح البالغ 58.

: NASA Earth-5-6

1-5-6- موقع بيانات NASA Earth :

البوابة الأساسية للوصول إلى بيانات NASA Earth هي موقع بيانات .NASA Earth يوفر هذا الموقع مجموعة شاملة من البيانات والأدوات والموارد لاستكشاف بيئة الأرض ومناخها. يمكن للمستخدمين البحث عن مجموعات بيانات محددة، وعرض تصورات البيانات والوصول إلى البرامج التعليمية والوثائق لمساعدتهم في فهم البيانات واستخدامها بفعالية.

2-5-6- بحث بيانات الأرض

هو أداة قوية تتيح للمستخدمين البحث واكتشاف والوصول إلى بيانات علم الأرض في .NASA يوفر واجهة سهلة الاستخدام للبحث وتصفية مجموعات البيانات استنادًا إلى معايير مختلفة مثل

الوقت والموقع ونوع البيانات. يمكن للمستخدمين معاينة مجموعات البيانات قبل تنزيلها والوصول إلى التوثيق لفهم كيفية جمع البيانات ومعالجتها.

6-5-3- ناسا العالمية NASA Worldview :

هو أداة أخرى تسمح للمستخدمين بتصفح الصور الفضائية والبيانات التفاعلي على مستوى العالم. يوفر الوصول إلى مجموعة واسعة من البيانات الفضائية، بما في ذلك صور سطح الأرض والغلاف الجوي والمحيطات. يمكن للمستخدمين تحديد مجموعات بيانات محددة وفترات زمنية لتصورها وتحليلها، مما يجعلها أداة قيمة لدراسة بيئة الأرض ومناخها.

6-5-4- أدوات الوصول إلى البيانات :

بالإضافة إلى الأدوات المذكورة أعلاه، توفر بيانات NASA Earth مجموعة متنوعة من أدوات الوصول إلى البيانات للوصول إلى أنواع محددة من البيانات. تشمل هذه الأدوات أدوات تصور البيانات، وأدوات معالجة البيانات، وأدوات تحليل البيانات، والتي تم تصميمها جميعًا لمساعدة المستخدمين في التعامل مع بيانات علم الأرض في NASA بشكل أكثر فعالية.

6-5-5- أنواع البيانات المتاحة :

تقدم بيانات NASA Earth مجموعة واسعة من البيانات التي تم جمعها من الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار على الأرض والنماذج، مما يوفر رؤى قيمة حول بيئة الأرض ومناخها. فيما يلي الأنواع الرئيسية من البيانات المتاحة:

- بيانات الأقمار الصناعية :

تتم جمع بيانات الأقمار الصناعية من خلال أسطول وكالة ناسا من الأقمار الصناعية الملاحية للأرض، مما يوفر معلومات حول جوانب مختلفة من بيئة الأرض. يشمل ذلك بيانات حول درجة الحرارة والهطول والنباتات وغطاء الأرض ومستوى سطح البحر، والمزيد. تعتبر بيانات الأقمار الصناعية أساسية لرصد التغيرات البيئية العالمية وفهم الاتجاهات على المدى الطويل.

- بيانات الأرض المستندة إلى الأرض :

تتم جمع بيانات الأرض المستندة إلى الأرض من أجهزة الاستشعار الموجودة على سطح الأرض، بما في ذلك محطات الرصد الجوي والطوافات والرادارات. توفر هذه البيانات معلومات مفصلة حول ظروف الطقس المحلية وجودة الهواء ورطوبة التربة، والمزيد. تساعد بيانات الأرض المستندة إلى الأرض في التحقق من الملاحظات الفضائية وتوفير رؤية أكثر شمولاً لبيئة الأرض.

- بيانات النماذج:

تتم إنشاء بيانات النماذج من خلال نماذج مختلفة تحاكي مناخ الأرض وبيئتها. تستخدم هذه النماذج البيانات التاريخية والمبادئ العلمية لتوقع التغيرات البيئية المستقبلية. تعتبر بيانات النماذج قيمة لفهم العمليات البيئية المعقدة وتوقع الآثار المحتملة لتغير المناخ.

❖ **أمثلة على بيانات NASA Earth :**

- صور الأقمار الصناعية Landsat :تعتبر سلسلة أقمار الاستشعار البعيد Landsat سلسلة من الأقمار الصناعية التي بدأت في جمع صور الأقمار الصناعية منذ السبعينيات. أحدث قمر صناعي من سلسلةLandsat ، Landsat 8، يوفر صورًا بدقة 30 مترًا، مما يجعله مفيدًا لرسم المعالم مثل الطرق والمباني.

- بيانات ASTER الطوبوغرافية: يعتبر ASTER (مسبار الإشعاع الحراري والانعكاس الفائق المتقدم) جهازًا على متن القمر الصناعي تيرا يوفر بيانات توبوغرافية عالية الدقة. تتمتع بيانات ASTER بدقة 30 مترًا للمعالم التوبوغرافية و90 مترًا للبيانات الحرارية.

- بيانات مهمة الرادار لرسم الخرائط SRTM :(SRTM) هي مهمة مشتركة بين NASA ووكالة المعلومات الجغرافية الوطنية (NGA) توفر نماذج الارتفاع الرقمية عالية الدقة لسطح الأرض. تتمتع بيانات SRTM بدقة 30 مترًا وهي متاحة لمعظم سطح الأرض.

- **بيانات GRACE:** تقيس أقمار GRACE (تجربة استرداد الجاذبية والمناخ) تغيرات في حقل الجاذبية الأرضية، والتي يمكن استخدامها لدراسة التغيرات في تخزين المياه، وذوبان الجليد، وارتفاع مستوى سطح البحر.

- **بيانات SMAP:** تقدم مهمة SMAP (التربة الرطبة النشطة المتعاقبة) بيانات عالية الدقة حول رطوبة التربة وحالة التجمد/الذوبان، مما يعتبر قيمًا لدراسة الجفاف والفيضانات وإنتاجية الزراعة.

- **بيانات MODIS/Aqua للكلوروفيل:** توفر هذه البيانات معلومات عن تركيز الكلوروفيل في المحيط، مما يعتبر مهمًا لدراسة إنتاجية المحيط والنظم البيئية البحرية.

- **بيانات TRMM:** توفر مهمة TRMM (مهمة قياس الأمطار المدارية الاستوائية) بيانات حول معدلات الهطول وشدة العواصف، مما يعتبر قيمًا لدراسة التباين المناخي والظواهر الجوية الشديدة.

- **بيانات ICESat :**توفر ICESat (المحطة الفضائية لقياس ارتفاع الجليد والغيوم والأرض) بيانات حول ارتفاع الجليد، مما يعتبر مهمًا لدراسة ذوبان الجليد وارتفاع مستوى سطح البحر.

- **بيانات OMI:** توفر OMI (جهاز مراقبة ثقب الأوزون) بيانات حول تراكيز الأوزون الجوي، مما يعتبر مهمًا لدراسة جودة الهواء وانخفاض ثقوب الأوزون.

: TIGER/Line Shapefiles -6-6

:US Census Bureau TIGER/Line Data-1-6-6

يوفر مكتب الإحصاء الأمريكي ملفات شكل النمر / الخط ، والتي تشمل البيانات الجغرافية المكانية المتعلقة بالحدود الإدارية والتعداد والنقل والمزيد

: Copernicus Open Access Hub 2-6-6

يوفر مركز الوصول المفتوح في كوبرنيكوس وصولا مجانيا إلى البيانات من برنامج كوبرنيكوس التابع للاتحاد الأوروبي ، بما في ذلك صور الأقمار الصناعية وبيانات المناخ.

Global Land Cover Facility (GLCF) -7-6:

ويقدم الصندوق العالمي لحماية البيئة البحرية في جامعة ميريلاند مجموعات بيانات مختلفة مستمدة من السواتل ، بما في ذلك بيانات الغطاء الأرضي واستخدام الأراضي.

NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) -8-6:

يوفر المركز الوطني للمعلومات البيئية إمكانية الوصول إلى مجموعة واسعة من البيانات البيئية، بما في ذلك بيانات المناخ والطقس والمحيطات.

European Space Agency (ESA) Earth Online -9-6

توفر وكالة الفضاء الأوروبية الوصول إلى مجموعات بيانات مختلفة لرصد الأرض، بما في ذلك صور الأقمار الصناعية وبيانات المناخ.

United Nations Geospatial Information Section -10-6

توفر الأمم المتحدة مجموعات البيانات الجغرافية المكانية المتعلقة بالحدود الدولية والتقسيمات الإدارية والمعلومات الجيوسياسية الأخرى.

7- أقمار صناعية مجانية للبيانات الجغرافية المكانية :

7-1- لاندسات: LANDSAT

برنامج لاندسات هو أطول مؤسسة للحصول على صور الأقمار الصناعية للأرض. إنه برنامج مشترك بين ناسا / هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية. في 23 يوليو 1972 ، تم إطلاق القمر الصناعي لتكنولوجيا موارد الأرض. تمت إعادة تسمية هذا في النهاية إلى لاندسات 1 في عام 1975.آخرها، لاندسات 9، تم إطلاقه في 27 سبتمبر 2021.

7-2- Sentinel :

برنامج Sentinel هو مبادرة طموحة لرصد الأرض تقودها وكالة الفضاء الأوروبية (إيسا) بالشراكة مع المفوضية الأوروبية. ويهدف إلى توفير ثروة من البيانات والمعلومات لدعم مجموعة واسعة من التطبيقات البيئية والمجتمعية. من خلال سلسلة من بعثات الأقمار الصناعية مجهزة بأجهزة استشعار متقدمة، يقدم برنامج الحارس البيانات العالمية، في الوقت المناسب ويمكن الوصول إليها بحرية، ثورة في الطريقة التي نراقب وفهم كوكبنا.

: POLARIS-3-7

- نظرة عامة على بولاريس:(Overview of POLARIS)

بولاريس هو مشروع جمعه فريق من المساهمين من جميع أنحاء العالم ومؤسسة ليبر سبيس.

بولاريس هي أداة مفتوحة المصدر تستخدم لاستكشاف وتحليل بيانات القياس عن بعد عبر الأقمار الصناعية من خلال بناء نماذج التعلم الآلي. وهو مبني على بيثون ويستخدم بيانات القياس عن بعد التي تقدمها شبكة ساتنوغس. وتستخدم هذه النماذج لتحسين فهم سلوك الساتل والتنبؤ به بدقة أكبر. عن طريق تحليل القياس عن بعد ومصادر البيانات الأخرى وتحويل البيانات إلى معلومات مفيدة لمشغلي المركبات الفضائية.

بولاريس يجلب التصور الرسم البياني للإعجاب من تبعيات المعلمات القياس عن بعد ، مما يساعد مشغلي المركبات الفضائية للتنقل ودفع تحقيقاتها عندما تحدث حالات شاذة

[7] MODIS -4-7

- نظرة عامة على موديس:

موديس (أو معتدل القرار التصوير الطيفي) هو أداة رئيسية على متن تيرا (المعروفة أصلا باسم إيوس أم-1) وأكوا (المعروفة أصلا باسم إيوس بي إم-1) الأقمار الصناعية. يتم توقيت مدار تيرا حول الأرض بحيث يمر من الشمال إلى الجنوب عبر خط الاستواء في الصباح ، بينما يمر أكوا من الجنوب إلى الشمال فوق خط الاستواء في فترة ما بعد الظهر. تيرا موديس و أكوا موديس يشاهدون سطح الأرض بأكمله كل 1 إلى 2 أيام ، والحصول على البيانات في 36 نطاقات طيفية ، أو مجموعات من الأطوال الموجية . ستعمل هذه البيانات على تحسين فهمنا للديناميكيات والعمليات العالمية التي تحدث على الأرض والمحيطات والغلاف الجوي السفلي. تلعب موديس دورا حيويا في تطوير نماذج نظام الأرض التفاعلية المعتمدة والعالمية القادرة على التنبؤ بالتغير العالمي بدقة كافية لمساعدة صانعي السياسات في اتخاذ قرارات سليمة بشأن حماية بي

[7] Site_web : https://gisgeography.com/modis-satellite/

خلاصة الفصل:

تطرقنا في هذا الفصل الى تاريخ نظم المعلومات الجغرافيا ومن أهم هذه العلوم والتقنيات هي: نظم المعلومات المختلفة ، كالاستشعار عن بعد, نظام تحديد الموقع العالمي (GPS) علم الجغرافية, علوم الحاسوب, الكارتوغرافيا (فن رسم الخرائط) علم المساحه, علم الاحصاء وغيرها، ومن مميزاته سرعة الوصول إلى كمية كبيرة من المعلومات المكانية والوصفية بفاعلية عالية، كما يساعد في نشر المعلومات لعدد أكبر من المستفيدين، له القدرة العالية على التحليل المكاني مع إمكانية التنسيق بين المعلومات و الجهات ذات العالقة قبل اتخاذ القرار، كما يمكننا من خلاله دمج المعلومات المكانية والوصفية في قاعدة معلومات واحدة.

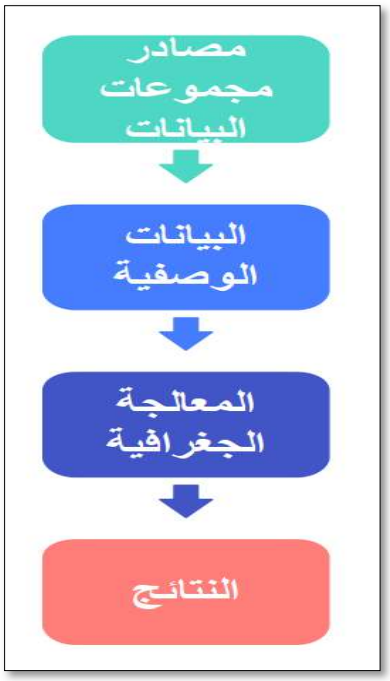
ويمكن القول ان البيانات الجغرافية المكانية (Geospatial Data) هي نوع من البيانات التي تربط المعلومات حول العالم الحقيقي بموقعه الجغرافي. وهي تمثل البيانات الجغرافية والخاصة بالمكان، مثل الخرائط والصور الجوية ونقاط الاهتمام، تتميز هذه الاخيرة بموقع جغرافي محدد يمكن تحديده باستخدام نظام إحداثيات مثل خطوط الطول والعرض هي مختصة بالأشياء والظواهر الموجودة في الكون ولها حيز وشكل وحجم ثلاثي ابعاد على اي جزء في الكون ليس شرط على سطح الارض فقط، وهذا ما يميزها عن البيانات الجغرافية(Data Geographic)

الفصل الثاني:
دراسة حالة الطرقات في ولاية معسكر بالاستعمال نظم المعلومات الجغرافية GIS

تمهيد

في هذا الفصل، ينتقل تركيزنا إلى تطبيق المفاهيم والتقنيات التي تمت مناقشتها في الفصل الأول، على ارض الواقع وتحديدا على لشبكة الطرق داخل اقليم ولاية معسكر. يتم عن طريق إجراء دراسة الوضعية الراهنة لحالة الطرقات في الولاية، بحيث يتم تطبيق منهجية تتثمل بجمع ومعالجة وتصور البيانات الجغرافية المكانية لإنشاء تصور مفصل ثلاثي الابعاد 3D لشبكة الطرق في منطقة الدراسة (معسكر). نقدم من خلال هذا الفصل لمحة شاملة عن العملية, ذلك بتسليط الضوء على التحديات التي واجهتها, المنهجيات المستخدمة, والأفكار المكتسبة من التصور ثلاثي الابعاد 3D لشبكة الطرق و من خلل هذا التصوير الثلاثي الأبعاد استطعنا ان ندرس حالة الطرق لولاية معسكر و استخراج شدة تدهور الطرق، من اجل تحليل و دراسة هذا التدهور اعتمدنا على نظم المعلومات الجغرافية GIS و ذلك بالاستخدام البرنامج Global Mapper من اجل تصوير ثلاثي الابعاد و ArcGIS من اجل المعالجة حالة الطرق من الجيدة الى المتدهورة و قمنا بالربط بين القواعد البيانية التي تم تحميلها من مصادر بيانات جغرافية مجانية .

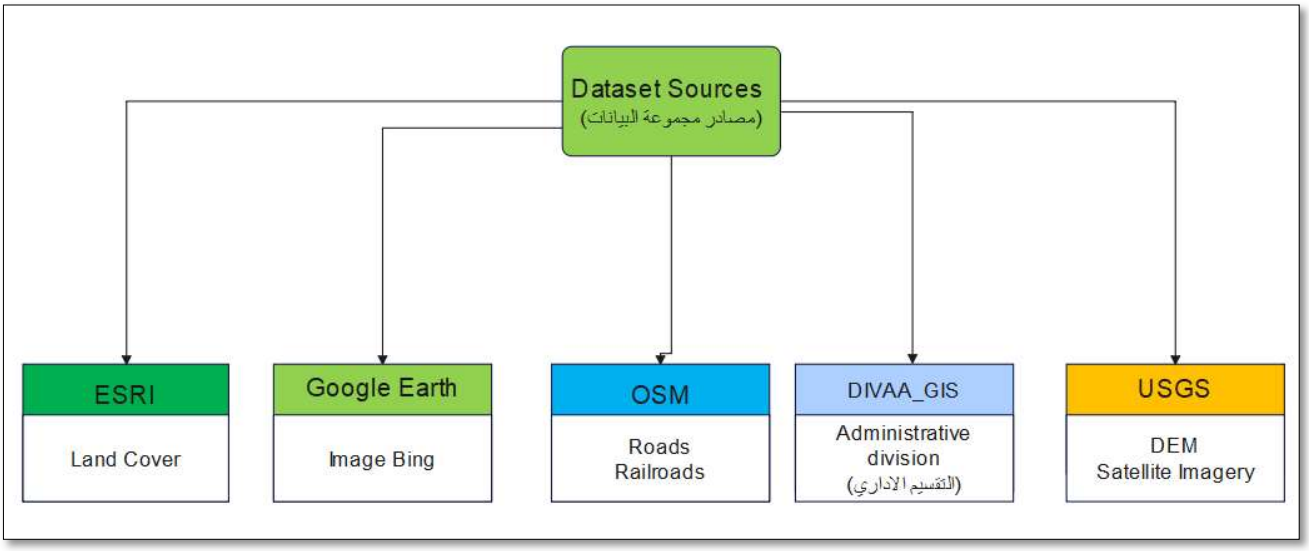
1 المنهجية:



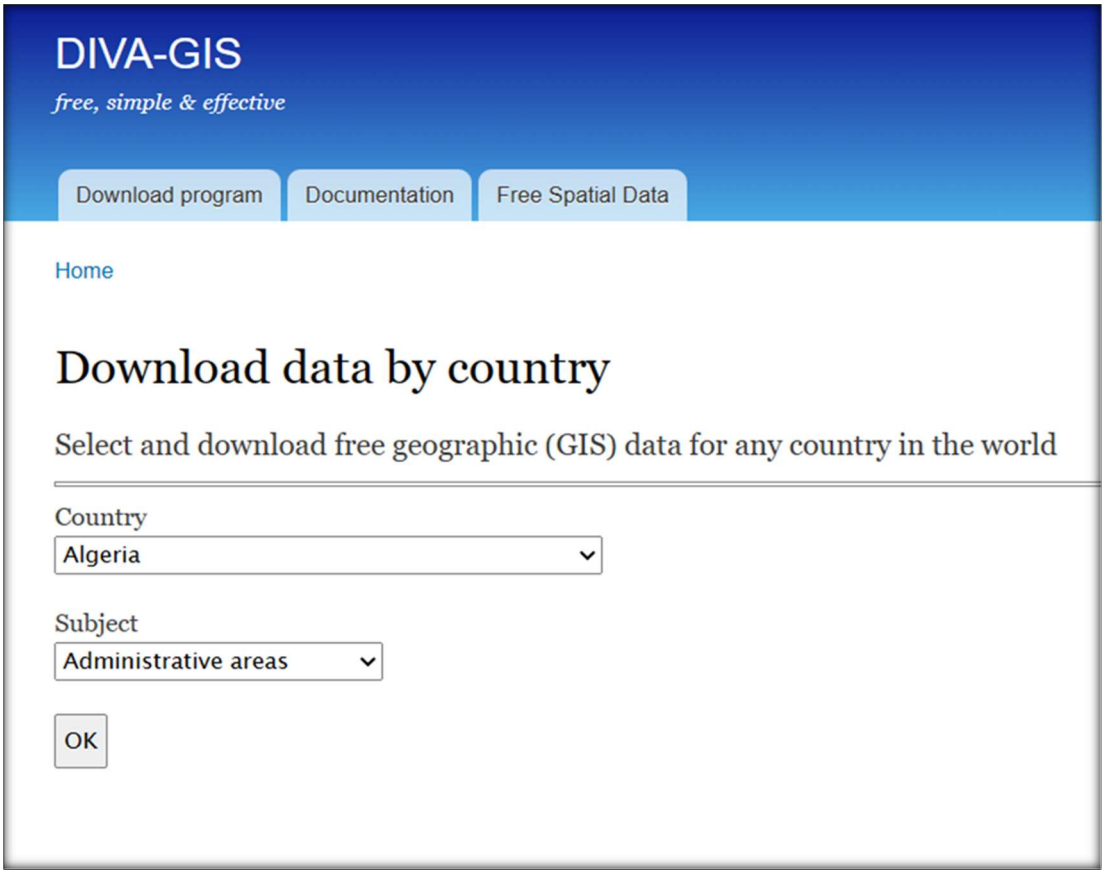
لتحقيق الأهداف التي نوقشت في بداية وثيقتنا، قمنا بتحديد الخطوات التسلسلية الرئيسية التي يجب اتباعها كما هي موضحة في شكل رقم 21. أولاً، يتم جمع البيانات من مصادر البيانات المجانية. ثانياً، ضمان الحصول على معلومات حول البيانات المجمعة، وتحديداً الميتاداتا. الخطوة الثالثة تتضمن معالجة البيانات المجمعة للحصول على النتائج المرجوة. بعد ذلك، سنقدم وصفاً مفصلاً للإجراءات والمعلومات ذات الصلة لكل خطوة موضحة في الرسم البياني التنظيمي.

شكل 21 : مخطط يوضح عملية التنظيم العام

1.1 مصادر مجموعات البيانات (dataset sources) :



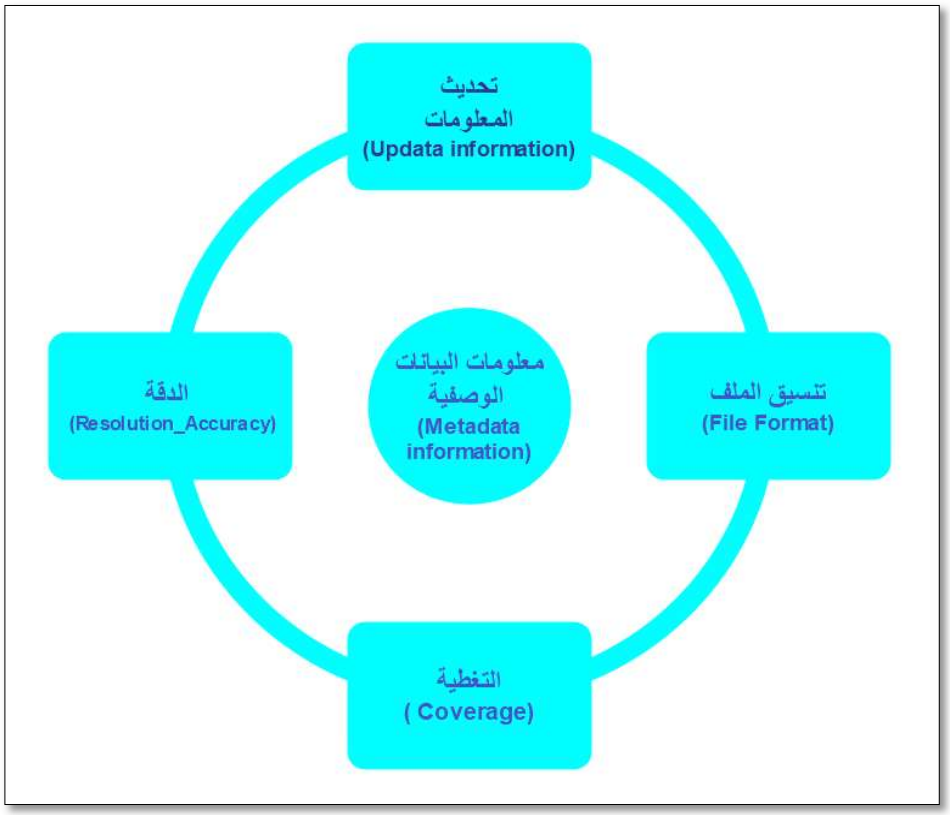
نستخدم خمس منصات ويب للحصول على مجموعات بيانات مجانية. بالتحديد، نستخدم USGSللحصول على بيانات DEM وصور Landsat. يتم الحصول على صورة تغطية الأرضLand Cover من منص ESRI ، بينما يتم الحصول على جداول تحتوي على بيانات الطرق والمعلومات المرتبطة من OpenStreetMap. يتم الحصول على بيانات التقسيم الإداري من DIVA-GIS، وأخيرًا، يتم جمع صور عالية الدقة من Google Earth.



شكل 22 : واجهة منصة DIVA-GIS لتنزيل ملف الشكل للمناطق الإدارية في الجزائر

2.1 البيانات الوصفية (MetaData)

لنتذكر أن البيانات الوصفية تشير إلى البيانات حول البيانات. وهي حيوية كمؤشرات لجودة البيانات، بما في ذلك المعلومات مثل تواريخ التحديث، والدقة الهندسية والدقة الدلالية، وما إلى ذلك. يتم توفير هذا النوع من البيانات إما في ملف منفصل أو متكامل في نفس ملف البيانات كما هو الحال مع صور Landsat . كما هو موضح اذناه شكل رقم 23



شكل 23 :يمثل المخطط معلومات البيانات الوصفية

3.1التحديث (Updating) :

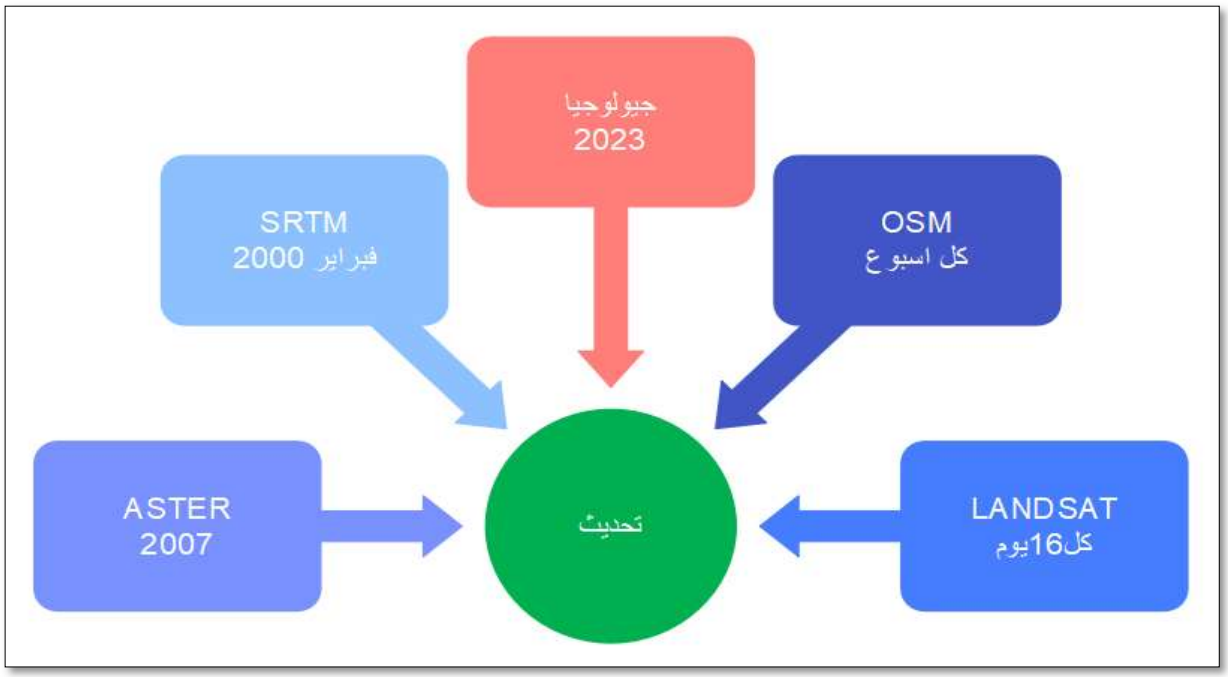
تحديث البيانات يختلف من بضعة أيام إلى عقد كما هو موضح في شكل رقم 24 اذناه. في الواقع، تم إجراء مهمة SRTM في فبراير 2000 للحصول على نموذج رقمي للأرض بدقة 90 مترًا. منذ ذلك الحين، لم يتم إطلاق أي مهمة .SRTM يمكن الوصول إلى نموذج الأرض الرقمي المقدم مجانًا باستخدام القمر الصناعي.(2007) ASTER

فيما يتعلق بمنصة OpenStreetMap ، توفر التحديثات الأسبوعية نظرًا لإمكانية تحسين هذه قاعدة البيانات من قبل مستخدمي Google Maps بشكل مجاني.

يجدر بالذكر أنه بالنسبة لعلم الجيولوجيا، فإن التحديثات الحديثة ليست ضرورية. تاريخ عام 2023 الذي تم العثور عليه في الوثائق مرتبط بالملف نفسه وليس محتوى البيانات.

بالنسبة لأقمار LANDSAT 8 أو 9، يبلغ دورة الزيارة كل 16 يومًا، مما يعني أنها تعود إلى نفس الموقع على الأرض كل 16 يومًا لالتقاط صورة. ومع ذلك، قد يكون هناك نسبة عالية من الغيوم، مما يشكل قيدًا لحالتنا.

شكل 24 : مجموعة البيانات المستخدمة للتحديث

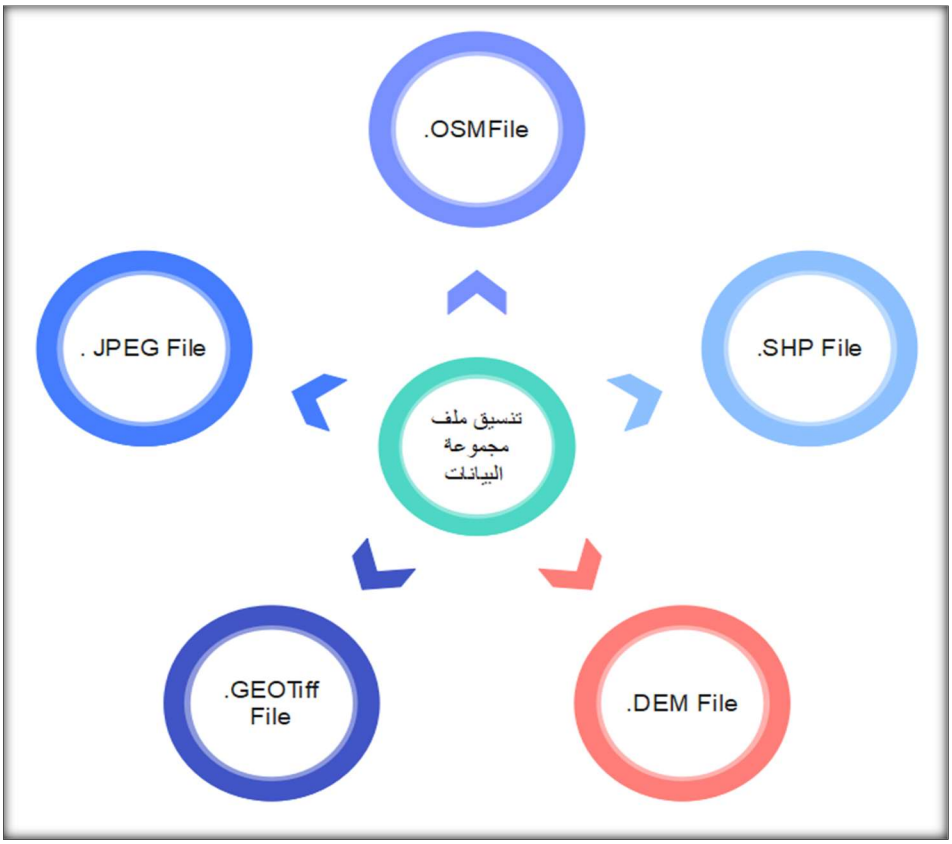


4.1 تنسيق مجموعة البيانات (dataset format) :

في مجال برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، يتم استخدام تنسيقات الملفات الموحدة، حيث يُستخدم ملفات الـ Shape للبيانات النقطية وملفات الـ Tiff للبيانات النقطية.

ملفات الـ Geotiff، والتي هي أساسًا ملفات Tiff مع تضمين معلمات توضيح الموقع الجغرافي تُستخدم عادة للصور الفضائية، مما يضمن الدقة المكانية. بالمقابل، فإن ملفات تحتوي على بيانات الارتفاع عادة ما تكون بتنسيق النقاط النقطية، متوفرة في مجموعة من التمديدات مثل .DEM، .SfRTM، أو .HGT، حيث يدمج كل بكسل قيم اللون والارتفاع.

بيانات OpenStreetMap، من ناحية أخرى، تُوزع في تنسيق ملف مضغوط .OSM، يضم حصرًا الطبقات النقطية. الشكل رقم 25 الملخص أدناه يلخص هذا الوصف.

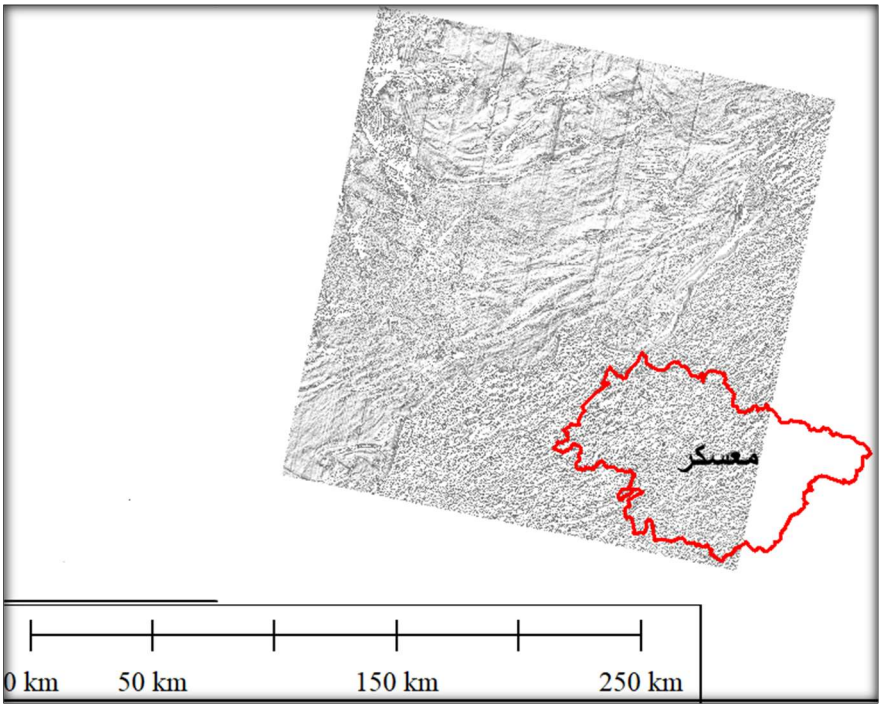


شكل 25 : تنوع تنسيقات ملفات البيانات المستخدمة

5.1 التغطية المكانية لكل ملف في مجموعة البيانات:

تغطية المنطقة لكل ملف تم تنزيله اعتمد على مصدر مجموعة البيانات. على سبيل المثال، تغطي صور Landsat 8 أو 9 مساحة دقيقة تبلغ 185 كم × 185 كم على الأرض. ومع ذلك، قد تغطي جزءًا فقط من المنطقة بسبب مسار القمر الصناعي مثل كما هو موضح في الشكل رقم 26. في حالتنا، التحدي ليس فقط في العثور على صورة مناسبة لتغطية منطقتنا ولكن أيضًا في التأكد من عدم وجود تغطية سحابية بنسبة 0%. الصورة المستخدمة هي من يناير 2024 وتغطي 90% من المقاطعة.

شكل 26 : يوضح الشكل مجموعة البيانات تغطية المنطقة لكل ملف



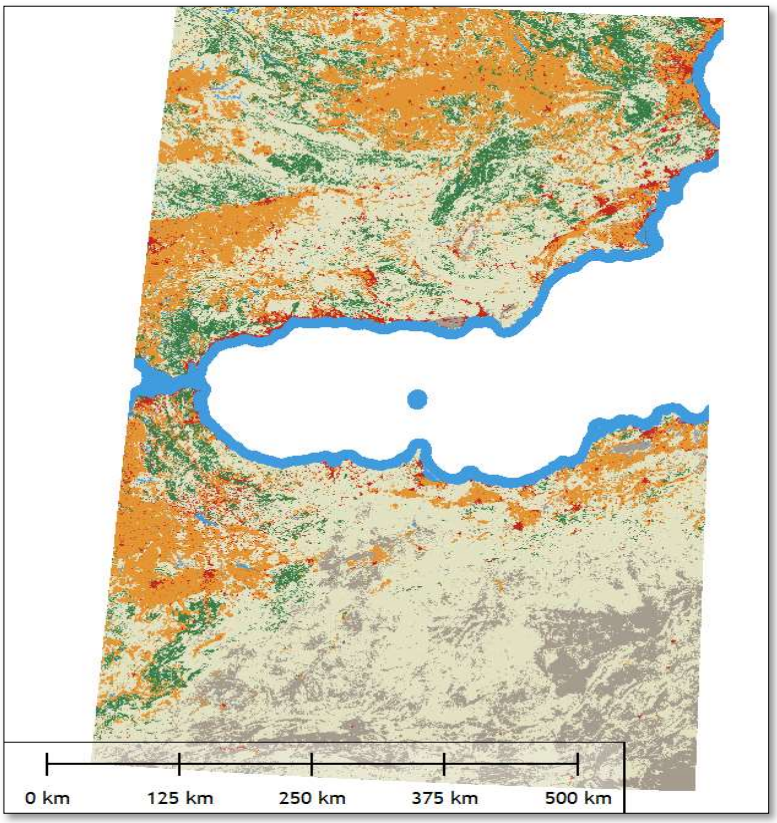
شكل 27 : تغطية صورة لاندسات 9 للمنطقة الدراسة (ولاية معسكر) تغطيبة بنسبة 90%

من ناحية أخرى، تغطي منطقة الارتفاع الرقمي 90 كم × 90 كم منSRTM كما هو موضح في الشكل رقم 27 اعلاه أو 29 كم × 26 كم من القمر الصناعي .ASTER لذا، قد نحتاج إلى الحصول على تصوير متكون من ما يصل إلى أربع صور رادار لتغطية ولاية معسكر.

بالإضافة إلى ذلك، هناك منصات توفر الخيار لتنزيل المنطقة المطلوبة استنادًا إلى المنطقة المكبرة على الشاشة، مثل OSM أو صور.Bing

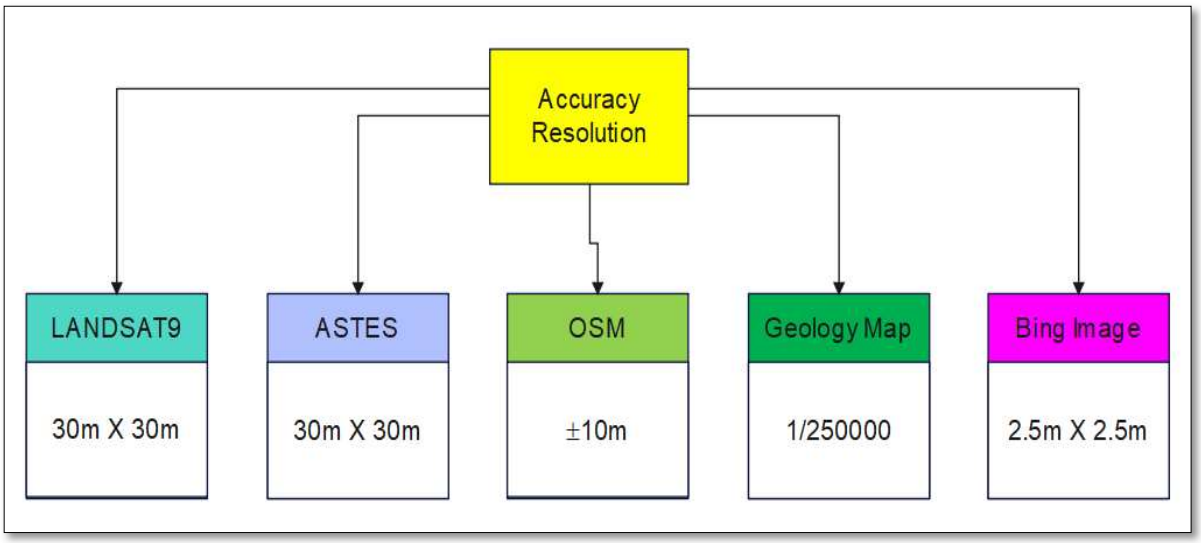
تقدم الخريطة الجيولوجية حسب القارة في هذه الحالة.

أخيرًا، تقدم ESRI إمكانية تنزيل منطقة التغطية الكاملة لجنوب غرب أوروبا وشمال غرب أفريقيا في نفس مجموعة البيانات (انظر الشكل أدناه رقم 28).



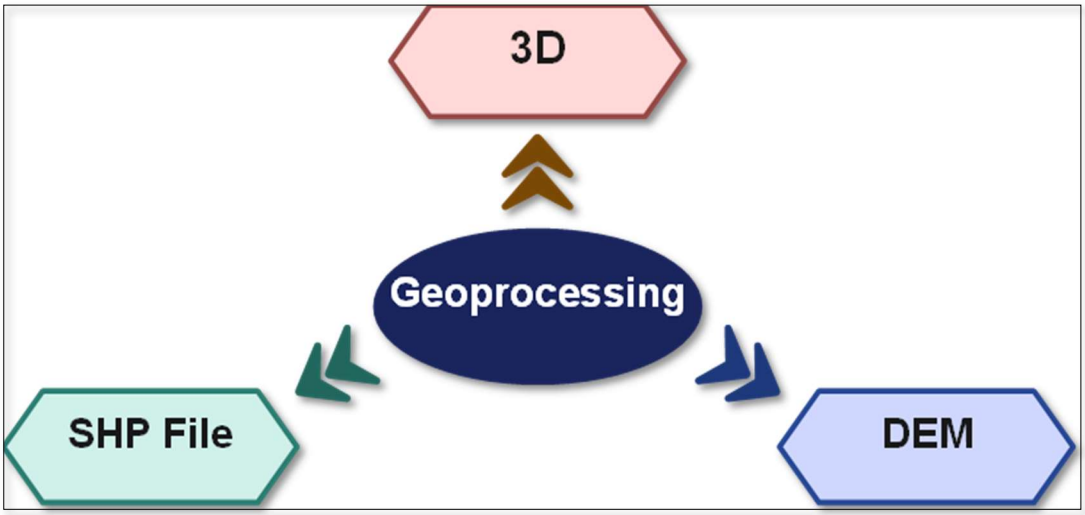
شكل 28 : تغطية الأراضي لعام 2024 من منصة ESRI

6.1 الدقة (resolution):



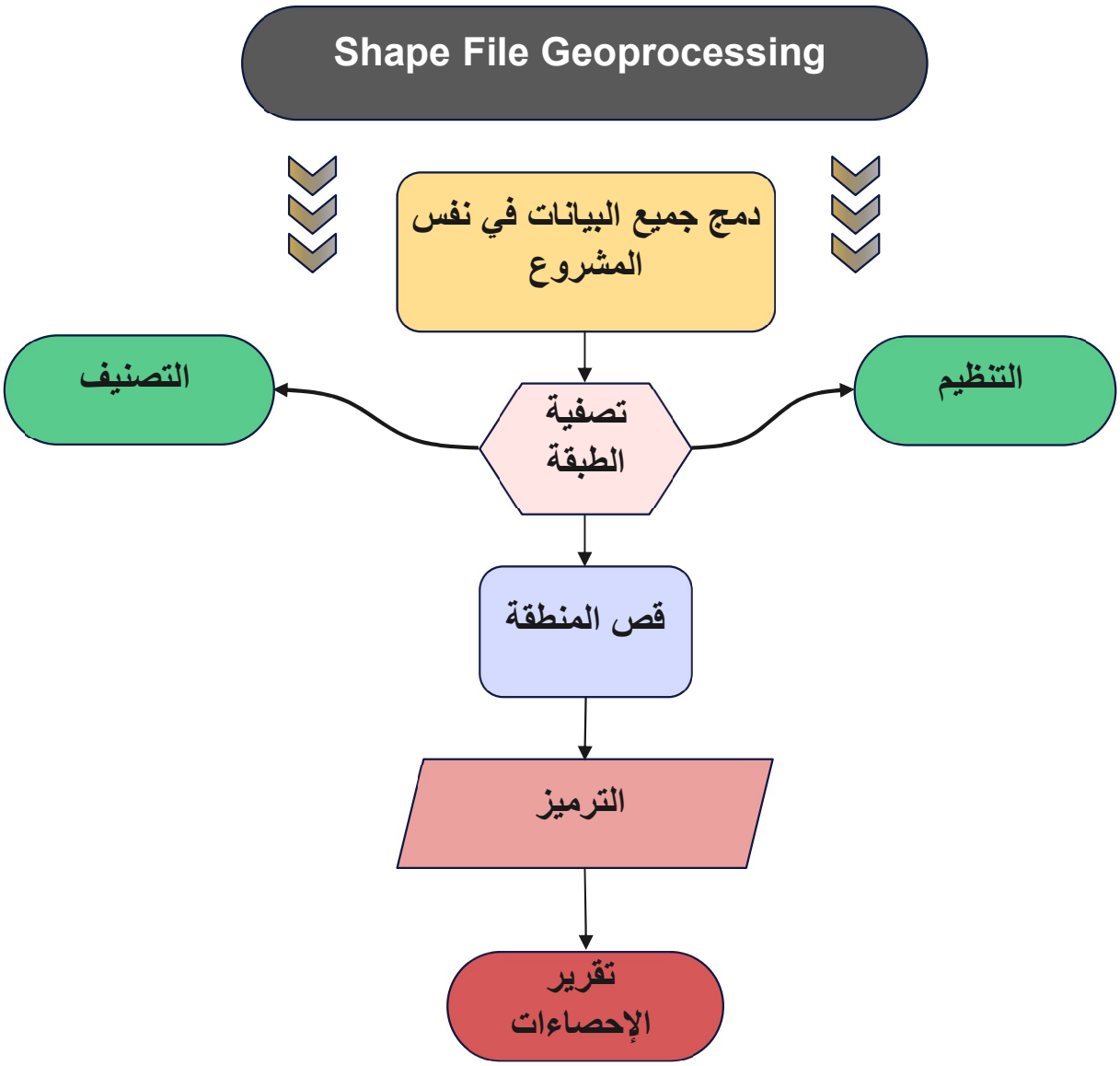
يوضح الرسم البياني التنظيمي أعلاه قيم الدقة (accuracy) أو الدقة (resolution) للملفات المختلفة التي تم تنزيلها. تم الحصول على هذه القيم من وثائق كل ملف.

7.1 معالجة جغرافية (Geoprocessing) :



شكل 29 : يوضح مخطط معالجة الجغرافية في برنامج Global Mapper

8.1 معالجة البيانات المكانية (SHP) والملفات

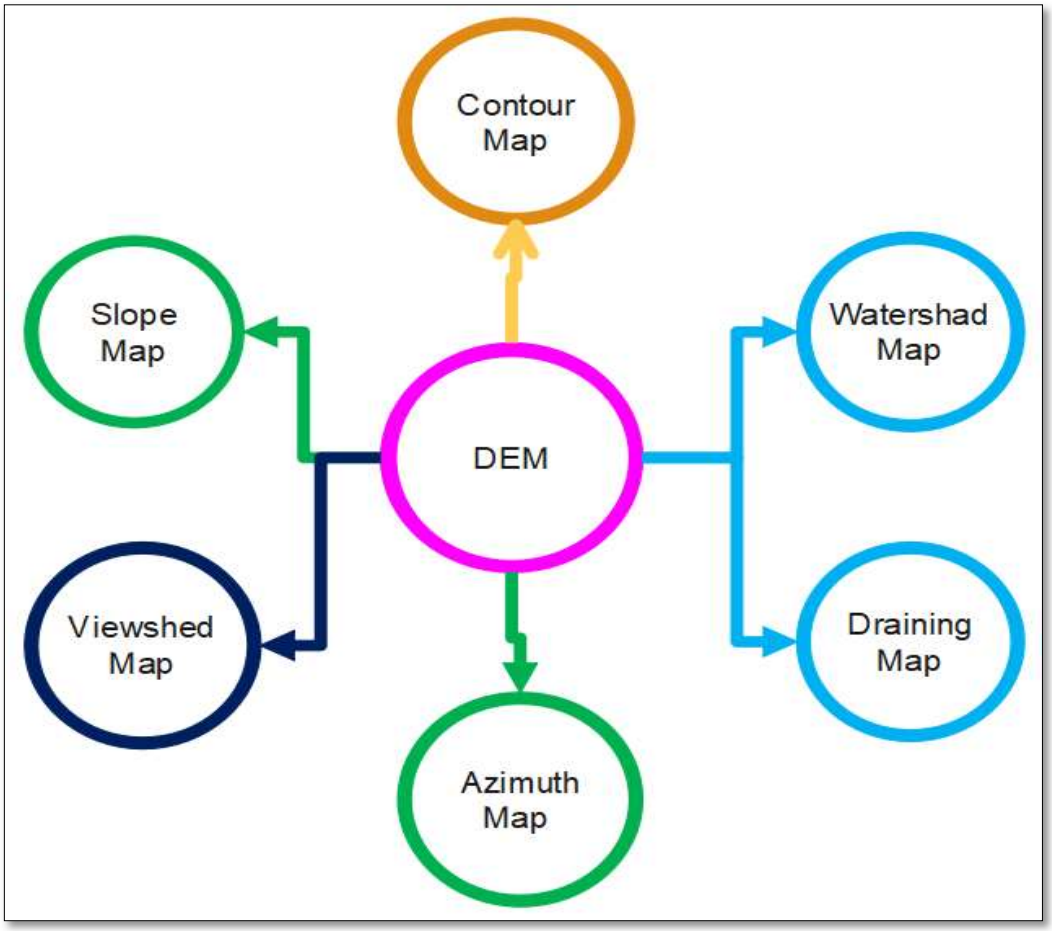


1.1.8 تقرير الإحصاءات (Statistique report) :

FCLASS	Point Count	Line Count	Total Line Length (m)
bridleway	0	1	155.31
footway	0	110	5899.4
living_street	0	114	19295
path	0	50	5477.7
primary	0	298	279477
primary_link	0	43	2201.5
residential	0	5383	1088544
secondary	0	265	367441
secondary_link	0	23	886.66
service	0	575	109517
steps	0	44	1777.5
tertiary	0	201	277081
tertiary_link	0	5	159.09
track	0	941	828132
track_grade1	0	3	920.12
track_grade2	0	2	291.45
track_grade3	0	11	6500.1
trunk	0	224	233096
trunk_link	0	127	22071
unclassified	0	354	413882

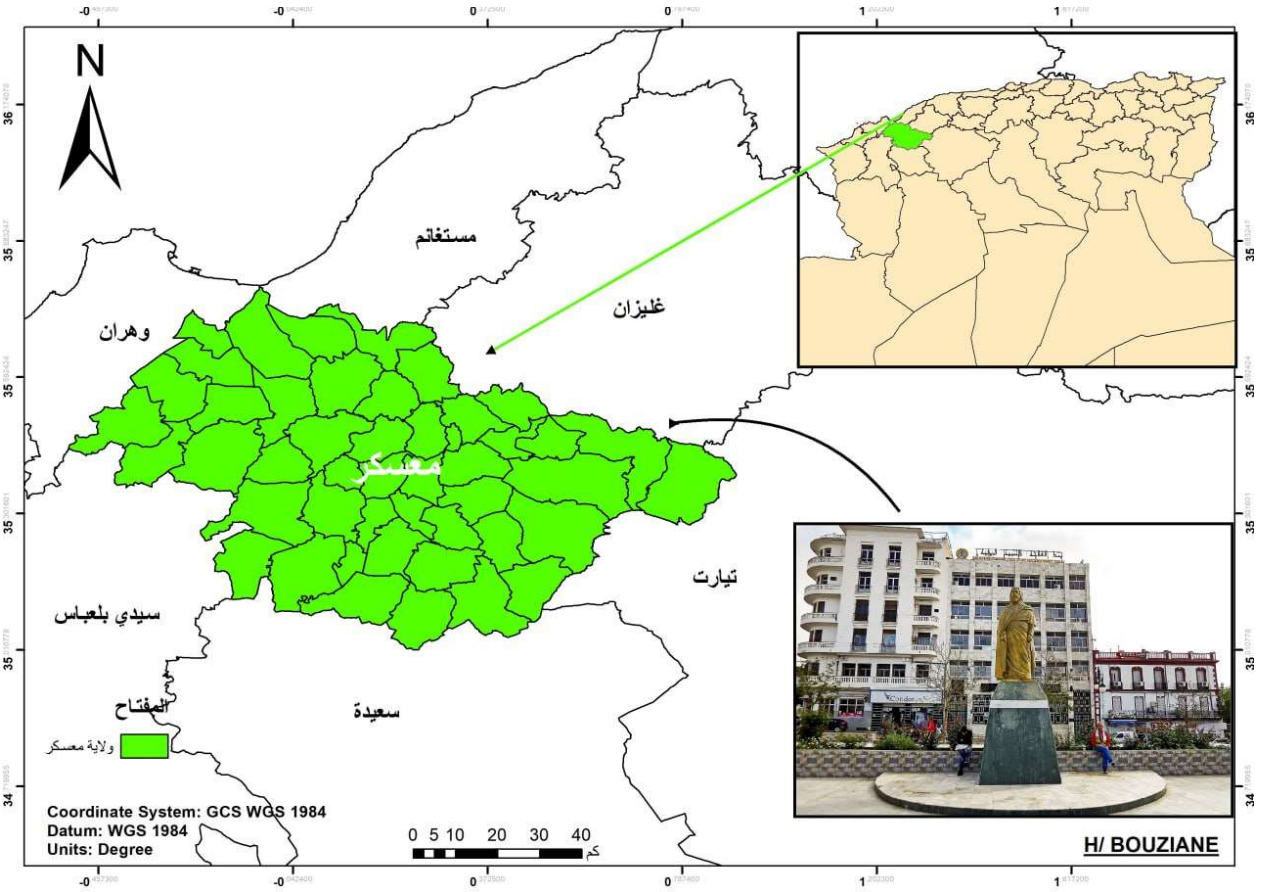
شكل 30 : جدول يمثل احصائية طول الطرق بالمتر

1.9المعالجة الجغرافية ال DEM (DEM geoprocessing) :



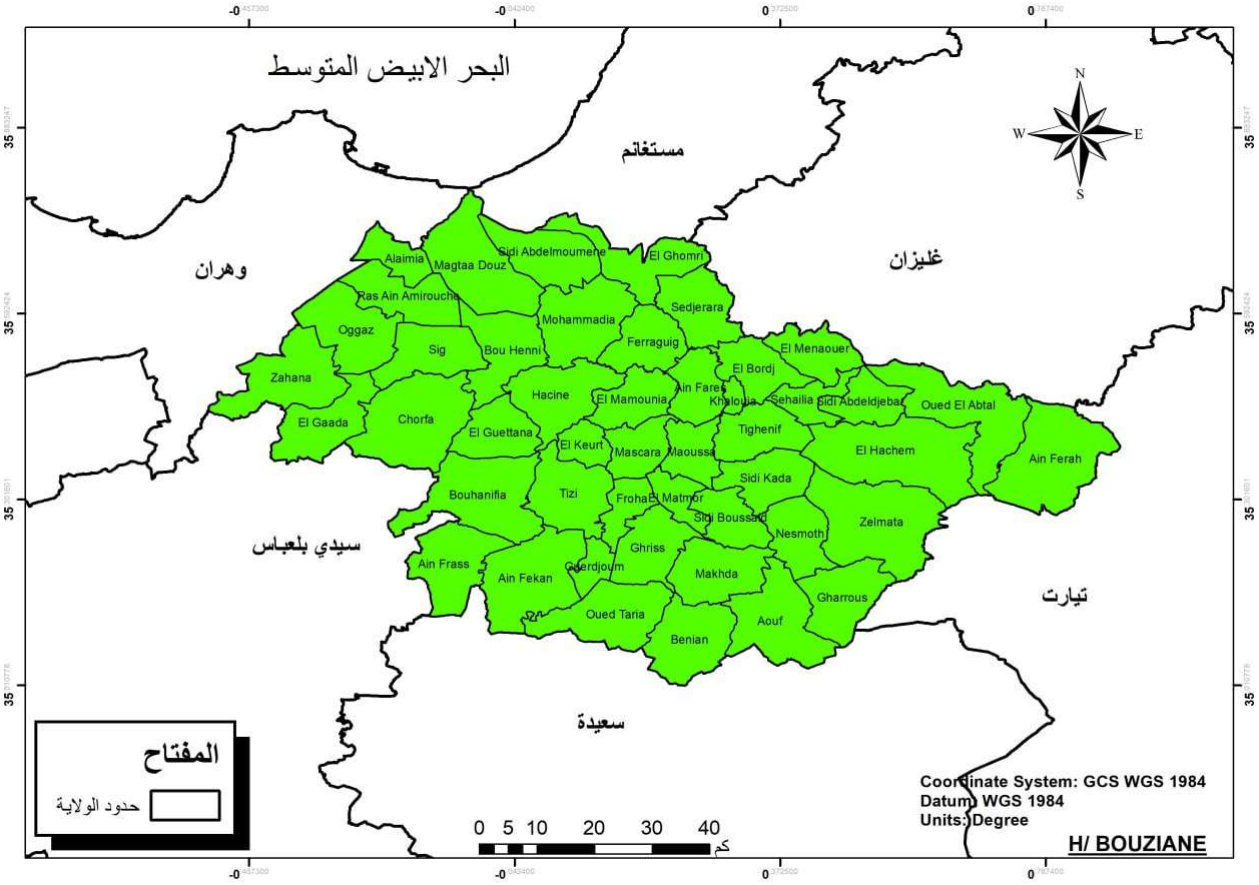
2 تقديم منطقة الدراسة ولاية معسكر:

تقع ولاية معسكر في الإقليم الشمالي الغربي للجزائر كما هو موضح في خريطة شكل رقم 31، ترتفع عن سطح البحر ما بين 580 مترًا و 600 مترًا، تتموضع بين خط عرض º35.25 شمالًا وخط طول º2.15 غربًا. تمتاز بموقع استراتيجي هام. يحدها من الشمال ولايتي وهران ومستغانم، ومن الجنوب ولاية سعيدة، ومن الشرق ولايتي تيارت وغليزان، وغربا ولاية سيدي بلعباس.



شكل 31 : خريطة موقع منطقة الدراسة ولاية معسكر

تنقسم ولاية معسكر الى 47 بلدية كما هو موضح في الخريطة (التقسيم الإداري لولاية معسكر) كما هو موضح في الشكل رقم 32 (خريطة التقسيم الإداري لولاية معسكر).



شكل 32 : خريطة التقسيم الاداري ولاية معسكر

تتميز ولاية معسكر بكثرة الوديان (أهمها وادي الحمام) والسهول، الحدائق والمحميات الطبيعية كالمحمية التي تقع ببلدية " مقطع دوز" والتي تتربع على مساحة 19000. وكذا الغابات التي تقدر مساحتها ب 95.687 هكتار المتوزعة على جبال بني شقران والمكونة من أشجار الكاليتوس، الصنوبر والبلوط التي اكسبتها حلة طبيعية متناسقة، تتوزع على جبال (بني شقران وجبال عوف)، وتحتوي على أنواع مختلفة من الأشجار مثل الكاليتوس والصنوبر والبلوط، مما يعطيها مظهرًا طبيعيًا متناسقًا.

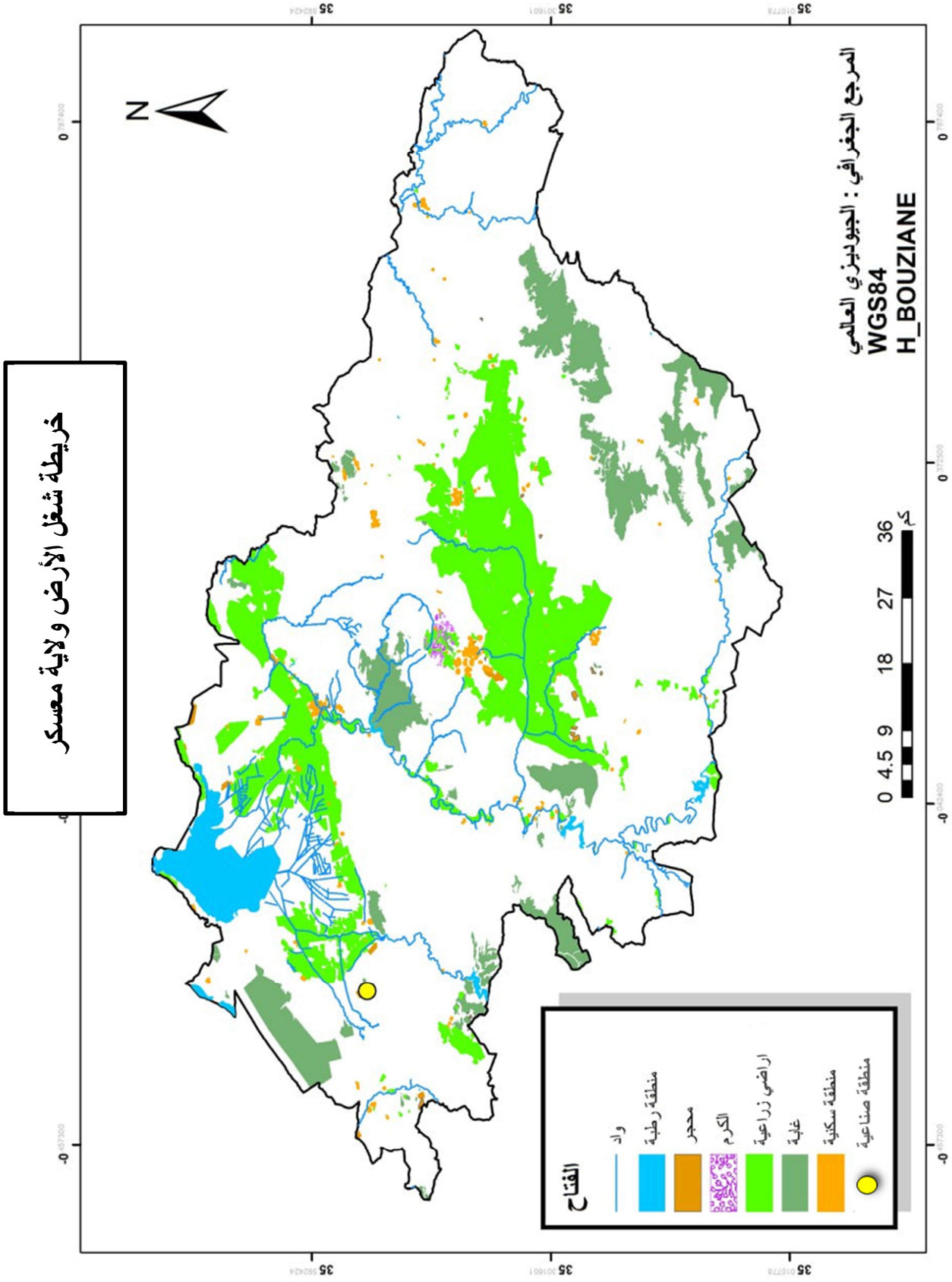
تُعتبر الزراعة نشاطاً اقتصادياً مهماً في ولاية معسكر، لتنوع المحاصيل الزراعية بها مثل الحبوب والزيتون والحمضيات...الخ في سهول اراضيها.

3 استخدام الأراضي في ولاية معسكر:

تتميز ولاية معسكر بتنوع في استخدامات اراضيها التي تساهم في تشكيل مناظرها الفريدة. كل منها له نماذج مميزة خاصة بشغل الأرض. تنوعت ما بين المناطق السكنية والتجمعات المبعثرة للسكان ومختلف التجهيزات والمساحات الخضراء والغابات وغيرها، بالإضافة الى وجود مكونات ذات طابع فيزيائي كالأودية والشعاب والمنطقة الرطبة المقطع في حين نجد أن غالبية الأراضي في ولاية معسكر مخصصة للأنشطة الزراعية كما هو موضح في خريطة شغل الأرض الشكل رقم 33. في ولاية معسكر يوجد أكثر من مائة مزرعة، تزرع فيها مجموعة واسعة من المحاصيل الزراعية التي لها دور ومساهمة كبيرة في اقتصاد الولاية. منطقة سهل غريس معروفة بالزارعة المسقية (الخضر والفواكه) وزراعة الكروم

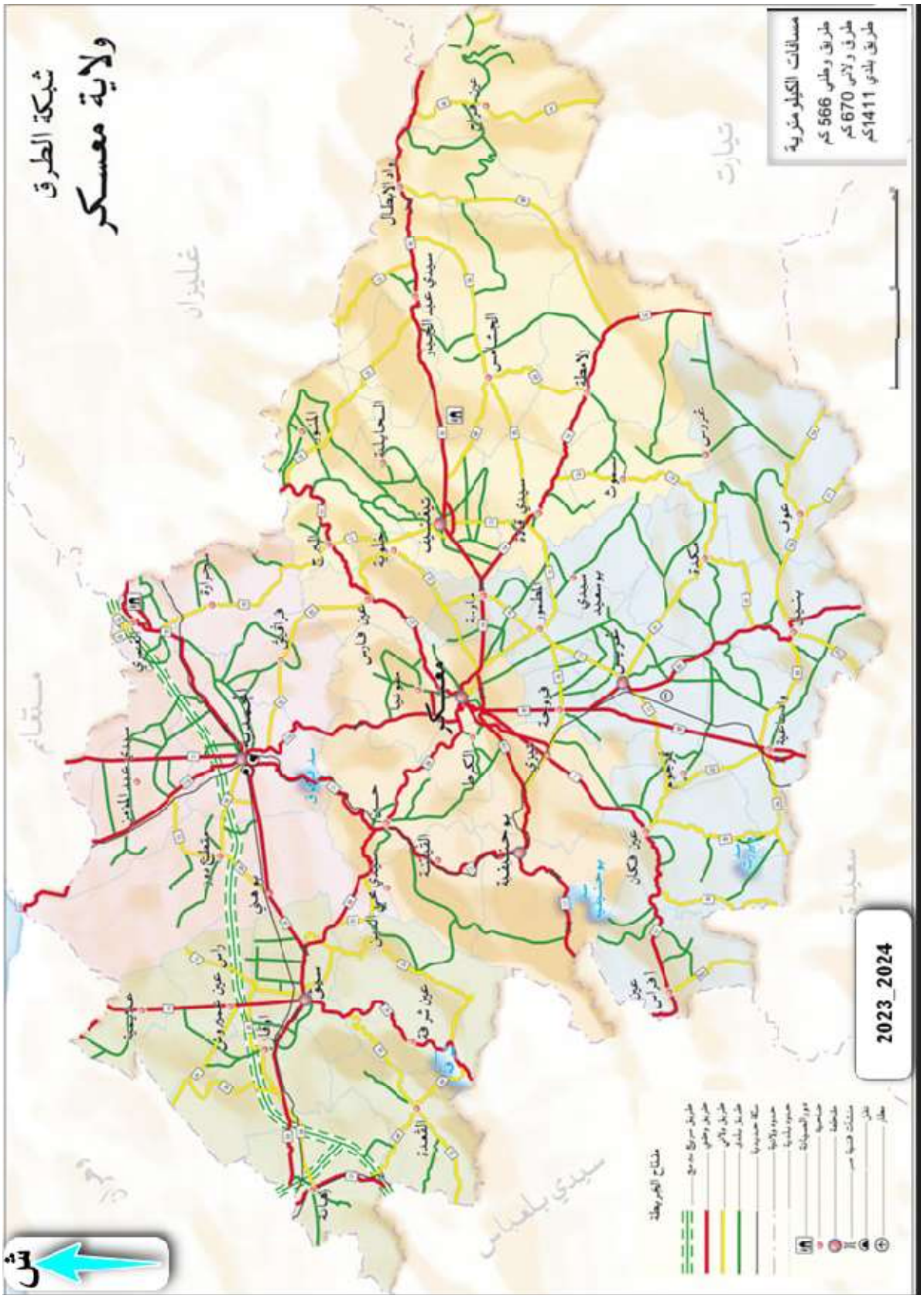
وزراعة الحبوب. وسهل الهبرة مشهور بزراعة الزيتون وزراعة الحمضيات (تنوع في الخضر والفواكه). اضافة الى كل هذا تملك ولاية معسكر ايضا منطقة صناعية (مصنع الاسمنت) تابعة لدائرة سيق وانتشار المحاجر بها على كل انحاء الولاية وذلك للقيمة الجيولوجية للمنطقة

تلعب شبكة الطرق الريفية في ولاية معسكر دورًا حاسمًا في تسهيل عملية الوصول إلى هذه الاستخدامات المختلفة للأراضي وتنشيط عملية التحركات اليومية. وهذا ما هو موضح في الشكل رقم 34، (خريطة شبكة الطرق لولاية معسكر). يكمن هذا الدور في التقاطعات التي تتميز بها مع الطرق الولاية وتربط ايضا المناطق السكنية بالمزارع والبساتين والأسواق الجوارية ومعاصر الزيتون ومراكز النقل لتسهيل عملية تسويق المنتوجات. توفر هذه الطرق روابط أساسية للفلاحين والمزارعين لنقل منتجاتهم إلى الأسواق الجوارية وللسكان للوصول إلى الخدمات والمرافق. يعتبر تصميم وصيانة هذه الطرق الريفية أمرًا أساسيًا وأكثر من ضروري لما تشهده من ديناميكية كبيرة من خلال التحركات اليومية ولضمان تدفق فعال للسلع والأفراد في جميع أنحاء الولاية، وتسهيل عملية التسويق الذي يساهم في التنمية الاقتصادية والاجتماعية الشاملة للولاية من جهة. والولايات المجاورة لها من جهة اخرى.



شكل 33 : خريطة شغل الارض ولاية معسكر

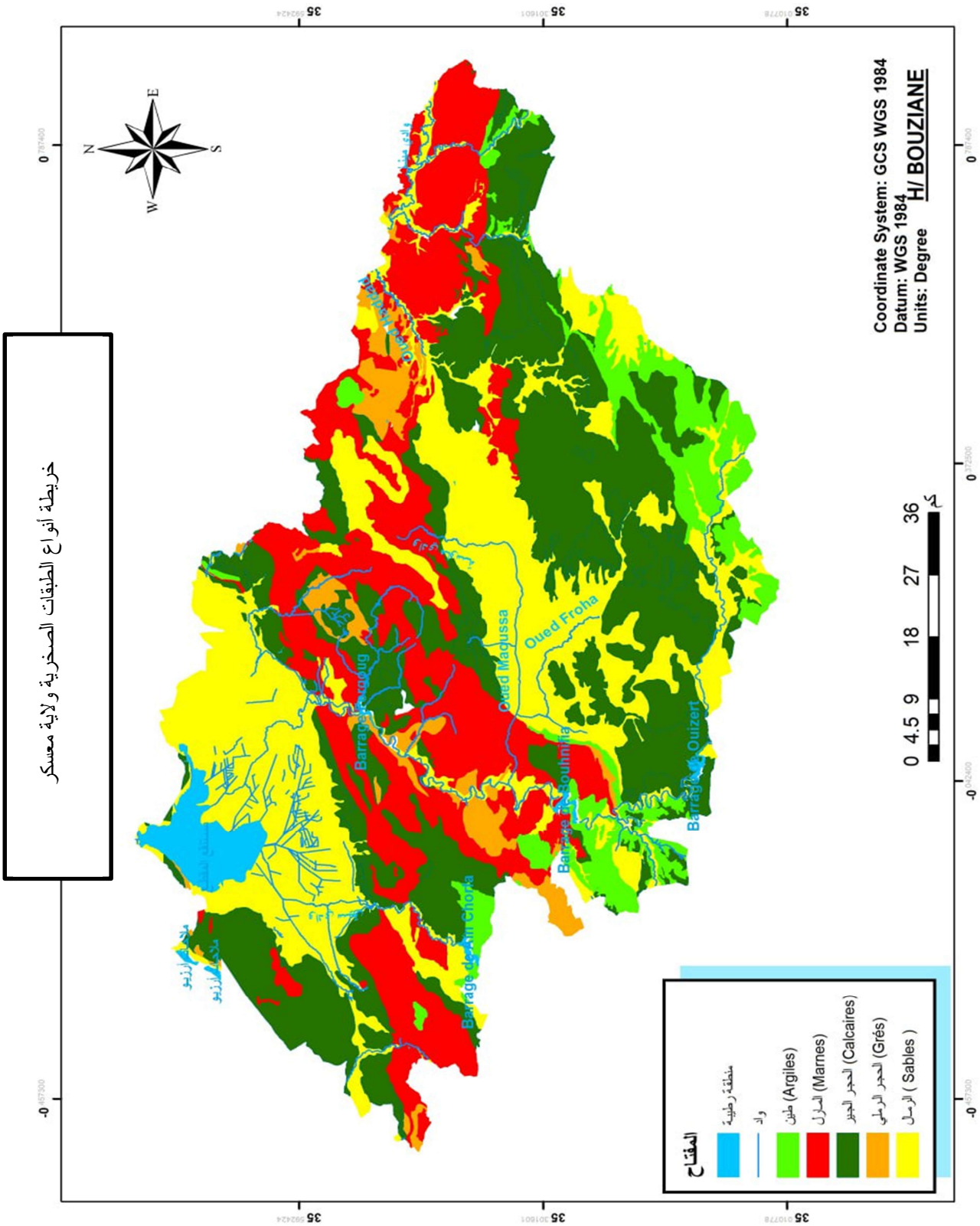
حتى يتسنى للأطراف المعنية اتخاذ القرارات الصائبة والمستنيرة بشأن تخطيط البنية التحتية، لابد من فهم العلاقة بين أنماط استخدام الأرض وتكوين شبكة الطرق الريفية داخل ولاية معسكر، وكذلك إدارة الأراضي وتطوير الزراعة في والولاية. حتى يضمن هذا النهج الشامل للتخطيط المكاني استغلال الموارد الطبيعية للولاية بشكل مستدام، مع تعزيز النمو الاقتصادي وتحسين جودة الحياة لسكانها.



شكل34 : خريطة شبكة الطرق ولاية معسكر

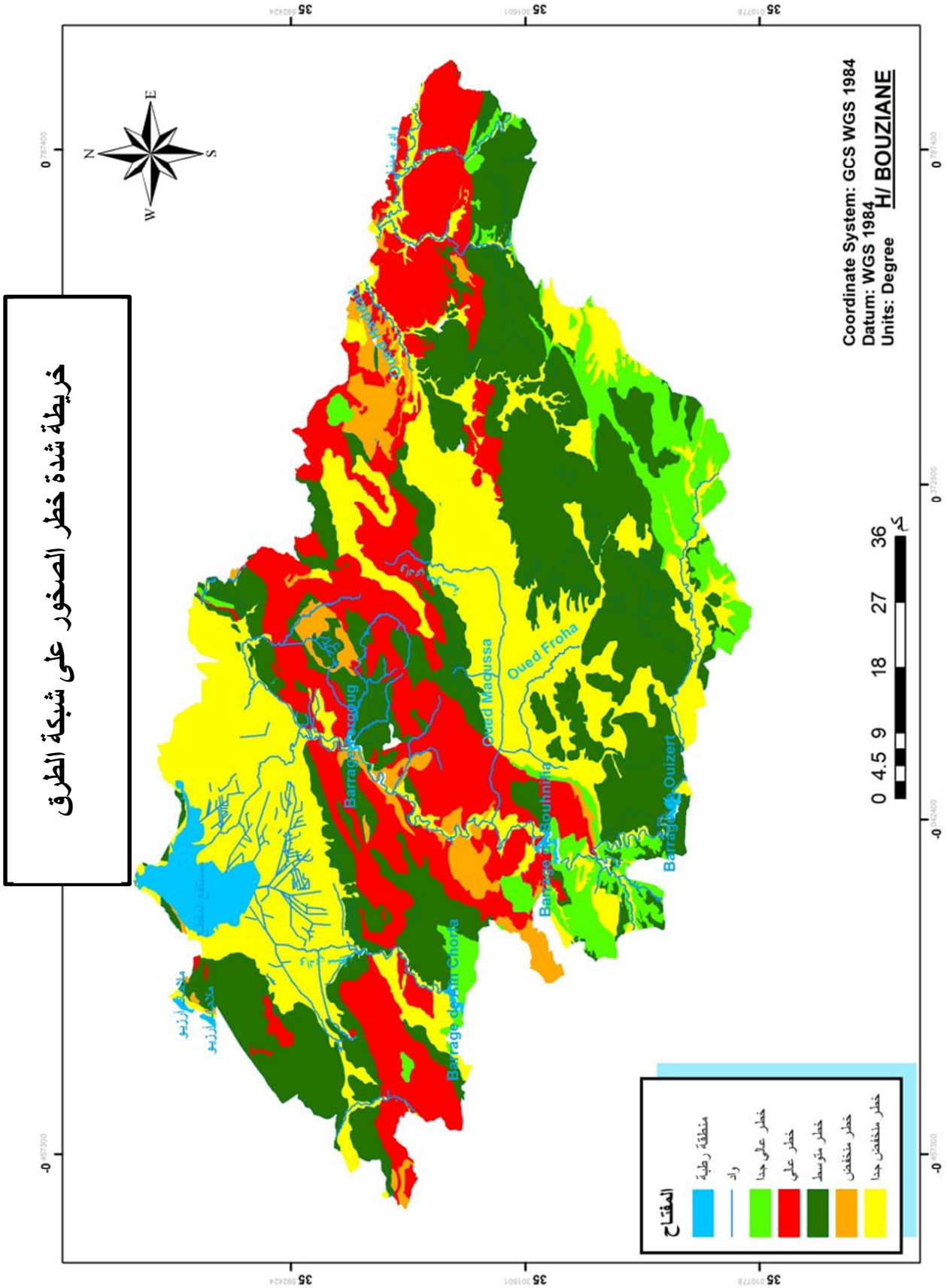
4 جيولوجية ولاية معسكر:

تتميز ولاية معسكر بجيولوجيا معقدة ومتنوعة تتنوع ما بين الصخور الرسوبية، الحجر الجيري، الحجر الرملي والطمي...إلخ .كما يوضحه الشكل رقم 35 الذي يمثل اهم أنواع الصخور بولاية معسكر (**Lithologie**). بحيث تؤثر المكونات الجيولوجية الهشة بشكل كبير على البنية التحتية، وخاصة الطرقات، ولضمان سلامة واستقرار هذه الطرقات يتوجب علينا التطرق الى الجانب الجيولوجي لمنطقة الدراسة واعداد دراسة جيولوجية دقيقة وتصميمًا مناسبًا والقيام بأعمال حفر وتعبئة دقيقتين والاعتماد ايضا على أنظمة تصريف فعالة وصيانة دورية.



شكل35 : خريطة أنواع الطبقات الصخرية ولاية معسكر (Lithologie)

تشكلت الطبقات الصخرية على مدار حقبات جيولوجية متعاقبة، كل منها يمثل حقبة زمنية معينة تميزت بظروف بيئية محددة. تراكمت هذه الطبقات فوق بعضها البعض بفعل العمليات الرسوبية والتعرية على مدار ملايين السنين. بحث تتميز ولاية معسكر بتنوع طبقاتها الصخرية، بدءًا من الطبقة الطينية (argiles) الزيجة، مرورًا بالمَارن(marnes) السريعة التفتت، ثم تليها طبقة الحجر الجيري (calcaires) الصخري المتماسك، ليأتي بعدها الحجر الرملي (grès) المقاوم، وانتهاءً بالرمال (sables) التي تعتبر الطبقة الاكثر نفاذية مقارنة مع باقي الطبقات الرسوبية.



شكل 36 : شدة خطر الصخور(La lithologie) على شبكة الطرق ولاية معسكر

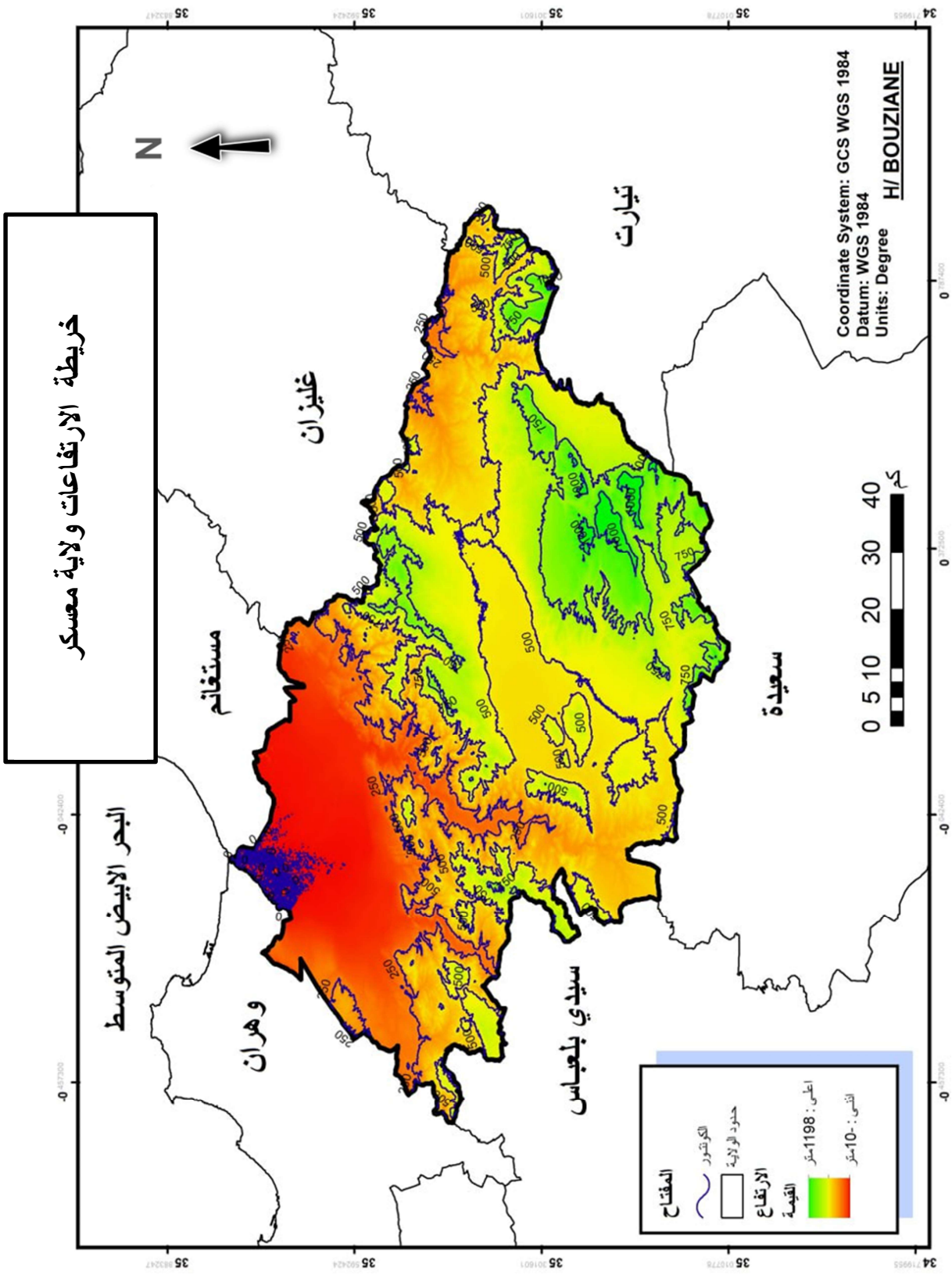
من خلال الخريطتين المتحصل عليهما المتمثلتين في خريطة انواع الصخور وخريطة شدة خطورة كل طبقة على شبكة الطرق الشكل رقم 35 و36استنتجنا ما يلي:

- الطين (Argiles) : عبارة عن حبيبات دقيقة لزيجة تميل الى امتصاص الماء و تشكيل تربة زلقة .هذه الخاصية اذا ارتبطت بالانحدار تشكل خطر كبير لانزلاق التربة.
- المارن (Marnes) : هو عبارة عن مزيج من الطين و الجير حيث يتميز بصلابة اكبر من الطين و لكنة قابل للتفتت أيضا المارن يشكل خطر كبيرلانهيار التربة مع تأكل محتمل للطرق بسبب ترسب المارن الناعم
- الحجر الجير (Calcaires) : عبارة عن صخور رسوبية صلبة تتكون من بقايا الكائنات البحرية مقاومة للتأكل بشكل عام حيث تشكل خطر ضئيل لانهيار التربة مع احتمال وجود تجاويف كارستية تحت السطح قد تشكل خطر مفاجئا .
- الحجر الرملي (Grés) : هو عبارة عن حبيبات رملية متماسكة صلبة و مقامة للتأكل كذلك يشكل خطر ضئيل للانهيار التربة و ذلك لتوفرها على شبكات هيدروغرافية متنوعة.
- الرمال (Sables) : هي عبارة عن حبيبات غير متماسكة نفوذية و قابلة للتعرية تتميز بها سهول ولاية معسكر (سهل الهبرة سهل غريس).

5 الارتفاعات والانحدارات في ولاية معسكر:

من الشكلين رقم (37و 38) خريطة الارتفاعات والانحدارات في ولاية معسكر استنتجنا ان الانحدارات تكون شديدة بطبيعة الحال في جبال بني شقران التي يصل علوها 1000 م ما يرافقه اندار شديد قدر بـ 43 %، بينما تقل شدة الانحدار لتتراوح ما بين 42% و28%

في الارتفاعات الاكثر من 500م واقل من 1000م لجبال بني شقران، لتصل الى أدنى مستوياتها في سهل الجبل بالنسبة للارتفاعات التي 200م وهي عبارة عن سهل غريس وسهل الهبرة والمقطع بحيث يقدر الانحدار بها ما بين 16 % و7%.

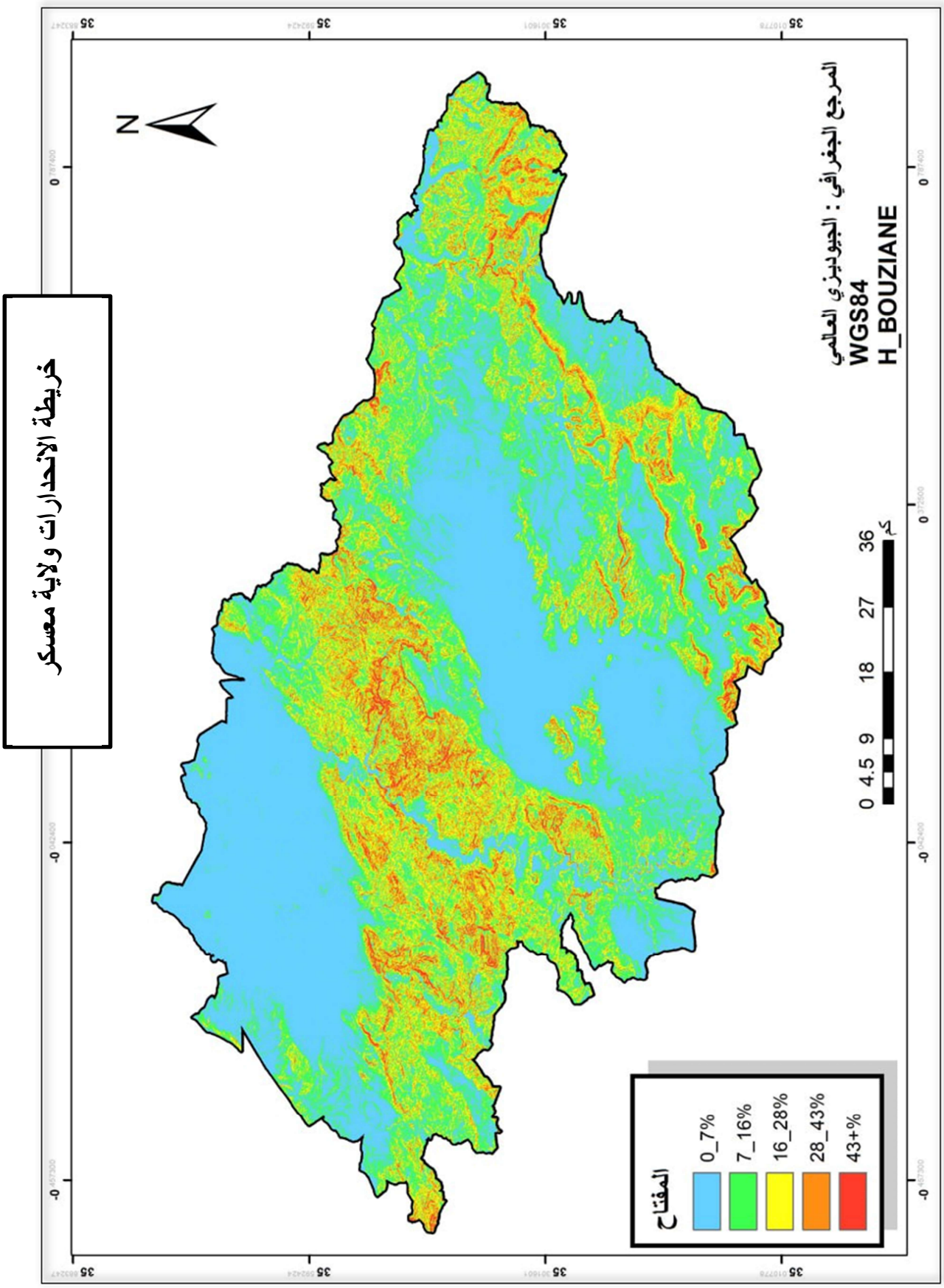


شكل 37 : خريطة الارتفاعات ولاية معسكر

5.1 الارتفاعات و الانحدارات في ولاية معسكر :

من الشكلين رقم (15و 16) خريطة الارتفاعات و الانحدارات في ولاية معسكر استنتجنا ان الانحدارات تكون شديدة بطبيعة الحال في جبال بني شقران التي يصل علوها 1000 م ما يرافقه اندار شديد قدر بـ 43 %، بينما تقل شدة الانحدار لتتراوح ما بين 42% و 28%

في الارتفاعات الاكثر من 500م واقل من 1000م لجبال بني شقران، لتصل الى ادنى مستوياتها في سهل الجبل بالنسبة للارتفاعات التي 200م وهي عبارة عن سهل غريس وسهل الهبرة والمقطع بحيث يقدر الانحدار بها ما بين 16 % و 7% .



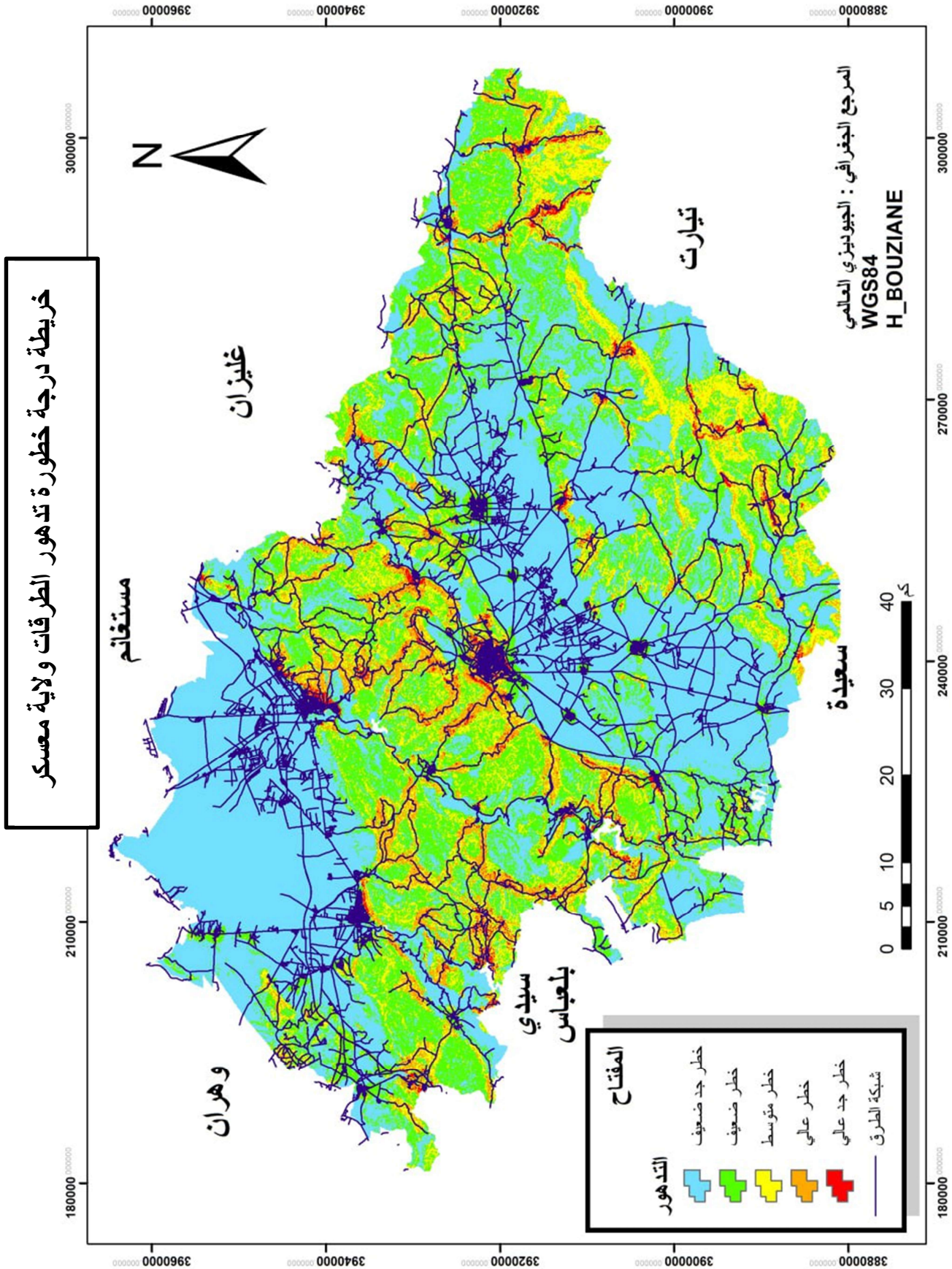
شكل 38 : خريطة الانحدارات (Slop) ولاية معسكر

6 خطر انزلاقات التربة وتدهور طرق ولاية معسكر:

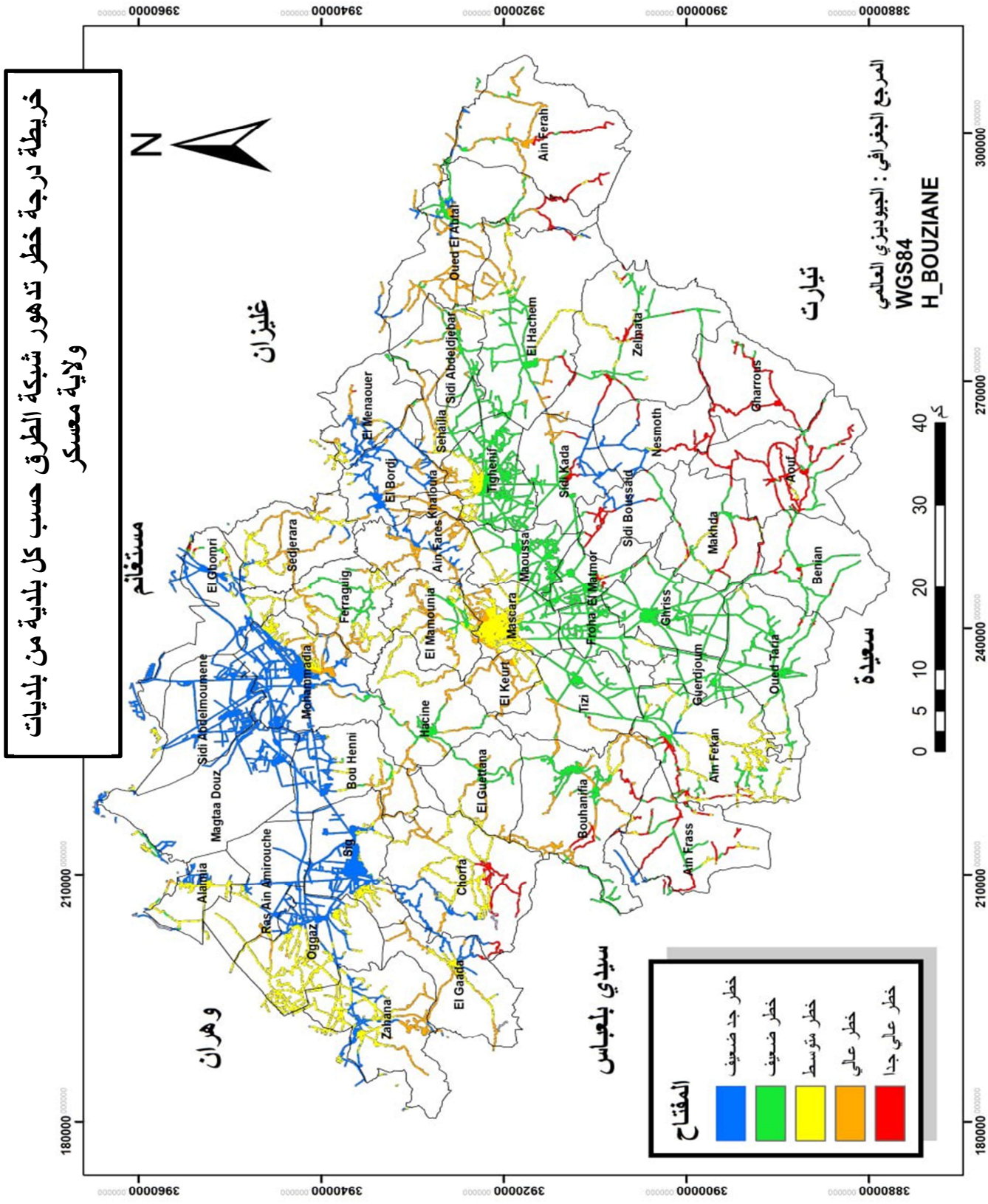
من اجل انجاز خريطة درجة خطورة تدهور شبكة الطرق لولاية معسكر قمنا بإدراج البيانات المكانية لاستخدام الأرض مع جيولوجية المنطقة واهم الانحدارات الموجودة بموضع الولاية في قاعدة بيانية مشتركة من خلال النتائج المتحصل عليها والموضحة في الشكل رقم 40

و 41 ان الجهة الجنوبية الشرقية باتجاه تيارت يكون الخطر عال جدا بالتحديد كل من بلدية عوف، غروس وبلدية نسمط وبعض من طرقات بلديات عين فراح، عين فراص والشرفة الجهة الغربية. بينما الخطر العالي يتركز في سط الولاية تحديدا بالبلديات التالية (الكرط، المامونية، سجرارة، عين فارس، خلوية، وواد الابطال وزهانة...) في حين يتركز الخطر المتوسط لدرجة خطورة الطرقات في مركز الولاية بلدية معسكر والجهة الشمالية لبلدية تيغنيف والجهة الشمالية لبلدية الشرفة وبلدية عكاز وكذلك بلدية زهانة بالإضافة الى بلدية عين فكان الجهة الجنوبية للولاية. واخيرا نجد الخطر الضعيف والضعيف جدا هو الاكثر انتشار في ولاية معسكر بحيث يتركز في كل من بلديات (غريس، فروحة، المطمور ماوسة، تيزي، تيغنيف، الهاشم، القرجوم، واد تاغية، البرج، المحمدية سيدي عبد المومن سيق، راس عين عميروش، مقطع دوز والبنيان...)

من خلا ل تحليل لنتائج هذه الدراسة ومعالجة البيانات نجد تنوع في الخطر بحيث يوجد خطر حوادث المرور وانزلاقات التربة وتدهور الطرق.



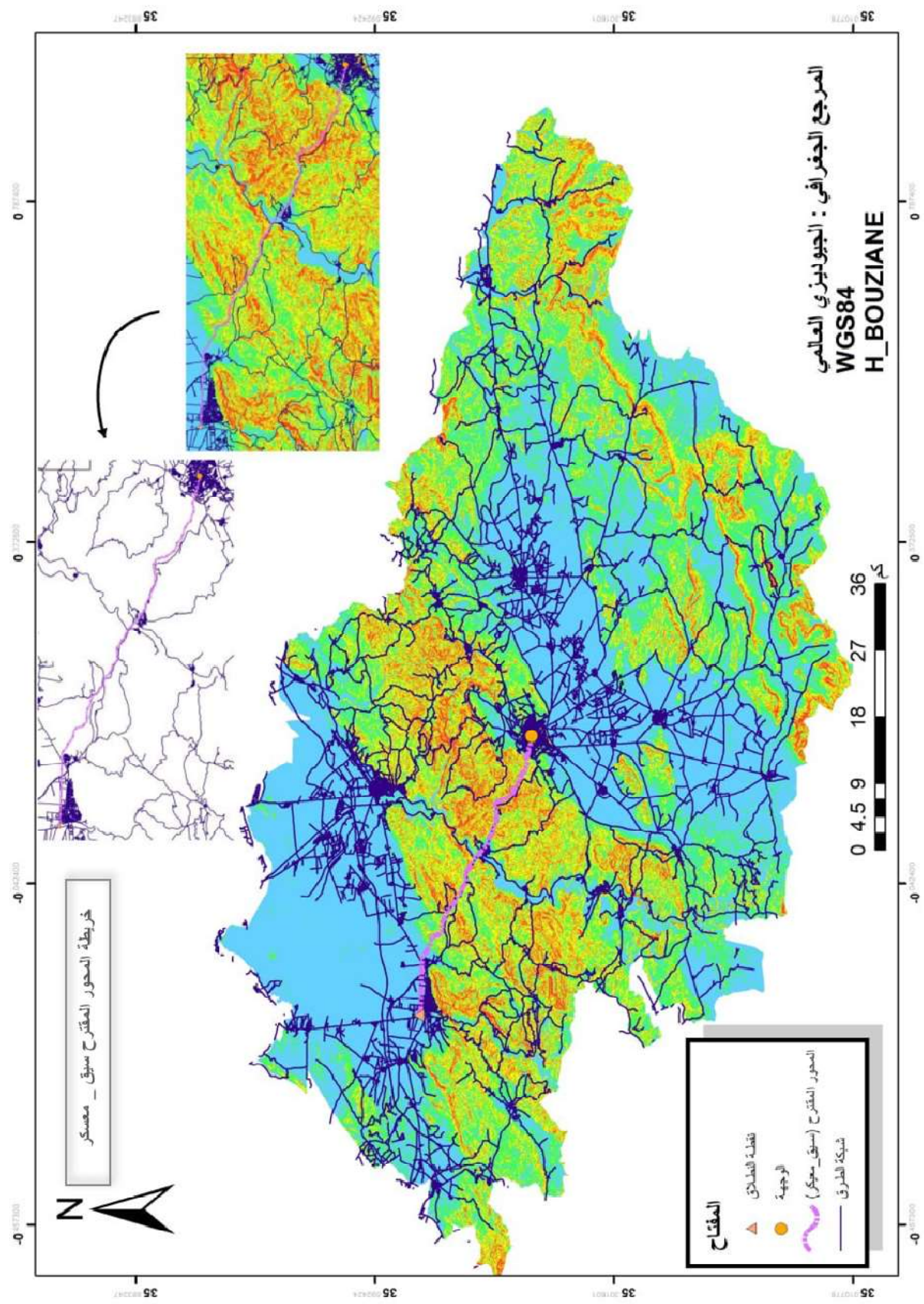
شكل 39 : خريطة درجة الخطورة تدهور الطروقات ولاية معسكر



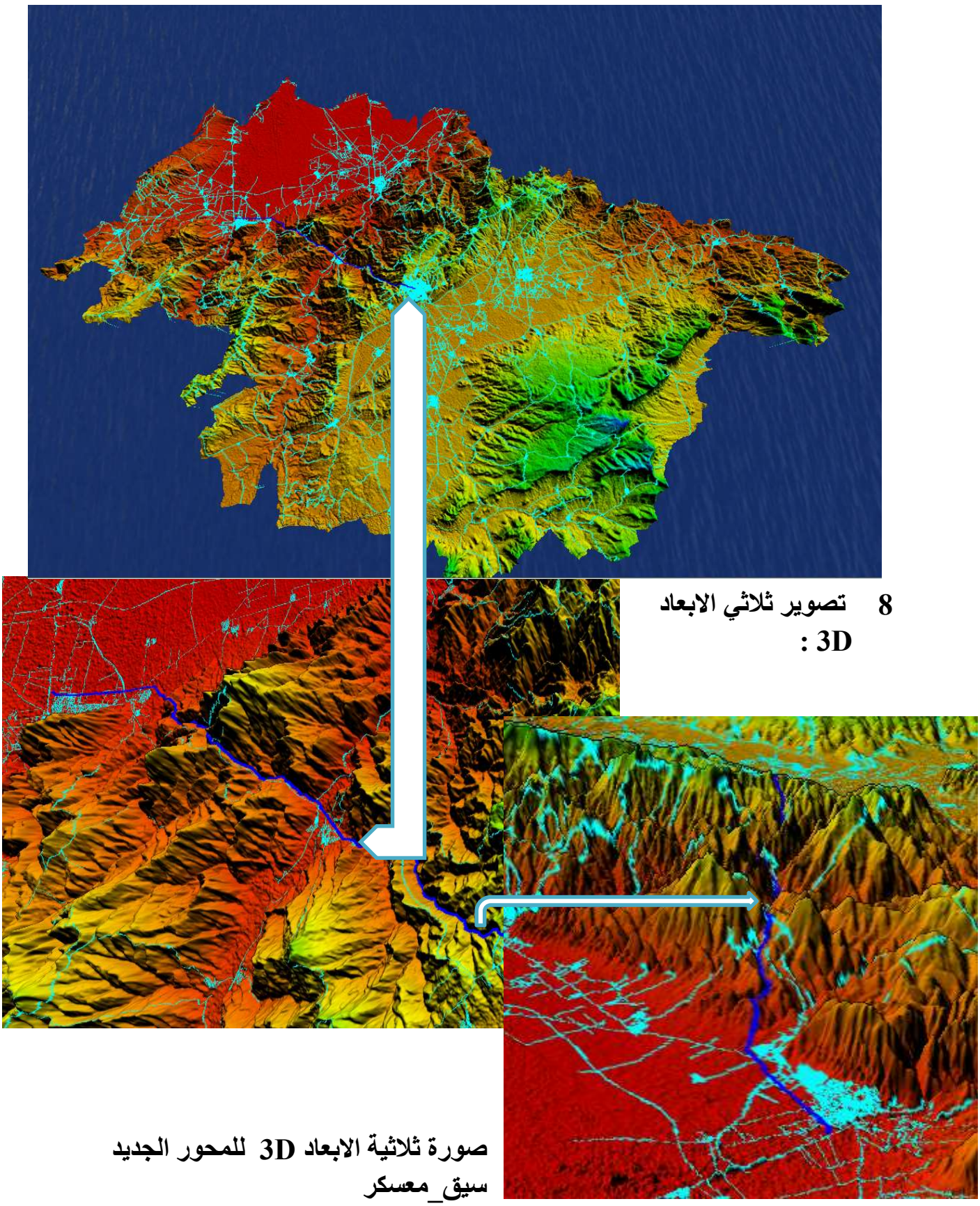
شكل 40 : خريطة درجة خطر تدهور شبكة الطرق حسب كل بلدية (ولاية معسكر)

7 اقتراح محور جديد:

ومن خلال مما سبق قمنا باقتراح محور جديد سيق - معسكر، ذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS بداية العملية كانت بتقديم معطيات وشروط لبرنامج Arc GIS تجسدت في تحديد مناطق الانحدار ودرجة خطورة تدهور الطرق حسب التكوين الجيولوجي بخصوص منطقة الدراسة ولاية معسكر وكذلك تحديد نقطة الانطلاق والوجهة المراد الوصول اليها ومن خلال كل هذا وقع الاختيار على المسار الموضح في الشكل رقم 42 ادناه الذي يعتبر الاختيار الأمثل باستعمال النظم المعلومات الجغرافية GIS ، كونه المسار الاقل خطورة والاقل انحدار من باقي ولاية معسكر.



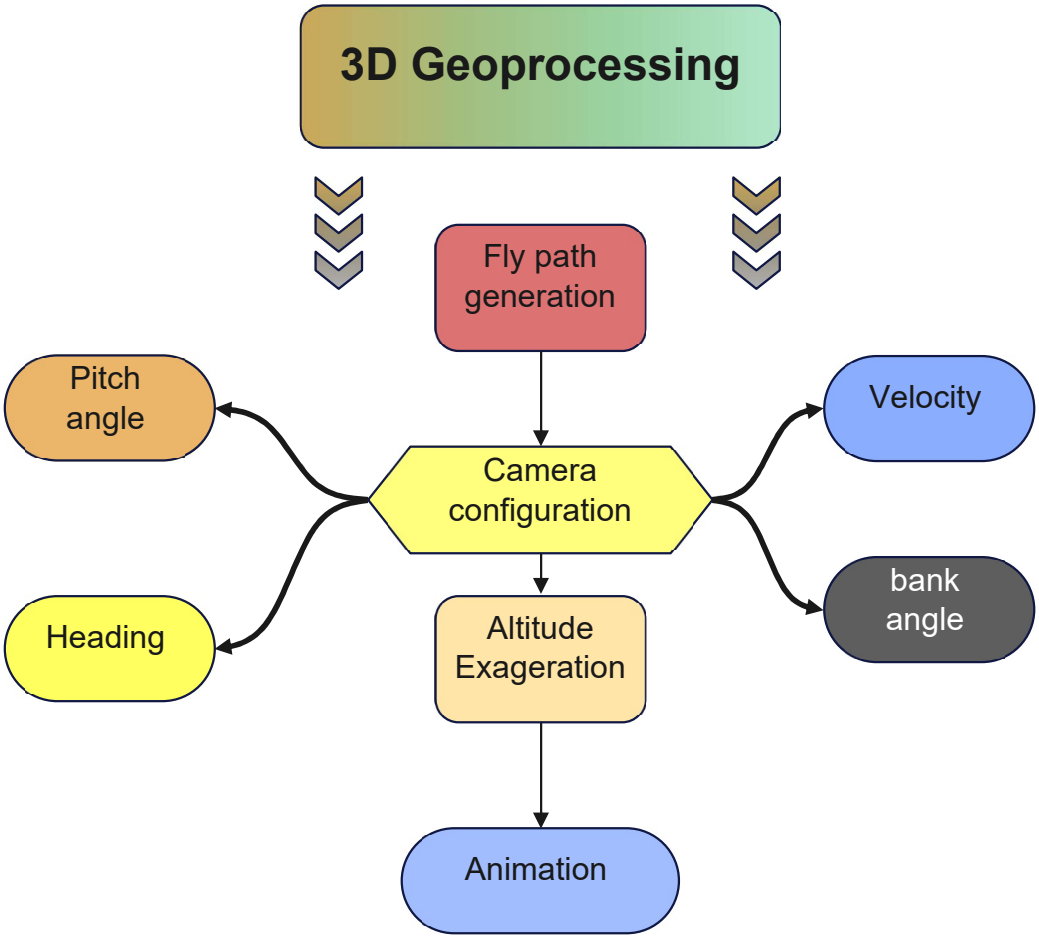
شكل 41 : خريطة المحور المقترح سيق _ معسكر



8 تصوير ثلاثي الابعاد 3D :

صورة ثلاثية الابعاد 3D للمحور الجديد سيق_معسكر

9 -معالجة ثلاثية الأبعاد:



خلاصة الفصل:

في هذا الفصل تم تشخيص ودراسة الوضعية الراهنة لحالة الطرقات في ولاية معسكر حيث استخرجنا شدة تدهور كل طريق، ثم قمنا بإنجاز خريطة درجة خطورة تدهور شبكة الطرق لولاية معسكر، كما قمنا بإدراج البيانات المكانية لاستخدام الأرض مع جيولوجية المنطقة واهم الانحدارات الموجودة بموضع الولاية في قاعدة بيانية مشتركة من خلال النتائج المتحصل عليها، وتم اظهار درجة خطورة تدهور شبكة الطرق داخل كل اقليم الولاية حسب كل بلدية من بلديات الولاية من الخطر العالي جدا الى غاية الخطر الضعيف جدا. بعدها تم اقتراح محور جديد سيق - معسكر، وذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS تجسدت في تحديد مناطق الانحدار ودرجة خطورة تدهور الطرق بخصوص منطقة الدراسة وكذلك تحديد نقطة الانطلاق والوجهة المراد الوصول اليها، ومن خلال كل هذا تم انشاء مسار سيق- معسكر الجديد وفق تصور مفصل ثلاثي الابعاد 3D الذي يعتبر الاختيار الامثل، كونه المسار الاقل خطورة والاقل انحدار من باقي اقليم منطقة الدراسة.

خاتمة عامة :

شرعنا في رحلة لاستكشاف استخدام البيانات الجغرافية المكانية المجانية وتكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتعزيز التصور ثلاثي الابعاد (3D) لشبكات الطرق الريفية داخل المدن الجزائرية، وكأمثلة عن ذلك سلطنا الضوء على احدى ولايات الغرب الجزائري دراسة حالة شبكة الطرق لولاية معسكر.

كان الهدف الأساسي من هذه الأطروحة هو التحقق في إمكانية استخدام البيانات الجغرافية المكانية المجانية وتكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية لتحسين تصور شبكات الطرق الريفية. كنا نهدف إلى الاستفادة من مجموعة البيانات ذات الوصول المفتوح لإنشاء خريطة شاملة ثلاثية الابعاد (3D) لشبكة الطرق في ولاية معسكر , تقديم رؤية شاملة حول تخطيط البنية التحتية وإدارتها.

لمحاولة تحقيق تلك الأهداف، قمنا في الفصل الاول بتأسيس المفاهيم العامة والمهمة لموضوع بحثنا، واستكشفنا أحدث ما توصلت إليه تكنولوجيا نظم المعلومات الجغرافية ومصادر البيانات الجغرافية المكانية، قمنا بتسليط الضوء على التطورات التي أضفت الطابع الديمقراطي للوصول إلى المعلومات المكانية.

في الفصل الثاني قمنا بالتطبيق الفعلي للمفاهيم التي نوقشت في الفصل الاول. سمح لنا استخدام نظم المعلومات الجغرافية بإنجاز خريطة مناطق تدهور الطرق داخل الولاية، و لتوضيح المحور المقترح سيق- معسكر استعنا بالتصور الثلاثي الابعاد الذي يعتبر وسيلة لإظهار درجة تدهور الطرق. حيث استخدمنا نماذج الارتفاع الرقمية (DEM) من ASTER و SRTM لإنشاء خريطة مفصلة ثلاثية الابعاد (3D) لولاية معسكر. تم تعديل بيانات شبكة الطرق المستخرجة من خريطة المفتوحة المصدر (OSM) وتصنيفها على أساس فئة الطريق، بما في ذلك الطرق الوطنية والطرق المشتركة والطرق السريعة والمسارات. بعدها تم دمج طبقات إضافية مثل التقسيمات الإدارية والشبكات الهيدروغرافية، في نموذج ثلاثي الابعادD3 لما لها اهمية وصلة بموضوع دراستنا. قمنا باقتراح محور جديد سيق - معسكر، ذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية GIS بداية العملية كانت بتقديم معطيات وشروط لبرنامج Arc GIS تمثلت في

تحديد مناطق الانحدار ودرجة خطورة تدهور الطرق حسب التكوين الجيولوجي بخصوص منطقة الدراسة ولاية معسكر وكذلك تحديد نقطة الانطلاق و الوجهة المراد الوصول اليها ومن خلال كل هذا وقع الاختيار على المحور سيق- معسكر الذي يعتبر الاختيار الامثل، كونه المسار الاقل خطورة والاقل انحدار من باقي منطقة الدراسة ولاية معسكر .

قائمة المراجع:

1 - https://web.mst.edu/~rogersda/gis/history%20of%20gis.pdf
document pdf bureau _ titre : **BRIEF HISTORY OF BRIEF HISTORY OF GEOGRAPHICAL GEOGRAPHICAL INFORMATION INFORMATION SYSTEMS**

2- https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/history-of-gis

3- https://gisgeography.com/map-projections/

4- H. M. S. e. I. I. M. sani, Elaboration d'un modèle numérique d'élévation pour le Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib Ain Témouchent, Ain-Temouchent, 2016/2017.

5- United States Geological Survey (USGS). (n.d.). EarthExplorer. fromhttps://earthexplorer.usgs.gov/

6- https://gisgeography.com/free-satellite-imagery-data-list/

Sources. By : GIS Geography. Last Updated: January 6, 2024

7- Site_web : https://gisgeography.com/modis-satellite/

ملخص

شـهد اسـتخدام نظـام المعلومـات الجغرافيـة (GIS) فـي العقـود الاخيـرة تطـورًا ملحوظـا وكبيـرًا، تمثلـت هـذه التطـورات فـي تنـوع وتعـدد مجـالات اسـتعماله، المجـال الحضـري والمجـال الريفـي بشـتى مكوناتهمـا. الهـدف منهـا هـو توضـيح الظـاهرة المـراد دراسـتها فـي شـكل خـرائط بيانيـة. ومـن خـلال اسـتخدام بيانـات جيومكانيـة مجانيـة، يمكـن تحقيـق رسـم خـرائط دقيقـة وتصـور ثلاثـي الأبعـاد لشـبكات الطـرق الريفيـة، وكمثـال عـن ذلـك سلطنا الضوء على احدى شبكة الطرق الريفية لولاية معسكر.

حيـث اسـتخدمنا نمـاذج الارتفـاع الرقميـة (DEM) مـن ASTER و SRTMلإنشـاء خريطـة مفصـلة ثلاثيـة الابعـاد (3D) لشـبكة الطـرق الريفيـة لولايـة معسـكر. تـم تعـديل بيانـات شـبكة الطـرق المسـتخرجة مـن خريطـة المفتوحـة المصـدر (OSM) وتصـنيفها علـى أسـاس فئـة الطريـق، بمـا فـي ذلـك الطـرق الوطنيـة والطـرق المشـتركة والطـرق السـريعة والمسـارات. بعـدها تـم دمـج طبقـات إضـافية مثـل التقسـيمات الإداريـة، فـي نمـوذج ثلاثـي الابعـاد D3. بعـدها قمنـا بـاقتراح محـور جديـد سـيق - معسـكر، وذلـك باسـتخدام نظـم المعلومـات الجغرافيـة GIS بدايـة كانـت بتقـديم معطيـات وشـروط لبرنـامج ArcGIS تمثلـت فـي تحديـد منـاطق الانحـدار ودرجـة خطـورة تـدهور الطـرق بخصـوص منطقـة الدراسـة وكـذلك تحديـد نقطـة الانطـلاق و الوجهـة المـراد الوصـول اليهـا ومـن خـلال كـل هـذا وقـع الاختيـار علـى المحـور سـيق-معسـكر الـذي يعتبـر الاختيار الامثل، كونه المسار الاقل خطورة والاقل انحدار من باقي مجال دراستنا.

الكلمـات المفتاحيـة: نظـام المعلومـات الجغرافيـة (GIS)، معسـكر، شـبكة الطـرق الريفية، برنامج ArcGIS

Summary

In recent years, there has been a significant and substantial development in the use of Geographic Information System (GIS). These advancements are manifested in the diverse and multiple fields of its application, both in urban and rural areas. The purpose is to elucidate the phenomenon under study in the form of graphical maps. Through the utilization of free geospatial data, accurate maps and three-dimensional representations of rural road networks can be achieved. As an example, we shed light on one of the rural road networks in the state of Mascara. Here, Digital Elevation Models (DEMs) from ASTER and SRTM were employed to create a detailed three-dimensional (3D) map of the rural road network in the state of Mascara. The road network data extracted from OpenStreetMap (OSM) were modified and classified based on road category, including national roads, communal roads, highways, and trails. Additional layers such as administrative divisions were then integrated into the 3D model. Subsequently, we proposed a new axis, Siagh-Mascara, using GIS. Initially, data and conditions were presented to the ArcGIS program, which involved identifying slope areas and assessing the degree of road degradation risk in the study area, as well as determining the starting point and destination. Through all this, the Siagh-Mascara axis was chosen as the optimal route, as it represents the least risky and least sloping path compared to other areas in our study."

Key words: Geographic Information System (GIS), Mascara, rural road network, ArcGIS

Résumé

Ces dernières années, il y a eu un développement significatif et substantiel dans l'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ces avancées se manifestent dans les domaines d'application divers et multiples, tant en milieu urbain que rural. Le but est d'élucider le phénomène étudié sous forme de cartes graphiques. Grâce à l'utilisation de données géospatiales gratuites, des cartes précises et des représentations tridimensionnelles des réseaux routiers ruraux peuvent être obtenues. À titre d'exemple, nous avons mis en lumière l'un des réseaux routiers ruraux de l'État de Mascara. Ici, des Modèles Numériques d'Élévation (MNE) d'ASTER et de SRTM ont été utilisés pour créer une carte tridimensionnelle détaillée du réseau routier rural de l'État de Mascara. Les données du réseau routier extraites de OpenStreetMap (OSM) ont été modifiées et classées en fonction de la catégorie des routes, y compris les routes nationales, les routes communales, les autoroutes et les sentiers. Des couches supplémentaires telles que les divisions administratives ont ensuite été intégrées dans le modèle 3D. Par la suite, nous avons proposé un nouvel axe, Siagh-Mascara, en utilisant le SIG. Initialement, des données et des conditions ont été présentées au programme ArcGIS, ce qui impliquait l'identification des zones de pente et l'évaluation du degré de risque de dégradation des routes dans la zone d'étude, ainsi que la détermination du point de départ et de la destination. À travers tout cela, l'axe Siagh-Mascara a été choisi comme itinéraire optimal, car il représente le chemin le moins risqué et le moins pentu par rapport aux autres zones de notre étude."

Mots clés : Système d'Information Géographique (SIG), Mascara, réseau routier rural, ArcGIS