

مساهمة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات

الجغرافية في الدراسة الجيوديناميكية

الخارجية لحوض وادي النجاء الحوض

الجزائري لحوض كبير - رهال

أطروحة مقدمة لنيل درجة دكتوراه العلوم في التهيئة العمرانية

تحت إشراف:

الدكتور أحمد بوغرارة

من إعداد:

عبد الرزاق خنيوي

لجنة المناقشة

رئيساً	1	جامعة قسنطينة	أستاذ التعليم العالي	رحام جـمال
مشارفاً	1	جامعة قسنطينة	أستاذ محاضر	بوغرارة أحمد
ممتحناً	3	جامعة قسنطينة	أستاذ التعليم العالي	عمير رش حمزة
ممتحناً	2	جامعة باتنة	أستاذ التعليم العالي	بن مسعود حسان
ممتحناً	1	جامعة قسنطينة	أستاذ محاضر	نعوم بري عبد العزيز
ممتحناً	2	جامعة باتنة	أستاذ محاضر	بوحنانة رابع

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الإهداء

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين

أهدي هذا العمل لائق

من ربي وأثارت دربي وأعانتني بالصلوات والدعوات، إذ أغلقت إنسان في هذا الوجود أمي الحبيبة

إلى من عمل بك في سبيلي وعلمني معنى الكفاح وأوصلني إلى ما أنا عليه أباي الكريم رحمه الله

إلى من أظنر وإيما هو أجمل من الحياة إلى من كانوا ملاذي وملاجئي

إخوتي وأخواتي

إلى أولادي فلذة كبدي

ديننا - عبد الله - عبد العظيم

إلى سندي وقوتي وملاذي بعد الله إلى من تقاسمت معي متاع الحياة

زوجتي الغالية

عبد الرزاق خنيوي

شكر وتقدير

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على أداء هذا الواجب ووفقنا إلى

إنجاز هذا العمل

توجه بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو من بعيد على إنجاز هذا

العمل وفي تذييل ما واجهنا من صعوبات، ونخص بالذكر الأستاذ المشرف أحمد

بوخرارة الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة التي كانت عوناً لنا في إتمام هذا

البحث.

ولا يفوتنا أن نتوجه بكل الشكر والتقدير والاحترام للأساتذة أعضاء لجنة المناقشة

على قبولهم مناقشة هذه الرسالة رغم كثافة انشغالهم العلمية،

كما لا ننسى كل الأساتذة والأصدقاء والأحباب من دور استثناء

عبد الرزاق خنيوى

المقدمة العامة

المقدمة العامة

يعتبر التطور التكنولوجي الذي يشهده العالم اليوم ثمرة تراكمات علمية ومعرفية، أدت إلى إحداث العديد من التغيرات في حياة الفرد والمجتمع، خاصة تلك التي تساعدهم على معرفة محيطهم الواسع والشاسع بأقل جهد وتكلفة، وبدقة عالية وفي وقت وجيز، ومن أبرز المجالات التي تم توظيف فيها هذه التقنيات الحديثة والتكنولوجيا العالية الدقة دراسات الجغرافية الطبيعية بمكوناتها، كاستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لما يترتب عن ذلك من سرعة إدراك وتحليل وربط مختلف العلاقات التي تتفاعل فيما بينها مكونة الوسط البيئي الذي يعيش عليه الانسان.

يعد الاستشعار عن بعد بجميع أنواعه صور جوية ومرئيات الاقمار الصناعية ورادارية وغيرها من أحدث ما وصل إليه الانسان في عالم التقنيات الحديثة، فهي تساعده على القيام بعملية المراقبة المستمرة للأرض ومواردها، كما تقدم معلومات غزيرة عنها وتكشف خباياها من الفضاء الواسع. يعتمد هذا الأسلوب على قياس انعكاسات الأشعة الكهرومغناطيسية المرتدة من مختلف الموارد الطبيعية من أجل تحليلها وتفسيرها لإبراز خصائصها ومميزاتها وسلامتها، فكل جسم على سطح الأرض له بصمته الطيفية التي تميزه عن غيره وتعبّر عن حالته، وبهذا يتسنى للباحث متابعة هذه الموارد الطبيعية وملاحظة تغيراتها باستمرار خاصة وأن سطح الأرض يشهد ديناميكية وحيوية دائمة منها ما يشكل خطراً على الانسان بسبب نشاطاته الغير مدروسة كإزالة الغطاء النباتي وإقامة نشاطات اقتصادية بأنواعها في أماكن غير ملائمة، ومتابعة حركة الأودية والأنهار، وغيرها من الظواهر البيئية.

إن تطبيق أحدث الأساليب والطرق في دراسة حوض وادي النجاء الحوض الجزئي للحوض كبير رمال يَمَكُن من فهم العمليات الجيومورفولوجية والأشكال المرتبطة بها من خلال القيام بمعالجة تحليلية معمقة للظواهر المراد دراستها وفهمها واستيعاب تفاصيلها، تتميز هذه التقنيات الحديثة بالمرونة في الاستخدام والسرعة في الانجاز وتُسهل عمليات المقارنة وإدخال

العديد من العلاقات بين مختلف الظواهر خاصة وأن معالجتها يكون على شكل طبقات رقمية والتي تمكن في الأخير من استخلاص معلومات في مجال الجيومورفولوجية التطبيقية والدراسات المورفومترية واستقرارية المنحدرات والتعرية فيها وتحليل التضاريس وأحواض التصريف.

• الإشكالية:

ينتمي حوض وادي النجاء إلى الإقليم التلي في الشرق الجزائري والذي مر بمراحل تطور معقدة نتج عن ذلك مظاهر وأشكال جيومورفولوجية متنوعة ومتعددة، إذ تعرضت المنطقة لحركات داخلية باطنية تكتونية ساهمت في تشكل التضاريس وفق طابع معين وبتأثير عوامل خارجية كالمناخ بمختلف عناصره وحركة المياه السطحية وفق نظم محددة، ونشاطات الانسان في بيئته من خلال طريقة استغلاله لأرضه وتمركزه وتمركز نشاطاته. كل ذلك ساهم في ظهور ونمو ونشاط وتنوع العمليات الجيومورفولوجية التي انعكست آثارها على السطح الخارجي لحوض وادي النجاء، وأعطته شكله الحالي. هذا هو ما سيحاول البحث توضيحه بالاعتماد على أحدث التقنيات التي توظف أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة ديناميكية السطح.

ان دراسة الجيوديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء تفتح المجال لطرح العديد من التساؤلات حول العناصر الفعالة والفاعلة بالحوض، وتفاعلها مع بعضها، ومنه يمكن تلخيص الجوانب التي تتمحور عليها هذه الدراسة في جملة من النقاط كالاتي:

❖ دراسة شكل السطح الخارجي لحوض وادي النجاء يتطلب معرفة للأزمة الجيولوجية التي تعاقبت على منطقة الدراسة، خاصة وأن العمليات الجيومورفولوجية استغرقت فترة زمنية طويلة تسمى بالأزمة الجيولوجية.

❖ دراسة التربة وخصائصها يسمح بتحديد المناطق الهشة من المناطق المستقرة انطلاقا من الخصائص الليثولوجية لمنطقة الدراسة.

❖ دراسة أشكال السفوح والانحدارات بأشكالها المختلفة وعلاقتها بالتركيب الصخري من جهة، وأثر عوامل ألحت الخارجية من جهة أخرى.

- ❖ القيام بالدراسة المورفومترية لأنها من الأسس التي يُعتمد عليها في تحليل السطوح الطبوغرافية للأحواض الهيدروغرافية وذلك من خلال التعرف على الخصائص المورفومترية المساحية والشكلية والتضاريسية.
- ❖ يعتبر المناخ بمختلف عناصره من أهم الطاقات النشطة والفعالة في حوض وادي النجاء وهي إحدى أهم العناصر الطبيعية التي تؤثر على الخصائص الجيومورفولوجية وتتحكم فيها ولهذا يجب إبراز مدى فعاليتها في الحوض.
- ❖ دراسة دور ومساهمة الانسان في ديناميكية السطح من خلال خصائصه ونشاطاته على البيئة المحيطة به وطريقة تفاعله معها.
- ❖ دراسة طرق ونماذج مستعملة في تقييم التعرية المائية للوصول في الأخير خريطة لتحديد المناطق التي تهددها التعرية.

• أهداف الدراسة:

يمكن حصر أهداف هذه الدراسة في النقاط التالية:

- ❖ إبراز أهمية مساهمة الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسات الجيومورفولوجية.
- ❖ تكوين أرضية علمية وخرائطية لهذه المنطقة التي تشكل أساسا للأبحاث البيئية ودراسات الوسط الطبيعي للمنطقة.
- ❖ اشتقاق وبناء قاعدة بيانات وإنشاء وتصميم خرائط رقمية للخصائص المورفومترية لحوض وادي النجاء اعتماد على تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)،
- ❖ تقييم حالة الغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي في منطقة الدراسة ودراسة التغيرات التي حدثت بالمنطقة.
- ❖ توضيح أثر الأشكال الجيومورفولوجية على استعمالات الأرض في المنطقة والمواد التي يمكن الاستفادة منها.

❖ القيام بالدراسة الجيوديناميكية الخارجية للمنطقة وذلك باستخدام الصور الجوية والفضائية وتحليل الخرائط لمعرفة الوحدات الجيومرفولوجية الرئيسية، وتثبيت مظاهرها على الخريطة الجيومرفولوجية المعدة للمنطقة الخاصة بهذا الغرض.

● أسباب اختيار الموضوع:

جاء اختيار هذ الموضوع والذي يعتمد على تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الدراسة الجيوديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء لعدة اعتبارات نذكر منها:

❖ اهتمام الطالب بمجال الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية كتقنيات جديدة يتم توظيفها في الدراسات العلمية.

❖ معرفة الطالب لمنطقة الدراسة وبهذا سهولة التأكد من نتائج المتحصل عليها خاصة وأن الدراسة تعتمد أساسا على استعمال أداة الاستشعار عن بعد.

❖ قلة الدراسات الجيومرفولوجية وغيرها من الدراسات الطبيعية المتعلقة بالمنطقة ولدت الحاجة للقيام بمثل هذه الدراسة وخاصة باستعمال الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

❖ حدوث العديد من الأخطار الجيومرفولوجية كالانهيارات الأرضية وانجراف التربة والتي تحد من الأنشطة البشرية المختلفة كالزراعة والبناء وتوحد سد بني هارون وهي بحاجة إلى دراسة معمقة.

● المنهجية المتبعة في الدراسة:

بما أن المنهج هو العنصر الثابت للعلم والملازم له والبحث يدرس الجيوديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء ويقسمها إلى وحدات جيومرفولوجية ويتطرق إلى الشبكة المائية، والسفوح، واستخدام الأرض، باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، كل هذا يتطلب الاعتماد على أكثر من منهج في هذه الدراسة، يمكن تلخيصها في ثلاث محاور رئيسية وهي:

❖ **الإطار النظري:** يعتمد على مجموع الدراسات من كتب وموسوعات ومجلات وأطروحات التي تم فيها توظيف تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الجغرافيا الطبيعية بصفة عامة والجيومورفولوجيا بصفة خاصة.

❖ **جمع المعلومات:** بما أن الدراسة تتناول الديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء تطلب ذلك جمع المعلومات المكانية الميدانية من الهيئات والمؤسسات الحكومية المتخصصة في مجالها كالمعطيات المناخية وتعداد السكان وغيرها، كما أن الدراسة توظف تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ومنه بالضرورة يتم جمع البيانات الرقمية التي تخص منطقة الدراسة من مرئيات فضائية وصور رادارية، وتحويل الاحصائيات الميدانية إلى بيانات رقمية.

❖ **المنهج المتبع في الدراسة:** تطلب البحث الاعتماد على أكثر من منهج في هذه الدراسة حيث تم الاعتماد على المنهج التاريخي وذلك من أجل التعرف على نشأة الأشكال الجيومورفولوجية وتطورها خلال مختلف العصور، كما تطلب استخدام المنهج الوصفي الذي يتمثل في وصف الأشكال الجيومورفولوجية وتصنيفها وذلك من خلال العمل الميداني وتفسير الصور الجوية والفضائية، والخرائط الطبوغرافية، فيما تم استخدام المنهج التحليلي في تحليل الشبكات المائية وتحليل قطاعات المنحدرات، ومعرفة كيفية تطور المنحدرات والأشكال الجيومورفولوجية والعمليات التي أسهمت في تشكيلها. وفي الأخير تم التقييم النوعي للتعرية من خلال نموذج (PAP/CAR) الذي يعتمد على تفاعل مجموعة من العوامل في تحديد مقدار تعرية التربة بفعل المياه السطحية الجارية.

● **الدراسات السابقة:** تفيد الدراسات السابقة في تطوير الأسئلة المتعلقة بالدراسة، حيث أنه يُستفاد من الأسئلة التي طرحها الباحثون الآخرون، ويصبح بالإمكان صياغة أسئلة مميزة لدراسة الجديدة. لم تكن هذه المنطقة بدراسة متخصصة لها بضبط وإنما درست كجزء من حوض بني هارون على غرار الدراسة التقنية التي قدمها مكتب دراسات كندي "Tecsult" من طلب مسؤولي سد بني هارون وأطروحات " مبارك عزالدين " وأعمال أخرى تخص التهيئة الريفية والجهوية، من الملاحظ انعدام تقنيات الجيوماتيك في كل الدراسات السابقة.

• صعوبات البحث:

- ❖ واجهت الطالب صعوبات خلال اعداده للبحث نذكر منها:
 - ❖ قلة الدراسات خاصة تلك المتعلقة بالخصائص الجيولوجية والليثولوجية لحوض وادي النجاء والتي تحتوي على تفاصيل دقيقة تمكن من الوصول إلى نتائج أكثر دقة.
 - ❖ تطلب البحث القيام بدراسة معمقة لكيفية استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الجيومورفولوجية، وقد تطلب ذلك وقت طويل مع قلة المصادر والمراجع المتخصصة في ذلك.
 - ❖ التعقيدات التي واجهت الباحث من أجل الحصول على مرئيات القمر الصناعي الجزائري آلسات - 2 (Alsat-2)، والثمن الباهظ للمرئيات الفضائية ذات الدقة العالية للأقمار الصناعية الأمريكية على غرار القمر الصناعي كويك بورد (Quick Bird) أو الأوروبية كالقمر الصناعي سبوت (Spot)، وهذا من أجل الوصول إلى نتائج أكثر دقة.
 - ❖ عدم وجود بعض الاحصائيات خاصة تلك المتعلقة بعناصر المناخ عدا التساقط، فلا توجد محطة مناخية في منطقة الدراسة.

• أقسام الدراسة:

- تم تقسيم هذا البحث إلى ثمانية فصول وكل فصل يتكون من عدة عناصر، بالإضافة إلى المقدمة والخاتمة.
- ❖ يعرض الفصل الأول مراحل انجاز الدراسة والتقنيات المستخدمة حيث كانت البداية بتحديد الموقع الجغرافي للمنطقة الدراسة، ثم التعرف على البيانات المستخدمة فيها بنوعيتها المكتبية والفضائية، ثم عرض طرق التي استخدمت في تحضير هذه البيانات وتصنيفها ومعالجتها لكي تصبح جاهزة للتطبيق والاستعمال، ثم إعطاء لمحة عن أهم البرامج المستعملة في الدراسة، وتحديد أهم العناصر اللازمة لإنشاء قواعد البيانات لحوض وادي النجاء.

- ❖ أما الفصل الثاني فجاء فيه تحديد المجموعات البنيوية وأشكال التضاريس لمنطقة الدراسة، فكانت البداية مع التعرف على الخصائص الجيولوجية للشرق الجزائري بصفة عامة وحوض وادي النجاء بصفة خاصة من خلال التعرف على الوحدات الجيولوجية لمنطقة الدراسة، ثم التطرق إلى الخصائص التضاريسية التي تميز المنطقة وذلك باستخدام نموذج الارتفاعات الرقمية لإبراز الطابع الغالب على الحوض، وللوصول إلى إعطاء نظرة تضاريسية شاملة تم انشاء مجموعة من المقاطع الطبوغرافية باستعمال برامج متخصصة.
- ❖ وفي الفصل الثالث تم دراسة خصائص التربة والانحدارات لمنطقة الدراسة بالاعتماد على مجموعة من الدراسات ونموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)، ففي دراسة التربة تم الاعتماد على تصنيفين وهما تصنيف منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO)، والتصنيف الأمريكي لسنة 2014م لتحديد خصائص التربة ولإعداد خريطة التربة لحوض وادي النجاء. أما في دراسة خصائص الانحدارات فتم الاعتماد على صور رادارية (DEM) باستخدام برامج متخصصة من أجل تحديد فئات ورسم خريطة للانحدارات لحوض وادي النجاء.
- ❖ أما الفصل الرابع والخامس فقد تم دراسة الخصائص الشكلية والمساحية وخصائص شبكة التصريف للحوض، بالاعتماد على مجموعة من المعادلات الرياضية التي ابتكرها مختصين وقد تم تطبيقها باستعمال برامج نظم المعلومات الجغرافية.
- ❖ وفي الفصل السادس تمت دراسة الخصائص المناخية لحوض وادي النجاء باستعمال بيانات مكتبية إحصائية من محطات مناخية فعلية (كالتساقط)، واستعمال بيانات فضائية من مواقع متخصصة في الدراسات المناخية.
- ❖ أما الفصل السابع فقد تناول الدراسة السكانية وقد تم الاعتماد على الاحصائيات الرسمية للهيئات المتخصصة في ذلك ودراسة استعمالات الأرض باستخدام المرئيات الفضائية.
- ❖ أما الفصل الثامن والأخير يعتبر محصلة نهائية للفصول السابقة حيث تم اعتماد منهجية (PAP/CAR) في تقييم التعرية في حوض وادي النجاء والتي تبنى على دراسات تمت في الفصول السابقة.

الفصل الأول:

**مراحل إنجاز الدراسة والتقنيات
المستخدمة**

الفصل الأول: مراحل انجاز الدراسة والتقنيات المستخدمة

مقدمة الفصل:

يقصد بمراحل انجاز الدراسة والتقنيات المستخدمة مجموعة الاحصائيات والخرائط والوسائل والأساليب والصور والبرامج التي تم الاعتماد عليها في الحصول على المعلومات والبيانات اللازمة لإنجاز هذا البحث.

إن تنوع عناصر الدراسة ومناهجها البحثية (ملاحية، فزيوغرافية، إقليمية، مورفومترية، تطبيقية، مناخية، جيومورفولوجية،) فرضت على الطالب الإعتداع على بيانات من مصادر عديدة وبمقاييس مختلفة، ومن مصادر متنوعة. مما أوجد مشاكل مختلفة وجب دراستها وإيجاد أحسن السبل لمعالجتها بطرق علمية وبما يخدم أهداف البحث. فمعرفة خصائص البيانات التي ستعتمد في البحث وتحديد طبيعتها من الأولويات التي على الباحث القيام بها كي يتسنى له وضع برنامج عمله البحثي بالصورة التي تساعد في اختزال الجهد والمال والوقت وتحقيق الهدف من البحث والدراسة.

أولاً: مراحل إنجاز الدراسة:

1 - تحديد منطقة الدراسة:

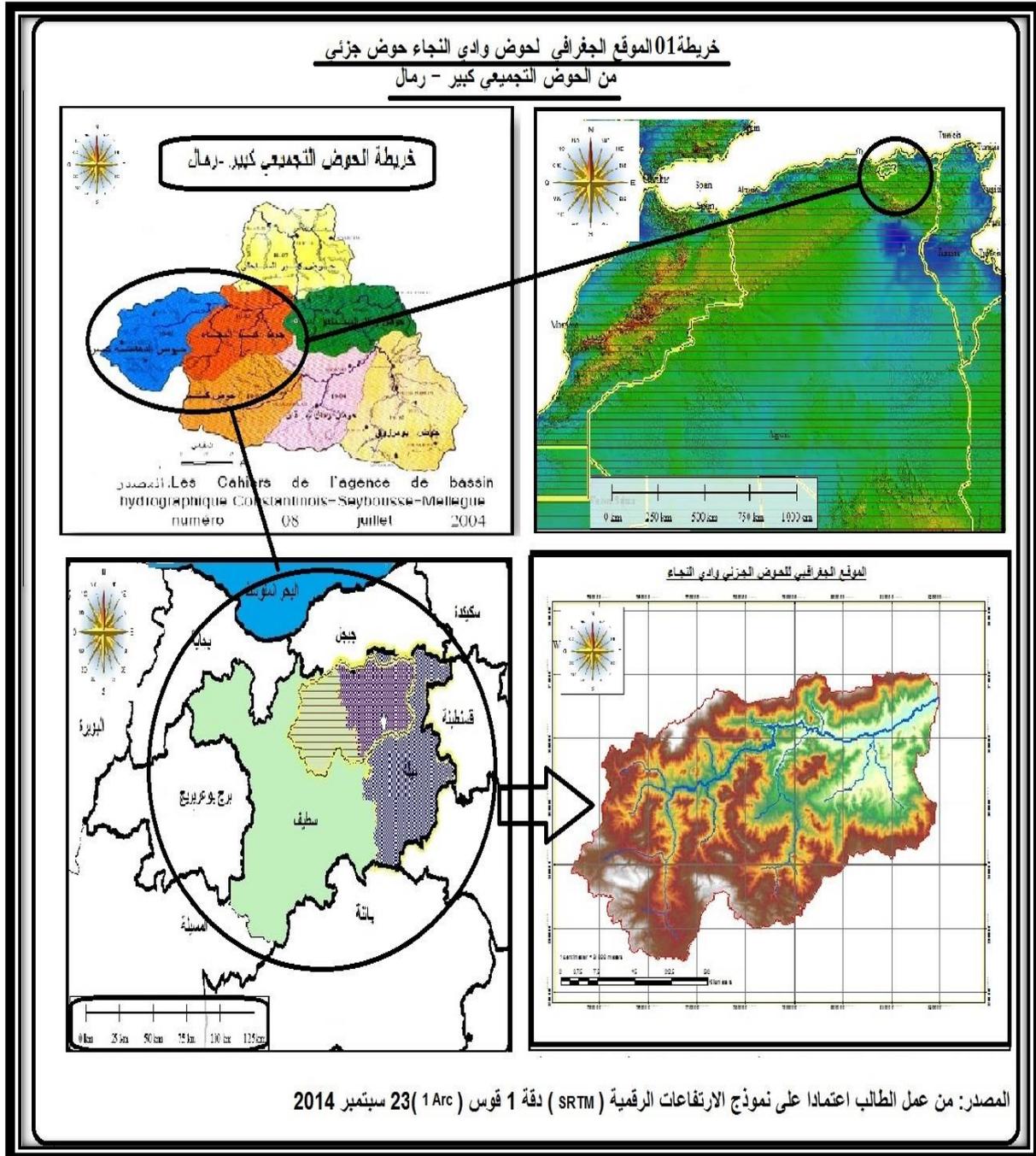
تتحصر منطقة الدراسة بين خطي الطول (5,4204°) و (6,2711°) شرقاً، ودائرتي عرض (36.1873°) و (36,5894°) شمالاً.

تقع منطقة الدراسة ضمن حوض كبير - رمال الذي تقدر مساحته بـ: (8811 كلم²)، و الذي يمتد على الولايات التالية: (ميلة - قسنطينة - أم البواقي - جيجل - سطيف)، وقد أنجز في هذا الحوض عند التقاء وادي الرمال مع وادي النجاء سد بني هارون، الذي

يعتبر الأكبر في الجزائر من حيث كمية المياه المُخزنة فيه والتي تقدر بحوالي: (960) مليون م³.

هذه الدراسة ستقتصر على حوض وادي النجاء وهو حوض جزئي من الحوض كبير - رمال، الذي يعتبر نموذج لمختلف التضاريس التلية الممتدة من السهول الساحلية في الشمال إلى السهول العليا في الجنوب وواديه ينبع من جبال الأطلس التلي. ينتمي هذا الحوض إداريا إلى ولايتي ميلة وسطيف.

تقدر مساحة الحوض الجزئي لوادي النجاء ب: (2166.92 كلم²)، تم حسابها آليا بواسطة برنامج (Arc Gis) بعد تعيين نقطة التقاء وادي النجاء مع وادي الرمال كنقطة مصب الحوض الجزئي المعني بالدراسة على مرئية فضائية رادارية من نوع (Dem)، ليقوم البرنامج بعدها بتحديد حدود الحوض التي تعتبر خط تقسيم المياه. الخريطة رقم (01) توضح الموقع الجغرافي لحوض وادي النجاء، الحوض الجزئي من الحوض التجميعي كبير رمال.



2- مرحلة جمع البيانات:

هناك عدة مصادر للبيانات التي جُمعت في مرحلة البحث، إذ تم اختيارها وفقا لطبيعة البحث الذي يعتمد أساسا على استخدام أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية ولهذا كان لابد من البحث عن البيانات ذات الدقة العالية للوصول إلى نتائج دقيقة.

تضمنت مرحلة جمع البيانات البحث في مصادر مُتعددة ومُتنوعة كما أشير إلى ذلك سابقا، ولتبسيطها نصنفها إلى ثلاثة أصناف:

أ- المصادر المكتبية:

تعتبر المكتبة المرحلة الأولى في أي مشروع بحث أو دراسة لاكتشاف المتوفر من مصادر ومعلومات عن الموضوع المطلوب البحث فيه، فالمكتبة هي نقطة البداية فعلى الباحث أن يعرف عدد ونوع المكتبات المتوفرة في المنطقة والتي يمكن الاستفادة منها، ثم اكتشاف المتوفر في كل منها ذي العلاقة ببحثه، وبعد ذلك يحدد حاجته إلى مصادر معلوماتية أخرى من عدمها.

تم الاطلاع على مجموعة كبيرة من الكتب ونشريات والدوريات والمجلات العلمية، وتقارير والوثائق، والأطروحات والرسائل الجامعية، والأطالس. ولكن معظمها لا تخص منطقة الدراسة، وإنما تدرس مناطق من مختلف دول العالم، استعمل فيها طرق تقليدية والقليل منها استعملت الأدوات الحديثة (نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد)، وهذا من أبرز المشاكل التي تخص هذا البحث، فغياب دراسات أكاديمية سابقة صعب من مهمة جمع المعلومات والتعرف على الخصائص والمشاكل الخاصة بمنطقة الدراسة، عدا الدراسة التي قام بها الأستاذ مباركى بعنوان: (Bassin versant du kebir rhumel – hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau).

• كما تضمنت المصادر المكتبية جمع الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والترية

للمنطقة الدراسة بمقاييس وتواريخ مختلفة وهي:

- الخرائط الطبوغرافية بمقياس مختلفة (1/25000 - 1/100000 -

1/200000 - 1/250000)

- الخريطة الجيولوجية.

Carte structurale au 1/500000 de la chaîne alpine algerien
oriental et des confins algéro-tunisiens Auteur Jean-Marie

Vila

ب- مصادر الهيئات الحكومية:

يقصد بالهيئات الحكومية كل من الوكالات والدواوين والمديريات المتخصصة وهي موجودة على مستوى مركز كل ولاية أو إقليم، وهي مصدر مهم للبيانات لا يمكن للباحث أن يستغني عنها، كل في مجال تخصصه وقد تم زيارة العديد نذكر منها:

❖ الوكالة الوطنية للموارد المائية بقسنطينة حيث تم الحصول على قاعدة بيانات هيدرومناخية خاصة بمحطات من منطقة الدراسة مع قلتها ووجود نقص في بعض المحطات إلا أنه تم الاعتماد عليها كقاعدة بيانات أساسية في الدراسة المناخية والهيدروغرافية.

❖ المعهد الوطني للخرائط والكشف عن بعد قسنطينة.

❖ مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية لولاية ميلة.

❖ مديرية البرمجة ومتابعة الميزانية لولاية سطيف.

❖ الوكالة الوطنية للسدود والتحويلات الجزائر بني هارون ميلة.

❖ مديرية الغابات لولاية ميلة.

❖ مديرية الري لولاية ميلة.

❖ مديرية البيئة لولاية ميلة.

❖ مديرية الفلاحة لولاية ميلة.

ت- المصادر الفضائية:

إن استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية يجبر الباحث للوصول إلى مجموعة من البيانات الرقمية (DATA) لأنها أساس البحث وقاعدته، وتتمثل في مختلف الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية بأنواعها والخرائط الرقمية.

قد يمكن تحميل هذه البيانات (DATA) من موقع مختلفة متخصصة في ذلك ومن أشهر هذه المواقع وأسهلها استخداما الموقع الأمريكي للمسح الجيولوجي (USGS)، مع العلم أن هذا الموقع يوفر البيانات بنوعها المجانية (Gratuit) والتجارية (Commercial)، ولأكثر تفاصيل يمكن الاطلاع على الموقع من خلال الرابط التالي:

(/https://earthexplorer.usgs.gov)

كما يمكن شراءها في الجزائر من أحد مصادر بيع البيانات، كالمعهد الوطني للخرائط والكشف عن بعد المتواجد في كل من قسنطينة والجزائر العاصمة وورقلة ووهران.

تم الاعتماد في هذا البحث على صور الأقمار الصناعية المجانية ذات دقة مكانية متوسطة وهي:

❖ بيانات القمر الصناعي لاندسات (Landsat) بمختلف أجياله.

❖ بيانات القمر الصناعي سينتينيل-2 (Sentinel-2).

❖ نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) Digital Elevation Model.

❖ صور من برنامج (Google Earth Pro).

❖ مرئيات فضائية خاصة ببرنامج (Arc Gis).

أغلب هذه الصور الفضائية محملة من موقع تابع لوكالة الأمريكية للمسح الجيولوجي (USGS) United States Geological Survey، والذي يتيح الحصول على هذه

البيانات الفضائية مجانا ويتم الوصول إليه من الرابط السابق ذكره.

يوفر هذا الموقع عدة أنواع من الصور الفضائية المجانية منها والغير مجانية، مع اختلاف الدقة الزمانية والمكانية، حسب ما هو متوفر.

أما بيانات ارتفاعات الرقمية من نوع (DEM) بنوعيهما (arc 3) و (arc1) فقد حملت من نفس الموقع وهي أيضا مجانية.

فيما يلي نستعرض بعض خصائص هذه المرئيات الفضائية المستعملة في هذا البحث.

ت-1 بيانات القمر الصناعي لاندسات (Landsat):

استخدم في هذا البحث بيانات المتحسسات للقمر الصناعي لاندسات بمختلف أجياله، (MSS Landsat 4) و (Landsat 5 TM) و (Landsat 7ETM +) و (Landsat8 OLI)، كل جيل له خصائصه ومميزاته، حيث تختلف مثلا في الدقة الزمانية والمكانية والطيفية وعدد الحزم من جيل لآخر.

الجدول رقم (01) يبرز خصائص ومواصفات القمر الصناعي لاندسات (Landsat) ونوعية اللواقط (المتحسسات) الموضوعة به، والدقة الزمانية وارتفاعه عن سطح الأرض.

جدول (01) خصائص ومواصفات القمر الصناعي لاندسات (Landsat)

الاجيال	صلاحية الملاحة	الارتفاع km	اجتياز دائرة الاستواء am	اعادة التغطية	المتحسس
Landsat1	1972-1978	912	8:50	18 يوم	MSS,RBV ¹
Landsat2	1975-1982 1year	912	9:08	18 يوم	MSS,RBV
Landsat3	1975-1982 1year	912	9:31	18 يوم	MSS,RBV
Landsat4	MSS:1982 PRESENT	705	9:45	16 يوم	TM ² MSS
	TM:1982-1993				
	3 years				
Landsat 4,5	1984- PRESENT	705	9:45	16 يوم	TM,MSS
	3 years				
Landsat6	1993	705	10:00	16 يوم	ETM ³ MSS
	6 years				
Landsat7	1999- حتى الان	705	10:00	16 يوم	ETM ³ ,MSS
	6 years				
Landsat8	2013- حتى الان	705	10:00	16 يوم	(OLI)

المرجع : الموقع الرسمي لانسات [http:// www.landsat.com](http://www.landsat.com)

MSS¹ (Multi Spectral Scanner) المستشعر الفضائي متعدد المرشحات الطيفية: تحمل السلسلة الأولى من الأقمار الصناعية لاندسات 1-2-3 (Landsat) مستشعر الفضائي متعدد المرشحات الطيفية (MSS) أي (Multi Spectral Scanner) حيث يشمل أربع مجالات طيفية تغطي مساحة أرضية 185X185 كلم،

TM² (Thematic Mapper) الخرائط الموضوعية: تحمل السلسلة الثانية من الأقمار الصناعية لاندسات 4 و 5 (5-4 et Landsat) مستشعرين وهما المستشعر الفضائي متعدد المرشحات الطيفية (MSS) أي (Multi Spectral Scanner) و المستشعر الفضائي للخرائط الموضوعية (TM) حيث يشمل سبع مجالات طيفية تغطي مساحة أرضية 185X185 كلم، الدقة الإشعاعية له 8 بت أي 2 أس 8 أي أن كل بيكسل يمكن أن يأخذ أي قيمة من 0 إلى 255.

ETM³+ (Enhanced Thematic Mapper Plus): تحمل السلسلة الثالثة من الأقمار الصناعية لاندسات 6 و 7 (7-6 et Landsat) مستشعر من نوع متعدد المرشحات الطيفية المحسن للخرائط الموضوعية (ETM+), يرصد الطاقة في ثمانية أطيف، أحدها بانكروماتي (Panchromatique) دقتها 14 متر، يمكن الاستنادة من دقتها لتحسين بقية الأطيف، دقتها الإشعاعية نفس دقة (TM).

من المعلوم أن كل جيل له خصائصه ومميزاته من حيث المتحسسات (اللواقط) التي تم وضعها في كل جيل من أجيال القمر الصناعي (Landsat) المختلفة، وهو الجانب الأكثر إثارة للاهتمام في عرض صورة القمر الصناعي، ولهذا وجب معرفة الأطوال الموجية المتعددة، التي يستخدمها كل جيل وهو المعروف أيضا باسم الاستجابة الطيفية النسبية (RSR)، أي كيفية استخدام التغيرات في الطاقة الإشعاعية المنعكسة بواسطة مواد سطحية مختلفة لتحديد خصائص وميزات الهدف المدروس غطاء نباتي كان أو موارد مائية أو مدن وغيرها.

الجدول التالية: (02)، (03)، (04)، (05) تبرز خصائص النطاقات الطيفية للقمر الصناعي (Landsat) بأجياله وميادين استخداماتها، وللاطلاع على تفاصيل أكثر زيارة الموقع الرسمي لسلسلة الأقمار الصناعية لاندسات (Landsat).

الجدول (2): المجالات الطيفية الماسح الضوئي متعدد الأطياف (MSS) للقمر

الصناعي 1, 2, 3: Landsat

المتحسس	المجال	الطول الموجي/um	الموقع الطيفي المفترض	دقة التمييز	التطبيقات الرئيسية
MSS	1	0.5 - 0.6	الأخضر	79م	لتمييز الغطاء النباتي ونوعه
	2	0.6 - 0.7	الأزرق	79م	لتمييز المياه
	3	0.7 - 0.8	الأحمر	79م	لمعرفة الصخور وأنواعها
	4	0.8 - 1.1	تحت الحمراء	79م	لمعرفة رطوبة التربة

المصدر: [https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

[news_science_products=7#qt-news_science_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

الجدول 3: خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 4,5 للمتحمس (TM)

المتحمس	المجال	الطول الموجي /um	الموقع الطيفي المفترض	دقة التمييز	التطبيقات الرئيسية
TM	1	0.45-0.52	ازرق	30م	اختراق الكتل المائية، وتميز التربة والغطاء النباتي والغابات والمعالم الحضرية
	2	0.52-0.60	اخضر	30م	لقياس انعكاسية اللون الأخضر للغطاء النباتي بهدف تمييزه وتقدير نشاطه.
	3	0.63-0.69	احمر	30م	يساعد في تمييز أنواع النباتات وفي تمييز المعالم الحضرية.
	4	0.76-0.90	تحت الأحمر القريب	30م	تحديد الكتل المائية وتميز رطوبة التربة وتحديد أنواع الغطاء النباتي ونشاطه.
	5	1.55-1.75	تحت الأحمر المتوسط	30م	يميز الغطاء النباتي والتربة من الماء ويفيد أيضا في التمييز بين الثلج والغيوم
	6	10.4-12.5	تحت الأحمر الحراري	120م	تحليل إصابات الغطاء النباتي ورطوبة التربة وفي رسم المصورات الحرارية.
	7	2.08-2.35	تحت الأحمر المتوسط	30م	تمييز المعادن وأنواع الصخور ، وحساس للرطوبة في الغطاء النباتي.

المصدر: [https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7%20-%20qt-news_science_products)

[study?qt-news_science_products=7%20-%20qt-news_science_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7%20-%20qt-news_science_products)

الجدول 4: خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 7 (Landsat-7) للمتحمس

(Etm+)

المتحمس	المجال	الطول الموجي /um	الموقع الطيفي المفترض	دقة التمييز	التطبيقات الرئيسية
ETM+	1	0.45-0.51	الأزرق	30م	لمعرفة المياه والغطاء النباتي والترب
	2	0.52-0.60	الأخضر	30م	لمعرفة الغطاء النباتي وتقدير نشاط النبات
	3	0.63-0.69	الأحمر	30م	صمم للتمييز عن أنواع النبات واحتوائها على الكلوروفيل
	4	0.75-0.90	تحت الحمراء المنعكسة	30م	تمييز النبات وخصوبة التربة
	5	1.55-1.75	تحت الحمراء القصيرة	30م	لمعرفة رطوبة الغطاء النباتي والتربة
	6 ₁	10.40-12.5	تحت الحمراء القصيرة	60م	لتمييز إصابة الغطاء النباتي
	6 ₂	-	-	-	-
	7	2.09-2.35	تحت الحمراء المنعكسة	30م	لتمييز الصخور وحرارة المياه
	8	0.52-0.90	تحت الحمراء متناهية القصر	15م	لتمييز الأغذية الأرضية

المصدر: [https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

[study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

الجدول 5: خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 8 (OLI)

المتحسس	المجال	الطول الموجي /um	الموقع الطيفي المفترض	دقة التمييز	التطبيقات الرئيسية
(OLI) (TIRS)	1	0.43 - 0.45	Coastal aerosol السواحل	30م	دراسات الجوية و الساحلية
	2	0.45 - 0.51	الأزرق	30م	لمعرفة المياه والغطاء النباتي والترب
	3	0.53 - 0.59	الأخضر	30م	لمعرفة الغطاء النباتي وتقدير نشاط النبات
	4	0.64 - 0.67	الأحمر	30م	صمم للتمييز عن أنواع النبات واحتوائها على الكلوروفيل
	5	0.85 - 0.88	تحت الحمراء القريبة	30م	تمييز النبات وخصوبة التربة
	6	1.57 - 1.65	تحت الحمراء المتوسطة	30م	لمعرفة الرطوبة في التربة و الغطاء النباتي و دراسة السحب
	7	2.11 - 2.29	تحت الحمراء المتوسطة	30م	لمعرفة الرطوبة في التربة و الغطاء النباتي و دراسة السحب
	8	0.50 - 0.68	البانكروماتية	15م	صورة أكثر وضوحا.
	9	1.36 - 1.38	Cirrus السمحاق (السحب).	30م	تحسين الكشف عن تلوث السحابة الرقيقة.
	10	10.60 - 11.19	تحت الحمراء الحرارية	100م	رسم الخرائط الحرارية ورطوبة التربة المقدرة.
	11	11.50 - 12.51	تحت الحمراء الحرارية	100م	تحسين الخرائط الحرارية وتقدير رطوبة التربة.

المصدر: [https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

[study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products](https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-study?qt-news_science_products=7#qt-news_science_products)

ت-2 بيانات القمر الصناعي سينتينيل-2 (Sentinel-2):

يقدم القمر الصناعي سينتينيل-2 (Sentinel-2) صور فضائية مجانية وبجودة عالية للباحثين هذا بالتأكيد يعد مكسب مهم. أُطلق هذا القمر من طرف وكالة الفضاء الأوروبية لالتقاط صور للتغيرات التي تطرأ على الموارد على سطح الأرض، هذا ما سيساعد على عمل بحوث علمية في مجالات متعددة ومتنوعة.

القمر الجديد واحد من سلسلة أقمار التي برمجة الوكالة الأوروبية إطلاقها بتسلسل، فبعد إطلاق (Sentinal-1) والمتخصص في جمع البيانات عن التغيرات الجوية كالتي تتسبب في احداث فيضانات مثلا، تم إطلاق سينتينيل-2 (Sentinal-2) الذي يوفر صوراً عالية الدقة لسطح الأرض، ليكون بذلك مصدر مهم للدراسات التي تخص الغابات والعمران، والمساحات الخضراء وغيرها.

القمر صناعي الأوروبي للتصوير الضوئي للأرض سينتينيل-2 (Sentinel-2) هو القمر الثاني من جيل سينتينيل (Sentinel) الذي أطلقته وكالة الفضاء الأوروبية في 7 مارس 2017، كجزء من برنامج كوبرنيكوس الفضائي. يكون مداره على مراحل (180°) عكس القمر الاصطناعي سينتينيل-2 الذي أُطلق في عام 2015. يتميز هذا القمر الصناعي باحتوائه على أجهزة علمية لمسح رقعة واسعة من الأرض بحيث تكون الصور عالية الدقة بسبب التصوير متعدد الأطياف الذي احتوى على 13 حزمة طيفية والهدف منه هو مسح الأرض من عدة جهات وتصوير كل مكان في الأرض مرة واحدة كل خمسة أيام وتكرارها عدة مرات لمعرفة التغيرات المناخية والطبيعية فيه.¹

¹ - الموقع الرسمي لوكالة الفضاء الأوروبية للقمر الصناعي sentinels:

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>

ت-3 بيانات (SRTM (Shuttle Radar Topography Mission):

تم الاعتماد على البيانات الرادارية (SRTM) وهي من أهم المسوحات الفضائية للأرض التي قامت بها عدد من الوكالات الفضائية وهي:

❖ وكالة ناسا National Aeronautics and Space Administration (NASA).

❖ وكالة (NGA) National Geospatial intelligence Agency.

❖ وكالة (GAC) German Aerospace Center.

❖ وكالة (ISA) Italian Space Agency.

❖ وكالة (RDR) Radio Detection Ranging.

انطلقت هذه البعثة في 11 فيفيري 2000م، واستمرت حوالي 11 يوم، جمعت خلالها بيانات كافية لإنتاج قاعدة بيانات ثلاثية الابعاد لأكثر من (80 %) من الكتلة الارضية وحوالي (99.97%) من المناطق الواقعة بين دائرتي عرض (60°) شمالا و(56°) جنوبا. وقد تم حمل هذا القمر الصناعي على متن مكوك (Endeavour) وهو يحمل انظمة الالتقاط (SIR-C) Spaceborne Imaging Radar-C وكذلك (X-Band Synthetic Aperture Radar (x-SAR

البيانات الملتقطة من هذا الرادار هي من نوع بيانات الارتفاعات الرقمية والتي يطلق عليها اختصارا (DEM) أي (Digital Elevation Model) وهي متوفرة بدقتين الأولى 90متر (3-arc) وهي مجانية، والثانية 30 متر (1-arc) قد أصبحت مجانية منذ 2016م، هذه البيانات عبارة عن مجموعة من النقاط من سطح الارض كل نقطة تحتوي على ثلاث معلومات وهي موقعها المستوي (X.Y) وارتفاعاتها (Z)، وبهذا كل نقطة معرّفة في الفراغ الفضائي بقيم على ثلاثة محاور (X.Y.Z) وهذه القيم تمثل تضاريس الأرض. الجدول رقم (06) يبرز خصائص نموذج الارتفاعات الرقمية مواصفات (SRTM).

الجدول (06): نموذج الارتفاعات الرقمية مواصفات

(SRTM) Shuttle Radar Topography Mission

مواصفات (SRTM) Shuttle Radar Topography Mission	
جغرافي	الاسقاط
WGS84	Horizontal Datum
EGM96 (Earth Gravitational Model 1996)	Vertical Datum
المتر	Vertical Units
1 arc-second for global coverage (~30 meters) 3 arc-seconds for global coverage (~90 meters)	Spatial Resolution
degree tiles 1	degree tiles 1
C-band Wavelength	cm 5.6

المصدر: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/mission.htm>

ثانياً: التقنيات المستخدمة:

1 - مرحلة تبويب البيانات وتصنيفها:

تم توظيف أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في هذا البحث ولهذا تم جمع عدد كبير من البيانات مختلفة المصادر خاصة وأن عملية تصنيف وتبويب البيانات تمت أغلبها بواسطة برامج متخصصة في ذلك.

إن وجود البيانات بصورتها الأولية لا يتيح للباحث أن يستنتج شيئاً منها، ولهذا فإن البيانات الأولية بصورتها غير المبوبة تمر بمراحل قصد إخراجها في شكل جداول أو تمثيلات بيانية أو خرائط للتعرف على ما تحويه، وعملية تبويب البيانات تعد من العمليات المهمة في البحث العلمي.

وقد تم تبويب ومراجعة البيانات بطريقتين حسب نوعيتها والهدف منها وقد مرت كل عملية بمراحل قبل بداية استخدامها وهي كالاتي:

أ- المعالجة الأولية للبيانات الفضائية:

بعد تحميل صور الأقمار الصناعية بأنواعها وجب تحضيرها وتهيئتها قبل البدء في استخدامها، لأن المرئيات الخام تحتوي على تشوهات هندسية لهذا يتم إجراء عملية التصحيح الهندسي لإزالة هذه التشوهات، ويتم ذلك بواسطة برامج الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية المتعددة والمتنوعة. هناك عدة إجراءات عملية تحتاجها المعالجة الرقمية للمرئيات المستخدمة في الدراسة.

ومن بين هذه الإجراءات التي تمت على المرئيات:

أ-1-التصحيح الهندسي:

عند تحميل المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات (Landsat) من المواقع المتخصصة في ذلك فهي تحتوي على تشوهات هندسية نتيجة التغير في سرعة المسح أو التغير في ارتفاع وسرعة المركبة الحاملة للمجسات (الواقط)، ولهذا يجب قبل استغلال هذه المرئيات القيام بعملية التصحيح الهندسي (Corrections Géométrique) للصور الفضائية.

يعد هذا التصحيح مهما خاصة عند إجراء عمليات المقارنة أو المطابقة أو عملية الموزاييك (Mosaïque) بين مختلف المرئيات الفضائية التابعة لأنظمة استشعار مختلفة الدقة والزمن، عملية التصحيح الهندسي للمرئيات تحسب رياضيا وفق معاملات التحويل التي على أساسها يتم تصحيح الصورة عن طريق إعادة ترتيب العناصر في مستوى الصورة.

تتم هذه العملية عن طريق التحويل من قيمة البكسل (Pixel) الرقمية في المرئية (DN) إلى القيمة الإشعاعية (Radiance) في نفس المرئيات الفضائية، هناك العديد من الطرق للقيام بهذه العملية. في مرئيات هذا البحث تم الاعتماد على طريقة الخط التجريبي (Empirical Line)، وتتم العملية بتطبيق المعادلة الآتية على جميع قنوات (Bands) للمرئية الواحدة في أحد البرامج المتخصصة في الاستشعار عن بعد كبرنامج (Envi) مثلاً.

$$\text{Radiance} = \text{DN} * ((\text{Lmax}-\text{Lmin}) / \text{Qcalmax}) + \text{Lmin}$$

حيث أن:

❖ Dn: القناة (Band).

❖ **Lmin و Lmax**: القيمة العظمى والصغرى لـ Radiance في كل نطاق Band

(وهي قيم تكون موضوعة في ملف الـ Metadata الخاص بالصورة وقد تم تحميله مع المرئية الفضائية).

❖ **Qcalmax** : هي أقصى قيمة يمكن لـ DN أن تحصل عليها (وتساوي 255).

أ-2- التصحيح الإشعاعي (Atmospheric Corrections):

هذه التشوهات تنتج إما من أخطاء من أجهزة الاستشعار أو تأثيرات الغلاف الجوي حيث تطرأ على الأشعة الضوئية المرسله من الشمس عمليات انتشار ضمن الغلاف الجوي، ويكون التناثر الجوي أكبر على الأشعة الضوئية ذات الأطوال الموجية الأقصر، كما في صور " لاندسات "، وهذه الأشعة المنتثرة تضاف إلى الإشعاع المنعكس من سطح الأرض إلى المركبة الفضائية مما يسبب الإقلال من درجة التباين ضمن الصورة الفضائية، ويهدف هذا التصحيح إلى تعديل شدة الإضاءة من خلال حذف قيمة الأشعة المنتثرة من قيم عناصر الصورة.

تتم هذه العملية عن طريق تحويل من القيمة الإشعاعية (Radiance) في المرئيات الفضائية إلى قيمة الانعكاس الراديومتري (Reflectance) على نفس المرئية، لإجراء هذا التحويل نستخدم المعادلة التالية على جميع قنوات (Bands) للمرئية الواحدة في أحد البرامج المتخصصة في الاستشعار عن بعد:

$$\text{Reflectance} = (\pi * \text{radiance} * d * d) / (\text{ESUN} * \cos(\theta))$$

حيث أن:

❖ **pi**: هي ثابت قيمته 3.14

❖ **d**: المسافة بين الشمس والأرض لحظة التصوير.

- ❖ **Theta**: هي زاوية ميل الشعاع الشمسي الساقط على الأرض
 - ❖ **ESUN**: قيمة الإشعاع الشمسي المتوسط خارج الغلاف الجوي.
- مع العلم أنه عند تحميل المرئيات نجد معها ملف يحتوي على هذه القيم.

أ-3 التحسين المكاني للمرئيات:

هي تقنية هدفها التحسين المكاني للمرئيات حيث تستخدم المرئيات العالية الدقة المكانية من نوع بانكروماتيك (Panchromatique) مع المرئيات العالية الدقة الطيفية لإنتاج مرئية تحتوي على دقة مكانية عالية ودقة طيفية عالية. فالدقة المكانية هي أصغر مسافة على الأرض يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد أن يميز بها جسمين متجاورين زيادة الدقة المكانية تؤدي الى قدرة التمييز الاشكال بعضها عن بعض، اما الدقة الطيفية فهي مدى وعدد اطوال الموجات في الطيف الكهرومغناطيسي التي يمكن لجهاز الاستشعار عن بعد ان يتحسسها. هناك العديد من الطرق التي يتم بها التحسين المكاني للمرئيات نذكر الطرق التي تم استخدامها في الدراسة.

- ❖ **(BT) (Brovey Transform)**: تستخدم هذه التقنية ثلاث حزم متعددة الاطيف ذات الدقة المكانية المتوسطة مع قناة (Band) البانوكروماتيك (Panchromatique) العالية الدقة المكانية في عملية الدمج، تقتصر العملية على تحسين ثلاث قنوات (Bands) فقط.

- ❖ **(PC) (Principal Component)**: تعد هذه الطريقة الأكثر استعمالا تستخدم الحزم المتعددة الاطيف غير محصورة العدد ذات الدقة المكانية المتوسطة مع حزمة بانوكروماتيك (Panchromatique) عالية الدقة المكانية للحصول على مرئيات متعددة الاطيف عالية الدقة المكانية.

❖ **(MLT) (Multiplicative)**: تستخدم هذه التقنية عملية الضرب بين أجزاء معينة من المرئيات العالية الدقة مع نفس الجزء في المرئيات المتوسطة الدقة المكانية ولا تتحدد بتحسين عدد معين من الحزم.

أ-4 تعزيز التباين (Contrast):

تعزيز التباين يفيد في زيادة التباين اللوني بين عناصر الصورة الواحدة، خاصة تلك التي تملك درجات لونية متقاربة، وذلك من طريق نشر درجات الإضاءة للمشاهد، بحيث يغطي كامل المجال اللوني من اللون الأسود وحتى اللون الأبيض.

أ-5 الترشيح:

الصور الفضائية تحتوي على إشارات ضجيج (Noise) تؤدي إلى تشوه الصورة، يهدف استخدام المرشحات (Les Filtres) إلى الإقلال من هذا الضجيج مما يساعد على إمكانية التفسير الأفضل لمحتوى الصورة، وعند اختيار المرشح المناسب يؤخذ بالحسبان محتوى الصورة من المعلومات ونسبة الضجيج فيها والهدف من الدراسة ودرجة التمييز الأرضية للنظام المراد استخدامه.

أ-6 التركيب اللوني الزائف:

تعتمد هذه التقنية على جمع ثلاث حزم متعددة الاطيفاء وعرضها بمدى الاطوال الموجية المرئية حتى يتسنى للعين البشرية رؤيتها، تعمل هذه التقنية على عرض ثلاث حزم طيفية كل حزمة لها لون محدد وهي: الأحمر والاخضر والازرق، وهو ما يطلق عليها اختصارا بالحروف الإنجليزية (RGB). إن اساس عرض الحزم تعتمد على شدة انعكاسية الأشياء المراد اظهاره في تلك الحزمة.

ب- البيانات المكتبية:

تم تحويل جميع الخرائط المستخدمة في الدراسة من نسختها الورقية الى رقمية، وذلك بواسطة جهاز الماسح الضوئي (Scanner). أما فيما يخص الجداول والاحصائيات الورقية تم جعلها رقمية حتى يمكن إنشاء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة اعتمادا على برامج نظم المعلومات الجغرافية، و اضافتها لقاعدة البيانات المستخرجة من المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة والخرائط والبيانات والتقارير والدراسات الرقمية.

يعد تصنيف البيانات من الخطوات المهمة في عملية التبويب فبعد الانتهاء من عملية جمع البيانات المطلوبة ومراجعتها تأتي عملية فرز البيانات إلى مجاميع وأصناف صغيرة توحيدها قاعدة معينة، وهكذا تلي هذه الخطوة عملية تفريغ البيانات وجدولتها. والجداول هنا تكون على أشكال مختلفة ومتنوعة، إذ منها الجداول الأولية ومنها الثانوية. وكل منها يصلح للاستخدام في حالات معينة إلا أنها جميعا تهدف إلى إبراز البيانات وتوضيحها في حجم مكثف ومصغر.

2- إنشاء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة:

تعرف قواعد البيانات الجغرافية كمجموعة مركبة ومهيكلية (Collection Structured) من البيانات التي يمكن الدخول إليها بطريقة منتظمة مما يجعلها عنصرا هاما في نظم المعلومات الجغرافية حيث يتم تنظيم البيانات باستخدام أنواع مختلفة من نظم إدارة قواعد البيانات.

يقوم نظام المعلومات الجغرافي بتخزين المعلومات لمنطقة الدراسة في هيئة مجموعة من الطبقات المتفردة (Thematic Maps) ومتصلة ببعضها جغرافيا في صورة بسيطة ولكن غاية في التنظيم، ومن الناحية العلمية أثبتت أهميتها في حل العديد من مشكلات المطروحة في البحث العلمي.

أ- أهم البرامج المستعملة في الدراسة:

يقصد بالبرامج (Les Logiciels) تلك التطبيقات التي تستعمل في نظم المعلومات الجغرافية فهي التي تقوم بإدارة البيانات المكانية والوصفية والربط بينها، شهدت السنوات القليلة الماضية تطورا ملحوظا في نوع البرمجيات المستعملة في إدارة قواعد البيانات خاصة وأن هذه البيانات شهدت زيادة في الحجم وذلك بتنوع المعلومات التي يمكن تخزينها واسترجاعها وقت الحاجة.

عند اختيار البرامج يجب مراعاة الهدف من توفيرها ونوعية التطبيقات المطلوبة منها ومعرفة قدرات هذه البرمجيات وتكلفتها وسهولة تعلمها وفهمها والدعم المقدم من الشركة المنتجة للبرمجيات. تم الاعتماد في هذا البحث على مجموعة من البرامج نذكر أهمها:

❖ برنامج (Arc Gis):

يعتبر برنامج (Arc Gis) من أشهر برامج نظم المعلومات الجغرافية (Gis) وحتى الاستشعار عن بعد خاصة في نسخته الأخيرة، وهو عبارة عن جناح متكامل من تطبيقات المتقدمة تصدره شركة معهد بحوث أنظمة البيئة الأمريكية والمعروفة اختصارا باسم (ESRI)، يتكون هذا النظام كنظام تكامل من ثلاث أجزاء رئيسية وهي:

- (Arc GIS Desktop) وهي النسخة المكتتبية لنظم المعلومات الجغرافية وهي عبارة عن مجموعة متكاملة لتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية.
- (Arc SDE) وهو عبارة عن واجهة لإدارة قواعد البيانات الجغرافية .
- (Arc IMS) وهو عبارة عن برنامج نظام معلومات جغرافية خاص ليعمل على الشبكة العنكبوتية (الانترنت). لتفاصيل أكثر حول هذا البرنامج يرجى زيارة الموقع الرسمي للبرنامج من خلال الرابط التالي:

<https://www.esri.com/fr-fr/home>

❖ برنامج غلوبال ماير (Global Mapper) :

يعتبر برنامج غلوبال ماير (Global Mapper) أحد أهم تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في معالجة البيانات ويمتاز بسهولة استخدامه مع إمكانية الوصول إلى مجموعة متنوعة لا مثيل لها من البيانات المكانية ورسم الخرائط، ومن أهم خصائص هذا البرنامج أن له القدرة على قراءة معظم الملفات بمختلف صيغها، لأنه يمتلك قائمة من أضخم قوائم لاستيراد وتصدير (Importe - Exporte) الملفات بمختلف صيغها، وبهذا فهو يعتبر حلقة وصل بين مختلف برامج نظم المعلومات الجغرافية وحتى الاستشعار عن بعد. لتفاصيل أكثر حول هذا البرنامج يرجى زيارة الموقع الرسمي للبرنامج من خلال الرابط التالي:

<https://www.blumarblegeo.com/products/global-mapper.php>

❖ برنامج أنفي (Envi) :

هو برنامج لمعالجة صور الاقمار الصناعية مثل لاندسات (Landsat) وأستر (Aster) وغيرها من الاقمار الصناعية، من مزاياه انه يقوم بتحليل الصور وعمل تصنيف لمحتوى الصورة من نباتات ومدن ومياه وغير ذلك. كما أنه يقوم بتعديل احداثيات الصورة وتوجيهها لتتطابق الاحداثيات الأرضية، يستطيع البرنامج أن يقرأ ملفات الارك جيس (Arc Gis) ولكنه محدود جداً في مجال نظم المعلومات الجغرافية فلا يمكن بناء نظام معلومات جغرافي من خلاله. أيضا يمكن أن يقوم بعرض الصورة بشكل ثلاثي الابعاد وهو شبيه ببرنامج (ERDAS). لتفاصيل أكثر حول هذا البرنامج يرجى زيارة الموقع الرسمي للبرنامج من خلال الرابط التالي:

<https://www.harrisgeospatial.com/SoftwareTechnology/ENVI.a>

spx

❖ برنامج بيسي جيوماتيكا (Pci Geomatica):

هو عبارة عن مجموعة البرامج مدمجة في برنامج واحد متخصصة في الاستشعار عن بعد ومعالجة بيانات رصد الأرض، يهدف برنامج جيوماتيكا (Pci Geomatica) في المقام الأول لمعالجة البيانات بشكل سريع ويسمح للمستخدمين بتحميل الصور الفضائية والجوية، كما يمكن إجراء تحليل متقدم به، يستخدم هذا البرنامج من قبل العديد من المؤسسات التعليمية في جميع أنحاء العالم، هذا البرنامج طوره المركز الكندي للاستشعار عن بعد في التسعينيات من القرن الماضي، له نسخ حديثة متطورة ولتفاصيل أكثر حول هذا البرنامج يرجى زيارة الموقع الرسمي للبرنامج من خلال الرابط التالي:

[/http://www.pcigeomatics.com](http://www.pcigeomatics.com)

ب- تحديد نظام الاحداثيات والمرجع الجغرافي المناسب:

هناك فرق بين المرجع الجيوديسي (Datum) ونظام إسقاط الخرائط (Projection)، وببساطة و إيجاز: المرجع هو الالبيرويد (Ellipsoid) أي نموذج مجسم شكل الأرض الذي تختاره دولة معينة لإنشاء خرائطها¹. أطلق المعهد الوطني للخرائط والكشف عن بعد في الجزائر (INCT) في بداية سنة 1980 برنامج جديد للخرائطية الطبوغرافية المنتظمة القاعدية بمقياس 50000/1 وبذلك تم استبدال الخرائط القديمة التي أصبحت غير مستعملة. حيث تم التخلي على نظام (Lambert Conique) وتم استبداله بنظام " إسقاط ماركاتور العالمي المستعرض (UTM) وكذلك وضع تقسيم جديد.

¹ <http://surveying.ahlamontada.com/t371-topic>

وقد تم اعادة التصوير المسامي الضوئي من خلال التصوير الجوي بمقياس 1/40000 بمسح مفصل و دقيق بدرجة كافية من أجل الحصول على خرائط بمقياس 1/25000 وكذا التغطية الخرائطية بمقياس 1/25000 التي تم انجازها بالمناطق الساحلية خصوصا¹.

كما يعتبر المرجع (WGS84) مرجع عالمي يعتمد على نفس الالبسويد (Ellipsoid) أي بدون أي تعديلات حتي يمكن التعامل معه عالميا لأي دولة وخاصة أنه هو المرجع الذي تعتمد عليه الإحداثيات الناتجة من قياسات تقنية (GPS).

يعد تعيين نظام الإسقاط الوسيلة الوحيدة لتحديد المواقع على الخرائط الرقمية والصور الجوية والمرئيات الفضائية في برامج نظم المعلومات الجغرافية، ويتطلب بناء قاعدة بيانات حوض وادي النجاء تحديد نظام الإحداثيات المناسبة والذي يعتبر أول وأهم عنصر في تنظيم قاعدة البيانات الجغرافية والذي يتم من خلال تحديده ضبط الدقة المكانية كالمسافات والمساحات والاتجاه على المرئية الفضائية لمنطقة الدراسة.

يتوقف تحديد نوع المسقط وإحداثيات الخريطة المنتجة على نوعية تلك الخريطة فإذا كانت الخريطة من النوع الخريطة المليونية (خرائط الأطالس) ذات المقاييس الرسم الصغيرة التي لا تظهر التفاصيل الدقيقة للظاهرة الجغرافية والتي يغلب عليها صفة التعميم فأن المسقط الملائم لها هو المساقط المستوية، وعندما يكون نوع الخريطة المراد إنتاجها هي خريطة طبوغرافية أو خرائط تفصيلية ذات مقياس كبير كما هو الحال في هذه الدراسة فإنها تحتاج إلى المسقط المعدل الذي يتمثل في مسقط مركبتور المعدل المستعرض العالم (UTM) والذي يحافظ على الزوايا والشكل وله معامل مقياس ثابت في كل الاتجاهات لكي يساعد على قياس المسافات والمساحات بصورة صحيحة ودقيقة .

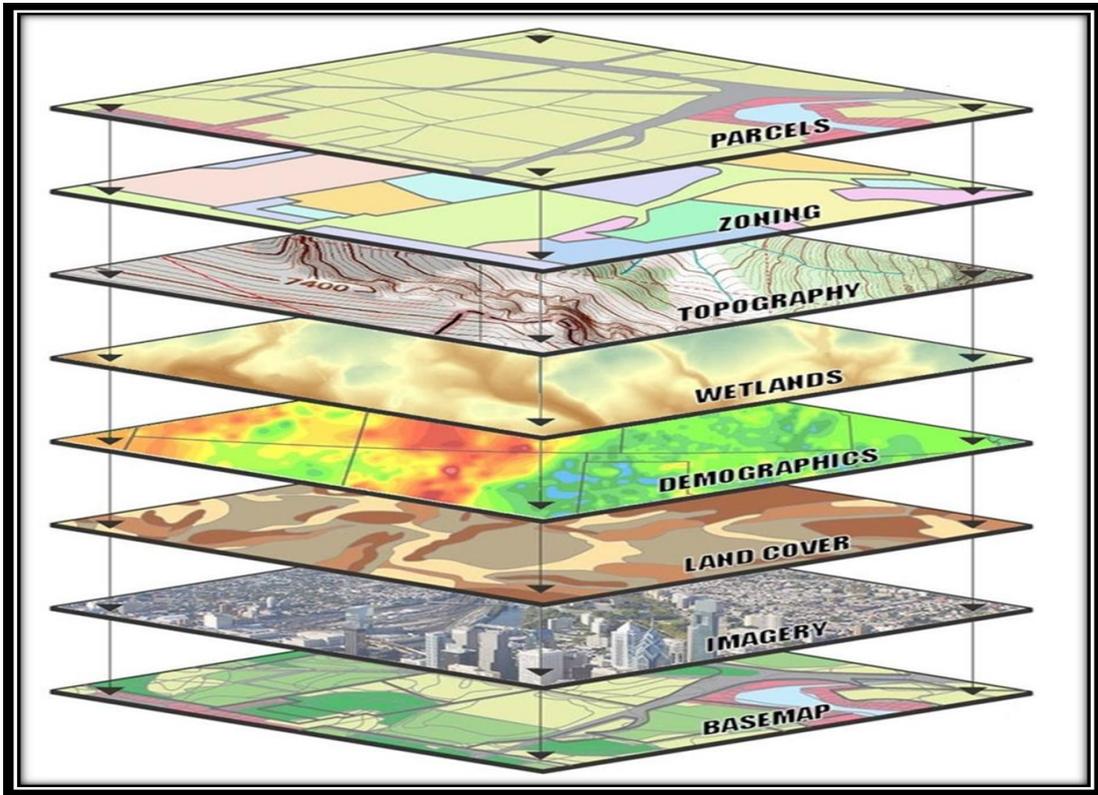
¹ http://www.inct.mdn.dz/site%20arabe/web_inct_sim/act-ctopographique.php

ت - إنشاء الطبقات لقاعدة البيانات:

يقصد بقاعدة البيانات مجموعة البيانات المرتبطة معا رياضيا وتتكون من جداول، ويتكون الجدول من سجلات وحقول، يتم تخزين هذه البيانات في الكمبيوتر بشكل منظم، مهما كان حجم هذه البيانات أو نوعها.

تعتبر عملية إنشاء قاعدة بيانات للحوض الجزئي لوادي النجاء بمثابة الوعاء الذي يتم إدخال وتخزين البيانات ضمن طبقات، ومن أجل بناء قاعدة بيانات جغرافية وفق أسس علمية صحيحة يجب معرفة أنواعها وخصائصها وكيفية إنشاءها وما هي الطبقات¹ اللازم إنشاءها.

الشكل 01 رسم توضيحي لمفهوم الطبقات في برامج نظم المعلومات الجغرافية



¹ - الطبقات: الشرائح (Layers) حسب تعريف معهد البحوث والنظم البيئية (ESRI) أنها مجموعة منطقية من البيانات لموضوع ما سواء كانت مكانية أو وصفية أو كليهما معاً، تم إدخالها وتخزينها في الحاسوب كوحدة من مجموعة منظمة من الطبقات وتمت إدخالها إلى الحاسوب من خلال برنامج معين بطريقة تتناسب وذلك البرنامج.

نظرا لهذه المميزات التي تتميز بها الطبقات من نوع (Geo data base) فقد تم إنشاء طبقات قاعدة بيانات للحوض الجزئي لوادي النجاء من ذلك النوع وذلك حسب متطلبات الدراسة والتي حددت في دراسة الخصائص الجيومورفولوجية. وتتكون قاعدة بيانات منطقة الدراسة من طبقات (Geo data base) في بنائها الهندسي حسب طبيعة البيانات المعتمدة في البناء والتي تشمل الأنواع الثلاثة الرئيسية من أنواع الطبقات وهي:

ت-1- طبقات نقطية: وهي طبقة تحتوي على مجموعة من النقاط لإبراز:

❖ أعلى نقطة في الحوض والتي تمثل المنبع، وأدنى نقطة المصب (سد بني هارون).

❖ أعلى وأدنى نقطة على خط تقسيم المياه وذلك من أجل استخراج بعض المعادلات المورفومترية المتعلقة بالخصائص التضاريسية للشبكة تصريف للحوض الجزئي لوادي النجاء.

❖ البيانات الوصفية لبعض المواقع كالمدن والقمم الجبلية ونقاط تلاقي روافد الأودية وغيرها.

ت-2- طبقة خطية:

وهي طبقة تحتوي على مجموعة من الخطوط وتتمثل في:

❖ شبكة التصريف المائية والتي تتكون من المجرى الرئيسي ومختلف روافده، تم إنجازها آليا بواسطة برامج متخصصة (Arc Hydro)، كما يستطيع هذا البرنامج من استخراج المتغيرات الشكلية وخصائص الشبكة الهيدروغرافية لحوض الدراسة.

❖ طبقة خطية تحتوي على (محيط الحوض).

❖ طبقة خطية تحتوي على (طول الحوض) .

❖ طبقة خطية تحتوي على (عرض الحوض).

ولقد تم وضع تلك البيانات بصورة مستقلة في طبقات لكي يسهل التعامل واستدعائها من قاعدة البيانات أثناء بناء الاستفسار المتعلق في تطبيق المعادلات المورفومترية.

ت-3- طبقة مساحية:

وهي عبارة عن طبقة مساحية بأشكال هندسية متنوعة حسب ما تمثله تلك المساحة وتتمثل في:

- ❖ مساحة الحوض الجزئي لوادي النجاء، وتعتبر المتغير الرئيسي لخصائص الشكلية لحوض.
- ❖ مساحة فئات الانحدارات.
- ❖ مساحة فئات الارتفاعات المختلفة للحوض.
- ❖ مساحة الأحواض الجزئية لروافد المجرى الرئيسي.
- ❖ مساحة مناطق استخدامات الأرض.

ث - ادخال بيانات اضافية لمنطقة الدراسة

أصبح التعامل مع الظواهر الجغرافية تعاملا مباشرا حيث يمكن عرض الظاهرة الجغرافية بناء على الهدف الذي حدد من قبل، كما يمكن تمثيل نفس الظاهرة الجغرافية بناء على أي تصنيف مختار للقيم الإحصائية الداخلة في التمثيل، أو بناء على أي تساؤل جديد، هذه الخاصية نقلت علم الخرائط من العلم التقليدي الذي يعرض الظاهرة الجغرافية على الخرائط بشكل ورقي ثابت (Statuts) إلى العلم التقني الذي حقق للخرائط والمتعاملين معها الدقة في البناء وكذلك السرعة في رؤية النتائج وعرضها وتغييرها أو تخزينها وسهولة التعامل معها، وذلك باستخدام العديد من البرامج (Logiciels) متخصصة في ذلك هذه

البرامج تساعد في تنظيم قواعد البيانات وتشغيلها وادارتها وترتيب الأسماء أبجديا أو ترتيب الأرقام. فهي تتيح للمستعمل إمكانية إضافة بيانات جديدة وتحديث البيانات القديمة وطباعة التقارير بالطريقة المرغوب فيها.

3- معالجة وتحليل البيانات:

تعتمد عملية معالجة وتحليل البيانات على عدة عمليات وهي مرحلة اللاحقة التي تمت في فصول هذه الدراسة، إذ فيها يتم معالجة الإحصائيات والبيانات في شكل خرائط أو جداول أو تمثيلات بيانية ذات معنى ودلالة وهدف بغية تحليلها واستخلاص ما يمكن استخلاصه منها. ومن هذا نجد أنه ما لم تتم عملية التبويب والمعالجة الأولية بشكل صحيح فإن عملية معالجة البيانات النهائية لا يمكن أن تكون لها مصداقية وبذلك لا يتوقع استخلاص نتائج دقيقة منها. مع العلم أن عمليات تحليل وتفسير الصور تعتمد على وسائل مساعدة، حيث تمكن المحلل والمفسر من أخذ فكرة مبدئية للانطلاق منها ومن بين هذه الوسائل المساعدة نذكر الخرائط والصور الجوية، التقارير الميدانية والمسح الميداني.

خاتمة الفصل:

تعتبر مرحلة تحضير البيانات بمختلف أنواعها المكتبية والفضائية من أهم مراحل البحث وذلك من أجل تسهيل العمل من جهة والحصول على نتائج دقيقة ومنطقية من جهة أخرى، كما يجب على مستخدم برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد أن يكون ملما بالجانبين من هذا العلم الجانب النظري والتطبيقي ويتطلب ذلك وقت وجهد. كما ينبغي أيضا على أن يكون دارسا لمبادئ وأساسيات بعض العلوم كعلم الخرائط الاعلام والآلي وأن يكون ملما ببعض الموضوعات التي لها علاقة بموضوع البحث، وذلك حتى لا

يكون مجرد مستخدم للبرامج وتطبيقات، لأن برامج نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد لا تعتمد فقط على استخدام الأداة ولكن الجانب التحليلي بشقيه المكاني والزمني، وتقديم التفسير اللازم لمختلف الظواهر المدروسة عن طريق انشاء مخططات وتقارير مفصلة على ذلك.

الفصل الثاني:

المجموعات البنيوية وأشكال التضاريس

الفصل الثاني: المجموعات البنيوية وأشكال التضاريس

مقدمة الفصل:

تتكون منطقة الدراسة من مجالات بنيوية ترتبط بها أشكال تضاريسية تختلف من حيث الخصائص الطبوغرافية، تتأثر هذه الأشكال التضاريسية بعوامل متعددة منها ما هو داخلي ومنها ما هو خارجي، كما تؤثر هذه التضاريس على خصائص وأنواع التربة وطبيعة الغطاء النباتي كما لها تأثير واضح على استخدامات الأرض البشرية كالاستيطان والزراعة وإنشاء الطرق وإقامة السدود والحواجز المائية وغيرها.

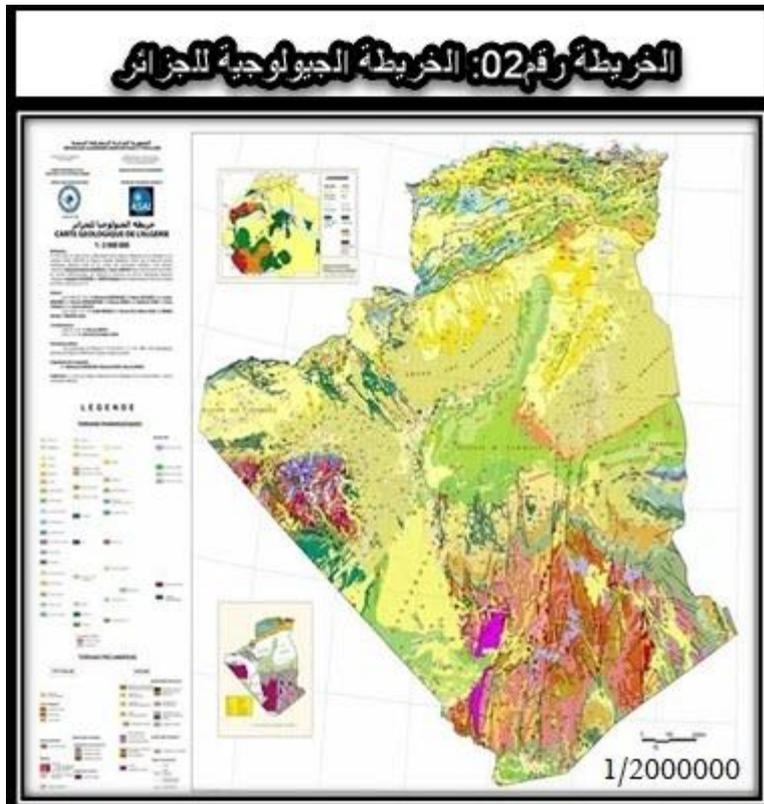
تهدف دراسة المجموعات البنيوية وأشكال التضاريس إلى إمكانية التعرف على التوزيع المجالي للمجموعات البنيوية وبعض العناصر المعتمدة في دراستها وتصنيفها وتأثيرها في تضرس الحوض الجزئي لوادي النجاء، والوقوف على أماكن ومواقع العمليات الجيومورفولوجية النشطة سواء عمليات أحت أو الإرساب وذلك من أجل التعرف على المراحل التطورية التي مر بها الحوض عن طريق إيجاد صيغة تفسيرية نستطيع من خلالها التعرف على شدة تقطع تضاريس سطح الأرض، اعتماداً على صور الأقمار الصناعية بنوعها المرئيات الفضائية وصور الرادار، وذلك بمعالجتها باستخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد وتطبيق مجموعة من المعادلات الرياضية على منطقة الدراسة من أجل تأكيد تطابق بعض الخصائص التي يمكن مشاهدتها عن بعد و الدراسة الميدانية.

أولاً: الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة:

تعد البنية الأرضية من العوامل الرئيسة المؤثرة في جيومورفولوجية الحوض إذ تشترك عوامل البنية الصخرية سواء كانت صلبة أو هشة مع نظام بنية الطبقات مائلة كانت أو أفقية، مع التراكيب الصخرية من صدوع وفواصل وشقوق مع عوامل أخرى، في تشكيل الخصائص المساحية والشكلية والتضاريسية وخصائص الشبكة النهرية والأشكال الأرضية للحوض.

1- التاريخ التكتوني لشمال الجزائر:

تتميز الجزائر بمساحة شاسعة مما جعل لديها مجموعة واسعة جدا من التراكيب الجيولوجية تتباين من حيث التاريخ الجيولوجي والأزمنة والحقب التي تكونت فيها، وأنواع الصخور المشكلة لكل بنية جيولوجية. اعتمادا على خريطة التراكيب الجيولوجية الكبرى للجزائر الصادرة من وزارة الطاقة والمناجم والخريطة الجيولوجية الجديدة للجزائر (انظر الخريطة رقم:02) المنجزة بالتعاون بين الوكالة الفضائية الجزائرية (ASAL) ووكالة الخدمات الجيولوجية الجزائرية (ASGA) وقد كان الهدف من هذا المشروع وضع خريطة جيولوجية جديدة للجزائر بمقياس (1/2.000.000) مع العلم أنه تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد في وضع هذه الخريطة من خلال استغلال صور القمر الصناعي الجزائري (Alsat-1)، لتفاصيل أكثر يرجى زيارة الموقع الرسمي للوكالة الفضائية الجزائرية (ASAL).



يمكن تقسيم الجزائر جغرافيا إلى إقليمين متباينين فيما بينها من حيث المجموعات البنيوية المشكلة لها والخصائص الجيولوجية وطبيعة الأشكال التضاريس التي يتميز بها كل إقليم وهي:

- الإقليم الشمالي والذي يشغل مساحة صغيرة حوالي (16%) من المساحة العامة للجزائر، عرف هذا الإقليم

نشاط جيولوجي معقد منذ حقب الحياة القديمة، ومن أبرز هذه المظاهر ظهور بحر التيثس من جديد خلال حقب الحياة المتوسطة (Mesozoic)، إذ انفصلت أوراسيا عن أفريقيا

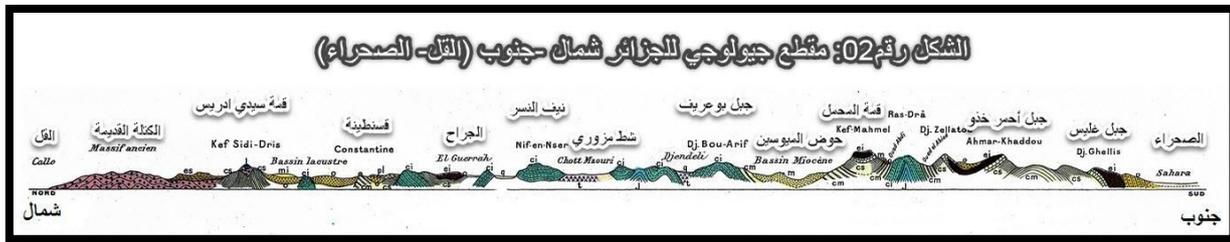
وأمریکا الجنوبية، وكانت هذه بداية تكون بحر التيثس الجديد (New Tethys). مع انتهاء حقبة الحياة المتوسطة وبداية حقبة الحياة الحديثة، كان هناك نشاط زلزالي كبير أدى انفصال الجزيرة العربية عن أفريقيا وتكون البحر الأحمر، وأدى تحرك الجزيرة العربية باتجاه الشمال إلى الشمال الشرقي بالإضافة لحركات الرفع (الحركة الألبية) إلى ظهور جزء من قاع محيط التيثس والذي يتمثل في منطقة شمال إفريقيا وشبه الجزيرة العربية. ترك تيثس (Tethys) رواسب في تلك الفترة تزيد على الألف متر وتنقسم تكوينات العصر الكريتاقي إلى مجموعتين مجموعة الصخور الرملية، ومجموعة الصخور الجيرية، تعرضت بعض الأجزاء من الوطن العربي خلال الإيوسين والأوليغوسين لحركات إلتوائية وانكسارية أدت إلى ارتفاع جبال أطلس. ومع استمرار ارتفاع الأرض الذي بدأ في نهاية البلايوسين وانحسار البحر عن أراضي برزت معظم معالم الأرض المعروفة حاليا.

ومنه أصبح هذا الأقاليم اليوم يتألف هذا من سهول ساحلية خصبة تتميز بالضيق والانقطاع في بعض الأماكن بسبب امتداد جبال الأطلس التلي الإلتوائية الحديثة التكوين في مجملها وتتميز بانحدارات شديدة ذات قمم حادة، أشهرها جبال البابور والتي تعتبر حدود طبيعية أي خط تقسيم المياه الشمالية الغربية لمنطقة الدراسة، تتخلل هذه الجبال أحواض داخلية، ثم تليها الهضاب العليا وهي عبارة عن مناطق شاسعة منبسطة تضيق في الشرق وتزداد اتساعا كلما اتجهنا غربا، ارتفاعها يقدر بحوالي 1000م تنحصر بين سلسلتين التالية الشمالية و الصحراوية جنوبا وهي عبارة عن سلسلة طويلة من الكتل الجبلية تأخذ اتجاه شمال شرق جنوب غرب، تمتد من الحدود المغربية إلى حدود تونس.

- الإقليم الجنوبي أو الصحراء ويشغل هذا الإقليم مساحة كبيرة جدا من الجزائر تقدر بحوالي (84%) من المساحة العامة للجزائر، وهو جزء من الصحراء الكبرى. يتميز هذا الإقليم أيضا بتنوع المظاهر الجيولوجية والمورفولوجية، فباله تتركز في الجنوب الشرقي وهي جبال بركانية قديمة التكوين وهي جبال الهقار، أما الهضاب فتتميز بطابعها الصخري أو ما يطلق عليها باسم الحمادة، أشهرها هضبة تادمايت والتي تقع شمال عين صالح. إضافة

الى ظهور منخفضات وأهمها شط ملغيغ وسهول تشمل الرق وهي مناطق شاسعة مغطاة بالحصاء، والعرق وهي مناطق شاسعة تغطيها كثبان رملية أشهرها العرق الشرقي الكبير والعرق الغربي الكبير.

ولتبسيط الشكل العام لجيولوجية شمال الجزائر نستعرض مقطع جيولوجي لـ: فيشور (M. Ficheur) (عميد كلية العلوم في الجزائر، مساعد مدير خدمة الخرائط الجيولوجية)، الذي أنجز الخريطة الجيولوجية للجزائر، اعتمادا على خريطة الجزائر الطبعة الثانية لسنة 1900م ذات المقياس (1/800.000)، وكذا على أعمال مجموعة من الباحثين وهم (.MM. Brives, Dalloni, Doumergue, Joleaud, Ehrmann, Savornin). المقطع الطبوغرافي يأخذ الاتجاه شمال جنوب، الأقرب من منطقة الدراسة هو الذي ينطلق من القل شمالا باتجاه قسنطينة جنوبا. أنظر الشكل رقم 02 التالي:



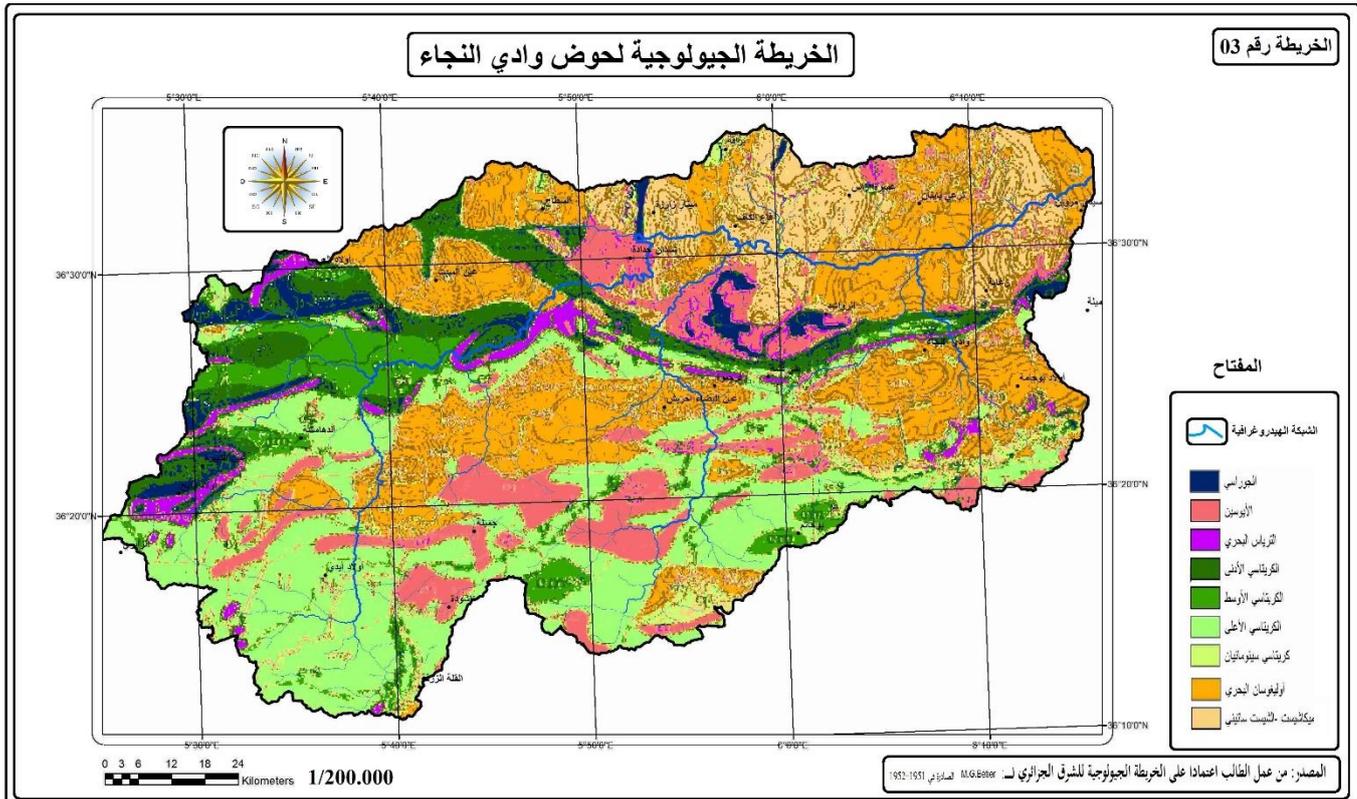
2- الإطار الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة:

تعد الخصائص الجيولوجية من أبرز وأهم العوامل تأثيرا على جيومورفولوجية الأحواض الهيدروغرافية، فإذا ما تم التعرف على الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة يسهل فهم الآليات التي أثرت على السطح الخارجي وكيفية تشكله وتأثره بمختلف العوامل الطبيعية الأخرى كالمناخ والغطاء النباتي وحتى نشاطات الانسان، من الملاحظ أن هناك نقصا كبيرا في الدراسات الجيولوجية والبيولوجية التي تخص منطقة الدراسة وهذا من أبرز المشاكل التي تم الوقوف عليها بشكل عام ماعدا بعض الدراسات العامة القليلة.

لمعرفة الخصائص الجيولوجية لمنطقة الدراسة تم الاعتماد على مجموعة من دراسات الجيولوجية للشرق الجزائري وبإصدارات مختلفة، وهي الخريطة الجيولوجية لـ: جون ماري فيلا

(J.M.VILLA) بمقياس (1/500.000) والتي نشرت سنة 1978م. والخريطة الجيولوجية للشرق الجزائري من إنتاج (M.G.Bétier) بنفس المقياس، تم إنتاجها في الفترة الممتدة ما بين (1951-1952).

تؤكد هذه الدراسات على أن منطقة الدراسة تتميز بتنوع الوحدات المتعاقبة وقد تناوبت وفق مراحل تكوينها المتتالية، فالحوض الجزئي لوادي النجاء ينتمي إلى منطقة السهول الداخلية التالية تحده من الشمال السلسلة النوميديّة ومن الجنوب السهول العليا، تشكلت هذه السهول نتيجة الجريان السطحي الذي يتجه نحو البحر، يمكن تمييز عدة وحدات جيولوجية داخل منطقة الدراسة كما توضح الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة المُستنبطة من الخريطة الجيولوجية للشرق الجزائري لـ: جون ماري فيلا (J.M.VILLA) ذات المقياس (1/500.000)، وخريطة م. ج. بيثير (M.G.Bétier) ذات المقياس (1/500.000)، واعتمادا على هذه الخريطة الأخيرة تم رسم خريطة جيولوجية لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج (Arc Gis)، حيث تم انشاء طبقة من المساحات التي تمثل التركيب الجيولوجي لمنطقة الدراسة وهي موضحة في الخريطة رقم(03) التالية:



3- الوحدات الجيولوجية: انطلاقا من الخريطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة رقم

(03) تقسم المنطقة إلى وحدات جيولوجية وهي:

أ- السماط التلي:

يغطي هذا السماط المساحة الأكبر في حوض وادي النجاء حيث تقدر المساحة التي يغطيها بحوالي (876 كلم²) وبذلك فهي تشغل ما نسبته (40%) من المساحة العامة للحوض، تنتمي هذه التكوينات إلى العصر الكريتاسي السفلي الذي يغطي منطقة جميلة فحمل اسم المنطقة فيطلق عليه السماط التلي من البيباني لجمال جميلة (Nappes Telliennes de Type Bibanique DJ de Djmila) حسب الخريطة الجيولوجية للشرق الجزائري لـ: جون ماري فيلا (J.M.VILLA) ذات المقياس (1/500.000). يسود هذا السماط في الجزء الغربي من منطقة الدراسة، كما يظهر في مناطق محدودة من الجهة الشرقية.

ب- صخور الحجر الرملي:

تحتل هذه الصخور المرتبة الثانية من حيث المساحة التي تحتلها داخل حوض وادي النجاء، حيث تقدر مساحتها بحوالي (320 كلم²)، وبذلك فهي تشغل ما نسبته (14%) من المساحة العامة للحوض، هذه الصخور ترجع إلى تكوينات الفليش النوميدي، ومن خصوصيات هذا النوع من الصخور أنه مقاوم نسبيا للتعرية وهو وسط ناتج عن تراكم طبقات مختلفة المقاومة للتجوية والتعرية الناتجة عن تراكم الأسمطة الزاحفة من الشمال في اتجاه الجنوب والتي تغطيها بنسبة كبيرة سماط الفليش النوميدي، ومن مميزات هذا الأخير أنه مكون من طبقتين مختلفتي المقاومة فالطبقة العليا مكونة أساسا من الحجر الرملي والطبقة السفلى مكونة من الطين و الذي يسمى بالتكوينات الطينية تحت نوميدي، فاختلاف درجة المقاومة بين الطبقتين يؤدي إلى تضرس كبير للمنطقة الناتج عن اختلاف درجة المقاومة بين الطبقتين، فالتضاريس المرتفعة تغطيها كتل من الحجر الرملي بينما تظهر بعض المناطق المنخفضة والتي تنتج عن التعرية الكبيرة التي تتعرض إليها الطبقة الثانية (مكاشف الطين تحت النوميدي).

ت- السماط النوميدي:

تقدر المساحة الذي يغطيها السماط النوميدي بحوالي (200 كلم²) وبذلك فهو يشغل ما نسبته (10%) من المساحة العامة للحوض، يتمركز هذا السماط في السلسلة الجبلية التي تسود شمال منطقة الدراسة، حيث يظهر انكشافها في منطقة جبل مول المسيد، وجبل كاف بوحمر، وجبل تامنتوت والسطاح وجبال بابور، وهي سلاسل توضع خلال الأليغوسان إلى الميوسان السفلي، حيث أنها انخلعت ونقلت (Disloqué et Déplacé) إما باتجاه الشمال فوق المناطق القبائلية، وإما نحو الجنوب على المناطق التلية.

إن تشكيلات السماط النوميدي تتكون من تكوينات طينية في القاعدة ويعود عمرها إلى أوليغوسان، وتكوينات الحجر الرملي، وكذا تكوينات المارنية المختلطة بالسلكسيت. أما على المستوى المورفولوجي فهذه السلاسل أعطت مظاهر لكنتل جبلية مرتفعة تنمو بها غابات أشجار الفلين على تكوينات الحجر الرملي، تحيط بها حافات صخرية مهمة.

ث- سماط الفليش القبائلي:

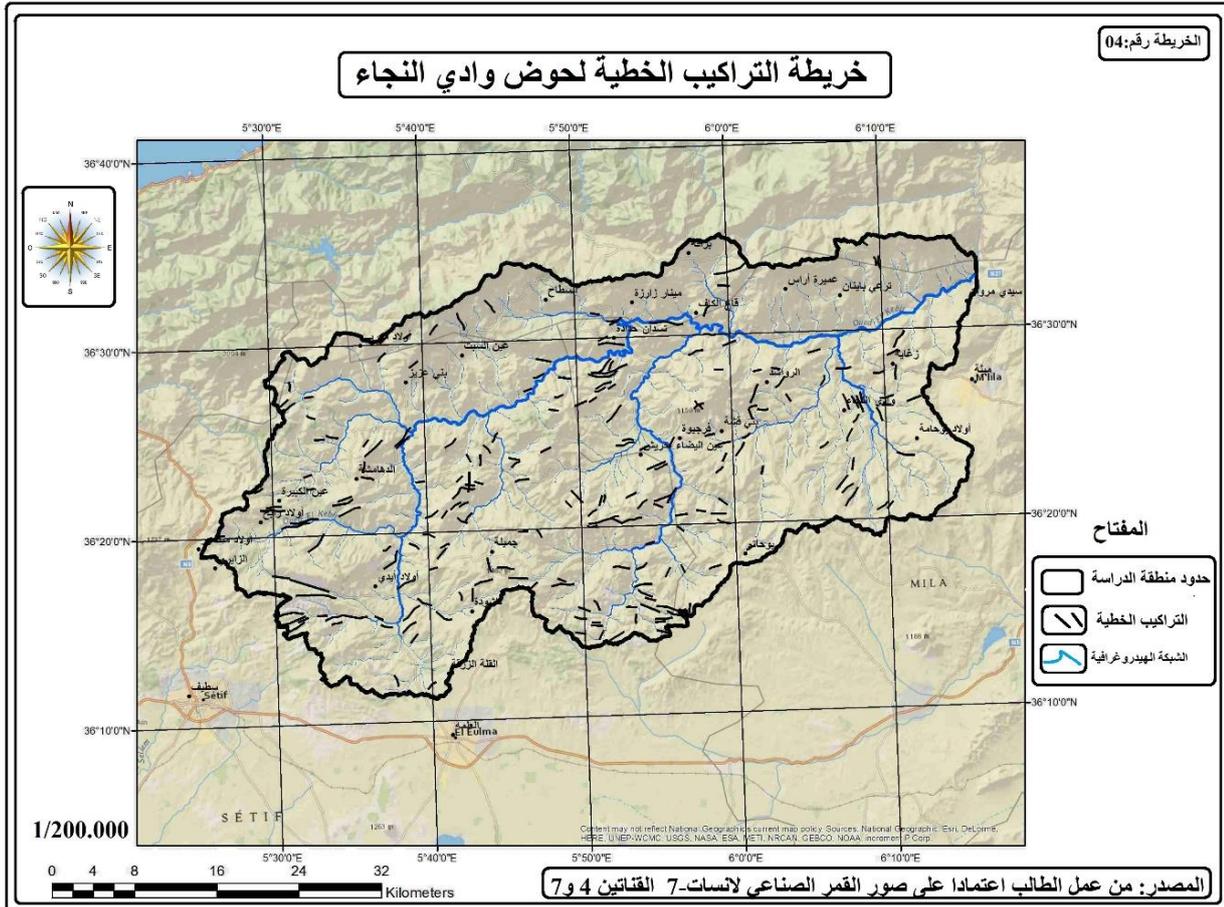
تقدر المساحة الذي يغطيها سماط الفليش القبائلي بحوالي (188 كلم²) وبذلك فهو يشغل نسبة (8%) من المساحة العامة للحوض، يظهر هذا السماط جزء من السلسلة الجبلية التي تسود شمال منطقة الدراسة، وبضبط في جبل بوعزة، وجبل بوعفرون، يتكون هذا السماط من نوعين مختلفين من الوحدات وهما الفليش الموريتاني والفليش ماسيليان.

4-الظواهر الخطية لمنطقة الدراسة (Lineaments):

الظواهر الخطية أو ما يسمى أيضا بالتركيب الخطية هي عبارة عن معالم خطية سطحية أجزائها مرتبطة بصورة مستقيمة أو بشكل انحاء بسيط ويفترض أنها مرتبطة بظاهرة تحت سطحية، وبعبارة أخرى هي تعابير جيومرفولوجية ثنائية. تعد التركيبي الخطية المفتاح الرئيسي في رسم التركيبي الاقليمية ودراسة التحليل التكتوني الإقليمي لأي منطقة وذلك بهدف

الاستفادة منها في الاستكشافات النفطية والمعدنية وفي دراسة التركيبية الجيومورفولوجية والهيدرولوجية.

هناك العديد من البرامج التي يمكن استخدامها في اظهار التراكيب الخطية انطلاقا من صور الأقمار الصناعية ومن أشهر هذه البرامج الايرداس (ERDAS IMAGINE) وهو أحد أشهر برامج الاستشعار عن بعد، وكذلك البي سي إي جيوماتيكا (PCI Geomatica) وهو البرنامج الذي تم الاعتماد عليه في هذه الدراسة لاستخراج التراكيب الخطية لحوض وادي النجاء بالتكامل مع برنامج (Arc Gis)، باستخدام صور القمر الصناعي لاندسات 7- (Landsat-7)، حيث أثبتت العديد من الدراسات والابحاث أن أفضل أنواع الصور الفضائية في استخراج الظواهر الخطية (Lineaments) هي الصور الراديوية، كما أن هناك دراسات استخدمت الحزمة الرابعة و السابعة من صور القمر الصناعي لاندسات-7 (Landsat-7) واثبتت كفاءة عالية. أنظر الخريطة رقم (04) خريطة التراكيب الخطية لحوض وادي النجاء التالية:



إن تحليل التراكيب الخطية باستخدام صور الأقمار الصناعية له ميزة مهمة هي أنه يمكن التحقق من وجود هذا الخط في المنطقة بشكل مباشر وبدقة عالية، تظهر الخطوط عادة كخطوط مستقيمة أو متعرجة بعض الشيء، تأخذ هذه الخطوط اتجاهات متعددة، ولكن هناك جزء مهم منها تأخذ الاتجاه جنوب غربي شمال شرقي وهو نفس اتجاه المجرى الرئيسي والسلسلة التالية الشمالية التي تعتبر خط تقسيم المياه، طول التراكيب الخطية محدود وقصير نوع ما يرجع ذلك إلى سيطرت مكاشف التكوينات الجيولوجية اللينة (الرخوة)، أما التراكيب الخطية الطويلة نوعا ما فهو مرتبط بمكاشف الصخور الصلبة في منطقة الدراسة. ما يلاحظ أيضا أن المنطقة الجنوبية القريبة من الهضاب العليا أكثر كثافة للتراكيب الخطية من المنطقة الشمالية للحوض، وهذا يؤكد وجود منافذ رئيسية للمياه الجوفية في هذه المناطق وهو ما يفسر اعتماد هذه المناطق على المياه الجوفية بشكل رئيسي في نشاطاتهم الزراعية.

ثانيا: الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة:

لإبراز تضاريس منطقة الدراسة تم الاعتماد على مرئية راداريه من نوع (DEM) لمنطقة الدراسة تم معالجتها بواسطة برنامج (GLOBAL MAPPER) بعدما تم تصحيحها ببرنامج (ENVI) كما أُدخل عليها تحسينات بنفس البرنامج بهدف الوصول إلى نتائج مرضية.

ولإبراز تفاصيل تضاريس الحوض التجميعي المعني بالدراسة تم الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية (رقمية) بمقاييس مختلفة (1/25000 - 1/50000 - 1/200000) مع العلم أنه تمت عملية دمج الخرائط (Mosaique) ذات المقياس الواحد بعد القيام بعملية الارجاع الجغرافي (Géoréférencement) لكل خريطة بواسطة برنامج (Arc Gis) ثم قص المنطقة المعنية بالدراسة، أما المرئية من نوع (Dem) ذات الدقة المكانية (1arc) للمنطقة تمت معالجتها بواسطة نفس البرنامج، الجدول رقم (07) التالي يلخص أهم الخصائص العامة لتضاريس الحوض.

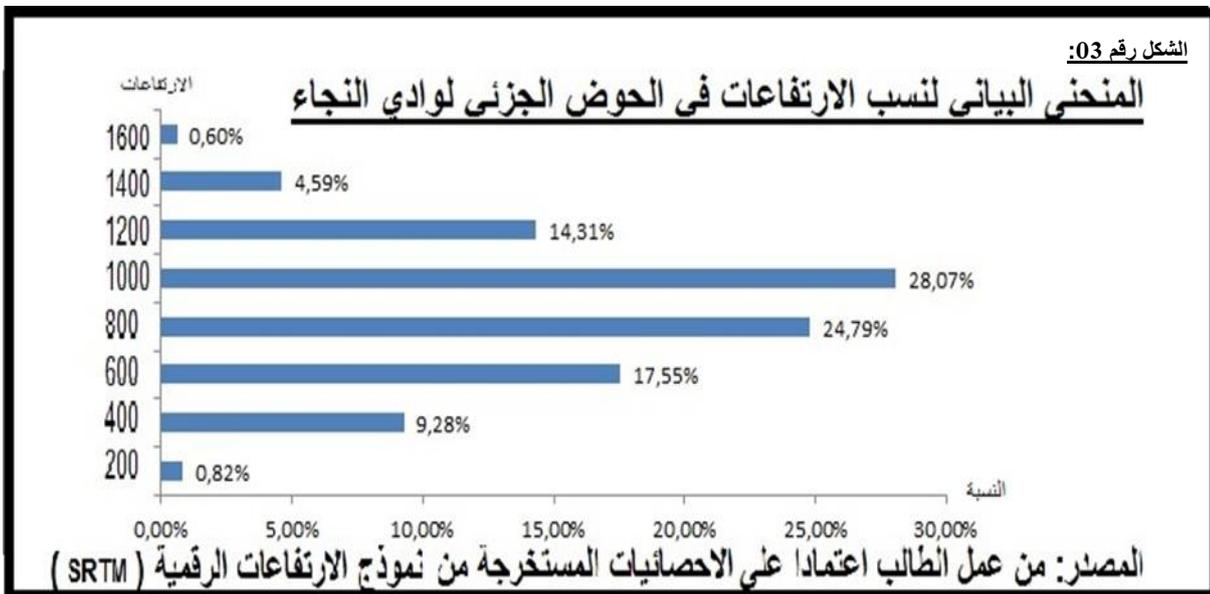
جدول رقم (7): الخصائص العامة لحوض وادي النجاء

القيم	خصائص عامة للحوض كبير - النجاء	جدول (7)
351.77 كلم	محيط الحوض	الخصائص
2174,45 كلم ²	مساحة الحوض التجميعي	العامة
1682م	أعلى ارتفاع داخل الحوض	لحوض
898 م	متوسط الارتفاع داخل الحوض	وادي
700 م	الارتفاع الأكثر ترددا	النجاء
114م	أخفض ارتفاع داخل الحوض	

المصدر: من عمل الطالب اعتماد على مرئية من نوع (DEM) معالجة ببرنامج (Arc Gis)

1- النطاقات التضاريسية:

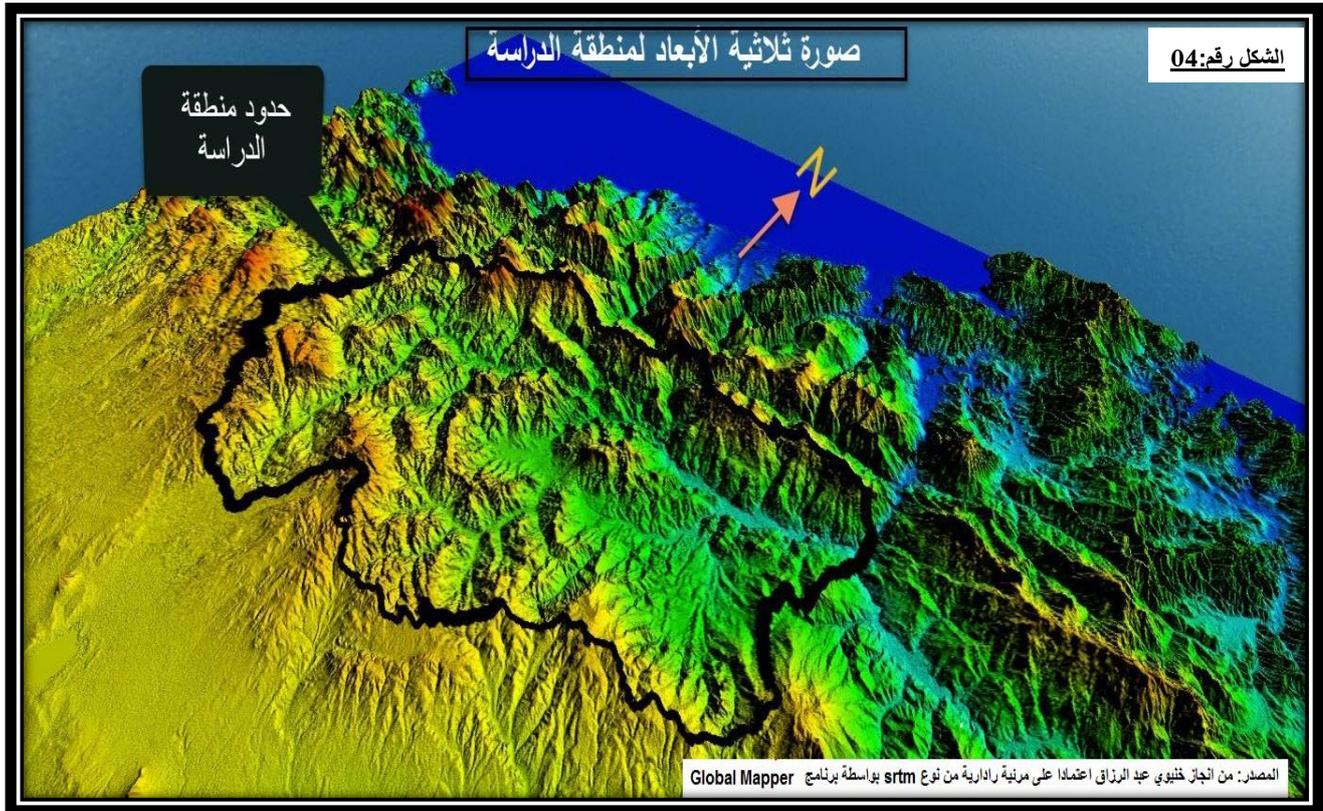
تدرس الحوض له أهمية كبيرة في الدراسات الجيومرفولوجية والهيدرولوجية، لما له من تأثير في عمليات التجوية بصفة عامة والتعرية المائية بصفة خاصة، وزيادة نشاط عمليات التراجع على السفوح وعمليات التجوية والانهيارات الأرضية التي تشهدها المنطقة باستمرار، لذلك اهتمت كثير من الدراسات الجيومرفولوجية بتضاريس الأحواض، فالتضاريس العالية تعد مناطق تغذية ومنابع للأحواض وتنشط فيها عمليات ألت والتعرية المائية بأنواعها، فضلا عن عمليات النقل والإرساب، ويتحدد فيها نمط وشكل ونوع الأحواض، كما تتطور على التضاريس العديد من الأشكال الجيومرفولوجية، وهي تعكس المرحلة التطورية التي مرت بها الأحواض وتشير إلى طبيعة العامل والعملية الجيومرفولوجية السائدة التي تساهم في تشكيل سطح الأرض، فضلا عن طبيعة الخصائص المورفومترية لمنطقة الدراسة المؤثرة على خصائص الشبكة النهرية، فتضاريس الحوض لها علاقة ارتباط وتأثير بالعديد من الخصائص الطولية والمساحية. تم انجاز تمثيل بياني لنسبة الارتفاعات للحوض الجزئي لوادي النجاء كما يوضحه الشكل رقم (03) بعد استخراج مساحة ونسب الارتفاعات من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بواسطة برنامج (Arc Gis) .

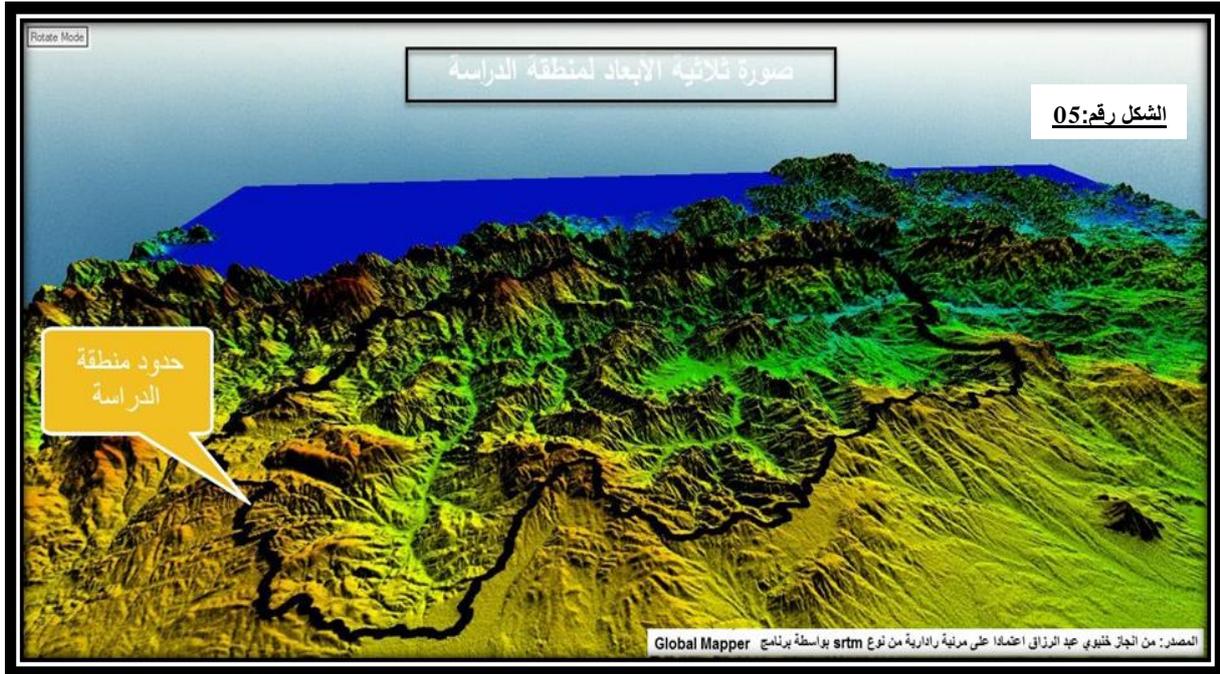


من خلال هذا التمثيل البياني يتضح أن الارتفاعات التي تشغل نسبة مرتفعة داخل الحوض الجزئي لوادي النجاء هي الارتفاعات التي تتراوح ما بين (800-1000)م، فنسبتهما مجتمعين يتجاوزان (53%) من المساحة العامة للحوض. أي أكثر من نصف الحوض الارتفاع السائد به هو من (800 إلى 1000م)، في حين قدر الارتفاع الأكثر ترددا في الحوض بـ: (700م).

مجال الدراسة يقع ضمن السلسلة التلية ومنه يمكن تميز ثلاث نطاقات تضاريسية كبرى في الحوض الجزئي لوادي النجاء كما توضحها صورة ثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة لمرئية رادارية (Dem) تمت معالجتها بواسطة برنامج غلوبال مابر (Global Mapper) بزوايتين مختلفتين، أنظر الشكل رقم (04) ورقم (05) التاليين:

الشكل (04): مجسم لطبوغرافية حوض وادي النجاء يوضح تضاريس المنطقة





الشكل 05: مجسم لطبوغرافية حوض وادي النجاء يوضح تضاريس المنطقة

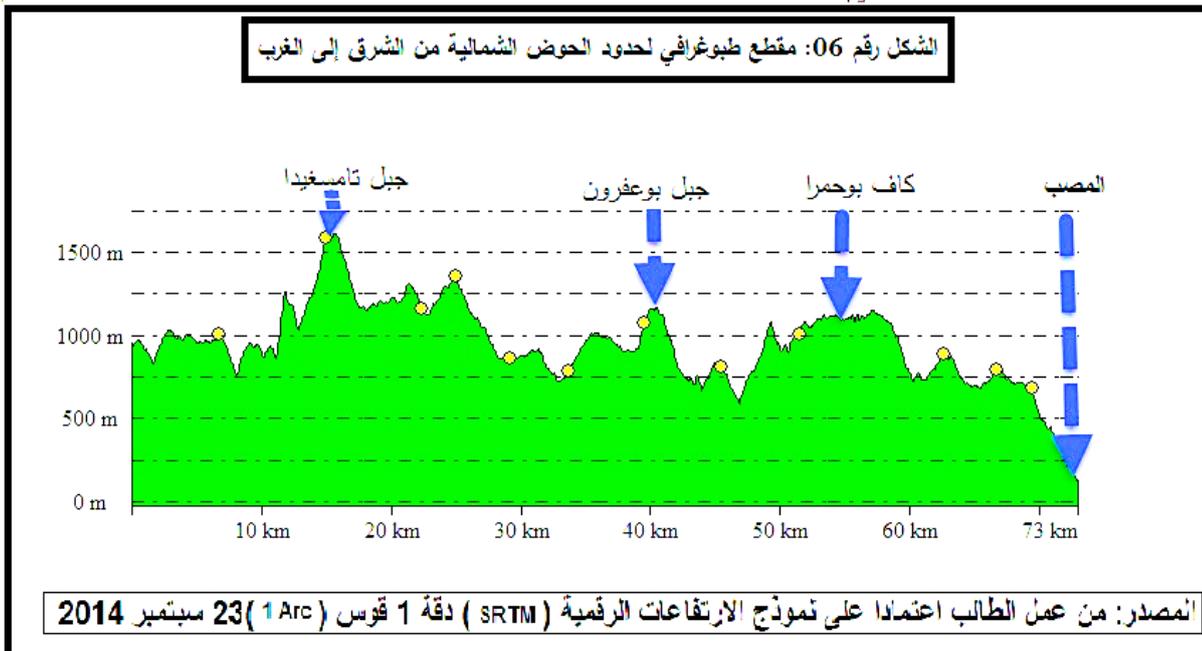
أ- النطاق الجبلي:

ينتمي النطاق الجبلي لمنطقة الدراسة إلى السلسلة الجبلية التي تقع بمحاذاة الشريط الساحلي (سلسلة جبال الأطلس التلي) والتي يتراوح عرضها ما بين 70 إلى 150 كلم. وهي جبال التوائية حديثة التكوين.

الكتلة الجبلية الشرقية من هذه السلاسل الجبلية أكثر تكتلا وارتفاعا من الكتلة الجبلية في القسم الغربي والذي يعطي مظهر التضاريس المجزأة، تتخلل هذه الكتل الجبلية أحواض داخلية مثل ما هو الحال في حوض الدراسة، وهي بذلك تكون خطوط تقسيم المياه والتي تصرف مياهها نحو الشمال (البحر المتوسط) مخترقة بذلك السلسلة الجبلية.

تتصف الجبال كونها من التضاريس القوية والتي لها الأثر الكبير في الجريان وسرعته وخصائصه ومميزاته، جبال منطقة الدراسة تقع بين جبال بابور غربا والسلسلة النوميديية شرقا.

تشغل الجبال نسبة هامة في الحوض تقدر بحوالي (18.99%) من النسبة الإجمالية للحوض، تم تحديد ذلك بواسطة برنامج (Arc Gis) ابتداء من الارتفاع 1000 م، وخرائط طبوغرافية بمقاييس مختلفة (50000/1) و (200000/1) و (250000/1) بعد أن تم ارجاعها جغرافيا (Géoréférencement)¹ بواسطة نفس البرنامج السابق، وتتمثل في القمم الجبلية التي تحيط بالحوض لتشكل بذلك خطوط تقسيم المياه، فالسلسلة الشمالية بها عدة قمم تختلف من حيث الارتفاع أهمها من الشرق إلى الغرب جبل مول المسيد (1292م)، كاف بوحمر (1354م)، كاف السهير (1495م) جبل بوعفرون (1352م). من الملاحظ أن الارتفاع يزداد كلما اتجهنا غربا بفارق يزيد عن (200 م)، انظر الشكل رقم (06) الذي يوضح مقطع طبوغرافي لحدود الحوض الشمالية من الشرق (مصب الوادي) إلى الغرب، تم انجاز هذا المقطع بواسطة برنامج (GLOBAL MAPPER).



¹ - صورة شبكية يتم إدخال الإحداثيات محوري الفواصل والتراتب (X, Y) لمجموعة من النقاط المحددة فوق الصورة حتى يتسنى للبرنامج ضبط كل نقط الإحداثيات التي تغطي مجموع الصورة، وتحويلها إلى خلفية قابلة لرسم مختلف الظواهر الجغرافية.

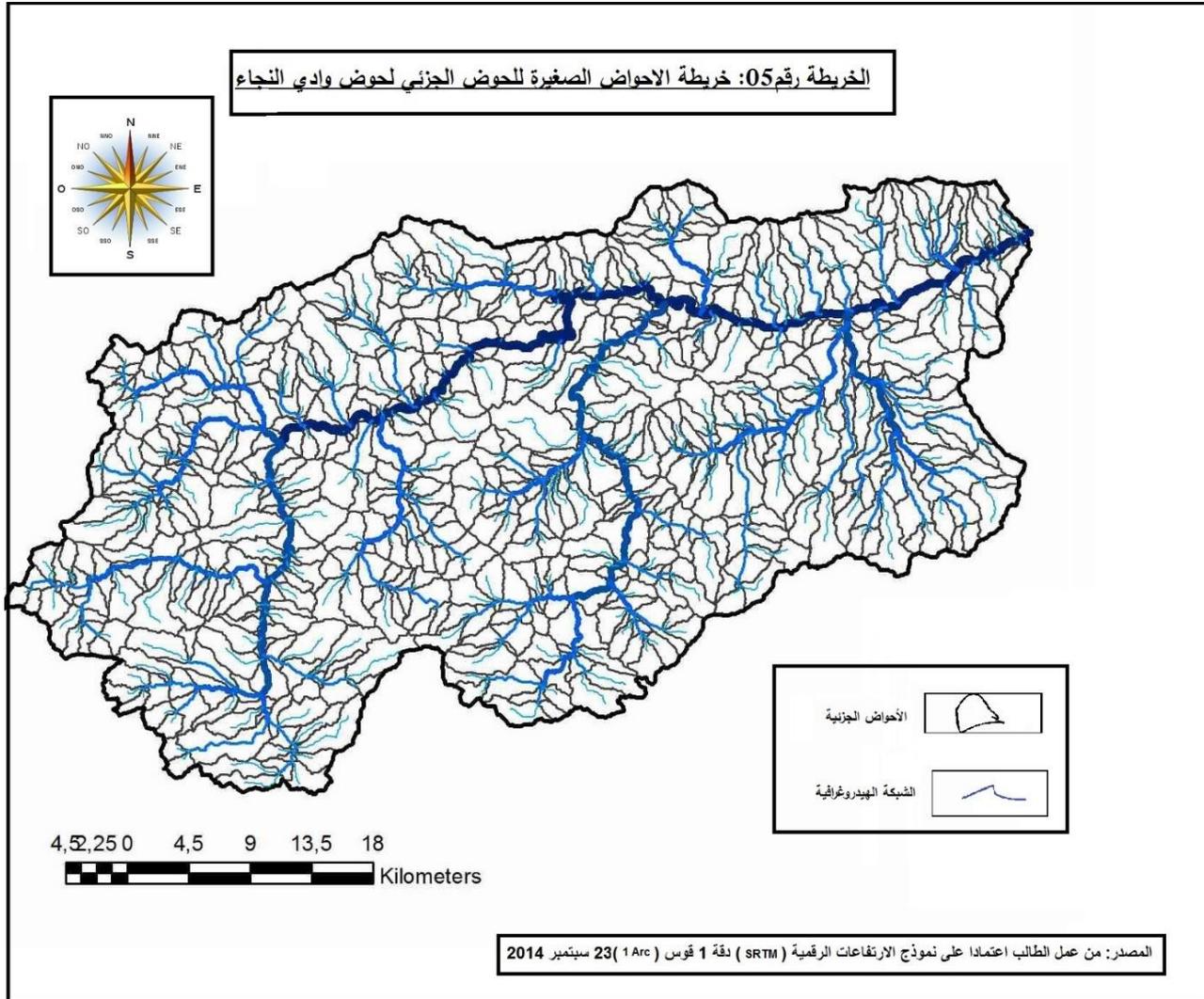
تقف هذه السلاسل الجبلية كحواجز طبيعية للتيارات الهوائية الرطبة المحملة بالأمطار خاصة تلك القادمة من الشمال الغربي مما يجعلها تستقبل كميات معتبرة من الأمطار في الواجهة الشمالية لهذه السلسلة وتسمى بالأمطار التضاريسية بينما تقل على السفوح الخلفية التي يطلق عليها منطقة ظل المطر مما يجعل هذه المناطق تتعرض إلى فترات جفاف.

الحدود الغربية تتشكل من جبل البايسة (1126م) وجنوبه جبل تايغشات (1147م) وجنوبه جبل شوف عيسى (1426م) وجبل زريب في عين الكبيرة بارتفاع (1300م) وجبل شناتور في الشمال غربي بارتفاع (1370م)، كما يمتد جبل مجونس (1461م) على حدود البلدية نحو الجنوب مع بلدية بني فودة. أما الحدود الجنوبية تتميز بتضاريس متميزة تتمثل من الشرق إلى الغرب جبل الأكرال (1256م) ثم جبل بوحاتم (1083م) ثم كدية الدواشرة (1086م). ثم جبل الجهالية، ثم مرتفعات تاشودة والقلطة الزرقاء ومرتفعات مشته عين بنزرار بارتفاع يتراوح ما بين (1000م إلى 1200م) هذه الحدود تعتبر بداية للهضاب العليا.

الحدود الشرقية للحوض التجميحي فيها يلتقي وادي النجاء بوادي الرمال كما نجد تلال سيدي مروان في الشمال وعزابه وسيدي خليفة وأولاد القايم جنوبها، تغطي قمم هذه السلسلة الشمالية غابات الفلين، ثم أسفلها نشاط زراعي من نوع الأشجار المثمرة وأغلبها أشجار الزيتون والتين والتين الشوكي، أما بقية القمم المحيطة بالحوض فتتمو بها نباتات من نوع الأحراش، تستغل في الرعي كما يوجد بعض الأشجار المثمرة ولكن بشكل ضعيف مقارنة بالسلسلة الشمالية ويرتبط هذا النشاط بماذا توفر مياه السقي.

ب- النطاق التالي:

هذا النوع من التضاريس يتميز بالارتفاع المتوسط، إذ ينتشر داخل الحوض ويتركز أكثر في الجهة الغربية من منطقة الدراسة، هذا ما أعطى مظهر جيومورفولوجي متضرس إذ يمكن تمييز العديد من الأحواض الجزئية الصغيرة تخلف مساحتها من حوض لآخر تفصل بينها هذه التلال، باستعمال تطبيق (Arc Hydro) من برنامج (Arc Gis) يمكن إبراز الأحواض الجزئية التي تكون الحوض الجزئي لوادي النجاء، كما توضحه الخريطة رقم (05) خريطة الاحواض الصغيرة للحوض الجزئي لحوض وادي النجاء.



تشغل التلال أكبر نسبة داخل الحوض التجميحي تقدر بـ: (52.93%) من النسبة الإجمالية أي أكثر من نصف الحوض يتراوح ارتفاعها ما بين (600م إلى 1200م) تم حساب ذلك بواسطة برنامج (Arc Gis) والخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقاييس مختلفة (50000/1) و (200000/1) و (250000/1). النطاق التالي يتمثل في الكتل الجبلية الموجودة داخل الحوض تتميز بأنها أقل ارتفاعا من الجبال ومع ذلك توجد بعض القمم لها ارتفاعات معتبرة نذكر منها جبل الحلفاء (1155م) بالقرب من فرجيو، جبل بوشارف (1150م) في الرواشد، جبل مالوف (827 م)، جبل مول الجديان (1225م)، جبل سناتور و جبل الدردام (1177م) ببلدية الدهامشة كما تتخلل هذه الكتل الجبلية منخفضات وانحدارات وامتداد لبعض السهول الضيقة التي يتراوح ارتفاعها ما بين (700 إلى 800 م) إلى الجهة الشمالية، كما تتميز بمنحدرات وأخاديد متأثرة بعوامل الحت و التعرية. أهم الأنشطة الزراعية الموجودة في هذه المناطق زراعة الحبوب في سفوح هذه التلال، إضافة إلى الأشجار المثمرة والتي ازدهرت مؤخرا في إطار التنمية الريفية والدعم الفلاحي وخاصة الزيتون.

ت- النطاق السهلي ومجرى الوادي:

إن دراسة ومعرفة النطاق السهلي ومجرى الوادي له أهمية من الناحية الجيومورفولوجية، حيث يعتبر من الشواهد على النشاط السابق للحوض من عمليات الحت الرأسي والجانبى للوادي وكذلك الترسيب النهري، وأيضا تعتبر دليل على وضع جيولوجي (بنائي) سابق ووضع مناخي سابق، أما أهميتها الاقتصادية فتتمثل بكونها أراضي صالحة للنشاط الزراعي ومناطق مناسبة لشق طرق دون عقبات¹

¹ - عادل عبد السلام. أشكال الأرض. منشورات جامعة دمشق 2000م. ص 203

تختلف المصاطب ورسوباتها باختلاف ظروف الحوض النهري الذي يتحكم بها، وباختلاف الطبقات الصخرية التي تتكشف تدريجياً في طريق المجرى الوادي وروافده وبذلك تتعدد المصاطب وتباين تشكيلاتها، لتشهد كل منها على شكل المرحلة التي مرت بها¹.

لدراسة النطاق السهلي ومجرى الحوض الجزئي وادي النجاء تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) وبرنامج (Arc gis) والقيام بتحليلات اللازمة لتلك المرئية الرادارية، وخرائط طبوغرافية بمقاييس مختلفة (50000/1) و (200000/1) و(250000/1) بعد أن تم ارجاعها جغرافياً.

إذا ما جمعنا نسبتي مجموعة السهول والوادي وضافه نتحصل على نسبة (28.09%) من اجمالي المساحة العامة لمنطقة الدراسة، والتي يتراوح ارتفاعها ما بين (118 إلى 600 م)، توجد على ضفاف وادي النجاء ووادي بوصلاح ووادي المالح مصاطب نهريّة تمتاز بالتقطع والضيق خاصة في الجهة الغربية تتوسع كلما اتجهنا نحو الشرق خاصة ببلديات ولاية ميلّة التالية: (فرجيوة - رجاص - زغاية - أحمد راشدي - تبيرقنت) أي نحو منطقة تلاقي وادي النجاء مع وادي الرمال وهي أخفض نقطة في منطقة الدراسة، تستغل في إنتاج الخضروات والبقوليات وبعض أشجار الفواكه، كما تنتشر بها البيوت البلاستيكية. أما الروافد المنبع التي تكون في الجهة الغربية وهي تابعة إدارياً لولاية سطيف من منطقة الدراسة كوادي الدهامشة، ووادي الزناتين، ووادي مناع، ووادي جميلة فجريانهم في مناطق ذات تضاريس وعرة، كما لا تظهر في هذه المناطق المصاطب النهريّة إلا في مساحات صغيرة مقارنة بمجرى الوادي في الجهة الشرقية.

¹ عماد الدين موصللي، أشكال الأرض العامة. منشورات جامعة حلب 2001م. ص 373

2- الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة:

تعد دراسة الخصائص التضاريسية لأي حوض ضرورية لمعرفة مدى تضرس سطح الحوض عن طريق تحليل بيانات نموذج الارتفاع الرقمي (Dem) والخروج بنمذجة آلية حاسوبية لعدد كبير من القياسات التضاريسية لحوض تصريف وادي النجاء كنموذج تطبيقي لإمكانات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في الدراسات الجيومورفولوجية، وتشمل الخصائص التضاريسية المتغيرات التالية:

أ- الارتفاع الأقصى:

ويقصد بها أعلى نقطة في حوض الدراسة وقد تم تحديد أقصى ارتفاع على خط تقسيم المياه لحوض وادي النجاء اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) وتقدر بـ: (1672م)، كما تم تحديد موقعها بالضبط على باستعمال برنامج (Global Mapper) وهي تقدر بـ: (1672.687م) وتقع عند النقطة ذات الاحداثيات التالية: (5.6648499040/36.5286918788) (WGS84) أي: $36^{\circ} 31' 43.2908'' \text{ N}, 5^{\circ} 39' 53.4597'' \text{ E}$

ب- الارتفاع الأدنى:

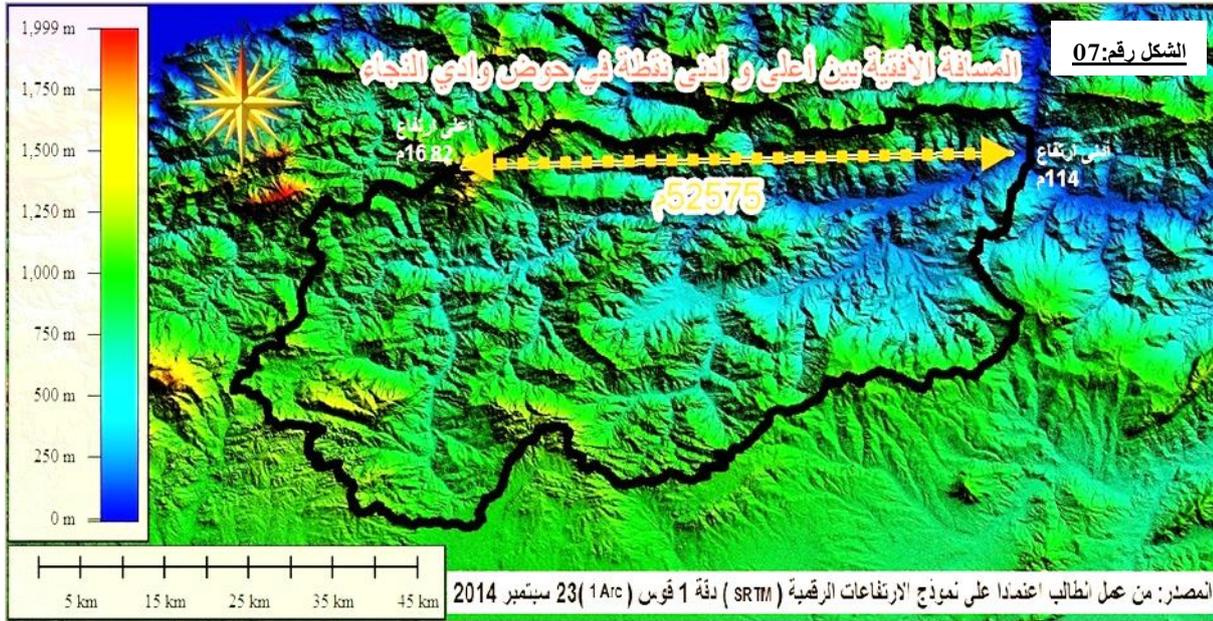
ويقصد بها أدنى نقطة في حوض الدراسة وقد تم تحديد أدنى ارتفاع عند نقطة تلاقي وادي النجاء بوادي الرمال وهي نقطة المصب بنسبة لمنطقة الدراسة، تم تحديدها اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)، ذات الدقة 1 قوس (1arc) أي تقريبا بدقة تساوي 30 متر، وتقدر بـ: 114م، كما تم تحديد موقعها بالضبط على برنامج (Global Mapper) وهي تقدر بـ: (118.984 م) وتقع عند النقطة ذات الاحداثيات التالية:

GEO (WGS84) (6.2677948813). (36.5452903157)

أي: $36^{\circ} 32' 43.0451'' \text{ N}, 6^{\circ} 16' 04.0616'' \text{ E}$

ت - المسافة الأفقية:

وهي المسافة المستقيمة التي تفصل بين نقطتين وهي أعلى وأدنى نقطة في منطقة الدراسة تم تحديدها بواسطة برنامج (Global Mapper) على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) وقد قدرت المسافة بـ: (52575 م)، كما يوضحه الشكل رقم (07) التالي:



إن دراستنا للخصائص التضاريسية يجعلنا نستخلص بعض المميزات العامة لمنطقة

الدراسة والتي تتمثل على الخصوص في:

- ❖ سيادة الطابع السهلي في الجهة الشرقية لمنطقة الدراسة اين يقع المصب، والتي تتبع إداريا إلى ولاية ميله.
- ❖ سيادة الطابع الجبلي في الجهة الغربية لمنطقة الدراسة اين يقع المنبع، الذي يتبع إداريا لولاية سطيف.
- ❖ الحدود الجنوبية هي بداية لمنطقة الهضاب العليا التي تمتاز بامتداد كبير للأراضي المستوية على شكل للسهول مرتفعة.
- ❖ انتشار واسع للانحدارات على مستوى أقدام الجبال خاصة حدود خط تقسيم المياه الشمالية.

❖ انتشار معتبر للأخاديد خاصة في الجهة الغربية بسبب نشاط الحت والتعرية على مستوى المنحدرات الجبلية ويعود ذلك لهشاشة التكوينات الصخرية التي تميز المنطقة عموماً وضآلة كثافة الغطاء النباتي.

3- المقاطع العرضية للحوض:

تبرز المقاطع العرضية لحوض منطقة الدراسة الكثير من الخصائص المتعلقة بشكل السطح والعمليات الجيومورفولوجية من تعرية وترسيب وغيرها، وتعتمد قدرة مجرى الوادي وطاقته على سرعة الجريان المرتبطة بشكل أساسي بدرجة ومستويات الانحدار وكذلك كمية المياه المتدفقة في مجراه الرئيسي وروافده، والبنية الجيولوجية والطبيعة التكتونية التي يقع فيها الحوض المائي، إضافة إلى الظروف المناخية والغطاء الأرضي له. فشكل المقطع العرضي لقناة الوادي تتباين وفق الجزء الواقع فيه المجرى الرئيسي للوادي بالنسبة لبقية المنطقة من الحوض الكلي، فالتوسع المجرى عند الأجزاء الشرقية من الحوض، وتقعر قاع القناة النهرية على شكل نصف دائرة، يعكس المستويات العمرية التي وصل إليها الوادي كمرحلة الشباب وتجدد الشباب في بعض المناطق، أما الأجزاء الغربية من المجرى الرئيسي التي تشير إلى غلبة الحت الرأسي على الحت الجانبي وكثرة الخوانق.

إن انجاز المقاطع العرضية للحوض له أهمية من الناحية الجيومورفولوجية، حيث يمكن من معرفة العمليات الجيومورفولوجية من حت رأسي أو جانبي للمجرى الوادي، وكذلك الترسيب النهري.

عادة ما يقسم مجرى الوادي الرئيسي من منبعه إلى مصبه إلى ثلاث مراحل أو ثلاثة قطاعات كل منها لها ما يميزها من عمليات وأشكال أرضية¹. اعتماداً على مرئية راداريه

¹ - محمد صبري محسوب، جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، ط1، دار الفكر العربي 1997م القاهرة، ص153.

(Dem) وبرنامج (Global Mapper) ننجز ثلاث مقاطع عرضية لحوض الدراسة من منبعه إلى مصبه كما يبرزه الشكل رقم (08).

أ- القطاع الأول:

يمتد هذا القطاع من مدينة بابور في الشمال الغربي من منطقة الدراسة ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}29'21.88''N$) و ($5^{\circ}32'24.92''E$) والتي تقع على ارتفاع (956 م) على مستوى سطح البحر إلى مشتة القلثة الزرقاء في الجنوب الغربي ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}12'26.47''N$) و ($5^{\circ}41'17.76''E$) والتي تقع على ارتفاع (1018 م)، المسافة الأفقية بين النقطتين (33.90 كلم) كلا المنطقتين تقعان على خط تقسيم المياه، المنطقتين تابعتان إداريا لولاية سطيف.

يظهر في هذا المقطع العرضي الذي يقع بين منطقتي بابور والقلثة الزرقاء بمسافة افقية تقدر بـ: (33.90 كلم) أن المجرى الرئيسي يبعد عن مدينة بابور بـ: (10 كلم) في حين يبعد عن النقطة الثانية بأكثر من (20 كلم)، كما أن المقطع يظهر وعورة تضاريس في كامل المنطقة وهي منطقة المنبع، وقد لوحظ هذا الطابع من خلال الخروج إلى الميدان والتحقق من النتائج المتحصل عليها.

ب- القطاع الثاني

يمتد هذا القطاع ما بين قمة تامانتوت ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}32'57.48''N$) و ($5^{\circ}49'47.14''E$) وهي قمة ارتفاعها (983 م) على مستوى سطح البحر وهي نقطة حدود إدارية بين ثلاث ولايات جيجل شمالا وسطيف جنوبا وميلة غربا إلى مشتة تارماست (بلدية بوحاتم) التابعة إداريا الى ولاية ميلة ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}18'19.98''N$) و ($6^{\circ}2'3.99''E$) والتي تقع على ارتفاع (939 م) المسافة الأفقية بين النقطتين (32.18 كلم).

يظهر هذا المقطع العرضي البالغ امتداده حوالي (32 كلم) أن مجرى الوادي الرئيسي يبقى بالقرب من خط تقسي المياه الشمالية ولهذا تكون شدة الانحدار كبيرة منه إلى أسفل الوادي، أما في الجهة الجنوبية لمجرى الوادي يكون هناك تدرج في الانحدار، كما تظهر بعض التلال التي تميز الحوض كما تم الإشارة إليها سابقا.

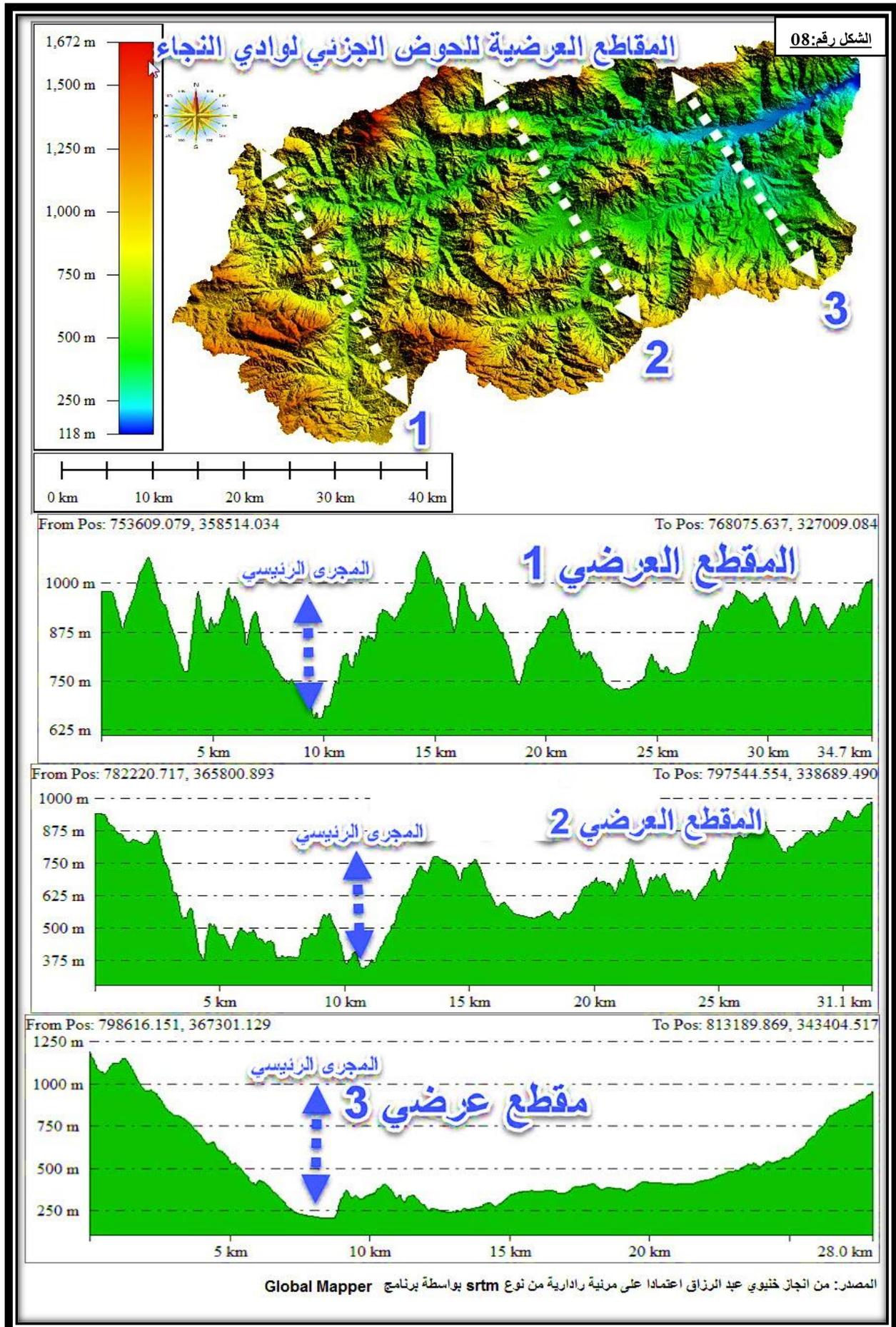
ت- القطاع الثالث:

يمتد هذا القطاع من قمة تاصافت (بلدية عميرة آراس) في الشمال الشرقي من منطقة الدراسة ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}19'54.68''N$) و ($6^{\circ}11'5.02''E$)، وهي قمة ترتفع عن مستوى سطح البحر بـ: (1228 م)، إلى مشتنة رمضان ذات الاحداثيات الجغرافية ($36^{\circ}33'41.10''N$) و ($6^{\circ}2'32.25''E$) التي ترتفع عن مستوى سطح البحر بـ: (1021 م)، المسافة الأفقية بين النقطتين (29.08 كلم).

يظهر في هذا المقطع أن مجرى الوادي الرئيسي يبقى بالقرب من خط تقسي المياه الشمالية ولهذا تبقى زاوية الانحدار كبيرة في هذا الاتجاه وتغيب المصاطب النهرية في كامل مجرى الواد الرئيسي من الجهة الشمالية له، في حين تكون الجهة الجنوبية في هذا المقطع الأخير سهلية ومنبسطة يصل هذا الانبساط الى غاية (45 كلم) تقريبا.

الشكل رقم 08 التالي يبرز المقاطع العرضية للقطاعات الثلاثة للحوض الجزئي

لوادي النجاء.



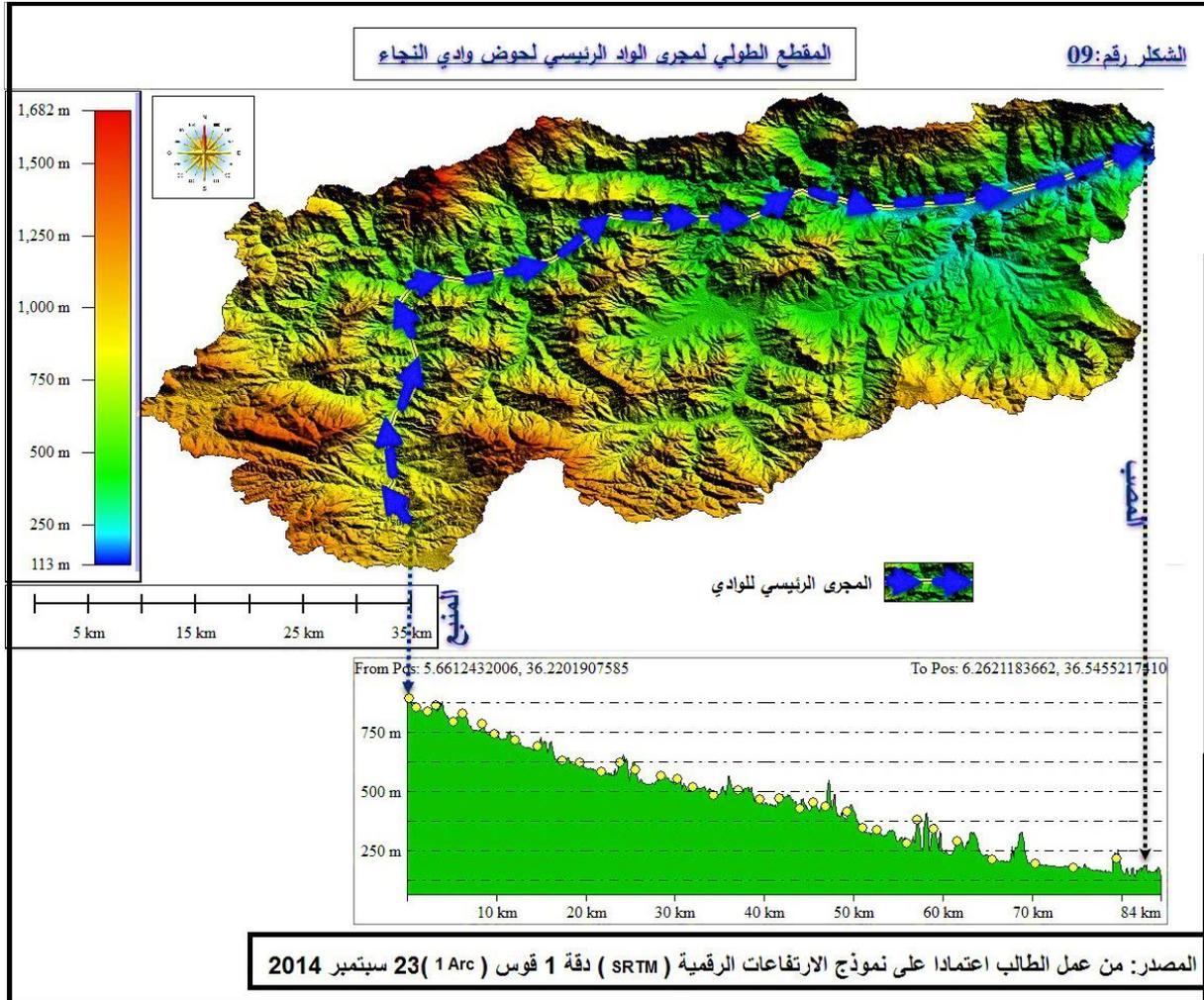
4- المقطع الطولي لمجرى الواد الرئيسي:

المقطع الطولي لمجرى الوادي هو المنحى الذي يحدد بدقة انحدار المجرى على طول امتداده من المنبع إلى المصب، على الرغم من وجود تباين بين القطاعات الطولية لمختلف الأنهار والأودية فإن شكلها العام مقعراً باتجاه أعاليها وإن تباينت درجات التقعر من حالة إلى أخرى، ففي حالة الأودية الشابة يكون هذا التقعر تقريباً لأن استمرار القطاع يتقطع بواسطة الشلالات والجنادل ذات الأصل التركيبي التي تتعاقب مع أجزاء من القطاع وتكون أكثر انتظاماً، وحتى في الأنهار الناضجة قد يكون منحنى القطاع الطولي غير منتظم فقد يعقب جزءاً منه قليل الانحدار جزء آخر شديد الانحدار في اتجاه المصب ويحدث ذلك على سبيل المثال حتى يلتقي نهر قليل الحمولة برافد له عظيم الحمولة، فإن ازدياد الانحدار يصبح ضرورياً عند التقائهما، لكي تتوفر الطاقة اللازمة لتحريك ونقل تلك الحمولة الإضافية التي وردت إلى النهر الرئيسي فجأة. كما نجد الأنهار والأودية التي تخترق الصخور المتجانسة تتميز بانتظام قطاعاتها عن تلك التي تخترق مجالات صخرية متباينة الصلابة والمقاومة للنحت المائي، ومن الطبيعي أن يمارس الوادي نشاطاً حثياً بمناطق العقبات التي يزيلها ولكن هذا يستغرق زمناً طويلاً حتى يصل النهر إلى تكوين قطاع منتظم ليصبح المجرى كله في حالة توازن.

يرتبط شكل المقطع الطولي للوادي بنوعية التكوينات الصخرية من حيث درجة صلابتها والفعل الحثي للمياه الجارية والحركات الأرضية، ولهذه العوامل تأثير في مدى انسيابية المقطع الطولي للوادي. يمثل المقطع الطولي للوادي القوس الذي يحدد انحدار المجرى الرئيسي على طول امتداده من منبعه إلى مصبه¹

¹ - صلاح الدين بحيري، إشكال الأرض، دار الفكر، دمشق 1979م، ص: 122.

تم انجاز المقطع الطولي لمجرى الوادي الرئيسي من منبعه إلى مصبه بواسطة برنامج (Global Mapper) باستخدام مرئية رادارية (Dem)، بهدف تحديد ومعرفة الانحدارات التي يجري عليها وادي النجاء، إذ تسمح هذه المعلومات بمعرفة العوامل المرفومترية والهيدروغرافية للحوض. انظر الشكل رقم (09).



من خلال تحليل المقطع الطولي للوادي الرئيسي لحوض وادي النجاء نستخلص ما يلي:

- ❖ المسافة الفاصلة بين المنبع والمصب أكثر من (80 كلم)، يقل الانحدار كلما اتجهنا نحو المصب كما يمتاز القطاع الأوسط والأعلى للحوض بتضرس معتبر وانتشار التلال فيه.
- ❖ التغيرات التي تحصل في درجة انحدار الوادي والتي اثرت على مقطعه الطولي تعود إلى طبيعة الصخور الموجودة في الحوض التي تجري عليها المراتب النهرية بجميع رتبها، وإلى

وجود التراكيب الخطية، والصدوع، والشقوق، التي تؤثر في طبيعة الانحدار وشكل الانحدار في الوادي، فضلا عن طبوغرافية وطبيعة الانحدار، كما أن للمناخ السائد أثر في تغير الوادي لاسيما كمية الأمطار الساقطة التي تجري في الوادي والتي تعمل في تعميق المجاري.

5- تضرس الحوض:

تعد درجة التضرس مقياسا مهما لمعرفة الطبيعة الطبوغرافية لمنطقة ما، كما أنها تعد مؤشرا جيدا لمعرفة مكان توضع الرواسب المنقولة، ومنه تساهم في تكوين أشكال جيومورفولوجية مختلفة، كما تساهم في زيادة معرفة وصول الناتج المائي، وينعكس ذلك في زيادة فعالية التعرية النهرية وما يرتبط بها من نقل كميات كبيرة من الرواسب¹. كما أن تضرس الحوض يمثل المحصلة النهائية لنشاط عمليات التعرية، ومنه معرفة المرحلة الجيومورفولوجية التي يعيشها حوض التصريف².

يعتبر تضرس حوض التصريف نتاج تفاعل بين العمليات الجيومورفولوجية والخصائص الليثولوجية والبنيوية والمناخية للحوض، إلا أن عامل التضاريس يحدد ما اسماه شوم (Schumm) بقوة الجذب التي تعمل على المنحدرات ومجاري الأودية، كما يحدد تضرس الحوض الطاقة الكامنة للحوض، ومن ثم فإن معدل نشاط عمليات التعرية داخل حوض التصريف يتحدد بواسطة انحدار سطح الحوض.

إن انحدار سطح الحوض يعمل على اختلاف سمك التربة ونوعيتها وحجم المواد المكونة لها وما يترتب عن ذلك من مقدار النفاذية ويكون معامل التباطؤ³ مرتفعا في حالة

¹ -Strahler,A.N (1957) : Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology,Amer,Geophys,Union, vol,38,no,6,pp913-920.

² -جودة (حسنين)،عاشور (محمود محمد)، وسائل التحليل الجيومورفولوجي،1،القاهرة 1991،ص 322،323

³ معامل التباطؤ: ويقصد به الفترة الزمنية المحصورة بين توالد الحريان ووصوله لبدابات المجاري المحددة.

الأحواض ذات الأسطح قليلة الانحدار والعكس صحيح¹. ولدراسة تضرس الحوض نحسب مجموعة من المعاملات التي تخص التضاريس:

أ- نسبة التضرس:

تعني العلاقة بين أعلى نقطة في الحوض مع أدنى نقطة في الحوض مقسومة على طول حوض التصريف، هذا حسب قانون شوم (Schumm) التالي: ²

$$R_h = H/L_b$$

R_h : نسبة التضرس

H : الفرق بين أعلى و أقل ارتفاع داخل حوض التصريف بالمتر.

L_b : طول حوض التصريف بالكلم.

تظهر هذه النسبة العلاقة بين قيمة التضرس والمحيط الحوضي، وتشير القيم المنخفضة إلى ضعف مقاومة الصخر ونشاط عوامل التعرية، في حين تدل القيم المرتفعة لمقاومة الصخر وضعف عوامل التعرية، وأكد شومان وجود علاقة ارتباط عكسية بين التضاريس النسبية وبين درجة مقاومة الصخر عند ثبات الظروف المناخية (لتفاصيل أكثر انظر ابورية: أبورية أحمد محمد: المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج، دراسة جيومورفولوجية)، كما تعطى صورة عن مساحة الحوض فالقيم المرتفعة تشير الى صغر المساحة الحوضية.

بما أن أعلى نقطة في الحوض هي (1672م) وأدنى نقطة في حوض الدراسة هي (118م)، وطول حوض التصريف هو (80.91 كلم)، كل هذه الاحصائيات تم استنباطها

¹ صالح (أحمد سالم)، الجريان السيلي في الصحاري، معهد البحوث و الدراسات العربية، العدد 51.

² Schumm, A.S . (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ; ١ () ^ Gol. Soc. Amer. Bull. 74,

من مرئية رادارية (Dem) بواسطة برنامج (Arc Gis)، فإن نسبة التضرس تساوي (19.20م/كلم).

ترتفع قيمة هذا المعامل بزيادة الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض، قيمة نسبة التضرس في الحوض الجزئي لوادي النجاء هي نسبة منخفضة بشكل عام تدل على ان الحوض ذو مساحة كبيرة من جهة وضعف الجريان ومنه انخفاض شدة الحت.

ب- التضاريس النسبية:

وتعني الفارق بين أعلى نقطة في الحوض مع أدنى نقطة في الحوض مقسومة على طول محيط الحوض، ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

$$R_r = H/P \times 100^1$$

R_r: قيمة التضرس النسبية

H: الفرق بين منسوب أعلى نقطة وأقل نقطة في حوض التصريف

P: طول محيط حوض التصريف

توصل كينكوثنغ (Knighton) في دراستهم لنحو (39) وادي في المملكة المتحدة إلى أن ارتفاع قيمة التضاريس النسبية مرتبطة بارتفاع أعداد المجاري المائية ذات الرتبة الأولى، وتقل أعداد مجاري الرتبة الأولى بانخفاض قيمة التضاريس النسبي، وتتميز المجاري بصفة عامة بزيادة متوسط أطوالها بانخفاض قيمة التضاريس النسبية وتجنح المجاري النهرية إلى الإرساب².

¹- Gregory,H.J. ,&Walling,D.E,(1973) :Drainage Basin :Form and Process A Geomorphological Approach,Edward Arnold,London P60.

² -Knighton,D,(1984) :Fluvial Forms and Processes, Edward Arnold, London.p32.

بلغت التضاريس النسبية للحوض الجزئي لوادي النجاء (567.87 م / كلم)، يلاحظ أن هناك علاقة عكسية بين التضاريس النسبية ومحيط الحوض، أي كلما قلت مساحة الحوض ازدادت نسبة التضاريس النسبية، وهذا يدل على أن الأحواض كبيرة المساحة تعمل على ضبط انحدارات السطح وتقليل المدى التضاريس وذلك كونها قطعت شوطا في مرحلة التعرية النهرية¹.

ت - التحليل الهيسومتري:

يعد من الوسائل الكمية التي تقدم وصفا لمورفولوجية المرحلة الزمنية التي قطعتها الدورة الحتية في الحوض، فتناقص قيمة المعامل الهيسومتري تدل على استمرار الدورة الحتية. تتطلب عملية تحديد المرحلة التي يمر بها الحوض من تطوره الجيومورفولوجي تكاملا في القياسات الميدانية والهندسية والطبوغرافية، وذلك للوقوف على الشواهد التضاريسية التي تؤكد نتيجة القياس المورفومتري، وتعد طريقة (Strahler 1952) من أكثر الطرق المتبعة لتحقيق هذه الغاية التي تعتمد على المنحنى الهيسومتري (Curve Hypsometric)، وقيمة التكامل الهيسومتري (Integral Hypsometric).

التحليل الهيسومتري يعتمد على الطريقتين إما بيانيا وتسمى المنحنى البياني الهيسومتري، أو حسابيا وتسمى التكامل الهيسومتري.

ت1- المنحنى الهيسومتري:

يمثل المنحنى الهيسومتري مقياسا زمنيا يعبر عن المرحلة الحتية التي تمر به الأحواض المائية، إضافة إلا أنه يشير إلى كمية المواد الصخرية التي لاتزال تنتظر دورها في العملية الحتية²، يتخذ المنحنى الهيسومتري عدة أشكال، الشكل النموذجي وهو المنحنى الذي يكون

¹ - متولي عبد الصمد عبد العزيز على (حوض واد تير شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية)، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة 2001، ص 102.

² - حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للطباعة والنشر، ط4، 2013، ص:160-165.

على هيئة حرف (S)، فهو مقعر من الأعلى ومحدب من الأدنى، يرسم المنحنى الهبومتري من خلال حساب النسبة المئوية للمساحات بحسب قيم الارتفاع، وتحدد النسب المئوية لقيم المساحات من المساحة العامة، ويمثلها محور الفواصل، كما تحدد نسب الارتفاع من الفارق الرأسي بين أعلى نقاط الحوض وأدناها، على محور الترتيب¹، ويتم ذلك من خلال الخطوات التالية:

- ❖ قياس مساحة الحوض النهري كله ثم تقاس المساحات المحصورة بين كل خطي كنتور.
- ❖ حساب نسبة المساحة بين خطي كنتور متجاورين إلى المساحة الكلية للحوض ويمثل على محور الفواصل.
- ❖ حساب نسبة مساحة فارق الارتفاع.
- ❖ توقع النسب السابقة على الشكل البياني المكون من محورين أفقي ورأسي. أنظر الشكل رقم (10) المنحنى الهبومتري لحوض وادي النجاء



¹ Strahler, A.N (1957) : Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, Amer, Geophys, Union, vol.38, no, 6, pp913-920.

ت2- التكامل الهيسومتري:

قيمة التكامل الهيسومتري التي يرمز لها اختصاراً بـ (H)، فتعبر رقمياً عن المرحلة العمرية للحوض وتستخرج من النسبة بين المساحة تحت المنحنى الهيسومتري والمساحة الكلية لمربع المنحنى، يمكن تصنيف الأحواض حسب قيمة التكامل الهيسومتري إلى:

- ❖ قيمة التكامل الهيسومتري أكبر من (80%) فالحوض النهري يكون في مرحلة الشباب.
- ❖ قيمة التكامل الهيسومتري ما بين (43% - 80%) فالحوض في مرحلة النضج.
- ❖ قيمة التكامل الهيسومتري ما بين (17.6% - 43%) فالحوض يكون في مرحلة الشيخوخة أو الهرم، ويدل على المرحلة الأخيرة وجود سهول حتية مع بعض الكتل المنعزلة، إلا أن (Strahler) يؤكد أنها مرحلة مؤقتة ما يلبث الحوض أن يعود لمرحلة التوازن بعد إزالة هذه الكتل المنعزلة، إما بنهوض اليابسة أو خسف المصب.

وقد حددت نسبة مرحلة التوازن بين (35% - 60%)¹ وهذه الصفة الدورية لتطور أنظمة التصريف المائي مرتبطة بتقلب المناخ، وهي من أهم الأمثلة على مفهوم التطور المتعدد أو الدوري، كما أكد بعضهم أن القيم المرتفعة لـ (H) تدل على تضرس التوائى يمر بمرحلة الشباب، والقيم المنخفضة على تضرس قديم، في حين تدل القيم المتوسطة على أن هناك توازن بين النشاط البنائى ونوع الصخر من جهة ومعدلات الحت من جهة أخرى².

ويستخدم التكامل الهيسومتري لتوضيح العلاقة رقمياً بين مساحة الحوض وارتفاعه، واقترح (Strahler 1952) معادلة لاستخراج قيمة التكامل الهيسومتري كالتالي³:

¹ - Strahler, A; (1952): Hypsometric (Area – Altitude) Analysis of Erosional Topography –Geol, Soc. Ame, Bull.V 63.. PP 1128–1129.

² – Dade .W.B;(2001): Multiple Scales in River Basin Morphology, AJS, VOL 301, pp 60–70.

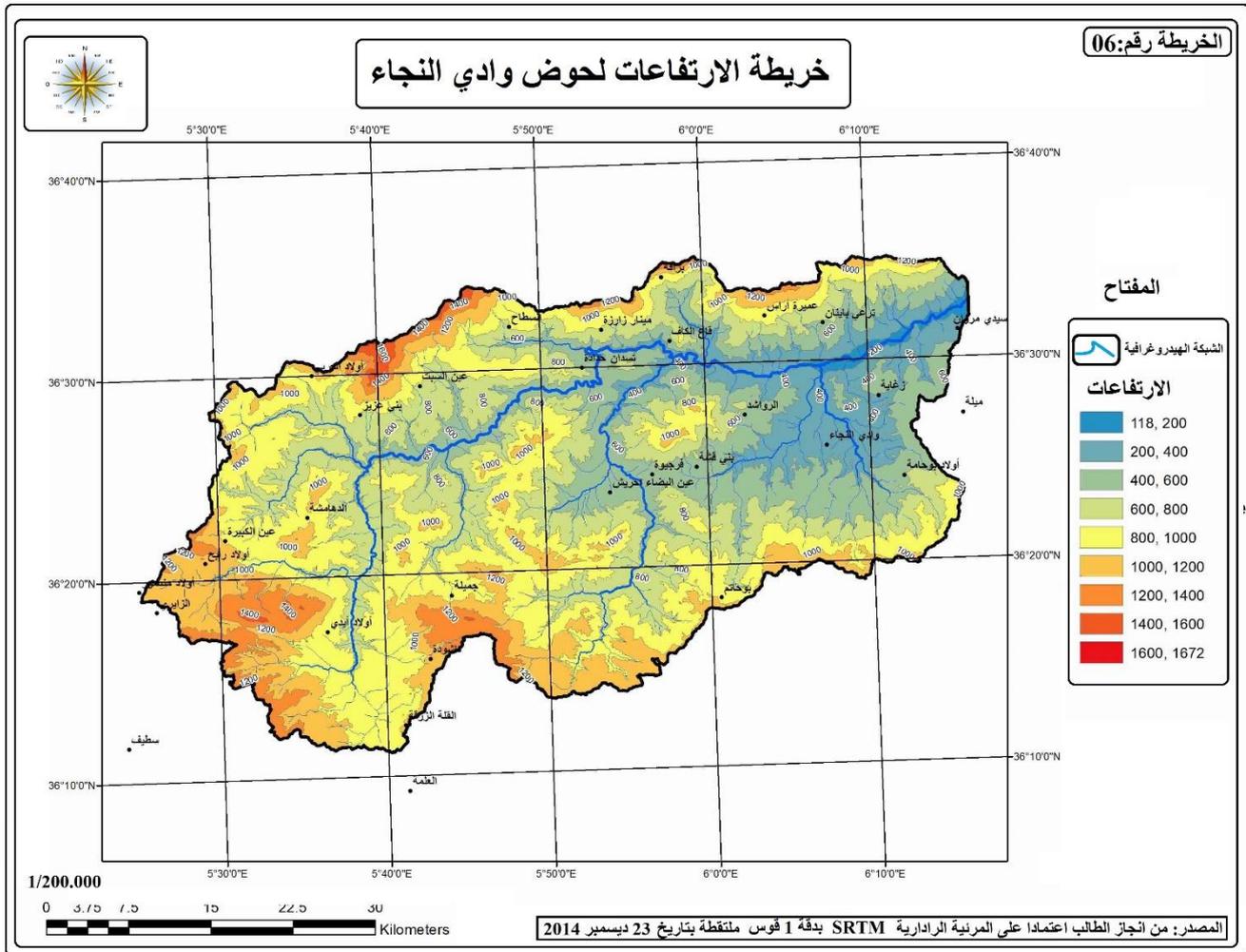
³ - محمد محمد عاشور، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائى، مجلة كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد9، 1986، ص:485.

النسبة بين ارتفاع خط كنتور إلى أقصى ارتفاع في الحوض
العامل الهيسومتري =
 النسبة بين المساحة المحصورة بين الخط الكنتوري المختار ومحيط الحوض إلى المساحة الكلية للحوض

وقد تم استخراج المعطيات الإحصائية لحساب التكامل الهيسومتري للحوض الجزئي لوادي النجاء بواسطة برنامج (Arc Gis) باستخدام مرئية رادارية من نوع (Dem) كالتالي:

❖ استخراج خريطة كنتورية بفاصل كنتوري قيمته (200)، ثم تقسيم الجزء إلى عدة أجزاء اعتمادا على الفاصل الكنتوري، فالجزء الأول هو المنطقة المحصورة بين خطي كنتور (200 - 400) والجزء الثاني هو المنطقة المحصورة بين خطي كنتور (400 - 600) وهكذا. (انظر الخريطة رقم 06).

❖ استخراج خريطة الارتفاعات من اعتمادا على مرئية رادارية من نوع (Dem)، ثم عمل إعادة تصنيف (Reclass) لتحديد فئات الارتفاعات. (انظر الخريطة رقم 06).



❖ حساب الارتفاع الكلي للحوض بواسطة المعادلة التالية (أنظر الجدول رقم:08):

(أعلى ارتفاع في الجزء المراد قيام الارتفاع النسبي له) - (أدنى ارتفاع في الحوض الكلي).

❖ حساب المساحة الكلية للحوض بواسطة المعادلة التالية (أنظر الجدول رقم:08):

(مجموع مساحات الأجزاء التي تكون أدنى من الجزء المراد احتساب المساحة النسبية له) +
(مساحة الجزء المراد احتساب المساحة النسبية له).

❖ حساب الارتفاع النسبي بواسطة المعادلة التالية (أنظر الجدول رقم:08):

(فارق الارتفاع بين أعلى وأدنى نقطة في الجزء) / (الارتفاع الكلي للجزء المراد قياسه).

❖ حساب المساحة النسبية بواسطة المعادلة التالية (أنظر الجدول رقم:08):

(مساحة الجزء المعين) / (المساحة الكلية للجزء المراد قياسه).

جدول رقم (8): توزيع فارق الارتفاع بحوض وادي النجاء

الارتفاع الادنى	الارتفاع الاقصى	مساحة فارق الارتفاع كلم ²	المساحة المترابطة كلم ²	نسبة مساحة فارق الارتفاع	نسبة المساحة المترابطة	التكامل الهيسومتري
114	200	17,82	17,82	0,82%	0,82%	1,33
200	400	202,05	219,87	9,28%	10,1%	0,45
400	600	382,3	602,17	17,55%	27,65%	0,50
600	800	539,98	1142,15	24,79%	52,44%	0,52
800	1000	611,43	1753,58	28,07%	80,51%	0,63
1000	1200	311,69	2065,27	14,31%	94,82%	1,56
1200	1400	99,98	2165,25	4,59%	99,41%	5,94
1400		13,14	2178,39	0,60%	100%	54,49
المجموع		2178 كلم ²		%100		%65,44

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

بتطبيق معادلة التكامل الهيسومتري للحوض الجزئي لوادي النجاء فإن نسبة التكامل الهيسومتري للحوض تساوي (65.44%). الملاحظ لهذه النسبة أنها تشير أن الحوض يمر بمرحلة النضج، حيث أن عوامل التعرية قامت بإزالة (34.56%) فقط من كمية المواد الصخرية، في حين عندما تقسم الحوض إلى ثلاث أقسام نجد أن القسم الأدنى والأوسط مجتمعين نسبة التكامل الهيسومتري فيهما لا تتجاوز (10%) وهذا ما يؤكد شكل الوادي في هذه الأقسام الذي يشبه الحرف (U) فتنشط به عملية الترسيب والحت الجانبي، أما القسم الأعلى منه أي في حدوده الغربية المتضرسة أصلا كما تم تأكيده سابقا فنسبة التكامل الهيسومتري تتجاوز (55%). هذا ما يجعل عملية الحت الرأسي نشطة جدا في القسم الأعلى مقارنة بالقسمين الأدنى و الأوسط، هذا ما سيؤدي حتما على ترسيب أطنان من الرسوبيات في الأجزاء السفلية للحوض أين يجعل سد بني هارون مهدد بشكل كبير من ظاهرة التوحد.

6-معامل عدم تناظر الحوض:

يستخدم معامل عدم تناظر الحوض لقياس مدى التناظر بين طرفي الحوض بالنسبة إلى مجراه الرئيس، وله دلالة خاصة بمعرفة الجانب المعرض للنهوض أو الخسف، ومن ثم فإن هذا المعامل يساعد في تحديد طبيعة ميل كتلة الحوض بدلالة توزع شبكته النهرية الرئيسية، وقد حدده (Keller & Pinter 2002)¹ على النحو الآتي:

$$Af=Ar/At$$

Af: معامل عدم تناظر.

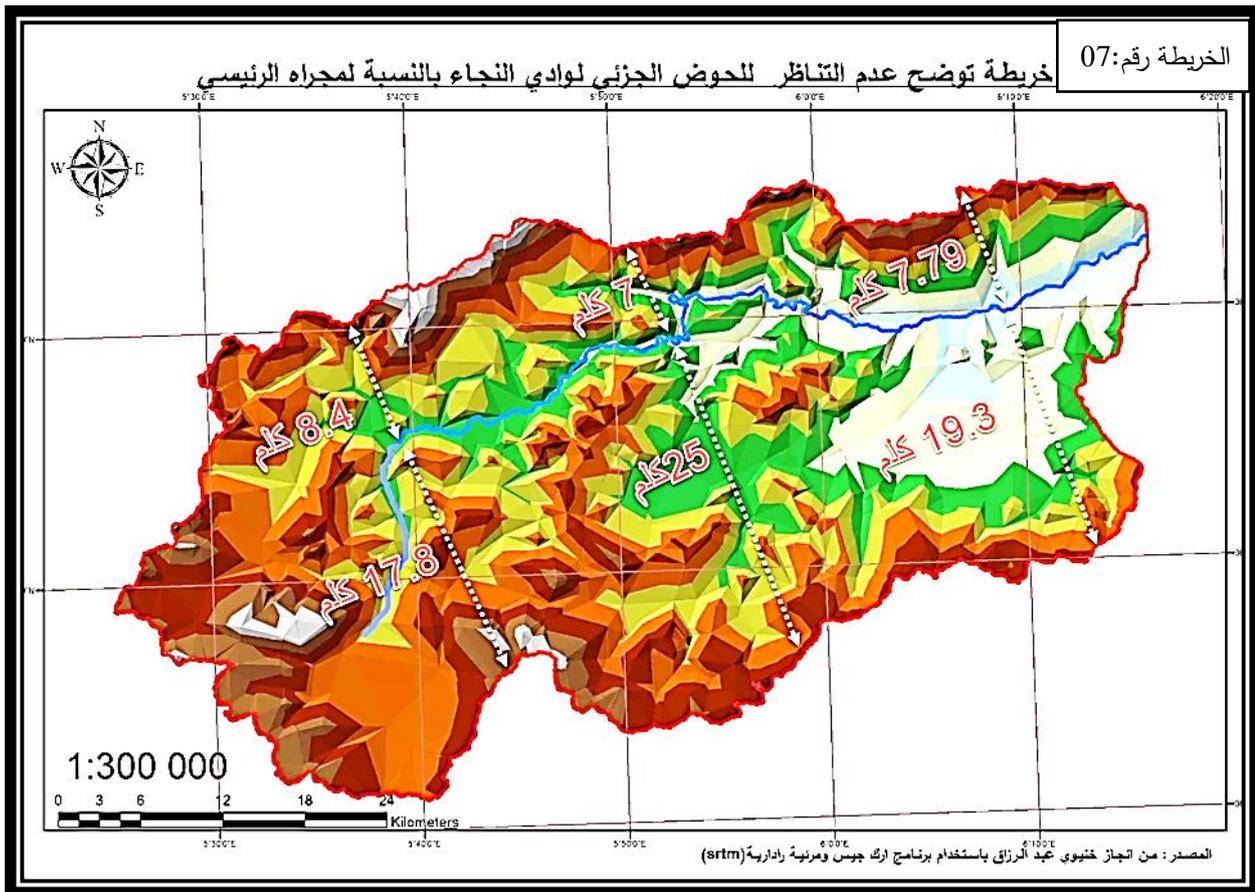
Ar: مساحة الجانب الأكبر من الحوض.

At: مساحة الحوض.

¹ - Keller, E.A & Pinter. N ; (2002): Active Tectonics , Earthquakes, Uplift and Landscape, 2 edition, Prentice Hall, New Jersey.

على الرغم من وضوح عدم تناظر الحوض الجزئي لوادي النجاء، إلا أنه لا بد من قياس هذه الخاصية باستخدام معاملها الخاص لتحديد مدى تناظر الحوض بالنسبة إلى مجراه الرئيس المعروف بمعدل عدم التناظر، وقد تم حساب المساحتين (مساحة الجانب الأكبر من الحوض ومساحة الحوض) بواسطة برنامج (Arc Gis)، وكانت نتيجة عدم التناظر هي:

$$0.65 = \frac{1432 \text{ كلم}^2}{2178 \text{ كلم}^2}$$



النتيجة المثالية التي تؤكد التناظر هي (0.5) أي أن الجزئية متساويين متناظرين بالنسبة لمجرى الوادي، وكلما اقتربت النتيجة من الواحد (1) أو الصفر (0) يؤكد ذلك عدم التناظر وكبر مساحة على أخرى، بسبب وجود عوامل أدت إلى تطور شبكة المجاري المائية بوتيرة أسرع أو بشكل أوسع على أحد جانبي الحوض دون الآخر كنوع التكوينات الصخرية السطحية ومدى مقاومتها لعوامل الحت، وعناصر المناخ وخاصة التساقط الذي يغذي

مجاري الروافد و الوادي الرئيسي بالمياه، وهذا ما نلاحظه في الجزء الشمالي من حوض واد النجاء الذي يتميز بصغر مساحته وانحدار كبير من خط تقسيم المياه الشمالية إلى المجرى الرئيسي مقارنة الجزء الجنوبي الأوسع ذو الانحدار الضعيف من خط تقسيم المياه نحو المجرى الرئيسي.

خاتمة الفصل:

يتضح من خلال دراسة المجموعات البنيوية الكبرى لحوض وادي النجاء أن هناك تنوع في مظاهر التضاريس في منطقة الدراسة بسبب كونها تقع ضمن مناطق ذات نشاط جيولوجي في القشرة الأرضية وما يرتبط بها من حركات تكتونية تعرضت لها المنطقة عبر الأزمنة الجيولوجية، لتشكل بذلك المظهر التضاريسي العام والذي يتكون من جبال وسهول وتلال وهضاب. تشكل هذه المظاهر التضاريسية كان تحت تأثير مجموعة من العوامل إما باطنية وهي مرتبطة بتحركات القشرة الأرضية كالزلازل مثلاً، أو عوامل خارجية وهي مرتبطة بالتعرية عن طريق المياه أو الإنسان.

الفصل الثالث:

دراسة الانحدارات وخصائص التربة

الفصل الثالث: دراسة الانحدارات وخصائص التربة

مقدمة الفصل:

تعد المنحدرات من الأنظمة الجيومورفولوجية الهامة باعتبارها النظم الأكثر حساسية لأي تغيرات بيئية كما أنها تعكس الخصائص الجيولوجية والعوامل المناخية والمائية لمنطقة الدراسة، هذا ما ينعكس على خصائص التربة وعمليات تكوينها من خلال عمليات الحت والتعرية المختلفة، وللانحدار أهمية بالغة عند دراسة منطقة ما لما له من تأثير واضح على كافة النشاطات البشرية والطبيعية على حد سواء، كما يعتبر مرآة للظروف المناخية السابقة، لذلك فإن خصائص المنحدرات لمنطقة الدراسة تمثل الاستجابة النهائية لمجموع المتغيرات البيئية.

أولاً - انحدارات منطقة الدراسة:

الانحدار هو انحراف أو ميل الأرض عن المستوى الأفقي ويكون الانحدار كبيراً كلما زاد الانحراف عن ذلك المستوى، وتعد الانحدارات ذات أهمية كبيرة في الدراسات الجغرافية عامة والدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية بصورة خاصة.

إذا ما تم الاعتماد على الوسائل التقليدية في قياس انحدارات منطقة الدراسة خاصة ذات المساحة الكبيرة يتطلب ذلك جهداً كبيراً ووقتاً طويلاً، وذلك لأنها تعتمد على الدراسة الميدانية من أجل أخذ قياسات الانحدار بين المواقع التي تختلف مناسبتها وتكون واضحة الرؤيا حسب وعورة السطح وتضرسه، ويجب أن تكون المسافات أقصر وعدد القراءات أكثر في المناطق ذات التضاريس الوعرة.

إن من أهم التطبيقات الجيومورفولوجية التي وفرتها نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد هي إمكانية إجراء قياسات طبوغرافية لأي منطقة ومهما كانت مساحتها، إذ يمكن من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) إجراء العديد من القياسات والتحليلات والتفسيرات والمقارنات المكانية لمختلف الأشكال الأرضية منها الانحدارات، ولذلك ندرس بعض المؤشرات الخاصة بالانحدارات في مجال الدراسة:

1- متوسط الانحدار:

تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) وبرنامج (Arc Gis) في استخراج المعطيات الأساسية لحساب متوسط انحدار والمتمثلة في تحديد معامل التضاريس أي تحديد قيمة الارتفاع الأقصى والارتفاع الأدنى في منطقة الدراسة، هذا المؤشر يُمكن من فهم خاصية مجال الدراسة، حيث يعطي فكرة حول طوبوغرافيته، ويُحسب هذا المؤشر من خلال الصيغة الرياضية التالية:

$$Pm=Dt/L=Hmax-Hmin/L$$

حيث أن:

Pm: متوسط الانحدار ب م/م.

Dt : الفارق بين أعلى نقطة و اخفض نقطة في الحوض بالمتر.

L : طول المستطيل المعادل بالمتر.

$$Pm=1682-114/107297$$

$$Pm=0.014M/M$$

قدر متوسط الانحدار بحوض وادي النجاء ب: 0.014 م/م، أي 1.4 % وهو رقم يوضح أن الانحدار على العموم متوسط بالمجال المدروس مما يبرز أن الشكل الطولي للحوض يساهم بشكل كبير في تبطيء وتيرة الجريان.

2- معامل الانحدار العام:

يتم الحصول على هذا المعامل من خلال منحني توزيع الارتفاعات وذلك بعد استخراج الارتفاع الذي يساوي (5%) من مساحة الحوض، والارتفاع الذي يساوي (95%) من المساحة الكلية للحوض الهيدرغرافي، هذا المعامل يعطينا نظرة شاملة

عن الانحدار العام لكل حوض، وبالتالي معرفة الانحدار الذي يسلكه كل مجرى مائي من المنبع الى المصب.

يحسب هذا المؤشر من خلال الصيغة الرياضية التالية:

$$I_g = D/L = H_{95\%} - H_{5\%} / L$$

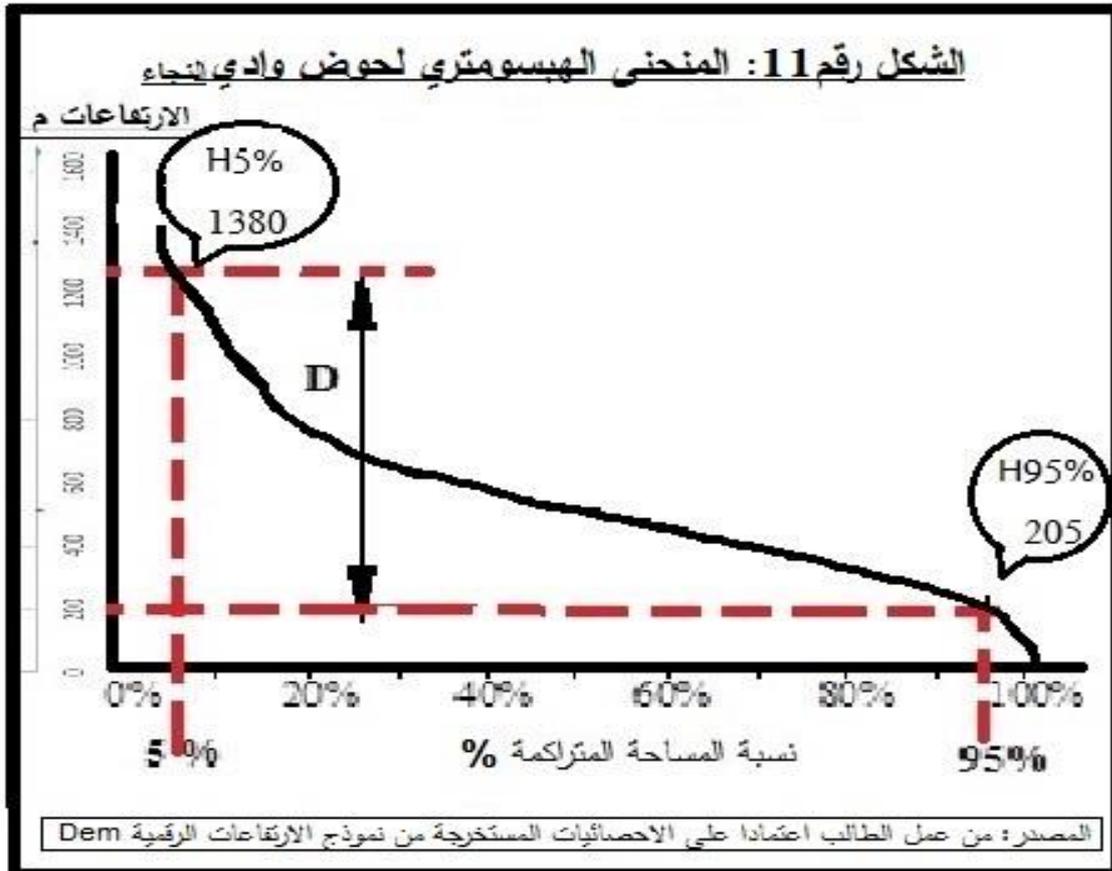
حيث أن:

I_g: معامل الانحدار العام.

L: طول المستطيل المعادل بالمتر.

D: الفارق بين الارتفاع الذي يساوي (95%) والارتفاع الذي يساوي (5%).

تستخرج هذه القيم من المنحنى الهيسومتري انظر الشكل رقم (11) التالي:



بتطبيق المعادلة تكون النتيجة:

$$107.297/205-1380=I_g$$

$$I_g=10.95m/km$$

هذا المعامل هو قاعدة لإحدى تصنيفات التضاريس والخاصة بالأحواض التي لا تتعدى مساحتها (25 كلم²)، وبما أن مساحة حوض الدراسة أكبر بكثير من هذه القيمة ولهذا يجب استعمال مؤشر آخر له ارتباط بـ: (I_g) وهو فارق الارتفاع النوعي (D_s).

3- فارق الارتفاع النوعي:

ويطلق عليه أيضا الإشراف النوعي (La dénivelée spécifique)، نستطيع من خلاله أن نقارن الأحواض النهرية بعضها ببعض، ويحدد من خلال الصيغة الرياضية التالية:

$$D_s = I_g \sqrt{A}$$

حيث أن:

D_s : الإشراف النوعي بالمتر

I_g: معامل الانحدار العام ب م / كلم

A: مساحة الحوض النهرية بالكلم²

الجدول رقم (09) يوضح خصائص التضاريس اعتمادا على مؤشر فارق الارتفاع النوعي

الجدول (9) تصنيف التضاريس اعتمادا على مؤشر فارق الارتفاع النوعي

مؤشر فارق الارتفاع النوعي	خصائص التضاريس
$Ds < 10m$	تضاريس ضعيفة جدا
$10m < Ds < 25m$	تضاريس ضعيفة
$25m < Ds < 50m$	تضاريس ضعيفة نوعا ما
$50m < Ds < 100m$	تضاريس معتدلة
$100m < Ds < 250m$	تضاريس قوية نوعا ما
$250m < Ds < 500m$	تضاريس قوية
$Ds > 500m$	تضاريس قوية جدا

$$Ds = 10.95\sqrt{2163.87}$$

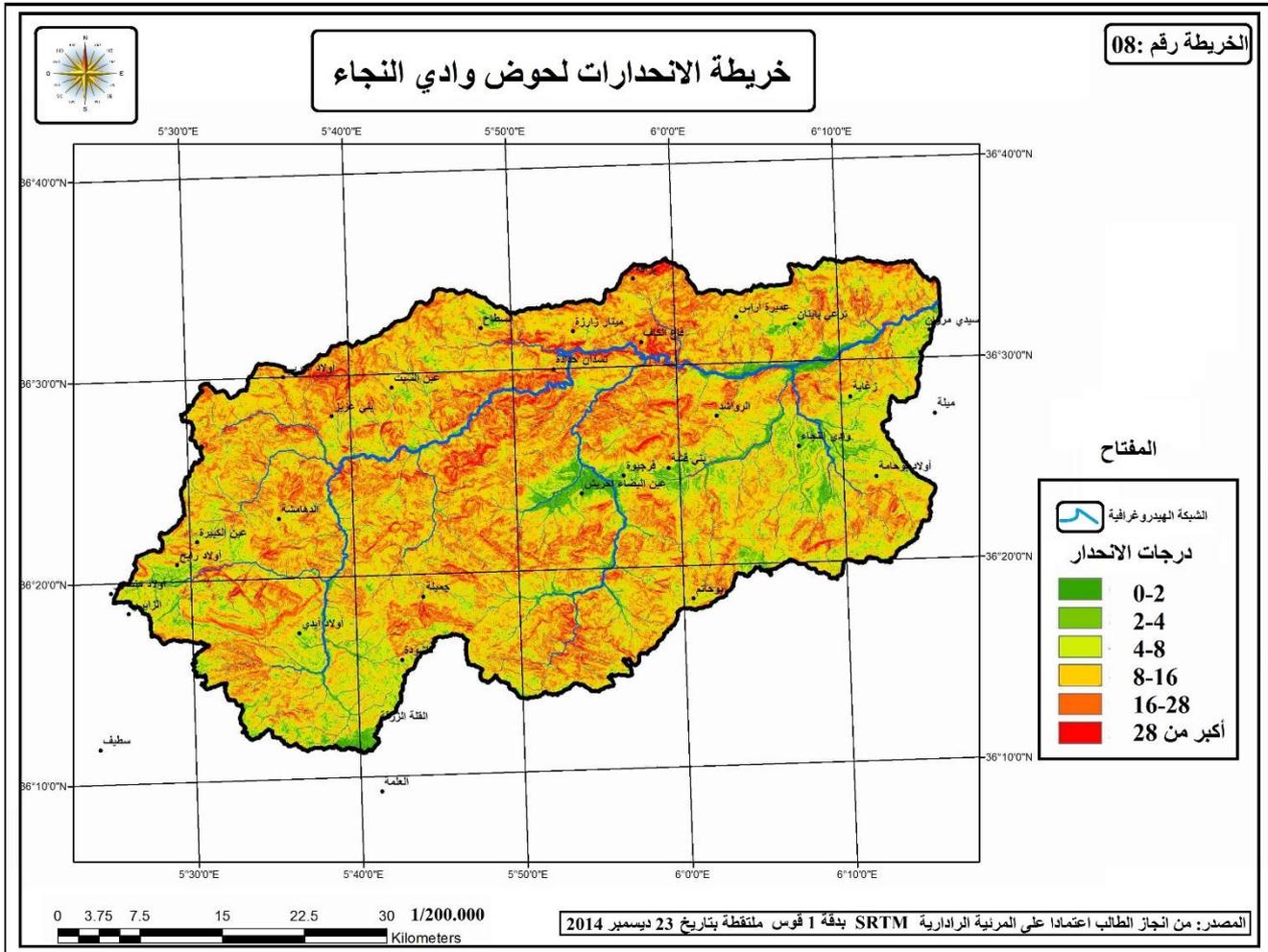
$$Ds = 509.36$$

يتضح من خلال التصنيف الموجود بالجدول أعلاه أن قيمة (Ds) تتجاوز المجال الأخير والذي تكون فيه قيمة (Ds > 500m)، وبذلك فإن تضاريس حوض وادي النجاء تنتمي لفئة التضاريس القوية جدا، وبذلك يتحقق شرط مهم لتوفير الظروف الملائمة لنشاط دينامية التعرية.

4- إنجاز خريطة الانحدارات:

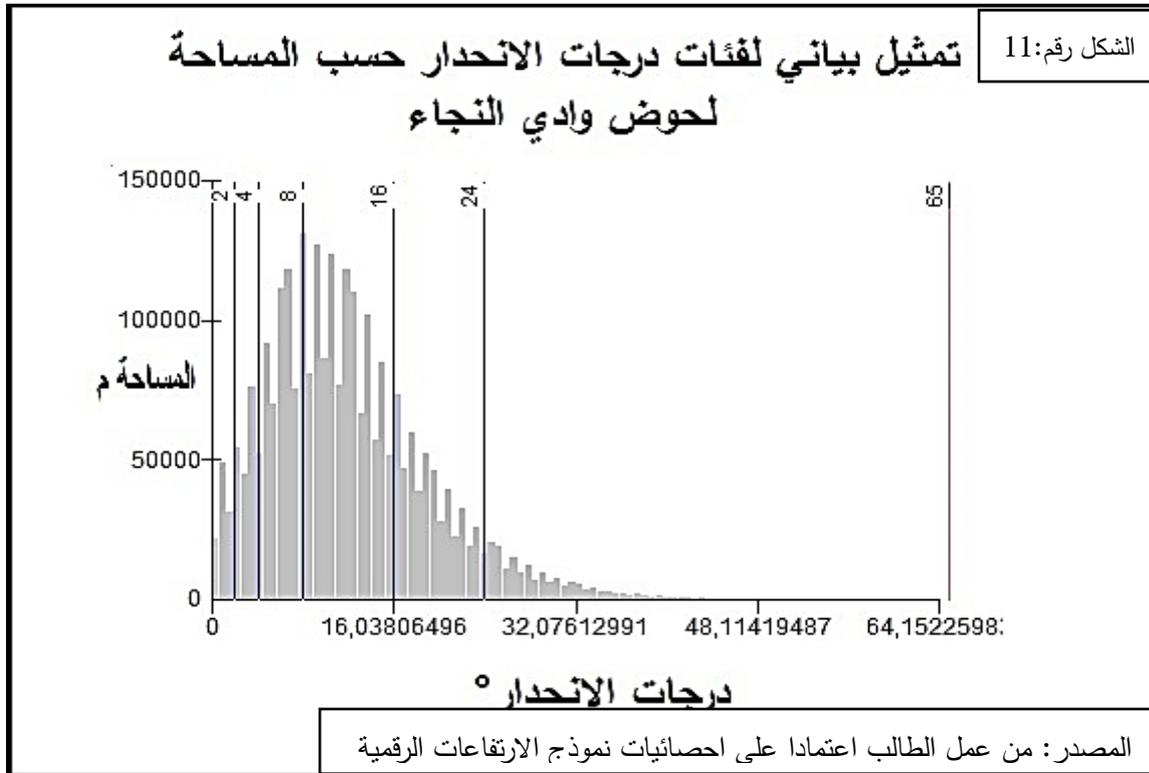
توفر لنا برامج نظم المعلومات الجغرافية من خلال مجموعة من الأوامر امكانية التعرف على خصائص الانحدارات التي تم استخراجها من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)، كمعرفة متوسط درجة الانحدار للحوض، وأعلى وأقل درجة انحدار في منطقة الدراسة، كما يمكن حساب مساحة فئات درجة الانحدار من مجموع المساحة الكلية للحوض وذلك لمعرفة ما تمثله مساحة كل فئة من فئات

الانحدار بالنسبة لمساحة الانحدار الكلي للحوض، وذلك بهدف معرفة مدى صلاحية تلك الأراضي للاستخدامات والأنشطة البشرية، كما تقيد معرفة مقدار تلك المساحات في الخطط التنموية المستقبلية لتطوير الحوض من قبل الجهات المعنية. تم استخراج انحدارات سطح منطقة الدراسة من خلال نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) باستخدام برنامج (Arc Gis) من التطبيق (Spatial Analyst Tools) من الأمر (Slope)، وقد تم تصنيف انحدارات إلى ستة أصناف تتدرج من حيث درجة الانحدار من المناطق المستوية إلى المناطق ذات الانحدار الكبير كما توضحه خريطة الانحدارات لحوض وادي النجاء (رقم 08) التالية:



يتضح من خلال خريطة انحدارات سطح الحوض رقم (08) أن هناك تباين في درجات الانحدار من منطقة إلى أخرى داخل الحوض، فأقل انحدار في الحوض هو (°0) بينما أعلى درجة انحدار في الحوض قدرت بـ: (°64.15)، أما متوسط انحدار الحوض قدر بـ: (°11.96)، بينما الانحراف المعياري لدرجات الانحدار الحوض فقدر بـ (°7.03).

باستخدام برنامج (Arc Gis) تم انجاز تمثيل بياني يوضح توزيع فئات الانحدارات داخل منطقة الدراسة اعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)، حيث لوحظ أن أغلب مساحة الحوض تتراوح درجات انحدارها بين الفئة المتوسطة وفوق المتوسطة، والتي تتراوح ما بين (°4-16) كما يوضحه التمثيل البياني (11) لفئات درجات الانحدار حسب المساحة لحوض وادي النجاء التالي:



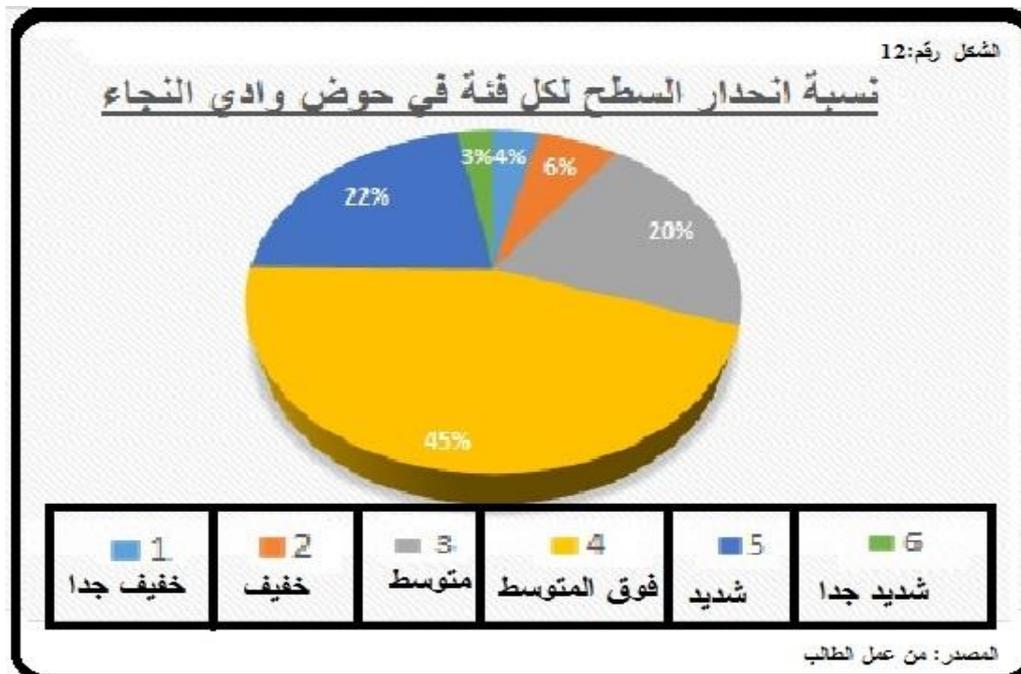
انطلاقاً من الخريطة ومن التمثيل البياني يمكن تصنيف حوض وادي النجاء إلى مساحات حسب درجات الانحدارات كما يوضحه الجدول رقم (10) التالي:

جدول 10: تصنيف حوض وادي النجاء إلى مساحات حسب درجات الانحدار

فئات الانحدار	طبيعة الانحدار	مساحته من الحوض كلم ²	نسبته من الحوض %
°2 - °0	خفيف جدا	78.39	3.62%
°4 - °2	خفيف	138.547	6.39%
°8 - °4	متوسط	440.367	20.32%
°16 - °8	فوق المتوسط	971.476	44.84%
°28 - °16	شديد	475.113	21.93%
أكبر من °28	شديد جدا	62.854	2.9%
المجموع	-	2163.87	100%

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على (Dem)

ولتسهيل قراءة الجدول ننجز دائرة نسبية لنسبة انحدار السطح لكل فئة مساحية من حوض وادي النجاء كما يوضحه الشكل رقم (12) التالي:



يتضح من جدول تصنيف حوض وادي النجاء إلى مساحات حسب درجات الانحدار أن أضعف نسبة من مساحة الحوض سجلت في الفئة الأخيرة التي تمتاز بانحدار شديد حيث تكون درجة الانحدار أكبر من (28°)، والمساحة التي تمتاز بانحدار شديد جدا لا تتعدى (2,9%)، في حين أن أعلى نسبة من مساحة الحوض (44,84%) تمتاز بانحدار فوق المتوسط حيث تكون درجة الانحدار فيه تتراوح ما بين (8° - 16°)، توجد هذه الفئة في أغلب أجزاء حوض وادي النجاء، تلعب هذه الانحدارات دورا مهم في تسريع الجريان السطحي وبالتالي إمكانية نشاط التعرية يكون كبير خاصة في المناطق الخالية من الغطاء النباتي وترتبطها غير نفوذة والانحدارات بها قوية وطبيعة صخورها غير مقاومة لعمليات التعرية مما تؤدي إلى تضرس كبير للمنطقة.

5- توجيه السفوح:

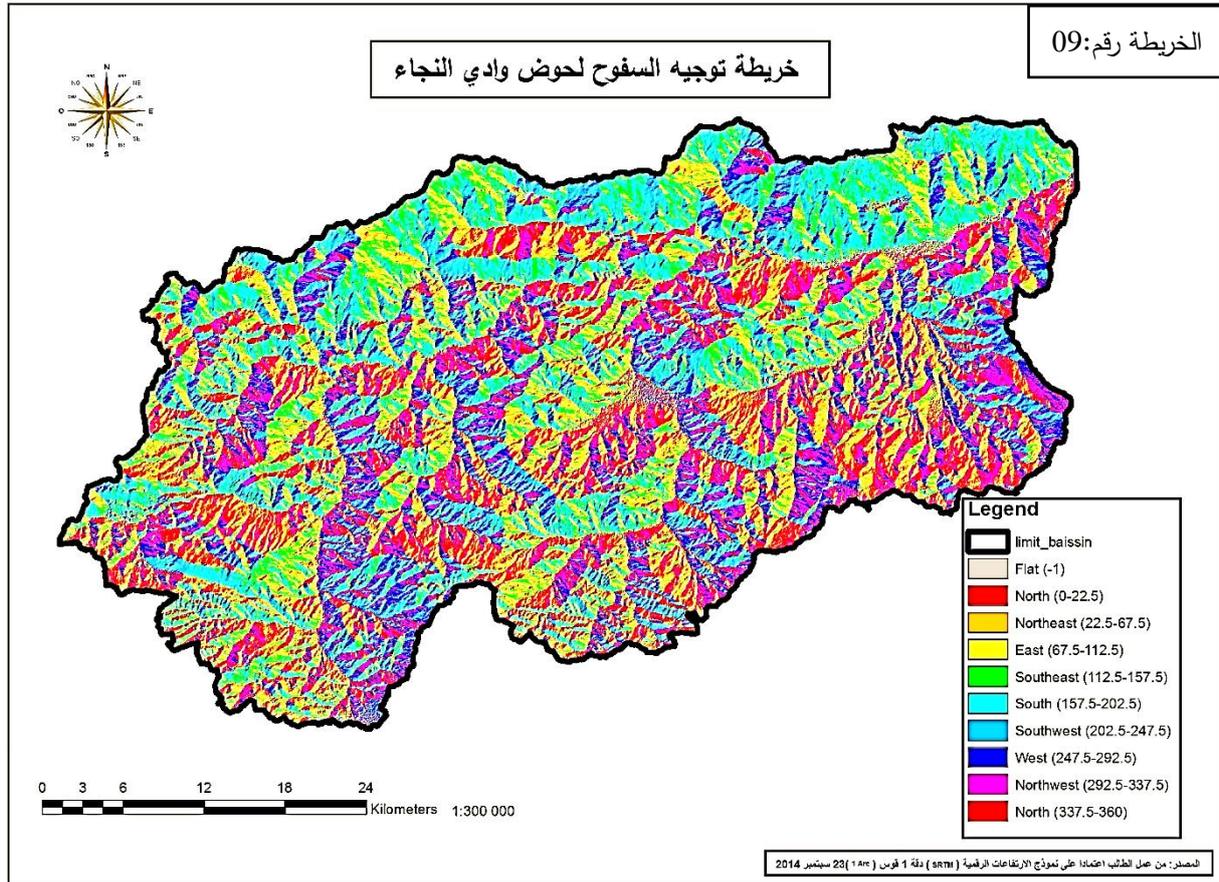
يلعب عامل توجيه السفوح دورا مهما في دينامية التعرية حيث تتلقى السفوح الغربية والشمالية المقابلة لجهة هبوب الرياح كميات أكبر من التساقطات مقارنة مع السفوح الشرقية والجنوبية التي تشكل مناطق ظل مطري، وهذا يؤدي إلى تفاوت في كثافة الغطاء النباتي من غطاء نباتي كثيف في السفوح الغربية والشمالية إلى غطاء نباتي خفيف ومبعثر في السفوح الشرقية والجنوبية للسلاسل الجبلية، وهذا ما ينطبق على حوض وادي النجاء فالمناطق الشمالية للحوض تكون رطبة مما يسمح بتطور تكوينات سطحية سميكة تساعد على انتشار آليات تعرية مختلفة تتمثل بالخصوص في الانزلاقات الأرضية، بينما السفوح الغربية فهي سفوح شمسية ومنظمة، تتميز بانحدارات ضعيفة مما يجعل تطور تكوينات سطحية أمر غير ممكن وغطاء نباتي وافي، تهيمن فوق هذه السفوح أشكال التعرية الخطية بكل أنواعها، مما يرفع من حجم الاقتلاع وغسل التربة بهذه المجالات.

تمكن برامج وتطبيقات نظم المعلومات الجغرافية من رسم وتحليل خرائط توجيه الانحدارات وذلك من خلال مجموعة من الأدوات وهي:

(Aspect) - (Surface) - (Spatial Analyst Tools) - (Toolbox)
 المتوفرة في برنامج (Arc Gis) من تحديد واجهة واتجاه الانحدارات في منطقة الدراسة، حيث تحدد كل انحدار وأين يتجه مقارنة بالاتجاهات الرئيسية والفرعية المعروفة والمقدر بالدرجات وتتراوح ما بين (0° - 360°) وهي تقسم الى تسعة فئات وهي:

- ❖ (0° - 22.5°) شمال.
- ❖ (22.5° - 67.5°) شمال شرق.
- ❖ (67.5° - 112.5°) شرق.
- ❖ (112.5° - 157.5°) جنوب شرق.
- ❖ (157.5° - 202.5°) جنوب.
- ❖ (202.5° - 247.5°) جنوب غرب.
- ❖ (247.5° - 292.5°) غرب.
- ❖ (292.5° - 337.5°) شمال غرب.
- ❖ (337.5° - 360°) شمال.

يفيد هذا التحليل في معرفة اتجاه سريان المياه في مجاريها وذلك من خلال معرفة درجة اتجاه الانحدار، كما يفيد في التعرف على المناطق المقابلة للتيارات الهوائية الشمالية أو الجنوبية، ومنه معرفة المناطق الأكثر عرضة للتيارات الرطبة أو الحارة. الخريطة رقم (09) توضح توجيه السفوح لحوض وادي النجاء.



يتضح من خلال خريطة توجيه السفوح لحوض وادي النجاء رقم (09) أن توزيع فئات توجيه السفوح داخل الحوض غير منتظم، حيث يلاحظ هيمنة السفوح الشمالية الواقعة جنوب مجرى الوادي وهي المساحة الأكبر كما تم قياسها مسبقا، يتضح من خلال هذا الوصف للمظاهر المورفولوجية والخصائص الطبوغرافية للحوض التباين الكبير في توزيع الانحدارات وتوجيه السفوح، بسبب كثافة الشبكة المائية وتعمقها ، هذا التباين مرتبط بالتنوع المورفوبيئي وتوالي الحركات البنائية التي عرفها المجال الشيء الذي يعمل على اختلاف دينامية التشكيل والتعرية بالمجال.

ثانيا: التربة

للتربة أهمية كبيرة في الدراسات الجيومورفولوجية فهي طبقة سطحية هشة أو مفتتة تغطي سطح الأرض، تتكون من مواد صخرية مفتتة خضعت من قبل للتغيير بسبب تعرضها للعوامل البيئية والبيولوجية والكيميائية، ومن بينها عوامل التجوية وعوامل التعرية، تختلف من حيث السمك من منطقة إلى أخرى فيتراوح سمكها ما بين سنتيمترات إلى عدة أمتار، تتكون من عناصر معدنية مختلفة ناتجة عن تفتت الصخور وتحلل بقايا نباتية وحيوانية فيها.

1- مكونات التربة:

تعود التربة في تكوينها إلى مصدرين رئيسيين وهي إما منقولة بواسطة المياه والرياح والثلوج ورسبتها في مكان غير مكان تفتتها ولذلك لا يشبه تركيبها المعدني التكوينات التي ترسبت فوقها، يطلق عليها في بعض الأحيان بالتربة الغريبة، أما النوع الثاني فهي الناتجة عن تجوية وتفتت طبقات صخرية في نفس المنطقة ولذلك تشبه الصخور التي تحتها في تركيبها المعدني وتسمى بالتربة المتبقية. للتربة خمسة مكونات أساسية وتتمثل في المواد المعدنية، والمواد العضوية، والماء، والهواء، والكائنات الحية فيها، ويجب أن يكون واضحا أن التقسيم الحجمي للتربة توجد دائما متداخلة، هذا وتختلف هذه النسب الحجمية حسب الظروف وأنواع الترب المختلفة، ومن الجدير بالذكر أن خصائص التربة غير ثابتة بل تتغير من زمن لآخر متأثرة بعدة عوامل منها التركيب المعدني للصخور، تأثيرات عناصر المناخ، طبيعة تضاريس المنطقة، كمية الماء في التربة، المراحل الجيولوجية التي مرت فيها التربة منذ تكوينها، عمليات التعرية والارساب وما يترتب عليها من أنشطة بشرية، لتفاصيل أكثر أنظر (خلف حسين دليمي: الجيومورفولوجيا التطبيقية ص 84).

2- تصنيف تربة حوض وادي النجاء:

صنفت معظم البلدان أنواع الأتربة فيها حسب الأنواع المتواجدة بها تبعا لاختلافات في تربتها، وبهذا لا يوجد إجماع دولي على تصنيف التربة، بل هناك العديد من التصنيفات

كالتصنيف الروسي الذي يعتبر أول نظام لتصنيف التربة والذي وضع عام 1880م، وقد شهد هذا النظام تطورات عدة بفضل العديد من الباحثين الأمريكيين والأوروبيين حتى تم تعديله إلى نظام شاع استخدامه حتى الستينيات من القرن العشرين.

من الطبيعي أن بيانات التربة تحتاج إلى عمل ميداني ومخبري دقيق للوصول إلى خرائط تفصيلية دقيقة، وهذا ما لا يوجد في حوض وادي النجاء، مما يجعل استخدام البيانات العالمية في دراسة تربة حوض وادي النجاء من بين الحلول المطروحة، مع العلم أن هناك العديد من المواقع التي توفر بيانات طبقات وبيانات حول أنواع وخصائص التربة حول العالم، في هذه الدراسة سيتم الاعتماد على بيانات توفرها هيئات ومنظمات عالمية.

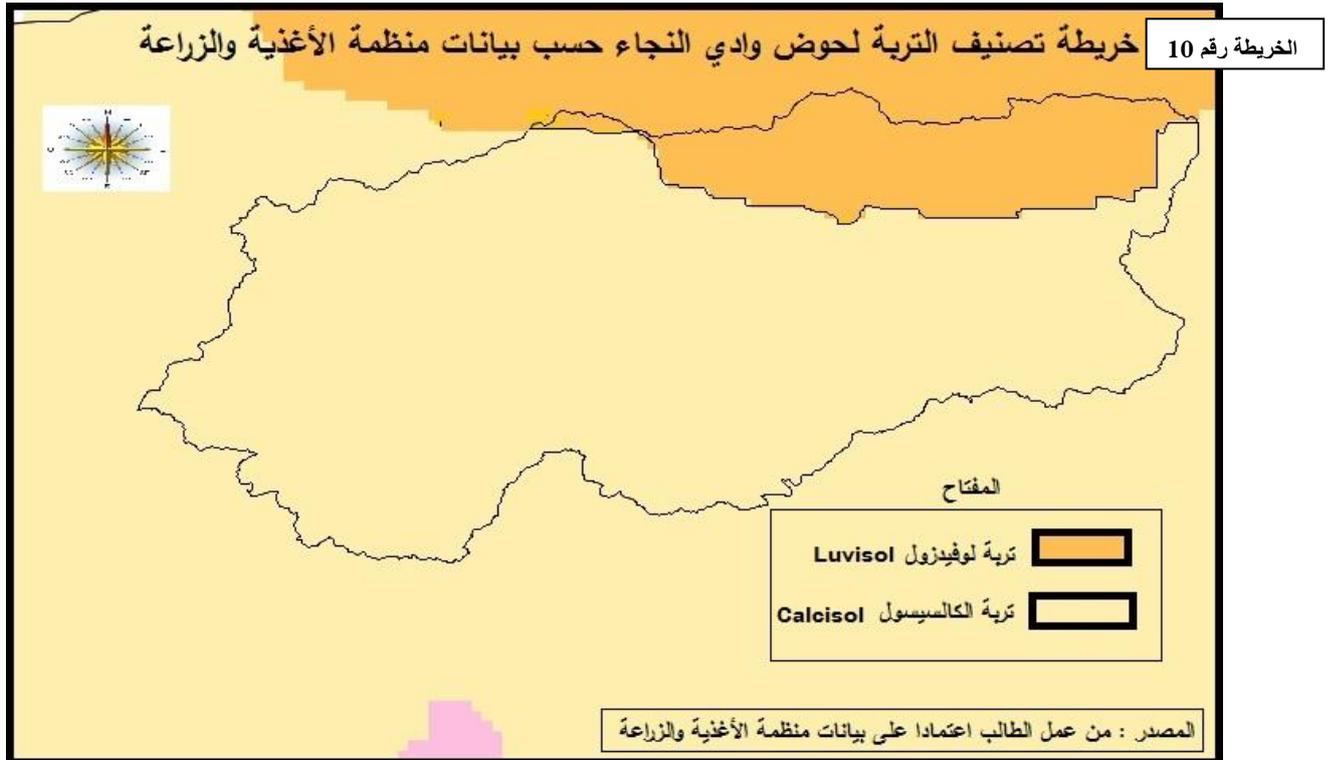
أ- تصنيف التربة حسب منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO):

وضعت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) نظاما تصنيفيا تستخدمه بصفة عامة الدول النامية التي لم تطور بعد نظم تصنيفها لتربتها، مع العلم أن البيانات التي توفرها هذه المنظمة تتفاوت من حيث دقتها فهناك دول التي تم القيام بعمل كبير في مجال دراسة تربتها وتصنيفها¹، وهناك دول الدقة المكانية للبيانات المتوفرة ضعيفة كما هو الحال بالنسبة للجزائر بصفة عامة ومنطقة دراستنا بصفة خاصة.

يسمح موقع منظمة الأغذية والزراعة (FAO) المشار إليه في التمهيش أسفل الصفحة من تحميل بيانات خاصة بأنواع التربة، إضافة إلى برنامج مجاني (HWSD viewer) على نفس الصفحة، بواسطته يمكن التعامل مع هذه البيانات المحملة، اعتمادا على هذا البرنامج الأخير وعلى بيانات المحملة من موقع منظمة الأغذية والزراعة وبرنامج (Arc Gis) تم انجاز خريطة للتربة لحوض وادي النجاء كما توضحه الخريطة رقم (10) التالية:

¹- لتفاصيل أكثر يرجى زيارة رابط منظمة الأغذية والزراعة الذي يوفر بيانات للتربة لمختلف دول العالم

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/cartes-historiques-et-bases-de-donnees-des-sols/base-harmonisee-mondiale-de-donnees-sur-les-sols-version-12/fr>



وبما أن دقة البيانات المكانية لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) لتصنيف التربة ضعيفة كما تم الإشارة إليه فإنه تم تمييز نوعين من التربة في حوض وادي النجاء كما توضحه خريطة التربة لمنطقة الدراسة وهما:

أ-1- تربة لوفيزول (Luvisol):

وهي واحدة من 30 صنف من التربة في نظام تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، تسود المنطقة الشمالية الشرقية لحوض وادي النجاء، تحتل حوالي (20%) من المساحة العامة للحوض، المحتوى العالي من المواد العضوية، والصرف الجيد لهذه التربة يجعلها مناسبة لمجموعة واسعة من الزراعة، يتشكل هذا النوع من التربة على مساحات مسطحة أو منحدره برفق في إطار نظم مناخية تتراوح من الطقس المعتدل البارد إلى البحر المتوسط الدافئ. حسب منظمة الأغذية والزراعة تحتل تربة لوفيزول ما يزيد قليلا عن (5%) من إجمالي مساحة اليابسة القارية على الأرض، وهي توجد عادة في غرب وسط روسيا والولايات المتحدة وأوروبا الوسطى وحوض البحر الأبيض المتوسط وجنوب أستراليا.

مع العلم أن تربة لوفيدزول تكونت عن طريق تراكم سطحي من الدبال يعلو طبقة ترشح على نطاق واسع تكون خالية تقريبا من الصلصال ومعادن حاملة للحديد، وتوجد أسفل الطبقة الثانية طبقة تراكم طيني مختلط يحتوي على مستويات عالية من أيونات المغذيات التي تحتوي على الكالسيوم أو الماغنسيوم أو الصوديوم أو البوتاسيوم، وغالبا ما ترتبط (Luvisols) مع (Cambisols) و (Albeluvisols) هي أصناف أترية من 30 صنف التي تعتمد عليها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) في تصنيف التربة في العالم¹.

أ-2- تربة كالسيبول (Calcisol):

وهي واحدة من 30 صنف من التربة في نظام تصنيف منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، تسود غالبية الحوض عدا المنطقة الشمالية الشرقية، تحتل حوالي (80%) من المساحة العامة للحوض، تتميز تربة كالسيبول (Calcisol) بطبقة من كربونات الكالسيوم التي يتم نقلها - سواء كانت ناعمة أو صلبة- وتظهر على بعض الأعماق في صورة تربة. وعادة ما تكون هذه التربة جيدة التصريف مع نسيج ناعم إلى متوسط، وهي خصبة نسبيا بسبب محتواها العالي من الكالسيوم. استخدامها الرئيسي هو لرعي الحيوانات. تحتل هذه التربة حسب منظمة الأغذية والزراعة (FAO) حوالي (6.4%) من سطح الأرض القاري، وعادة ما تصادف هذه المناطق في المناطق المناخية القاحلة أو المتوسطة (جنوب غرب الولايات المتحدة، وسط وجنوب الأرجنتين، وسط الصين، شمال أفريقيا، وشبه الجزيرة العربية)².

¹ - لمزيد من التفاصيل زيارة موقع الموسوعة البريطانية التالي:

<https://www.britannica.com/science/Luvisol>

² - لمزيد من التفاصيل زيارة موقع الموسوعة البريطانية التالي:

(<https://www.britannica.com/science/Calcisol>)

ب- تصنيف التربة حسب التصنيف الأمريكي الحديث (2014) من المؤسسة (ISRIC)¹:

تعمل مؤسسة (ISRIC) على جمع ودراسة معلومات التربة لمختلف دول العالم، باستخدام أحدث التقنيات كالاستشعار عن بعد، والتي يتم تقييمها بجودة عالية مع شركائها على المستويات العالمية والوطنية والإقليمية.

تتبع هذه المؤسسة المعايير الدولية المتاحة في دراسة وجمع وتصنيف المعلومات التي تتعلق بالتربة، وتشمل تلك المعايير قياسات التربة الفيزيائية والكيميائية على حد سواء، وذلك من خلال التعاون الوثيق بين مختلف الباحثين والأكاديميين في مجال التربة، وحتى في مجالات أخرى، كما تهدف هذه المؤسسة إلا تحسين الدقة المكانية لبيانات التربة في جميع دول العالم، وهي تعرض أعمالها في شكل خريطة العالم تحتوي على تصنيف التربة فزيائيا وكيميائيا على الموقع الظاهر في التهميش²، كما يمكن تحميل البيانات لكل دولة مجانا.

يعتمد هذا الموقع على التصنيف الأمريكي في تصنيفه للتربة (USDA Soil Taxonomy)، هذا التصنيف تم تطويره من قبل وزارة الزراعة الأمريكية والمسح الوطني التعاوني للتربة (National Cooperative Soil Survey)، ويعد هذا التصنيف من أحدث التصنيفات الموحدة عالميا، حيث يقسم هذا النظام التربة العالمية إلى 12 رتبة وتحت كل رتبة يوجد أصناف جزئية عديدة، وذلك انطلاقا من العوامل التالية:

- ❖ النظام الرطوبي للتربة.
- ❖ النظام الحراري للتربة.
- ❖ التركيبة المعدنية للتربة.

¹ - **ISRIC**: مؤسسة مستقلة بموجب القانون الهولندي. مقرها في جامعة (Wageningen) بهولندا، بموجب اتفاقية بين الطرفين لإضفاء الطابع الرسمي عليها. يوفر وجودها في الحرم الجامعي WUR فرصة وافرة لإقامة مشاريع تعاون استراتيجي مع مجموعات بحثية في WUR. تمول هذه الشركة كل المشاريع المتعلقة برسم الخرائط الرقمية" في جامعة Wageningen.

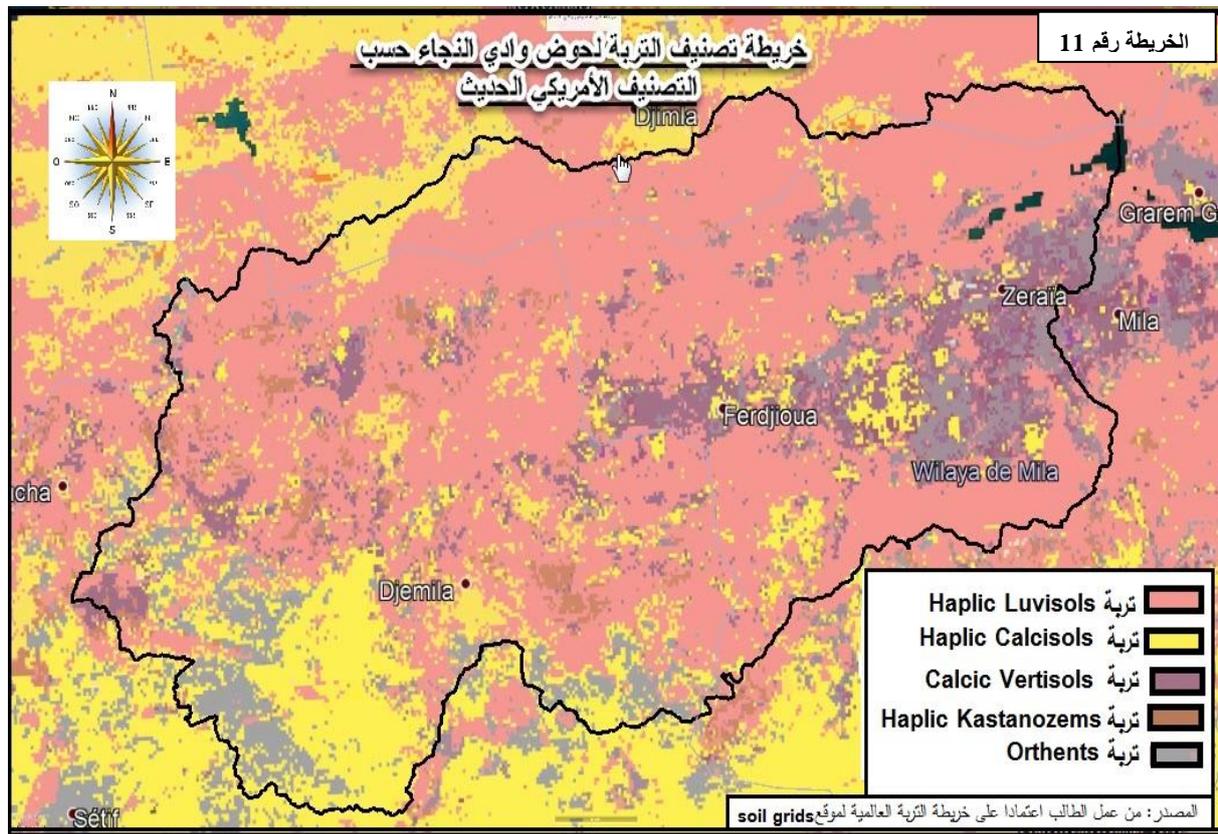
²- رابط مؤسسة (ISRIC) لجمع ودراسة معلومات التربة لمختلف دول العالم:

https://www.soilgrids.org/#!//?layer=TAXNWRB_250m&vector=1

❖ وجود آفاق معينة في قطاع التربة.

تمت تسمية كل رتبة بحيث تنتهي جميعها بمقطع "سول" (Soil)، المأخوذ من الكلمة اللاتينية (Solum)، والتي تعني التربة (Soil).

تعتبر الدقة المكانية لبيانات التربة العالمية من موقع مؤسسة (ISRIC) أحسن بكثير من بيانات منظمة الأغذية والزراعة (FAO)، حيث تقدر الدقة المكانية بـ: 250م، وبهذا فخرطة التربة لحوض وادي النجاء تحتوي على تفاصيل أكثر دقة من الخريطة التربة لمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO)، كما توضحه الخريطة رقم (11) التالية:



يتضح من خلال خريطة رقم (11) لتصنيف التربة لحوض وادي النجاء حسب التصنيف الأمريكي الحديث أن منطقة الدراسة تحتوي على مجموعة متنوعة من أصناف الأتربة وهي:

ب-1- صنف تربة مولييسول (Mollisol):

ويطلق عليها أيضا اسم تربة حشائش السهول والبراري، يعتبر هذا النوع من التربة الأكثر انتشارا في حوض وادي النجاء حيث يغطي مساحات شاسعة كما تبرزه خريطة تصنيف التربة، يندرج تحت هذا الصنف في منطقة الدراسة ثلاثة أنواع من التربة وهي:

❖ تربة (Haplic Luvisols):

تربة حشائش السهول والبراري ذات مناخ البحر الأبيض المتوسط الجاف والحر صيفا ودفئ والممطر شتاء ذو نظام الرطوبة المتقلب بين الجفاف والرطوبة (Xerolls)، تتميز هذه التربة بأفق سطحي معدني ناعم، مشبع بقواعد (Mollic) فوق أفق متحول (Cambic)، أو طيني (Argillic)، ثم في الأسفل طبقة كلسية، تأخذ هذه التربة اللون البني المائل إلى السواد، يتناقص محتوى هذه التربة من المواد العضوية مع العمق تدريجيا، كما أنها لا تكون مشبعة بالماء طوال أيام السنة. تنتشر هذه التربة في أغلب مناطق حوض وادي النجاء كما تبينه خريطة تصنيف التربة التصنيف الأمريكي الحديث (2014) من المؤسسة (ISRIC) رقم (11).

حسب تصنيف التربة المرجعي العالمي لسنة 2006م والذي قامت بوضعه مجموعة منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO)، كانت هذا الصنف من التربة يطلق عليه اسم تربة لوفيزول (Luvisol)، التي تتميز باللون البني المائل إلى السواد وغنية في المناطق الرطبة المعتدلة ذات أفق تراكم طيني متميز.

❖ تربة (Haplic Calcisols):

هي تربة ذات تراكم كبير من الجير (Calcisols)، في السابق كانت هذه التربة معروفة عالميا باسم تربة الصحراء، تحتوي هذه التربة على كمية عالية من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) التي قد تؤثر في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية خاصة عند وجودها بنسبة تفوق (8%) أو أكثر، تنشأ هذه التربة في المناطق ذات الصخور الجيرية ودولومايت والكالسيت، لأنها غنية بالكالسيوم أو يكون المناخ السائد مناخا جافا في

معظم أوقات السنة، مما يسمح بتراكم كربونات الكالسيوم في التربة دون أن يحدث لها عملية الغسل وربما السببين معا، تؤثر كربونات الكالسيوم في خواص التربة الفيزيائية، حيث تؤدي الى الحد من نفاذية الماء في التربة، لأنها تكون القشرة الصلبة على سطح التربة دون تحول نفاذ الماء الى الطبقات السفلى. وبهذا يكون الجريان السطحي في هذه المناطق سريع نتيجة ضعف النفاذية. تنتشر هذه التربة على حدود الحوض المرتفعة خاصة في الجهة الشمالية والجنوبية أي في الكتل الجبلية التي تحد الحوض.

❖ تربة (Haplic Kastanozems):

وهي تربة تأخذ اللون الكستنائي أي البني الداكن، ويرجع هذا اللون للتربة إلى وجود نسبة عالية من المواد العضوية المتحللة بها ووجود كميات متوفرة من العناصر الكيميائية ووجود تركيب ملائم، مع العلم أن هذا قد لا يكون سببه هو وفرة المواد العضوية المتحللة دائما بل ربما يكون راجعا إلى وجود مادة معدنية خاصة أو إلى رداءة الصرف في الأقاليم الرطبة، انتشار هذه التربة قليل في حوض وادي النجاء حيث تتركز في أقاليم محدودة في الجهة الغربية لحوض وادي النجاء.

❖ تربة (Calcic Vertisols):

وهي تربة تحتوي على الطين بنسبة تفوق (30%)، حتى عمق (50 سم)، مما يسمح بظهور شقوق عميقة في فصل الجفاف بفعل انكماش الطين، هذه الطبقة تراكمت فوق كربونات الكالسيوم الثانوية ($CaCO_3$) بشكل منتشر (كربونات الكالسيوم موجودة فقط في شكل جزيئات دقيقة أقل من (1 مم)، موزعة في مساحات أو مناطق منعزلة، وتكون على شكل طبقات ناعمة وصلبة أو عروق). قد يكون التراكم على الصخر الأم أو في آفاق تحت سطح الأرض. تنتشر هذه التربة في الجهة الشرقية لحوض وادي النجاء وبالضبط جنوب مجرى الوادي حيث تتميز هذه المنطقة بسهول منبسطة تنتشر فيها الزراعات الواسعة والخضروات.

ب-2- صنف التربة أنتيسول (Entisol) أو تربة حديثة:

تنتشر هذه تربة في العديد من مناطق العالم، وخاصة المناطق الجبلية أو الصحراوية، تتميز التربة الحديثة بأنها أراضي لم تظهر بها آفاق بيدوجينية واضحة، مع العلم أن هذا النوع من التربة به خمس أنواع ما يخص منطقة الدراسة نوع واحد وهو:

❖ التربة الحديثة الطمية (Orthents):

تنتشر بشكل قليل في حوض وادي النجاء، تمتاز هذه التربة بارتفاع نسبة الطمي والطين بها، وبما أنها حديثة فإنها غير عميقة، حيث تتناقص المواد العضوية بها كلما اتجهنا نحو العمق، ويعتبر هذا النوع الأكثر انتشارا بين الأنواع الخمسة للتربة الحديثة. تنتشر هذه التربة في الجهة والجنوبية الغربية لمنطقة الدراسة في المناطق المرتفعة والتي تمتاز بانها الأقل تساقطا في منطقة الدراسة.

خاتمة الفصل:

غالبا ما تتراكم التربة في السهول المنبسطة أو الضعيفة الانحدار ولكنها في منحدرات سفوح الجبال فهي غير ثابتة وتتجرف إلى أسفل المنحدر بفعل عوامل متعددة خاصة بفعل المياه، وبما أن الحوض الجزئي لوادي النجاء يتميز بوجود كل فئات الانحدارات هذا ما يجعل هذا المورد الطبيعي يؤثر عليه مظاهر سطح الأرض من حيث درجات الانحدار والارتفاع والانخفاض على نسبة الرطوبة ودرجة حرارة التربة ومدى تأثير المادة الأم للتربة بعوامل التعرية، تكون المنحدرات الشديدة والمواجهة للشمس أكثر دفئا من غيرها، كما أن الأسطح شديدة الانحدار قد تتعرض لعوامل النحت والتعرية بشكل أسرع من أنواع التربة أو المادة التي تكونت بفعل الرواسب، الأمر الذي يؤدي إلى حت سطح التربة. ومع ذلك فإن المناطق المنخفضة تكون مهياة لاستقبال الترسبات التي ينقلها الماء من المناطق المرتفعة عبر المناطق الشديدة الانحدار، مما يؤدي إلى تكوين تربة عميقة وداكنة اللون عند مصب الوادي وللأسف هذه

المنطقة في الحوض هي بحيرة سد بني هارون الذي تهدده الاوحال التي تنقل بفعل عوامل التعرية.

التربة من أهم الموارد الطبيعية التي لا يمكن للإنسان الاستغناء عنها ولذلك يجب عليه اتخاذ طرق فعالة للمحافظة عليها وعلى جودتها ومنعها من الانجراف الذي قد يؤدي إلى التقليل من خصوبتها، وبهذا الحافظ على سد بني هارون من ظاهرة التوحد التي تهدده، ومن أهم الطرق التي تساعد على حماية التربة القيام ببناء مدرجات زراعية في المنحدرات، والقيام بعمليات التشجير في المناطق الغير مستقرة لتنشيط التربة وعدم انجرافها واستخدام المثبتات العضوية ومراقبة عمليات الرعي في الغابات والأحراش وحمايتها من القطع الجائر، وتسميد التربة طبيعياً من أجل زيادة خصوبتها وتجنب الاستخدام المبالغ فيه للمواد الكيميائية.

الفصل الرابع:

الخصائص الشكلية لشبكه التصريف

الفصل الرابع: الخصائص الشكلية لشبكة التصريف

مقدمة الفصل:

إن التعرف على الخصائص المورفومترية لشبكة تصريف الأحواض يساعد في تحديد أهم الأنشطة التي تميز الحوض والمظهر العام لشبكة الهيدروغرافية، بالإضافة إلى فهم درجة تطوره الجيومورفولوجي وذلك من خلال اجراء مجموعة من القياسات، مع العلم أن الشكل العام لشبكة التصريف داخل الحوض هو انعكاس للعلاقة بين صخور المنطقة وأشكالها التركيبية من جهة والظروف المناخية التي تعاقبت على الحوض من جهة أخرى. والحقيقة أن تنظيم الشبكة الهيدروغرافية ذو أهمية كبرى كونه يبرز النظام الطبيعي داخل نطاق حوض التصريف، كما أن العديد من الخصائص المورفولوجية للحوض ترتبط ارتباطا وثيقا بالخصائص الهيدرولوجية مثل تصريف الماء من الحوض والفيضانات وما يرتبط بها من آثار.

أولا: الخصائص المورفومترية من خلال الرتب وأطوال المجاري:

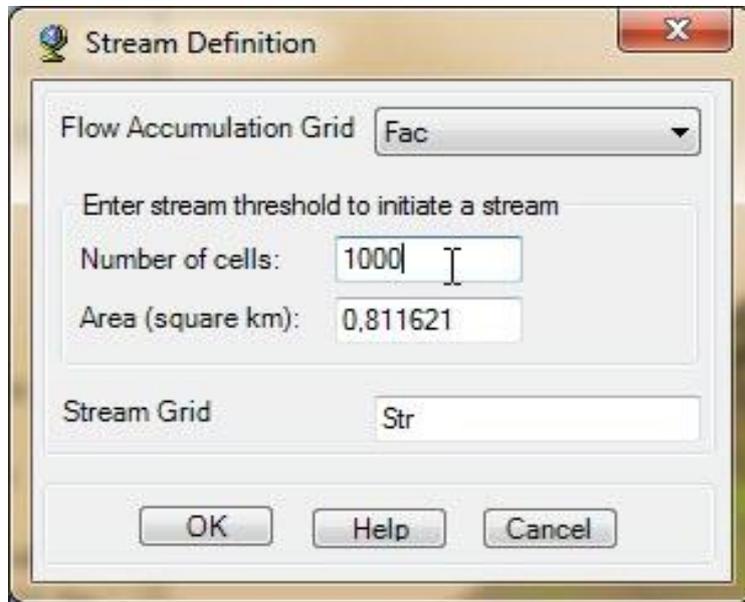
1- طريقة استخراج الرتب النهرية: تعتبر مرحلة رسم شبكة الهيدروغرافية لحوض وادي النجاء أهم مرحلة في بناء قاعدة البيانات وذلك لصعوبة ودقة تلك المرحلة التي تحتاج إلى جهد ووقت ودقة في عملية تصنيف الروافد إلى رتب متتالية تبدأ من الرتبة الأولى عند منابع منطقة الدراسة حتى الرتبة الأخيرة والتي كانت السادسة عند مصب وادي النجاء، والمتمثلة في نقطة التقاء وادي النجاء بوادي الرمال أي تقريبا في منطقة انجاز سد بني هارون.

تتكون الشبكة الهيدروغرافية من الفروع والروافد إضافة إلى المجرى الرئيسي والتي تم تحديدها بالاستعانة بالخرائط الطبوغرافية لمنطقة الدراسة بمقاييس مختلفة (1/50000) و (1/200000) و (1/250000) ومن خلال المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات (Landsat)، كما تم الاعتماد بشكل كبير على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بدقة 1 قوس (1 Arc) أي تقريبا 30 متر، مع العلم أن هذه البيانات التقطت بتاريخ: 23 سبتمبر 2014 م، هذه البيانات كانت غير مجانية وأصبحت كذلك منذ فترة قصيرة.

تم استخدام برنامج (Arc Gis) كبرنامج أساسي في هذا الفصل وبالضبط على التطبيق (Arc Hydro) المتخصص في الدراسات المورفومترية لأحواض التصريف، وقد مرت العملية وفق مراحل نذكر الأساسية منها:

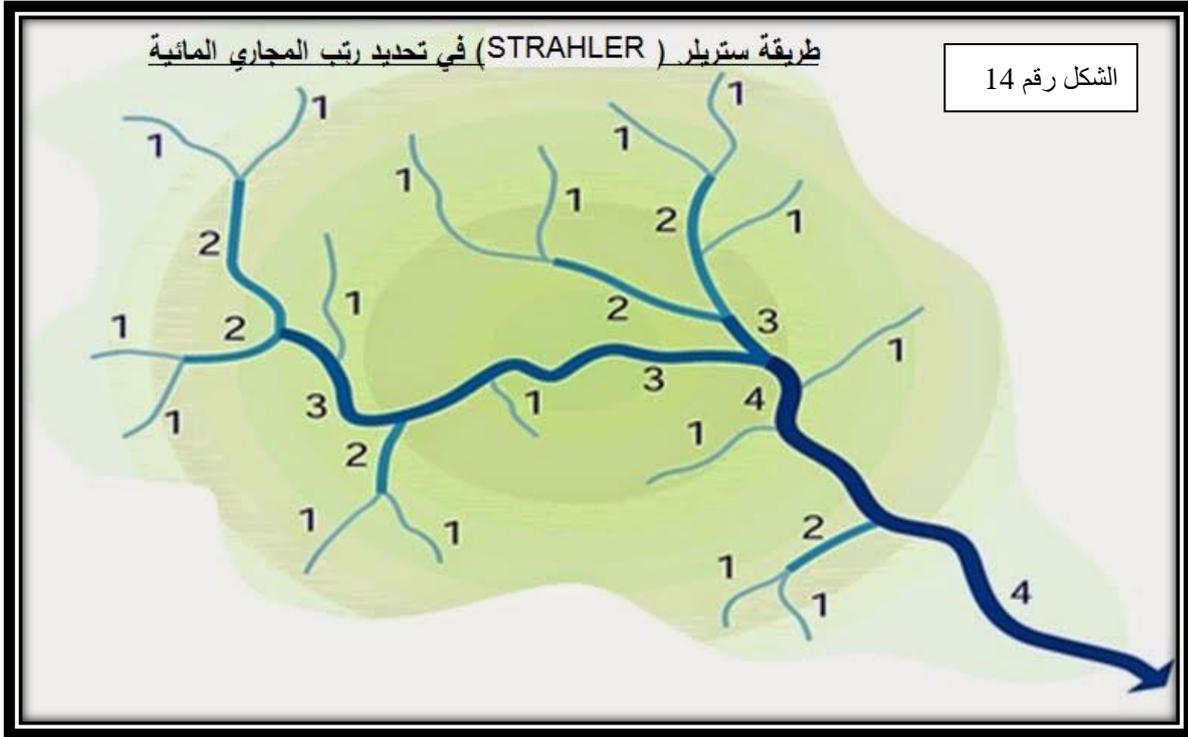
- ❖ أول عملية هي استخدام الأمر الأول هو (Fil Sinks) من أجل إصلاح البيانات الرادارية التالفة في (Dem) الخاصة بمنطقة الدراسة.
- ❖ ثم استخدام أمر (Flow Direction) للحصول على شبكة اتجاه الجريان تعتبر هذه الطبقة للاستعانة بها في العديد من الأوامر.
- ❖ ثم الأمر (Flow Accumulation) من أجل تحديد تجمع الجريان، ومن خلال هذه العملية نستطيع تحديد الأماكن الأكثر عرضة للفيضانات خلال التساقط الغزير للأمطار.
- ❖ ثم استخدام الأمر (Stream Définition) بهدف زيادة التحسس مع العلم أنه تم اختيار القيمة (1000)، ويقصد بهذه القيمة درجة التحسس مقابل كل خلية أي أن (1000 خلية) (1000 Cellules) تساوي على أرض الواقع (0.811621 كلم²)، انظر الشكل رقم (13) التالي:

الشكل رقم 13: قيمة عدد الخلايا في الأمر (Stream Définition) على التطبيق (Arc Hydro)



مع العلم أنه يمكن تغيير قيمة درجة التحسس (1000) إلى قيم أكبر أو أصغر من ذلك، بحيث القيم الأصغر تعني شبكة مائية كثيفة ودرجة تحسس عالية، بينما القيم الأكبر من (1000) تعني درجة تحسس أقل وشبكة مائية أقل.

❖ من أجل تحديد رتب المجاري المائية بالاعتماد على (Dem) نتبع الخطوات التالية في برنامج (Arc Gis) حيث نختار من قائمة (Arc Toolbox) الصندوق (Hydrologie) ثم الأمر (Stream Order) فنحصل على الشبكة الهيدروغرافية لمنطقة الدراسة، مع العلم أنه تم اختيار طريقة ستريلر (STRAHLER) في تحديد رتب المجاري المائية، تنص هذه الطريقة في حساب الرتب على أن المسيلات المائية والجداول الصغيرة التي لا تصب فيها مسيلات أو وديان أخرى تنتمي إلى الرتبة الأولى وعند التقاء مجرى مائي من الرتبة الأولى مع مجرى آخر من الرتبة نفسها يشكلان مجرى مائي من الرتبة الثانية. وعند التقاء وديان من الرتبة الثانية يشكلان مجرى مائي من الرتبة الثالثة وهكذا، حتى تصل إلى المجرى الرئيسي عند المصب كما يوضحه الشكل رقم (14) التالي:

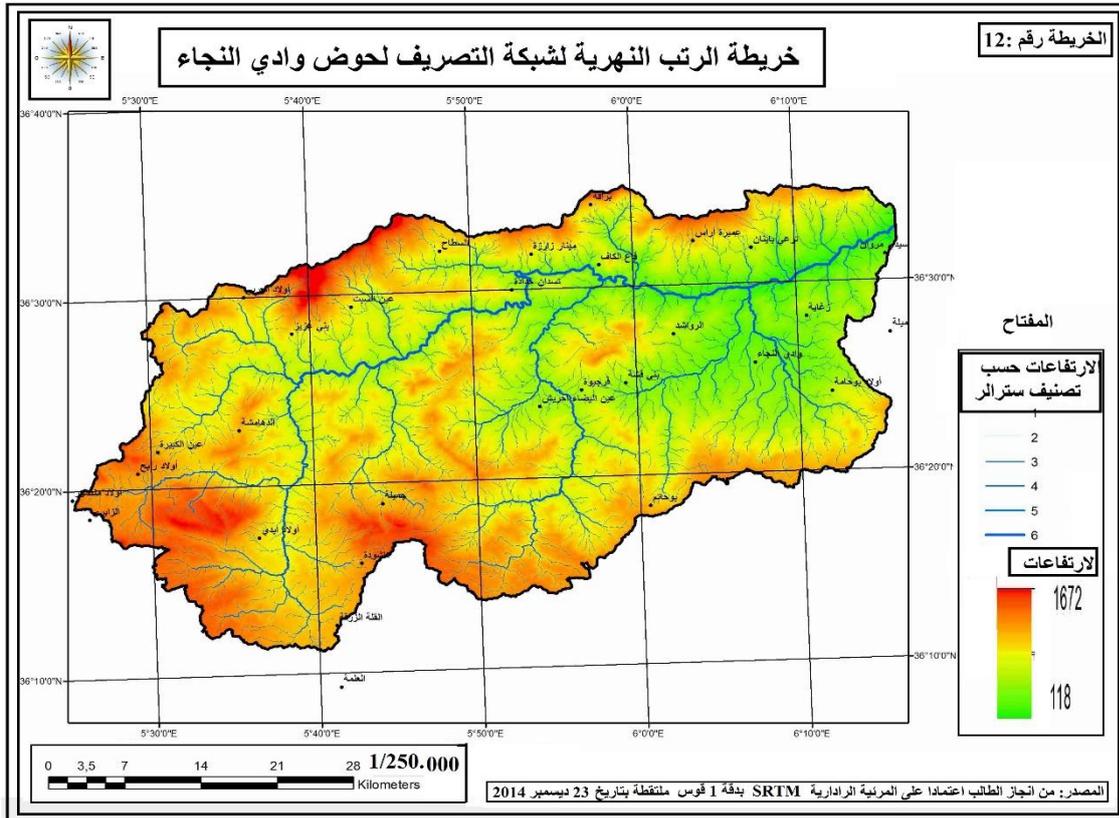


إن عملية التعرف على درجة الرتبة النهرية التي تتكون منها الأحواض تفيد عند دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بكل وادٍ وبالتالي فلها انعكاس على قدرة تلك الأحواض على الحت والترسيب ومن ثم الحد من تأثيرها على استخدامات الأراضي المختلفة والمجاورة للحوض.

❖ أما آخر عملية فهي استخدام الأمر (Stream to Feature) على نفس البرنامج في قائمة (Arc toolbox) من أجل تحويل البيانات من شبكية (Raster) إلى خطية (Vector) والتي تمكن من الحصول على قاعدة بيانات تفصيلية لشبكة.

2-الرتب النهرية:

إن التعرف على رتب المجاري المائية يفيد في عملية دراسة كمية التصريف المائي الخاصة بالحوض، حيث أن أعلى الرتب غالبا ما تدل على أن مجرى الوادي يجري في مناطق ذات انحدار ضعيف والجريان بها يكون بشكل بطيء مقارنة مع الرتب الأقل منها والتي تدل على أن انحدار أكبر والجريان يكون بسرعة في هذه المجاري، وهذا ما أكدته النتائج التي تم الوصول إليها. أنظر الخريطة رقم (12) التالية:



يصل المجرى الرئيسي لوادي النجاء إلى الرتبة السادسة وذلك عندما يلتقي بوادي بوصلاح والواد المالح ووادي رجااص في الجهة الشرقية أي قرب المصب من منطقة الدراسة (عند بحيرة سد بني هارون)، ويعود تباين أعداد الأودية ومراتبها إلى عوامل عدة متداخلة فيما بينها من حيث التأثير والتأثر كالتباين في الطبيعة الصخرية وعامل الانحدار الذي تتطور عليه المراتب الدنيا ونوعية الغطاء النباتي في هذه المناطق واختلاف فترة وكمية التساقط من منطقة إلى أخرى ومن فترة إلى أخرى.

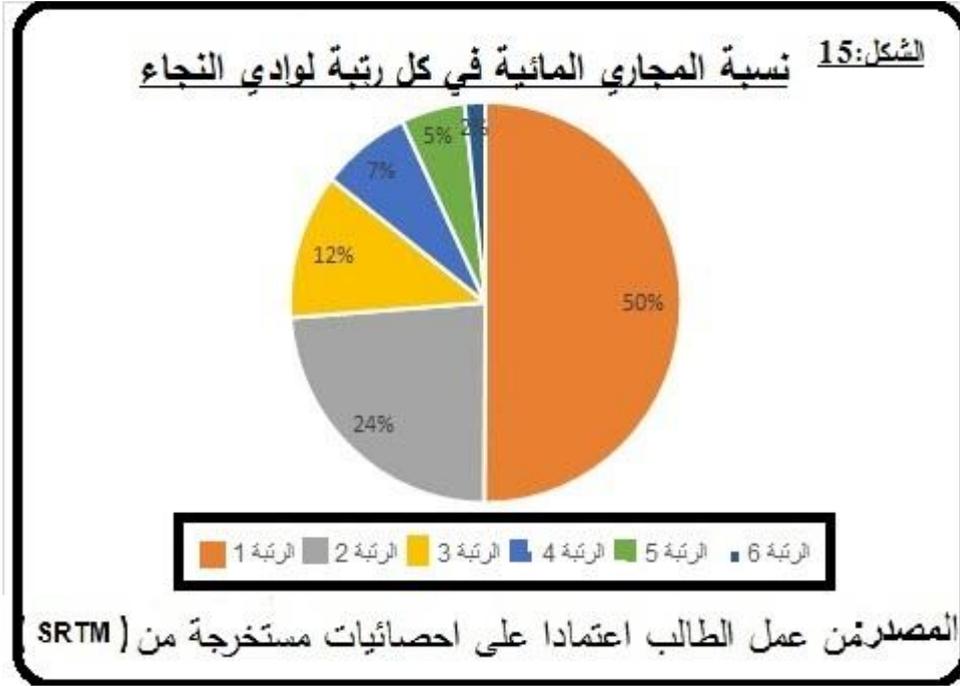
تقل أعداد الرتب وتزداد سعة المجرى كلما انتقلنا من الرتبة الأدنى إلى الرتبة الأعلى، حيث تبدأ بمجري صغيرة وكثيرة تمثل الرتبة الأولى فُدر عددها في منطقة الدراسة بـ: (788) رافد وهي تلتقي معا لتُكون الرتبة الثانية، وهي أقل عددا وأكثر سعة من الأولى حيث قدر عددها بـ: (372) رافد وتلتقي مع بعضها لتكون الرتبة الثالثة التي يبلغ عددها بـ: (185) رافد هذه الأخيرة عندما تلتقي مع بعضها تكون الرتبة الرابعة والتي قدر عددها بـ: (117) رافد وعندما تلتقي الروافد ذات الرتبة الرابعة تكون الرتبة الخامسة وقد قدر عددها بـ: (83) رافد هذه الأخيرة عندما تلتقي مع الروافد ذات الرتبة نفسها تكون المجرى الرئيسي أي مجرى وادي النجاء، الجدول (11) التالي يحدد كل التفاصيل لكل رتبة.

جدول رقم (11): رتب المجاري لحوض وادي النجاء

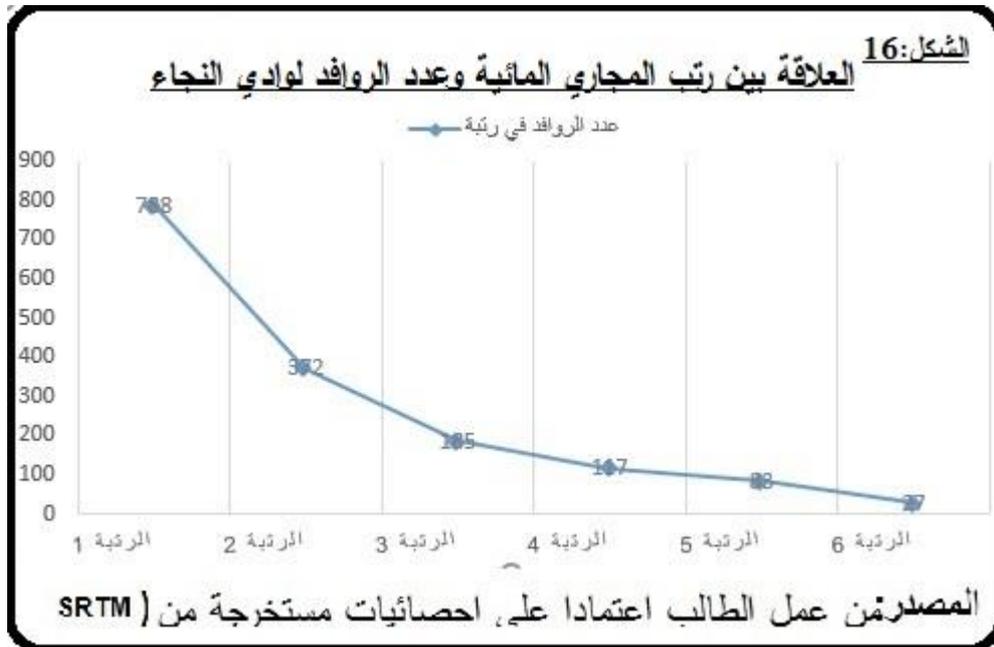
الرتب النهرية	عدد الروافد في رتبة	النسبة %	مجموع الأطوال كلم	النسبة %	متوسط طول الرتبة كلم	أقصر رافد في الرتبة كلم	أطول رافد في الرتبة كلم
الرتبة 1	788	50.09	890.18	51.55	1.129	0.0278	7.006
الرتبة 2	372	23.64	424.19	24.56	1.140	0.0393	6.643
الرتبة 3	185	12.09	196.34	11.37	1.061	0.0278	5.167
الرتبة 4	117	7.43	111.46	6.45	0.952	0.0278	4.245
الرتبة 5	83	5.27	85.71	4.96	1.032	0.0621	4.361
الرتبة 6	27	1.71	18.81	1.08	0.696	0.0556	2.076
المجموع	1573	100	1726.70	100	1.098	0.0278	7.006

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

لإبراز نسبة المجاري المائية لوادي النجاء في كل رتبة يتم انجاز دائرة نسبية توضح نسبة المجاري في كل رتبة كما يوضحه الشكل (15) التالي:



كما يمكن ابراز العلاقة بين مختلف الرتب الستة وعدد الروافد لوادي النجاء من خلال منحنى بياني، كما يوضحه الشكل رقم (16) التالي:



من خلال الجدول رقم (11) والتمثيلات البيانية (الشكل 15 و16) نلاحظ أن أعداد المجاري المائية تتناقص مع تزايد الرتب، وقد ذكر هورتون (Horton) في قانونه المتعلق بعدد المجاري المائية أن عدد المجاري المائية التي تتدرج تناقصياً في مجموعاتها أو رتبها تُكوّن متتالية هندسية تبدأ بمجرى يتبع أعلى رتبة وتزداد تبعاً لنسبة التشعب الثابت، ويبين التمثيل البياني العلاقة بين كل من الرتبة وعدد المجاري، حيث يظهر أن العلاقة تأخذ شكل منحنى مقعر، وهي علاقة عكسية إذ أن أعداد المجاري المائية تقل مع الرتب حتى تصل إلى مجرى واحد في آخر رتبة.

3- عدد وأطوال الروافد المائية حسب الرتب:

إن زيادة أعداد الروافد المائية في أي حوض وأطوالها يعني ذلك رفع فعالية الشبكة المائية وزيادة قدرتها على نقل المياه والحمولة، ومن ثم تخفيض سطحه والتقليل من الفروقات الرأسية بين أجزائه مع مرور الزمن، يقسم الحوض إلى ستة رتب وهي:

أ- روافد الرتبة الأولى:

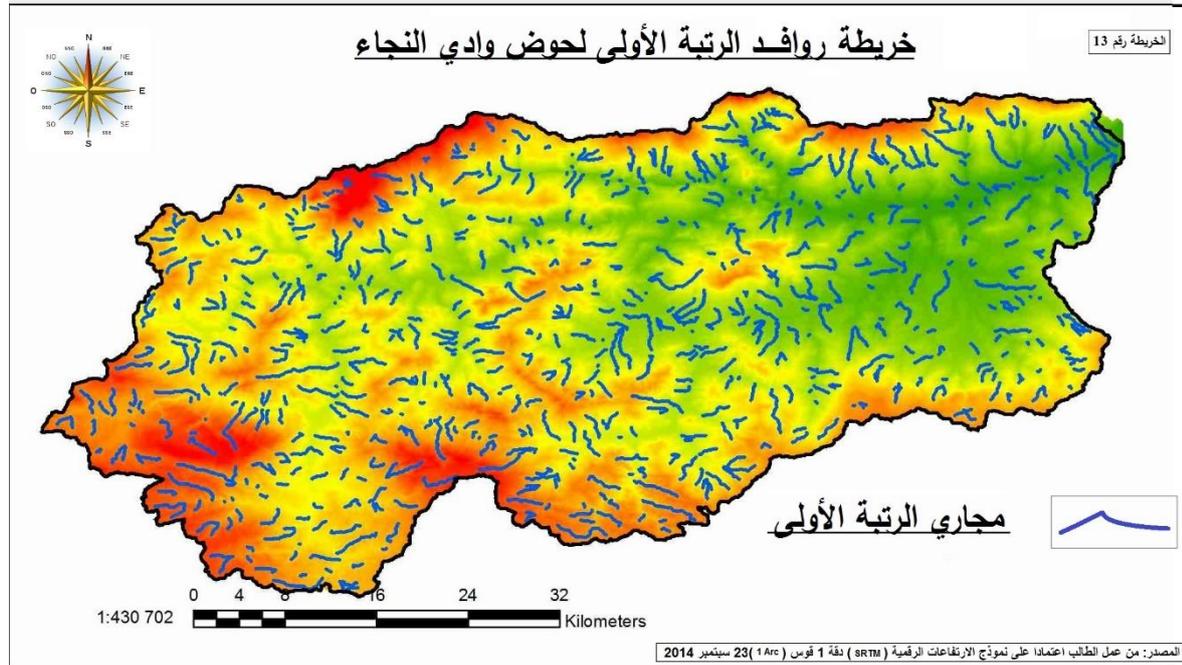
تتركز معظم روافد الرتبة الأولى البالغ عددها (788) مجرى بالقرب من خط تقسيم المياه وفي المرتفعات التي تقع داخل الحوض أي خطوط تقسيم المياه للأحواض الثانوية، تراوحت أطوال هذه الروافد ما بين (0.027 كلم) و(7.006 كلم)، بمتوسط يقدر بـ (1.129 كلم)، وبانحراف معياري يقدر بـ: (0.989 كلم)، وتم تقسيم روافد الرتبة الأولى حسب الطول إلى ثلاث فئات كما يوضحه الجدول رقم (12) التالي:

جدول رقم (12): فئات طول روافد الرتبة الأولى

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 1
0.989 كلم	83.75	660	أقل من 2 كلم
	15.86	125	ما بين 2 و 4 كلم
	0.38	3	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	788	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

ولإعطاء صورة أكثر وضوحاً لروافد الرتبة الأولى لحوض وادي النجاء تم رسم خريطة لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (13) التالية:



ب- روافد الرتبة الثانية:

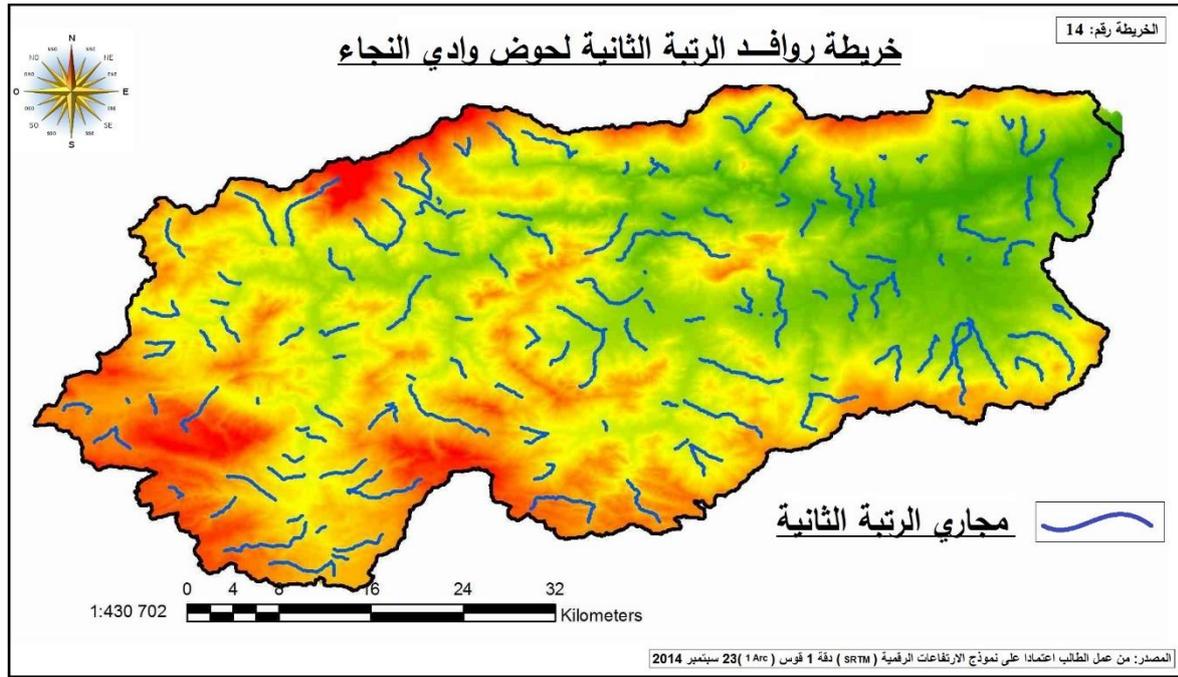
تراوحت أطوال روافد الرتبة الثانية ما بين (0.027 كلم) إلى (6.64 كلم)، بمتوسط قُدر بـ: (1.14 كلم)، وبانحراف معياري قُدر بـ: (0.982 كلم)، تم تقسيم روافد الرتبة الثانية حسب طولها إلى ثلاث فئات كما يوضحه الجدول رقم (13) التالي:

جدول رقم (13): فئات طول روافد الرتبة الثانية

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 2
0.982 كلم	82.52	307	أقل من 2 كلم
	16.93	63	ما بين 2 و 4 كلم
	0.53	2	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	372	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

ولإعطاء صورة أكثر وضوحاً لروافد الرتبة الثانية لحوض وادي النجاء تم رسم خريطة لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (14) التالية:



ت - روافد الرتبة الثالثة:

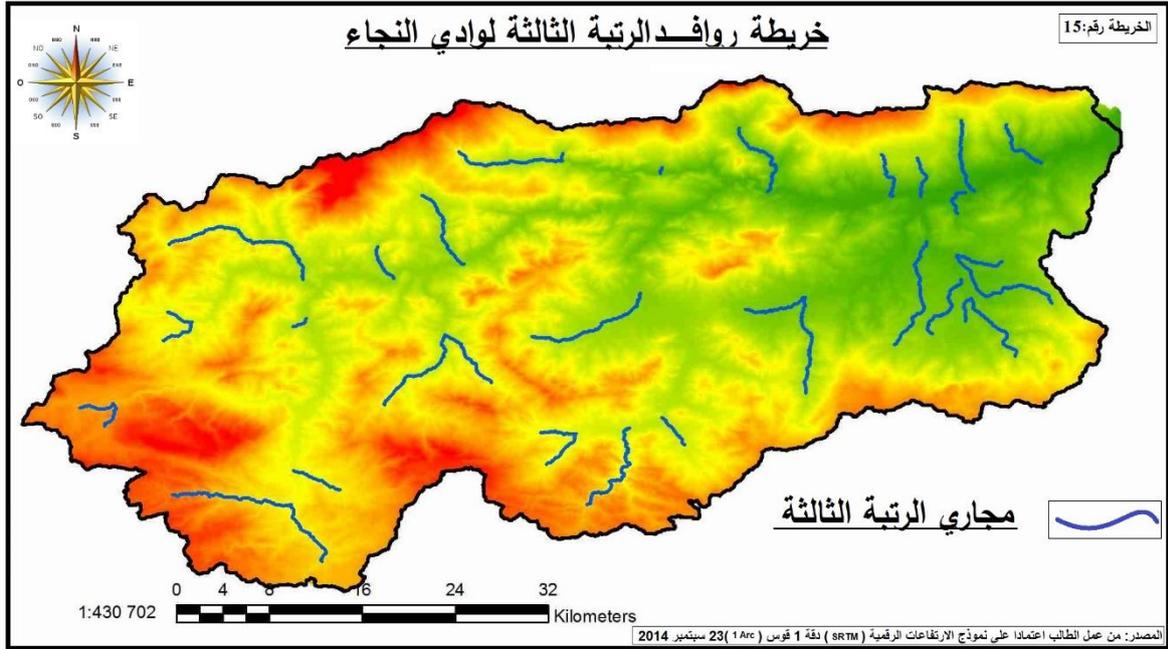
تراوحت أطوال روافد الرتبة الثالثة ما بين (0.0278 كلم) و (5.167 كلم)، بمتوسط قُدر بـ: (1.061 كلم)، وبانحراف معياري قُدر بـ: (0.858 كلم). تم تقسيم روافد هذه الرتبة حسب الطول إلى ثلاث فئات، كما يوضحه الجدول رقم (14) التالي:

جدول رقم (14): فئات طول روافد الرتبة الثالثة

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 3
0.858 كلم	90.28	158	أقل من 2 كلم
	14.28	25	ما بين 2 و 4 كلم
	1.14	2	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	175	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

ولإعطاء صورة أكثر وضوحا لروافد الرتبة الثالثة لحوض وادي النجاء تم رسم خريطة لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (15) التالية:



ث - روافد الرتبة الرابعة:

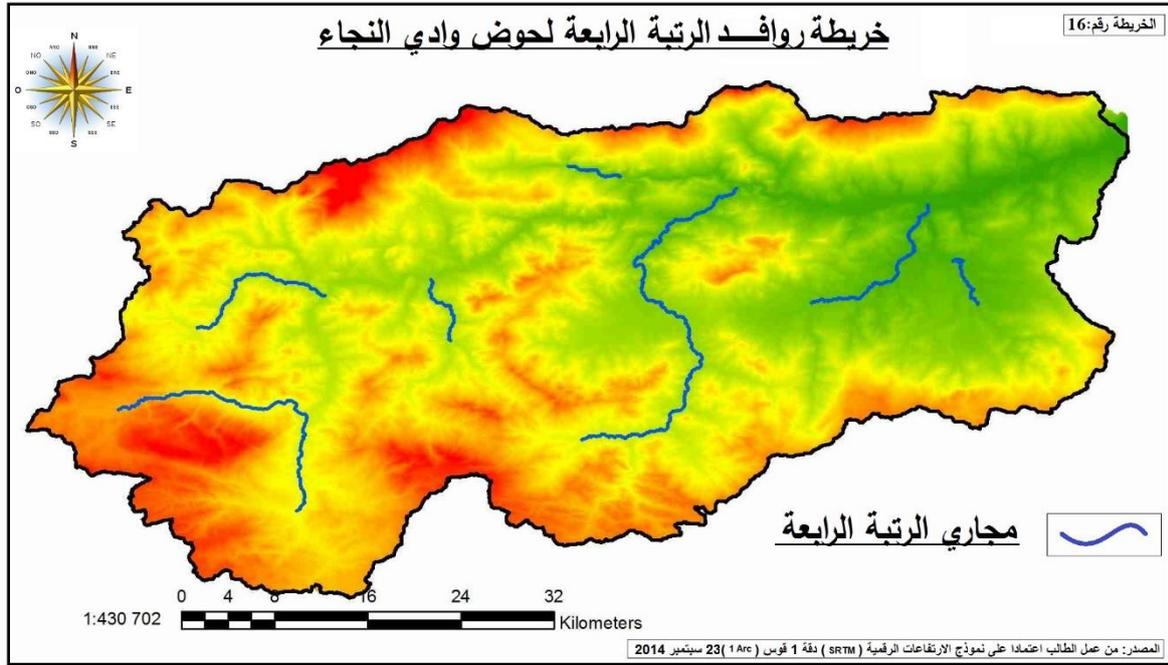
تراوحت أطوال روافد الرتبة الرابعة ما بين (0.0278 كلم) و (4.245 كلم)، بمتوسط قُدر بـ: (0.952 كلم)، وبانحراف معياري قُدر بـ: (0.807 كلم). تم تقسيم روافد هذه الرتبة حسب الطول إلى ثلاث فئات، كما يوضحه الجدول رقم (15) التالي:

جدول رقم 15: فئات طول روافد الرتبة الرابعة

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 4
0.807 كلم	90.59	106	أقل من 2 كلم
	9.40	11	ما بين 2 و 4 كلم
	00	00	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	117	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

ولإعطاء صورة أكثر وضوحا لروافد الرتبة الرابعة لحوض وادي النجاء تم رسم خريطة لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (16) التالية:



ج- روافد الرتبة الخامسة:

تراوحت أطوال روافد الرتبة الخامسة ما بين (0.0621 كلم) و (4.361 كلم) ،
بمتوسط قُدر ب: (1.032 كلم)، وبانحراف معياري قُدر ب: (0.876 كلم). تم تقسيم روافد
هذه الرتبة حسب الطول إلى ثلاث فئات، كما يوضحه الجدول رقم (16) التالي:

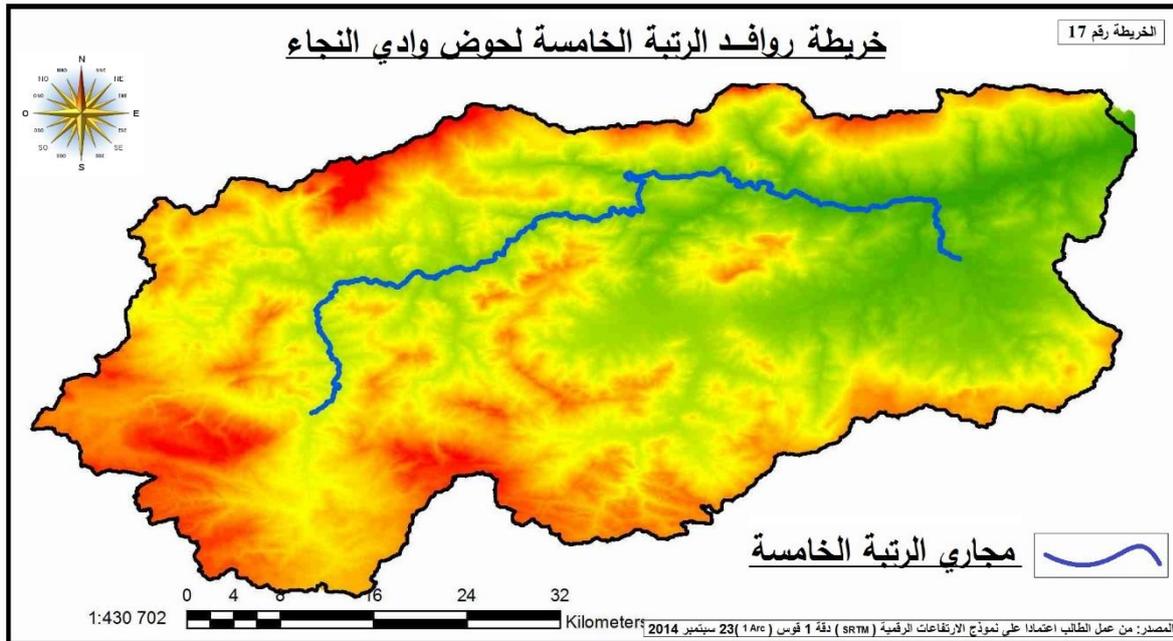
جدول رقم (16): فئات طول روافد الرتبة الخامسة

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 5
0.876 كلم	86.74	72	أقل من 2 كلم
	13.25	11	ما بين 2 و 4 كلم
	00	00	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	83	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

ولإعطاء صورة أكثر وضوحا لروافد الرتبة الخامسة لحوض وادي النجاء تم رسم خريطة

لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (17) التالية:



ح - روافد الرتبة السادسة:

تراوحت أطوال روافد الرتبة السادسة ما بين (0.0556 كلم) و (2.076 كلم)، بمتوسط قُدر ب: (0.696 كلم)، وانحراف معياري قُدر ب: (0.704 كلم). تم تقسيم روافد هذه الرتبة حسب الطول إلى ثلاث فئات، كما يوضحه الجدول (17) التالي:

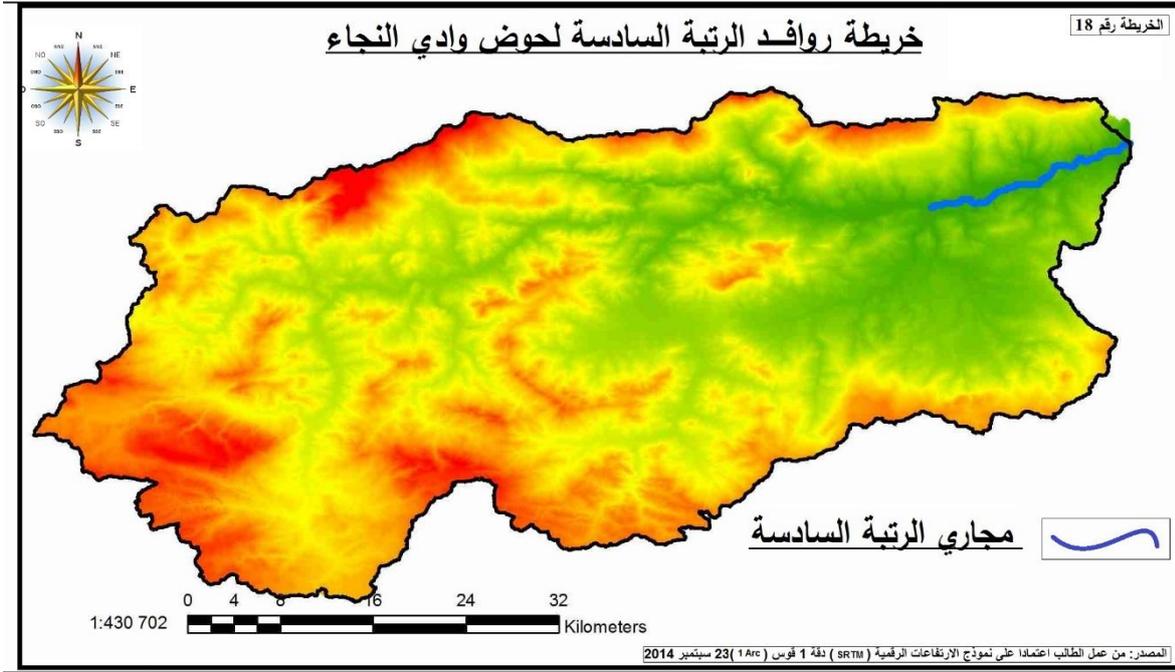
جدول رقم (17): فئات طول روافد الرتبة السادسة

الانحراف المعياري	النسبة %	العدد	طول روافد الرتبة 6
0.704 كلم	96.29	26	أقل من 2 كلم
	3.70	1	ما بين 2 و 4 كلم
	00	00	أكبر أو يساوي 5 كلم
	100	27	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)

ولإعطاء صورة أكثر وضوحا لروافد الرتبة السادسة لحوض وادي النجاء تم رسم

خريطة لها باستعمال برنامج (Arc gis)، كما توضحه الخريطة رقم (18) التالية:



ثانياً: الخصائص المورفومترية من خلال حساب بعض المعاملات

1- معامل التشعب:

يعد معامل التشعب من المقاييس المورفومترية الهامة نظراً لأنه أحد العوامل التي تتحكم في نسبة التصريف النهري إلى جانب أنه يُسهل معرفة المناطق الأكثر عرضة لخطر الفيضانات.

أ- نسبة التشعب:

تُقاس نسبة التشعب وفقاً لطريقة هورتون (Horton) لأعداد المجاري المائية الذي أوضح فيها أن أعداد المجاري المائية للرتب المختلفة تزداد بنسبة ثابتة في متتالية هندسية عبّر عنها بنسبة التشعب التي هي النسبة بين عدد مجاري من مرتبة معينة إلى عدد المجاري في المرتبة التي تليها.

يتم حساب نسبة التشعب من الصيغة الرياضية التالية:

$$Rb = Nu / Nu + 1$$

حيث أن:

Rb : نسبة التشعب.

Nu : عدد مجاري رتبة ما.

Nu+1 : عدد مجاري الرتبة التي تليها.

يقول سترالر (Strahler) أن نسبة التشعب الطبيعية للحوض تتراوح ما بين (3-5) في حال تجانس التركيب الصخري للحوض، وكلما قلت النسبة عن القيمة (3) يُعد ذلك مؤشراً على زيادة احتمالية حدوث الفيضانات داخل حوض التصريف لأنه يحدث جريانا سطحياً سريعاً.

وبتطبيق المعادلة السابقة على الحوض وادي النجاء كانت النتائج كما يوضحه الجدول

رقم (18) لقيم التشعب لمراتب حوض وادي النجاء التالي:

جدول رقم (18): قيم التشعب لمراتب حوض وادي النجاء

نسبة التشعب	النسبة %	عدد المجاري	الرتب النهرية
2.11	50.09	788	الرتبة 1
2.01	23.64	372	الرتبة 2
1.58	12.09	185	الرتبة 3
1.40	7.43	117	الرتبة 4
3.07	5.27	83	الرتبة 5
-	1.71	27	الرتبة 6
2.03	100	1573	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem بدراسة نسبة التشعب لمنطقة الدراسة يتضح أن النسبة الإجمالية للتشعب بلغت (2.03) وهي نسبة منخفضة خرجت عن المعدل الطبيعي للأحواض التي تتراوح نسبتها بين القيمتين (3 - 5) وهي النسبة التي حددها سترالر (Strahler) مما يدل ذلك على قلة تقطع الحوض بفعل مجاريه، وعليه فإن مياه الأمطار الهائلة ستجتمع في مجاري قليلة لتعطي جريان سطحي سريع فيزيد خطر فيضانها.

والملاحظ أن قيمة نسبة التشعب على مستوى الرتب من الأولى إلى غاية الرتبة الرابعة تتراوح ما بين (1.40 إلى 2.11)، وهي أقل من قيم التشعب الطبيعية التي حددها سترالر (Strahle)، كما يلاحظ أن نسبة التشعب للرتبة الخامسة كانت في إطار النسبة التي حددها سترالر (Strahle) وهي أعلى نسبة تشعب في الحوض والتي قُدرت بـ: (3.07) وهذا يشير إلى أن الوادي وصل مرحلة متقدمة من الحت في مصب الوادي، بينما التشعب النهري في الرتب الأولى ما زال يتطور والحت باتجاه المنابع وخاصة عند هطول كميات كبيرة من الأمطار حيث تساهم في زيادة الإنتاج الرسوبي.

ب- نسبة التشعب المرجح الموزون:

قام سترالر (Strahler) بالتعديل في معادلة حساب نسبة التشعب السابقة الذكر، إذ وجد إن نسبة التشعب في مرتبتين متتاليتين قد يكون فيها نوع من الشذوذ الذي يؤدي إلى اختلاف قيمته من مرتبة لأخرى في الحوض الواحد والذي يخرج عن المتتالية الهندسية. ووجد أن إيجاد معدل نسبة التشعب لكل مرتبتين متتاليتين في نسبة تشعبهما في مجموع هاتين الرتبتين وأخذ المعدل وبذلك ثم معرفة معدل تشعب الحوض الواحد مقارنة بالأحواض الأخرى. وقد أطلق عليها اسم: **نسبة التشعب المرجح الموزون**.

يمكن استخراج نسبة التشعب المرجح الموزون من خلال الخطوات التالية:

- ❖ حساب نسبة التفرع بين كل رتبتين متتاليتين ضرب مجموع عدد هاتين الرتبتين.
 - ❖ مجموع حاصل الضرب في كل خطوة مما سبق.
 - ❖ تقسيم مجموع حاصل الضرب على مجموع عدد المجاري في الحوض كله.
- ويمكن تلخيص ذلك في المعادلة الرياضية التالية:

$$R_{bwm} = \sum R_b * R_b / \sum NR_1$$

حيث أن:

R_{bwm} : نسبة التشعب المرجح الموزون.

$\sum R_b$: مجموع عدد رتبتين متتاليتين.

R_b : نسبة التشعب حسب هرتون (Horton).

$\sum NR_1$: مجموع عدد المجاري في الرتبة.

وبتطبيق المعادلة السابقة على الحوض الجزئي لوادي النجاء كانت النتائج كما يوضحه

الجدول نسبة التشعب المرجح الموزون لحوض وادي النجاء رقم (19) التالي:

جدول رقم (19): نسبة التشعب المرجح الموزون في منطقة الدراسة

الرتب النهرية	عدد المجري	نسبة التشعب هورتون	عدد المجاري المائية لكل رتبتين متتاليتين	عدد المجاري × نسبة التشعب المرجح الموزون	نسبة التشعب المرجح الموزون
الرتبة 1	788	2.11	1160	2447.6	3.10
الرتبة 2	372	2.01	557	1119.57	3.00
الرتبة 3	185	1.58	302	477.16	2.57
الرتبة 4	117	1.40	200	280	1.51
الرتبة 5	83	3.07	110	337.7	4.06
الرتبة 6	27	-	-	-	-
المجموع	1573	2.03	2329	4662.03	2.96

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

$$\text{نسبة التشعب المرجح الموزون} = 2.96$$

قدرت نسبة التشعب المرجح الموزون للوادي النجاء بـ: (2.96) هذه النتيجة قريبة من نسبة التشعب حسب قانون هورتون (Horton) والتي قدرت بـ: (2.03)، وهي قريبة جدا من النسبة التي حددها سترالر (Strahler) للأحواض الطبيعية المتجانسة في التركيب الصخري، والتي تتراوح نسبتها بين القيمتين (3 - 5). وفي ما يلي نقارن بين نسبة التشعب حسب قانون هارتون (Horton) و نسبة التشعب المرجح الموزون حسب قانون سترالر (Strahler) من خلال تمثيل بياني يبرز العلاقة بين نسبة التشعب ونسبة التشعب المرجح الموزون كما يوضحه الشكل رقم (17) التالي:



من خلال مقارنة المنحنيين البيانيين لنسبة التشعب ونسبة التشعب المرجح الموزون يتضح أن هناك تشابه في جميع الرتب من حيث التغيرات على مستوى الرتب مع أن قيم نسبة التشعب المرجح أكبر في كامل الرتب وهي قريبة من القيمة الدنيا (3) التي حددها سترالر (Strahler) في أغلب الرتب ماعدا في الرتبة الثالثة والرابعة فهي تقل عن (3).

2- كثافة التصريف:

يقصد بالكثافة التصريفية الشبكة النهرية وتفرعها ضمن مساحة الحوض، تكمن أهمية معرفة الكثافة التصريفية لمنطقة الدراسة في كونها تعبر عن أثر كل من نوع الصخر ومدى نفاذيته والتربة والتضاريس والمناخ والغطاء النباتي، كما يظهر كذلك أثر الانسان على شبكة التصريف النهرية، ومنه تحديد العوامل التي لها علاقة مباشرة بعمليات الحت التي تحدث في سطح منطقة الدراسة بواسطة المياه الجارية، حتى تسهل عملية تحديد درجة النسيج الطبوغرافي للحوض.

تدل القيمة المرتفعة لكثافة التصريف على شدة تأثير الحوض بعوامل التعرية وشدة تقطع الحوض، أي أن نسيجه الطبوغرافي ناعم إذا كان أكثر من (10) بناء على تقسيم (سترالر - سميث) (Strahler&Smith)، (انظر الجدول رقم 20)، كما تدل على زيادة أطوال وأعداد المجاري في الحوض، أما القيمة المنخفضة على العكس تماما أي أن الحوض يكون قليل التأثير بعوامل التعرية وبالتالي قلة تقطعه، أي أن نسيجه الطبوغرافي خشن إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري في الحوض.

كما أكد شوم (Schumm) أن كثافة التصريف ترتفع في الصخور الضعيفة والترية غير نفوذة وتنخفض في الصخور الصلبة والترية ذات النفاذية العالية، بل أن بعض الباحثين قد ذهب إلى أبعد من ذلك حيث أشار كارلستون (Carlston) إلى أن كثافة التصريف ترتبط طرديا مع الجريان السطحي وعكسيا مع الجريان تحت سطحي ومن ثم فإن الأودية التي تتألف من صخور غير منفذة سوف تؤدي إلى فيضانات وقليل من الجريان تحت السطحي، كذلك فإن كثافة التصريف ترتبط ارتباطا وثيقا بتطور حوض التصريف نفسه ففي تجربة عملية قام بها شوم (Schumm) 1977 توصل إلى أن كثافة التصريف تزيد مع تطور حوض التصريف نفسه مع ثبات مستوى القاعدة ثم تتجه إلى التناقص في المرحلة الأخيرة لدورة التعرية، وفي حالة تغير مستوى القاعدة بالانخفاض ترتفع كثافة التصريف وتستمر على ارتفاعها على الرغم من قلة انحدار السطح.

يتم حساب الكثافة التصريفية وفقا للقانون الذي وضعه هرتون (Horton) سنة

1945م كالاتي:

$$D_d = \sum L / A$$

حيث أن:

D_d : الكثافة التصريفية

$\sum L$: اجمالي أطوال المجاري (كلم).

A : مساحة حوض التصريف (كلم²)

هناك العديد من التصنيفات التي وضعت حتى يتسنى تحديد درجة النسيج الطبوغرافي للحوض نلخص البعض منها في الجدول رقم (20) التالي:

جدول رقم (20): تصنيفات درجة النسيج الطبوغرافي حسب قيمة الكثافة التصريفية

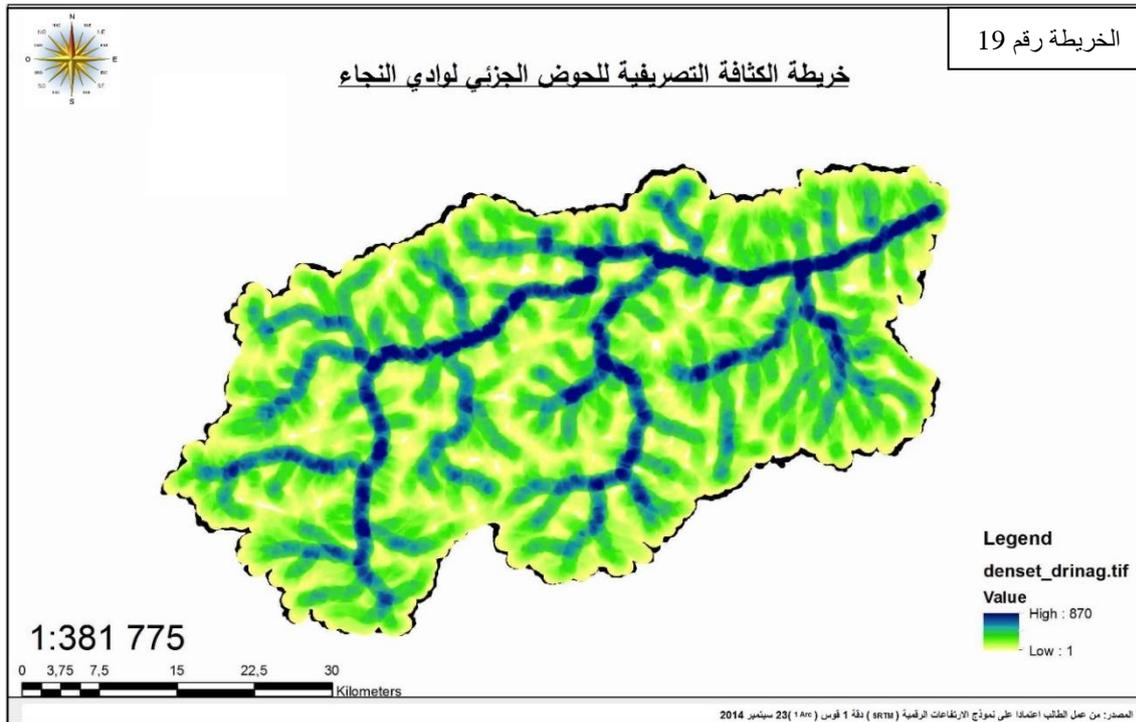
التصنيف	حسب Morisawa	حسب El - ashry	حسب Strahler&Smith
خشن	أقل من 8 صخور نفوذة، مناطق رطبة كثيفة النبات	أقل من 2	أقل من 5
متوسط	8-20 صخور نفوذة ، أمطار غزيرة ومناطق كثيفة بالنبات	40-50	5-13.7
ناعم	20-200 سطح كتيم، وأمطار ونباتات قليلة	أكثر من 80	13.7-155.3
ناعم جدا	أكثر من 200 سطح كتيم ودون نبات وأمطار قليلة وصخور ضعيفة	أكثر من 200	أكثر من 155.3

بتطبيق معادلة هرتون (Horton) في حساب الكثافة التصريفية على منطقة الدراسة كانت النتيجة هي:

الكثافة التصريفية: 0.794 كلم/كلم²

تعتبر هذه القيمة منخفضة جدا وفقا لمختلف التصنيفات المذكورة سابقا، فحسب تصنيف سترالر (Strahler) فالكثافة التصريفية لمنطقة الدراسة ضمن الفئة الأولى الأقل من (5كلم/كلم²) وهذا يعني أن منطقة الدراسة تتميز بنسيج طبوغرافي خشن.

تم انجاز خريطة الكثافة التصريفية لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج (Arc Gis) اعتمادا على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) وكانت النتيجة كما يلي:



كما تم تطبيق معادلة كثافة التصريف لهرتون في برنامج (Arc Gis) المتخصص في نظم المعلومات الجغرافية على مستوى الرتب النهرية الستة عن طريق بناء استفسار حسب الصيغة الرياضية التالية:

$$[\text{Drainage Density} = [\text{Stream_Order_Length_km}] / [\text{Basin_Area_km}^2]$$

حيث أن:

Drainage Density : الكثافة التصريفية

[Stream_Order_Length_km] : اجمالي أطوال المجاري (كلم)

[Basin_Area_km²] : مساحة حوض التصريف (كلم²)

يوضح الجدول رقم (21) القيم المحسوبة لكثافة التصريف لحوض وادي النجاء وذلك اعتمادا على بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) ذات الدقة 1 قوس (Arc1) بواسطة برنامج (Arc Gis).

جدول رقم (21): الكثافة التصريفية بمنطقة الحوض حسب الرتبة

الرتب	طول الروافد (كلم)	مساحة الرتبة(كلم ²)	الكثافة التصريفية
الرتبة 1	890.18	1344.08	0.66
الرتبة 2	424.19	392.89	1.07
الرتبة 3	196.34	202.65	0.96
الرتبة 4	111.46	125.85	0.88
الرتبة 5	85.71	91.71	0.93
الرتبة 6	18.81	18.76	1.002
المجموع	1726.70	2175.94	0.79

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

يتميز حوض وادي النجاء بانخفاض كثافته التصريفية التي بلغت (0.79 كلم /كلم²)، كما أن قيم الكثافة التصريفية للرتب الستة لحوض وادي النجاء منخفضة هي أيضا، حيث تتراوح ما بين (0.66 كلم/كلم² إلى غاية 1.07كلم/كلم²) حيث سجلت أضعف كثافة تصريفية في أحواض الرتبة الأولى بقيمة (0.66كلم /كلم²) ويعود ذلك إلى طبيعة صخور التي تجري عليها روافد الرتبة الأولى وهي عبارة عن جبال تتميز بصلابتها مقارنة مع بقية صخور الحوض، ولكن عموما الكثافة التصريفية لوادي النجاء بين مختلف رتبه متقاربة القيمة.

3- تكرر المجاري:

يعتبر تكرر المجاري مقياسا مهما للنسيج الطبوغرافي للحوض ويعد كذلك واحدا من المقاييس التي تظهر الكثافة التصريفية، يتم حساب معامل التكرار النهري من العلاقة النسبية بين عدد المجاري المائية ومساحة الحوض، أي بقسمة العدد الإجمالي للمجاري المائية على مساحة الحوض وذلك طبقا للصيغة الرياضية التالية:

$$F_s = \sum Nu/A$$

حيث أن:

F_s : معامل التكرار النهري

$\sum Nu$: مجموع عدد المجاري للحوض المائي.

A : مساحة الحوض (كلم²).

عموما فمعرفة كثافة التصريف وتكرار المجاري المائية تكتسي أهمية بالغة بالنسبة لكل حوض كيف ما كان، حيث تساهم في معرفة السلوك الهيدرولوجي السائد في المنطقة. وبالتالي تعطينا فكرة عن طبيعة وقوة الجريان، وعن تأثيرها على الظواهر الهيدرولوجية القصوى (الفيضان، الشح) التي يمكن ان تهدد المنطقة، بتظافرها مع عوامل أخرى بشرية قد تساهم بدورها في تسريع هذه الظواهر وتفاقمها.

القيم المرتفعة لتكرارية المجاري تعني إمكانات عالية لتجمع المياه داخل حوض التصريف ومن ثم حدوث جريان سطحي بصورة أكبر، وتتنخفض تكرارية المجاري في الأحواض كبيرة المساحة والعكس للأحواض صغيرة المساحة، والسبب هو أن الأحواض الكبيرة المساحة تكون قد فقدت كميات كبيرة من محتوى موادها الصخرية ذات القابلية الشديدة للتعرية المائية.

قدر التكرار النهري لحوض وادي النجاء بـ: (0.72) وهي نسبة منخفضة، ويرجع هذا الانخفاض إلى العلاقة العكسية بين مساحة الحوض والتكرار النهري، وبما أن مساحته الحوضية كبيرة نسبيا فقد أدى ذلك إلى انخفاض عدد المجاري في وحدة المساحة.

أ- التكرار النهري على مستوى الرتب النهريّة:

بتطبيق قانون معامل التكرار النهري على مستوى الرتب النهريّة لحوض وادي

النجاء كانت النتائج كما يوضحه الجدول رقم (22) التالي:

جدول رقم (22): معامل التكرار النهري على مستوى الرتب النهري

الرتب	عدد المجاري	المساحة كلم ²	التكرار النهري
الرتبة 1	788	1344.08	0.58
الرتبة 2	372	392.89	0.94
الرتبة 3	185	202.65	0.91
الرتبة 4	117	125.85	0.92
الرتبة 5	83	91.71	0.90
الرتبة 6	27	18.76	1.43
المجموع	1573	2175.94	0.72

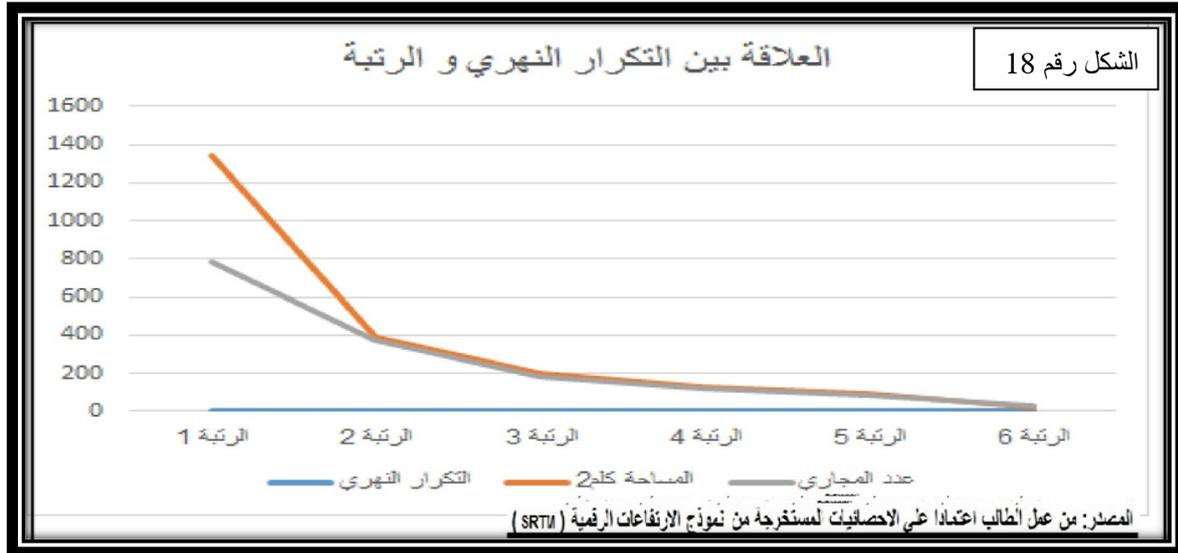
المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

بدراسة قيم معامل التكرار النهري على مستوى أحواض الرتب النهري لحوض وادي النجاء نلاحظ أن النتائج على مستوى كل رتبة متقاربة مع النتيجة العامة للحوض وكلها أقل من (1) عدا معامل الرتبة السادسة.

سجل أضعف معامل على مستوى الرتبة الأولى بـ: (0.58)، في حين الرتب من الثانية إلى الخامسة كانت النتيجة جد متقاربة فهي تتراوح ما بين (0.90) و (0.94)، في حين التكرار النهري للرتبة السادسة تجاوز القيمة واحد وكانت النتيجة هي (1.43). هذه النتائج توحي بأن الوادي يجري فوق تكوينات صخرية غير متجانسة، كما أنه يجري فوق منطقة صدعية مختلفة في درجات الانحدار، ويشير هذا المعدل أن مؤشرات حدوث الفيضانات في الحوض تكون بشكل سريع.

ب- العلاقات الارتباطية بين التكرار النهري والرتبة:

يتضح من دراسة قيم التكرار النهري وعلاقتها بالرتب النهري من حيث المساحة وأعداد الروافد في كل رتبة لحوض وادي النجاء أن أعداد الروافد تتناسب طرديا مع مساحة الأحواض في كل رتبة (أنظر الشكل 18)، هذا ما يجعل معامل التكرار النهري ثابت أي بمعاملات متقاربة في كل الرتب.



4- معدل بقاء المجاري:

يدل معدل بقاء المجاري على النسبة بين الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من مجاري الشبكة، وكلما كبرت قيمة هذا المعدل كلما دل ذلك على اتساع المساحة الحوضية على حساب مجاري شبكتها المحدودة الطول، مما ينتج عنه انخفاض الكثافة التصريفية وكلما انخفضت قيمة معدل بقاء المجاري أشار ذلك إلى تأثر المنطقة بالتراكيب البنيوية وقلة نفاذية التربة والانحدار الشديد والجريان السطحي السريع والعكس صحيح.

اقترحه شوم (Shumm) للدلالة على متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية الواحدة من قنوات شبكة التصريف الصيغة الرياضية التالية:

$$C=1/Dd=A/Lu$$

حيث أن:

C : ثابت بقاء المجاري المائية.

Dd : كثافة التصريف لجاري الحوض المائي.

A : مساحة الحوض المائي.

Lu : مجموع أطوال عدد المجاري لجميع الرتب.

بتطبيق معادلة شوم (Shumm) لثابت بقاء المجاري المائية على حوض وادي النجاء فإن النتيجة تساوي (1.259 كلم²/كلم)، وهذا يعني أن كل واحد كلم من اطوال المجاري تغذيه مساحة تقدر بنحو (1.259 كلم²/كلم)، مما يشير إلى وجود مساحة كبيرة أمام الحوض لامتداد الشبكة النهرية عن طريق الحت، وهي قيمة مرتفعة تشير إلى أن شبكة حوض وادي النجاء لم تكتمل بعد في صورتها النهائية وبالتالي نقل أعداد المجاري المائية في الحوض وهو ما يتفق مع كل من الكثافة التصريفية ونسبة التشعب. يمكن تطبيق قانون شوم (Shumm) لثابت بقاء المجاري المائية على مستوى أحواض الرتب الستة لمنطقة الدراسة فكانت النتيجة ملخصة في الجدول رقم (23) التالي:

جدول رقم(23): معدل بقاء المجاري على مستوى الرتب النهرية

الرتب	طول الروافد (كلم)	مساحة الرتبة(كلم ²)	الكثافة التصريفية	معدل بقاء المجاري
الرتبة 1	890.18	1344.08	0.66	1.51
الرتبة 2	424.19	392.89	1.07	0.93
الرتبة 3	196.34	202.65	0.96	1.04
الرتبة 4	111.46	125.85	0.88	1.13
الرتبة 5	85.71	91.71	0.93	1.07
الرتبة 6	18.81	18.76	1.002	0.99
المجموع	1726.70	2175.94	0.79	1.26

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

يتضح من تطبيق معدل بقاء المجاري على الأحواض الصغيرة للرتب الستة أن هناك تقارب في هذا المعدل في مختلف الرتب والقيمة العامة للحوض فهي تتراوح ما بين (0.93-1.51 كلم²/كلم) وهي أصغر قيمة سجلت في أحوض الرتبة الثانية إلى (1.51 كلم²/كلم) والتي سجلت في حوض الرتبة الأولى. إذا ما تم مقارنة الكثافة التصريفية مع معدل بقاء المجاري المائية نلاحظ أن العلاقة بينهما عكسية أي كلما زادت قيمة الكثافة التصريفية انخفضت قيمة ثابت بقاء المجاري المائية وهكذا.

5- قرينة الالتواء:

تؤثر البنية الجيولوجية للحوض النهري وطبيعة التربة والغطاء النباتي ونظام الجريان في جريان الأنهار والادوية، وعليه فإن الأنهار لا تسير عادة بخطوط مستقيمة، بل أنها تتعطف وتتلقى مشكلة ما يسمى بالأكواع النهرية البدائية والمنتطورة، ويعبر عن إلتواء النهر أو الوادي بقرينة الالتواء، وهي عبارة عن العلاقة القائمة بين طول النهر الحقيقي في منطقة ما والخط المستقيم الذي يمتد من المنبع إلى المصب.

يعد هذا المعامل المورفومتري مهما في الدراسات الجيومورفولوجية حيث يتم من خلاله تقدير المرحلة الحتية التي يمر بها الحوض، فكلما زادت قيمة معامل قرينة الالتواء دل على تقدم المرحلة الحتية، كما يعد مؤشرا جيولوجيا حيث يستدل منه على نوعية وتركيب الصخر في الحوض، ولهذا المعامل دلالات هيدرولوجية مهمة حيث أنه كلما انخفضت قيمته ازدادت احتمالات حدوث الفيضانات بسرعة، أي وصول المياه إلى منطقة المصب في أقل وقت، وبالتالي قلت كميات التبخر والتسرب في الحوض، وقد اقترح مولر (Miller) عام 1968 معادلة لحساب معامل قرينة الالتواء كما يلي:

$$K = L/I$$

حيث أن:

K: قرينة الالتواء.

L: طول النهر الحقيقي مع كل تعرجاته.

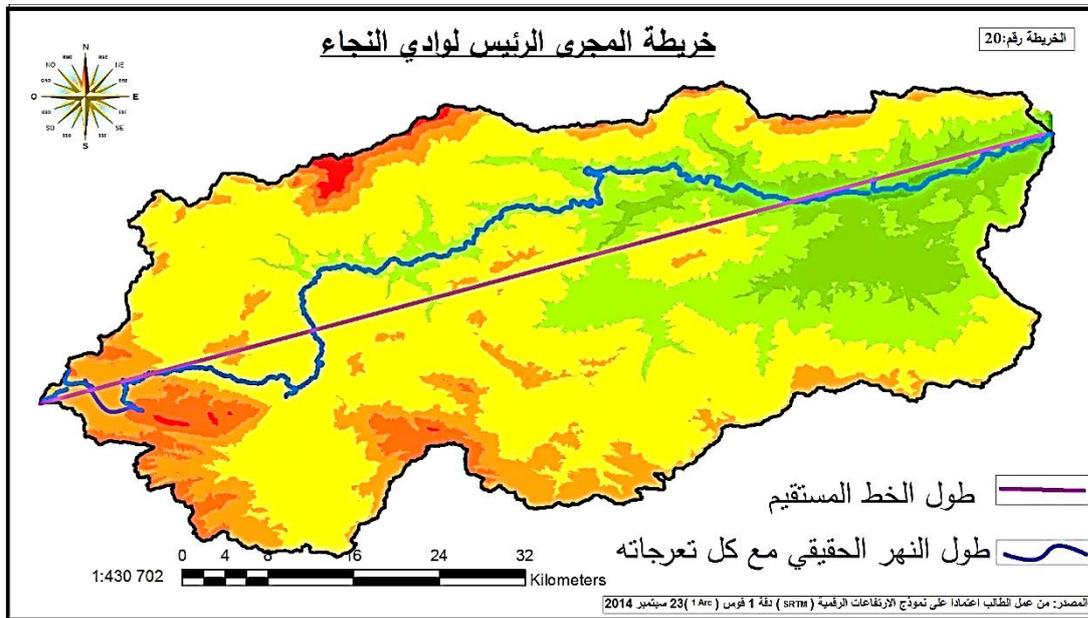
I: طول الخط المستقيم و الذي يمتد من المنبع و حتى المصب.

تتراوح قيمة قرينة الالتواء من (1 إلى 4) وقد صنف شوم (Schumm) الروافد حسب نتيجة معامل قرينة الالتواء كما يوضحه الجدول (24) التالي:

جدول رقم (24): قيمة معامل قرينة الالتواء حسب تصنيف شوم (Schum)

المجرى	مستقيم	انتقالي	منتظم	غير منتظم	متعرج
قرينة الالتواء	1	1.2	1.5	1.7	2.7

من خلال تصنيف شوم (Schumm) يتضح أن أضعف نقطة هي (1) وهي تعني أن طول النهر الحقيقي هو نفسه طول الخط المستقيم الذي يمتد من المنبع وحتى المصب، وهذا يعني أن الوادي الحقيقي أصبح مستقيماً، وكلما اتجهت القيمة نحو (4) وهي أعلى قيمة في هذا التصنيف يزداد تعرج المجرى الرئيسي لمجرى الوادي. تم انجاز خريطة للمجرى الرئيسي لوادي النجاء كما توضحه الخريطة رقم (20) التالية:



بتطبيق قانون معامل قرينة الالتواء على منطقة الدراسة كانت النتيجة هي (1.58)، وحسب تصنيف شوم (Schumm) تدل هذه القيمة على أن مجرى وادي النجاء منتظم وقد ساهم في هذا الوضع العديد من العوامل الطبيعية كالبيئية الجيولوجية لمنطقة الدراسة المتباينة من منطقة إلى أخرى وكذلك التضاريس على طول مجراه، كما يفسر ذلك بأن الحوض ما زال في بداية دورته الحثية.

6- قرينة التفرع:

قرينة التفرع او درجة التفرع يمكن حسابها من خلال قياس طول كل التفرعات الثانوية مضافا اليها طول النهر الأساسي ثم تقسم هذه على طول النهر الرئيسي، وعليه يمكن حساب درجة التفرع كما في المعادلات التالية:

$$K = (L1 + L2 + \dots + LN + I) / L$$

حيث أن:

K : قرينة التفرع

L1 : طول روافد الرتبة الأولى.

L2 : طول روافد الرتبة الثانية.

.

.

L : طول النهر الحقيقي مع كل تعرجاته

I : طول الخط المستقيم و الذي يمتد من المنبع و حتى المصب.

بتطبيق معامل قرينة التفرع على منطقة الدراسة كانت النتيجة هي (14.22)، تدل هذه القيمة هي أيضا على أن وادي النجاء كثير التعرج أي شكل المجرى الرئيسي غير متجانس مع طول خط مستقيم من منبعه الى مصبه.

7- رقم الترشيح:

يعتبر من أحد القياسات المورفومترية التي يتم من خلالها معرفة مدى كثافة الروافد النهرية وشبكة التصريف في الحوض، فهو يعطي فكرة حول مدى تسرب المياه إلى جوف الأرض وما يترتب على ذلك من سرعة وبطء الجريان السطحي للمياه.

يحسب رقم الترشيح وفق المعادلة التالية:

$$IF = F_s * D_d$$

حيث أن:

IF: رقم الترشيح

F_s: تكرارية المجاري

D_d: كثافة التصريف

تدل القيم المرتفعة لرقم الترشيح إلى سرعة الجريان السطحي ووجود تربة أو صخور كثيمة غير نفوذه، بينما تشير القيم المنخفضة إلى بطء الجريان السطحي وتواجد تربة ذات نفاذية عالية، تسمح بنفاذية المياه للخزانات الجوفية، كما توجد علاقة عكسية بين كثافة الشبكة المائية من جهة وطاقة التسرب من جهة أخرى، فعند زيادة نفاذية المياه للطبقات الجوفية تنخفض الكثافة التصريفية للشبكة النهرية، وهذا ما يؤدي إلى تأخر الجريان السطحي.

بتطبيق معامل رقم الترشيح على حوض وادي النجاء كانت النتيجة هي (0.571)، وهي قيمة منخفضة وتتوافق مع قيم الكثافة التصريفية وتكرارية المجاري المائية.

خاتمة الفصل:

تساهم الصور الرادارية (نموذج الارتفاعات الرقمية Dem) بشكل فعال في الدراسات المورفومترية، حيث تم رسم شبكة التصريف بدقة عالية، كما تم القيام بحساب العديد من المعاملات المورفومترية وتحليلها ومنه تحديد الخصائص الهندسية على شكل معطيات رقمية توضح الرتب النهرية وخصائصها، أطوال الروافد والمجرى الرئيسي، مقدار معامل التشعب والكثافة التصريفية وقرينة الالتواء وغيرها من المعاملات المورفومترية التي تبرز الخصائص التفصيلية لمنطقة الدراسة.

الفصل الخامس:

الخصائص المساحية والشكلية للحوض

الفصل الخامس: الخصائص المساحية والشكلية للحوض

مقدمة الفصل:

تعد دراسة الخصائص المساحية والشكلية للأحواض النهرية من أهم العناصر التي تمكن من فهم حقيقي لجيومورفولوجيتها، سواء كانت ذات مساحات صغيرة أو كبيرة، خاصة باستعمال وسائل تكنولوجية حديثة في حساب وقياس الخصائص المورفومترية والهيدروغرافية. في هذه الدراسة تم الاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) المستخلصة من نموذج عالمي رقمي للارتفاعات (SRTM) والتي تعني:

¹ (Shuttle Radar Topography Mission)

ان أشكال الأحواض المائية عادة ما تقارن بأشكال هندسية - الدائرة والمستطيل والمثلث - اعتمادا على نمط الشبكة النهرية وانتشارها والذي تتحكم فيه عدة عوامل منها البنية الجيولوجية والتضاريس والمتغيرات المناخية، ولفهم التطور الجيومورفولوجي لمنطقة الدراسة يجب دراسة شكل الحوض والعمليات التي كونته، إلى جانب معرفة تأثير الشكل على حجم التصريف لتحديد درجات أخطار الفيضانات التي يمكن أن تتعرض لها منطقة الدراسة، و يتم دراسة الشكل العام لحوض الدراسة من خلال حساب الطول والعرض وقياس معاملات الشكل والاستدارة والاستطالة والاندماج والتماسك والتقلطح وغيرها من المعاملات التي تفيد في معرفة التطور الجيومورفولوجي والعمليات التي شكلته، إلى جانب تأثير الشكل على حجم التصريف

¹ - بيانات الرادار (Shuttle Radar Topography Mission): وهو أحد أهم مسوحات الفضاء للأرض التي قام بها قمر صناعي يحمل أنظمة النقاط (SIR-C) Spaceborne Imaging Radar-C وكذلك (x-SAR) X-Band synthetic Aperture Radar حمل على مكوك الفضاء (Endeavour) في 11-02-2000 واستمرت أكثر من 11 يوم التي قامت بها وكالة ناسا (NASA) National Aeronautics and Space ووكالة (NGA) National Geospatial intelligence Agency ووكالة (DLR) Aerospace Center German ووكالة Italian Space Agency (ISA) لإنتاج البيانات الرادارية ذات الطول الموجي 56ملم.

النهري مما يساهم في تحديد درجة مخاطر الفيضانات، كما تساهم في إمكانية قياس معدلات التعرية المائية، ومقدار كمية التصريف الواصلة إلى المجرى الرئيس.

يتم قياس شكل الحوض من خلال مقارنته بالأشكال الهندسية كالدائرة والمربع والمستطيل، وينبغي الإشارة إلى أمر مهم يخص المعادلات المورفومترية قبل تطبيقها، فإذا كانت الغاية من استخدامها تحديد شكل الحوض فإن الملاحظة البصرية كفيلة بذلك وحدها، إلا أن لذلك هدفين متكاملين:

❖ تحديد شكلها بدقة تمكّن من تصنيفها ومقارنتها ببقية الأحواض المشابهة لها بالشكل، وذلك بعد استخدام الملاحظة البصرية في عملية الفرز الأولية.

❖ تقييم مدى صحة المعادلة المحسوبة بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية ومن خلال مقارنة نتيجتها بما تؤكد الملاحظة البصرية والدراسة الميدانية. ومن المقاييس التي تم دراستها:

أولاً: الخصائص المساحية:

1- المساحة العامة للحوض:

تعرف أيضاً بخصائص هندسة الحوض (Géométrie du Bassin)، وتشتمل الخصائص المساحية الخاصة بالقياسات المتعلقة بمساحة الحوض (Bassin)، وأبعاد الحوض كطول الحوض (Longueur du bassin)، العرض (Largeur)، المحيط (Périmètre) والتي تعتبر الخطوة الأولى لاستخراج خصائص الحوض المورفومترية الأخرى.

هناك عدة عوامل تساهم في مجملها في تحديد المساحة الحوضية ومن أهمها الحركات التكتونية ونوع الصخور والظروف المناخية حيث تزداد مساحة الحوض إذا نشطت عامل التعرية المائية ويصاحبها ضعف في مقاومة الصخور، ومن المعروف انه كلما زادت مساحة الحوض زادت كمية ما يستقبله من أمطار أو أي شكل آخر من أشكال التساقط مما يترتب

عليه زيادة احتمال ارتفاع الفيضانات وذلك في حالة تساوي المتغيرات المختلفة مثل نوع الصخر ونظامه والتضرس وشكل شبكة التصريف¹.

يقصد بمساحة الحوض كامل المساحة التي تقع داخل حيز خط تقسيم المياه وتمثل الأهمية الجيومورفولوجية لهذا المتغير إلى تأثيره المباشر على حجم التصريف المائي بحمولته ومائه داخل الحوض. أما على المستوى الجغرافي فإن للمساحة دلالة مهمة على الوضع المحلي لمنطقة الدراسة بالنسبة إلى محيطها الإقليمي ومدى تأثيرها فيه وتأثرها به، هذا فضلا على استعمال هذا المؤشر في حساب العديد من المتغيرات المورفومترية داخل الحوض.

تتأثر مساحة الأحواض بالظروف الجيولوجية والمناخية والمرحلة العمرية التي يمر بها الحوض من دورته الحثية، كما يؤثر نمو شبكة المجاري المائية ونمط توزيعها في شكل الحوض بشكل مباشر، بحيث تزداد المساحة مع تقدم المراحل والدالات ونموها من جهة، وتراجع الحافات الجبلية التي تمثل خطوط تقسيم المياه الأحواض من جهة أخرى، كما تنقص المساحة أو تزيد نتيجة الأسر النهر، وقد أكد كل من (Ritter & Kochel & Miller, 1995, p 160) أن هناك حالة من التنافس تنشأ بين المجاري الأولية على المسافات والمساحات الفاصلة بين الأحواض في مناطق الصراع الهيدرولوجي - المتمثلة في مناطق تقسيم المياه - مما يغير من أبعاد الأحواض مع الحفاظ على العلاقة الكمية الأصلية فيها، وعلى العموم تكون العلاقة طردية بين مساحة الأحواض الصغيرة و حجم التصريف، وقد خرجت دراسة سنة 1963 لشوم (Schumm) التي أجراها على عدة أحواض جبلية صغيرة المساحة غربي الولايات المتحدة الأمريكية، بنتائج تتوافق مع القاعدة السابقة حيث أبدت شبكات المجاري المائية في الأحواض صغيرة المساحة فعالية عالية في نقل الماء والرسوبية وتصريفها وذلك لشدة انحدار سطحها وارتفاع تضاريسها، مما قلل في الوقت ذاته من معدلات تسرب مياهها وبخرها، وهي الحالة التي توافقت مساحة الحوض الجزئي وادي النجاء الذي قدرت مساحته بـ:

¹ باترك مكولا: الافكار الحديثة في الجيومورفولوجيا، ترجمة : توفيق الخشاب وعبد العزيز الحديشي، مطبعة جامعة بغداد، 1986، ص 27.

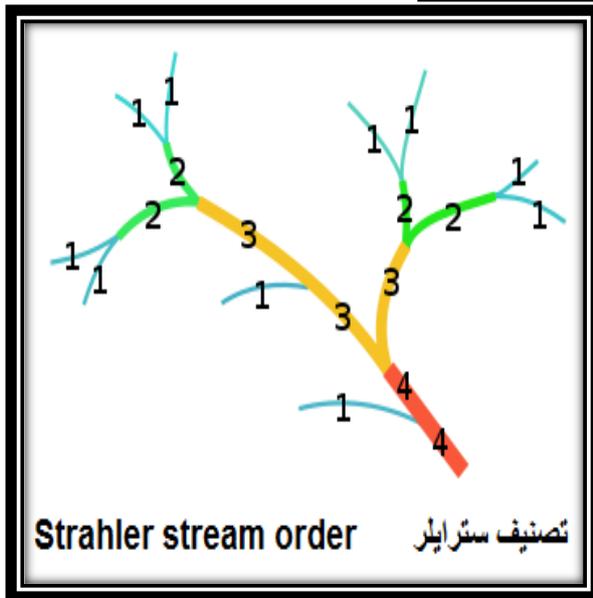
مساحة الحوض: 2178 كلم²

وهي تمثل (24.71%) من المساحة العامة للحوض كبير - رمال الذي تقدر مساحته بـ: (8811 كلم²)، وقد تم حساب المساحات بواسطة برنامج (Arc Gis) من خلال مجموعة من الأدوات التي تتوفر عليها في وظيفة (Spatial Analyst tool-Hydrology) والتي تسمح بالتعامل مع بيانات مختلفة بتنظيمها وترتيبها وتحليلها.

أ- مساحة الأحواض الجزئية على مستوى الرتب:

تم تقسيم مساحة الحوض إلى أحواض جزئية صغيرة تختلف فيما بينها من حيث المساحة والشكل، وقد تم استخراج هذه المساحات الجزئية أليا بواسطة تطبيق (Arc Hydro) في برنامج (Arc Gis). وكانت العملية بعد تحديد الرتب النهريّة، مع العلم أن هناك العديد من التصنيفات التي يتم من خلالها تصنيف الأودية والأنهار¹. تهدف كل تلك المحاولات إلى تصنيف الوديان النهريّة تبعا لبدء تسلسلها في تكوين المجرى النهري. ولا تهدف عملية ترتيب المجاري النهريّة إلى هذا فقط بل يمكن لها أن تعطي دليلا تقريبا عن كمية الجريان الذي يمكن أن يكون في شبكة نهريّة معينة حيث كلما زادت مرتبة النهر فإن من المتوقع أن تكون كمية المياه فيه كبيرة بسبب الروافد التي تغذيه.

الشكل رقم 19



تم الاعتماد في هذا العنصر من الدراسة على تصنيف سترابيلر (Strahler Stream Order) في تحديد الرتب النهريّة والتي تعتمد على أن المجاري التي لا تصب فيها أي مجرى مائي فهي مجاري الرتبة الأولى، وعند التقاء مجاري الرتبة الأولى تسمى بمجاري الرتبة الثانية، والثانية مع الثانية تسمى الثالثة وهكذا إلى آخر رتبة. (أنظر الشكل 19).

¹ - هناك العديد من عمليات تصنيف الأنهار تبعا لمراتبها، من بينها محاولة هورتن (Horton) في سنة 1945، ومحاولة سترالر عام 1952 وشريف (Shreve) سنة 1957 وشايدكر (Scheidegger) سنة 1965.

تمت العملية آلياً عن طريق برنامج (Arc Gis)، بواسطة تطبيق (Arc Hydro)، حيث يستطيع تحديد المساحة الجزئية التي تجري عليها كل رتبة، إضافة إلى أنه يحدد لنا خصائص الحوض الجزئي لكل رتبة نهريّة من حيث المساحة والمحيط وأعلى نقطة وأدنى نقطة داخل كل حوض صغير. وقد تمت العملية بعد تحديد نقاط تلاقي هذه الروافد التي تعتبر بمثابة نقطة المصب لكل رافد باستخدام طبقة النقاط (Drainage Point)، ومن تم تحديد الأحواض الجزئية حسب كل رتبة نهريّة، وقد قدر عدد الأحواض الجزئية بـ: (1573) حوض موزعة على ستة (6) رتب نهريّة حسب تصنيف سترايلر (Strahler)، وقد تم حساب مساحة ومحيط حسب كل رتبة بالنسبة للحوض الجزئي لوادي النجاء كما هو موضح في الجدول رقم (25).

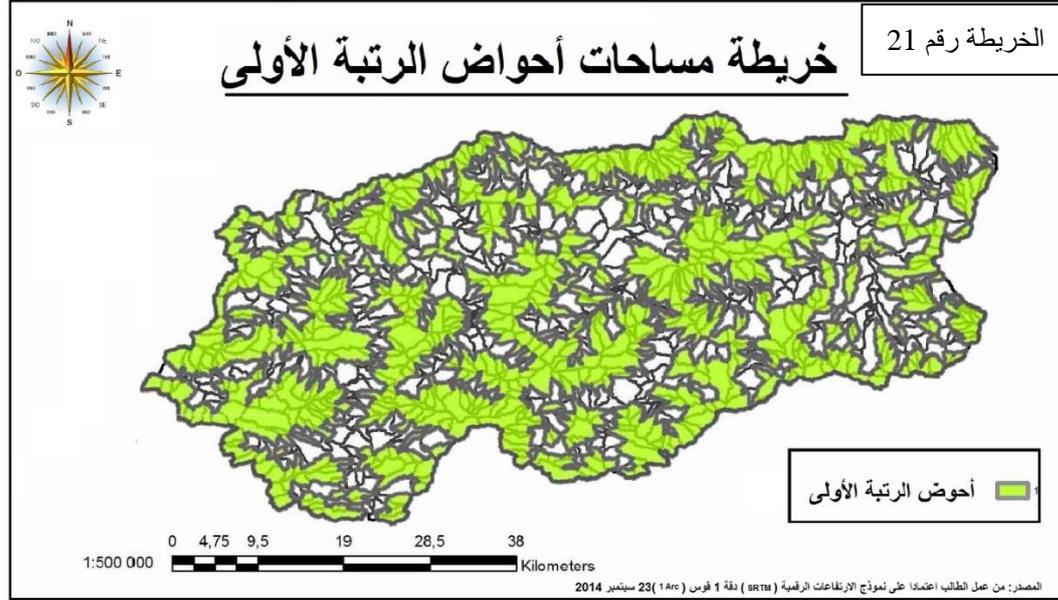
الجدول رقم (25): مساحة الأحواض الجزئية

الرتب	عدد الأحواض الجزئية	نسبتها %	مجموع المساحة (كلم ²)	مجموع المحيط (كلم)
الرتبة 1	789	61.770	1344.08	2654.55
الرتبة 2	372	18,056	392,89	1667,6111
الرتبة 3	185	9,313	202,65	795,8333
الرتبة 4	117	5,784	125,85	480
الرتبة 5	83	4,215	91,71	317,6111
الرتبة 6	27	0,862	18,76	91,4444
المجموع	1573	100	2178	-

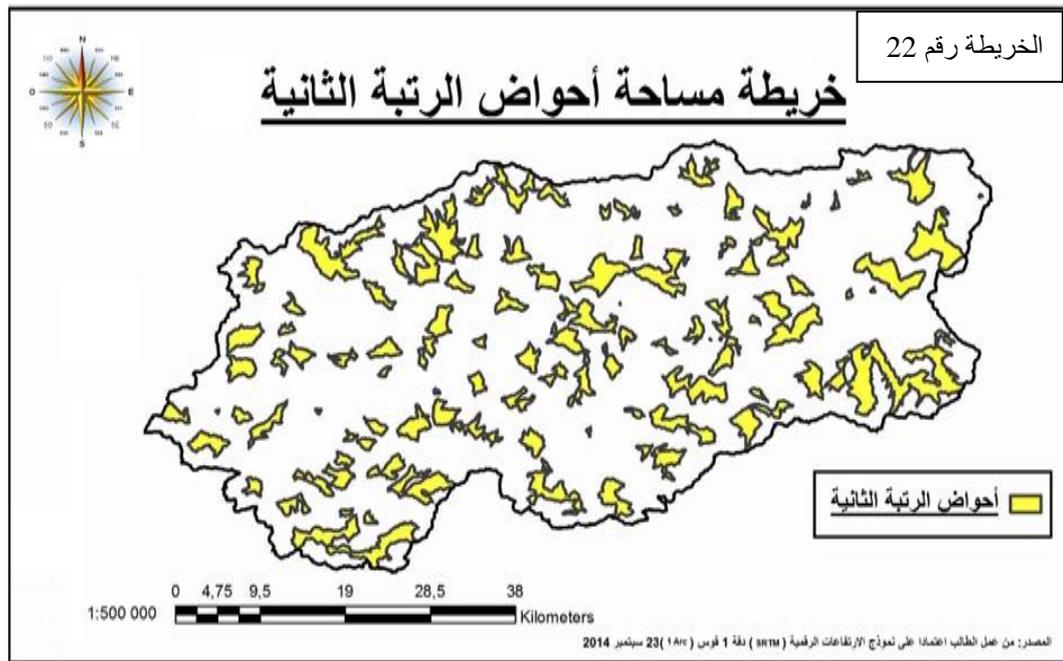
المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

أ-1-مساحة أحواض الرتبة الأولى: تشكل أحواض الرتبة الأولى أعلى نسبة من حيث المساحة المشغولة في الحوض الجزئي لوادي النجاء حيث قدرت مجموع المساحة لأحواض الرتبة الأولى بـ: (1344.08 كلم²)، أي بحوالي (61.77%) من مساحة الحوض الكلية، ويعود ذلك إلى كثرة الروافد ذات الرتبة الأولى حيث قدر عددها بـ: (789) رافد، وعند ملاحظة خريطة مساحات الأحواض الجزئية لهذه الرتبة (أنظر

الخريطة رقم: 21) نلاحظ انتشارها على طول خط تقسيم المياه، إضافة إلى انتشارها داخل الحوض بشكل معتبر وهذا يؤكد على تضرس الحوض بشكل كبير ووجود كتل جبلية مرتفعة في الحوض تحتوي على روافد ذات الرتبة الأولى.

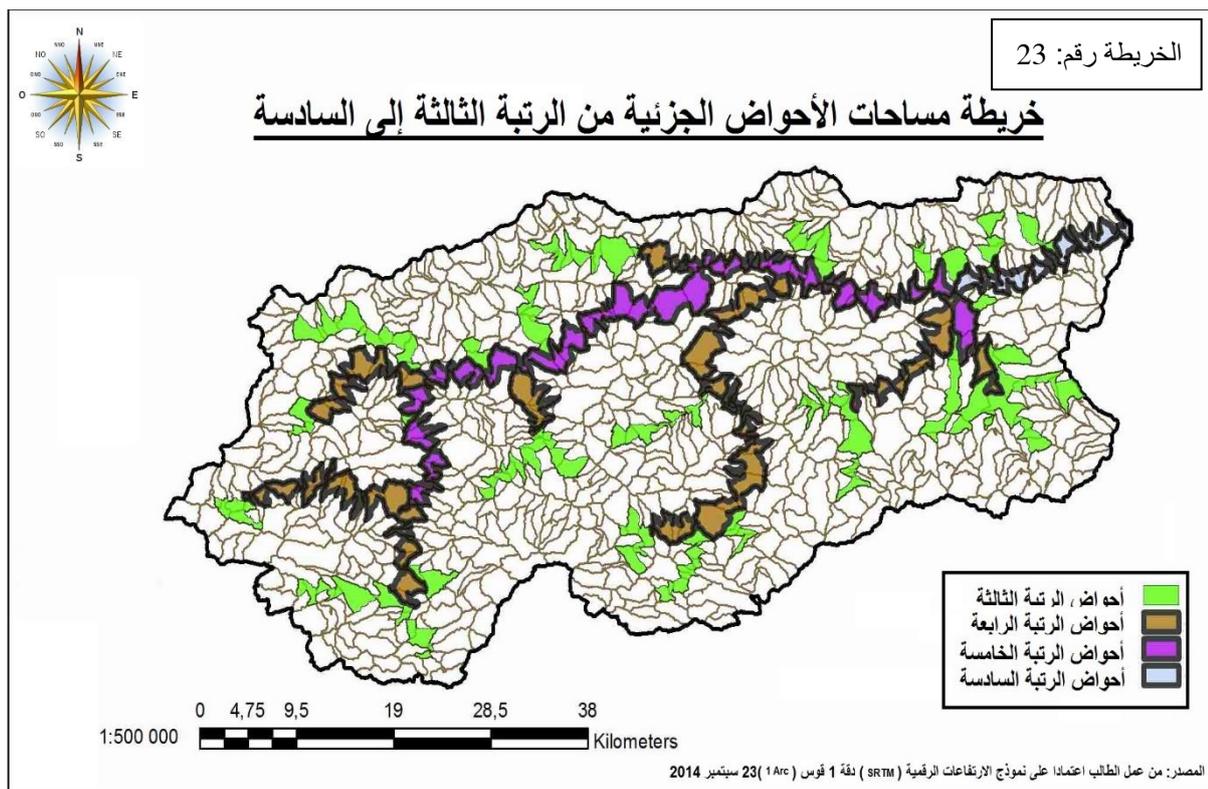


أ-2-مساحة أحواض الرتبة الثانية: تأتي مساحة أحواض الرتبة الثانية من حيث المساحة المشغولة في الحوض الجزئي لوادي النجاء في الرتبة الثانية، حيث قدر مجموع مساحة أحواض الرتبة الثانية بـ: (392,89 كلم²)، أي بحوالي (18.05%) من مساحة الحوض الكلية، أنظر الخريطة رقم (22)



أ-3- مساحة أحواض من الرتبة الثالثة إلى الرتبة السادسة:

تشكل مساحة أحواض باقي الرتب أي من الرتبة الثالثة إلى الرتبة السادسة أقل نسبة من حيث المساحة المشغولة في الحوض الجزئي لوادي النجاء حيث قدرت مجموع المساحة لأحواض الرتبة من الثالثة إلى السادسة بـ: (438.97 كلم²)، أي بحوالي (20.16%) من مساحة الحوض الكلية، و بعدد روافد قدر بـ: (412)، وعند ملاحظة خريطة مساحات الأحواض الجزئية لهذه الرتب نلاحظ انتشارها على طول المجرى الرئيسي لوادي النجاء كبير، (أنظر الخريطة رقم:23).



ب- ترتيب الأحواض الجزئية حسب المساحة:

تم تقسيم منطقة الدراسة من حيث المساحة إلى أحواض الجزئية صغيرة (Sous Bassin)، باستعمال أداة (Arc hydro) في برنامج (Arc Gis) إلى أربع فئات¹ وهي:

¹ - مع العلم أنه عند العمل على أداة (Arc Hydro) في إحدى المراحل ستظهر نافذة تمكن من اختيار درجة التحسس، وقد تم اختيار القيمة 1000. بتغيير هذه القيمة إلى قيم أصغر فهذا يعني شبكة مائية كثيفة ودرجة تحسس عالية، بينما القيم الأكبر تعني درجة تحسس أقل وشبكة مائية أقل وأحواض أقل أي مساحات أكبر.

- ❖ أحواض ذات مساحة أقل من (1 كلم²) قدر عددها ب: (684) وتشكل (43.48%) من الأحواض هذه الرتبة.
- ❖ أحواض ذات مساحة تتراوح ما بين (1 إلى 3 كلم²) قدر عددها ب: (752) وتشكل (47.80%) من إجمالي أحواض هذه الرتبة.
- ❖ أحواض ذات مساحة تتراوح ما بين (3 كلم² إلى 6 كلم²) قدر عددها ب: (125) وتشكل (7.9%) من إجمالي أحواض هذه الرتبة.
- ❖ أحواض ذات مساحة أكبر من (6 كلم²) قدر عددها ب: (12) وتشكل (0.76%) من الأحواض هذه الرتبة.

يتضح من خلال خريطة توزيع مساحات الأحواض الجزئية لمنطقة الدراسة وجدول لفئات مساحات الأحواض الجزئية رقم (26) أن الفئة المنتشرة بشكل كبير هي الأحواض الأقل من (3 كلم²) حيث تتجاوز (90%) أي غالبية الحوض. كثرة الأحواض الجزئية يدل على عدم الاستقرار ونشاط حتى تضرس المنطقة.

جدول رقم (26): فئات مساحات الأحواض الجزئية لمنطقة الدراسة

الفئة	عدد الأحواض	مج مساحة الاحواض كلم ²	متوسط المساحة كلم ²	نسبة الأحواض
أقل من 1 كلم ²	684	356.97	0.52	43.48
من 1 إلى 3 كلم ²	752	1247	1.65	47.80
من 3 إلى 6 كلم ²	125	489.33	3.91	7.90
أكبر من 6 كلم ²	12	81.83	6.81	0.76
المجموع	1573	2175.13	-	100

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

2- أبعاد حوض التصريف:

تعد دراسة أبعاد الحوض من الدراسات المورفومترية التي تمكن من تحديد أغلب الخصائص الكمية لأحواض التصريف، فكل حوض له ما يميزه عن الآخر، كما تفيد دراسة ابعاد الحوض في معرفة مدى شدة الفيضانات من خلال معرفة مدى طول وعرض الحوض.

أ- طول الحوض:

يقصد بطول الحوض طول مسافة الخط المستقيم الذي يرسم بين المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض، وهو يمثل أحد المتغيرات المورفومترية الهامة التي ترتبط بالعديد من الخصائص الأخرى بحوض التصريف، ويؤدي طول الحوض دورا هاما في عملية الجريان السطحي، حيث يتحكم بمدة تصريف الحوض لمياهه وحمولته الرسوبية، كما تتناسب معدلات التسرب والتبخر مع طول الحوض تناسباً طردياً، وذلك لتباطؤ سرعة المياه الجارية باتجاه نحو مخرج الحوض، بسبب قلة انحدار السطح واتساع القنوات والمجاري المائية. يوجد العديد من الطرق لقياس طول الحوض ومن أشهرها طريقة جريجوري ووالنج (Gregory & Walling, 1973)، حيث تتلخص في قياس الخط الواصل بين المصب وأقصى نقطة تقع على محيط الحوض. أما شوم (Schumm) عبر عنها بخط يمتد بين نقطة مصب النهر حتى أعلى نقطة في منطقة تقسيم المياه باتجاه المنابع، أما ماكسويل (Maxwell 1960) من خلال قياس طول الحوض بمد خط طولي مواز للقناة النهرية من المصب إلى المنبع، وحدد سميث (Smith 1941) طول الحوض هو أطول خط في الحوض أو أطول خط يمر بنقطة المصب أو هو الخط الذي يصل بين المصب وأبعد نقطة في الحوض، أما تشورلي (Chorley 1969) قياس أقصى طول بين نقطة المصب وأبعد نقطة على محيط الحوض.

إن لقياس معامل طول حوض منطقة الدراسة تم الاعتماد على طريقة شوم 1956 (Schumm, 1956)، عن طريق رسم خط مواز للمجرى الرئيسي من المصب إلى أبعد نقطة لحدود حوض التصريف باستخدام برنامج (Arc Gis) فكانت النتيجة هي:

طول الحوض = 107.297 كلم

ب- عرض الحوض:

من المعروف أن الأودية التي تتميز بشكلها الطولي أي الطول أكثر من العرض وهي الخاصة التي تميز منطقة الدراسة يختلف توقيت وصول المياه إلى المجرى الرئيسي وبالتالي يستمر الجريان لمدة أطول مع انخفاض قيمة الفيضان نتيجة لتركز المياه وعدم تشتتها.

يمكن حساب عرض الحوض بعدة طرق نذكر منها:

- ❖ رسم عدة خطوط متوازية من المصب إلى المنبع، وحساب متوسط مجموع أطوالها، الذي يمثل اتساع الحوض.
- ❖ حساب أقصى اتساع، ويتمثل بأبعد نقطتين متقابلتين عن محور الحوض.
- ❖ قسمة المساحة على الطول.

تم حساب عرض الحوض وفق الطريقة الثالثة وهي كما يلي:

$$\text{متوسط عرض الحوض} = \text{مساحة الحوض} / \text{طول الحوض}^2$$

وقد كانت النتيجة هي:

$$\text{متوسط عرض الحوض} = 20.30 \text{ كلم}$$

ومن دلالات تباين نسبة العرض إلى الطول نذكر:

- ❖ يرتبط تزايد عرض الحوض بمدى تقدم الحت الجانبي بسبب اختلاف الانحدار ونوع الصخر وان الجريان المائي الذي يمتاز بمنحدرات سحيقة وتكويناتها من صخور ضعيفة وذات تساقط عالي عندها توفر له القدرة على الحت التراجعي نحو مناطق تقسيم المياه الجانبية مما يزيد من عرض الحوض .
- ❖ تنشط عملية الحت التراجعي في الأودية الجانبية عندما تكون تكويناتها الصخرية ضعيفة أي إحداث زيادة في الطول والعكس في الصخور الصلبة ذات الطول القصير.

❖ قد تساهم الحركات التكتونية في تفاوت أطوال الجريانات المائية الجانبية مما ينعكس في تباين اتساع الحوض بشكل عام وزيادة العرض بشكل خاص.

أ- محيط الحوض:

ويقصد به طول خط تقسيم المياه المحيط بالحوض أي المنطقة المرتفعة أو الجبلية التي تنصرف على جوانبها في اتجاهين مختلفين أو أكثر، وهو بالضرورة أعلى نقاط الارتفاع عما يجاورها من ارتفاعات، ويتأثر محيط الحوض بشكل مباشر بتطور المجاري المائية من الرتبة الأولى ونموها، وعمليات الأسر النهري، ونشوء المجاري الموسمية عقب كل عاصفة مطيرة، كما يتأثر بتراجع المنحدرات التي تمثل قممها وجروفها خطوط تقسيم مياه الأحواض، وكذلك بتوزيع الصدوع وامتدادها، وينعكس تكرار المجاري المائية الأولية بشكل واضح على زيادة تعرج المحيطات، ومن ثم زيادة أطوالها وخصوصاً في القطاعات العليا من الأحواض. تم قياس محيط الحوض الجزئي لوادي النجاء بطريقة آلية انطلاقاً من مرئية فضائية من نوع نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بواسطة برنامج (Arc Gis).

محيط الحوض: 351.77 كلم.

الجدول رقم (27) التالي يلخص الخصائص المساحية لحوض وادي النجاء المستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بواسطة برنامج (Arc Gis).

جدول رقم (27): الخصائص المساحية لحوض وادي النجاء.

حوض وادي النجاء	مساحة الحوض	عرض الحوض	محيط الحوض	طول الحوض	أعلى نقطة	أدنى نقطة
	2174 كلم ²	20.30 كلم	351.77 كلم	107.297 كلم	1682م	114م

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على الإحصائيات مستخرجة من مرئية Dem

ثانياً: الخصائص الشكلية لحوض التصريف:

يعد شكل الحوض من الخصائص المورفومترية الرئيسة لأحواض التصريف، وتفيد دراسته في معرفة التطور الجيومورفولوجي الذي شكل صورته الحالية. كما تمكن من حساب وقياس معدلات التعرية إلى جانب معرفة تأثير الشكل الحوضي لتصريف النهري على الجريان السطحي من حيث الشكل. تتخذ أحواض التصريف المائي أشكالاً تعكس طبيعة العلاقة بين نظامين يؤثران في بعضهما وهما:

❖ النظام الجيومورفولوجي ويضم المجاري المائية، والسهول الفيضية، والسفوح، والدلتاوات...

❖ النظام الهيدرولوجي ويشمل كمية الماء الجاري والحمولة ومن تم النقل والترسيب.

توصف أحواض التصريف المائي بناء على طبيعة هذه العلاقات بالنظم المفتوحة التي تنشط فيها عمليات معقدة متكيفة ذاتياً بين المادة والطاقة، وهي متداعية وفق سلسلة من التغيرات المتتالية، التي تحفظ لها توازنها ضمن إطار حركي (ديناميكي)، من فعل ورد فعل بين الضوابط الثلاثة المنظمة والمحددة لسمات الإقليم الجيومورفولوجي وهي: العوامل (Factor)، والعمليات (Processus)، وما ينتج عنها من أشكال تضاريس السطح ومن ثم فإنه من البديهي القول إن أشكال أحواض التصريف المائي مختلفة مكانياً، ومتغيرة زمنياً.

يتفق الباحثون على أن الخصائص الشكلية ترتبط ارتباطاً مباشراً بالبنية الجيولوجية ونوع الصخر والمناخ والزمن، حيث يتأثر شكل الحوض بالأنماط الصخرية السائدة التي تؤثر بدورها في العمليات التي تتم بالحوض لتشكله كما تؤثر على نظام التصريف، كما أنه يمكن الاعتماد على الملاحظة البصرية في فرز الأحواض إلى مجموعات شكلية كل حسب قربه من الشكل المستطيل أو المستدير أو المثلثي أو البيضوي. ولكن يجب استخدام المعادلات المورفومترية في تحديد أشكال الأحواض المائية لأنها تتيح الفرصة أمام الباحث لإجراء مقارنة دقيقة بين أشكال الأحواض المائية وترتيبها بل وتصنيفها وفق دلائل كمية مؤكدة ضمن كل مجموعة

شكلية، كما أنه يمكن الاستغناء عن حساب كل المعادلات المورفومترية الخاصة بالحوض لتحديد أشكال الأحواض المائية فيكتفي الباحث باستخدام المعادلة التي تتوافق مع ملاحظته البصرية. ولمعرفة الخصائص الشكلية للحوض الجزئي لوادي النجاء تم حساب المعاملات المورفومترية الآتية:

1- معامل الشكل (Form Factor):

أ- تطبيق معامل الشكل على الحوض:

يبرز معامل الشكل العلاقة بين المساحة الحوضية وطول الحوض، ويعطى فكرة عن مدى تجانس أبعاد الحوض، أشار هورتن (Horton, 1932) إلى أن قيم معامل شكل الحوض دائماً ما تكون أدنى من (0.754) خاصة في الأحواض المستديرة، فيما القيم المنخفضة تعبر عن استطالة الحوض، أما القيم المرتفعة لمعامل الشكل فتدل على سرعة تدفق المياه والوصول لمرحلة الذروة في الجريان، عكس الأحواض المستطيلة التي تحتاج إلى مدة أطول في الجريان، وبذلك تتراوح قيمة معامل الشكل ما بين الصفر لخط المستقيم (0.754) وللدائرة كاملة الاستدارة. فيما ذكر حسن سلامة رمضان (2010) أن هذا المعامل يصف مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنابع وحتى بيئة المصب، فمع ثبات طول الحوض فإن عرضه يخضع لعدة أشكال منها المستطيل إذا كان طوله أكبر من عرضه أو الشكل المربع إذا تساوى كل من طوله وعرضه، وأرجع التباين لمعامل الشكل لكل من مدى تقدم الحت الجانبي ونوع الصخر وطبيعة المناخ.

يمكن حساب معامل الشكل من خلال قسمة مساحة الحوض على مربع طول الحوض، وبديل انخفاض قيمة ناتج القسمة على صغر مساحة الحوض بالنسبة لطولها مما يجعل الحوض يقترب من الشكل المثلث ويعبر عن هذا المعامل بالمعادلة التالية:

$$F \equiv A/L^2$$

=A مساحة الحوض.

L = الخط المستقيم الممتد من نقطة المصب حتى أبعد نقطة على منطقة تقسيم المياه.

$$\text{معامل الشكل} = 0.189$$

بلغت قيمة معامل شكل الحوض الجزئي لوادي النجاء (0.189)، تدل القيم المنخفضة على صغر مساحة الحوض مقابل زيادة طوله، كما تدل على اقتراب شكل الحوض من الشكل المثلث. وإن اقترابه من الشكل المثلث يؤثر على نظام التصريف، فعندما تشكل منطقة المنابع رأس المثلث ومنطقة المصب قاعدته فإن التصريف المائي يزيد بعد سقوط الأمطار مباشرة مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب المياه بشكل سريع وذلك لقرب الجداول والمسيلات من المصب الرئيسي (K.J, Gregory, 1973).

وتشير هذه القيمة المتدنية أيضا إلى تغير عرض الحوض من منطقة لأخرى نظرا لاختلاف الظروف البنيوية والليثولوجية على طول امتداد الحوض، واختلاف فاعلية عمليات التعرية والتجوية. الملاحظة البصرية لا تؤكد كل النتائج وإنما بعضها فقط، فالشكل العام للحوض الجزئي لوادي النجاء لا يقترب من المثلث، بل يظهر وكأنه مستطيل وسيتضح ذلك من خلال حساب معاملات أخرى.

ب- تطبيق معامل الشكل مستوى الأحواض الصغيرة:

يتم حساب معادلة (معامل الشكل) من خلال العلاقة بين مساحة الحوض المائي المحسوبة (كلم²) وبين مربع أقصى طول الحوض والمحسوب (كلم) في برنامج (Arc Gis) لنظم المعلومات الجغرافية وذلك حسب الصيغة التالية:

$$\text{Form Factor} = [\text{Basin_Area_km}^2] / [\text{Basin- Length - km}]^2$$

حيث أن:

Form Factor: معامل الشكل

Basin_Area: مساحة الحوض

Basin- Length: الخط المستقيم الممتد من نقطة المصب حتى أبعد نقطة

على منطقة تقسيم المياه.

مع العلم أن قيم مساحة الأحواض الجزئية (Basin_Area) والخط المستقيم الممتد حتى أبعد نقطة على منطقة تقسيم المياه (Basin- Length) تم استخراجها من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بواسطة أداة (Arc Hydro) في برنامج (Arc Gis). وكانت النتائج كما هي في الجدول رقم (28) التالي:

جدول رقم (28): يوضح معامل الشكل على مستوى الأحواض الصغيرة

معامل الشكل	متوسط المساحة كلم ²	متوسط طول الحوض كلم	عدد الأحواض	الفئة
0.026	0.52	4.39	684	أقل من 1 كلم ²
0.023	1.65	8.31	752	من 1 إلى 3 كلم ²
0.022	3.91	13.06	125	من 3 إلى 6 كلم ²
0.025	6.81	16.29	12	أكبر من 6 كلم ²
0.189	معامل شكل الحوض		1573	المجموع

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على الاحصائيات مستخرجة من مرئية Dem

2- معامل الاستدارة (Basin Circularity):

عند حساب معامل استدارة الحوض فهو يساعدنا في وصف مدى اقتراب خطوط تقسيم المياه والتي تمثل محيط الحوض من محيط دائرة منتظمة بنفس الطول، ومحيط الدائرة يمثل أقصى حالات الشكل الدائري، وتبلغ في هذه الحالة أقصى مساحة لها، أي مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل الدائري، ففي حالة ارتفاع نسبة الاستدارة واقترابها من الواحد

يشير ذلك إلى اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري وانتظام خط تقسيم المياه وسيادة عمليات النحت الجانبي والتراجعي، ويعكس بذلك تقدم الدورة التحاتية للحوض وترتفع نسبة الاستدارة في الصخور الضعيفة لارتفاع معدلات الهدم فيها، وتشير إلى كبر المساحة الحوضية وقصر أطوال المجاري المائية ويعني ذلك تزايد انحدار الشبكة المائية بصورة عامة وارتفاع تصريفها المائي وذلك بالمقارنة مع الأحواض المائية عالية الاستطالة، وتتميز الأحواض المستديرة بارتفاع كميات أمطارها المساحية وكذلك ارتفاع معدلات كل من التبخر والتسرب المائي، وتساهم بكميات عالية من الناتج الرسوبي ويصل فيها الجريان المائي إلى قمته أو في حالة الفيضان خلال وقت قصير إثر حدوث قمة الأمطار وذلك على عكس الأحواض المستطيلة. أما في حالة تناقص نسبة الاستدارة والتي تقترب من الصفر فهذا يعني تعرج وعدم انتظام خط تقسيم المياه وإن المساحة الحوضية في أصغرها وعدم تساوي عمليات الحت والتعرية وأن الدورة الحثية ما زالت تقوم بدورها أي ابتعاد الحوض عن الشكل المستدير. ويمكن الحصول على نسبة الاستدارة من خلال القانون مولر لسنة 1953 (Miller 1953) حيث وضع معادلة معامل الاستدارة للتعبير عن مدى اقتراب شكل الحوض من شكل الدائرة، وذلك باستخدام متغيري المساحة والمحيط، على النحو التالي:

$$R = A / R_c$$

R : معامل الاستدارة.

A : مساحة الحوض (كلم²)

R_c : مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض، ويحسب وفق المعادلة التالية:

$$R_c = P^2 / 4 \pi A$$

حيث P : نصف قطر الدائرة

A : مساحة الدائرة (كلم²)

بما أنه لدينا محيط الدائرة معلوم فهو نفسه محيط الحوض، إذا نحسب نصف قطر الدائرة، ثم نحسب مساحتها.
 نصف قطر الدائرة يساوي 40.95 كلم.
 مساحة الدائرة (Rc) تساوي 5265.47 كلم²

معامل الاستدارة = 0.41

كلما اقترب معامل الاستدارة من الواحد اقترب شكل الحوض من الدائرة، وكلما ابتعد عن الواحد أخذ الحوض شكل غير منتظم الأبعاد مع تعرج خطوط تقسيم المياه التي تحده، فيؤثر ذلك بطريقة مباشرة على طول المجاري المائية خاصة تلك التي تقع في الرتبة الأولى والثانية.

بتطبيق هذه المعادلة على منطقة الدراسة كانت نتيجة معامل الاستدارة في الحوض الجزئي لوادي النجاء (0.41) وهذا يدل على ابتعاد شكل الحوض من الشكل الدائري، ويقترب من الشكل المستطيل، أي أن خطوط تقسيم المياه تمتد بشكل غير منتظم وتتمر بتعرجات كثيرة وإن الحوض مازال يقوم بدورته الحثية ذلك نتيجة لعدة عوامل منها طبيعة المناخ السائد في الحوض وطريقة التصريف النهري والتركيب الجيولوجي والليثولوجي للمنطقة.

3- معامل الاستطالة (Basin Elongation):

أ- تطبيق معامل الاستطالة على الحوض:

استخدمت معادلة الاستطالة في الدراسات الجيومورفولوجية من قبل شوم (Schumm1956) بعد أن كانت متداولة في علم البترولوجيا تحت مسمى (Wadellsphericity Ratio) لتحديد مدى اقتراب شكل الحبيبات الرسوبية من الشكل المكور، وقد عد شوم (Schumm) أن النتائج الخاصة باقتراب شكل الحبيبة

من التكرور، يمكن الاستفادة منها بتطبيقها على أحواض التصريف، وذلك باستبدال البيانات الخاصة بالحبيبة الرسوبية، ببيانات الحوض النهري.

وقد اقترح شوم 1956 (Schumm1956) هذا المعامل لوصف امتداد مساحة حوض التصريف بمقارنتها بالشكل المستطيل، فعند تقارب قيم معدل الاستطالة من الصفر يعني أن شكل الحوض يقترب من الشكل المستطيل، وتشير القيم المرتفعة لمعدل الاستطالة والتي تقترب من الواحد الصحيح إلى أن شكل الحوض يقترب من الشكل الدائري، أي تتخفض هذه النسبة في الأحواض الطويلة بينما ترتفع في الأحواض التي يختلف عرضها مع امتدادها والتي تزيد من عرضها باتجاه مساواته مع طول الحوض، ويشير انخفاض نسبة الاستطالة إلى مرور الحوض في بداية دورة التعرية بمرحلة الشباب حيث يبدأ الحوض بحفر مجاريه وزيادة أطوالها عن طريق الحت التراجعي ولا يمارس الحت الجانبي الذي ينتهي بزيادة عرض الحوض إلا في مرحلة متأخرة وبعد وصول الحت التراجعي إلى مراحل حرجة ومتقدمة، وكذلك تدل النسبة المنخفضة للاستطالة على صلابة صخور الحوض لمقاومته الشديدة لعمليات الحت مما يؤخر في الانتقال من الحت الرأسي التراجعي إلى الحت الجانبي وقلة الناتج المائي والناتج الرسوبي وتأخر وصول الفيضان بسبب طول المسافة وتناقص التصريف المائي بسبب التبخر والتسرب. ويتم حساب معامل استطالة الحوض من خلال المعادلة التالية:

$$\frac{2 \cdot \sqrt{A \div B}}{L} = \text{استطالة الحوض}$$

حيث أن:

A : مساحة الحوض.

L : المسافة بين المصب و أبعد نقطة على محيط الحوض.

$$0.489 = \text{استطالة الحوض}$$

النتيجة تؤكد أن الحوض أقرب إلى الشكل المستطيل وهذا ما أكدته كل المعاملات السابقة وتشير نسبة الاستطالة إلى الدلالات التالية:

- ❖ الصخر السائد غالبا صخرا صلبا مقاوم للحت.
- ❖ الامتداد الطولي للحوض المائي باتجاه شرق غرب تقريبا يجعل أي بشكل موازي لدوائر العرض وبهذا يكون التنوع المناخي داخل منطقة الدراسة محدود.
- ❖ قد تنتج الأحواض المستطيلة عن عوامل تكتونية دون عوامل حث
- ❖ الأحواض المستطيلة أكثر تعرضا للفقان المائي بسبب التبخر والتسرب.
- ❖ مناطق تقسيم المياه تكون ضيقة وقليلة التعرج بسبب قلة الحث الجانبي في الأحواض المستطيلة.
- ❖ قمة التصريف أو الفيضان تتأخر في الوصول للمصب بسبب طول المسافة وزيادة التبخر في حال سقوط أمطار غزيرة.
- ❖ أن الحوض المائي يمر في بداية دورة التعرية بمرحلة الشباب حيث أن الأنهار عادة تبدأ بحفر مجاريها وزيادة طولها بالحت التراجعي ولا تمارس الحث الجانبي إلا في مراحل حثيه متأخرة.

ب - تطبيق معامل الاستطالة على مستوى الأحواض الصغيرة:

سيتم تطبيق معامل الاستطالة على مستوى الأحواض الجزئية الصغيرة التي تشكل حوض وادي النجاء، وقد تم جمع المعطيات الإحصائية من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)، وتمت العملية أليا بواسطة برنامج (Arc Gis) في تطبيق (Arc Hydro). وذلك عن طريق ادخال معادلة معامل الاستطالة والمتمثلة في الصيغة التالية:

$$\text{Basin Elongation} = 2 * \text{Sqr} ([\text{Basin_Area_km}^2] / 3.14) / ([\text{Basin- Length - km }])$$

وكانت النتائج ملخصة في الجدول رقم (29) التالي:

جدول رقم (29): معامل الاستطالة على مستوى أحواض الرتب النهرية

الرتب	عدد الأحواض الجزئية	متوسط المساحة كلم ²	متوسط اقصى طول كلم	معامل الاستطالة
الرتبة 1	789	1.70	3.36	0.437
الرتبة 2	372	1.05	4.48	0.258
الرتبة 3	185	1.28	4.30	0.31
الرتبة 4	117	1.07	4.10	0.28
الرتبة 5	83	1.10	3.82	0.309
الرتبة 6	27	0.69	3.38	0.276

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على الاحصائيات مستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

ب-1 استطالة أحواض الرتبة الأولى:

يتضح من خلال مقارنة نتيجة معامل الشكل لمنطقة الدراسة أنها الأقرب من معامل الشكل الرتبة الأولى قدر متوسط معامل الاستطالة لأحواض الرتبة الأولى ب: (0.437)، وهذا يؤكد أن أغلب الأحواض الجزئية للرتبة الأولى تقترب من الشكل المستطيل أكثر من أي شكل آخر.

تشكل أحواض هذه الرتبة أعلى نسبة من حيث المساحة المشغولة في الحوض الجزئي لوادي النجاء حيث قدر متوسط مساحة أحواض الرتبة الأولى ب: (1.70 كلم²)، وهي مساحة صغيرة.

ب-2 استطالة أحواض الرتبة الثانية:

معامل الشكل الرتبة الثانية هو الأصغر حيث قدر ب: (0.258) مقارنة بنفس المعامل مع مختلف الرتب أو مع معامل شكل حوض وادي النجاء. وبما أن القيمة اقتربت من الصفر فهذا يدل على أن معظم أحواض هذه الرتبة تقترب من الشكل المستطيل هي أيضا.

تشكل أحواض هذه الرتبة ثاني أعلى نسبة من حيث المساحة المشغولة في الحوض الجزئي لوادي النجاء حيث قدر متوسط مساحة أحواض الرتبة الثانية بـ: (1.05 كلم²)، وهي أصغر مساحة من أحواض الرتبة الثانية.

ب-3 استطالة أحواض من الرتبة الثالثة إلى السادسة:

قدر متوسط معامل الاستطالة لأحواض الرتبة الثالثة بـ: (0.31)، الرابعة: (0.28)، الخامسة: (0.309)، السادسة: (0.276)، تتوزع أحواض هذه الرتبة في منطقة المجرى الرئيسي لوادي النجاء من منبعه تقريبا إلى مصبه. النتيجة تؤكد أن كل أحواض الصغيرة بمختلف رتبها تقترب من الشكل المستطيل وهذا ما أكدته كل المعاملات المحسوبة سابقا وفي مختلف الرتب.

4- معامل الطول إلى عرض الحوض:

توضح نسبة الطول إلى العرض مدى اقتراب أو ابتعاد شكل الحوض عن الشكل المستطيل، أي يتشابه مع نسبة الاستطالة مع الاختلاف في أن القيم المرتفعة تدل على اقتراب الحوض من الشكل المستطيل وتدل القيم المنخفضة على زيادة عرض الحوض بالنسبة لطوله بعكس معدل الاستطالة ويمكن استخراج هذه النسبة من خلال المعادلة الرياضية التالية:

$$\frac{L}{B} = \text{معامل الطول إلى العرض}$$

حيث أن:

L : طول حوض التصريف (كلم).

B : عرض حوض التصريف (كلم).

معامل الطول إلى العرض: 5.28

قيمة معامل الطول إلى عرض الحوض الجزئي لوادي النجاء تقدر بحوالي 5 أي خمسة أضعاف عرض حوض التصريف، وهي قيمة مرتفعة تدل على قرب الحوض من الشكل

المستطيل وابتعاده عن الاستدارة، وهو بذلك يطابق نسبة الاستطالة البالغة (0.489) مما يدل على أن حوض وادي النجاء ما زال يعيش في مرحلة متوسطة من مراحل دورة التعرية النهرية.

5- معامل التفلطح (Lemniscate Ration):

أ- تطبيق معامل التفلطح على مستوى الحوض:

يعبر هذا المعامل عن العلاقة بين محيط الحوض ومساحته، يعد من المعاملات المهمة التي تتجاوز مشكلة مقارنة الحوض الطبيعي بالأشكال الهندسية المجردة (الدائرة والمستطيل والمثلث). وتدل القيم المنخفضة على تفلطح الحوض وزيادة أعداد مجاريه الأولية وأطوالها، ومن ثم نشاط عمليات الحت التراجعي، مما يدل على أن الحوض قطع شوطاً طويلاً في دورته الحتية، كما تؤكد أن الشكل أقرب للاستدارة أكثر منه إلى الاستطالة. في حين تشير القيم المرتفعة إلى عكس ذلك. وضع هذا المعامل شارلي سنة 1957 (1957 Chorly) وهي كما يلي:

$$K = L^2 / 4 A$$

حيث أن:

K : معامل التفلطح

L : طول الحوض

A : مساحة الحوض

معامل التفلطح = 1.3204

يشير معامل التفلطح للحوض الجزئي لوادي النجاء إلى قيمة متوسطة أي أنه قريب من الاستطالة أكثر منه من كل شكل، كما أن هذا المعامل يؤكد أن الوادي ما يزال أمامه مرحلة من الزمن كي يحقق تقدما في دورة التعرية النهرية، ومن المحتمل أن يرجع ذلك إلى بعض الضوابط المتعلقة بنوع الصخور والبنية المورفولوجية.

ب - تطبيق معامل التفلطح على مستوى الأحواض الصغيرة:

يتم حساب (معامل التفلطح) بالنسبة لمختلف الرتب الحوضية برنامج نظم المعلومات الجغرافية (Arc Gis) عن طريق ادخال المعادلة المتمثلة في الصياغة التالية:

$$\text{Lemniscate} = ([\text{Basin- Length} - \text{km}])^2 / 4 * ([\text{Basin_Area_km}^2])$$

حيث أن:

- Lemniscate : معامل التفلطح.**
- Basin- Length: طول الحوض.**
- Basin_Area: مساحة الحوض.**

تم تطبيق معامل التفلطح على مستوى الأحواض الجزئية الصغيرة التي تشكل حوض وادي النجاء، وقد تم جمع المعطيات الإحصائية من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem)، وتمت العملية آليا بواسطة برنامج (Arc Gis) في تطبيق (Arc Hydro). وذلك عن طريق ادخال معادلة معامل التفلطح وكانت النتائج ملخصة في الجدول رقم (30) التالي:

جدول رقم (30): معامل التفاضل على مستوى أحواض الرتب النهرية

الرتب	عدد الأحواض الجزئية	متوسط المساحة كلم ²	متوسط أقصى طول كلم	معامل التفاضل
الرتبة 1	789	1.70	3.36	1.66
الرتبة 2	372	1.05	4.48	4.77
الرتبة 3	185	1.28	4.30	3.61
الرتبة 4	117	1.07	4.10	3.92
الرتبة 5	83	1.10	3.82	3.31
الرتبة 6	27	0.69	3.38	4.13

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على الاحصائيات مستخرجة من نموذج الارتفاعات الرقمية Dem

6-معامل الاندماج (Compactness Coefficient):

قدم هورتون (Horton, 1932) معامل الاندماج للدلالة على مدى التلاؤم بين محيط الحوض ومساحته، حيث يبرز هذا المعامل مدى تجانس وتناسق شكل المحيط الحوضي مع مساحته التجميعية، ويعكس قرب أو بعد المحيط عن مركز الحوض، ودرجة انتظام وتعرج خطوط تقسيم المياه، وتفيد في معرفة مدى تطور المرحلة الجيومورفولوجية التي قطعها الحوض، حيث تشير القيم المرتفعة في عامل الاندماج إلى أن محيط الحوض ترتفع فيه التعرجات، أي يتميز بكبر محيطها على حساب مساحته الكلية ونقل درجة انتظام وتناسق شكل الحوض واقتربه من الشكل المستطيل، بينما القيم المنخفضة تشير إلى أن الحوض قطع شوطا كبيرا في دورته الجيومورفولوجية بشكل عام. ويستخرج المعامل من الصيغة الرياضية التالية:

$$C = P \div 2 \sqrt{A}$$

حيث أن:

C : معامل الاندماج

P : محيط الحوض

A : مساحة الحوض

$$\text{معامل الاندماج} = 2.74$$

وتدل هذه القيمة المرتفعة على أن محيط الحوض أي خط تقسيم المياه يتميز بتعرجات كثيرة لأنها في الأصل سلاسل جبلية متضرسة تحيط بالحوض من كل الاتجاهات كما تؤكد كبر المحيط مقارنة بالمساحة العامة للحوض، كما تؤكد الملاحظة السابقة وهي أن الحوض في بداية مرحلة التعرية.

7- التعرج النسبي لمحيط الحوض:

وهي من أهم الطرق لقياس شكل الحوض، ويحسب وفق المعادلة التالية:

$$Rpa = P^2/A$$

حيث أن:

Rpa: التعرج النسبي للحوض

P : محيط الحوض.

A : مساحة الحوض.

$$\text{التعرج النسبي لمحيط حوض} = 30.05$$

تشير القيم المرتفعة إلى زيادة تعرجات خط تقسيم المياه للحوض و بالتالي حداثة الدورة الجيومورفولوجية للحوض، قدر التعرج النسبي لمحيط حوض وادي النجاء بـ 30.052 وهي قيمة مرتفعة تدل على أن الحوض متضرس وفي بداية نشاط جيومورفولوجي.

خاتمة الفصل:

تم تطبيق أشهر معادلات التجانس المستخدمة في تصنيف أحواض التصريف المائي بحسب قرب أشكالها من المستطيل أو الدائرة، باستعمال برامج متخصصة في ذلك على غرار برنامج (Arc Gis) والتطبيقات التي توفرها أداة (Arc Hydro)، وتأتي أهمية تحديد أشكال الأحواض المائية من خلال ربط ذلك بالعديد من العوامل التي ساهمت في تحديد الشكل حوض التصريف من جهة، ومعرفة تطوره من جهة أخرى.

ومن بين العوامل التي تترك بصمتها في تحديد شكل الحوض نوع المناخ السائد، وطبيعة التركيبة الجيولوجية لمنطقة الدراسة والتربة والخصائص الهيدرولوجية لنظام التساقط الذي يفرض شروطه على نظام الجريان السطحي. ولهذا فائدة كبيرة من الناحية التطبيقية حيث يساعد في تحديد المعايير الهندسية التي يجب أن تنشأ على أساسها السدود ويتم وفقها إدارتها، وكذلك مد أقنية الري وسعتها، بل يتعدى ذلك إلى تحديد الحصص ونظام اقتسام مياه الحوض بين المستفيدين منها وفق معيار الزمن الذي يتطلبه الحوض لتصريف كامل مياهه، فضلا عن تحديد خصائص قمة الفيضان وما يتطلبه ذلك من حياطة وإجراءات لتقادي خطرهما.

الفصل السادس:

الخصائص المناخية

الفصل السادس: الخصائص المناخية

مقدمة الفصل:

يعتبر المناخ من أهم العوامل الطبيعية التي تتدخل بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في تشكيل سطح الأرض وما عليها من مظاهر متباينة، سواء كانت المظاهر الخاصة بتضاريس وتكوينها أو تلك المتعلقة بالتربة وبالحيوية والنباتية والحيوانية.

يؤثر المناخ في تشكيل وتطور الأحواض النهرية من خلال تأثيره على في العمليات الجيومورفولوجية فهو يؤثر في معدلات التجوية وألحت وتراجع المنحدرات وتغيير القنوات النهرية وتطورها إلى مراتب أعلى، كما يؤثر في عمليات التعرية والإرساب النهري، إذ ترتبط هذه العمليات ارتباطا وثيق بعناصر المناخ لا سيما الحرارة والمطر والتي ينتج عن اختلاف هذين العنصرين أحواض متباينة في أشكالها الأرضية وخصائصها المورفومترية.

من المعلوم أن موارد المياه بنوعها السطحية والجوفية مصدرها مياه الأمطار التي تمثل عنصرا أساسيا من عناصر المناخ، كما أنها تتأثر بدرجات الحرارة التي تعتبر العامل الرئيسي الذي يؤدي إلى ضياع مقادير متباينة من مياه الأمطار بالتبخر الذي يمثل مرحلة رئيسية من مراحل الدورة المائية، والواقع أن المظاهر الجوية في هذه الدورة (تساقط - تبخر - تكاثف) كلها عناصر فعالة في تشكيل سطح الأرض وإعطائها مرفولوجية معينة.

أولا: خصائص التساقط:

يعتبر التساقط بأنواعه مصدر المياه العذبة على سطح الأرض، كما أن الجريان السطحي بأنواعه ناجم عن التساقط بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، لذلك فإن دراسة التساقط مهم جدا لفهم العمليات الجيومورفولوجية بدقة خاصة في المناطق الرطبة والشبه رطبة. تم الاعتماد في هذه الدراسة على نوعين من شبكات القياس وسلاسل التسجيل لكميات التساقط، الأولى المقاسة من خلال المحطات الأربعة الموزعة على مساحة الحوض، أما السلسلة الثانية فقد تم الاعتماد بيانات الرادار في قياس كميات التساقط وهي من التقنيات الحديثة لتقدير كميات الأمطار وتتبع العواصف المطرية زمانيا ومكانيا.

تختلف الأهداف من التعرف على خصائص التساقط من دراسة إلى أخرى، فكل دراسة تتطلب عدد معين من الاحصائيات وتوزيع منظم للمحطات، في دراستنا يتطلب الأمر استخدام عدد كبير من محطات القياس لتغطية المساحة بأكملها خاصة وأن المنطقة متضرسة، فكلما زاد عدد المحطات وتوزعت توزيعاً منتظماً في مختلف أنحاء الحوض كلما كانت النتائج دقيقة وواقعية.

1 - توزيع المحطات في الحوض:

توجد بحوض وادي النجاء ثلاث (03) محطات مناخية لقياس الأمطار وهي محطة فج امزالة (فرجيوة)، محطة كدية تدارت ومحطة شبابطة، ومن الملاحظ أن العدد قليل جداً وغير كاف لدراسة عنصر من عناصر المناخ اعتماداً على ثلاث محطات مطرية في مساحة تقدر بـ: (2178 كلم²) أي بمعدل محطة واحدة لكل (726 كلم²).

إن تحديد عدد محطات قياس التساقط اللازمة لمنطقة معينة يعتمد على عدة متغيرات منها الغرض من قياس التساقط وطبغرافية منطقة الدراسة وجيولوجيتها وطبيعتها. وكلما زادت أعداد محطات القياس في منطقة معينة كلما قلت أخطاء حساب شدة المطر وتقديرها. ومن التوصيات المناسبة لتحديد عدد محطات قياس الأمطار الشهرية حسب مساحة الهطول تلك المقدمة بواسطة بليزديل (Bleasdale) كما يوضحه الجدول رقم (31) التالي:

جدول رقم (31): جدول بليزديل (Bleasdale) لتحديد المحطات اللازمة لقياس الامطار

عدد المحطات	المساحة (كلم ²)
2	26
6	260
12	1300
15	2600
20	5200
24	7800

المصدر: عصام محمد عبد الماجد أحمد (كتاب الهيدرولوجيا 2002) ص 31

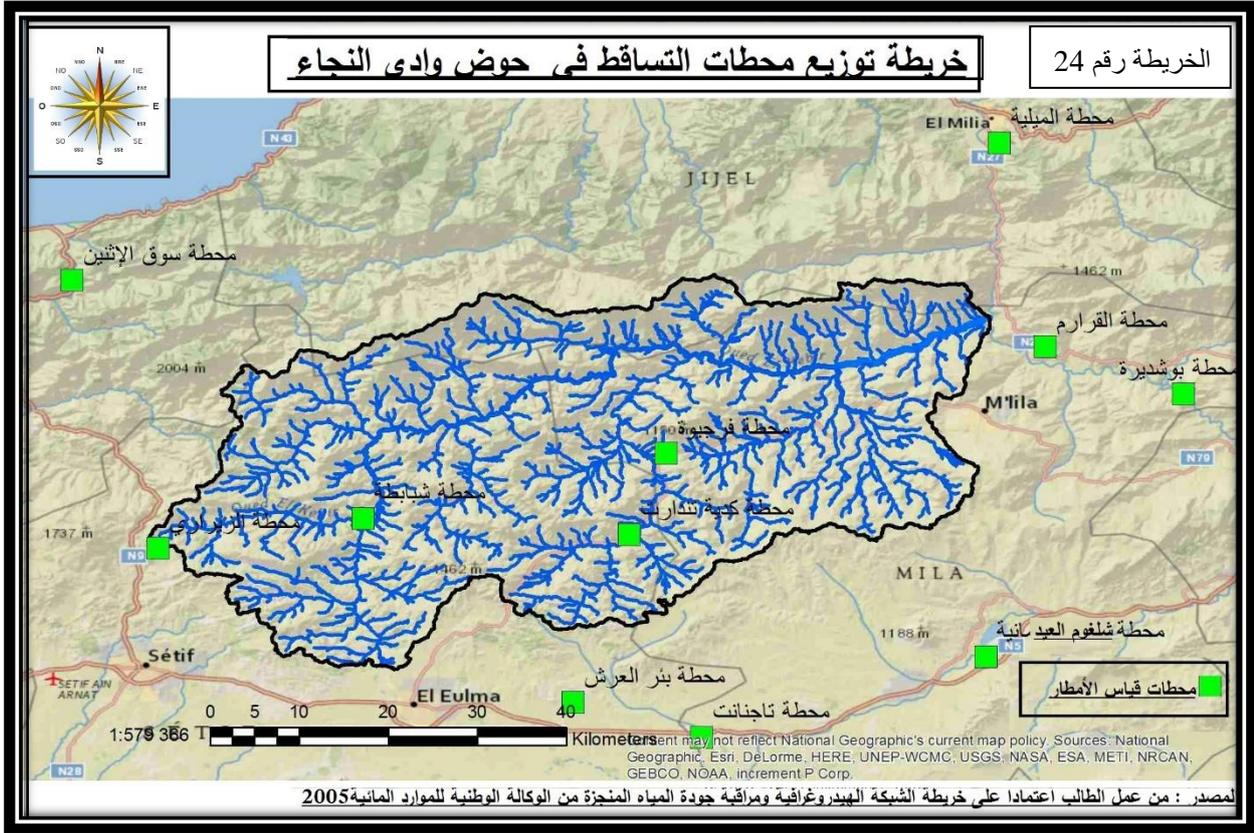
من خلال الجدول رقم (31) يتضح أن هناك نقص كبير في عدد المحطات الموجودة في منطقة الدراسة ولهذا يجب الاعتماد على محطات مجاورة يمكن الاستعانة بها في هذه الدراسة لتغطية العجز، هذه المحطات هي محطة بئر العرش ومحطة تاجنانت ومحطة القرارم ومحطة بوشديرة ومحطة الميلية وشلغوم العيد، هذه الستة هي الأقرب إلى منطقة الدراسة وموزعة على جوانبها وهي تابعة للحوض الهيدروغرافي رقم 10 (كبير - رمال) حسب تقسيم الوكالة الوطنية للموارد المائية (ANRH)، إضافة إلى محطة تابعة لحوض الهيدروغرافي رقم (15) وهو حوض الصومام وهي محطة زايري والمحطة الأخيرة التابعة للحوض رقم (03) (الساحل القسنطيني)، وبهذا يكون عدد المحطات المعتمد عليها إحدى عشر محطة، لكن هذه المحطات لا تتوفر على تسجيلات متواصلة وهذا راجع لتوقفها من فترة إلى أخرى كما أنها تحتوي على معطيات ناقصة لا تكفي لإجراء دراسة وافية، إضافة إلى عدم تزامن المعطيات الإحصائية التي توفرها كل محطة، الجدول رقم (32) التالي يوضح خصائص كل محطة.

جدول رقم (32): خصائص محطات التساقط

المحطة	رمز المحطة	x	y	z	موقعها	من	إلى
كدية تندرا	100208	788.21	34011	635	داخل	1980	2011
شبابية	100110	763.3	338.8	710	منطقة	1971	2000
فرجية	100203	791.2	350	580	الدراسة	1971	2005
بئر العرش	100306	782.3	319.1	952	خارج منطقة الدراسة	1971	2006
تاجنانت	100303	796.15	318	845		1970	2006
القرارم	100623	834.83	359.44	-		2005	2011
بوشديرة	100602	842.07	364.53	-		2007	2011
شلغوم العيد	100312	811.4	323.75	768		1977	2010
الميلية	100706	819.3	389.7	100		1968	2009
الزايري	150613	745.75	337.5	1130		1969	2009
سوق الاتنين	030207	736.5	369.2	60		1972	2008

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على احصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية - قسنطينة

ولتحديد الموقع الجغرافي لمحطات الواردة في الجدول نوطنها على خريطة منطقة الدراسة،
أنظر الخريطة رقم (24).



2- نقد وإستكمال المعطيات:

تفقد أحيانا السجلات من محطة القياس ليوم أو عدة أيام بسبب غياب مشغل المحطة أو خلل في أجهزة التسجيل أو لأي سبب آخر. وهذا ما لمسناه في المعطيات الإحصائية المتوفرة من المحطات المعنية بهذه الدراسة، كما تم تسجيل مشكل آخر ويتمثل في عدم التزامن في الاحصائيات في فترة القياس من محطة إلى أخرى. من الملاحظ أن محطتي القرامم وبوشديرة حديثتين وسلاسلهما الإحصائية قصيرة، تبدأ من 2005م ولهذا يمكن الاستغناء عنهما.

المخطط التالي (الشكل رقم:20) يوضح وضعية التسجيل في المحطات الإحدى عشر المستعملة في الدراسة.

(2006/2005) أي مدة (34 سنة)، وهي مدة كافية لمعرفة خصائص التساقط في منطقة الدراسة. سجل نقص في بعض الإحصائيات الشهرية والسنوية وجب استكمالها عن طريق التعديل والارتباط الخطي، التي تعتمد على تقدير القيمة الغير مقاسة من السلسلة الناقصة انطلاقا من السلسلة المتجانسة للمحطة المرجعية. لتطبيق هذه الطريقة لا بد من توفر مجموعة من الشروط وهي:

- ❖ معطيات المحطتين يشكلان معادلة خطية.
 - ❖ معامل الارتباط قوي بين قيم المحطات.
 - ❖ المتغيرات تخضع إلى قانون غوص (GAUSS) من حيث التوزيع الإحصائي.
- تقدير القيمة المقاسة يكون عن طريق معادلة خطية من الشكل:

$$Y = ax + b$$

حيث أن:

Y: معدل الشهر الناقص.

x: معدل الشهر المقابل لسنة الناقصة ويجب أن يكون معلوم.

a.b: ثوابت يتم الحصول عليها بمعادلات حسابية.

3- التغيرات السنوية للتساقط:

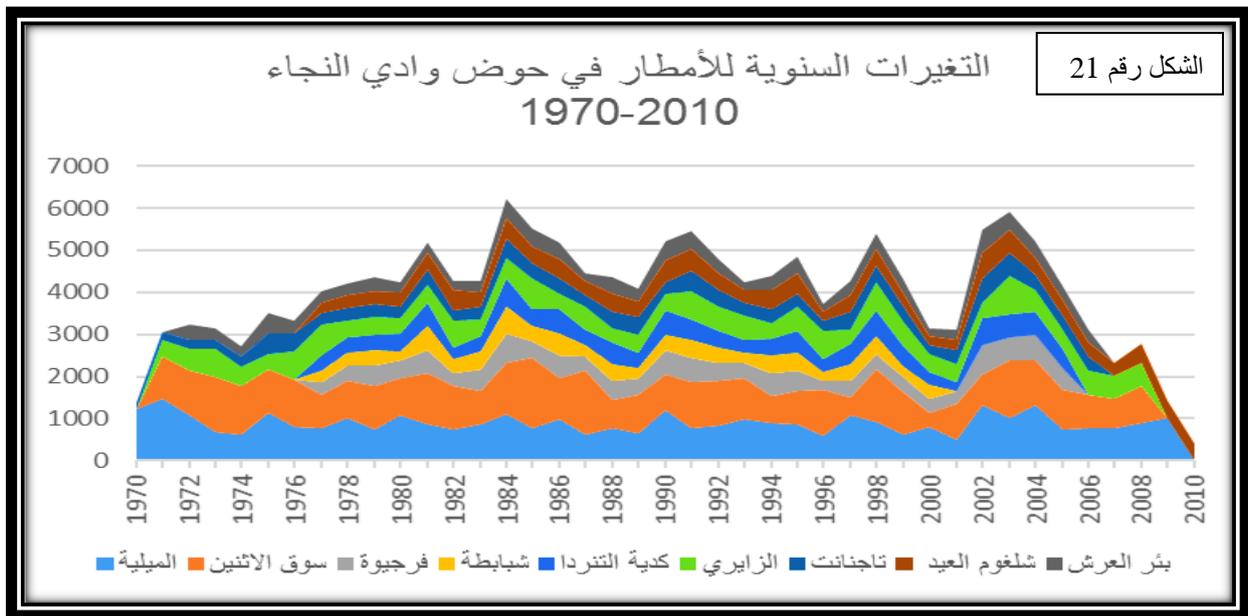
جرت العديد من المحاولات للكشف عن إمكانية وجود دورات منتظمة للتساقط من خلال دراسة كميات التساقط السنوي، وتعتبر مثل هذه القضايا ضرورية جدا في مجال الدراسات الجيومورفولوجية والبيئية من أجل تحديد مقدار المياه التي يمكن أن تكون متوفرة في سنة ما، ويمكن أن تفيد أيضا في تحديد أماكن إقامة المنشآت والمساكن قرب مجاري الأودية والأنهار الرئيسية، وتتطلب مثل هذه الدراسات معلومات دقيقة ولفترة طويلة يفضل أن لا تقل عن (30 سنة) متواصلة، وقد تمت ملاحظة عدة دورات تتباين في مدتها، فمنها ما يصل طولها الى عشر سنوات ومنها ما يصل إلى 35 سنة.

أ- على مستوى المحطة:

تهدف دراسة التغيرات السنوية للتساقط على مستوى المحطات التسعة معرفة القيم السنوية للتساقطات في الفترة الممتدة من (1971/1970) إلى (2010/2009) وتحديد كيفية توزيعها مجاليا ومعرفة دورات التباين على مستوى محطات الدراسة.

من خلال التمثيلات البيانية (الشكل 21) للتغيرات السنوية للأمطار في حوض وادي النجاء، والتغيرات السنوية للأمطار في كل محطة من محطات الدراسة (الشكل 22)، نلاحظ أن هناك تدبب واضح لكميات التساقط السنوية المسجلة في المحطات التسعة من فترة زمنية إلى أخرى، مع وجود توافق نسبي بينهما من حيث الفترات الرطبة وفترات الجفاف، مع اختلاف واضح بين المحطات حسب توزيعها الجغرافي.

أكبر كمية تساقط سجلت في المحطات الشمالية والمتمثلة في محطة سوق الاثنين تابعة إداريا إلى ولاية بجاية والتي تقع شمال غرب حوض وادي النجاء خارج منطقة الدراسة، هذه المحطة تبعد عن حدود الحوض الشمالية بحوالي (18 كلم)، وقد سجل فيها أكبر كمية تساقط مقارنة بالمحطات التسعة وذلك سنة 1985م بـ: (1677 ملم)، كما يلاحظ أن محطة الميلية هي أيضا تم تسجيل فيها كميات معتبرة من التساقطات، الأعلى سجل سنة 1971م بـ

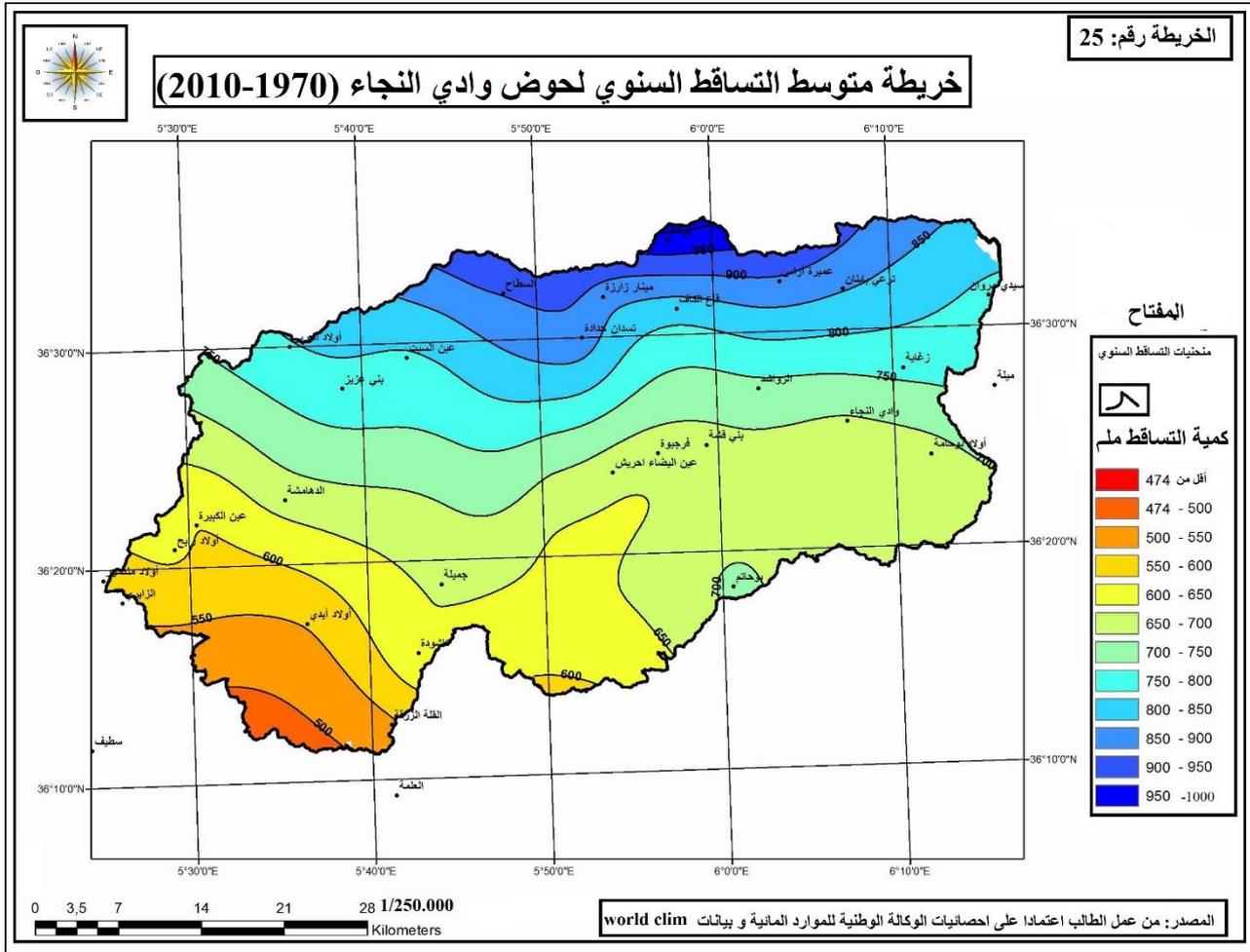


(1465ملم)، مع العلم أن هذه المحطة تقع شمال شرق حوض وادي النجاء تابعة إداريا إلى ولاية جيجل تبعد عن الحدود الشمالية لمنطقة الدراسة بحوالي: 16 كلم.

أما المحطات الثلاثة (فرجيوة، كدية التندرا، وشبابطة) الواقعة داخل منطقة الدراسة، سجل فيها تقارب في متوسطات التساقط لأنها متقاربة في موقعها الجغرافي فهي تقريبا على نفس دائرة العرض، أعلى كمية تساقط سنوي سجلت في محطة فرجيوة سنة 2002 بـ: (719ملم)، ثم تليها كدية تندرا (679.81 ملم) سجلت سنة 1984، ثم تليها شبابطة بـ: (621 ملم) سجلت سنة 1984م. إضافة إلى هذه المحطات هناك محطة تقع على حدود منطقة الدراسة وهي محطة الزايري التي تبعد بأقل من (1كلم) من الحدود الغربية لحوض وادي النجاء ولكنها تتبع حوض الصومام، رغم أنها تقع تقريبا في نفس دائرة عرض المحطات الثلاثة التي تقع داخل الحوض إلا أن التساقط فيها أكبر من المحطات الثلاثة الواقعة في الحوض بحكم ارتفاعها الكبير عن مستوى سطح البحر مقارنة بهم فهي على ارتفاع (1130م). أكبر كمية تساقط سجلت سنة 2003م بحوالي: (911.20ملم).

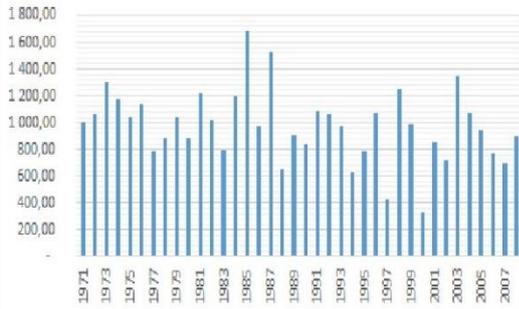
أما المحطات الثلاثة المتبقية وهي محطة شلغوم العيد وبئر العرش وتاجنانت الواقعة جنوب حوض وادي النجاء خارج منطقة الدراسة تبعد عن الحدود الجنوبية بمسافة تتراوح ما بين (8 إلى 15 كلم)، وهي أيضا تقع تقريبا على مستوى نفس دائرة العرض وتكاد تتقارب في الارتفاع فهي تتشابه في كمية التساقط التي تستقبلها من سنة إلى أخرى، كما أنها المحطات التي سجلت أقل كمية تساقط خلال الفترة الزمنية المدروسة مقارنة ببقية المحطات الشمالية السابقة الذكر. مع العلم أن هذه المحطات الثلاثة سجلت أعلى كمية تساقط فيها في نفس السنة وهي سنة 2002م، وقد قدرت الكمية بـ: (603.1 ملم) في محطة شلغوم العيد، و(597ملم) في محطة تاجنانت التابعتان إداريا إلى ولاية ميله، و (541.4ملم) في محطة بئر العرش التابعة إداريا إلى ولاية سطيف.

تم انجاز خريطة التساقط السنوي لحوض وادي النجاء (رقم 25) اعتمادا على احصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية وبيانات (World Clim).

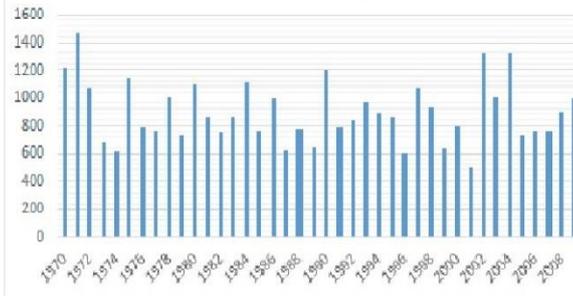


الشكل رقم 22

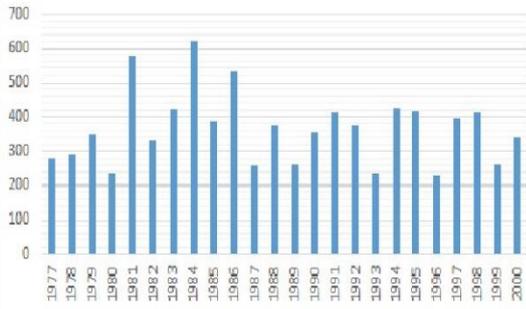
التغيرات السنوية للأمطار - محطة سوق الإثنين-
1971-2008



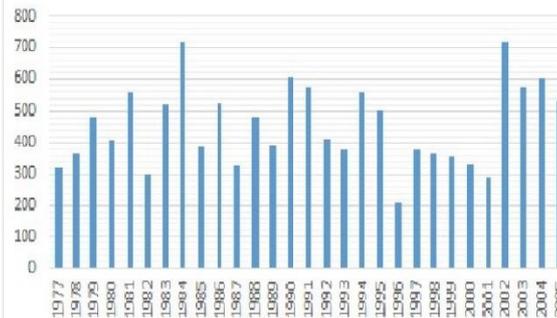
التغيرات السنوية للأمطار - محطة المليبية-
1970-2009



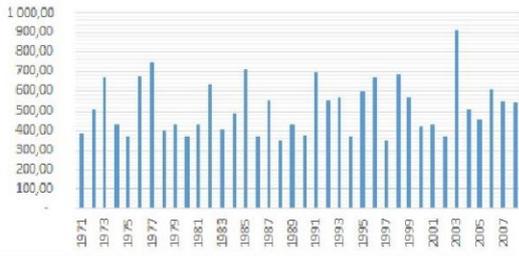
التغيرات السنوية للأمطار - محطة شباطية-
1977-2000



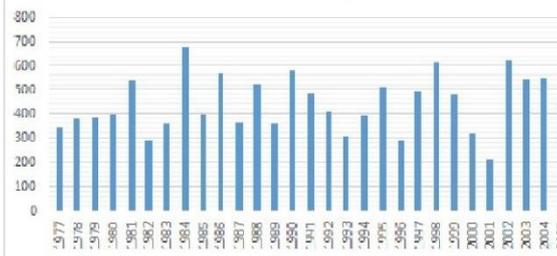
التغيرات السنوية للأمطار - محطة فرجوة-
1977-2005



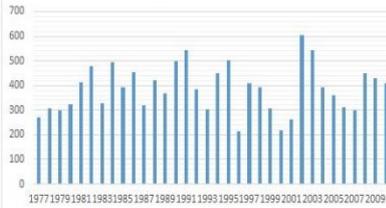
التغيرات السنوية للأمطار - محطة الزايري-
1971-2008



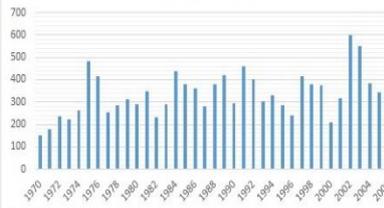
التغيرات السنوية للأمطار - محطة كدية التندرا-
2005-1977



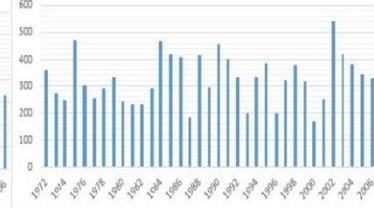
التغيرات السنوية للأمطار - محطة شلغوم العيد -
1977-2010



التغيرات السنوية للأمطار - محطة تاجنانت-
1970-2006



التغيرات السنوية للأمطار - محطة بئر العرش-
1972-2006



ب- من خلال المقاييس الإحصائية:

هناك مجموعة من المقاييس الإحصائية التي تسمى بـ (مقاييس التشتت)، ويعرف علماء الإحصاء مقاييس التشتت بأنها المقاييس التي تستخدم في قياس اختلاف مجموعة من البيانات أو تشتتها، وهذه المقاييس مكملة ومتممة لمقاييس النزعة المركزية التي تستخدم في إعطاء القيمة العددية التي تتجمع وتتركز حولها أكثر القيم والمشاهدات، حيث إن مقاييس النزعة المركزية لوحدها غير كافية دائماً لإعطاء تصور واضح وكامل عن البيانات التي يتم تطبيقها عليها، ولذلك يستعمل الإحصائيون مقاييس التشتت إلى جانب مقاييس النزعة المركزية، فمقاييس النزعة المركزية تعطي القيمة الوسطية فقط، أما درجة تباعد البيانات وتشتتها حول هذه القيمة، فإن حسابها يتم عن طريق مقاييس التشتت.

لإبراز التغيرات الحاصلة في كمية التساقط من سنة إلى أخرى والمقارنة بين مختلف المحطات يلزم القيام بمجموعة من المقاييس الإحصائية حتى نتمكن من دراسة التغيرات والقيام بالمقارنة واقعية.

ما يهمنا من هذه المقاييس الوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري (Standard Deviation) ومعامل الاختلاف (Coefficient de Variation). حيث أن:

- ❖ **الوسط الحسابي:** هو متوسط التساقط في محطات القياس خلال فترة زمنية محددة.
- ❖ **الوسيط:** هو أحد مقاييس النزعة المركزية الذي يأخذ بعين الاعتبار رتبة القيم ويعرف الوسيط على أنه القيمة التي تقسم البيانات إلى جزئين متساويين أي هناك (50%) من القيم أقل من قيمة الوسيط وهناك (50%) من القيم أكبر من قيمة الوسيط.
- ❖ **الانحراف المعياري:** هو أحد أهم المقاييس الإحصائية التي تسمى بـ (مقاييس التشتت)، وهو عبارة عن انحراف كل قيمة من قيم كمية التساقط عن متوسط التساقط، يحسب الانحراف المعياري وفق المعادلة التالية:

$$Q = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

❖ معامل الاختلاف: يعبر عن التشتت النسبي للأمطار، يحسب معامل الاختلاف

عن طريق المعادلة الآتية:

$$Cv = \frac{\sigma}{p} 100$$

حيث أن:

Cv: معامل الاختلاف (Coefficient de Variation).

Q: الانحراف المعياري (Deviation Standard).

P: يمثل متوسط التساقط.

الجدول رقم (33) التالي يبرز النتائج المتحصل عليها لمختلف المقاييس الإحصائية

(متوسط التساقط السنوي، والوسيط، والانحراف المعياري ومعامل التغير).

الجدول رقم (33): متوسط التساقط السنوي والوسيط والانحراف المعياري ومعامل التغير

معامل الاختلاف Cv	الانحراف المعياري Q	الوسيط M	متوسط التساقط P	المحطات
26.22	116.18	407.7	443.03	كدية تندرا
28.55	104.47	365.11	365.92	شبايطية
28.14	127.76	413	453.88	فرجيوه
27.35	89.66	328.1	327.74	بئر العرش
28.96	97.27	328.1	335.89	تاجنات
27.35	89.66	390.9	386.72	شلفوم العيد
26.52	137.10	499.83	516.80	الزائري
24.72	221.30	859.45	895.21	الميلية
27.39	267.10	981.4	975	سوق الاثنين

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على احصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية - قسنطينة

يلاحظ من أن قيم الوسيط هي قريبة جدا من قيم متوسط التساقط على مستوى كل محطة، وهذا يعني أن كمية التساقط التي تقسم البيانات إلى جزئين تساوي تقريبا متوسط التساقط في كل محطة.

أما فيما يخص الانحراف المعياري فهو من أهم قياسات التشتت، يمكن الاستفادة منه في معرفة مدى تشتت المتوسطات السنوية للتساقط لكل سنة مع متوسط العام للفترة الزمنية. في الحالة الطبيعية يكون توزيع المعطيات قريب من المعدل، ولا تتجه نسبة كبيرة منها نحو حد أو آخر، فعندما تتجمع المعطيات حول المتوسط فعندما تتجمع قيم المعطيات تجمعا وثيقا وقريبا من قيمة المتوسط فإن الانحراف المعياري يكون صغيرا وعندما تنتشر قيم المعطيات بعيدا عن بعضها البعض أكثر فأكثر تزداد قيمة الانحراف المعياري.

ما يلاحظ على قيم الانحراف المعياري للمحطات أنها كبيرة وهذا يدل على تشتت المتوسطات السنوية للتساقط في مختلف المحطات يعني يؤكد الدراسة السابقة وهي تدبب في تساقط في منطقة الدراسة، كما يلاحظ أن أكبر قيم للانحراف المعياري سجلت في المحطات التي استقبلت أكبر كمية من التساقط أي محطتي سوق الاثنين والميلية حيث تجاوزت قيمة الانحراف المعياري فيهما (267) في سوق الاثنين و (221) في الميلية، في حين تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (104 و 127) في المحطات الثلاثة الواقعة داخل منطقة الدراسة، بينما سجلت أضعف قيم الانحراف المعياري في المحطات الثلاثة الواقعة جنوبا وهي شلغوم العيد و تاجنانت وبنر العرش حيث لم تصل (100) حيث تراوحت قيم الانحراف المعياري بين (89 إلى 97).

أما فيما يخص قيم المقياس الثاني من مقاييس التشتت معامل التغير (CV) للمحطات التسعة مرتفع هو أيضا، يدل هذا على أن متوسطات التساقط للمحطات الدراسة قيمها متشعبة أي نفس الملاحظة مع قيم الانحراف المعياري. وهذا يدل على أن المنطقة تشهد فترات ذات تساقط معتبر وأخرى جافة.

ولمزيد من التوضيح فيما يخص التذبذبات السنوية للأمطار تم حساب مقياس آخر من مقاييس التشتت وهو الانحراف عن المتوسط بالنسبة المئوية، والذي يعتبر من أحسن الطرق لحساب درجة التشتت النسبي للقيم حول المتوسط السنوي للتساقط، حيث توضح أن السنوات الرطبة تأخذ قيم موجبة، وسنوات الجافة تأخذ قيم سالبة، يحسب هذا المعامل بالعلاقة الآتية:

$$Ei\% = \frac{Pi - Pn}{Pn} 100$$

حيث أن:

Ei : الانحراف عن المتوسط (%).

Pn : متوسط التساقط السنوي للفترة (مم).

Pi : متوسط التساقط للسنة i في السلسلة (مم).

تطبيق مقياس الانحراف على المتوسط تم إلا على محطات الواقعة داخل حوض وادي النجاء والنتائج في الجدول رقم (34):

من خلال النتائج المتحصل عليها والتي يبرزها الجدول رقم (34) في دراسة التغيرات السنوية للتساقط من خلال المقاييس الاحصائية يمكن استخلاص النقاط التالية:

- ❖ تذبذب ملحوظ لكميات التساقط السنوية وعدم انتظامها من سنة لأخرى، حيث تتناوب سنوات مطيرة يقابلها انحراف عن المتوسط كبير وقيمة موجبة أو سنوات جافة يقابلها انحراف عن المتوسط بقيم سالبة، وهذا في كل المحطات خاصة الشمالية.
- ❖ التذبذب الكبير للتساقطات من محطة إلى أخرى.
- ❖ توافق نسبي في توزيع التساقط السنوي بين المحطات التسعة في تناوب فترات الجفاف والفترات المطيرة.
- ❖ التناسب الطردي لكميات التساقط مع الارتفاع.

الجدول رقم (34): التغيرات السنوية للتساقط والانحراف عن المتوسط (Ei%)

محطة الشبابة		محطة كدية تندرا		محطة فرجوة		المحطات
الانحراف عن المتوسط Ei%	التساقط السنوي (ملم)	الانحراف عن المتوسط Ei%	التساقط السنوي (ملم)	الانحراف عن المتوسط Ei%	التساقط السنوي (ملم)	السنوات
%24-	279,4	%23-	343,1	%29-	322,44	77-76
%21-	290,3	%14-	379,3	%20-	365	78-77
%5-	349,19	%14-	382,7	%6	480,6	79-78
%35-	237,6	%10-	397,7	%10-	407,93	80-79
%57	573,6	%22	539	%23	558,26	81-80
%9-	333,6	%34-	293,6	%33-	302,3	82-81
%15	420,7	%19-	358,93	%15	520,99	83-82
%70	621,4	%53	679,8	%58	715	84-83
%6	386,7	%10-	398,4	%15-	388	85-84
%46	533,1	%28	566,9	%16	527,43	86-85
%29-	258,66	%18-	361,7	%28-	325,5	87-86
%2	372,98	%19	525,8	%6	483,2	88-87
%28-	264,36	%19-	356,9	%13-	392,8	89-88
%2-	357,24	%31	579	%33	604,35	90-89
%13	411,75	%10	485,14	%26	572,5	91-90
%2	373,2	%8-	407,7	%9-	413	92-91
%35-	237,9	%30-	309,6	%17-	375,6	93-92
%17	426,55	%11-	394,2	%23	557,6	94-93
%14	416,23	%15	509,9	%10	498,93	95-94
%38-	227,4	%33-	294,7	%54-	210,5	96-95
%8	394,4	%11	492,8	%17-	377,81	97-96
%13	414,28	%39	614,1	%19-	365,71	98-97
%28-	263,7	%9	481,6	%21-	357,3	99-98
%8-	338	%29-	316,6	%27-	331,24	2000-99
%55-	159,3	%52-	213	%36-	291	2001-00
%17-	300,2	%41	624,7	%58	719	2002-01
%37	501,6	%23	544,21	%25	569,4	2003-02
%38	507,3	%24	551,54	%32	600,1	2004-03
%1-	351,2	%1	445,3	%17	529,03	2005-04
	365,927		443,031724		453,88	المتوسط السنوي

المصدر: من إنجاز الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

ت - دراسة الترددات السنوية للتساقط:

من أجل إكمال الدراسة السنوية للتساقط يجب دراسة وتحليل الترددات السنوية للتساقط بهدف الوصول إلى تحديد خصائص المنطقة وتأثير التساقط عليها، وذلك بتقييم الأمطار الترددية خلال فترات زمنية مختلفة والتي من المحتمل أن يشهدها الحوض التجميعي، حيث يتم تقييمها العددي وفق معادلة غوص (Gauss) على المحطات الثلاثة الواقعة داخل منطقة الدراسة كما يبرزه الجدول رقم (35) التالي:

الجدول رقم (35): القيم الحدية لتردد التساقط السنوي

السنوات الرطبة			السنة المتوسطة	السنوات الجافة			المتغيرات	
100	50	10	2	10	50	100	T an	فترات
0.99	0.98	0.9	0.5	0.1	0.02	0.01	F %	العودة
2,327	2,054	1,282	0,000	-1,282	-2,054	-2,327	U	
751,15	716,32	617,63	453,88	290,12	191,43	156,60	P	فرجية
713,36	681,69	591,94	443,03	294,11	204,37	172,70	P	الكدية
609,01	580,53	499,83	365,92	232,02	151,31	122,83	P	شبابطة

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

يوضح الجدول رقم (35) التذبذبات المسجلة في المتوسطات السنوية للأمطار على المستوى الزمني أين نلاحظ فوارق في التساقط بين الفترات الجافة والفترات الرطبة مثلا التساقط ذو فترة عودة (10) سنوات بمحطة فرجية خلال فترة جافة ب (290,12 ملم) بينما خلال فترة رطبة فيقدر ب (751,15ملم)، وهذه الفوارق مسجلة في جميع المحطات. يبين كذلك التذبذب المجالي للأمطار، بحيث نسجل أكبر قيم للتساقط متباينة بين المحطات الواقعة في الشمال القريبة من البحر ثم تليها المناطق الواقعة في التل وهي المحطات الواقعة داخل الحوض ثم تليها الواقعة جنوبا.

4- التغيرات الفصلية للتساقط:

يظهر النمط العام لنظام التساقط في معظم مناطق العالم نمطا شبه ثابت، بحيث تتساقط الأمطار بمواسم ما وتحجب عن التساقط في مواسم أخرى. وقد درج على تسمية هذه المواسم بالفصول، تتأثر هذه الفصول بنظام الغلاف الجوي الذي يتأثر كثيرا بالحركة الكونية للنظام الشمسي وبخاصة علاقة الأرض بالشمس. إن دراسة المعدلات السنوية للتساقط تعطي لنا فكرة واضحة عن مجموع الأمطار المتساقطة خلال سنة محددة، هذه الكميات من الأمطار لا تتساقط بشكل متساوي على طول أيام السنة أو شهورها، فهناك بعض الأيام وحتى الشهور ينعدم فيها التساقط في حين تسجل بعض الشهور تهاطل مستمر للأمطار، هذا التوزيع للأمطار هو العامل الأساسي الذي يؤثر على الجريان والنظام الهيدرولوجي للمجاري المائية، حيث تختلف كمية الأمطار وكيفية سقوطها حسب الفصول، فأمطار الصيف ليس لها نفس الاستجابة من المجاري المائية كأمطار الربيع أو الشتاء.

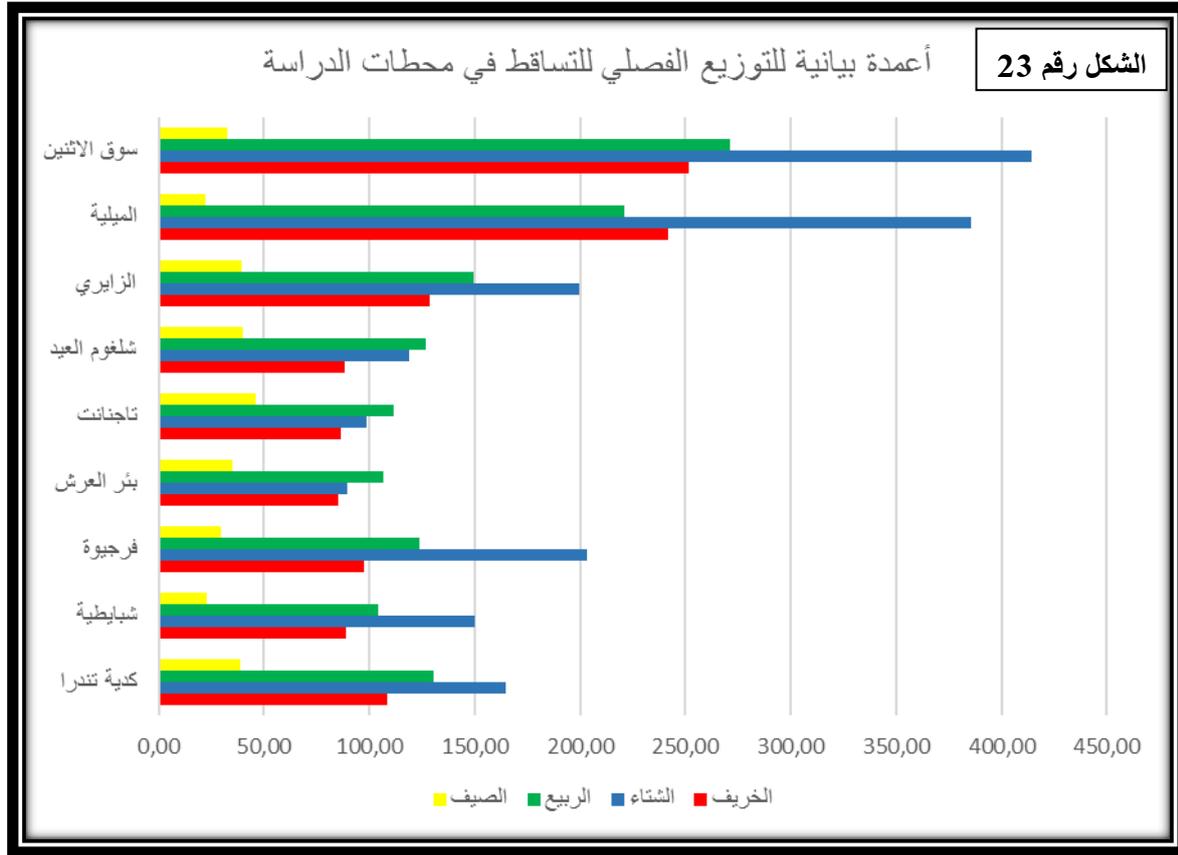
تم جمع كميات التساقط في المحطات التسعة خلال الأربع فصول التي تشهدها المنطقة خلال السنة وكانت النتائج كما يوضحها الجدول رقم (36) التالي:

الجدول رقم (36): التوزيع الفصلي للتساقط

المحطات	الخريف		الشتاء		الربيع		الصيف	
	المعدل الفصلي	%						
كدية تندرا	108.26	24,46	165.02	37,28	130.46	29,47	38.90	8,79
شبايطية	88.86	24,29	150.22	41,05	103.93	28,40	22.89	6,26
فرجيوة	97.26	21,43	203.43	44,82	123.72	27,26	29.45	6,49
بئر العرش	85.05	26,91	89.37	28,28	106.34	33,65	35.3	11,17
تاجنانت	86.76	25,26	98.80	28,76	111.77	32,54	46.17	13,44
شلفوم العيد	88.02	23,56	118.96	31,84	126.92	33,97	39.72	10,63
الزائري	128.7	24,91	199.4	38,59	149.3	28,89	39.3	7,61
الميلية	242.08	27,80	385.37	44,25	221.08	25,39	22.3	2,56
سوق الاثنين	251.3	25,93	414.1	42,73	271	27,96	32.8	3,38

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

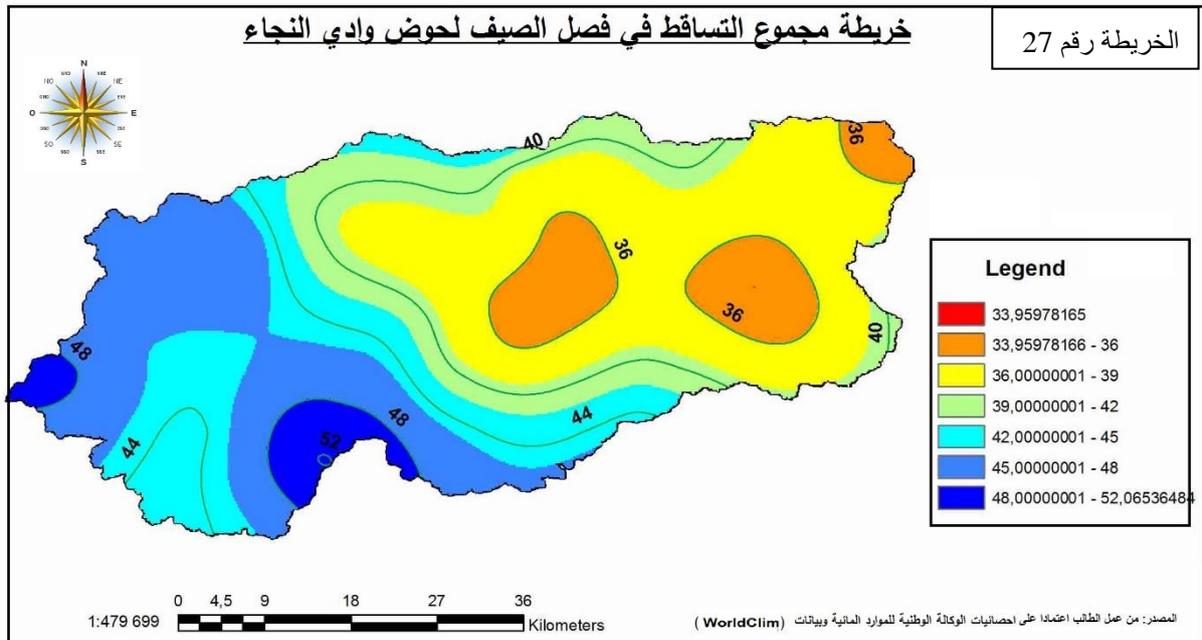
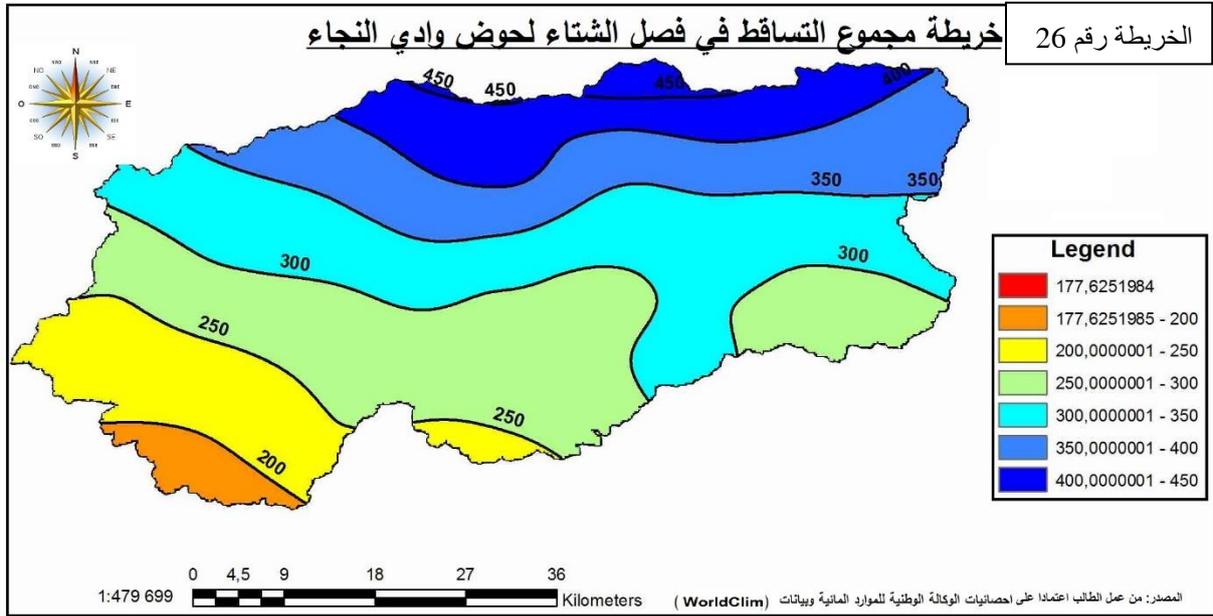
اعتمادا على احصائيات الجدول (36) للتوزيع الفصلي للتساقط يتم انجاز تمثيل بياني لإبراز التوزيع الفصلي للتساقط في محطات الدراسة (أنظر الشكل رقم 23).



يتضح من خلال جدول التوزيع الفصلي للتساقط في محطات التساقط التسعة والتمثيل البياني وخريطة مجموع التساقط في فصل الشتاء رقم (26) وخريطة مجموع التساقط في فصل الصيف رقم (27) أن هناك اختلاف واضح في كميات التساقط المسجلة من فصل إلى آخر على مستوى المحطة الواحدة، ومن محطة لأخرى.

يعتبر فصل الشتاء (ديسمبر - جانفي - فيفري) أكثر الفصول تساقط في أغلب المحطات حيث تجاوزت نسبة التساقط فيه (37%) عدا في ثلاث محطات الواقعة في منطقة الهضاب العليا جنوب منطقة الدراسة وهي محطة شلغوم العيد وتاجنانت وبئر العرش حيث سجل أكبر تساقط في هذه المناطق في فصل الربيع. كما يلاحظ أن فصل الخريف (سبتمبر - أكتوبر - نوفمبر) شهد تساقط معتبر في المحطات التسعة حيث تجاوز (21%) في كل المحطات مع

العلم التربة في هذين الفصلين تكاد تكون خالية من النباتات الطبيعية بعد فصل جاف، وبفعل عمليات الحرث التي تكون في هذا الفصل خاصة في المنطقة التلية والهضاب العليا التي تشتهر بزراعات الحبوب مما يجعل المنطقة عرضة للتعرية المائية ومنه تأثير كبير للتساقط على جيومرفولوجية المنطقة.



كما تشهد المنطقة تساقط معتبر في فصل الربيع (مارس - أبريل - ماي) يتجاوز (25%) في كل المحطات، بل هو الفصل الأكثر تساقطاً بالنسبة لثلاث محطات (شاغوم العيد وتاجنانت وبئر العرش)، ولكن تأثير التساقط في هذا الفصل من الناحية التعرية ضعيف بسبب اكتساء المنطقة بغطاء نباتي يزداد كثافة كلما تجهنا نحو المناطق الشمالية وخاصة منها المرتفعة. بينما سجل أضعف تساقط في كل المحطات في فصل الصيف (جوان - جويلية - أوت)، حيث تراوحت نسبة التساقط المسجلة في المحطات التسعة بين (2% إلى 11%)، وبهذا يضعف عمل الماء في التعرية في هذا الفصل رغم ضعف تغطية المنطقة بالغطاء النباتي.

5- التغيرات الشهرية للتساقط:

إن دراسة التغيرات السنوية للأمطار على حوض وادي النجاء أكد على تباين توزيع الأمطار وتذبذبها من منطقة إلى أخرى ومن عام إلى آخر بالزيادة أو بالنقصان عن المتوسط السنوي، ولذلك لا بد من دراسة التغيرات الشهرية للأمطار للوقوف على مدى تقلبها من شهر لآخر في محطات الحوض الداخلية والمحيطية به. إن دراسة التغيرات الشهرية للأمطار تساعد على معرفة تفاصيل كل شهر ومنه تمييز الأشهر الجافة من الأشهر المطيرة، ومنه تحديد الظروف التي تساهم في تأثير على التربة والتوقيت التي تكون فيه هشة أي معرضة لخطر التعرية سواء الريحية أو المطرية، أو بشكل مباشر على نقل المواد من أماكنها إلى المناطق المنخفضة أين يتم ترسيبها.

لإبراز التغيرات الحاصلة في كمية التساقط من شهر إلى آخر في المحطة الواحدة، والمقارنة بين مختلف المحطات يلزم القيام بمجموعة من المقاييس الإحصائية حتى نتمكن من دراسة التغيرات على المستوى الشهري نحسب معامل التغير (CV) الذي يعبر عنه بحاصل قسمة الانحراف المعياري (Q) على متوسط التساقط لشهر معين.

يحسب معامل الاختلاف عن طريق المعادلة الآتية:

$$Cv_m = \frac{\sigma}{p}$$

حيث أن:

Cv: معامل الاختلاف الشهري (Coefficient de Variation).

Q : الانحراف المعياري الشهري (Standard Deviation).

P: يمثل متوسط التساقط لشهر معين.

تم تسجيل النتائج المتحصل عليها بتطبيق معادلة الاختلاف في الجدول رقم (37) التالي:

جدول رقم (37): التغيرات الشهرية للتساقط (المتوسط - الانحراف المعياري - معامل

التغير) عبر محطات الدراسة

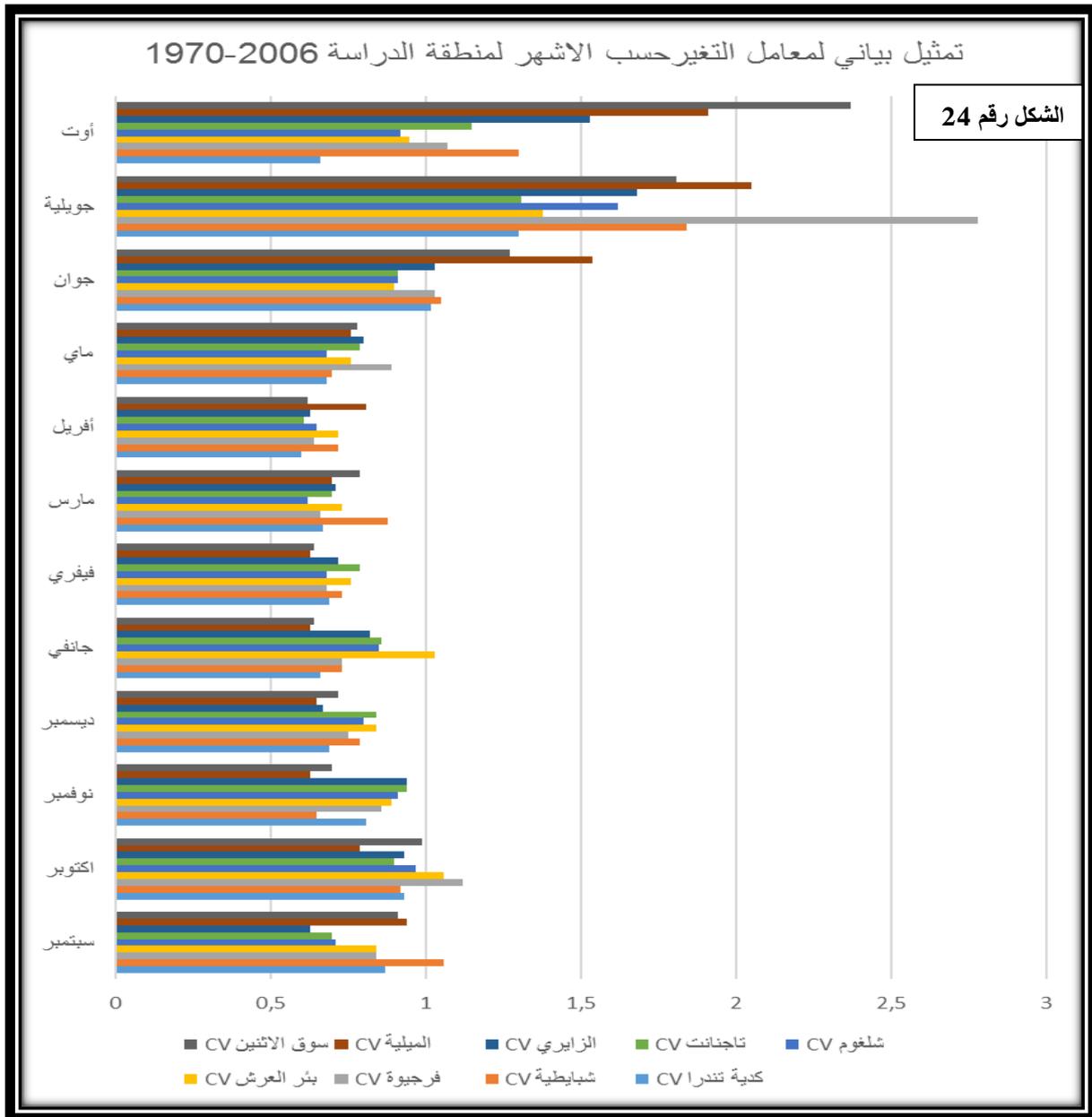
المحطات	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان	جويلية	أوت
كدية تنديرا	P	32,3	31,8	44,44	69,24	55,31	40,4	42,9	41,3	20,4	5,06	13,3
	Q	27,9	29,5	36,05	47,80	36,38	28,0	25,7	27,9	20,8	6,59	8,83
	CV	0,87	0,93	0,81	0,69	0,66	0,69	0,60	0,68	1,02	1,30	0,66
شبابية	P	25,5	32,3	30,93	60,01	51,65	38,5	32,7	34,4	13,8	3,47	5,61
	Q	26,9	29,7	20,06	47,29	37,67	28,2	23,7	23,9	14,4	6,37	7,28
	CV	1,06	0,92	0,65	0,79	0,73	0,73	0,88	0,72	1,05	1,84	1,30
فرجية	P	28,4	29,2	39,52	79,86	68,34	55,2	46,5	31,9	18,4	1,95	9,03
	Q	23,9	32,6	34,19	59,53	49,69	37,5	29,6	28,5	19,1	5,44	9,70
	CV	0,84	1,12	0,86	0,75	0,73	0,68	0,66	0,64	1,03	2,78	1,07
بئر العرش	P	34,2	24,4	26,43	35,21	28,17	26,0	36,9	38,3	17,9	5,45	11,9
	Q	28,8	25,9	23,56	29,53	29,09	19,7	26,4	29,3	16,1	7,55	11,3
	CV	0,84	1,06	0,89	0,84	1,03	0,76	0,73	0,76	0,90	1,38	0,95
شلفوم العيد	P	29,8	26,8	31,41	47,36	41,19	30,4	40,7	44,1	16,9	8,35	14,4
	Q	21,1	26,0	28,54	37,86	34,88	20,6	26,4	30,0	15,4	13,5	13,3
	CV	0,71	0,97	0,91	0,80	0,85	0,68	0,65	0,68	0,91	1,62	0,92
تاجنانت	P	34,2	23,3	29,10	40,11	31,78	26,9	38,1	40,7	19,1	9,27	17,7
	Q	24,1	21,0	27,42	33,53	27,22	21,3	23,0	32,4	17,5	12,1	20,3
	CV	0,70	0,90	0,94	0,84	0,86	0,79	0,70	0,79	0,91	1,31	1,15
الزائري	P	38,9	37,1	52,7	76,9	70,3	52,2	50,9	42,8	20,0	5,3	14,0
	Q	24,6	34,5	49,6	51,4	57,5	37,4	31,9	34,4	20,6	8,9	21,4
	CV	0,63	0,93	0,94	0,67	0,82	0,72	0,71	0,63	0,80	1,03	1,53
الميلية	P	39,0	89,1	113,9	147,5	130,4	107,	98,5	82,1	11,2	2,92	8,16
	Q	36,7	70,7	71,41	95,63	81,75	67,5	69,3	66,4	17,3	5,97	15,6
	CV	0,94	0,79	0,63	0,65	0,63	0,63	0,70	0,81	1,54	2,05	1,91
سوق الاثنين	P	45,9	90,1	115,3	166,2	128,5	119,	118,	90,3	17	6,7	9,1
	Q	41,8	89,4	80,6	119,2	82,1	76,8	93,3	56,2	21,6	12,1	21,6
	CV	0,91	0,99	0,70	0,72	0,64	0,64	0,79	0,62	0,78	1,27	2,37

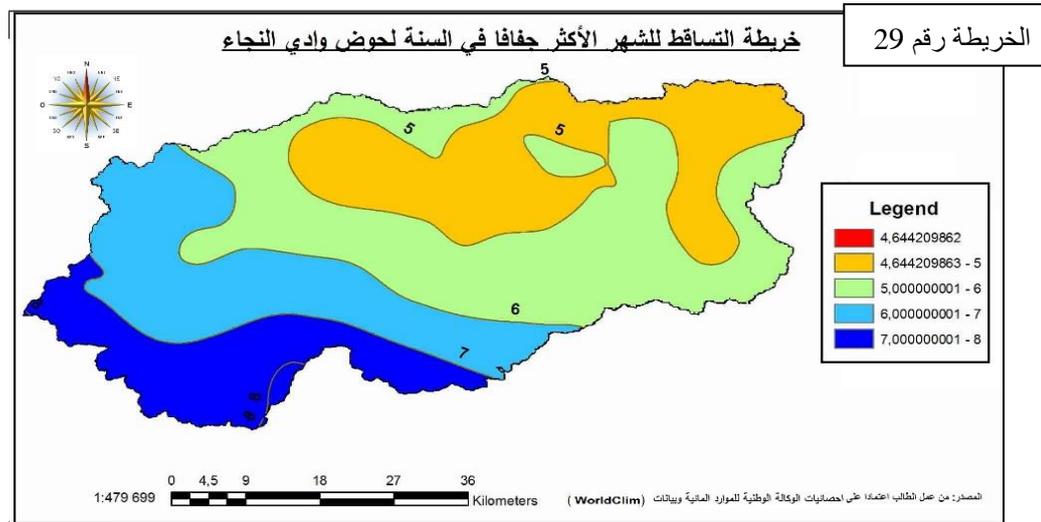
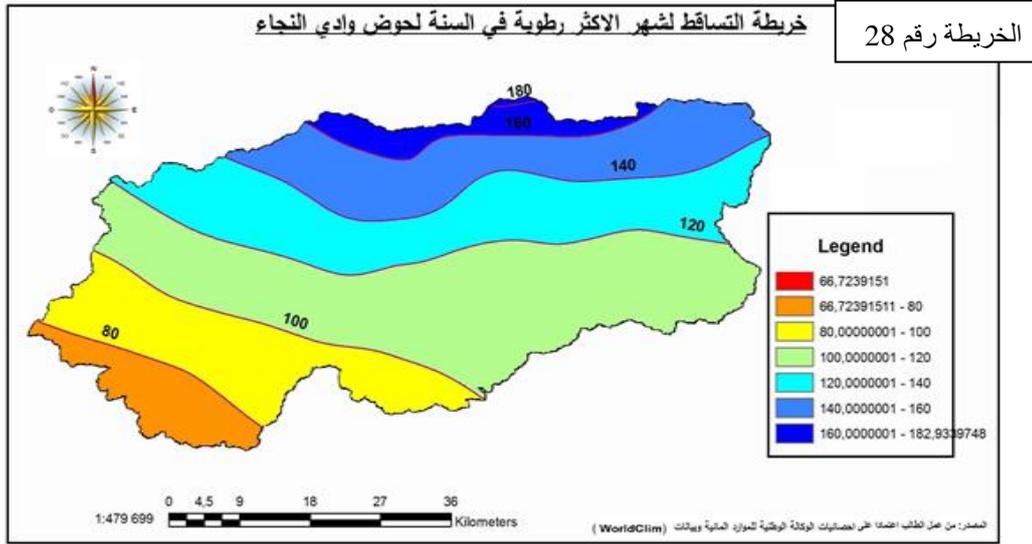
المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

يمكن تحليل نتائج الجدول من خلال دراسة معامل التغير (cv) الذي يدل على:

$$1 > CV \quad \leftarrow \text{أشهر رطبة} \quad \leftarrow 1 < CV \quad \leftarrow \text{أشهر جافة}$$

حتى يسهل تمييز الأشهر الجافة من الرطبة خلال فترة الممتدة ما بين (1970 الى 2006م) للمحطات التسعة ننجز تمثيل بياني لمعامل التغير (cv) بدلالة الأشهر (أنظر الشكل رقم 24). كما يتم رسم خريطتين الأولى للتساقط للشهر الأكثر رطوبة في حوض وادي النجاء (الخريطة رقم 28)، والثانية للتساقط للشهر الأكثر جفافا في الحوض (الخريطة رقم 29).





من خلال التمثيل البياني لمعامل التغير حسب الأشهر والخريطتين (28،29) يتضح أن:

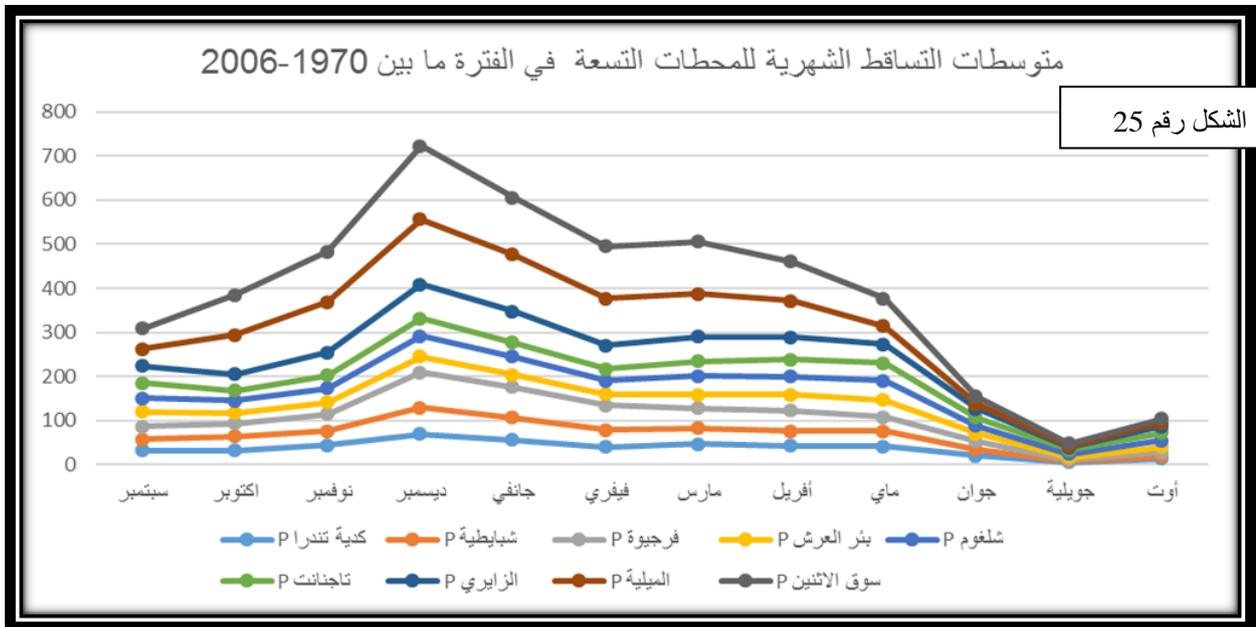
- ❖ هناك تشابه في الشكل العام لمعامل التغير حسب الأشهر بين المحطات التسعة مع الاختلاف في الكمية المتساقطة من محطة لأخرى.
- ❖ التباين والتذبذب للأمطار الشهرية على مدار السنة من محطة إلى أخرى هذا ما يجعل هناك تباين في تأثير الأمطار على التعرية من منطقة لأخرى ومن شهر لآخر.

❖ شهر ديسمبر هو الشهر الأكثر تساقطا في أغلب محطات منطقة الدراسة بينما شهر جويلية هو الشهر الأقل تساقطا والأكثر جفافا طول فترة الدراسة وفي المحطات التسعة.

❖ من شهر نوفمبر حتى شهر ماي هي الأشهر الرطبة في كل المحطات طوال فترة الدراسة.

❖ شهري سبتمبر وأكتوبر وجوان تعرف تتاب فترات جافة مع فترات رطبة من محطة لأخرى.

كما يمكن ابراز طبيعة التساقطات الشهرية في المحطات التسعة من خلال رسم تمثيل بياني لمتوسطات التساقط خلال الفترة الممتدة ما بين (1970 و 2006م)، أنظر الشكل رقم (25)



ومما يلاحظ في التمثيل البياني رقم (25):

❖ التناقص بين مختلف المحطات في فترات الجفاف والفترات المطيرة مع الاختلاف كمية الأمطار بينهما.

❖ التباين الواضح للمتوسطات الشهرية للأمطار من شهر لآخر في المحطة الواحدة.

❖ التغير للمتوسطات الشهرية قليلا في الأشهر الأكثر جفافا خاصة شهر جويلية، وجاء كبيرا في الأشهر الممطرة خاصة في شهر ديسمبر.

❖ يقل التساقط كلما اتجهنا نحو المحطات الجنوبية، بينما أعلى تساقط سجل في محطة سوق الاثنين.

❖ من الملاحظ أن التغير في المتوسطات الشهرية يسلك مسلكا غير منتظم، الأمر الذي يصعب معه وضع الخطط التي تعتمد على مياه الأمطار خلال السنة من اجل حماية مناطق الأكثر عرضة لعوامل التعرية.

6- التغيرات اليومية للتساقط:

تشهد التساقطات اليومية للأمطار تباينات مختلفة من سنة لأخرى ومن شهر لآخر، على مستوى المحطة الواحدة أو من محطة لأخرى، وتعود هذه التباينات والاختلافات إلى عدة عوامل كالاختلاف في الارتفاع والموقع ودرجة الحرارة والرياح وغيرها. سيتم دراسة التغيرات اليومية للتساقط من خلال عدد أيام التساقط في الشهر الواحد، والتساقطات اليومية القصوى في نفس الشهر، وذلك في المحطات التي تتوفر على احصائيات اللازمة.

أ- عدد أيام التساقط:

كمية الامطار التي تسقط خلال فترة قصيرة خلال اليوم أو عدة أيام تسمى بالعاصفة المطرية، وترتبط كثافة المطر بزيادة احجام قطراتها أكثر من ارتباطها بزيادة اعداد هذه القطرات، وترتبط غزارة الامطار بسرعة سقوط قطرات المطر بعلاقة طردية اذ تزداد سرعة السقوط بزيادة الغزارة.

يعتبر عدد أيام التساقط خلال الشهر التوزيع الحقيقي للتساقط خلال السنة، ولكن المشكلة التي تطرح في هذه الدراسات التفصيلية أي التساقطات اليومية وحتى على عدد ساعات التساقط في اليوم الواحد يكمن في مدى توفر الاحصائيات، خاصة وأن معظم المحطات المعتمدة في هذه الدراسة ليست آلية وإنما تعتمد على العامل البشري ولهذا نجد نقص في الاحصائيات الواردة لنا من الوكالة الوطنية للموارد المائية.

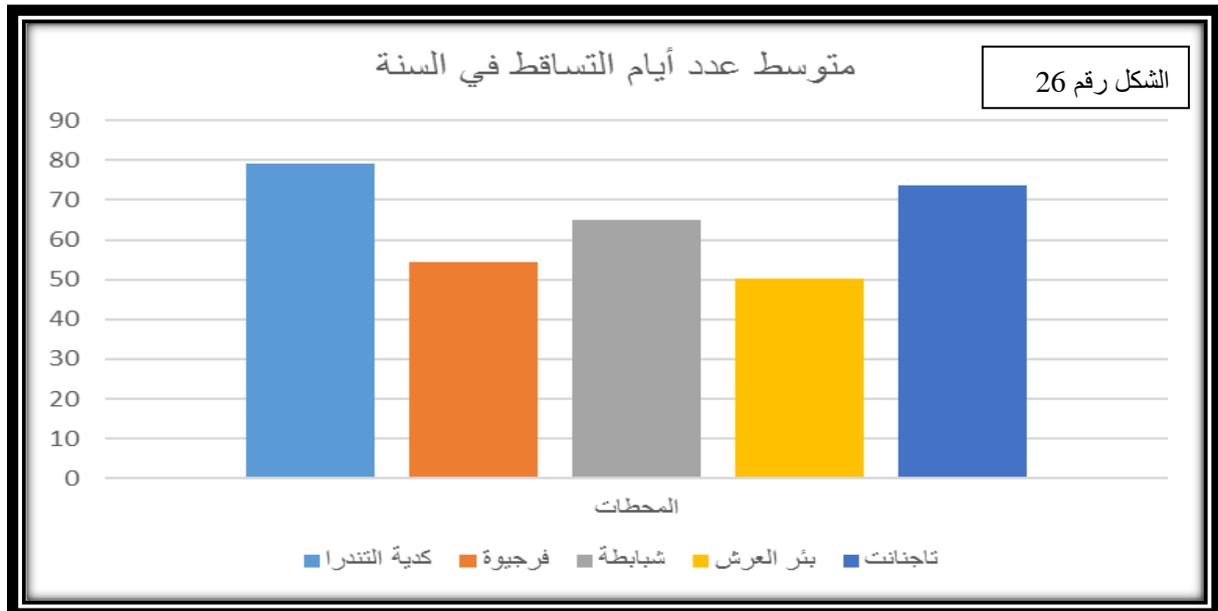
الجدول رقم (38) يلخص احصائيات التساقطات على المستوى اليومي في خمس محطات من تسعة التي تم الحصول عليها، مع وجود نقص على مستوى كل محطة من الخمسة المتوفرة.

جدول رقم (38): عدد أيام التساقط في محطات الدراسة

متوسط عدد الايام	اقل عدد أيام التساقط		أكبر عدد أيام التساقط		فترة الدراسة			المحطات
	الايام	السنة	الايام	السنة	سنوات الدراسة	إلى	من	
79.12	55	1982	98	2002	24 سنة	2011	1980	كدية التندرا
54.37	27	1982	100	1972	29 سنة	2004	1972	فرجيوة
65.04	41	1999	102	1975	23 سنة	1999	1973	شبابطة
50.16	36	1973	73	1985	24 سنة	2003	1972	بئر العرش
73.64	38	1977	112	2002	31 سنة	2006	1970	تاجنانت

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

انطلاقا من احصائيات الجدول رقم (38) تم انجاز أعمدة بيانية لمتوسط عدد أيام التساقط في السنة (انظر الشكل 26).



من خلال جدول عدد أيام التساقط خلال السنة رقم (38) والتمثيل البياني لمتوسط عدد أيام التساقط (الشكل رقم 26) يتضح أن هناك تقارب في عدد أيام التساقط بين محطات الدراسة فهي تتراوح ما بين ثلاثة أشهر في أفضل الحالات أي السنوات الأكثر رطوبة إلى حوالي شهر أكثر أو أقل بقليل في السنوات الجافة. أعلى متوسط عدد أيام التساقط في المحطات الخمسة سجل في محطة كدية التندرا وقد قدر بـ: (79.12) يوم أما أضعف متوسط سجل في محطة بئر العرش (50.16) يوم. وبهذا تتراوح نسبة أيام التساقط بالنسبة لسنة الواحدة في المحطات الخمسة ما بين (15% إلى 30%). مع العلم أن أغلب أيام التساقط تكون في فصل الشتاء ثم يليه فصل الربيع ثم الخريف وأخيرا فصل الصيف.

ب- التساقطات اليومية القصوى:

تعد التساقطات اليومية القصوى ذات أهمية كبرى لأنها ترتبط مباشرة بالفيضانات، كما تأثيرها يكون كبيرا على عمليات التعرية والنقل والإرساب وسبب ذلك أن تركيزها في فترة وجيزة (بضع ساعات) وبكمية كبيرة مما لا يعطي فرصة لتسرب المياه نحو الباطن، فينتج عن ذلك جريان سطحي كثيف.

الامطار اليومية القصوى هي أكبر قيمة تسجل في اليوم الواحد (أي خلال 24 ساعة) مدة شهر، يمكن تقسيم غزارة المطر في منطقة الدراسة الى اربعة فئات حسب قارسون (Garson)، وفراندلي (Friendly):

- ❖ مطر خفيف (0 - 3.9) ملم
- ❖ مطر متوسط (4.0 - 10.9) ملم
- ❖ مطر غزير (11.0 - 20.9) ملم.
- ❖ مطر غزير جدا (أكثر من 21) ملم.

الجدول رقم (39) يوضح تردد تغيرات التساقطات اليومية القصوى في محطات منطقة الدراسة حسب تصنيف قارسون (Garson)، وفراندلي (Friendly)

جدول رقم (39) تردد تغيرات التساقطات اليومية القصوى في محطات منطقة

الدراسة حسب تصنيف قارسون (Garson)، وفراندلي (Friendly)

شبابطة 2000-1971				فرجيوة 2005-1980				كدية التندرا 2011-1980				محطات
غز جدا	غزير	متوسط	خفيف	غز جدا	غزير	متوسط	خفيف	غز جدا	غزير	متوسط	خفيف	تردد
5	8	6	6	5	10	7	3	6	13	10	2	سبتمبر
4	6	11	4	5	6	11	2	6	7	13	4	أكتوبر
6	6	10	4	4	8	10	2	7	8	14	3	نوفمبر
9	8	7	3	16	5	4	0	17	11	3	1	ديسمبر
7	12	7	1	12	9	1	1	11	13	9	0	جانفي
7	7	9	4	11	9	1	3	5	12	9	3	فيفري
2	12	9	1	8	10	4	2	8	15	7	1	مارس
6	9	9	2	6	13	6	0	7	13	7	2	افريل
10	6	9	1	6	6	8	5	12	8	8	3	ماي
1	9	7	10	5	4	6	9	3	9	10	9	جوان
0	1	5	20	0	1	1	21	1	1	7	20	جويلية
0	3	8	14	1	1	5	11	1	10	12	9	أوت

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة

يتضح من جدول تردد تغيرات التساقطات اليومية القصوى في المحطات الواقعة داخل الحوض حسب تصنيف قارسون (Garson)، وفراندلي (Friendly) رقم (39)، أن هناك اختلاف في قيم التساقطات اليومية القصوى من شهر لآخر ومن سنة لأخرى. تعتبر شهور فصل الشتاء (ديسمبر-جانفي فيفري) في المحطات الثلاثة هي الأشهر التي تشهد أكثر تردد للأمطار الغزيرة والغزيرة جدا خلال فترة الدراسة لكل محطة حيث تتجاوز قيمة التساقط (21 ملم) في اليوم وقد سجلت هذه القيمة في العديد من أشهر الشتاء. في هذه الفترة يكون عمل التعرية نشطا لان الغطاء النباتي الطبيعي يكاد يكون منعدم في المناطق الجنوبية لحوض وادي النجاء بينما المناطق الشمالية والتي تشهد أكبر كمية من التساقط فهي متضرسة طبعها والغطاء النباتي الطبيعي دائم ويتمثل في غابات وأحراش وغيرها.

بينما تعد أشهر الصيف (جوان - جويلية - أوت) في المحطات الثلاثة هي الأشهر التي تعرف تردد كبير للمطر الخفيف الذي لا تزيد فيه كمية التساقط (4 ملم) في اليوم الواحد وقد عرفت المحطات الثلاثة تردد كبير لهذه الكمية خلال فترة الدراسة لكل محطة الموضحة في الجدول رقم (39).

بينما بقية الأشهر والموزعة في فصلي الخريف والربيع فهناك تبيان في تردد كمية التساقطات اليومية القصوى من محطة لأخرى ومن سنة لأخرى، ولكن عموما يسجل تردد المطر المتوسط الذي تتراوح كمية التساقط فيه (4 إلى 11) ملم في اليوم.

7- الامتداد المساحي للأمطار:

عادة ما تؤخذ قياسات الأمطار من نقطة معينة وهي مكان وجود محطة قياس الأمطار، ومثل هذه الأرقام يمكن أن تختلف عن الواقع وفي كثير من الحالات تسقط الأمطار شتاء في مكان ما ولا تسقط في مكان آخر في نفس المدينة، وعند التعامل بأرقام نتعامل مع نقطة واحدة لا تعطي الواقع وبالتالي لا نستطيع تعميم المعلومات على مناطق لها امتداد مساحي بل مكان المحطة فقط. كما أن كمية الأمطار تتغير في المنطقة الواحدة من مكان لآخر وهذا يزيد الشك في هذه الأرقام والابتعاد عن الواقع، أي لا تتساوى الكمية الساقطة حتى في الوحدة المساحية الواحدة بل تختلف من مكان لآخر.

ويهمنا في هذه الدراسة أن نتعرف على حجم المياه التي تسقط في منطقة الدراسة، وبما أن تأثير الأمطار يختلف حسب مساحة المنطقة، حيث تؤثر الأمطار في المنطقة الصغيرة أكثر من الكبيرة، وفي شديدة الانحدار أكثر من قليلة الانحدار.

إن مساحة المنطقة تؤثر في تحديد كمية المياه المتجمعة فيها، ودائما المناطق (الأحواض المائية) الكبيرة إذا سقط بها كمية متساوية من الأمطار فإن نسبة ما تفقده هذه المناطق من مياه الأمطار بالتسرب والتبخر تكون أعلى، كما أن الانحدار يتناقص مع زيادة المساحة حيث يقل الانحدار في المساحة الواسعة مما يزيد من التسرب عكس ذلك في المناطق الصغيرة.

عادة ما تحسب كمية المياه المتجمعة في الحوض اعتمادا على عدد كبير من محطات القياس، وإذا لم يوجد عدد كبير من محطات القياس كما هو الحال في منطقة دراستنا يتم الاعتماد على العديد من الطرق في تقدير الامتداد المساحي للأمطار في حوض وادي النجاء.

أ- طريقة المتوسط الحسابي:

تعد هذه الطريقة أسهل الطرق، وتستخدم في الحالات التي تكون المنطقة المعنية بالدراسة منطقة سهلية قليلة التضرس، وتتنحصر هذه الطريقة بجمع معدلات الأمطار للمحطات الواقعة داخل منطقة فقط الدراسة وقسمة الناتج على عدد المحطات.

متوسط التساقط السنوي لمنطقة الدراسة: متوسط التساقط في محطة كدية التندرا + محطة شبابطة + محطة فرجيوة

متوسط التساقط السنوي لمنطقة الدراسة = 420.946 ملم

بما أن منطقة الدراسة تتميز بتضرسها كما أن عدد المحطات الموجودة داخل الحوض قليلة جدا (ثلاث محطات فقط) مقارنة بمساحتها وتوزيعها الغير منتظم، كل هذه العوامل لا تسمح بإعطاء نتائج دقيقة لذا لا بد من استخدام بعض الطرق لتقدير المعدل بصورة أدق ومن أهم هذه الطرق ما يلي:

ب- تقدير الصفيحة المائية المتساقطة وفق طريقة تيسان (Thiessen):

تكمن أهمية استخدام هذه الطريقة عندما يكون هناك نقص في التغطية المجالية لمحطات الأمطار - كما هو الحال بالنسبة لمنطقة الدراسة - فيتم الاعتماد على احصائيات بعض المحطات المجاورة التي تتوفر على شروط معينة.

نصل بين المحطات داخل المنطقة المعنية، أو التي تقع على أطرافها بخطوط مستقيمة، ثم ننصف تلك المستقيمت، ونقيم من المنتصف أعمدة تلتقي بالأعمدة المنصفة للخطوط الواصلة بين المحطات الأخرى المجاورة، وبهذا نكون قد قسمنا المنطقة إلى مضلعات، يقع بمنتصف كل مضلع محطة رصد مطرية، ثم نقوم بحساب نسبة مساحة كل

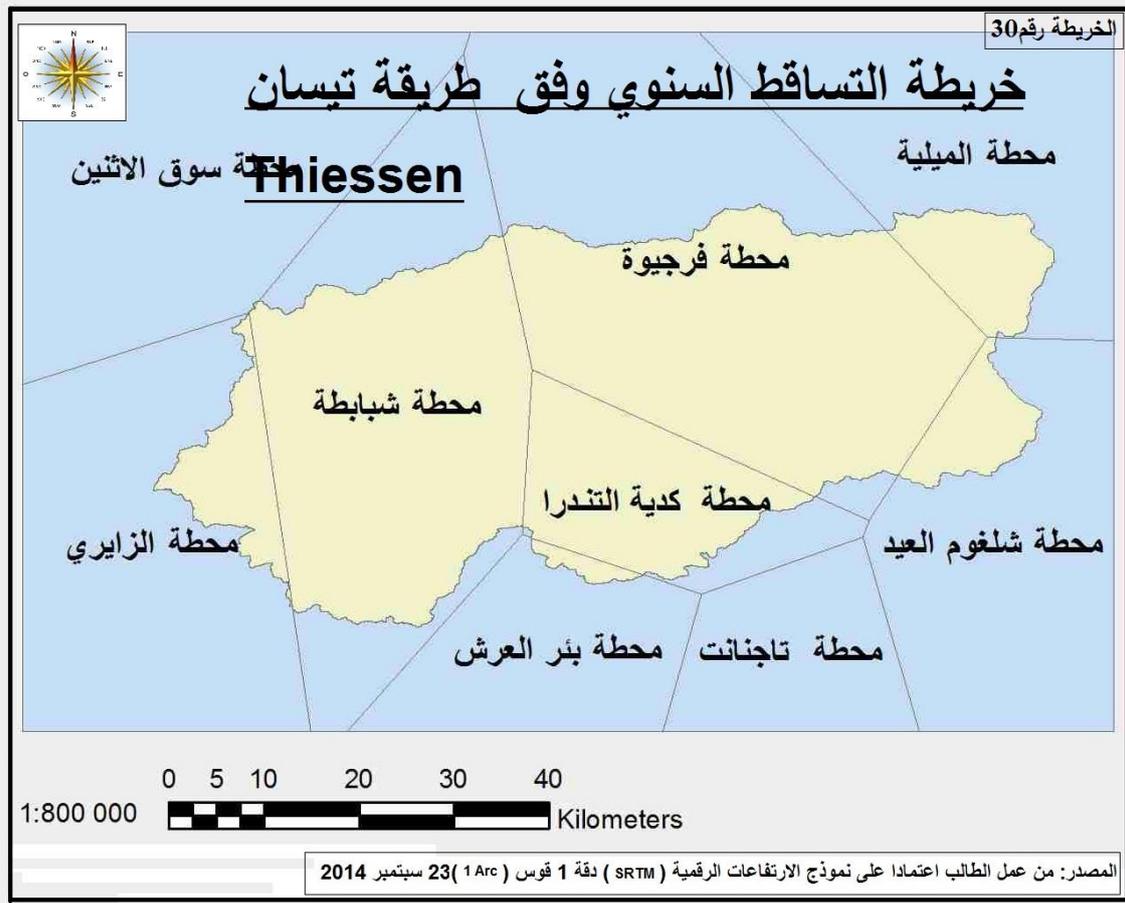
مضلع من المساحة الكلية للمنطقة. ثم نضرب معدل التساقط في كل محطة بتلك النسبة، ثم نجمع حاصل الضرب ويكون الرقم المستخرج كمية التساقط على كل المنطقة. أو نقوم بجمع كمية التساقط للمحطات جميعها، ونضرب كمية التساقط في كل محطة بمساحة مضلعها، ونجمع حاصل الضرب بينهما، ثم نقسم حاصل الجمع الناتج على المساحة الكلية للمنطقة، ويكون الناتج هو مقدار متوسط الأمطار المحسوبة.

تمت العملية آليا بواسطة برنامج (Arc Gis) حيث قام بحساب مساحة تأثير كل محطة بعدما تم تحديد محطات الدراسة التسعة في شكل طبقة نقطية، فكانت النتيجة الأولى خريطة توضح مساحة تأثير كل محطة وعند قص منطقة الدراسة بواسطة نفس البرنامج أعطانا الخريطة النهائية التي تبرز تأثير سبع محطات وهي ثلاث محطات الواقعة داخل الحوض (كدية التندرا - فرجيوة - شبابطة) أنظر الخريطة رقم(30)، وخمس محطات خارج حوض وادي النجاء (الميلية - شلغوم العيد - الزايري - بئر العرش - سوق الاثنين)، أما المحطة المتبقية (تاجنانت) وضعها خارج التأثير على مساحة الحوض كما تبرزه خريطة التساقط السنوي حسب طريقة تيسان(Thiessen) رقم (30). نتائج تقدير الصفيحة المائية المتساقطة وفق طريقة تيسان(Thiessen) ملخصة في الجدول (40):

جدول رقم 40 تقييم الصفيحة المتساقطة بطريقة تيسان(Thiessen)

المحطات	متوسط التساقط السنوي (ملم)	مساحة مجال النفود (كلم ²)	جداء متوسط التساقط في مساحة
كدية التندرا	443.03	296.64	131420,4
فرجيوة	453.88	808.96	367170,8
شبابطة	365.92	729.09	266788,6
شلغوم العيد	386.72	90.00	34804,8
الزايري	516.80	114.49	59168,43
بئر العرش	327.74	17.50	5735,45
الميلية	895.21	117.65	105321,5
سوق الاثنين	975	0.11	107,25
			446,329

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على إحصائيات الوكالة الوطنية للموارد المائية-قسنطينة



ثانيا: الحرارة:

تعد درجة الحرارة من أبرز عناصر المناخ وأهمها بسبب تأثيرها المباشر على العديد من العناصر الطبيعية فهي تؤثر على النظام الحيوي للنبات والحيوان، فضلا عن تأثيرها على مختلف العمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية وعلى معدل بناء التربة، كما أنه توجد علاقة وثيقة بين درجة الحرارة وعناصر المناخ إذ تعد المحرك الأساسي لبقية عناصر المناخ الأخرى وفي الوقت نفسه تؤثر وتتأثر بتلك العناصر، وما التباين الظاهر في المناخ إلا انعكاس للتباين الموجود في درجة الحرارة.

من أهم الصعوبات التي واجهت الباحث هي صعوبة الحصول على البيانات المناخية (الحرارة، الرياح، الرطوبة، الاشعاع الشمسي) لعدم توفر منطقة الدراسة على محطات مناخية، وحتى الدراسات القديمة مثل دراسة سلنزر 1946م (P.Seltzer) لم تشمل منطقة الدراسة،

ولهذا تم الاعتماد على معطيات القياس لدرجات الحرارة والرياح والرطوبة والاشعاع الشمسي لمنطقة الدراسة على البيانات التي يوفرها موقع:

(WorldClim - Global Climate Data¹)

هذا الموقع المتخصص في البيانات المناخية لجميع أنحاء العالم، هذه البيانات متوفرة على شكل بيانات مكانية (Spatial Data)، فترة دراستها تمتد ما بين (1950 إلى 2000)، تتطلب برامج خاصة بنظم المعلومات الجغرافية للاستفادة منها، يمكن تحميلها مجاناً، كما أنها تتوفر بدقة مساحية تتراوح ما بين (10 دقائق إلى 30 ثانية)، تم الاعتماد على الدقة الأحسن وهي (30 ثانية أي تقريبا 1 كلم²).

1- طرق معالجة وتحليل البيانات:

يتطلب استعمال ومعالجة واستخدام البيانات المكانية والبيانات الوصفية التي يوفرها الموقع السابق ذكره (WorldClim) الدراية الكافية باستخدام برامج متخصصة في نظم المعلومات الجغرافية وكيفية تعامل هذه البرامج مع البيانات بمختلف صيغها والبرامج التي يمكنها استعمال هذه البيانات. تم استخدام عدد من البرامج في هذه الدراسة وهي:

- ❖ برنامج (Diva Gis) وهو برنامج مجاني يوفره الموقع الذي تم تحميل منه البيانات، وهو متخصص في معالجة هذه البيانات.
- ❖ الاستعانة ببرنامج (Excel) لتوضيح البيانات والنتائج في شكل رسوم بيانية.
- ❖ الاستعانة ببرنامج (Arc Gis) لربط البيانات بالخرائط وتحليلها.

أ- تجهيز البيانات المناخية:

- بما أن البيانات المتوفرة على شكل بيانات مكانية (Spatial Data) فهي غير جاهزة للاستعمال المباشر ولهذا كان لابد من تجهيزها وفق خطوات وهي:
- ❖ باستعمال برنامج (Diva Gis) نعرض البيانات العالمية ذات الدقة (30 ثانية لاستخراج منها منطقة الدراسة.

¹ - أنظر الرابط التالي: <http://worldclim.org/>

❖ اختيار محطات لاستخراج البيانات المناخية، وقد تم اختيار (49) محطة، (20) منها تقع خارج الحوض و(29) داخل الحوض موزعة على كامل الحوض، كما توضحه الخريطة توزيع محطات درجات الحرارة المستعملة في الدراسة، انظر الخريطة رقم (31).

❖ تحويل المناطق المختارة إلى جداول إحصائية في صيغة اكسل (Excel) تحتوي على كل التفاصيل المناخية، لفترة زمنية تقدر بـ: (50) سنة تمتد ما بين (1950 إلى (2000).



ب - بناء قاعدة البيانات الجغرافية:

في هذه المرحلة يتم بناء قاعدة بيانات جغرافية لحوض وادي النجاء، باستخدام برنامج (Arc Gis) حيث تم إنشاء مجلد يحتوي على قاعدة بيانات (Geodatabase) ، ومن خلاله انجاز مجموعة من الطبقات والمتمثلة في:

- ❖ استيراد خريطة الحدود الطبيعية لحوض وادي النجاء.
- ❖ استيراد ملف الاكسل (Excel) الذي تم إنجازه سابقا وربطه مع منطقة الدراسة.
- ❖ انجاز مجموعة من الخرائط والتمثيلات البيانية والجداول.

2- نقد المعطيات:

تعتبر المصدقية في البيانات من أهم المقاييس للوصول إلى نتائج دقيقة وسليمة، مع أن أي بيانات إحصائية تتأثر بنوعين من الأخطاء وهما أخطاء إحصائية فتتمثل مثلا في سوء توزيع المحطات أو قلتها، وغير إحصائية وتتمثل في جمع البيانات ومعالجتها. أما في هذه الحالة فالمشكلة هو عدم توفر معطيات إحصائية أصلا. ولهذا تم الاعتماد على بيانات موقع (World Clim) الذي تم الإشارة إليه سابقا. مع العلم أن بيانات هذا الموقع تم جمعها من الشبكة العالمية للمناخ التاريخي (GHCN)¹، ومنظمة الأغذية والزراعة (FAO)²، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO)³ والمركز الدولي للزراعة الاستوائية (CIAT)⁴، وعدد من قواعد البيانات الثانوية الإضافية لأستراليا ونيوزيلندا وأوروبا الشمالية البلدان، إكوادور، بيرو، بوليفيا، وغيرها، و الجزائر تنتمي إلى هذه المنظمات العالمية⁵.

بعد الاطلاع على المحطات الفعلية التي اعتمد عليها موقع (World Clim) القريبة من منطقة الدراسة لوحظ أنه استعمل المحطات المناخية الفعلية كمحطة قسنطينة وسطيف وجيجل، بعد معالجتها والقيام بمجموعة من المعادلات المناخية عليها.

¹ GHCN: Global Historical Climatology Network

² FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations

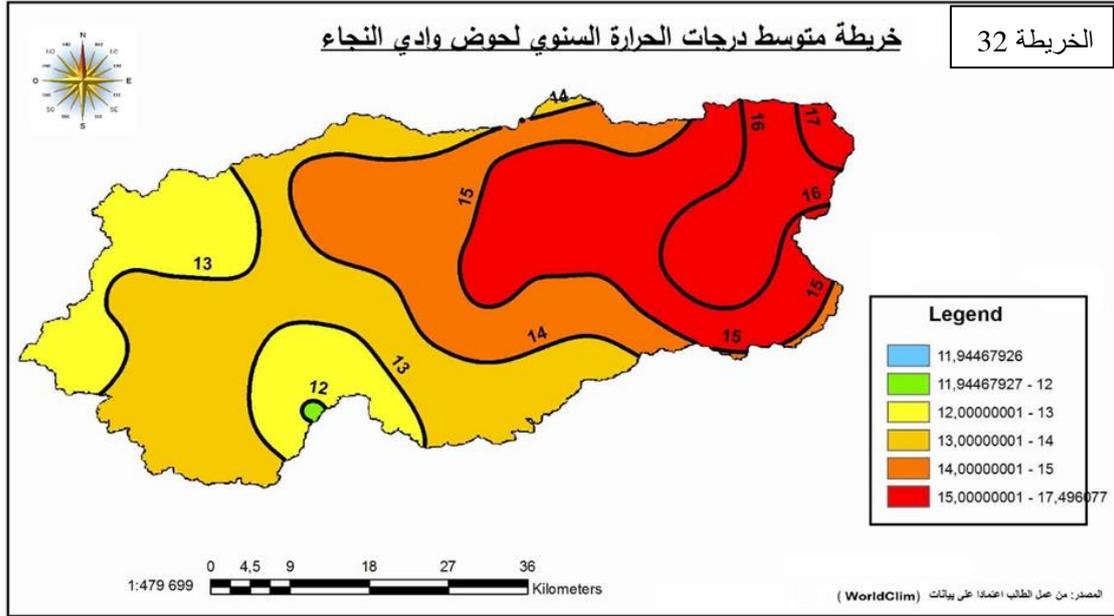
³ WMO :World Meteorological Organization

⁴ CIAT: International Center for Tropical Agriculture

⁵ <http://www.worldclim.org/methods1>

3- متوسط درجات الحرارة السنوية:

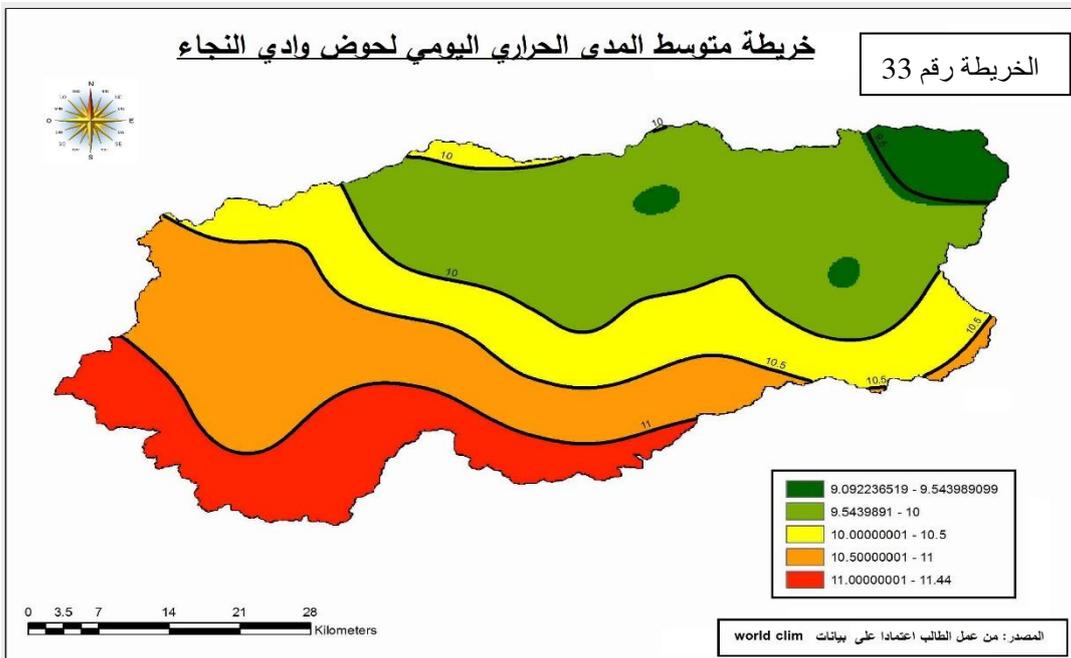
يمكن حساب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة من خلال جمع كل المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لكل أيام السنة وقسمة الناتج على عدد أيام السنة. أو إيجاد مجموع المتوسطات الشهرية لدرجة الحرارة خلال السنة ثم قسمة الناتج على عدد أشهر السنة. بما أن البيانات المعتمدة في الدراسة هي بيانات رقمية، سيتم انجاز خرائط متنوعة لخطوط تساوي درجة الحرارة، وهو خط يصل بين النقاط التي سجل فيها نفس درجة الحرارة، يتغير شكل هذه الخريطة مع تغير درجات الحرارة بين اليوم أو الشهر أو السنة. الخريطة رقم (32) تبرز متوسط درجات الحرارة السنوية في حوض وادي النجاء حيث نلاحظ أن هناك تباين واضح بين درجات الحرارة من منطقة لأخرى في منطقة الدراسة، من المعلوم أن توزيع درجات الحرارة على سطح الأرض متباين وتتحكم فيه العديد من العوامل منها القرب من المنطقة الاستوائية والعكس، الارتفاع عن مستوى سطح البحر، الرياح وغيرها من العوامل، ما يلاحظ من خريطة متوسط درجات الحرارة السنوي لحوض وادي النجاء أن المناطق الشرقية من الحوض هي المناطق التي سجل فيها أعلى معدل لمتوسطات درجات الحرارة السنوي، تعتبر هذه المناطق الأقل ارتفاعاً في منطقة الدراسة وهي نقطة تلاقي وادي الرمال مع وادي النجاء أين أنجز سد بني هارون، ومنه العامل الأكثر وضوحاً والذي يفسر هذا التوزيع في اختلاف في درجات الحرارة في حوض وادي النجاء هو عامل الارتفاع عن مستوى سطح البحر، فالانخفاض التدريجي للحرارة يكون مع الاتجاه نحو المناطق المرتفعة بمعدل (0.6°) كل (100 متر) ، ويسمى هذا الانخفاض بالتدرج الحراري (Le Thermique Gradient). إلا أن هذه النسبة غير قارة إذ تختلف في الحقيقة من وقت إلى آخر ومن مكان إلى آخر إذا ما تدخلت عوامل وعناصر للمناخ أخرى. أنظر الخريطة رقم (32) خريطة متوسطات درجات الحرارة السنوي لحوض وادي النجاء



4- متوسط المدى الحراري اليومي:

يقصد بمتوسط المدى الحراري اليومي معدل متوسط الفارق بين أعلى وأدنى درجة حرارة تسجل خلال اليوم الواحد طوال أيام فترة الدراسة (1950-2000م). لإبراز هذا المتغير نرسم خريطة المدى الحراري اليومي لمنطقة لحوض وادي النجاء انطلاقا من البيانات المناخية لـ: (World clim).

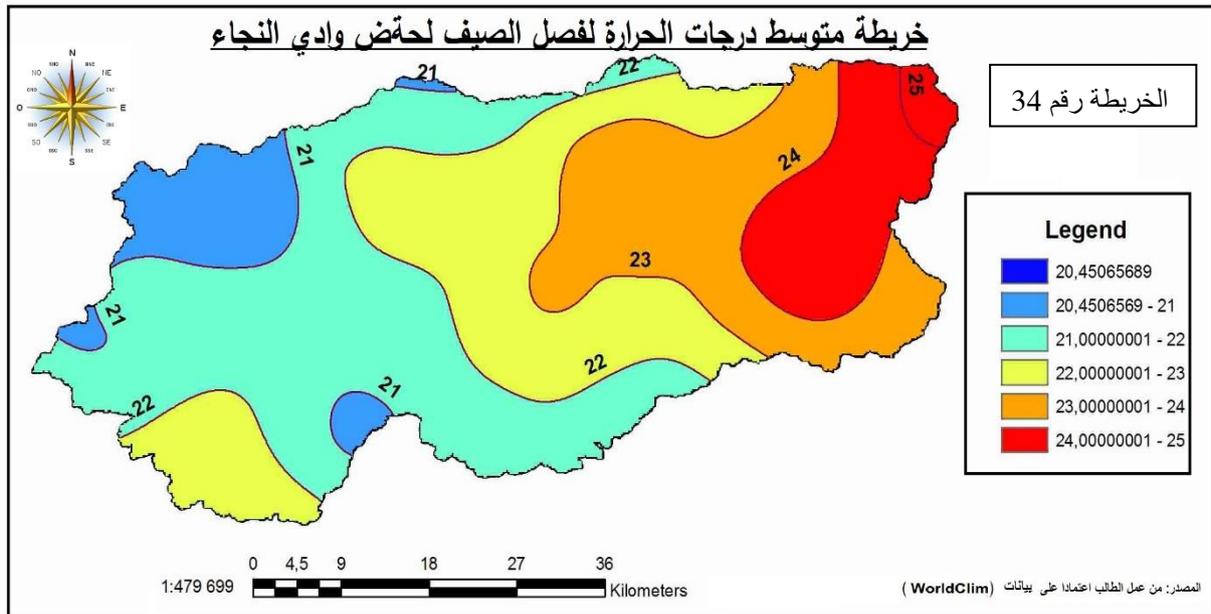
إذا كان الفارق كبيرا فأن ذلك يدل على أن المناخ قاري، أما إذا كان الفارق قليلا فأن ذلك يدل على أن المناخ تؤثر عليه المسطحات المائية (القرب من البحر المتوسط).



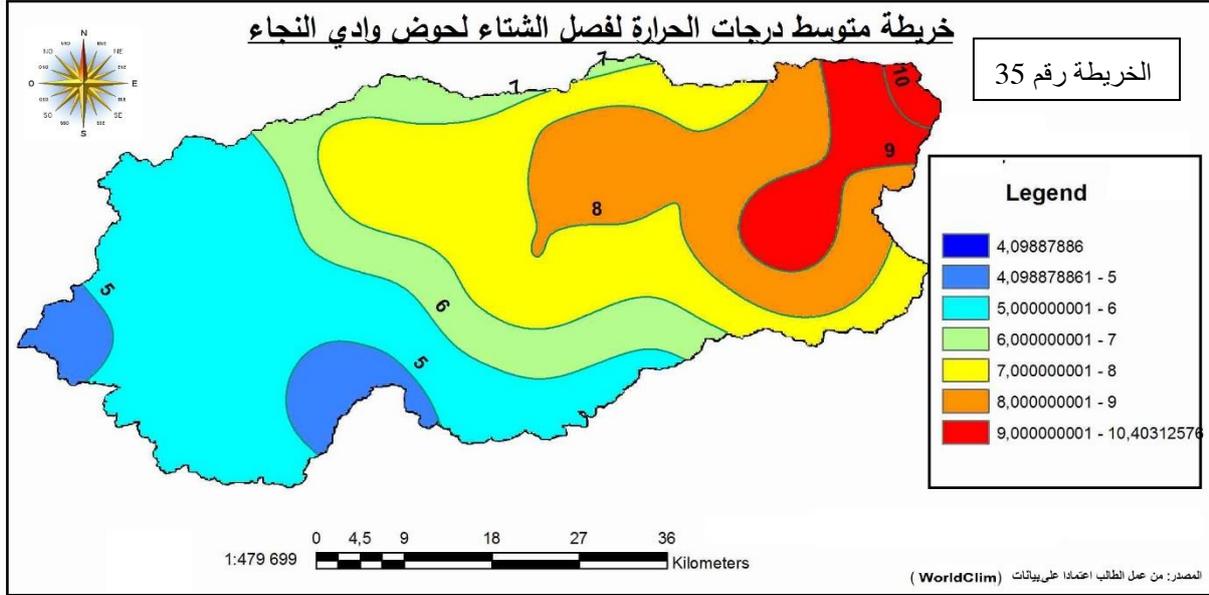
يتضح من خلال خريطة متوسط المدى الحراري اليومي لحوض وادي النجاء رقم (33) أن هناك تقارب في توزيع قيم متوسط المدى الحراري داخل الحوض، وما يلاحظ أنه كلما اتجهنا شمالا (نحو البحر المتوسط) يقل المدى الحراري والعكس صحيح فأعلى قيم المدى الحراري تقع في الجنوب مع بداية الهضاب العليا حيث يصل المدى الحراري اليومي (11.44°). قيم متوسط المدى الحراري تختلف طبعا من شهر إلى آخر ومن سنة إلى أخرى. للمدى الحراري دور كبير في عملية التجوية التي تتعرض لها مختلف أنواع الصخور، إذ تعمل التجوية الميكانيكية على تفكيك الصخور وتصدها خاصة صخور الحجر الرملي المتكشفة بالمناطق الجبلية، وينتج عن ذلك العديد من المظاهر الجيومورفولوجية التي تظهر في حوض وادي النجاء.

5- توزيع متوسطات درجات الحرارة الفصلية:

من المعلوم أن شمال الجزائر يتميز بظهور الفصول الأربعة وأن الفصل الأبرد هو فصل الشتاء والفصل الأكثر حرارة هو فصل الصيف، لإبراز درجات الحرارة الفصلية تم انجاز خريطتين واحدة لفصل الشتاء والأخرى لفصل الصيف اعتمادا على بيانات المناخية (World clim) أنظر الخريطة رقم (34) خريطة متوسط درجة الحرارة لفصل الصيف



لحوض وادي النجاء، والخريطة رقم (35) خريطة متوسط درجة الحرارة لفصل الشتاء لحوض وادي النجاء.



يتضح من الخريطين (34) و(35) أن الجزء الشرقي من منطقة الدراسة هو الأكثر حرارة في فصل الصيف وحتى في فصل الشتاء أي الجزء القريب من جهة المصب، وهذا يؤكد الملاحظات السابقة حيث أن المنطقة الأقل الارتفاع في الحوض الأكثر حرارة.

وجود تناسب عكسي بين عامل الارتفاع ودرجات الحرارة سواء في فصل الصيف أو الشتاء، فالمناطق الجبلية خاصة الغربية على طول خط تقسيم المياه تشهد انخفاض كبير في درجات الحرارة وتكتسي بثلوج لفترة معتبرة من فصل الشتاء مما يحفز عملية التجوية الميكانيكية للصخور بمختلف أنواعها وبدرجة متفاوتة بفعل التصدع الجليدي لها وبذلك تبرز الإنهيايات.

ثالثا: عناصر مناخ أخرى:

1- الرياح:

تعتبر الرياح من أهم العناصر المناخية، فهي تختلف من يوم لآخر ومن فصل لآخر من حيث السرعة والاتجاه، فهي أحيانا ضعيفة منعشة، وأحيانا أخرى قوية مدمرة، تهب من الشمال أحيانا ومن الجنوب أحيانا أخرى. قد تكون شرقية وقد تكون غربية.

تنشأ هذه الحركات الأفقية بمجرد حدوث فوارق بين قوى الضغط الجوي، تزداد هذه الرياح قوة أي سرعة، كلما زادت هذه الفوارق، أي أنه كلما زاد ارتفاع الضغط الجوي (أكثر من 1015 هيكوباسكال) من جهة، وزاد انخفاض الضغط الجوي (أقل من 1015 هيكوباسكال).

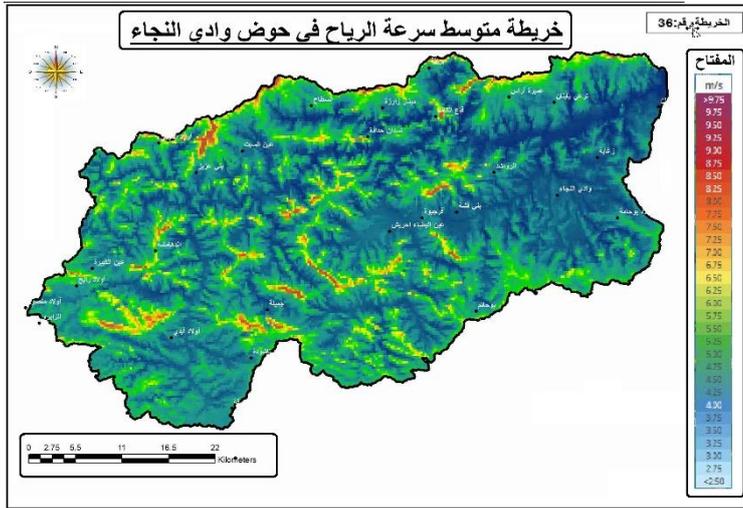
يتأثر مجال الدراسة بعدة أنواع من الرياح ذات اتجاهات مختلفة، وسرعة متباينة من فترة إلى أخرى، وبما أن منطقة الدراسة لا تحتوي على محطات مناخية لقياس هذا العنصر من عناصر المناخ تم الاعتماد على محطات فعلية محيطة بحوض وادي النجاء من الجهات الأربعة وهي محطة جيجل التي تحده شمالا ومحطة بجاية تحده شمال غرب ومحطة قسنطينة التي تحده من الشرق ومحطتي سطيف وبرج بوعريريج من الجنوب الغربي. في العشر سنوات الأخيرة تقريبا كما يوضحه الجدول رقم (41) التالي:

جدول رقم (41): المتوسطات السنوية للسرعة الرياح

المحطات	بجاية	جيجل	قسنطينة	سطيف	برج بوعريريج
2006	-	8.4	7.3	14.5	-
2007	-	8.7	6.8	15.1	-
2008	10.6	12.1	8	14	-
2009	12.5	12.8	8.4	13.4	6.4
2010	12.9	9.4	10.7	13.3	8.0
2011	11.0	8.5	9.4	12	6.4
2012	10	-	9.7	12.2	7.9
2013	9.4	9.3	11.4	13	8.4
2014	11.1	9.2	9.9	12.8	6.4
2015	8.5	8.1	10.1	11.8	2.4
2016	7.6	7.3	10.1	12.5	14.3
2017	13.3	7.1	10.2	12.2	14.3

المصدر: <https://en.tutiempo.net/climate/algeria.html>

يتضح من خلال جدول (41) لمتوسطات السنوية للسرعة الرياح التي تتعرض إليها المنطقة أنها ذات سرعة ضعيفة على العموم حيث لا تتجاوز في معظم المحطات في أقصى حالة عن (15 كلم/سا)، كما يتضح أن سرعة الرياح تتباين من سنة إلى أخرى ومن محطة لأخرى. من الملاحظ أنه ولا محطة من المحطات المعتمدة في دراسة الرياح توجد داخل حوض منطقة الدراسة ولهذا عندما تم رسم خريطة اتجاهات الرياح وسرعتها اعتمادا على بيانات المحطات المجاورة لمنطقة الدراسة المذكورة في الجدول رقم (41) لم نتحصل على نتائج دقيقة تبرز حركة الرياح واتجاهاتها ولهذا تم الاعتماد على خريطة الجزائر المنجزة من طرف مركز تنمية الطاقات المتجددة (CDER)¹ المنجزة بقاعدة بيانات لسرعة الرياح لكل ساعة ولكل ثلاثة ساعات مسجلة لمدة 10 سنوات متتالية من 2004 إلى 2014 في 74 محطة لحالة الطقس للمرصد الوطني للأحوال الجوية. إضافة إلى موقع إلكتروني يوفر بيانات رقمية للرياح لجميع مناطق العالم²، وبهذا تم انجاز خريطة لسرعة الرياح داخل الحوض أنظر الخريطة رقم (36).



من المعروف أن شمال شرق الجزائر يستقبل رياح من مختلف المناطق، فالرياح الشمالية و الشمالية الشرقية والشمالية الغربية التي تتعرض لها المنطقة في فصل الشتاء خاصة تكون سبب في الامطار والثلوج والانخفاض في درجة الحرارة الذي تعرفه المنطقة في

هذا الفصل، في حين تشهد المنطقة رياح حارة الآتية من الجنوب (رياح السيروكو) تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الهواء في مناطق التي تهب عليها وخاصة في فصل الصيف، بينما تهب على المنطقة رياح محلية بسبب تضاريس المنطقة المتباينة مما يسمح بتباين في الضغط داخل الحوض ولكن تأثيرها يكون في مناطق محدودة وخلال أوقات معينة من السنة.

¹ - لتفاصيل أكثر زيارة موقع المركز: <https://www.cder.dz/spip.php?article3584>

² - لتفاصيل أكثر زيارة الموقع: <https://www.globalwindatlas.info/area/Algeria>

2- الإشعاع الشمسي:

الإشعاع الشمسي عبارة عن مجموعة من الإشعاعات الأثيرية مصدرها الشمس، وهي تتألف من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هي:

❖ الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet Rays).

❖ الأشعة الضوئية (Light Rays).

❖ الأشعة الحرارية (Heat Rays) وتسمى أيضا بالأشعة تحت الحمراء.

المطلوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس الإشعاع الشمسي على أساس عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم ثم حساب متوسطاتها ومعدلاتها الشهرية والسنوية، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الشمسي.

هناك العديد من العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسي على سطح الأرض، حيث أن الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلي:

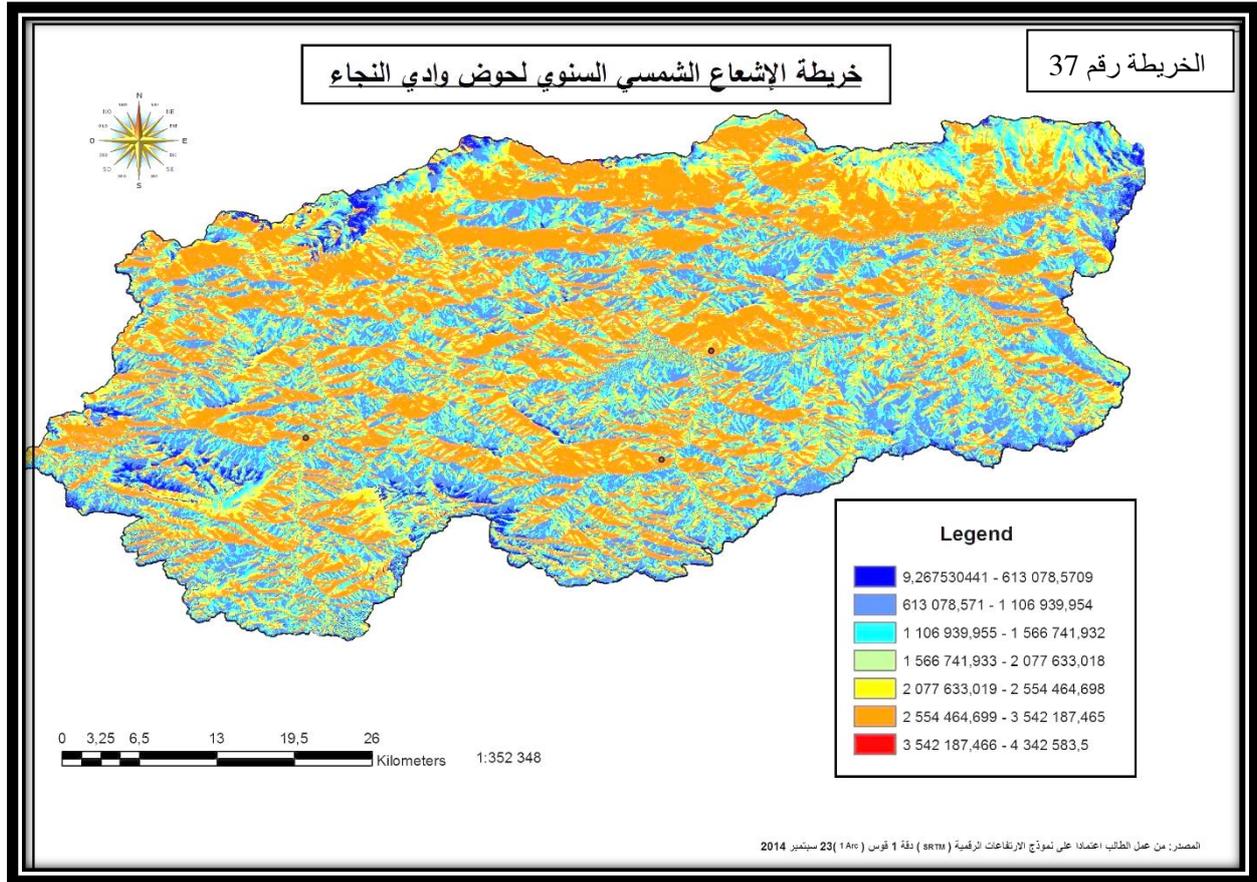
❖ طبيعة الغلاف الغازي والمواد العالقة به، ويتوقف ذلك على عاملين هما:

- سمك طبقة الهواء التي تخترقها الأشعة الشمسية.
- مقدار ما يحتويه الغلاف الجوي من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذي له القدرة على امتصاص قدرًا أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسي من الغلاف الجوي.

❖ تركيز أشعة الشمس أو الزاوية التي تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض.

❖ طول المدة التي تسطع فيها الشمس فوق الأفق، ويتغير ذلك تبعاً للفصول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض.

تم الاعتماد في حساب مدة الإشعاع الشمسي الذي تتعرض إليه منطقة الدراسة خلال السنة بواسطة برنامج (Arc Gis)، انطلاقاً من نموذج الارتفاعات الرقمية (Dem) بدقة 1 قوس (Arc 1) أي تقريباً (30 متر) الصادر في 23 سبتمبر 2014م، أنظر الخريطة رقم (37).



من خلال خريطة الإشعاع الشمسي السنوي لحوض وادي النجاء نلاحظ التوزيع الجغرافي للإشعاع الشمسي متباين من منطقة لأخرى إذ أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر في هذا التباين، إذ يؤثر الغلاف الجوي في طاقة الإشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية بصفة عامة، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها من هذه الطاقة في السنة لا بد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضاء، وأن هذا التعادل هو الذي يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخرى، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو في كل أيام السنة متعادلة في مكسبها أو خسارتها للإشعاع الشمسي، لأن توزيع هذا الإشعاع يختلف من مكان لآخر، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلي:

❖ اختلاف الألبيدو¹ الأرضي من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر.

¹ - الألبيدو: نسبة أشعة الشمس المنعكسة من سطح جسم ما، ونسبة أشعة الشمس الساقطة على سطح هذا الجسم،

- ❖ اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة في الصيف عنه في الشتاء.
- ❖ اختلاف طول الليل والنهار في العروض المختلفة وفي الفصول المختلفة.
- ❖ اختلاف الزاوية التي تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض.

خاتمة الفصل:

من خلال دراسة وتحليل المعطيات المناخية وبالخصوص عنصري التساقطات والحرارة، لمحطات الدراسة يمكن القول أن الظروف المناخية اللازمة لنشاط ديناميكية تفكك السطح موجودة، وبما أن المناخ عبارة عن متوسط ظروف الطقس لفترة زمنية طويلة، فإن تأثيره على ديناميكية السطح قد تستغرق مدة زمنية معتبرة، وفي حقيقة الأمر فإن للمناخ تأثيران مباشر وغير مباشر، فالمباشر يكون من خلال تأثير عناصره على السطح مباشرة كغزارة الأمطار والمدة التي تستغرقها وفترات عودتها، أو الرياح ودورها في عمليات النقل والترسيب وهكذا مع بقية العناصر، أما التأثير الغير مباشر فيمكن في تأثير المناخ على النبات خاصة الطبيعي من خلال كثافته وتوزيعه وبهذا يتحدد دوره في درجة حمايته للسطح، إلى جانب عوامل أخرى.

الفصل السابع:

خصائص السكان واستعمالات الأرض

الفصل السابع: خصائص السكان واستعمالات الارض

مقدمة الفصل:

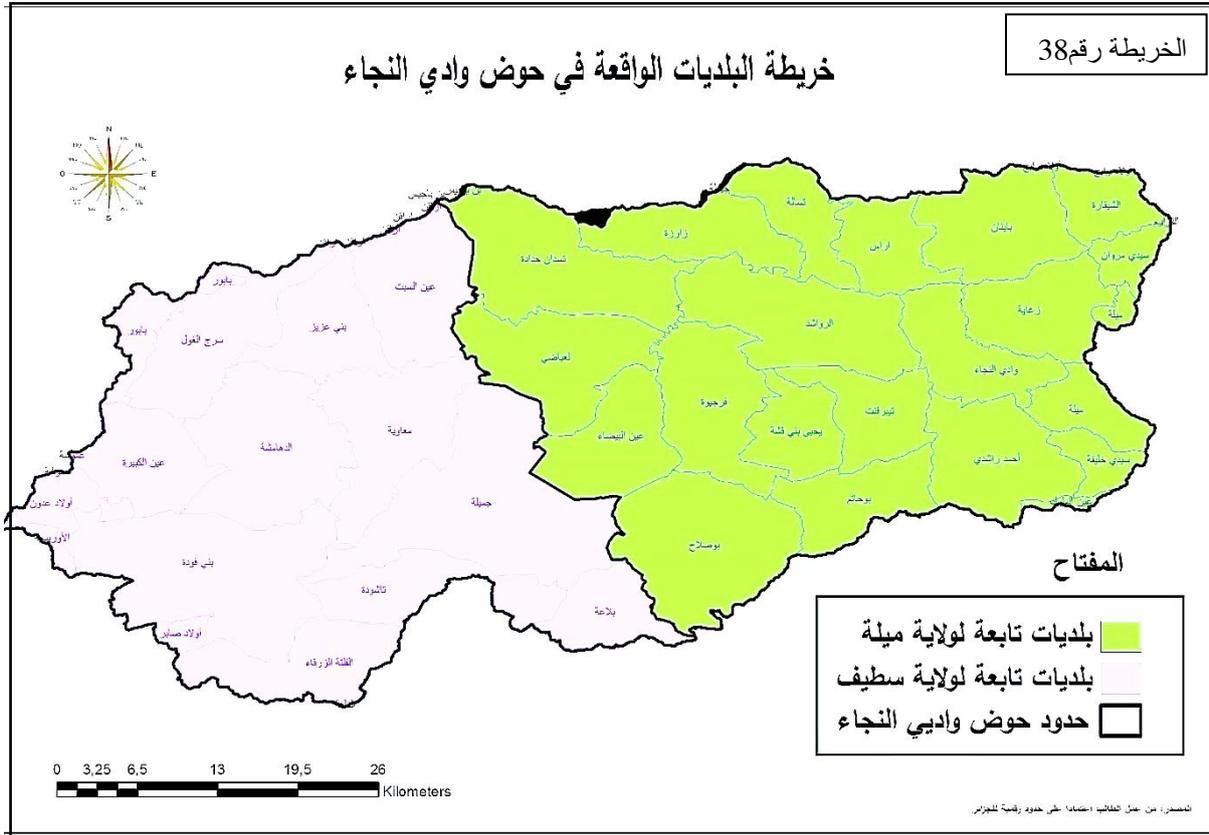
يعتبر الإنسان من أهم العوامل التي تسبب تغيرا مهما في الوسط البيئي على الصعيد الاقليمي، وذلك عن طريق الاستغلال المكثف للأراضي الزراعية وعدم احترام تطبيق الدورة الزراعية، وكذلك الاستغلال الغير عقلاني للموارد الطبيعية نباتية كانت أو المعدنية، كما أن عدم زرع الأراضي وهجرتها تجعلها تتعرض للتأثير المباشر للعوامل المناخية، وبالتالي تسريع وتيرة التعرية وتوسيع المجالات المتضررة، أما على الصعيد العالمي فيكون تأثير الإنسان بتلوث الغلاف الجوي مما ينتج عنه تغيرات مناخية وأمطار حمضية. وبهذا يكون الإنسان أكثر العوامل تأثيرا على وسطه البيئي.

أولا: خصائص سكان منطقة الدراسة

1- التوزيع المجالي للسكان في حوض وادي النجاء:

يمتد حوض وادي النجاء إداريا على ولايتي ميله وسطيف بمساحة تقدر بـ: (2166.92 كلم²)، المساحة التابعة لولاية ميله تقدر بـ: (1192.67 كلم²) أي (55.04%) من المساحة العامة للحوض، تقع ضمن هذه المساحة (22) بلدية أو جزء من البلدية تابعة لولاية ميله من أصل (32) بلدية (أنظر الخريطة رقم:38)، تختلف هذه البلديات من حيث المساحة وعدد السكان، فمجموع سكان بلديات ولاية ميله الواقعة في الحوض تقدر بـ: (475405) نسمة حسب احصائيات الديوان الوطني للإحصاء لسنة (2008م)، وهو ما يمثل (53.99%) من إجمالي عدد سكان الحوض والمقدرة بـ: (880490) نسمة حسب نفس الاحصائيات، بينما المساحة التابعة لولاية سطيف تقدر بـ: (974.25 كلم²) أي (44.96%) من المساحة العامة لحوض وادي النجاء، تضم هذه المساحة (17) بلدية أو جزء من البلدية تابعة لولاية سطيف من أصل (60) بلدية، (أنظر الخريطة رقم:38)، مجموع سكان بلديات ولاية سطيف الواقعة في حوض وادي النجاء تقدر بـ: (405085) نسمة حسب احصائيات الديوان الوطني

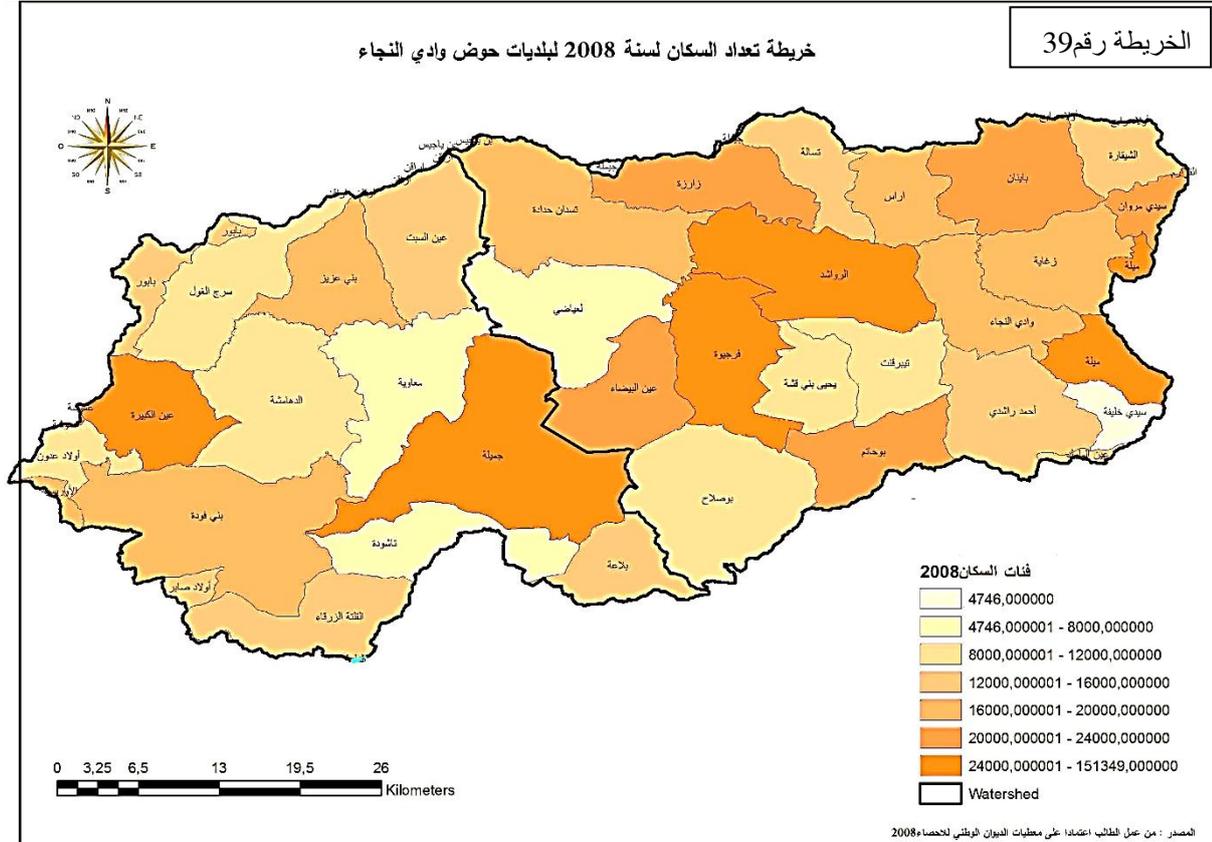
للإحصاء لسنة(2008م)، أي (46.01%) من إجمالي عدد سكان الحوض والمقدرة بـ: (880490) نسمة حسب نفس الاحصائيات.



2- النمو الديمغرافي في حوض وادي النجاء:

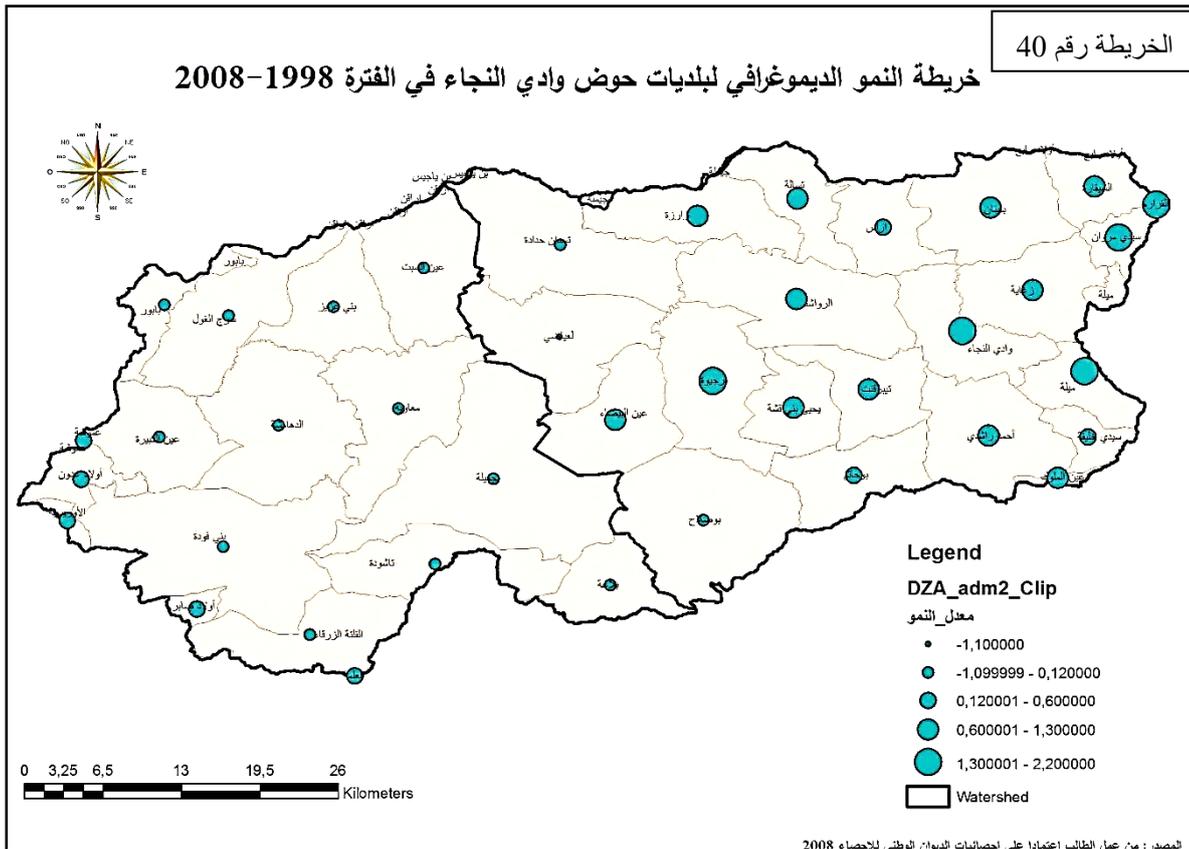
حسب الديوان الوطني للإحصاء (المقال الصادر في 2015) بعنوان الديموغرافيا الجزائرية (DEMOGRAPHIE ALGERIENNE)، فإن النمو الديموغرافي الطبيعي في الجزائر لسنة (2015م) قدر بـ: (2.15%)، وهي نفس النسبة المسجلة سنة (2014م)، وهي زيادة مرتفعة مقارنة بالعديد من دول العالم. لم تستثنى منطقة حوض وادي النجاء من هذه الميزة فهي أيضا شهدت ارتفاع في النمو الديمغرافي حسب آخر احصائيات الرسمية للديوان الوطني للإحصاء لسنتي (1998م)، و (2008م) على التوالي، حيث قدرت الزيادة الطبيعية في الحوض بـ: (0.528%)، وهي أقل من الزيادة الطبيعية المسجلة على المستوى الوطني في

نفس الفترة والتي قدرت بـ: (1.92%)، وبهذا ارتفع عدد سكان حوض وادي النجاء من (538495) نسمة سنة (1998م) إلى (880490) نسمة 2008م (أنظر الخريطة رقم: (39) لتعداد السكان لسنة 2008م لبلديات حوض وادي النجاء)



تميزت الزيادة الطبيعية بتباين داخل حوض وادي النجاء بين الولايتين سطيف وميلة وبين بلديات كل ولاية، فقد قدرت الزيادة الطبيعية في البلديات التابعة لولاية ميلة (1.72%)، فقد شهدت معظم البلديات زيادة طبيعية إيجابية سجلت الأعلى في بلدية فرجوية بـ: (2.2%)، بينما عرفت ثلاث بلديات زيادة طبيعية سلبية أي تناقص السكان بها مقارنة الفترتين (1998 و 2008) وهي تسدان حدادة، دراحي بوصلح و لعياضي برياس، هذه الأخيرة هي التي سجلت أضعف نسبة للنمو الديموغرافي والتي قدرت بـ:

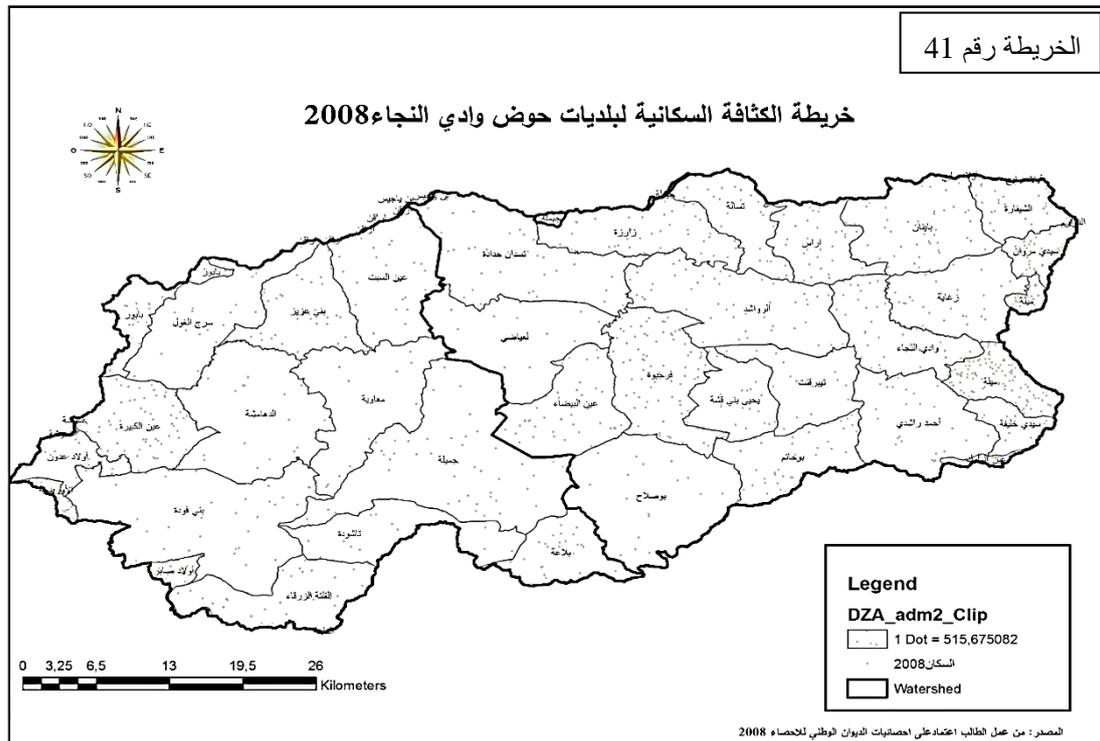
(1.1%-)، ويعود سبب ذلك إلى ظاهرة النزوح الريفي التي عرفت هذه البلديات الثلاثة خاصة باتجاه بلدية فرجيوة بسبب الظروف الأمنية. بينما كانت الزيادة الطبيعية في البلديات التابعة لولاية سطيف أضعف من سابقتها، فقد قدرت ب: (0.113%)، مع العلم أن معظم البلديات التابعة لولاية سطيف هي أيضا عرفت زيادة طبيعية إيجابية، حيث سجلت بلدية أولاد صابر (0.24%)، مع العلم أن بلدية العلمة هي الأكبر ولكن مساحة صغيرة جدا منها تابعة لحوض وادي النجاء بينما الجزء الأكبر تابع لحوض وادي الرمال، بينما عرفت خمس بلديات زيادة طبيعية سلبية أي تناقص السكان بها في الفترة الممتدة ما بين (1998م و 2008) وهي تاشودة، سرج الغول، الدهامشة، معاوية و بابور حيث سجلت هذه الأخيرة أكبر تراجع في السكان ب: (-0.14%)، أنظر الخريطة رقم: (40) خريطة النمو الديموغرافي لبلديات حوض وادي النجاء بين (2008-1998).



يعتبر الجانب البشري أحد العناصر المؤثرة في استقرار الوسط الطبيعي، حيث يرتبط هذا التأثير عموماً بتمركز الإنسان في مجال معين، ويتوزع معين، وكيفية وطريقة تنظيم الانسان للمجال الذي يعيش فيه. فعندئذ تتجمع كل هذه العناصر المتشابهة لتؤدي في الأغلب إلى تدهور الوسط عن حالته الطبيعية وإلى تغيير في مختلف الأوساط عن حالتها الأصلية، وبما أن الزيادة الطبيعية بصفة عامة في ارتفاع في حوض وادي النجاء فإن حالة التعرية بالمجال المدروس تكون بوتيرة متسارعة وذلك للاستغلال المكثف للأراضي الزراعية خاصة وأن المنطقة يغلب عليها الطابع الزراعي، وعدم احترام تقنيات الحرث في المناطق المهيأة طبيعياً لعمليات التعرية كالمناطق ذات الانحدار المتوسط وما أكثرها في منطقة الدراسة.

3- الكثافة السكانية:

قدرت الكثافة العامة لحوض وادي النجاء حسب إحصائيات الديوان الوطني للإحصاء لسنة (2008م) بـ: (406.33 ن/كلم²)، وبما أن عدد السكان في ارتفاع فالكثافة تتناسب طردياً معها، كما يلاحظ أن الكثافة السكانية تختلف من بلدية لأخرى، كما توضحه الخريطة رقم: (41) خريطة للكثافة السكانية لبلديات حوض وادي النجاء لسنة (2008م).



تأثر الكثافة السكانية المرتفعة في تسريع آليات التعرية وذلك عن طريق اندكاك التربة وكذا خلق انقطاعات في الانحدارات من أجل شق الطرق والمسالك التي تحدد حركة المياه في السفوح وبالتالي زيادة كفاءة المياه على التعرية.

ثانيا: استعمالات الأرض لحوض وادي النجاء:

لمصطلح استعمالات الأرض العديد من التعاريف والمفاهيم، فهناك من يعرفها بأنها: {الأعمال التي يقوم بها الإنسان على مساحة معينة من الأرض مستغلا إمكاناتها الطبيعية، عن طريق استغلال أفضل الإمكانيات البشرية}، وتعرف أيضا بأنها: {مطلوبات الإنسان من الأرض للعيش عليها واستعمالها لأغراض الحياة الأخرى زيادة على السكن}، أو أنها: {نشاط الإنسان في الأرض التي يرتبط بها ويحدد استعماله لها على مساحة معينة من الأرض سواء كانت حضرية أو ريفية}.

كل واحد من هذه التعاريف مبني على حسب تخصص معين، ولكن كل المفاهيم ترتبط فيما بينها حول نقطة مهمة لاستعمالات الأرض وهي اهتمام الإنسان المباشر ونشاطه، ومدى تفاعله مع البيئة المحيطة به.

هناك العديد من الطرق والتقسيمات المختلفة في تصنيف الأرض من حيث استعمالاتها على الصعيد العالمي، وإحدى هذه الطرق تصنف استعمالات الأرض إلى:

1-أرض الأنشطة الزراعية.

2-أرض للرعي.

3-أرض غابات.

4-أرض معادن.

5-أرض استجمام.

6-أرض سكن.

7-أرض تجارة وصناعة.

8-أرض خدمات.

9- أرض للنقل والمواصلات.

10- أرض شاغرة(قاحلة).

تعتمد هذه الدراسة في التعرف على استعمالات الأرض في منطقة الدراسة على توظيف أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وقد مرت العملية بمراحل من أجل بدء عملية التصنيف، لأن التعامل بالصور وتفسير بياناتها يتطلب كمرحلة أولية القيام بعمليات تصحيح التشوهات باستخدام الكمبيوتر، وتتضمن المعالجة الصورية خطوات وأعمال كثيرة تستخدم طرق فيزيائية ورياضية متقدمة بواسطة برامج متخصصة.

1- تصحيح ومعالجة المرئيات الفضائية:

أ- إزالة الضجيج:

تسمى هذه العملية (Image Enhancement)، تحتوي صور الأقمار الصناعية في الغالب على معالم ذات أهمية ولكنها غير واضحة من حيث شدة السطوع (Brightness) أو التمايز (Contrast)، أو اللون (Color) بسبب الظل وزاوية سقوط وانعكاس الضوء والتقارب اللوني والتشويش (Nois) الحاصل في أجهزة التصوير أو لأسباب بيئية، وغيرها ونتيجة لذلك يصعب تفسيرها وفهم تفاصيلها لذا يتم ضبط هذه العوامل الثلاثة للحصول على تفاصيل واضحة، كما توجد طرق أخرى أكثر تعقيدا تسمى (Spatial Filtering) تعتمد على التخلص أو التقليل من الترددات المسببة للتشويش وذلك باستخدام أساليب رياضية متقدمة.

ب- تصحيح زاوية النظر (Orthorectification):

بسبب انحناء الكرة الأرضية وكذلك ميلان زاوية التصوير وهذا الميلان ليس ثابت فهو غير موجود بالنسبة للنقطة التي تحت جهاز التصوير وتزداد بكل الاتجاهات مع الابتعاد أي سيكون لكل بكسل زاوية ميلان خاصة بها، تزداد المشكلة عند وجود أجسام ذات ارتفاعات عالية في الصورة.

ت- تصحيح خطأ انكسار الغلاف الجوي (Atmospheric Refraction)

سقوط أشعة الشمس والموجات ذات الترددات الأخرى على سطح الأرض تتأثر بذرات الغلاف الجوي أي الأتموسفير (Atmosphère) وتعاني من الانكسار وكذلك عند انعكاسها فإنها سوف تعاني من الانكسار أيضاً، وهذا سيؤثر على الصورة وستظهر المواقع غير صحيحة في الصورة.

2- التركيب اللوني الزائف:

ينتج التركيب اللوني الزائف من دمج ثلاث قنوات طيفية لنفس المرئيات القمر الصناعي، وتوزع على المجالات الثلاث (Red- Green- Blue) أو ما يطلق عليه اختصاراً بـ: (R-G-B)، وبهذا تنتج صورة تبرز معالم سطح الأرض بصورة ملونة، وقد تظهر تلك المعالم بالألوان الزائفة، ولهذا يطلق عليه التركيب اللوني الزائف (False Color Composite)، يُعتمد في تحليل وتفسير هذه التركيبة اللونية على التأويل البصري، في حالة استعمال صور القمر الصناعي لاندسات (Land sat) كما هو الحال بالنسبة لهذه الدراسة فإنه غالباً ما تُستخدم التراكيب اللونية التالية: (الجدول رقم:42).

جدول رقم:42 التركيب اللوني الزائف لبعض الألوان انطلاقاً من الألوان الأساسية

للقمر الصناعي لاندسات (Land Sat)

نظام الألوان RGB			مجال الدراسة
الأزرق B	الأخضر G	الأحمر R	
TM-2	TM-3	TM-4	الغطاء النباتي
TM-2	TM-4	TM-7	حرائق الغابات
TM-1	TM-2	TM-5	المسطحات المائية
TM-2	TM-3	TM-7	التربة و المعادن
TM-7	TM-4	TM-6	الدراسات الحضرية
TM-1	TM-2	TM-3	الدراسات الحضرية
TM-1	TM-2	TM-3	الدراسات المائية

المصدر: جمال شعوان علي فالح 2012

يعتمد تفسير بيانات ومرئيات الأقمار الصناعية في التركيب اللوني الزائف على التحليل البصري، وذلك من خلال تحديد مختلف العناصر وتصنيفها في علاقة مع شكلها وحجمها ونسيجها والوضعية التي تحتلها. تتم عملية التصنيف مرئيات الأقمار الصناعية عن طريق استخدام توليفات مختلفة من الحزم الطيفية (Bands) حتى تبين عدة تركيبات في المحتوى. ومن اجل اظهار تركيبات المعلومات المراد تحليلها من صور الأقمار الصناعية من نوعية (LandSat Tm). تطبق عملية تواجد طبقات مختلفة من الحزم الضوئية المذكورة في الجدول رقم: (42) وتسمى كل توليفة بأرقام الحزم الطيفية المستخدمة بها، مثال (; Band 3,2,1 Arc Gis حسب الهدف المنشود من الدراسة.

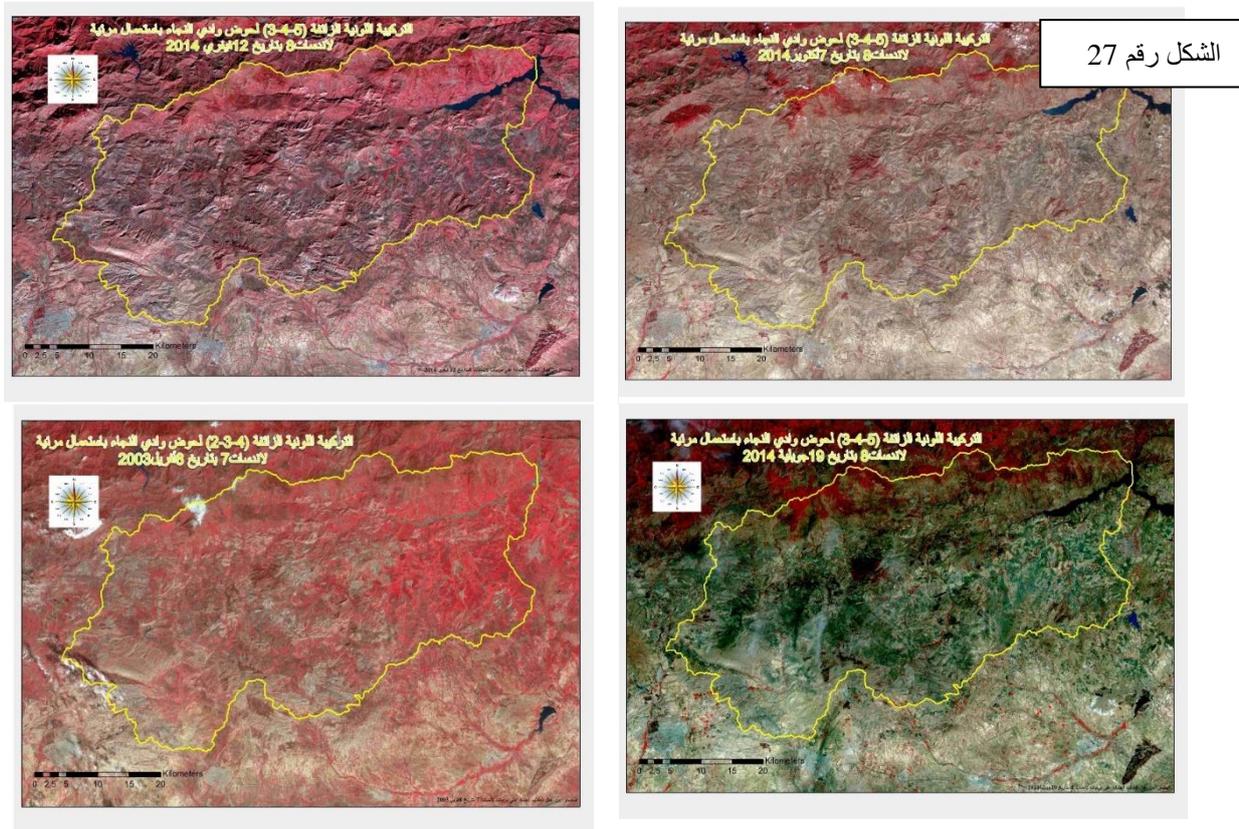
في هذا البحث تم استخدام عدة تراكيب (توليفات)، تهدف كل منها ابراز أثرها على جيومرفولوجية منطقة الدراسة.

أ- الغطاء النباتي:

لا يمكن إحصاء فوائد وأهمية الغطاء النباتي الطبيعي كان أو نشاط زراعي لأي بقعة من بقاع الأرض وذلك بسبب الفوائد الكثيرة المباشرة وغير مباشرة والتي يقوم بها الغطاء النباتي، وفيما يخص أهميته في هذا العنصر من البحث تكمن في توضيح أثر تراجع الغطاء النباتي بأنواعه خصوصا على السفوح بما أن منطقة الدراسة تمتاز بالتضرس وهذا يزيد من حدة التعرية خاصة في فصل الصيف بسبب الجفاف، مما يجعل السفوح عارية وعرضة لاستقبال تساقطات الخريف وبالتالي نشاط كبير للتعرية المطرية، بعض المناطق من الحوض تكون أكثر عرضة خاصة تلك التي تنشط فيها تربية المواشي بأنواعها، حيث يتحول الرعاة من الغابة بعد تدهورها نتيجة للاندكاف المفرط للتربة والتدهور المتنامي للغطاء النباتي إلى المراعي السفحية، الشيء الذي يجعل هذه الأخيرة غير قادرة على استيعاب قطيع الماشية وبالتالي عدم تأمين حاجياته الغذائية. تدهور السفوح بسبب خلو المنطقة من الغطاء النباتي الذي كان يثبت تربتها

ويوفر كميات مهمة من الذبال الذي يساعد على استقرار بنيتها. بالإضافة إلى الوضعية الطبوغرافية التي يزداد معها الانحدار بسرعة، فإن هذه العوامل تسمح لآليات التعرية بإزالة المواد الدقيقة وتحريكها نحو الأسفل، ولهذا يعاني سد بني هارون من ظاهرة التوحد.

لإبراز كثافة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة نستعمل التركيبة أو التوليفة اللونية الزائفة (2-3-4)¹ للقمر الصناعي (Landsat-5) و (Landsat-7) والتركيبة (3-4-5) للقمر الصناعي (Landsat - 8) في مختلف السنوات وللوصول الأربعة للمقارنة بينهما، حيث تظهر المناطق ذات الغطاء النباتي الكثيف باللون الأحمر الغامق، وكلما قلت كثافة الغطاء النباتي أصبح اللون الأحمر فاتحا، إلا أن يختفي في المناطق الجرداء، أنظر الشكل رقم(27).



¹ - يتم عرض صورة القمر الصناعي باستخدام برنامج (Envi) باختيار ثلاث حزم طيفية معينة من السبع حزم حسب الهدف المنشود من الدراسة، استخدمت التوليفة من الحزم الضوئية (2-3-4) وهي مشابهة للصور تحت الحمراء (Infrared photograph) حيث أن الأشياء لا تظهر بألوانها الطبيعية. على سبيل المثال: الغطاء النباتي يظهر باللون الأحمر، التجمعات المائية باللون الأسود أو اللون البحري وغيرها.

يتضح من خلال التركيب اللوني الزائف (2-3-4) أو (3-4-5) لحوض وادي النجاء باستخدام مرئيات لاند سات لمختلف الأجيال يتضح أن هناك اختلاف في كثافة الغطاء النباتي من فصل لآخر، ففي فصل الربيع يغطي المنطقة غطاء نباتي كثيف ومتنوع وفي جميع أنحاء الحوض وهذا ما توضحه المرئية الملتقطة بتاريخ: (8 افريل 2014م)، أما في فصل الصيف في المرئية الملتقطة بتاريخ: (19 جويلية 2014م) فنلاحظ أن الغطاء النباتي في منطقة الدراسة قد اختفى في مناطق شاسعة خاصة المناطق الجنوبية، بينما بقية بعض المناطق والمناطق الجبلية الشمالية وبعض المساحات قرب مجرى الوادي يكسوها غطاء نباتي.

بينما في فصلي الخريف والشتاء فالغطاء النباتي يبدو ضعيف. كل هذه العوامل تؤكد على أن الغطاء النباتي يمكن أن يساهم بشكل كبير في تثبيت التربة ومنع ظاهرتي الانجراف والتعرية، التي تعاني منها منطقة الدراسة.

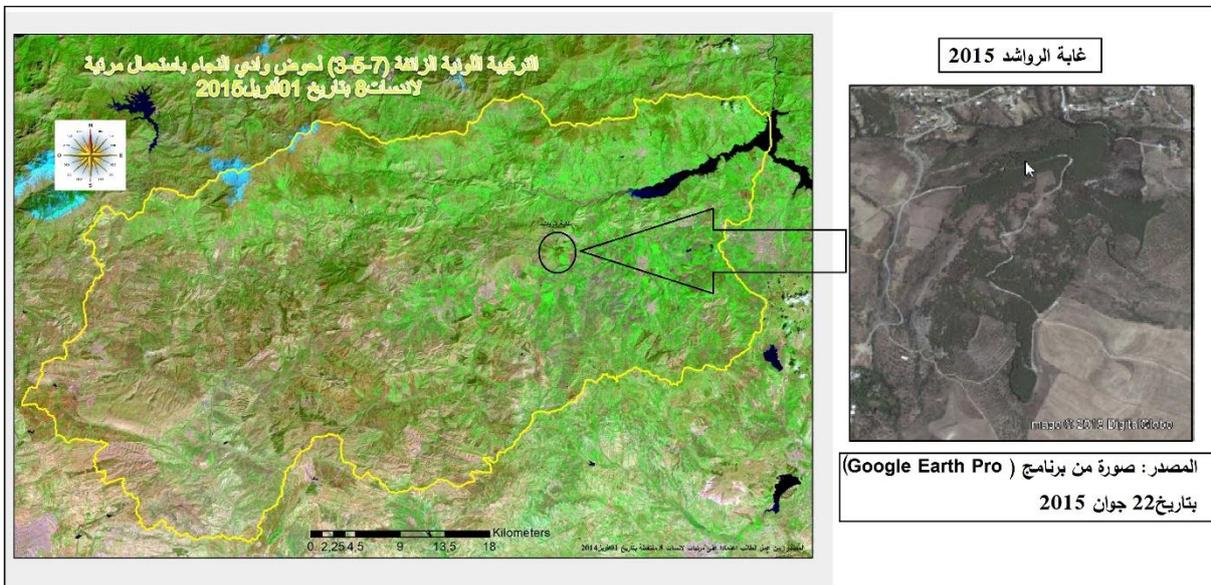
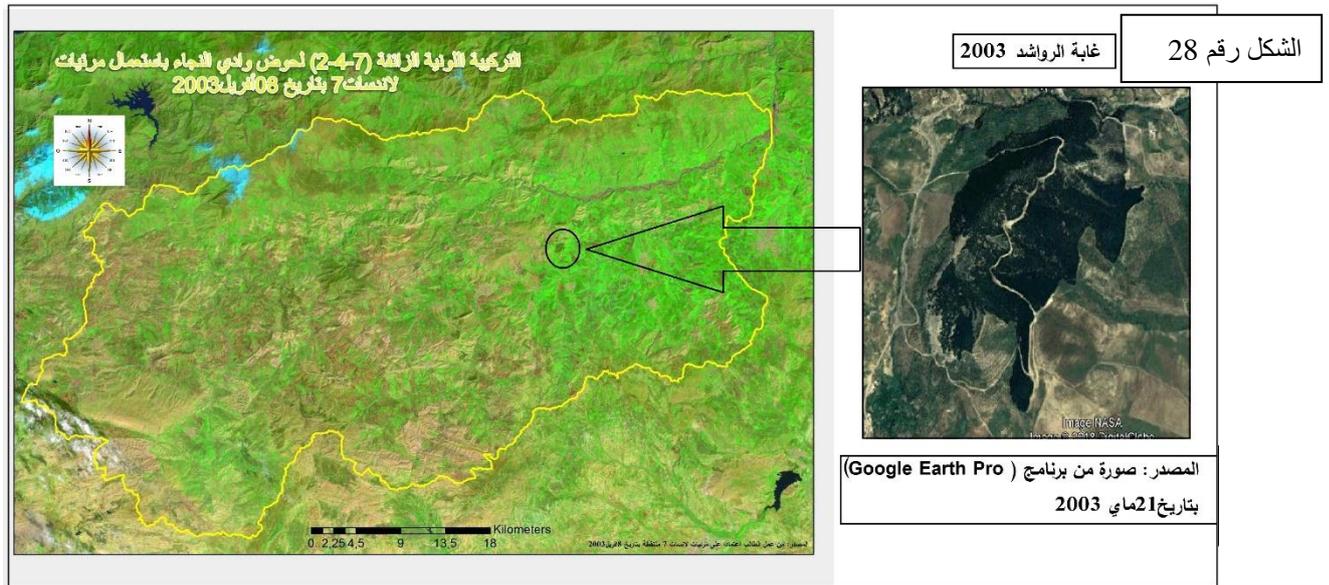
ب- حرائق الغابات:

تتشكل التربة تحت التأثير المشترك لكل من المناخ، الكائنات الحية، الصخرة الأم، والعوامل الطبوغرافية وذلك عبر فترة طويلة من الزمن، يؤدي الحريق إلى زوال الغطاء النباتي كما يؤثر سلبا على المناخ الطبيعي الأمر الذي سينعكس سلبا على تشكل التربة.

تعمل الأشجار على تثبيت التربة والمحافظة على خصوبتها لذلك سيؤدي زوال الغابة تحت تأثير النار إلى انجراف التربة وانخفاض خصوبتها يظهر هذا التأثير بشكل جلي في المناطق الجبلية المنحدرة وتزداد الخطورة مع زيادة الانحدار وكمية الهطول السنوية.

لإبراز حرائق الغابات في منطقة الدراسة نستعمل التركيبة (التوليفة) اللونية الزائفة (2-4-7) في القمر الصناعي (landsat-5) و (landsat-7) والتركيبة (3-5-7) في القمر الصناعي (landsat-8) في سنتين مختلفتين وفي نفس الفصل، تم اختيار مرئيات من فصل الربيع وبالضبط شهر أفريل حيث يكون الغطاء النباتي كثيف، المرئية الأولى ملتقطة في

(8 أبريل 2003م)، والثانية لمنطقة في (01 أبريل 2015م)، المدة بين المرئيتين تقدر بـ: 12 سنة، شهدت منطقة الدراسة خلال هذه الفترة العديد من حرائق الغابات وفي مناطق مختلفة. مرئيات لاندسات (Land sat) بمختلف أجيالها دقتها المكانية لا تتجاوز 28 م ولهذا يصعب تمييز حرائق الغابات بتفاصيل دقيقة، خاصة وأن مساحة الغابات في الحوض ليس بالكبيرة، ولإبراز التفاصيل نحتاج الى مرئيات ذات دقة عالية ولعدم توفرها، تم استعمال صور برنامج (Google Earth Pro) خاصة وأنه يسمح بمشاهدة صور قديمة، تم اختيار صورتين منها تكون قريبة من تواريخ صور لاندسات (Land sat) الأولى لمنطقة بتاريخ (21 ماي 2003م)، والثانية لمنطقة بتاريخ (22 جوان 2015م)، أنظر الشكل رقم (28).



يلاحظ من الصورتين أن كثافة الغطاء النباتي تراجعت خلال الفترتين، قد يكون ذلك راجع إلى جملة من الأسباب، حتى يتم حصر المناطق التي تكون الحرائق هي سبب في تراجع الغطاء النباتي، نحدد المساحات الغابية داخل الحوض، ونقارن بين الفترتين، تم تحديد أحد غابات حوض وادي النجاء وهي غابة الرواشد التي تعرضت إلى حرائق اتلفت أجزاء منها وهذا ما توضحه الصورتين.

3- التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية:

تهدف عملية التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية لمنطقة الدراسة إلى إنتاج خريطة لاستعمالات الأراضي في حوض وادي النجاء، وذلك من خلال استغلال مرئيات لاندسات (Landsat)، فالمرئية الفضائية تتكون من خلايا (Pixel). التحليل الرقمي للبيانات الواردة من الخلايا يعتمد على التحليل الطيفي لها الذي له علاقة باللون وقيمة السطوع، كل خلية تتجانس من حيث محتواها مع خلايا أخرى، تجمع تلك الخلايا في صنف معين يمثل في الواقع غطاء أرضي، وهكذا تتم العملية حتى نتحصل في الأخير على شكل خارطة تصنيف، يتم من خلالها تحديد المعالم، وأصناف غطاءات الأرض التي تمثلها، الدقة في إنتاج مثل هذه الخرائط مطلوبة وتعتمد بشكل أساس على مدى دقة عملية تصنيف مرئية الدراسة من جهة، ومن جهة أخرى على دقة المرئيات الفضائية المستعملة وهذا هو الأساس. هناك أسلوبين يتم الاعتماد عليهما في التصنيف وهما:

• التصنيف المراقب (Supervised Classification).

• التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification)

أ- التصنيف المراقب (Supervised Classification):

يعتمد هذا النوع من التصنيف على معلومات مسبقة، عادة ما تسبق هذه العملية زيارات ميدانية لأخذ عينات باستعمال أجهزة تحديد المواقع (GPS)، ثم العمل على المرئيات وذلك بتحديد مدى قيم السطوع لكل مادة من المواد المصورة، بناء على تحليل مناطق اختبار ممثلة لها، ومن ثم يقوم البرنامج الرياضي المخصص للمعالجة الرقمية بحساب قيم السطوع لعناصر

الصورة وتصنيفها حسب معايير التصنيف المطلوبة، ويمكن أن يتم ذلك بعدة طرائق منها التصنيف الموشوري (Parallelpiped Classification) حيث تحدد كل فئة من فئات التصنيف بقيمة سطوع دنيا وقيمة سطوع عليا لكل نطاق طيفي، وفي حال حدوث تداخل، فعلى المحلل تحديد قيمة الفصل بين الفئات، وهناك تصنيف التوزع الحقيقي (Real Distribution Classification) ، الذي تحدد فيه كل فئة من فئات التصنيف بقيمة سطوعها الأعظمي، وبما يتناسب مع التحقق الحقلي، كذلك هناك تصنيف التشابه الأعظمي (Maximum Likelihood Classification)، الذي تقرب فيه كل فئة من الفئات إلى التوزع النظامي لها، وهذا التصنيف يؤدي إلى دقة أعلى من التصنيف السابقة.

أ-1- مرحلة تحديد مناطق التدريب (Training Areas):

يتم اختيار عينات من مرئية الدراسة، تتطلب هذه العملية دراية تامة ومعرفة جيدة لجغرافية منطقة الدراسة، وخاصة المناطق المختارة، تحدد هذه المرحلة مدى نجاح عملية التصنيف، وبما أن المرئيات لاندسات (Land sat) المستعملة في الدراسة ضعيفة الدقة المكانية، إضافة إلى عدم وجود جهاز الراديو متر، فقد تم الاعتماد في أخذ العينات لتحديد الأصناف الطيفية على الخرائط الطبوغرافية وصور برنامج (Google Earth Pro)، إضافة إلى الزيارات الميدانية لمنطقة الدراسة. المرئية المختارة لتحديد استعمالات الأرض فيها ملتقطة بتاريخ 12 فيفري 2014م، اختيرت هذه الصورة لخلو منطقة الدراسة من السحب من جهة، ومن جهة أخرى تم اختيار شهر فيفري حتى تسهل عملية التصنيف أي قبل ظهور الغطاء النباتي الطبيعي المتكون من الحشائش مما يصعب تمييز المناطق الزراعية من المناطق التي تكسوها حشائش في فصل الربيع.

أ-2- مرحلة تنفيذ التصنيف المراقب:

هناك العديد من الطرق لتنفيذ التصنيف المراقب، نذكر من هذه الطرق:

• **طريقة التصنيف بأقصر مسافة عن الوسط الحسابي (Minimum distance to)**

(means classifier): تعتمد هذه الطريقة على حساب متوسط القيمة الرقمية (DN)، أي (Digital Number) لكل فئة في كل مجال كهرومغناطيسي داخل منطقة التدريب، وتوظيف هذه المتوسطات في التنبؤ لتصنيف الغطاء في كل خلية داخل المرئية، ويتم ذلك من خلال تسجيل الخلية المجهولة بالصنف الذي يكون متوسطه أقرب ما يكون للخلية المجهولة. لتفاصيل أكثر أنظر:

(L. Verbyla, David ،Satellite Remote Sensing of atural Resources. Library of congress , NewYork1995).

• **طريقة التصنيف عن طريق الاحتمالية العظمى (Maximum likihood)**

(classifier): يعتبر هذا الأسلوب أكثر أساليب التصنيف دقة لأنه يعتمد على متجهة الوسطى (Mean vector)، ومصفوفة التغاير داخل مجموعات التدريب حيث يدل انتشار الخلايا حول متجهة الوسطى دالا على كثافة الاحتمالات المستمرة. لتفاصيل أكثر أنظر:

(M.lillesand,Thomas & Kiefer ،Remote Sensing & Image Interpretation.NewYork1994)

• **طريقة التصنيف بمتوازيات السطوح (Parallelepiped Classifier):** تعتمد هذه

الطريقة على تحديد مدى الانعكاس في مجموعة التدريب للفئة الواحدة، من خلال تحديد أكبر قيمة للعدد الرقمي، وأصغر قيمة له في كل مجال طيفي، وهي تمثل حدودا للصفوف الطيفية، وبذلك توضع كل خلية في الصف الطيفي الذي يحتويها المدى المحصور بين القيمتين العظمى والصغرى لتفاصيل أكثر أنظر (محمد عبد الهادي، دراسات استخدام الأرض منهجها وأهميتها في تخطيط وتنمية فلسطين، مجلة صامد الاقتصادي، جامعة النجاح الوطنية. نابلس، فلسطين، 1997).

أ-3- استعمالات الأرض لحوض وادي النجاء اعتمادا على التصنيف المراقب:

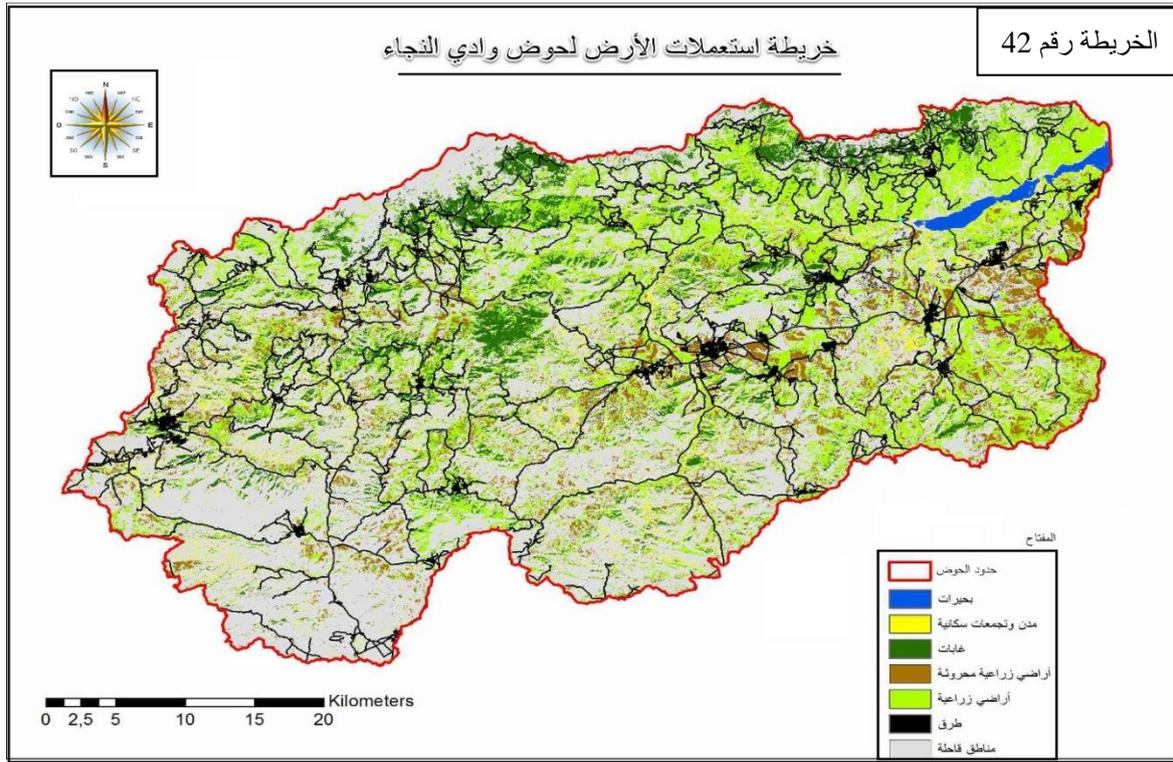
تم اختيار سبع (07) أصناف مختلفة للاستعمالات الأرض، كل صنف تم أخذ عينات منه ميدانيا كما يوضحه الجدول رقم (43) التالي:

جدول رقم: (43) طبقات استخدام الأرض المختارة في عملية التصنيف المراقب

رقم الطبقة	نمط الاستخدام	عدد العينات	اللون المقترح
1	بحيرات	3	الأزرق
2	مدن وتجمعات سكانية	6	الأصفر
3	غابات	7	أخضر داكن
4	أراضي زراعية محروثة	7	البنّي
5	أراضي زراعية	10	أخضر فاتح
6	طرق	10	الأسود
7	مناطق قاحلة	5	الرمادي

المصدر: من عمل الطالب

باستعمال برنامج متخصص في الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية تم تصميم خريطة غطاءات أرض للحوض الجزئي لوادي النجاء كما توضحه الخريطة رقم (42) التالية:

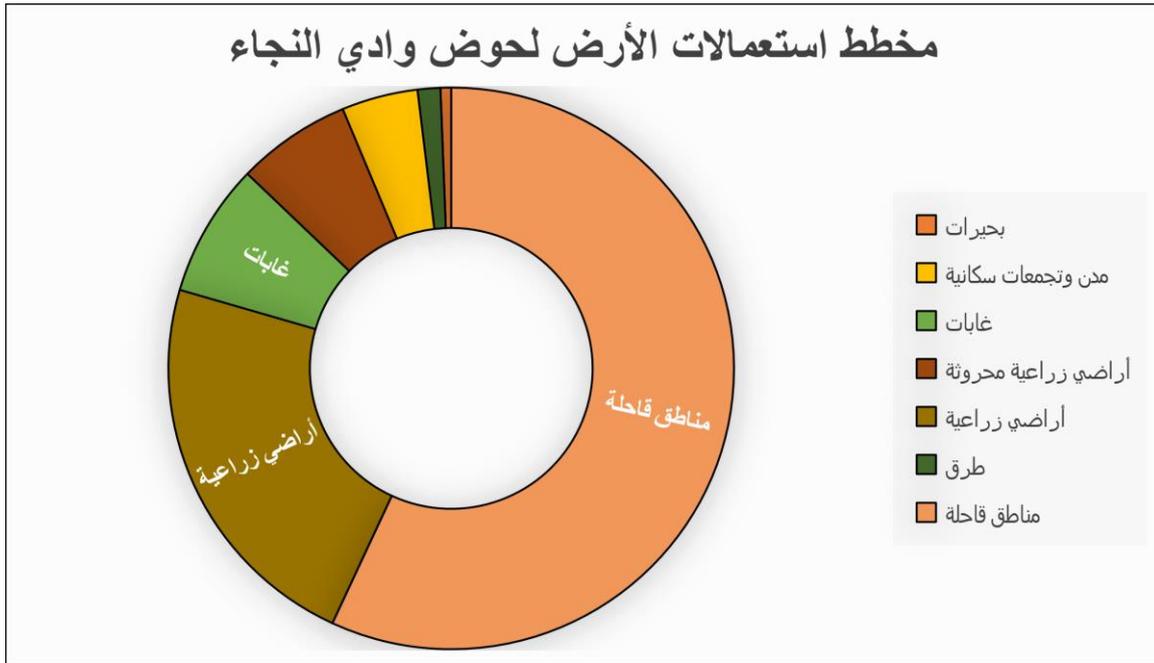


بعد إجراء عملية تصنيف الموجه لمنطقة الدراسة وإنجاز خريطة استعمالات الأرض استخرجت إحصائيات للأصناف التي اشتملت عليها ثم تم التعرف على النسبة التي يشغلها كل نمط غطاء من المساحة الكلية المقدرة بـ: (2174,45 كلم²)، الجدول رقم (44) يلخص النتائج المتحصل عليها.

جدول رقم (44): نسب ومساحات استخدامات الأرض لحوض وادي النجاء

الرقم	نمط الاستخدام	النسبة (%)	المساحة (كلم ²)
1	بحيرات	0.61	13.25
2	مدن وتجمعات سكانية	4.36	94.78
3	غابات	7.67	166.56
4	أراضي زراعية محروثة	6.55	142.30
5	أراضي زراعية	22.61	490.86
6	طرق	1.3	28.04
7	مناطق قاحلة	56.90	1234.21
	المجموع	100	2174,45

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على مرئية لاندسات-8 ملتقطة يوم 12 فيفري 2014



تهدف عملية انجاز مخطط وخريطة استخدامات الأرض لحوض وادي النجاء إلى إبراز تأثير وتأثر هذه الأصناف في ديناميكية الخارجية لمنطقة الدراسة، ما يلاحظ أن هناك اختلاف في توزيع ونسبة مساحة كل صنف داخل الحوض وهي موزعة كما يلي:

❖ البحيرات:

ويقصد بها بحيرة سد بني هارون فهي البحيرة المقصودة في منطقة الدراسة، إضافة إلى بعض الحواجز المائية القليلة جداً، تبلغ مساحة بحيرة السد الواقعة في حوض وادي النجاء والتي تحتوي على الماء يوم التقاط المرئية بتاريخ 12 فيفري 2014م ب: 13.25 كلم²، أي بنسبة تقدر ب: (0.61%) من المساحة الاجمالية، وهي أصغر نسبة في الحوض، وبما أنها تعتبر مصب الحوض فإن نتائج التعرية كلها تظهر بها من خلال ظاهرة التوحد التي يتعرض إليها سد بني هارون، مما يساهم في تقليص حجم المياه التي يخزنها وراء جدار السد.

❖ المدن والتجمعات السكانية:

يقصد بها المراكز الحضرية والقرى والمداشر التي تقع داخل الحوض، وقد تم إحصاء (39) بلدية تقع داخل الحوض أو لها جزء من مساحتها يقع داخل الحوض، قدرت المساحة التي تشغلها هذه التجمعات السكانية بـ: (94.78 كلم²)، أي ما نسبته (4.36 %) من المساحة العامة للحوض. في الحقيقة هذه النسبة غير صادقة لأن التجمعات المعنية بها هي المراكز الحضرية التي تظهر في المرئية. من خصوصية منطقة الدراسة وخاصة المناطق الواقعة شمال مجرى وادي النجاء ووادي الكبير تتميز بطابع جبلي مما يجعل السكان مبعثرين، وبما أن المرئية المستعملة في التصنيف ضعيفة الدقة المكانية فلا تظهر التجمعات السكانية الصغيرة بها، مع العلم أن مساهمتهم في التعرية معتبرة بحكم طبيعة التضاريس التي يستقرون بها (ذات انحدار كبير) ونوعية الأنشطة التي يمارسونها (الزراعة الجبلية والرعي)، خاصة وأن هذه المناطق الأكثر تساقطا في الحوض مما يجعل أي خلل بيئي يقوم به الانسان كقطع الأشجار والرعي الجائر تظهر نتائجه بسرعة.

❖ الغابات:

تعد أهم غطاء نباتي الطبيعي دائم الخضرة، تقدر مساحتها في الحوض بـ: (166.56 كلم²)، فهي تشغل (7.67 %) من المساحة العامة للحوض، فهي نسبة قليلة مقارنة بالموقع الجغرافي للمنطقة بالنسبة للجزائر، تتمركز أغلب الغابات شمال الحوض تكسو السلاسل الجبلية التي تحد الحوض شمالا كخط تقسيم مياه، وهي أحد أهم مكونات البيئية في منطقة الدراسة التي تساهم في إحداث التوازن البيئي، وذلك بشكل مباشر أو غير مباشر، فهي تحمي وتحفظ التربة من التعرية والانجراف، وتساعد في زيادة مخزون المياه الجوفية وتحسين نوعية المياه السطحية، كما تساهم في تلطيف الجو وتخليصه من الغازات السامة والغبار، والمواد الضارة العالقة في الهواء، وتقلل

من الترسبات الطينية والطينية في السدود والخزانات وتحفظ قدرة الأراضي الإنتاجية وزيادة المادة العضوية وتقلل خطر الملوحة والجفاف.

يتسبب الانسان دائما في احداث اختلالات كبيرة في طبيعة وكثافة الغطاء النباتي المحيط به، فمع زيادة عدد السكان والتقدم التكنولوجي زاد الطلب على الموارد البيئية الطبيعية، مما أدى إلى استنزافها وتخريب نظمها. فقد سجلت مصالح الغابات في شهر (جويلية 2017م) بولاية ميلة فقط حصيلة مرتفعة في حرائق الغابات حيث تم تسجيل احتراق (30) هكتارا من الأشجار الغابية في ظرف شهر واحد.



الشكل رقم 30

❖ أراضي زراعية:

تعتبر الأراضي الزراعية بنوعها المحروثة والمزروعة التي أمكن تمييزها في خريطة استعمالات الأراضي لحوض وادي النجاء المساحة الأكثر أهمية في منطقة الدراسة حيث قدرت مساحتها بـ: (633.16 كلم²)، فهي تمثل ما نسبته (29.16%) من المساحة العامة للحوض، هذا ما يجعل حوض وادي النجاء يغلب عليه الطابع الزراعي، وذلك لما يتوفر من تربة خصبة تميز أجزاء كبيرة من الحوض، من المعروف أنه كلما كان الغطاء النباتي كثيف كلما قل انجراف التربة حيث تعمل جذور النباتات على تماسك حبيبات التربة والعكس صحيح. تتأثر حدة انجراف التربة بعوامل متعددة

هناك منها الطبيعية التي لا دخل لإنسان بها كطبيعة الأمطار الساقطة حيث يزداد انجراف التربة كلما كبر حجم قطرات المطر وكلما زادت غزارة سقوط المطر خصوصا المرة الأولى عندما تكون التربة جافة، أي بعد الحصاد في وقت الخريف أين تكون التربة جرداء. وطبيعة التربة وتركيبها من حيث حجم حبيبات التربة والتحامها ونفاذية التربة للماء، فكلما كبر حجم حبيبات التربة وقل التحامها وزادت نفاذيتها قل انجرافها وكلما صغر حجم حبيبات التربة وزاد تماسكها قلت نفاذيتها وزاد انجرافها، وطبوغرافية سطح الأرض فكلما كان سطح الأرض مائلا زاد انجراف التربة حيث يتناسب ذلك طرديا مع درجة الميل وطول الانحدار. وهناك عوامل بشرية تساهم بشكل كبير في تدهور التربة كإزالة الغطاء النباتي الطبيعي والرعي الجائر والمبكر والحراثة باتجاه الميل. الصور التالية (الشكل رقم:31) الملتقطة من منطقة الدراسة تؤكد ذلك.



• طرق:

تشغل الطرق مساحة ضعيفة جدا في حوض وادي النجاء فهي لا تتعدى (28.04 كلم²) أي اما نسبته (1.3%) من المساحة العامة للحوض وذلك اعتمادا على تصنيف الموجه لمرئية (لاندسات-8) (Landsat-8) ملتقطة يوم (12 فيفري 2014م)، تعاني المناطق الشمالية من تدهور حالة الطرقات بها بسبب الانزلاقات الأرضية النشطة جدا على عدة محاور، أنظر الشكل رقم (32).



❖ أراضي قاحلة:

وهي الأراضي الخالية من الغطاء النباتي في فصل الشتاء لأن الصورة المعتمدة في التصنيف مأخوذة بتاريخ (12 فيفري 2014م) لتفادي الغطاء النباتي الطبيعي الموسمي، تشكل هذه الأراضي المساحة الأكبر بـ: (1234.21 كلم²) وهي بذلك تحتل أكثر من نصف مساحة الحوض بنسبة تقدر بـ: (56.90%) من المساحة العامة للحوض. وهي تمثل أراضي البور والأراضي الغير صالحة للزراعة كالشعاب والمنحدرات والكتل الجبلية الموزعة داخل الحوض، والسلاسل الجبلية المحيطة

بالحوض. تظهر في البعض انزلاقات أرضية كبيرة كما توضحه الصورة التالية أنظر الشكل رقم (33):



ب- التصنيف غير المراقب (Unsupervised Classification):

تستخدم هذه الطريقة في حالة عدم توفر العينات التدريبية واساس عملها يعتمد على طريقة حسابية (Algorithms) وتتضمن هذه الطرق حسابات رياضية تختبر عددا كبيرا من الوحدات الصورية المجهولة (بكسل غير معروفة في الصورة) وتقسيمها الى مجاميع معتمدة على القيمة الطيفية لكل وحدة من هذه الوحدات اعتمادا على التجمعات الطبيعية في قيم الصورة.

والمبدأ الأساسي في عملية التصنيف الغير مراقب هو أن القيم الموجودة في نمط غطاء أرضي معين كالماء أو النبات أو البنائيات وغيرها يجب أن تكون متقاربة في القياس، كما يجب أن تكون المعطيات في الأصناف المختلفة متباعدة نسبيا بعضها عن بعض وإلا نتحصل على تصنيف غير مفهوم إطلاقا. الأصناف الناتجة عن التصنيف

الغير مراقب هي أصناف طيفية ولهذا فإن طبيعتها لن تعرف في البداية بل المحلل هو الذي يتعرف على مختلف الأصناف انطلاقاً من عدة معايير ووسائل مساعدة إن كان لا يعرف منطقة الدراسة ميدانياً.

بما أنه في عملية التصنيف الغير مراقب تحدد الفئات على أساس طيفي أولاً ثم ترشيحها وأخذ ما هو مفيد، أما في التصنيف المراقب تحدد الفئات من منطقة تدريب تكون معروفة مسبقاً عند المستخدم ثم تعميمها على بقية منطقة الدراسة باستخدام مرئيات فضائية وبرامج متخصصة في الاستشعار عن بعد، وبهذا فسيتم اختار ما يفيد في الدراسة وتكون النتائج أكثر دقة، وبذلك تم الاعتماد في هذه الدراسة على التصنيف المراقب في تحديد خصائص منطقة الدراسة.

خاتمة الفصل:

يدفع الإنسان ثمن الأضرار التي ألحقها بالطبيعة وبيئته عاجلاً أم آجلاً. فالاستخدام السيئ للأراضي الزراعية والغابات والمراعي والمياه وذلك باستعماله المفرط للمبيدات الحشرية، والمواد الكيميائية المختلفة، وكذا الاستعمال الغير عقلاني للأراضي الفلاحية والتوسع العمراني على حساب التربة الخصبة، بالإضافة إلى حرق الغابات وقطع أشجارها هي عوامل كلها تؤدي إلى تدهور التربة من خلال تعرضها للتصحر والجفاف والانجراف.

الفصل الثامن:

تقييم التعريه في حوض

وادي النجاء

الفصل الثامن: تقييم التعرية في حوض وادي النجاء

مقدمة الفصل:

من خلال النتائج المتوصل إليها في دراسة الخصائص البنيوية والجيولوجية والليثولوجية، والدراسة الهيدروغرافية والمورفومترية، ومعرفة خصائص المناخ واستعمالات الأراضي والخصائص السكانية لحوض وادي النجاء، يتضح أن منطقة الدراسة تتميز بديناميكية نشطة أثرت في الشكل العام لتضاريس حوض وادي النجاء. تختلف العوامل المتدخلة في هذا النشاط والتطور ولعل أبرزها ظاهرة التعرية المائية ومسبباتها بين ما هو طبيعي وبشري.

تكتسي دراسة العناصر الطبيعية للحوض أهمية بالغة في فهم دينامية التعرية المائية، على اعتبار أنها الوسط الذي تنشط فيه هذه الظاهرة، فالغطاء النباتي والتربة وجيولوجية المنطقة كلها عوامل تحدد نشاط وتوزيع التعرية المائية، كما يجب التأكيد على أن للعنصر البشري دور مهم في تسريع نشاط التعرية وذلك من خلال مختلف أنشطته وطرق استغلاله للأراضي.

هناك العديد من الطرق والنماذج المستعملة في تقييم التعرية المائية، ومع التطور التكنولوجي أصبح الاعتماد على برامج الحاسوب التي تحاكي عملية التعرية وكذلك توظيف تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية والتي تقدر تعرية التربة.

يتمثل دور تقنية الاستشعار عن بعد في تصنيف غطاءات الأرض وتحسين تصنيف التربة، وفي تحديد حالة تطور التعرية، أما دور نظم المعلومات الجغرافية فتتمثل في تصنيف فئات الارتفاع والانحدار واستخلاص شبكة الأحواض الجزئية، وفي أعداد طبقات التركيب الصخري للتربة، وإنشاء خطوط التساوي للحرارة والتساقط، سيتم الاعتماد على إحدى الطرق في التقييم النوعي للتعرية المائية وهي:

- التقييم النوعي للتعرية المائية اعتماد على منهجية (PAP/CAR)

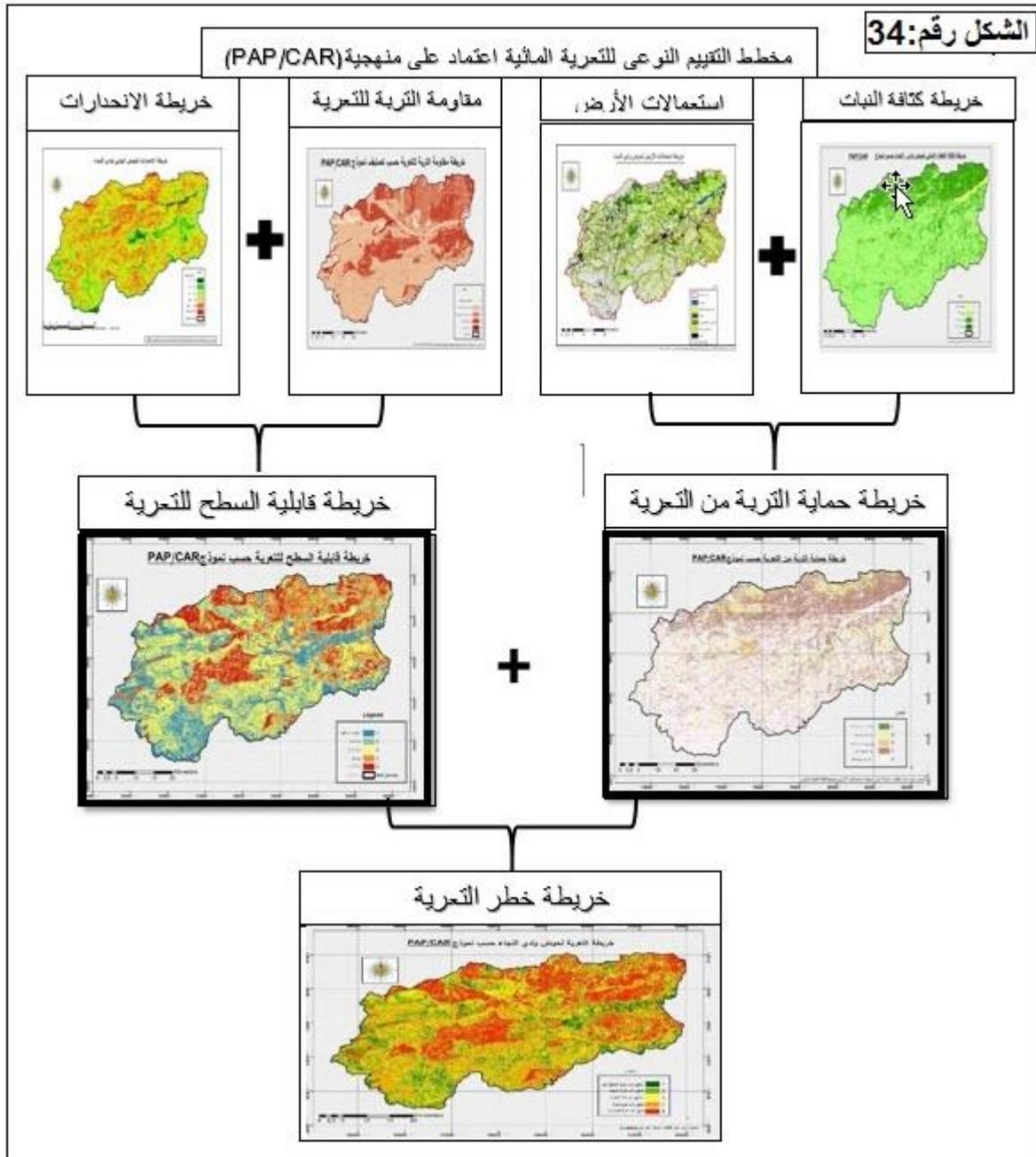
1- تعريف بمنهجية (PAP/CAR) في التقييم النوعي للتعرية المائية:

خلال التسعينات من القرن الماضي تعاونت منظمة الأغذية والزراعة (FAO¹)، والمديرية العامة للحفاظ على الطبيعة في مدريد (DGCON²)، و مخطط أنشطة المجال المتوسطي (PAP/PAM³) من أجل وضع منهجية بسيطة ومرنة من أجل تقييم عمليات التعرية و فقدان التربة بالحوض المتوسطي كما يمكن تكيفها مع الظروف المحددة لكل منطقة في البحر المتوسط . يعتمد هذا النموذج على نظم المعلومات الجغرافية في إنتاج خريطة لتقييم عملية التعرية، وذلك انطلاقاً من أربع خرائط وهي خريطة التربة وخريطة الانحدارات بدمجهما تنتج خريطة قابلية السطح للتعرية، ثم خريطة استعمالات الأراضي وخريطة كثافة الغطاء النباتي بدمجهما تنتج خريطة حماية التربة من التعرية. ودمج الخريطين (خريطة قابلية السطح للتعرية + خريطة حماية التربة من التعرية) تنتج في الأخير خريطة خطر التعرية. المخطط رقم (34) التالي يلخص مختلف مراحل هذه المنهجية.

¹ FAO: Food And Agriculture Organization

² DGCON : Direction Générale de la Conservation de la Nature Madrid

³ PAP/PAM: plan d'action prioritaire du plan d'action pour la Méditerranée



من خلال مخطط التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR)، فإن هذا النموذج يعتمد على التفاعل بين مختلف العناصر المكونة للوسط الطبيعي من أجل إنتاج مجموعة من الخرائط الموضوعاتية، وبعد ذلك مناقشة وتحليل ونقد هذه النتائج انطلاقاً من العمل الميداني لتفاصيل أكثر تصفح موقع التالي: (<https://www.geojamal.com>).

بما أن الخرائط التي يُعتمد عليها في التقييم النوعي للتعرية المائية في حوض الدراسة تم إنتاجها في الفصول السابقة، والتي تركز أساساً على تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية وذلك انطلاقاً من مجموعة من المعطيات الأولية كالخرائط الطبوغرافية والجيولوجية بالإضافة إلى مجموعة من المعطيات الأخرى المتعلقة بالغطاء النباتي والتربة والجيولوجيا والتضاريس والانحدارات. إن دراسة الحساسية المحتملة للتآكل في حوض وادي النجاء ستقتصر على إعادة تصنيف الطبقات حسب ما يتوافق وهذا النموذج باستخدام برنامج متخصص في ذلك وهو برنامج (Arc Gis).

2- خصائص الانحدارات حسب نموذج (PAP/CAR):

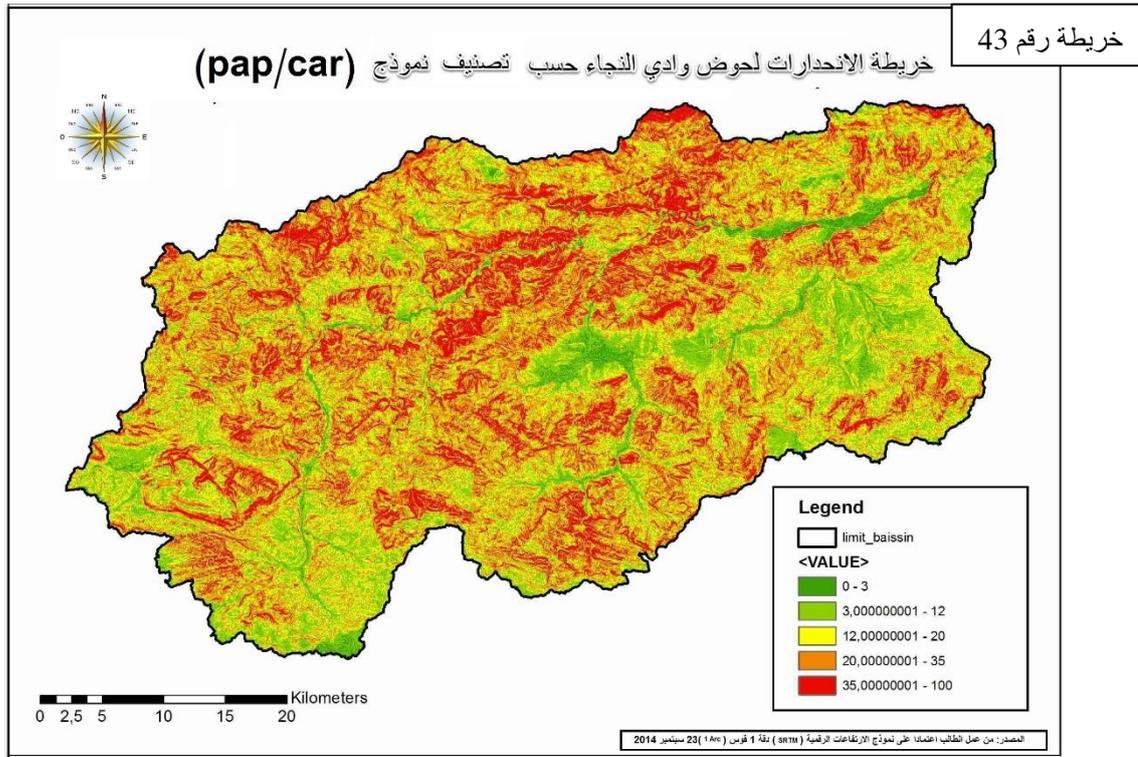
يعتمد نموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) على خمس أصناف لدرجات الانحدار، يعتبر الانحدار من العوامل الأساسية المحددة لكمية وسرعة الجريان السطحي، وبالتالي التعرية لسطح التربة، لا تمثل التعرية مشكلة كبيرة في الأراضي المسطحة، بل تظهر المشكلة مع زيادة الانحدار إضافة إلى طول المنحدر وشكله. تعتبر درجة الانحدار من أهم العوامل المؤثرة على التعرية. وتزداد التعرية بمعدل الضعف بمضاعفة درجة الانحدار في المنحدرات التي يقل انحدارها عن (10%).

وبما أنه تم إنجاز خريطة الانحدارات لمنطقة الدراسة اعتماداً على المرئية الرادارية (Dem)، فإن إعادة التصنيف درجات الانحدار أمر بسيط باستخدام برنامج (Arc Gis)، الجدول رقم (45) التالي يوضح فئات الانحدار حسب نموذج (PAP/CAR).

جدول رقم (45): تصنيف فئات الانحدار حسب نموذج (PAP/CAR)

الرتبة	نوع الانحدار	الفئة
1	ضعيف جداً	(0-3)%
2	ضعيف	(3-12)%
3	متوسط	(12-20)%
4	قوي	(20-35)%
5	قوي جداً	أكبر من 35%

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)



يتضح من خلال خريطة الانحدارات لحوض وادي النجاء حسب تصنيف نموذج (PAP/CAR) رقم (43) أن فئات الانحدار داخل منطقة الدراسة تختلف من حيث الموقع والمساحة التي تشغلها، الجدول التالي يلخص مساحة ونسب كل فئة داخل الحوض.

جدول (46): تصنيف فئات الانحدار لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)

النسبة %	المساحة كل م ²	الفئة	نوع الانحدار	الرتبة
2.64	57.22	%(3-0)	ضعيف جدا	1
21.40	463.72	%(12-3)	ضعيف	2
27.39	593.58	%(20-12)	متوسط	3
33.93	735.23	%(35-20)	قوي	4
14.62	316.95	أكبر من 35%	قوي جدا	5

المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على المرئية الرادارية (DEM)

يتضح من جدول تصنيف فئات الانحدار أن المنطقة يغلب عليها الانحدار القوي، حيث أكثر من (75%) من المساحة العامة لمنطقة الدراسة انحدارها يفوق (12%)، في حين (25%) من المساحة العامة لحوض وادي النجاء انحدارها أقل من (12%).

3- مقاومة التربة للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR):

تم استخلاص المعلومات المتعلقة بدرجة الهشاشة والحساسية للتعرية انطلاقاً من الخريطة الجيولوجية وخريطة التربة المنجزة في الفصول السابقة. تؤثر التربة بصورة مباشرة على معدل الرشح خلالها، فضلاً عن مدى تماسكها وبالتالي مقاومتها لظروف التعرية المائية. وتتحدد خواص التربة الأساسية المؤثرة على معدل الرشح في القوام (البناء والرطوبة الأرضية وترتيب الطبقات)، ويأتي في المقام الثاني العوامل المؤثرة على البناء الأرضي مثل المادة العضوية ونوع معدن الطين والمواد اللاصقة، وكلها تؤثر بصورة غير مباشرة على معدلات رشح التربة.

عند دراسة تأثيرات القوام يتضح مدى مقاومة الحبيبات الكبيرة في حجمها للتعرية، وذلك كنتيجة لزيادة أو كبر القوى المطلوبة لتحريكها، وفي الجانب الآخر، فإن مقاومة الحبيبات الصغيرة في أقطارها تكون كبيرة أيضاً نظراً لقوى التماسك بين هذه الحبيبات، وعلى ذلك فالحبيبات الأقل مقاومة هي حبيبات السلت والرمل الناعم، لذلك فالأرض المحتوية على (40-60%) سلت هي أكثر الأراضي قابلية للتعرية. وفي نفس الوقت فإن قدرة التربة الرملية على رشح الماء خلالها تقلل من قيم الجريان السطحي. ومن ناحية أخرى فإن الأراضي الطينية تتميز بانخفاض معدل الرشح فضلاً عن ظروف طبقات تحت التربة، والتي قد تعيق الرشح، وبالتالي تصبح هذه الأراضي قابلة للتعرية المائية خاصة في وجود بناء غير ثابت. أما في وجود بناء جيد فإن مقدرة التربة على الاحتفاظ بالماء تصل إلى حوالي (85%) من ماء المطر وحتى درجة انحدار (17%) مما يقلل من فرص حدوث التعرية المائية لتفاصيل أكثر زيارة الموقع الذي يحتوي على مقال بعنوان العوامل المؤثرة في التعرية المائية على الرابط. (<https://kenanaonline.com/users/emaratmisr/posts/135392>)

يعتمد نموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) على خمس

فئات في تصنيف مقاومة التربة للتعرية كما يوضحه الجدول (47) التالي:

جدول (47): تصنيف مقاومة التربة للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)

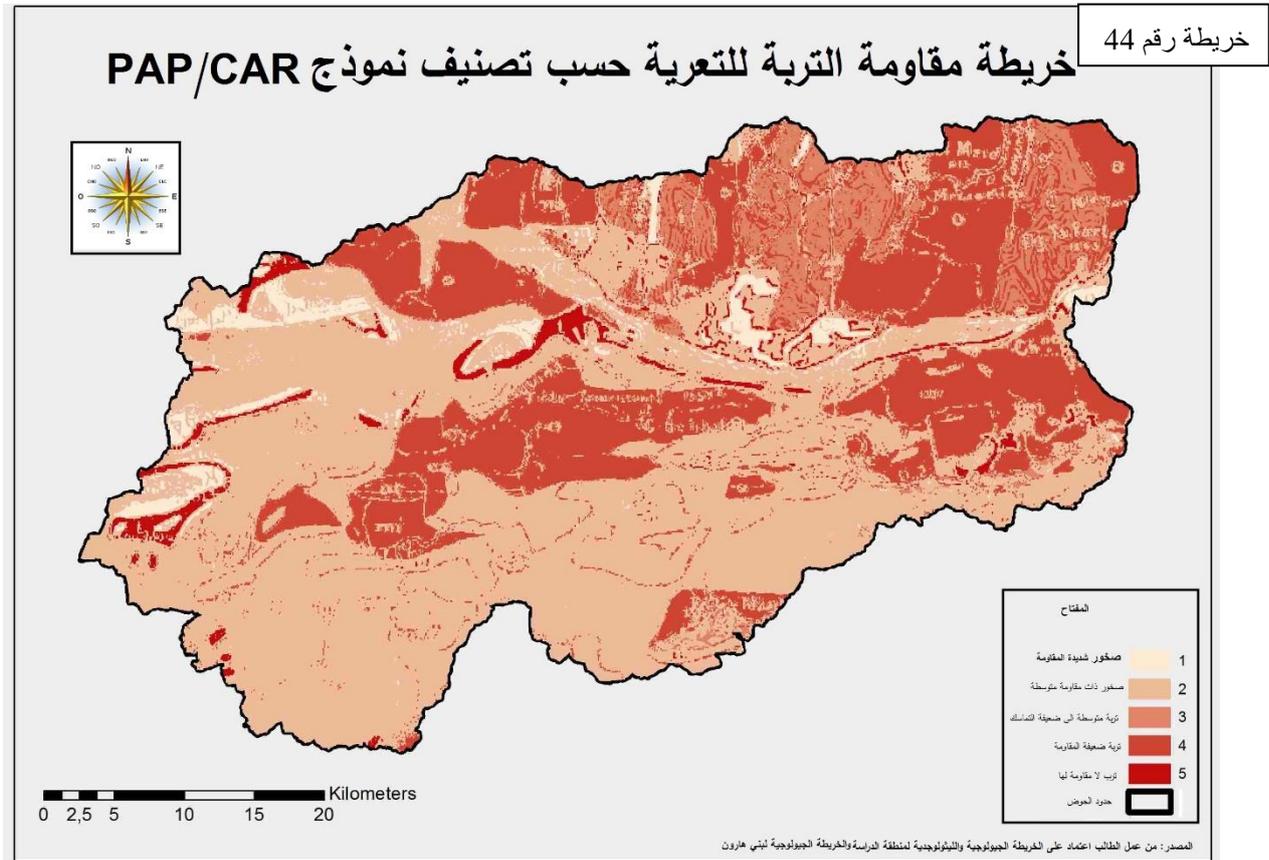
الرمز	النوع
1	صخور صلبة شديدة المقاومة: كلس ، صخور نارية
2	صخور ذات مقاومة متوسطة
3	صخور ضعيفة المقاومة أو تربة متوسطة الى ضعيفة التماسك (شبيست ، صلصال)
4	ركام حطامي ورواسب خشنة وترب صلصالية
5	رواسب رملية ناعمة وترب لا مقاومة لها

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)

تم استخلاص مقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء انطلاقاً من الخريطة الجيولوجية وخريطة التربة لحوض وادي النجاء المنجزة في الفصول السابقة وكذلك الخريطة الجيولوجية والليثولوجية لحوض بني هارون المنجزة من طرف: شركة كندية (Tecsult International) في دراستها لحوض وادي النجاء بعنوان:

(Étude de la protection du bassin versant du barrage Beni-Haroun)

انطلاقاً من البيانات السابقة تم انتاج الخريطة رقم (44) خريطة مقاومة التربة للتعرية حسب تصنيف (PAP/CAR).



يتضح من خلال خريطة مقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء رقم (44) أن هناك تباين في درجة المقاومة فالجهة الشرقية للحوض تمتاز بتربة ضعيفة المقاومة عموماً في حين الجهة الغربية للحوض تمتاز بمقاومة قوية نوعاً ما. الجدول (48) التالي يبرز مساحة كل نوع من التربة ونسبتها بالنسبة لإجمالي مساحة الحوض.

جدول (48): تصنيف مقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج

(PAP/CAR)

الرمز	النوع	المساحة كلم ²	النسبة %
1	صخور صلبة شديدة	75.93	3.48
2	صخور ذات مقاومة متوسطة	1294.09	58.52
3	تربة متوسطة الى ضعيفة التماسك	156.73	7.19
4	تربة ضعيفة المقاومة	612.14	28.11
5	رواسب لا مقاومة لها	58.98	2.70

المصدر: من عمل الطالب اعتماداً على الخريطة الجيولوجية والبيولوجية لمنطقة الدراسة

من خلال جدول تصنيف مقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)، نلاحظ أن ما يغلب على حوض وادي النجاء هي الصخور ذات المقاومة المتوسطة، بنسبة تفوق (58%) من المساحة العامة للحوض، أم التربة ذات المقاومة الضعيفة إلى الضعيفة جدا فهي تصل إلى (38%) من المساحة العامة للحوض وهي نسبة معتبرة تجعل من منطقة الدراسة تشهد ديناميكية دائمة إذا ما تفاعلت مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية.

4- خريطة قابلية السطح للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR):

يتم انجاز خريطة قابلية السطح للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR) انطلاقا من دمج خريطتي الانحدارات ومقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء باستخدام برنامج (Arc Gis)، عملية دمج الخريبتين تعتمد على مصفوفة رياضية وهي إذا كانت فئة الانحدار ذات الفئة (1) أي الانحدار الضعيف جدا (0-3)% تقابل الفئة (1) من تصنيف مقاومة التربة للتعرية (صخور صلبة شديدة المقاومة) فقيمة معامل قابلية الأراضي للتعرية تكون في الفئة 1 (سطح غير قابل للتعرية). الجدول (49) التالي يوضح قيمة كل معامل قابلية السطح للتعرية بين فئتين مختلفتين للانحدارات ومقاومة التربة للتعرية.

جدول (49) قيم معامل قابلية الأراضي للتعرية حسب فئات الانحدار ومقاومة التربة

للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)

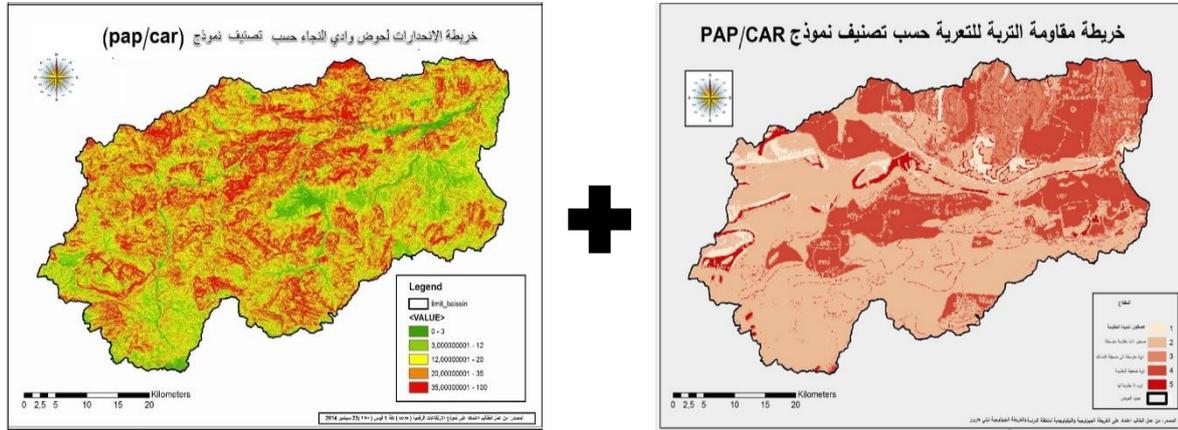
تصنيف مقاومة التربة للتعرية						
5	4	3	2	1		
2	1	1	1	1	1	فئات الانحدار
3	3	2	1	1	2	
4	4	3	2	2	3	
5	5	4	3	3	4	
5	5	5	4	4	5	

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المئوية) حسب نموذج (PAP/CAR)

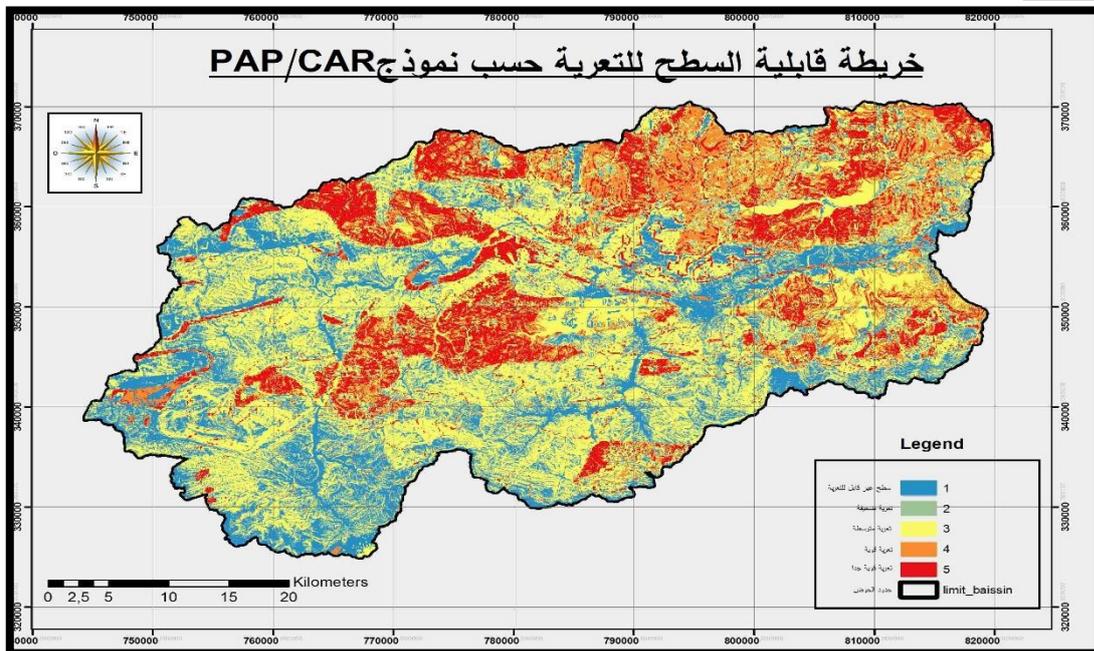
بتطبيق هذه المصفوفة تنتج خريطة جديدة وهي خريطة قابلية السطح للتعرية، تتكون من خمس فئات كما يوضحه الجدول (50) التالي:

جدول (50) فئات قابلية السطح للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)

قابلية السطح للتعرية	الفئات
سطح غير قابل للتعرية	1
تعرية ضعيفة	2
تعرية متوسطة	3
تعرية قوية	4
تعرية قوية جدا	5



خريطة رقم 45



الجدول رقم (51) التالي يبرز نسبة ومساحة الفئات الخمسة لقابلية السطح للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR).

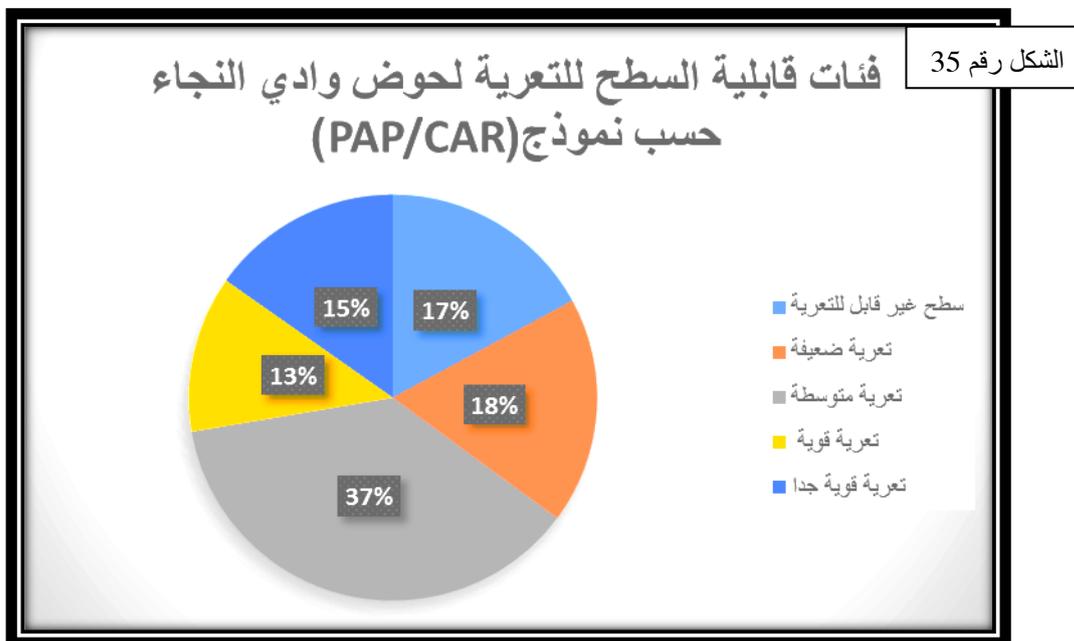
جدول (51) فئات قابلية السطح للتعرية لحوض وادي النجاء حسب

نموذج (PAP/CAR)

النسبة %	المساحة كلم ²	قابلية السطح للتعرية	الفئات
17.08	371.75	سطح غير قابل للتعرية	1
18.02	411.41	تعرية ضعيفة	2
37.20	782.27	تعرية متوسطة	3
12.47	283.35	تعرية قوية	4
15.21	322.65	تعرية قوية جدا	5

المصدر: من عمل الطالب

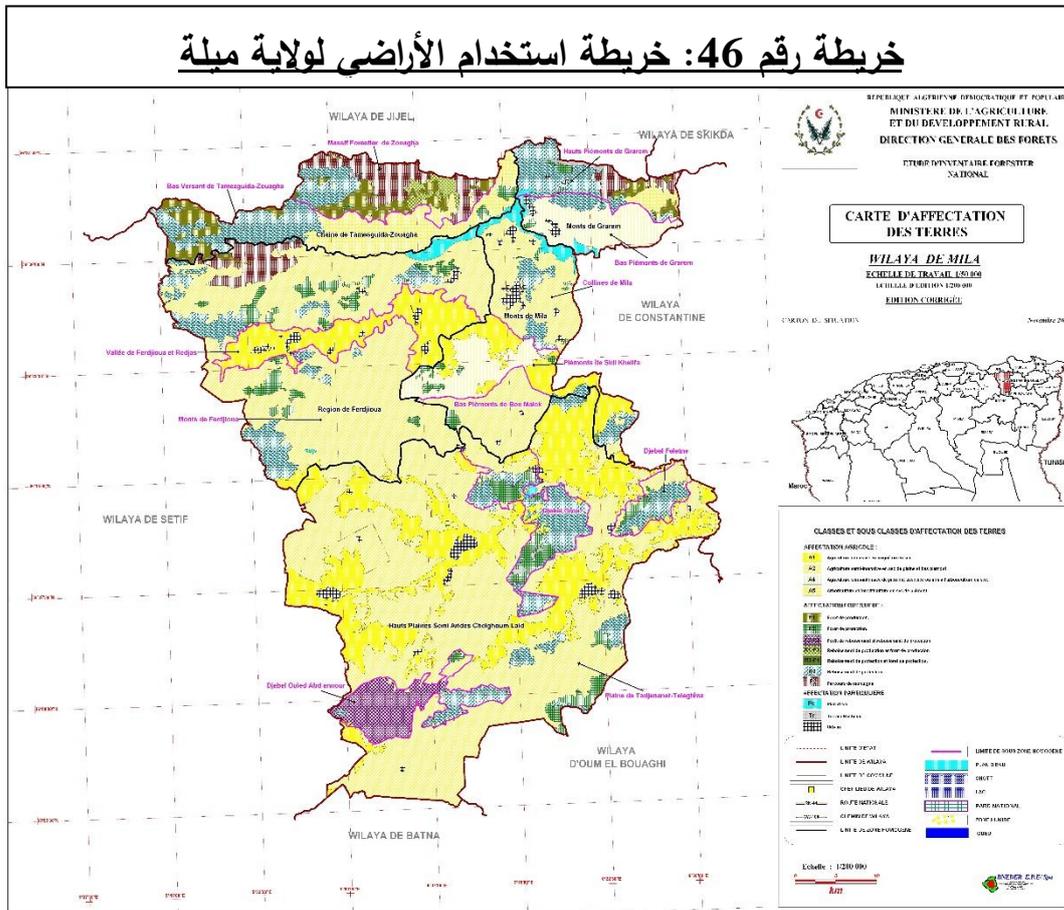
يتضح من الجدول (51) لفئات قابلية السطح للتعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR) أن هناك أربع فئات لقابلية السطح للتعرية متقاربة من حيث نسبة ومساحة تأثيرها على السطح، عدا الفئة الثالثة وهي التي تتميز بتعرية متوسطة فهي تشغل مساحة أكبر في الحوض تقارب (40%) من المساحة العامة لمنطقة الدراسة، الشكل رقم (35) يحدد نسبة كل فئة حسب درجة قابلية السطح للتعرية.



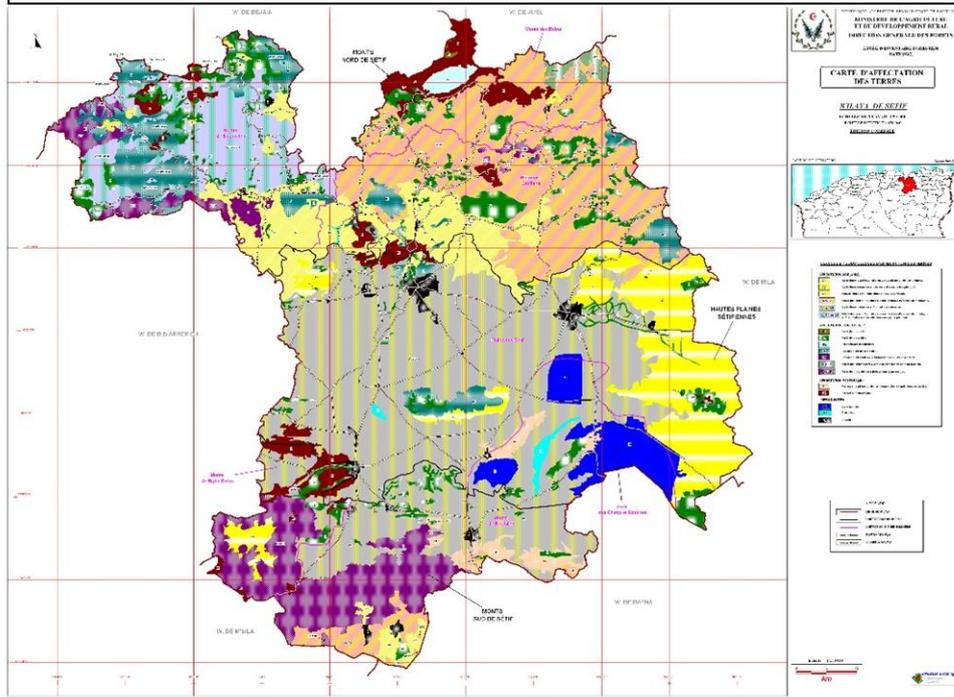
5- خصائص كثافة الغطاء النباتي حسب نموذج (PAP/CAR):

ترجع أهمية الغطاء النباتي إلى أنه يؤدي إلى التقليل من معدلات التعرية المائية، حيث يقوم بدور رئيسي في عدم تصادم قطرات المطر مع سطح التربة، مما يؤدي إلى تقليل طاقة قطرات المطر الساقطة، وتوزيع بالتالي الطاقة الحركية للقطرات على سطح كل من أوراق النبات والتربة، وكذلك يؤدي وجود النبات إلى تقليل معدلات الجريان السطحي كنتيجة لتخشين سطح التربة بواسطة النباتات القائمة، مما يعطي فرصة أكبر لرشح الماء خلال التربة.

تم انجاز خريطة كثافة الغطاء النباتي لحوض وادي النجاء انطلاقا من خريطة استخدام الأراضي لكل من ولاية ميلة وولاية سطيف، (أنظر الخريطة رقم 46 و 47 على التوالي)، هذه الخرائط من إنتاج المديرية العامة للغابات في نوفمبر 2008 بمقياس (1/150000).

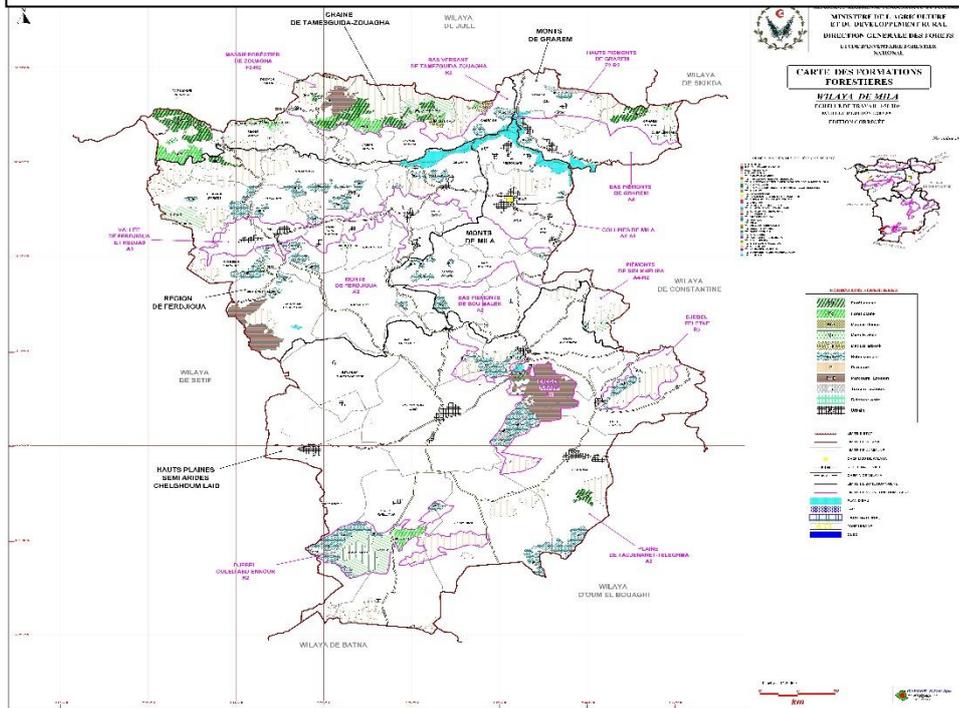


خريطة رقم 47: خريطة استخدام الأراضي لولاية سطيف



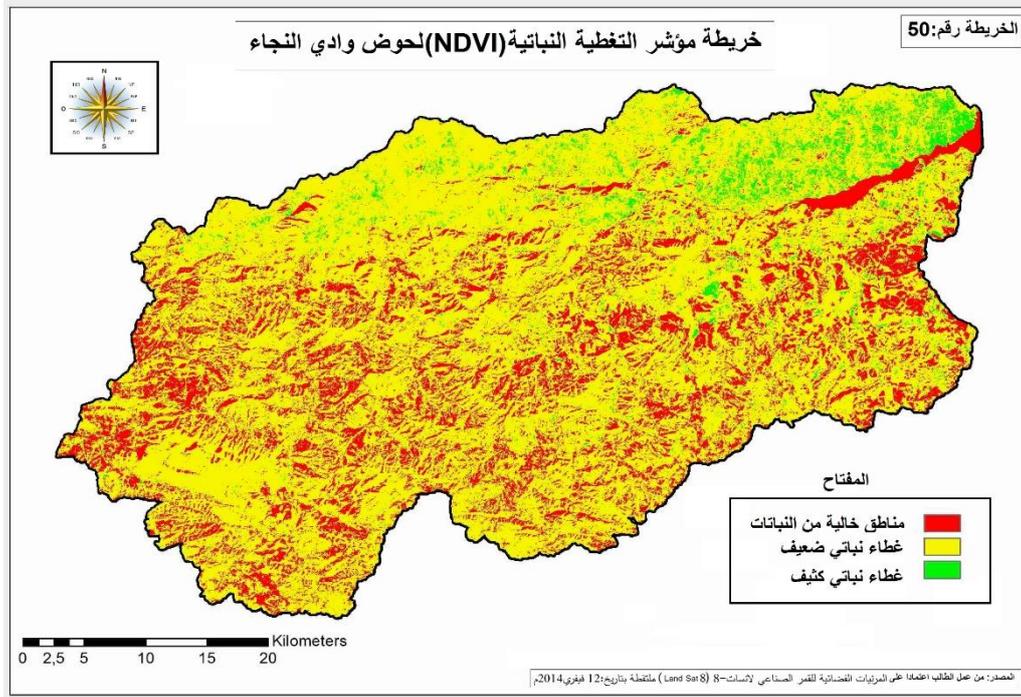
وخريطتي توزيع الغابات وانواعها وكثافتها في كل من ولاية ميلة وسطيف هذه الخرائط هي أيضا من إنتاج المديرية العامة للغابات في نوفمبر 2008م بمقياس (1/150000)، (أنظر الخريطة رقم 48 و 49 على التوالي).

خريطة رقم 48: خريطة توزيع الغابات وكثافتها لولاية ميلة



بتطبيق هذه المعادلة على المرئية الفضائية السابقة الذكر نتحصل على الخريطة رقم

(50) خريطة مؤشر التغطية النباتية (NDVI) لحوض وادي النجاء التالية:

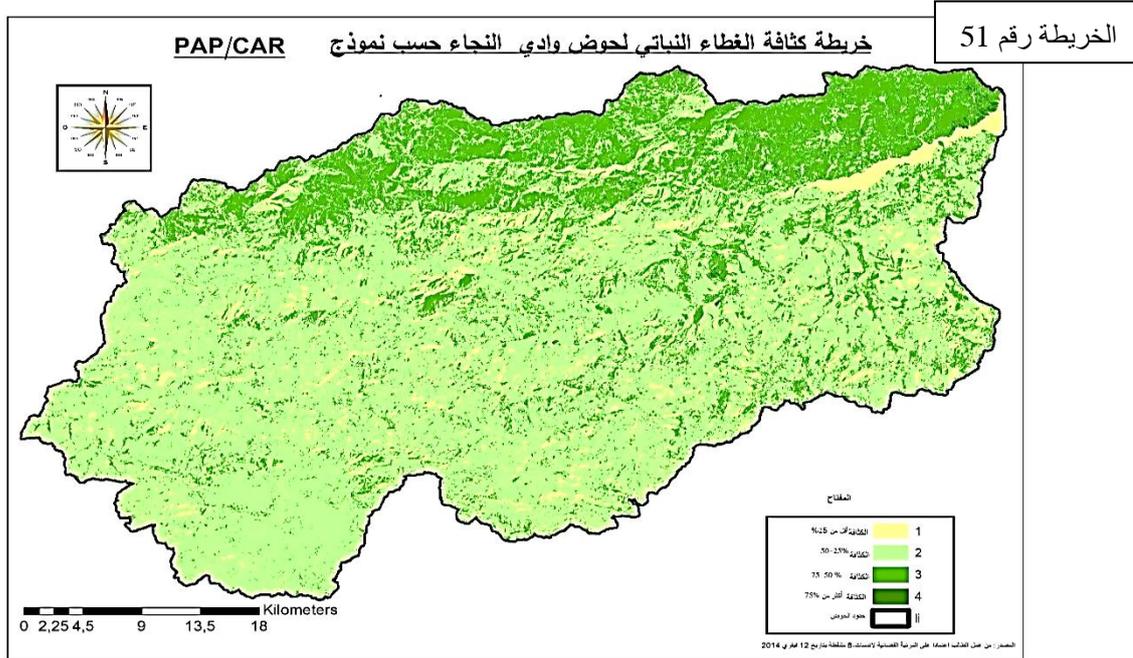


انطلاقاً من المعلومات التي توفرها الخرائط من الخريطة (46) إلى الخريطة (50) واعتماداً على نموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) الذي يقسم منطقة الدراسة إلى أربع فئات في تصنيف كثافة الغطاء النباتي كما يوضحه الجدول رقم (52)، تم انجاز خريطة لكثافة الغطاء النباتي لحوض وادي النجاء (أنظر الخريطة 51).

جدول (52): تصنيف كثافة الغطاء النباتي حسب نموذج (PAP/CAR)

الكثافة	الرمز
أقل من 25%	1
(25-50) %	2
(50-75) %	3
أكثر من 75%	4

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)



يمكن استخراج من الخريطة رقم (51) نسبة ومساحة شغل كل فئة من الفئات الأربعة لكثافة الغطاء النباتي حسب نموذج (PAP/CAR)، الجدول (53) التالي يلخص النتائج المتحصل عليها.

جدول (53): تصنيف كثافة الغطاء النباتي حسب نموذج (PAP/CAR) لحوض وادي النجاء

الرمز	الكثافة	المساحة كلم ²	النسبة%
1	أقل من 25%	92.26	4.25
2	(50-25) %	1517.75	69.93
3	(75-50) %	549.83	25.33
4	أكثر من 75%	10.79	0.47

المصدر: من عمل الطالب

6- خصائص استعمالات الأرض حسب نموذج (PAP/CAR):

إن الهدف من إنجاز خريطة استعمالات الأرض هو لتوضيح أماكن وتوزيع الاستخدامات المختلفة لمنطقة الدراسة وإعطاء كل استخدام لون مختلف، تم إنجاز خريطة استعمالات الأراضي لحوض وادي النجاء انطلاقاً من المرئية الفضائية للقمر الصناعي لانسات-8 (Land Sat-8) ملتقطة بتاريخ: 12 فيفري 2014م، وصور القمر الصناعي

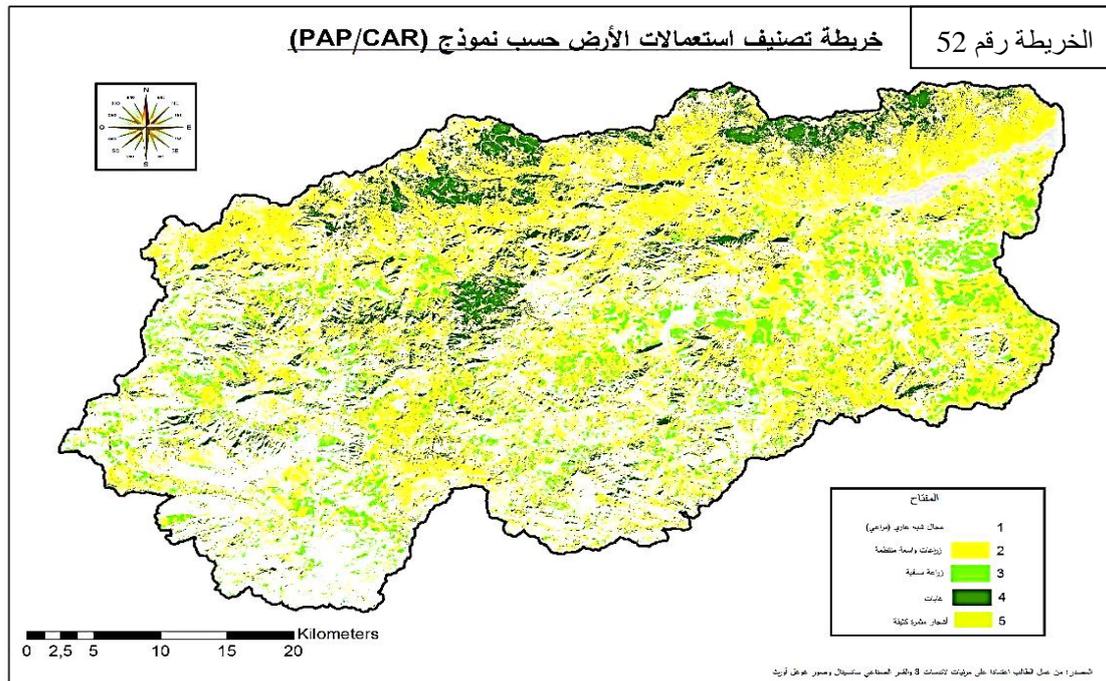
سانسينال (Sentinelle) وصور برنامج (Google Earth Pro)، وخريطتي استعمالات الأراضي لولاية ميلة رقم (46) وخريطة استعمالات الأراضي لولاية سطيف رقم (47)، إضافة إلى الزيارات الميدانية. يعتمد نموذج التقييم النوعي للتعرية المائية (PAP/CAR) على خمس فئات في تصنيف استعمالات الأرض كما يوضحه الجدول رقم (54) التالي:

الجدول (54): تصنيف استعمالات الأرض حسب نموذج (PAP/CAR)

الرمز	نوع استعمالات الأرض
1	مجال شبه عاري (مراعي)
2	زراعات واسعة منتظمة
3	زراعة مسقية
4	غابات
5	أشجار مثمرة كثيفة

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)

باستخدام برنامج (Arc Gis) وباستخدام المرئيات والخرائط السابقة الذكر واعتمادا على فئات تصنيف استعمالات الأرض حسب نموذج (PAP/CAR) تم انجاز الخريطة رقم (53) خريطة تصنيف استعمالات الأرض حسب نموذج (PAP/CAR).



7- خريطة حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR):

يتم انجاز خريطة حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR) انطلاقا من دمج خريطتي تصنيف كثافة الغطاء النباتي وخريطة استعمالات الارض لحوض وادي النجاء باستخدام برنامج (Arc Gis). عملية دمج الخريطتين تعتمد على مصفوفة رياضية وهي إذا كانت استعمالات الأرض ذات (الفئة 1) أي مجال شبه خالي من النباتات تقابل (الفئة 1) من تصنيف كثافة الغطاء النباتي (كثافة أقل من 25%) فقيمة معامل حماية التربة من التعرية تكون في (الصف 5) وهذا يعني سطح غير محمي اطلاقا، الجدول رقم (55) التالي يوضح قيمة كل معامل حماية التربة من التعرية بين فئتين مختلفتين للاستعمالات الأرض وكثافة الغطاء النباتي.

الجدول (55): قيم معامل حماية التربة من التعرية حسب كثافة الغطاء النباتي

واستعمالات الارض حسب نموذج (PAP/CAR)

كثافة الغطاء النباتي						
4	3	2	1			
4	4	5	5		1	استعمالات التربة
4	4	5	5		2	
1	1	2	3		3	
1	2	3	4		4	
2	3	4	5		5	

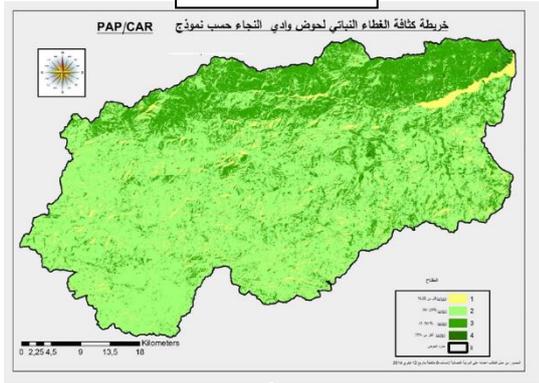
المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)

بتطبيق هذه المصفوفة تنتج خريطة جديدة (الخريطة رقم 54) وهي خريطة حماية التربة من التعرية لحوض وادي النجاء، تتكون من خمس فئات كما يوضحه الجدول (56) التالي:

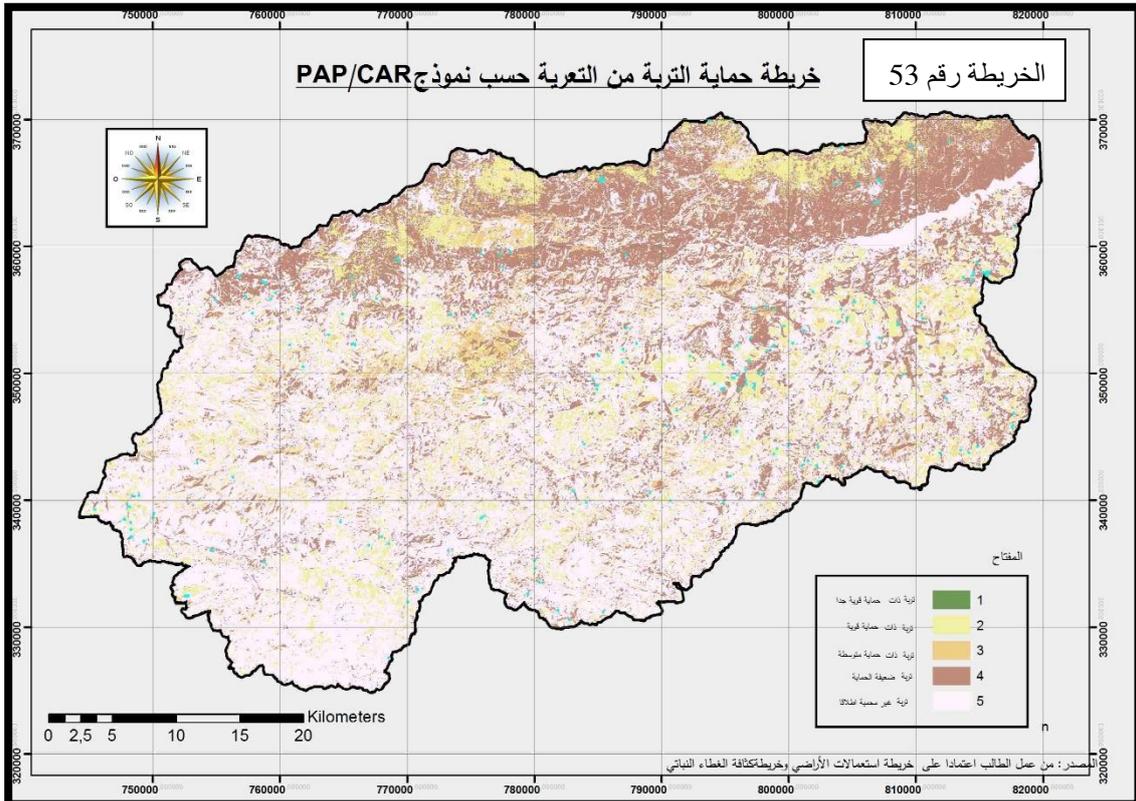
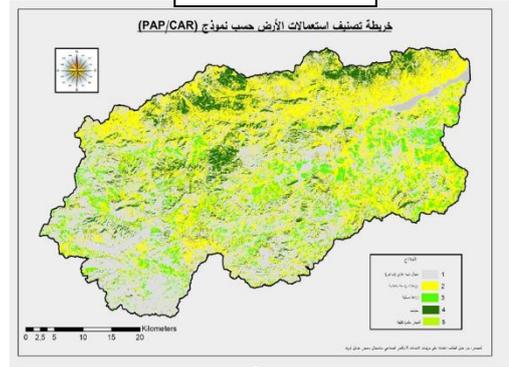
الجدول (56): فئات حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR)

الصفات	درجة حماية التربة من التعرية
1	حماية قوية جدا
2	حماية قوية
3	حماية متوسطة
4	ضعيفة الحماية
5	غير محمية اطلاقا

الخريطة رقم 51



الخريطة رقم 52



الجدول رقم (57) التالي يبرز نسبة ومساحة الفئات الخمسة لمدى حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR) لحوض وادي النجاء.

الجدول (57): فئات حماية التربة من التعرية لحوض وادي النجاء حسب

نموذج (PAP/CAR)

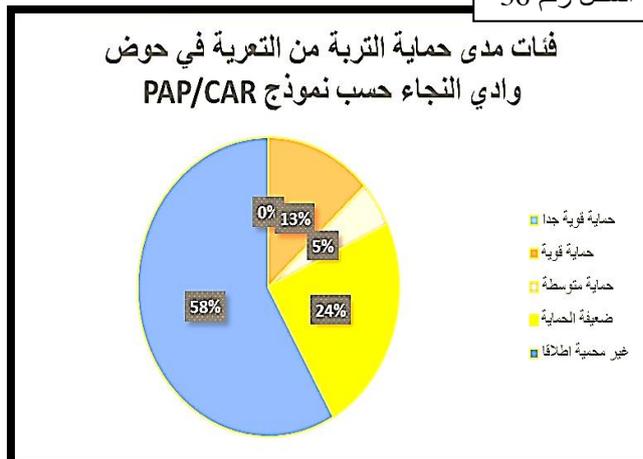
النسبة %	المساحة كلم ²	درجة حماية التربة من التعرية	الفئات
0.021	0.466	حماية قوية جدا	1
13.18	286.12	حماية قوية	2
4.93	107.15	حماية متوسطة	3
23.56	511.23	ضعيفة الحماية	4
58.28	1264.54	غير محمية اطلاقا	5

المصدر: من عمل الطالب

يتضح من جدول تصنيف حماية التربة من التعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR) الممثل في دائرة نسبية (الشكل رقم 36) أن غالبية الحوض ضعيف الحماية فأكثر نسبة من مساحة الحوض والتي قدرت بأكثر من (58%) من المساحة العامة للحوض غير محمية اطلاقا، وهذا يعني أن هذه المساحة إذا ما تعرضت إلى أي عامل طبيعي كان أو بشري سيؤدي حتما لنشاط كبير للتعرية ومنه تغير كبير في مظاهر السطح، كما أن ثاني نسبة من المساحة العامة للحوض والتي تقدر بـ (23.56%) ترتبها ضعيفة الحماية، وجمع النسبتين نجد أن حوالي (80%)

من المساحة العامة للحوض ترتبها غير محمية، و(20%) المتبقية ترتبها متوسطة إلى عالية الحماية، كل هذا يؤكد الديناميكية التي تميز سطح حوض وادي النجاء وما يشكل

الشكل رقم 36



ذلك من خطر على سد بني هارون بصفة خاصة ومختلف الأنشطة البشرية بصفة عامة.

8- إنجاز خريطة التعرية المحتملة لحوض وادي النجاء حسب نموذج

(PAP/CAR):

الوصول لإنجاز هذه الخريطة يعتبر آخر مرحلة في نموذج (PAP/CAR) لتقدير مستويات التعرية داخل الحوض، هذه الخريطة هي نتاج دمج خريطتي معامل قابلية السطح للتعرية ومدى حماية التربة، باستعمال برنامج (Arc Gis). اعتمادا على مصفوفة رياضية هي موضحة في الجدول رقم (58) التالي:

الجدول (58): قيم معامل مستويات التعرية حسب قابلية السطح للتعرية

ومدى حماية التربة حسب نموذج (PAP/CAR)

قابلية السطح للتعرية							
5	4	3	2	1			
2	2	1	1	1		1	حماية التربة
4	3	2	1	1		2	
4	4	3	2	1		3	
5	5	3	3	2		4	
5	5	4	3	2		5	

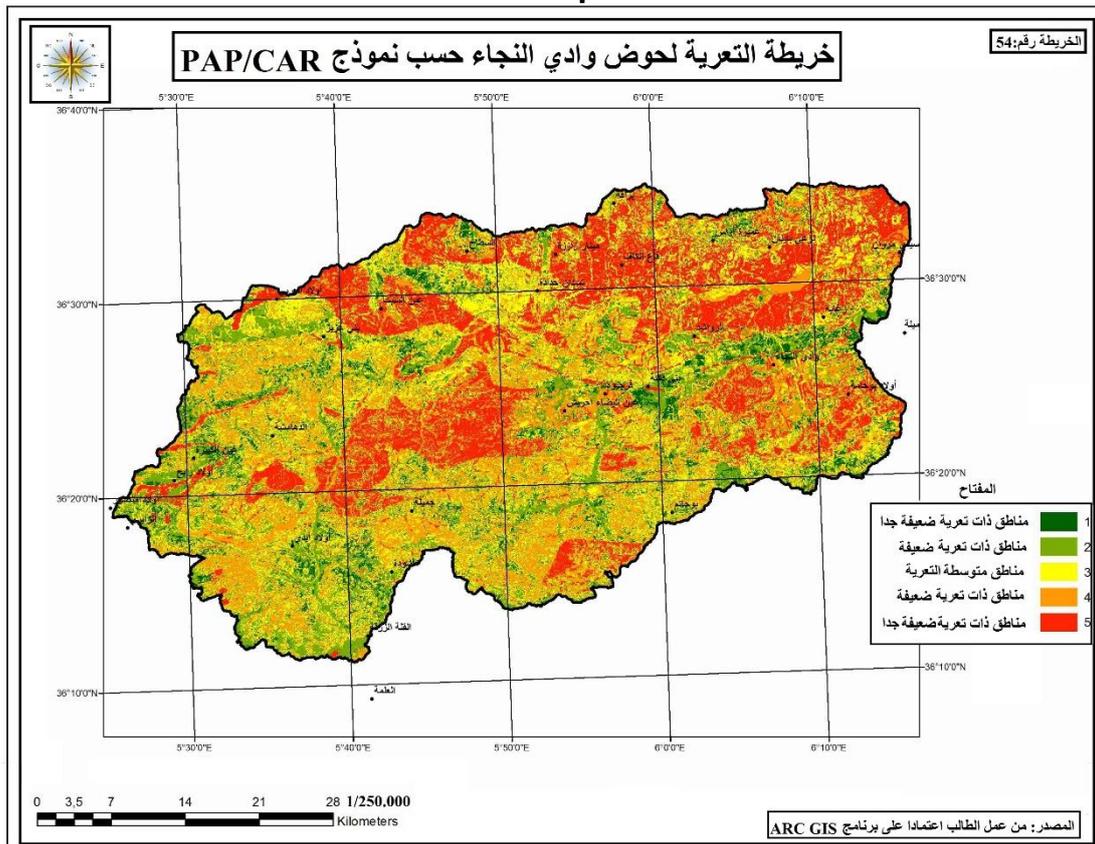
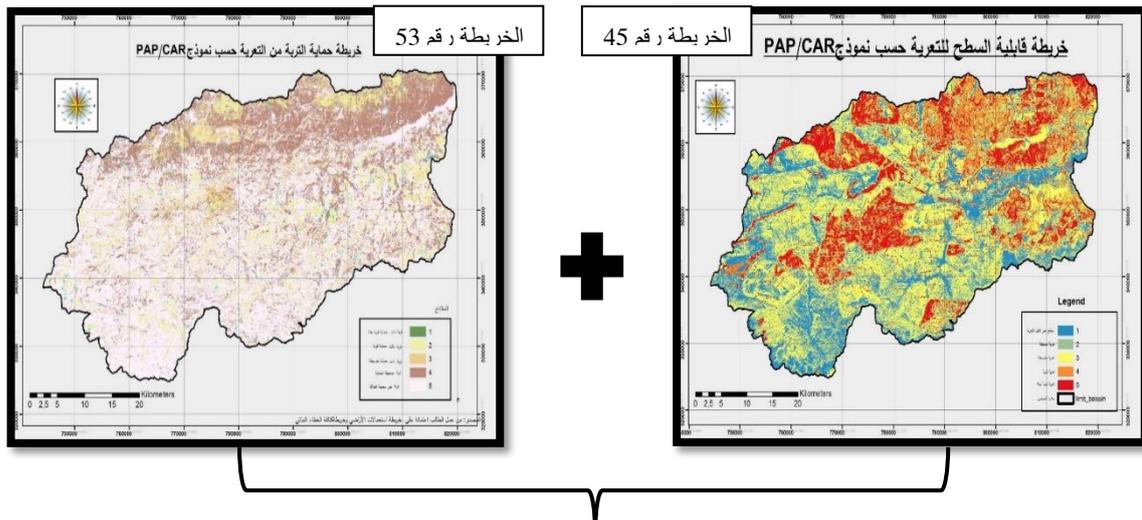
المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)

بتطبيق هذه المصفوفة تنتج خريطة جديدة وهي الخريطة النهائية للتعرية لحوض وادي النجاء (انظر الخريطة رقم 54)، وهي تقسم المنطقة إلى خمس فئات كما يوضحه الجدول رقم (59) جدول التعرية المحتملة حسب نموذج (PAP/CAR) التالي:

الجدول (59): فئات التعرية المحتملة حسب نموذج (PAP/CAR)

درجة التعرية المحتملة	الفئات
ضعيف جدا	1
ضعيفة	2
متوسطة	3
مرتفعة	4
مرتفعة جدا	5

المصدر: جمال شعوان (تقدير التعرية المائية) حسب نموذج (PAP/CAR)



المصدر: من عمل الطالب اعتمادا على برنامج ARC GIS

يمكن تقدير وحساب نسبة ومساحة الفئات الخمسة لدرجات التعرية حسب نموذج (PAP/CAR) انطلاقاً من خريطة التعرية بواسطة برنامج (Arc Gis)، النتائج المتحصل عليها يوضحها الجدول رقم (60) لفئات التعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR).

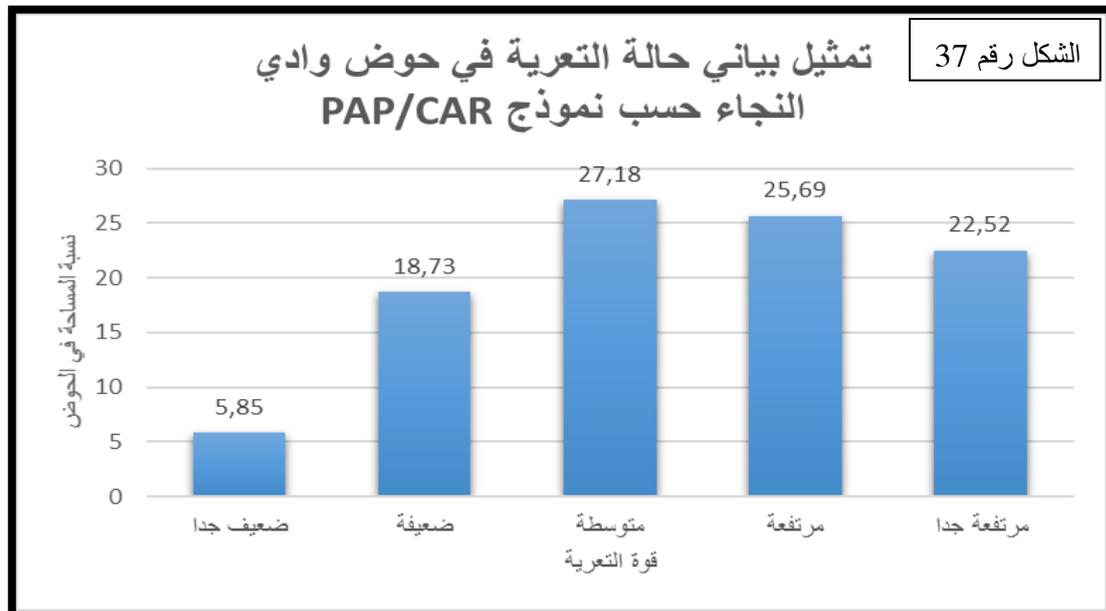
الجدول (60): فئات التعرية لحوض وادي النجاء حسب

نموذج (PAP/CAR)

النسبة %	المساحة كلم ²	درجة التعرية المحتملة	الفئات
5.85	126.93	ضعيف جدا	1
18.73	405.86	ضعيفة	2
27.18	588.86	متوسطة	3
25.69	556.70	مرتفعة	4
22.52	487.83	مرتفعة جدا	5

المصدر: من عمل الطالب

كما يمكن ربط العلاقة بين درجة التعرية المحتملة بدلالة نسبة المساحة في الحوض من خلال انجاز تمثيل بياني كما يوضحه الشكل رقم (37) التالي:



ت- مناطق ذات تعرية متوسطة: تعتبر المناطق التي تشهد تعرية متوسطة الأعلى مساحة في حوض وادي النجاء حيث تقدر مساحتها ب: (588.86 كلم²)، أي حوالي (28%) من المساحة العامة للحوض، تتوزع هذه المناطق في أغلب مساحة الحوض وخاصة المناطق الجنوبية منه، والتي يسود بها زراعات واسعة مع انحدار متوسط للسطح.

ث- مناطق ذات تعرية قوية: هناك مساحة معتبرة من حوض وادي النجاء تشهد تعرية قوية تقدر ب: (556.70 كلم²)، أي حوالي: (25.69%) من المساحة العامة للحوض، هذه المناطق هي أيضا منتشرة في جميع أنحاء الحوض.

ج- مناطق ذات تعرية قوية جدا: تبلغ مساحة المناطق التي تعرف تعرية قوية جدا ب (487.83 كلم²)، أي (22.52%) من المساحة العامة للحوض، وهي مساحة معتبرة تتمركز في خاصة في المناطق الشمالية لمنطقة الدراسة والتي تتميز بتساقط كبير وانحدار مرتفع رغم وجود غطاء نباتي في المنطقة إلى أنه لم يستطيع حماية التربة من التعرية المائية.

وفي الأخير ولتأكد من دقة النتائج المتحصل عليها للتعرية التي تميز حوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)، هذا النموذج الذي وضع استجابة لشروط التعرية في حوض البحر الأبيض المتوسط وقد أعطى نتائج مشجعة في الضفة الجنوبية للبحر المتوسط (المملكة المغربية)، تم القيام بزيارة ميدانية لمواقع مختلفة وقد كانت النتائج متطابقة بنسبة كبيرة وقد تم النقاط صور فوتوغرافية لمواقع مختلفة من المناطق ذات التعرية القوية جدا (انظر الشكل 31 ص 224) و(الشكل 32 ص 225) و(الشكل 33 ص 226) وكانت النتائج متطابقة.

خاتمة الفصل: من خلال دراسة التقييم النوعي للتعرية المائية اعتماد على منهجية (PAP/CAR) لحوض وادي النجاء يتضح أن الحوض يعرف هشاشة كبيرة في مساحة معتبرة منه تكاد تصل إلى (50%) من المساحة العامة للحوض، أي نصف المساحة تقريبا تشهد تعرية قوية إلى قوية جدا، مما يجعل الموارد الطبيعية والبنية التحتية لحوض وادي النجاء في وضع غير مستقر، قد يؤثر على الظروف المعيشية للسكان من وجهة نظر اقتصادية واجتماعية، ولهذا من الضروري التدخل لتهيئة الحوض من خلال نهج عالمي من شأنه أن يلبي احتياجات السكان المتزايدة.

الخاتمة

الخاتمة:

من خلال الدراسة والتحليل للجيو ديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء، الحوض الجزئي للحوض كبير رمال أتضح بأن التعرية المائية تعد من أهم العمليات الجيومورفولوجية السائدة في المنطقة وأكثرها تأثيرا على استقرار السطح والتربة، يعد هذا النوع من التعرية شكلا رئيسا من أشكال تدهور الأراضي الذي قد يؤدي إلى انجراف التربة، ولهذا كانت الحاجة لفهم كيفية تفاعل مجموعة من العوامل الطبيعية والبشرية المتمثلة في طبيعة الصخور المكونة للحوض وتحديد مناطق الضعف الجيولوجي كالانكسارات والاتصالات الغير العادية، وأنواع ترتيبها المتشكلة خلال مراحل زمنية متعاقبة، وتصنيف ميل الطبقات وقياس شدة الانحدارات المرتبطة بالتكتونية الحديثة، وفهم المميزات المورفومترية والمتمثلة في الخصائص الشكلية والمساحية للحوض، وخصائص الشبكة الهيدروغرافية من حيث نمط الشبكة الهيدروغرافية وكثافتها، وتراجع الغطاء النباتي وشدة التساقطات وعنفها، إضافة إلى ما تتميز به المنطقة من خصائص بشرية تتجلى في مختلف النشاطات الاقتصادية كالزراعة والرعي وقطع الأشجار وحرق الغابات، والنشاطات الاجتماعية كالتركز السكاني في مناطق دون غيرها. للحد من ظاهرة التعرية المائية يتطلب معرفة معدلات الانجراف المائي وفهم العوامل المتحكمة فيها، والعمليات الميكانيكية والهيدرولوجية التي تؤدي إلى انجراف التربة، وديناميكية تفاعل تلك العوامل والعمليات معا للتقليل من فقد التربة.

هناك العديد من النماذج التي تستطيع تقييم وتقدير التعرية المائية انطلاقا من مجموعة من القياسات وحساب معادلات تستطيع تحديد كمية التربة التي يمكن أن تفقد خلال فترة زمنية محددة من مساحات متباينة وأشكال تضاريسية مختلفة. خلال الفترة الأخيرة حقق الباحثون تطورا ملحوظا بالنسبة للتقنيات التي يمكنها تقدير وحساب وحتى التنبؤ بالتعرية بفعل المياه، وقد أشتمل هذا التطوير على الاستعانة بالتقنيات الحديثة كالاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية كأدوات يمكنها الوصول إلى نتائج دقيقة وفي زمن قياسي.

وقد أكدت النتائج التي تم الوصول إليها في حوض وادي النجاء من توظيف أدوات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من فعاليتها الجيدة في تحديد الوضعية الحالية للتعرية وانجراف التربة وترجمتها في خرائط موضوعية، وكذا دراسة التعرية في علاقتها مع العوامل المسؤولة عنها من خلال ترتيب ودمج وتطابق مجموعة من الخرائط التي تدرس أسباب الظاهرة.

مكن استخدام نموذج (PAP/CAR) في التقييم النوعي للتعرية المائية في حوض وادي النجاء من تحديد المناطق الهشة المعرضة للتعرية المائية، وقد أعطى هذا النموذج نتائج مرضية رغم أنه ليس الأفضل والأكثر استخداماً على غرار نموذج المعادلة العالمية لتقدير الانجراف المائي (USLE)، خاصة وأنه تم تطويره خصيصاً لدول حوض البحر المتوسط، كما أنه يأخذ بعين الاعتبار مجموعة من العوامل الهيدرولوجية والطبوغرافية وعوامل التربة والغطاء النباتي وخصائص السكان عند تحديد المناطق الهشة.

كل هذا سيسمح بوضع معطيات علمية رهن إشارة الباحثين ومنتخذي القرار وواضعي خطط التدخل في دراسة المجال وحصر المشاكل واقتراح حلول لشتى المشاكل المترتبة على تدهور البيئة.

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع

أولاً - الكتب باللغة العربية:

- 1 أبو العينين حسن سيد: أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض، ط 11 مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية 1995.
- 2 أبو العينين حسن سيد أحمد: أصول الجيومورفولوجيا - دراسة الأشكال الأرضية، جامعة الإسكندرية، مصر، مؤسسة الثقافة الجامعية، الطبعة الثانية 2000.
- 3 أبو تيمور حسام وآخرون: المدخل إلى علم الجغرافيا الطبيعية، دار الأصفياء للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الأولى 1998.
- 4 أبو راضي فتحي عبد العزيز: مورفولوجية سطح الأرض، دار المعارف الجامعية، مصر، الطبعة الأولى 1998.
- 5 أبو سمور علي غانم وحسن: مدخل إلى علم الجغرافيا الطبيعية، دار الأصفياء للنشر والتوزيع، عمان.
- 6 أحمد أبو العينين: كوكب الأرض ظواهره التضاريسية الكبرى، مؤسسة الثقافة الجامعية الإسكندرية، ط3، 1976م
- 7 أحمد الصالح الشمري: نظم المعلومات الجغرافية من البداية، (Iraq gis team) ط1، 2007،
- 8 التركماني جودة فتحي: جيومورفولوجية منطقة توشكي وامكانات التنمية، دار طيبة للطباعة، القاهرة. 1999
- 9 الديلمي خلف حسين: الجيومورفولوجية التطبيقية، علم شكل الأرض التطبيقي، الطبعة الأولى، الأردن، عمان 2001
- 10 الصالح محمد عبد الله: بعض طرق قياس المغيرات في أحواض التصريف، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض 1992.
- 11 القرني (الظافر) "أوجه التشابه والاختلاف وآفاق التكامل التقني والمنهجي بين المساحة التصويرية والاستشعار عن بعد. سلسلة بحوث جغرافية. الجمعية الجغرافية السعودية، المملكة العربية السعودية.
- 12 المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريب المهني بالسعودية، الاستشعار عن بعد الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج المملكة العربية السعودية.
- 13 المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بالسعودية، المساحة (الاستشعار عن بعد) الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج. 2005م.

- 14 انشراح أشبال، الإعلام الدولي عبر الأقمار الاصطناعية، طبعة 2، دار الفكر العربي، مصر 1993.
- 15 باترك مكولا: الافكار الحديثة في الجيومورفولوجيا، ترجمة: توفيق الخشاب وعبد العزيز الحديثي، مطبعة جامعة بغداد، 1986
- 16 بحيري صلاح الدين: أشكال الأرض، الطبعة الثانية، دار الفكر، دمشق 1979.
- 17 تراب محمد مجدي: أشكال سطح الأرض، منشأة المعارف، القاهرة.
- 18 جمعة محمد داود: المدخل إلى الخرائط (كتاب رقمي مجاني).
- 19 جمعة محمد داود: أسس المساحة الجيوديسية والجي بي أس (كتاب رقمي مجاني).
- 20 جمعة محمد داود: التحليل المكاني في إطار نظم المعلومات الجغرافية (كتاب رقمي مجاني).
- 21 جمعة محمد داود: الجيوماتكس: علم المعلوماتية الأرضية (كتاب رقمي مجاني).
- 22 جمعة محمد داود: المدخل إلى الخرائط الرقمية (كتاب رقمي مجاني).
- 23 جمعة محمد داود: المدخل إلى النظام العالمي لتحديد المواقع (كتاب رقمي مجاني).
- 24 جمعة محمد داود: مبادئ المساحة (كتاب رقمي مجاني).
- 25 جمعة محمد داود: مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية (كتاب رقمي مجاني).
- 26 جودة حسنين جودة، فتحي محمد أبو عيانة: قواعد الجغرافيا العامة الطبيعية والبشرية، دار المعرفة الجامعية.
- 27 جودة حسنين وآخرون: وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى 1991.
- 28 جودة حسنين: دراسات في جغرافية السطح، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- 29 حسن رمضان سلامة، أصول الجيومورفولوجيا، دار المسيرة للطباعة والنشر، ط4، 2013،
- 30 ربحي مصطفى عليان و عثمان غنيم، مناهج وأساليب البحث العلمي: النظرية والتطبيق، ط 1 دار الصفاء للنشر والتوزيع عمان 2000.
- 31 رشا صابر عبد القوي نوفل: تحليل الصورة الفضائية ببرنامج (ENVI)، الجزء الأول، جامعة المنوفية 2017، (كتاب رقمي).
- 32 شرف عبد العزيز طريح: الجغرافيا الطبيعية، أشكال سطح الأرض، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية 1985م.
- 33 صالح أحمد سالم: الجريان السيلي في الصحاري، معهد البحوث والدراسات العربية، العدد 51
- 34 صفاء مجيد المظفر: جغرافية التربة، جامعة الكوفة العراق (كتاب رقمي).

- 35 عادل عبد السلام: أشكال الأرض، منشورات جامعة دمشق 2000م .
- 36 عبد السلام تشاح: جغرافية النبات، افريقيا الشرق ط1، الدار البيضاء 1990.
- 37 عبد العزيز طريح: الجغرافية الطبيعية (اشكال سطح الأرض) الاسكندرية، مصر، 1993
- 38 عبد الفتاح صديق عبد اللاه: أسس الصور الجوية والاستشعار عن بعد، مكتبة الرشيد - الرياض - السعودية.
- 39 عصام محمد عبد الماجد أحمد وعباس عبد الله إبراهيم: الهيدرولوجيا، دار جامعة السودان للنشر والطباعة والتوزيع، الخرطوم 2002م.
- 40 علاء داوود المختار، حسين مجاهد مسعود: أساسيات الجغرافيا الطبيعية، دار الزهران للنشر والتوزيع الأردن.
- 41 عماد الدين موصللي: أشكال الأرض العامة، منشورات جامعة حلب 2001م.
- 42 فرحان يحيى عيسى: الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان 1987.
- 43 محسوب محمد صبري: جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة. 2001
- 44 محمد الصاوي: البحث العلمي أسسه وطريقة كتابته، المكتبة الأكاديمية القاهرة 1992.
- 45 محمد حسان عبد العزيز: أساسيات الهيدرولوجيا، عمادة شؤون المكتبات جامعة الملك سعود السعودية، ط1 1982م.
- 46 محمد صبري محسوب: الظاهرات الجيومورفولوجية الرئيسية، دراسة تحليلية بالأشكال والرسوم، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة 1983.
- 47 محمد صبري محسوب، محمود دياب راضي: العمليات الجيومورفولوجية، دار الثقافة للنشر و التوزيع القاهرة 1989.
- 48 محمد مجدي تراب: الموسوعة الجيومورفولوجية، الإسكندرية 2011،
- 49 منظمة الأغذية والزراعة (FAO): الشارة التحدي الخاصة بالتربة، ديسمبر 2015
- 50 ميشيل كامل عط الله: أساسيات الجيولوجيا، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة: ط1، 2000م.
- 51 نبيل الداغستاني: الاستشعار عن بعد الأساسيات و التطبيقات، ط1، دار المناهج للتوزيع والنشر 2003م.
- 52 وسام الدين محمد: مقدمة إلى نظم المعلومات الجغرافية، (كتاب رقمي).
- 53 يوسف توني: معجم المصطلحات الجغرافية، دار الفكر العربي، 1977.

ثانياً- المجلات والدوريات:

- 1 أبو راس الغامدي: استخلاص شبكة التصريف السطحي للمياه باستعمال المعالجة الآلية لبيانات صور الأقمار الصناعية: دراسة على منطقة جبال نعمان، مجلة جامعة أم القرى للعلوم التربوية والاجتماعية 2004م.
- 2 أبو صبحة كايد و سلامة حسن رمضان: تصنيف خصائص الأحواض المائية في الأردن وتفسيرها باستخدام التحليل العاملي والانحدار المتدرج، المجلة التونسية للجغرافي 2000.
- 3 الشمري صالح: دور الاستشعار عن بُعد في تحديث الخرائط الطبوغرافية لعسكرية والمدنية، مجلة الحرس الوطني، المملكة العربية السعودية 2004، العدد 271، ديسمبر 2004.
- 4 العزي احمد محمد: التقييم الجيومورفولوجي لحوض (وادي النفط) بأستخدام التقنيات الجغرافية المعاصرة، مجلة جامعة كركوك للدراسات الإنسانية 2013.
- 5 جاري، طلال مريوش والحسين، ضياء الدين: مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال شرق محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية التربية 2011، قسم الجغرافيا، جامعة واسط،
- 6 حكمت صبحي الداغستاني ومحمد يونس العلاف: التحليل الجيومورفولوجي لعناصر سطح الأرض واستخدامه في جرد الموارد الطبيعية باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد في جبل بعشيقة، مجلة علوم الرافدين، المجلد 11، العدد 2000، 3.
- 7 حمدان صبري محمد و أبوعمرة، صالح محمد: بعض الخصائص المورفومترية للجزء الاعلى من حوض الزميين وسط غرب الأردن باستخدام الطرق التقليدية وبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية (دراسة مقارنة)، مجلة جامعة الأزهر بغزة سلسلة العلوم الإنسانية 2010،
- 8 حنان عبد اللطيف الغليان: توظيف تقنية نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات جغرافية ذات متغيرات مورفومترية لأحواض الأودية الجافة، دراسة تطبيقية لحوض وادي اللبن، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية
- 9 خالد بن مسلم الرحيلي الحربي: اكتشاف و مراقبة التغير الزراعي شرقي منطقة تبوك بالمملكة العربية السعودية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، دورية علمية صدرت من جامعة الكويت 2003م.
- 10 روني ميلن وآخرون: (إرشادات الممارسة السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي و الحراجة) الأمم المتحدة، بحث مقدم في الاتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ، من طرف لدورة الأولى ديسمبر 2005م

- 11 صفية جابر عيد: استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد و نطو المعلومات الجغرافية في دراسة تغيرات استعمالات الأراضي في سهل صيد نايا-جامعة دمشق سوريا.
- 12 علاء نبيل حمدون: تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في منطقة دهوك شمال العراق باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد مركز التحسس النائي / جامعة الموصل، العراق.
- 13 غطفان عمّار: دراسة الفيضان في نهر السن مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (28) العدد (2) 2006.
- 14 محمد عبد العزيز ومساعد بن عبد الله: تطبيق منهجية التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية في تقييم ملائمة الأرض للتنمية العمرانية ، دراسة تحليلية لمنطقة الملقا- الدرعية غرب مدينة الرياض، جامعة الملك سعود، المملكة العربية السعودية.
- 15 محمد عمار حسين و طه، منذر علي: النموذج الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كورده ره شرق بحيرة حميرين/ العراق، مجلة ديالي 2009.
- 16 محمد مجدي تراب: التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي القصيب بالنطاق الشرقي من جنوب شبه جزيرة سيناء "المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد 1997، 30
- 17 محمد محمد عاشور: طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مجلة كُلية العلوم الإنسانيّة والعلوم الاجتماعيّة ، جامعة قطر ، العدد9، 1986،
- 18 محمود محمد عاشور: طرق التحليل الجيومورفولوجية، لشبكات التصريف المائي، مجلة كلية الانسانيات والعلوم الاجتماعية، جامعة قطر، العدد (9)، 1986،

ثالثاً- رسائل الدكتوراه والماجستير:

- 1 أبو حصيرة يحيي محمود: تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء _ فلسطين، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، الجامعة الإسلامية - غزة 2013 .
- 2 أبو عمرة صالح محمد: تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة استخدامات الأراضي لمدينة دير البلحرسالة ماجستير جامعة غزة فلسطين.
- 3 أبورية أحمد محمد: المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيخ، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية 2007.
- 4 أرسلان أحمد عثمان الجاف: التحسس النائي و نظم المعلومات الجغرافية في دراسة بعض الظواهر الجيولوجية و الترسبات المعدنية في الصحراء الغربية في العراق، رسالة ماجستير جامعة بغداد 2008م.

- 5 الجغيفي أحمد حسين: جيومورفولوجية وادي الفحيمي في هضبة العراق الغربية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الانبار 2008.
- 6 العدة نزيه علي: جيومورفولوجية حوض التصريف النهري الأعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات العليا، جامعة النجاح الوطنية 2007.
- 7 القرالة محمد جميل: التقييم الجيومورفولوجي للموارد الأرضية في حوض الديسي، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية 2003.
- 8 المزودة عمر علي: المسح الجيومورفولوجي أداة لتحديد نطاقات أخطار انجراف التربة في حوض وادي الشلالة، الأردن، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية 2013.
- 9 النوايسه سامر عوض: تقييم الأخطار البيئية وإدارة الأراضي في حوض وادي الكرك، جنوبي الأردن، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات العليا، الجامعة الأردنية. 2006
- 10 بشار هشام كنونا لنعيري: جيومورفولوجية منطقة سد حميرين باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير جامعة تكريت 2008.
- 11 حمود مرعي ياسين: التحليل المورفومتري لحوض وادي الشور في محافظة نينوى من البيانات الفضائية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافية، كلية التربية، جامعة الموصل. 2009
- 12 حميد صباح: أحواض الخدمة بمنطقة ميله، محاولة منهجية لتعريفها وتحديدها. رسالة ماجستير جامعة قسنطينة 1
- 13 حنان بنت عبد اللطيف بن حسن الغليان: دور نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي لبن، رسالة ماجستير جامعة الملك سعود، السعودية 2008م.
- 14 رضا عناب: تقدير خطر التعرية في حوض تيمقاد وأثرها على سد كدية مداور، رسالة ماجستير جامعة باتنة 2005.
- 15 شواش عبد القادر: الدينامية الإقليمية ورهانات التنمية المحلية المندمجة حالة دراسية لبلديات الإقليم الشمالي لولاية سطيف، رسالة دكتوراه، جامعة قسنطينة 1 الموسم الدراسي: 2012/2013
- 16 علاجي، أمينة أحمد: تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يللم، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى 2010.
- 17 علي متولي عبد الصمد: حوض وادي وتير، شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة 2001.

- 18 فارس نيني: التهيئة الهيدرولوجية وآفاق التنمية الهيدرورزراعية في قسنطينة، رسالة ماجستير جامعة قسنطينة-1 ، 2006.
- 19 كعبي خليل: اخطار الانجراف وسبل حماية الاوساط الطبيعية -دراسة حالة حوض وادي بني هارون، رسالة ماجستير جامعة قسنطينة1 الموسم الدراسي: 2002.
- 20 لحسن فرطاس: الفوارق الاجتماعية الاقتصادية إشكالية التنمية المتوازنة دراسة حالة بلديات السهول العليا لولاية سطيف، رسالة دكتوراه، جامعة قسنطينة 1 الموسم الدراسي: 2013/2014
- 21 متولي عبد الصمد عبد العزيز على (حوض واد تير شرق سينااء دراسة جيومورفولوجية)، رسالة دكتوراه، جامعة القاهرة 2001
- 22 محمد عبد الله عادل برقان: دراسة الخصائص المورفومترية لحوض وادي غزة والحصاد المائي لحوضه الأعلى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير جامعة نابلس 2015،
- 23 محمد عوض: وادي حجر - اليمن - دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه من جامعة النيلين السودان، 2009
- 24 محمد ناصر قاسم البكري: مرتفعات الأهنوم وظليمة . اليمن دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير 2005.
- 25 منار محمد أحمد شولي: دراسة غطاءات الأراضي في منطقة نابلس باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد. رسالة ماجستير جامعة النجاح الوطنية نابلس فلسطين. 2008.
- 26 ناجح فرحان شفيق خشر: إنجراف التربة في حوض التصريف النهري الأعلى لوادي زومر، رسالة ماجستير نابلس 2011،
- 27 نبراس عباس ياس: جيومورفية وهيدرورمورفومترية حوض نهر ديالى في العراق باستخدام تقنية GIS، اطروحة دكتوراه (غير منشورة)، جامعة بغداد-كلية التربية ابن رشد، 2009.
- 28 نزيه علي محمد العدوة، جيومورفولوجية حوض التصريف الاعلى من وادي الخليل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة النجاح الوطنية، كلية الدراسات العليا، فلسطين، 2007.
- 29 نعيمة ضريفي: أحواض الخدمة بمنطقة فرجيو، محاولة منهجية لتعريفها وتحديدها. رسالة ماجستير جامعة قسنطينة-1.

رابعاً- مراجع باللغات الأجنبية:

- 1 Anne CHAPONNIERE ,Fonctionnement hydrologique d'un bassin versant montagneux semi-aride Cas du bassin versant du Rehraya (Haut Atlas marocain) Ecole Doctorale ABIES Centre d'Etudes Spatiales de la BIOSphère THÈSE pour obtenir le grade de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon Disciplines 2005.

- 2 Azzedine Mebarki, Bassin versant du kebir rhumel / hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau,
- 3 Azzedine Mebarki, hydrologie des bassins de l Est Algérien, ressource en eau aménagent et environnement,
- 4 COOPERATION ALGERO - ITALIENNE Projet INRAA - IAO "Système de gestion intégré de l'information agricole et rurale" Applications SIG pour l'analyse et le suivi des surfaces agricoles et pour la cartographie de l'occupation du sol"
- 5 Dade .W.B;(2001): Multiple Scales in River Basin Morphology, AJS, VOL 301.
- 6 Etude de la protection du bassin versant du Barrage Beni-Haroun : Bureau d'étude Canadien TECSULT 2006
- 7 Gregory,H.J ,&Walling,D.E,(1973) :Drainage Basin :Form and Process A Geomorphological Approach,Edward Arnold,London
- 8 Hisham M. A. Gadou Remote Sensing (RS) and Geographical Information system (GIS) for Monitoring Fast Growing Metropolises And Mega-cities KING FAISAL UNIVERSITY .2005
- 9 John A. Richards) Remote Sensing Digital Image Analysis 4(th Edition Springer Germany . 2006
- 10 Keller, E.A & Pinter. N ; (2002): Active Tectonics , Earthquakes, Uplift and Landscape, 2 edition, Prentice Hall, New Jersey
- 11 Knighton,D,(1984) :Fluvial Forms and Processes, Edward Arnold, London.p32
- 12 L. Verbyla, David, Satellite Remote Sensing of Natural Resources. Library of congress, NewYork. 1995
- 13 Lillesand ,T. and Kiefer ,R Remote Sensing and Image Interpretation.4 th Edition ,John Wiley & sons New York
- 14 Schumm, A.S . (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains ; \() ^ Gol. Soc. Amer. Bull. 74, 1089-100
- 15 Schumm, S.A., "Evolution of drainage systems and slopes in Badlands of Berth Amboy New Jersey.1956.
- 16 Strahler, A; (1952): Hypsometric (Area – Altitude) Analysis of Erosionel Topography –Geol, Soc. Ame, Bull.V 63
- 17 Strahler,A.N (1957) : Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology,Amer,Geophys,Union, vol,38,no,6,

خامسا - مواقع إنترنت:

- 1 <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>
- 2 <https://www.esri.com/fr-fr/home>
- 3 <https://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php>
- 4 <https://www.harrisgeospatial.com/SoftwareTechnology/ENVI.aspx>
- 5 <http://www.pcigeomatics.com/>

- 6 <http://surveying.ahlamontada.com/t371-topic>
- 7 http://www.inct.mdn.dz/site%20arabe/web_inct_sim/act-topographique.php
- 8 <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/cartes-historiques-et-bases-de-donnees-des-sols/base-harmonisee-mondiale-de-donnees-sur-les-sols-version-12/fr/>
- 9 <https://www.britannica.com/science/Luvisol>
- 10 <https://www.britannica.com/science/Calcisol>
- 11 https://www.soilgrids.org/#!/?layer=TAXNWRB_250m&vector=1
- 12 <http://worldclim.org>
- 13 <https://en.tutempo.net/climate/algeria.html>
- 14 <https://www.geojamal.com/>
- 15 <https://kenanaonline.com/users/ematatmisr/posts/135392>
- 16 <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- 17 <https://gisgeography.com/usgs-earth-explorer-download-free-landsat-imagery/>
- 18 [http:// www .landsat.com](http://www.landsat.com)

الفهارس

أولاً - فهرس الجداول:

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
1	جدول خصائص ومواصفات القمر الصناعي Landsat	17
2	الجدول المجالات الطيفية الماسح الضوئي متعدد الأطياف (MSS) للقمر الصناعي Landsat 1,2,3	18
3	الجدول خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 4,5 Landsat للمتحمس (TM)	19
4	الجدول خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 7 Landsat للمتحمس (+Etm)	20
5	الجدول خصائص صور القمر الصناعي لاندسات 8 (OLI Landsat)	21
6	الجدول نموذج الارتفاعات الرقمية مواصفات SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)	24
7	جدول الخصائص العامة لحوض وادي النجاء	50
8	جدول توزيع فارق الارتفاع بحوض وادي النجاء	74
9	تصنيف التضاريس اعتماداً على مؤشر فارق الارتفاع النوعي	83
10	تصنيف حوض وادي النجاء إلى مساحات حسب درجات الانحدار	86
11	جدول رتب المجاري لحوض وادي النجاء	105
12	جدول فئات طول روافد الرتبة الأولى	107
13	جدول فئات طول روافد الرتبة الثانية	108
14	جدول فئات طول روافد الرتبة الثالثة	109
15	جدول فئات طول روافد الرتبة الرابعة	110
16	جدول فئات طول روافد الرتبة الخامسة	111
17	جدول فئات طول روافد الرتبة السادسة	112
18	جدول قيم التشعب لمراتب حوض وادي النجاء	115
19	جدول نسبة التشعب المرجح الموزون في منطقة الدراسة	117
20	جدول تصنيفات درجة النسيج الطبوغرافي حسب قيمة الكثافة التصريفية	120
21	جدول الكثافة التصريفية بمنطقة الحوض حسب الرتبة	122
22	جدول معامل التكرار النهري على مستوى الرتب النهريّة	124

126	جدول معدل بقاء المجاري على مستوى الرتب النهرية	23
128	جدول قيمة معامل قرينة الالتواء حسب تصنيف شوم (Schum)	24
136	جدول مساحة الأحواض الجزئية	25
139	جدول فئات مساحات الأحواض الجزئية لمنطقة الدراسة	26
142	جدول الخصائص المساحية لحوض وادي النجاء	27
146	جدول يوضح معامل الشكل على مستوى الأحواض الصغيرة	28
151	جدول معامل الاستطالة على مستوى أحواض الرتب النهرية	29
155	جدول معامل التقلطح على مستوى أحواض الرتب النهرية	30
160	جدول بليزديل (Bleasdale) لتحديد المحطات اللازمة لقياس الامطار	31
161	جدول خصائص المحطات المطرية	32
170	متوسط التساقط السنوي، والوسيط، والانحراف المعياري ومعامل التغير	33
173	التغيرات السنوية للتساقط والانحراف عن المتوسط (Ei%)	34
174	القيم الحدية لتردد التساقط السنوي	35
175	التوزيع الفصلي للتساقط	36
179	التغيرات الشهرية للتساقط (المتوسط - الانحراف المعياري - معامل التغير) عبر محطات الدراسة	37
184	جدول عدد أيام التساقط في محطات الدراسة	38
186	جدول تردد تغيرات التساقط اليومية القصوى في محطات منطقة الدراسة حسب تصنيف قارسون (Garson)، وفراندلي (Friendly)	39
189	جدول تقييم الصفيحة المتساقطة بطريقة تيسان	40
198	جدول المتوسطات السنوية للسرعة الرياح	41
211	جدول: التركيب اللوني الزائف لبعض الألوان انطلاقاً من الألوان الأساسية للقمر الصناعي لاندسات (Land Sat)	42
219	جدول طبقات استخدام الأرض المختارة في عملية التصنيف المراقب	43
220	جدول نسب ومساحات استخدامات الأرض لحوض وادي النجاء	44
232	جدول: تصنيف فئات الانحدار حسب نموذج (PAP/CAR)	45
233	جدول تصنيف فئات الانحدار لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	46
235	جدول: تصنيف مقاومة التربة للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)	47

236	جدول: تصنيف مقاومة التربة للتعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	48
237	جدول قيم معامل قابلية الأراضي للتعرية حسب فئات الانحدار ومقاومة التربة للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)	49
238	جدول فئات قابلية السطح للتعرية حسب نموذج (PAP/CAR)	50
239	جدول فئات قابلية السطح للتعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	51
243	جدول تصنيف كثافة الغطاء النباتي حسب نموذج (PAP/CAR)	52
244	جدول تصنيف كثافة الغطاء النباتي لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	53
245	جدول تصنيف استعمالات الأرض حسب نموذج (PAP/CAR)	54
246	جدول قيم معامل حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR)	55
247	جدول فئات حماية التربة من التعرية حسب نموذج (PAP/CAR)	56
248	جدول فئات حماية التربة من التعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	57
249	جدول قيم معامل مستويات التعرية حسب قابلية السطح للتعرية ومدى حماية التربة حسب نموذج (PAP/CAR)	58
250	جدول فئات التعرية المحتملة حسب نموذج (PAP/CAR)	59
251	جدول التعرية المحتملة لحوض وادي النجاء حسب نموذج (PAP/CAR)	60

ثانيا- فهرس الأشكال:

رقم الشكل	العنوان	الصفحة
1	رسم توضيحي لمفهوم الطبقات في برامج نظم المعلومات الجغرافية	35
2	مقطع جيولوجي للجزائر شمال جنوب	44
3	الأعمدة البياني لنسب الارتفاعات في حوض وادي النجاء	51
4	صورة ثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة	52
5	صورة ثلاثية الأبعاد لمنطقة الدراسة	53
6	مقطع طبوغرافي لحدو الحوض الشمالية اتجاه شرق-غرب	54
7	المسافة الأفقية بين أعلى وأدنى نقطة في حوض وادي النجاء	60
8	المقاطع العرضية للحوض الجزئي لوادي النجاء	64
9	المقطع الطولي لمجرى الواد الرئيسي لحوض وادي النجاء	66
10	المنحنى الهيسومتري لحوض وادي النجاء	71
11	تمثيل بياني لفئات درجات الانحدار حسب المساحة لحوض وادي النجاء	85
12	دائرة نسبية لنسبة انحدار السطح لكل فئة لحوض وادي النجاء	86
13	قيمة عدد الخلايا في الأمر (Stream Définition)	102
14	طريقة سترالر (STRAHLER) في تحديد رتب المجاري المائية	103
15	نسبة رتب المجاري في كل رتبة	106
16	العلاقة بين الرتب وعدد الروافد	106
17	منحنى بياني العلاقة بين نسبة التشعب ونسبة التشعب المرجح	118
18	منحنى العلاقة بين التكرار النهري والرتبة النهريّة	125
19	تصنيف سترالر	135
20	مخطط وضعية المحطات أتجاه التسجيل	163
21	منحنى التغيرات السنوية للأمطار في حوض وادي النجاء 1970-2010	165
22	أعمدة بيانية لتغيرات السنوية للأمطار في محطات الدراسة	168
23	أعمدة بيانية للتوزيع الفصلي للتساقط في محطات الدراسة	176

180	تمثيل بياني لمعامل التغير حسب الأشهر لمنطقة الدراسة (2006-1970)	24
182	منحنيات متوسطات التساقطات الشهرية لمحطات الدراسة (2006-1970)	25
184	أعمدة بيانية لمتوسط عدد أيام التساقط في السنة	26
213	التركيبية اللونية الزائفة (2-3-4)(3-4-5) لمنطقة الدراسة	27
215	التركيبية اللونية الزائفة (2-4-7) لمنطقة الدراسة	28
221	دائرة نسبية لاستعمالات الأرض في حوض وادي النجاء	29
223	صورة لآحد غابات منطقة الدراسة تحترق	30
224	صورة لانزلاق لأرض زراعية في منطقة الدراسة	31
225	صورة لانزلاقات على مستوى طرق معبدة	32
226	صورة لانزلاقات في منطقة الدراسة	33
231	مخطط التقييم النوعي للتعرية المائية اعتمادا على منهج PAP/CAR	34
239	فئات قابلية السطح للتعرية لحوض وادي النجاء اعتمادا على منهج PAP/CAR	35
248	فئات مدى حماية التربة من التعرية في حوض وادي النجاء	36
251	تمثيل بياني لحالة التعرية لحوض وادي النجاء اعتمادا على منهج PAP/CAR	37

ثالثا - فهرس الخرائط:

رقم الخريطة	العنوان	الصفحة
1	خريطة الموقع الجغرافي لحوض وادي النجاء	12
2	الخريطة الجيولوجية للجزائر	42
3	الخريطة الجيولوجية لحوض وادي النجاء	45
4	خريطة التراكيب الخطية لحوض وادي النجاء	48
5	خريطة الاحواض الصغيرة لحوض وادي النجاء	56
6	خريطة الارتفاعات للحوض الجزئي لوادي النجاء	73
7	خريطة عدم التناظر للحوض الجزئي لوادي النجاء	76
8	خريطة الانحدارات لحوض وادي النجاء	84
9	خريطة توجيه السفوح لحوض وادي النجاء	89
10	خريطة تصنيف التربة حسب المنظمة الأغذية والزراعة	92
11	خريطة تصنيف التربة حسب التصنيف الأمريكي الحديث	95
12	خريطة الرتب النهرية لشبكة التصريف لحوض وادي النجاء	104
13	خريطة مجاري الرتبة الأولى لحوض وادي النجاء	108
14	خريطة مجاري الرتبة الثانية لحوض وادي النجاء	109
15	خريطة مجاري الرتبة الثالثة لحوض وادي النجاء	110
16	خريطة مجاري الرتبة الرابعة لحوض وادي النجاء	111
17	خريطة مجاري الرتبة الخامسة لحوض وادي النجاء	112
18	خريطة مجاري الرتبة السادسة لحوض وادي النجاء	113
19	خريطة الكثافة التصريفية للحوض الجزئي لوادي النجاء	121
20	خريطة المجرى الرئيسي لوادي النجاء	128
21	خريطة مساحة أحواض الرتبة الأولى	137
22	خريطة مساحة أحواض الرتبة الثانية	137
23	خريطة مساحة الأحواض من الرتبة الثالثة الى السادسة	138
24	خريطة توزيع محطات التساقط في حوض وادي النجاء	162
25	خريطة التساقط السنوي لحوض وادي النجاء	167
26	خريطة مجموع التساقط في فصل الشتاء لحوض وادي النجاء	177
27	خريطة مجموع التساقط في فصل الصيف لحوض وادي النجاء	177

181	خريطة التساقط للشهر الأكثر رطوبة في السنة في حوض وادي النجاء	28
181	خريطة التساقط للشهر الأكثر جفافا في السنة في حوض وادي النجاء	29
190	خريطة التساقط السنوي وفق طريقة تيسان	30
192	خريطة توزيع محطات درجات الحرارة المستعملة في الدراسة	31
195	خريطة متوسط درجات الحرارة في حوض وادي النجاء	32
195	خريطة متوسط المدى الحراري اليومي لحوض وادي النجاء	33
196	خريطة متوسط درجة الحرارة لفصل الصيف لحوض وادي النجاء	34
197	خريطة متوسط درجة الحرارة لفصل الشتاء لحوض وادي النجاء	35
199	خريطة المتوسط السنوي لسرعة الرياح في الفترة الممتدة ما بين 2006-2017م	36
201	خريطة الاشعاع الشمسي السنوي لحوض وادي النجاء	37
205	خريطة البلديات الواقعة في حوض وادي النجاء	38
206	خريطة التعداد السكاني لبلديات حوض وادي النجاء سنة 2008	39
207	خريطة النمو الديموغرافي لبلديات حوض وادي النجاء سنة 1998-2008	40
208	خريطة الكثافة السكانية لبلديات حوض وادي النجاء سنة 2008	41
220	خريطة استعمالات الأرض لحوض وادي النجاء	42
233	خريطة الانحدارات لحوض وادي النجاء حسب تصنيف PAP/CAR	43
236	خريطة مقاومة التربة للتعرية	44
238	خريطة قابلية السطح للتعرية	45
240	خريطة استخدام الأراضي لولاية ميله	46
241	خريطة استخدام الأراضي لولاية سطيف	47
241	خريطة توزيع الغابات وكثافتها لولاية ميله	48
242	خريطة توزيع الغابات وكثافتها لولاية سطيف	49
243	خريطة مؤشر التغطية النباتية (NDVI) لحوض وادي النجاء	50
244	خريطة كثافة الغطاء النباتي لحوض وادي النجاء حسب نموذج PAP/CAR	51
245	خريطة استعمال الأرض لحوض وادي النجاء حسب نموذج PAP/CAR	52
247	خريطة حماية التربة من التعرية حسب نموذج PAP/CAR	53
250	خريطة التعرية لحوض وادي النجاء حسب نموذج PAP/CAR	54
252	خريطة التعرية لحوض وادي النجاء	55

رابعاً- فهرس المحتويات:

الصفحة	العناوين	الفصول
ص 1-8	المقدمة العامة	المقدمة العامة
9-39	مراحل انجاز الدراسة والتقنيات المستخدمة	الفصل الأول
10	مقدمة الفصل	
10	أولاً: مراحل إنجاز الدراسة	
10	1- تحديد منطقة الدراسة	
12	2- مرحلة جمع البيانات	
13	أ- المصادر المكتبية	
14	ب- مصادر الهيئات الحكومية	
15	ت- المصادر الفضائية	
16	ت-1 بيانات القمر الصناعي لاندسات Landsat	
22	ت-2 بيانات القمر الصناعي سينتينيل-2 (Sentinel-2)	
23	ت-3 بيانات (SRTM) Shuttle Radar Topography (Mission)	
25	ثانياً: التقنيات المستخدمة	
25	1- مرحلة تبويب البيانات وتصنيفها	
25	أ- المعالجة الأولية للبيانات الفضائية	
26	أ-1-التصحيح الهندسي	
27	أ-2-التصحيح الإشعاعي Atmospheric Corrections	
28	أ-3 التحسين المكاني للمرئيات	
29	أ-4 تعزيز التباين Contrast	
29	أ-5 الترشيح	
29	أ-6 التركيب اللوني الزائف	
30	ب- البيانات المكتبية	
30	2- إنشاء قاعدة بيانات لمنطقة الدراسة	
31	أ- أهم البرامج المستعملة في الدراسة	
33	ب- تحديد نظام الاحداثيات والمرجع الجغرافي المناسب	
35	ت- إنشاء الطبقات لقاعدة البيانات	
36	ت-1- طبقات نقطية	

36	ت-2- طبقة خطية	
37	ت-3- طبقة مساحية	
37	ث- ادخال بيانات اضافية لمنطقة الدراسة	
38	3- معالجة وتحليل البيانات	
38	خاتمة الفصل	
77-40	المجموعات البنيوية وأشكال التضاريس	الفصل الثاني
41	مقدمة الفصل	
41	أولاً: الوضع الجيولوجي لمنطقة الدراسة	
42	1-التاريخ التكتوني لشمال الجزائر	
44	2-الإطار الجيولوجي العام لمنطقة الدراسة	
46	3-الوحدات الجيولوجية	
46	أ-السماط التلي	
46	ب-صخور الحجر الرملي	
47	ت-السماط النوميدي	
47	ث-سماط الفليش القبائلي	
47	4- الظواهر الخطية (Lineaments) لمنطقة الدراسة	
50	ثانياً: الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة	
51	1- النطاقات التضاريسية	
53	أ- النطاق الجبلي	
56	ب النطاق التلي	
57	ت- النطاق السهلي ومجرى الوادي	
59	2- الخصائص التضاريسية لمنطقة الدراسة	
59	أ- الارتفاع الأقصى	
59	ب- الارتفاع الأدنى	
60	ت- المسافة الأفقية	
61	3- المقاطع العرضية للحوض	
62	أ- القطاع الأول	
62	ب- القطاع الثاني	
63	ت- القطاع الثالث	
65	4- المقطع الطولي لمجرى الواد الرئيسي	
67	5- تضرس الحوض	
68	أ- نسبة التضرس	
69	ب- التضاريس النسبية	

70	ت- التحليل الهيسومتري	
70	ت1-المنحنى الهيسومتري	
72	ت2-التكامل الهيسومتري	
75	6- معامل عدم تناظر الحوض	
77	خاتمة الفصل	
99-78	دراسة الانحدارات وخصائص التربة	الفصل الثالث
79	مقدمة الفصل	
79	أولاً: انحدارات منطقة الدراسة	
80	1- متوسط الانحدار	
80	2- معامل الانحدار العام	
82	3- فارق الارتفاع النوعي	
83	4- انجاز خريطة الانحدارات	
87	5- توجيه السفوح	
90	ثانياً: التربة	
90	1-مكونات التربة	
90	2- تصنيف تربة حوض وادي النجاء	
91	أ- تصنيف التربة حسب منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (الفاو)	
92	أ-1-تربة لوفيزول(Luvisol)	
93	أ-2- تربة كالسيسول(Calcisol):	
94	ب- تصنيف التربة حسب التصنيف الأمريكي الحديث (2014) من المؤسسة (ISRIC)	
96	ب-1- صنف تربة موليسول (Mollisol)	
98	ب-2-صنف التربة أنتيسول (Entisol) أو تربة حديثة	
98	خاتمة الفصل	
130-100	الخصائص الشكلية لشبكة التصريف	الفصل الرابع
101	مقدمة الفصل	
101	أولاً: الخصائص المورفومترية من خلال الرتب وأطوال المجاري	
101	1- طريقة استخراج الرتب النهرية	
104	2- الرتب النهرية	
107	3- عدد وأطوال الروافد المائية حسب الرتب	

107	أ- روافد الرتبة الاولى	
108	ب-روافد الرتبة الثانية	
109	ت-روافد الرتبة الثالثة	
110	ث- روافد الرتبة الرابعة	
111	ج- روافد الرتبة الخامسة	
112	ح- روافد الرتبة السادسة	
114	ثانيا: الخصائص المورفومترية من خلال حساب المعاملات	
114	1- معامل التشعب	
114	أ- نسبة التشعب	
116	ب- نسبة التشعب المرجح الموزون	
118	2- كثافة التصريف	
122	3- تكرار المجاري	
123	أ- التكرار النهري على مستوى الرتب النهريه	
124	ب- العلاقات الارتباطية بين التكرار النهري والرتبة:	
125	4- معدل بقاء المجاري	
127	5- قرينة الالتواء	
129	6- قرينة التفرع	
130	7- رقم الترشيح	
130	خاتمة الفصل	
157-131	الخصائص المساحية والشكلية للحوض	الفصل الخامس
132	مقدمة الفصل	
133	أولا : الخصائص المساحية	
133	1- المساحة العامة للحوض	
135	أ- مساحة الأحواض الجزئية على مستوى الرتب	
136	أ-1-مساحة أحواض الرتبة الأولى	
137	أ-2-مساحة أحواض الرتبة الثانية	
138	أ-2-مساحة الأحواض من الرتبة الثالثة الى السادسة	
138	ب- ترتيب الاحواض الجزئية حسب المساحة	
139	2- أبعاد حوض التصريف	
140	أ- طول الحوض	
141	ب- عرض الحوض	
142	ت- محيط الحوض	
143	ثانيا: الخصائص الشكلية لحوض التصريف	

144	1- معامل الشكل (Form Factor)	
144	أ- تطبيق معامل الشكل على الحوض	
145	ب- تطبيق معامل الشكل على مستوى الأحواض الصغيرة	
146	2- معامل الاستدارة (Basin Circularity)	
148	3- معامل الاستطالة (Basin Elongation)	
148	أ- تطبيق معامل الاستطالة على الحوض	
150	ب- تطبيق معامل الاستطالة على مستوى الأحواض الصغيرة	
151	ب-1 استطالة أحواض الرتبة الأولى	
151	ب-2 استطالة أحواض الرتبة الثانية	
152	ب-3 استطالة أحواض الرتبة الثالثة إلى السادسة	
152	4- معامل طول إلى عرض الحوض	
153	5- معامل التفلطح (Lemniscate Ration)	
153	أ- تطبيق معامل التفلطح على الحوض	
154	ب- تطبيق معامل التفلطح على مستوى الأحواض الصغيرة	
155	6- معامل الاندماج	
156	7- التعرج النسبي لمحيط الحوض	
157	خاتمة الفصل	
202-158	الخصائص المناخية	الفصل السادس
159	مقدمة الفصل	
159	أولاً: خصائص التساقط	
160	1- توزيع المحطات في الحوض	
162	2- نقد واستكمال المعطيات	
164	3- التغيرات السنوية للتساقط	
165	أ- على مستوى المحطة	
169	ب- من خلال المقاييس الاحصائية	
174	ت- دراسة الترددات السنوية للتساقط	
175	4- التغيرات الفصلية للتساقط	
178	5- التغيرات الشهرية للتساقط	
183	6- التغيرات اليومية للتساقط	
183	أ- عدد أيام التساقط	
185	ب- التساقطات اليومية القصوى	
187	7- الامتداد المساحي للأمطار	
188	أ- طريقة المتوسط الحسابي	

188	ب- تقدير الصفيحة المائية المتساقطة وفق طريقة تيسان (Thiessen)	
190	ثانياً: الحرارة	
191	1- طرق معالجة وتحليل البيانات	
191	أ- تجهيز البيانات المناخية:	
192	ب- بناء قاعدة البيانات الجغرافية	
193	2- نقد المعطيات	
194	3- متوسط درجات الحرارة السنوية	
195	4- متوسط المدى الحراري اليومي	
196	5- توزيع متوسطات درجات الحرارة الفصلية	
197	ثالثاً: عناصر مناخ أخرى	
197	1- الرياح	
200	2- الاشعاع الشمسي	
202	خاتمة الفصل	
203-227	خصائص السكان واستعمالات الأرض	الفصل السابع
204	مقدمة الفصل	
204	أولاً: خصائص السكان	
204	1- التوزيع المجالي للسكان في حوض وادي النجاء	
205	2- النمو الديموغرافي في حوض وادي النجاء	
208	3- الكثافة السكانية	
209	ثانياً: استعمالات الأرض	
210	1- تصحيح ومعالجة المرئيات الفضائية	
210	أ- إزالة الضجيج	
210	ب- تصحيح زاوية النظر	
211	ت- تصحيح خطأ انكسار الاشعة في الغلاف الجوي	
211	2- التركيب اللوني الزائف	
212	أ- الغطاء النباتي	
214	ب- حرائق الغابات	
216	3- التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية	
216	أ- التصنيف المراقب	
217	أ-1- مرحلة تحديد مناطق التدريب	
217	أ-2- مرحلة تنفيذ التصنيف المراقب	
219	أ-3- استعمالات الأرض لحوض وادي النجاء	

226	ب- التصنيف الغير مراقب	
227	خاتمة الفصل	
253-228	تقييم التعرية في حوض وادي النجاء	الفصل الثامن
229	مقدمة الفصل	
230	1- التعريف بالتقييم النوعي للتعرية اعتمادا على منهجية PAP/CAR	
232	2- خصائص الانحدارات حسب نموذج PAP/CAR	
234	3- مقاومة التربة للتعرية حسب نموذج PAP/CAR	
237	4- خريطة قابلية السطح للتعرية حسب نموذج PAP/CAR	
240	5- خصائص كثافة الغطاء النباتي حسب نموذج PAP/CAR	
244	6- خصائص استعمالات الأرض حسب نموذج PAP/CAR	
246	7- خريطة حماية التربة من التعرية حسب نموذج PAP/CAR	
249	8-انجاز خريطة التعرية المحتملة لحوض وادي النجاء حسب نموذج PAP/CAR	
253	خاتمة الفصل	
256-254	الخاتمة	الخاتمة
257	قائمة المصادر والمراجع	
267	الفهارس	
268	أولا- فهرس الجداول	
271	ثانيا- فهرس الأشكال	
273	ثالثا- فهرس الخرائط	
275	رابعا- فهرس المحتويات	
282	الملخصات (عربية – فرنسية – انجليزية)	

المُلخّصَات

الملخص:

إن توظيف التقنيات الحديثة في دراسة الجيوديناميكية الخارجية لحوض وادي النجاء يعتبر من المواضيع ذات الصلة الوثيقة بالإشكاليات البيئية والاقتصادية والاجتماعية التي تخص مجالاً جغرافياً معقداً يقع في الشمال الشرقي للجزائر.

في هذا البحث تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية متمثلة في استغلال نموذج الارتفاعات الرقمية الرادارية (DEM) بهدف الحصول على الخصائص المورفولوجية والفيزيوغرافية لمنطقة الدراسة والعوامل المؤثرة على الديناميكية الخارجية للسطح كالانحدارات واتجاهاتها والمرتفعات وتأثيرها والتربة وأنواعها ودراسة الخصائص الشكلية للحوض والدراسة الهيدروغرافية للشبكة المائية من حيث التنظيم والتدرج والكثافة التصريفية والشكل. كما تم استغلال المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات (Landsat) بمختلف أجياله بهدف استكشاف استعمالات الأرض وخصائصها والغطاء النباتي وكثافته والتمركز السكاني وتوزيعه انطلاقاً من التحليل البصري والآلي للمرئيات الفضائية واستخدام مؤشرات حسابية اعتماداً على معادلات رياضية للتمييز بين مختلف المناطق. إضافة إلى تحليل ومعالجة المعطيات الإحصائية الخاصة بالسكان وعناصر المناخ المسجلة في المحطات القليلة الموزعة داخل الحوض باستخدام برامج متخصصة في نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات للحوض. كل ذلك بهدف رصد وتتبع ديناميكية السطح في حوض وادي النجاء والوقوف على أهم العوامل المتسببة فيها التي تؤدي إلى انجراف التربة، وبهذا تمثل تهديداً للإنسان وبيئته على المدى القريب والبعيد.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد - حوض وادي النجاء - التعرية - الدراسة الجيوديناميكية الخارجية - شمال شرق الجزائر.

Résumé

L'utilisation des techniques modernes dans les études de la géodynamique externe du sous bassin d'Oued-Al-Nadja est considérée comme un thème étroitement lié aux problèmes environnementaux, économiques et sociaux d'une zone géographique complexe située au Nord-Est de l'Algérie.

Dans cette recherche, les techniques de la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) ont été utilisées pour exploiter le modèle (DEM) afin d'obtenir les caractéristiques morphologiques et physiologiques de la zone d'étude et les facteurs affectant la dynamique externe de la surface, tels que les pentes et les tendances, les hauteurs et leur impact et les types de sol, et l'étude des caractéristiques formelles du bassin et l'étude hydrographique du réseau hydrologique en termes de régulation, de gradient, de densité de débit et de forme. L'imagerie satellitaire du satellite Landsat a également été utilisée pendant différentes générations en vue d'explorer les utilisations et les caractéristiques du sol, la couverture végétale et les densités, la concentration et la répartition de la population, sur la base de l'analyse visuelle et automatique des visuels de l'espace et l'utilisation d'indicateurs mathématiques basés sur des équations mathématiques pour distinguer les différentes régions ainsi que l'analyse et le traitement des données statistiques sur la population et les éléments du climat enregistrées dans les quelques stations réparties dans le bassin en utilisant des programmes SIG spécialisés pour créer une base de données pour le bassin. Cela a pour but de surveiller et d'analyser la dynamique de la surface d'Oued-Al-Nadja et d'identifier les facteurs les plus importants qui entraînent l'érosion des sols, constituant ainsi une menace pour les humains et leur environnement à court et à long terme.

Mots-clés: Systèmes d'information géographique et télédétection - Bassin d'Oued-Al-Nadja – Érosion - Étude géodynamique externe - Nord-Est de l'Algérie.

Summary

The use of modern techniques in the study of the external geodynamics of Oued-Al-Nadja basin is one of the topics that are closely related to the environmental, economic and social problems of a complex geographical area which is located in the North-East of Algeria.

In this research, remote sensing and geographic information systems (GIS) techniques were used to exploit the DEM model in order to obtain the morphological and physiological characteristics of the study area and the factors influencing the external dynamics of the surface such as the slopes as directions, heights and their effect soil and its types, the study of the formal characteristics of the basin, and the hydrographic study of water net work in terms of regulation, gradient, discharge density and shape. The satellite imagery of the with its generations was used to explore the of earth its characteristics, vegetation and its densities, population centers and distribution of the satellite from Landsat and its distribution from optical and optical analysis of satellite images and the use of mathematical indicators based on mathematical equations to distinguish between different regions as well as analysis and processing of statistical data for the population and elements of the climate recorded in few stations distributed within the basin using specialized GIS programs to create a database for the basin. This is done in order to monitor and fellow the dynamics of the surface in Oued-Al-Nadja and to identify the most important factors that lead to soil erosion, Thus posing a threat to humans and their environment in the near and long term.

Keywords: Geographical Information Systems and Remote Sensing - Oued-Al-Nadja Basin - Erosion - External Geodynamic Study - North-East of Algeria.

الْحَمْدُ لِلَّهِ حُبًّا

الْحَمْدُ لِلَّهِ شُكْرًا

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَجَاءً وَطَاعَةً

الْحَمْدُ لِلَّهِ دَائِمًا وَأَبَدًا