دور الكارطوغرافية الآلية في تتبع احتمال الأخطار الجيومورفلوجية بأحواض الأطلس الكبير الغربي: أنموذج حوض أوريكة

The role of automatic cartography In tracking of the geomorphological risk in the western High Atlas Basin: case of Ourika watershed

ميـلود وشـــالة[1]، عبد الجليل الكريفـــة[2]، عبد الحفيظ العلوي الفلس[3]
[1] طالب باحث بجامعة القاضي عياض مراكش-المغرب، مختبر الأبحاث حول الموارد، الحركية والجاذبية.
[2] أستاذ بجامعة القاضي عياض مراكش-المغرب، مختبر الأبحاث حول الموارد، الحركية والجاذبية.
[3] دكتور باحث بجامعة القاضي عياض مراكش-المغرب، مختبر علوم الأرض والبيئة

ملخص: تحظى الجبال المغربية بأهمية بالغة على المستوى الوطني، فضلا عن تنوعها البيولوجي وتراثها الطبيعي والثقافي والتاريخي، لكنها كثيرا ما تعترضها تحديات صعبة تستنزف طاقتها وتعمق من عزلتها وهشاشتها. فجبال الأطلس الكبير الغربي بأحواضه المتنوعة بيولوجيا وجيومرفولوجيا ليست بمنأى عن هذه التحديات، فمن أبرزها وأكثرها انتشارا الأخطار الجيومروفولجة المرتبطة بالجيوديناميةالخارجية، فحوالي 80 ألف كلم^2 من مساحة الأطلس الكبير معرضة للتعرية أي ما يعادل 24 مليون طن. وفي المقابل قليلا ما يتم الالتفات إلى هذا النوع من الأخطار، لكونها تنتج عن دينامية بطيئة ومركبة، تتداخل فيها عوامل جيومرفولوجية وبيومناخية في علاقة تأثير وتأثر. ولهاذا، حاولنا تناولها في هذا البحث، والوقوف عند تفاصيلها في الجزء الجبلي من حوض أوريكة بالأطلس الكبير الغربي، بالاعتماد على الكارطوغرافية الآلية كأداة لمعرفة البعد المجالي لاحتمال خطر الانزلاقات الارضية، من خلال وضع مجموعة من الخرائط الموضوعاتية والتأليفية باستعمال مختلف برامج نظم المعلومات الجغرافية، من أجل تفكيك مكنزمات ومتغيرات المجال، مساعدة كانت أو لاغية لاحتمالية خطر التحريك الجماعي أو الفردي للمواد بحوض أوريكة.
الكلمات المفتاحية: حوض أوريكة، الكارطوغرافية الآلية، الأخطار الجيومرفولوجية، الانزلاقات.

Abstract: Moroccan moutains get more focus on the national level, as well as its biodiversity, and their natural, cultural and historical heritage. Nevertheless, they often faced difficult challenges that exhaust their energy and deepen their isolation and fragility.The western High Atlas Mountains with their biologically diverse basins and geomorphology aren't immune to these challenges. The most prominent and widespread are the geomorphological risks associated with external geodynamics. About 80000 km^2 of the High Atlas area is subject to erosion, equivalent to 24 million tons. On the other side, this type of risk is rarely noticed because it results from a slow and complex dynamic, in which

geomorphological and biomechanical factors overlap. For this, we tried to address this research, and stand in the details in the mountain's part of the Ourika basin of the Western High Atlas, relying on automated cartography as a tool to know the dimension of the risk of landslides. Through the development of a set of thematic and authoritative maps using various GIS programs, In order to dismantle components and domain variables As an aid or impediment to the possibility of a series of landslides And individual movement of materials in Ourika basin.
Key Word: Ourika basin, Automated cartography, Geomorphological risks, Landslides.

تمهيد:

تحتل نظم المعلومات الجغرافية أو الكارطوغرافية الآلية مكانة مهمة في الساحة الجغرافية وقد ساعد التطور التقني في هذا الإطار على الاستفادة من هذه النظم وتسخيرها في تمثيل الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية وتسهيل انتاج الخريطة والتعامل معها بأسلوب لين يسمح بمختلف التعديلات لبعض مكونات الخريطة (الإضافة، الحذف، الإظهار، الإخفاء...)، أو محتوياتها الجغرافية، ورؤية العلاقات المكانية لتلك الظواهر، بناء على معطيات مختارة تمكن مستخدم الخريطة من عرض الظاهرة الجغرافية الممثلة على نظم المعلومات الجغرافية بأسلوب متحرك على عكس الخرائط الورقية التي لا تحقق تلك الخاصية. وبناء على ذلك، فإن الحاجة لرؤية العديد من المعلومات الجغرافية الطبيعية والبشرية والتعامل معها بذلك الأسلوب تعد سبباً مقنعاً لتوظيف تلك النظم لرصد الظواهر والتخطيط لتدبيرها من منطلق جغرافي موجه لفهم نوع التركيب الجغرافي للظاهرة والتركيز على فهم العلاقات التي تربط بين مكوناتها. لاسيما أن كثرة المعلومات الجغرافية المحيطة بالإنسان وصعوبة معالجتها بالطرق التقليدية قد أعطى لهذا النوع من التقنية دوراً بارزاً في تسهيل رصد المعلومات وسهولة التعامل معها بنوع من الدقة والسرعة والتحديث.

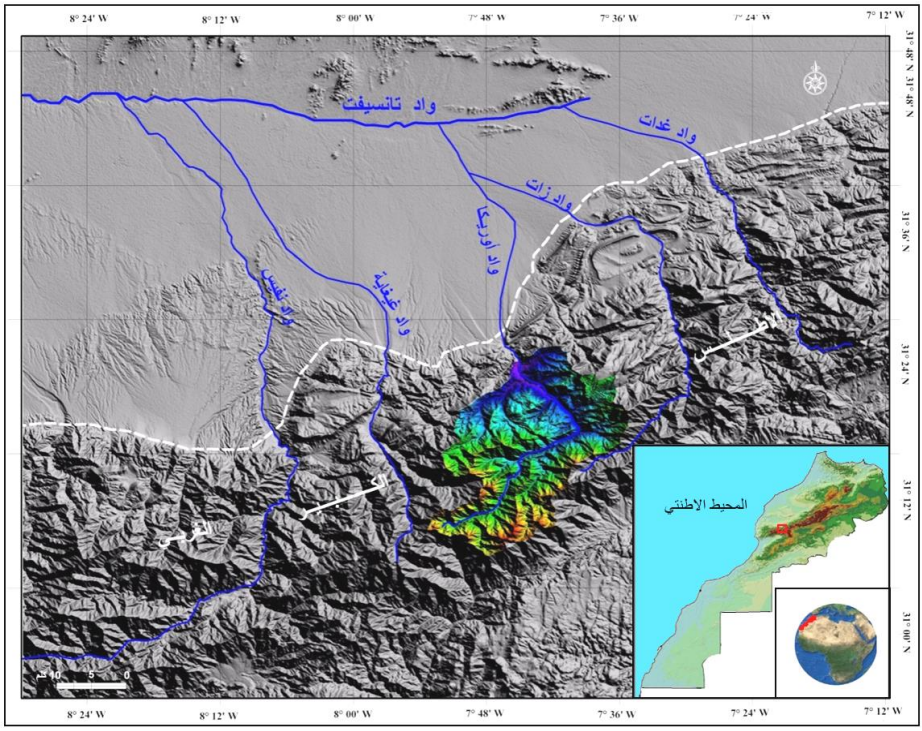
في هذا السياق جاءت هذه الورقة العليمة التي نسعى من وراءها إبراز الدور المهم للكارطوغرافية الآلية في تتبع بعض الأخطر الطبيعية باعتبارها من أبرز الإشكاليات التي لاتزال المناطق الجبلية عامة وبالمغرب خاصة تتخبط فيها، ونخص بالذكر الأخطار الجيومورفلوجية. التي تظهر بتلاوين عدة منها الانزلاقات والانهيارات والمهيلات والتعرية، حيث اخترنا لذلك حوض أوريكة الجبلي كعينة لمعالجة هذه الإشكالية، للوقوف على الأخطار المرتبطة بالتحريك الجماعي للمواد[1] المحتمل بهذا الحوض. معتمدين على الإمكانيات التي توفرها برامج نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، نظرا لإيماننا بأهمية تكنولوجيا المعلومات، ولوعينا بتوجهات العالم نحو البيئة الرقمية المتسمة بالدقة والسرعة والذكاء في تحليل ومعالجة كم هائل من المعلومات، فضلا عما تتيحه هذه الوسائل من فرص التنبؤ وطرح حلول وبدائل ناجعة مرتبطة رقميا بالمجال المدروس.

1.الموقع الجغرافي لحوض أوريكة

[1]- سنقتصر في هذه الدراسة على خطر الانزلاقات الأرضية كأحد الاخطار الجيومورفلوجية المرتبطة بالتحريك الجماعي للمواد.

يقع مجال البحث في الأطلس الكبير الغربي في الشمال الشرقي للمنطقة المحورية لكتلة توبقال، ويتشكل هذا المجال من الجزء الجبلي للحوض المائي أوريكة كرافد من روافد واد تانسيفت، أما جغرافيا فيمتد بين دائرة عرض '31°00 و'31°20 شمال الاستواء وبين خط طول '7°30و'7°50 غرب غرينتش، ويحده حوض الزات في الشرق، وحوض غيغاية في الغرب، ثم حوض أسيف تفنوت في الجنوب، بالإضافة إلى سهل الحوز في الشمال. يجاور هذا الحوض أعلى القمم بشمال إفريقيا؛ هي قمة توبقال 4165 م. من الناحية الادارية ينتمي الحوض النهري قيد المدروس إلى جهة مراكش أسفى على المستوى الوطني، وإلى إقليم الحوز على المستوى الجهوي، لتتقاسمه محليا ثلاث جماعات ترابية؛ وهي جماعة سيتي فاطمة مساحتها حوالي 323،57 كلم^2، وجماعة توبقال بمساحة 317،18 كلم^2، ثم جماعة أوكيمدن بمساحة 50،87 كلم^2

الخريطة (1): التوطين الجغرافي للحوض النهري أوريكة



المصدر: ميلود وشالة 2018

2.العوامل الجيومرفلوجية والبيوميناخية لاحتمال الأخطار الجيومورفلوجية بحوض أوريكة

تتحكم مكونات الوسط الطبيعي لحوض أوريكة في دينامية الأخطار الجيومورفلوجية داخله كل بدرجة معينة، وحديثنا عن عناصر الوسط الطبيعي يشمل التضاريس ومقوماتها والجيولوجيا، والظروف المناخية والغطاء النباتي والتربة والحياة الحيوانية وباقي أشكال الحياة الأخرى، كلها تكوّن في تفاعلها نسقا طبيعيا (الوسط الايكولوجي)، غير أن هذا الارتباط والتفاعل قد لا يكون في صالح الإنسان، أو عائقا أمام السير العادي لأنشطته، ومن منظور المهتمين بتدبير الأخطار الجيومورفولجية، يتعين عند دراسة هذه العناصر التركيز على

الإمكانات الطبيعية، والكشف عن درجة تهديدها، وإبراز طبيعتها ومدى هشاشتها، وسنحاول لدراستنا للعناصر الطبيعية لمجال الدراسة الاستعانة ببعض تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، على رأسها معالجة تغطية النموذج الرقمي للارتفاعات (MNT) لحوض أوريكة بدقة 12.5 متر من أجل استخلاص مجموعة من الخرائط التي تسمح بتحليل أعمق للمعطيات وتركيبها، وبناء الخلاصات والنتائج حول الآليات الجيومورفلوجية المتحكمة في دينامية خطر الانزلاقات الأرضية داخل الحوض.

1.2 تضاريس معقدة مهيئة لنشاط خطر الانزلاقات الأرضية: يعتبر الأطلس الكبير الغربي وحدة تضاريسية جبلية تتميز بارتفاعاتها المهمة وبتعمق أوديتها التي تقطع الطبقات الصخرية بشكل عمودي، مما يجعل الأودية ضيقة تشرف عليها سفوح شديدة الانحدار في غالب الأحيان. وتوافق هذه الوحدة التضاريسة المجال الأكثر ارتفاعا بالأطلس الكبير وبشمال إفريقيا والخريطة (2) توضح ذلك، حيث الارتفاعات تتدرج بشكل نسبي من الشمال إلى الجنوب، بدءا من حوالي 1000 متر كأدنى ارتفاع عام مسجل بمخرج الأودية، إلى 4165 متر كأعلى ارتفاع بقمة توبقال.

يمكن تقسيم خريطة الارتفاعات لحوض أوريكة كما تبين الخريطة (3) إلى ثلاثة تصنيفات جبلية مختلفة الخصائص من الشمال الى الجنوب:

النطاق الاول: هي المنطقة الشمالية لحوض واد أوريكة، تمتد من مصب الحوض الى منطقة اغبالو، تتراوح الارتفاعات في هذه المنطقة ما بين 918م و2000م.

النطاق الثاني: يمتد من أغبالو إلى إمي ن تادرت، تسود فيه الارتفاعات ما بين 2000م و 2500م على الضفة اليمنى لواد أوريكة وبالضبط هضبة ياغور وعلى الضفة اليسرى هضبة تيمنكار.

النطاق الثالث: تمثل هذه المنطقة أكثر من 50% من مساحة الحوض ككل، تقع جنوب منطقة إمي ن تدارت وتنتمي للجزء الأكثر ارتفاعا من الأطلس الكبير وتزداد قيمة الارتفاعات بشكل سريع خاصة بالضفة اليمنى لواد أوريكة وتتميز بقمم عالية تتراوح ما بين 3800م و4000م.

هذه الارتفاعات تنجم عنها تساقطات مهمة ثلجية ومطرية تسمح بتهيئة الظروف لنشوء خطر الانزلاقات الأرضية كما تنتج عنها كذلك انحدارات قوية تفوق 50 درجة في عالية الحوض مما يساعد على سهولة تحريك كتل من التربة وركيزتها في بعض الحلات على مستوى السفوح نتيجة قوة الجاذبية خصوصا أثناء الأمطار الفجائية والمتركزة مجاليا والتي تعتبر سمة تميز حوض أوريكة.

2.2 الانحدارات عامل أساسي في دينامية خطر الانزلاقات الأرضية: انطلاقا من الخريطة (4) الخاصة الانحدارات لحوض أوريكة نلاحظ سيادة الانحدارات القوية في الحوض بشكل عام وتدرجها من العالية نحو السافلة، فأكثر من 60% من مساحة الحوض ككل تعرف انحدارات تفوق 50 درجة. تنتشر الانحدارات التي تتراوح بين 0-20 درجة في الجهة الشمالية والشمالية الغربية، كما تغطي جزء من الجهة الجنوبية الشرقية عند منطقة أدرار ميغان في حين تطغى الانحدارات الشديدة التي تتراوح ما بين 20-50 درجة في الوسط والجنوب إذ تأخذ اتجاها من الشمال الشرقي نحو الجنوب الغربي. وإن ذل هذا على شيء إنما يذل على أن احتمال خطر الانزلاقات سيتركز في عالية الحوض إذا ما كانت الغلبة للعوامل المكملة على حساب العوامل اللاغية لنشوء هذا الخطر.

3.2 بنية جيولوجية تعكس تعقد البناء الجيولوجي لمنظومة حوض أوريكة: تختلف مقاومة الصخور داخل حوض أوريكة لعوامل نشأة الأخطار تبعا لصلابتها، تجانسها وتماسكها، تعتبر

قابلية الصخور للنفاذية من الخاصيات الأساسية المتحكمة في دينامية تحريك المواد، فكلما كانت الصخور أقل نفاذية كلما كانت إمكانية تكون المجاري المائية أكبر وبالتالي ارتفاع احتمالية خطر تحريك المواد والتركيب الصخري لحوض أوريكة يتكون من الصلصال والطين بنسبة 23.50%، والكلس بنسبة 9.20% ثم الصخور البلورية، وهي الصخور الغالبة على التكوين الجيولوجي للحوض بنسبة 67.30%، وتتركز في عالية الحوض. تتميز بمقاومتها وضعف نفاذيتها مما يساعد على تكون مسيلات مائية سريعة الجريان الأمر الذي يعطي قوة في التحريك الفردي للمواد سواء على مستوى السفوح أو في ضفاف الأودية والشعاب. ولهذه الخصائص الجيولوجية دورا مهما في وضع خرائط احتمال الأخطار الجيومورفلوجية وأخذها بعين الاعتبار في مشاريع إعداد الحوض النهري لأوريكة . الخريطة(5).

4.2 غطاء نباتي متنوع تغلب عليه التشكيلات الشجرية: يلعب الغطاء النباتي دورا مهما في حماية السفوح والتكوينات السطحية من مختلف عوامل نقل وتحريك المواد سواء بشكل فردي كما في التعرية الانتقائية أو بشكل جماعي كما في الانزلاقات، إذ نجد الغطاء النباتي بحوض أوريكة يتميز بالتنوع ويتمثل في:

-البلوط الأخضر الذي كان يمتد على مساحة شاسعة إلا أنه بدأ يتعرض للتدهور والتراجع.

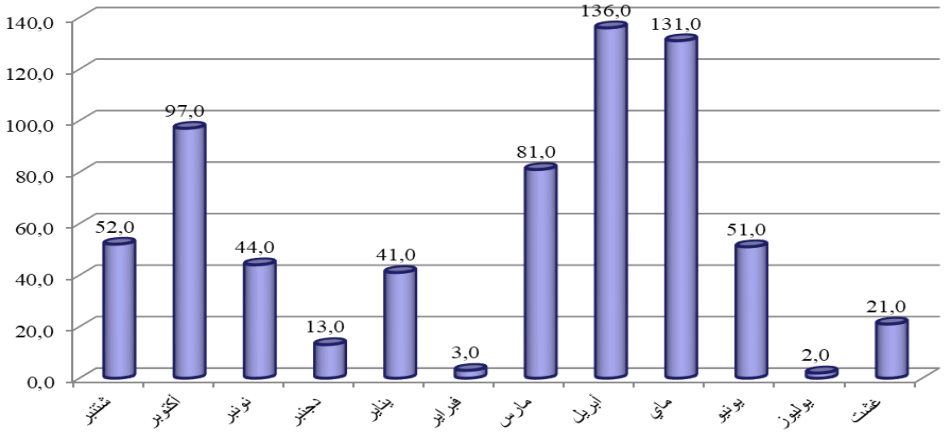
-صنوبر حلب خاصة بالأجزاء السفلى.

-تجمعات منفردة ومنفرجة من العرعار.

يغطي الغطاء النباتي حوالي 50 % من مساحة الحوض كما توضح ذلك الخريطة (6)، وهو يعيق عملية جريان المياه السطحية ويخفف من حدتها، كما يشكل حاجزا وقائيا يقلل من أثر فعل الأمطار السيلية، مما يحقق فضلا كبيرا في تنظيم تدفق المياه الجارية والحد من تحريك المواد على مستوى السفوح، والغطاء النباتي الطبيعي يتبث التربة وبالتالي تنظيم السيل ومنه الرفع من حدة تماسك السطح، إلا أن الغطاء النباتي بحوض أوريكة يتعرض لاستغلال مفرط يؤدي إلى تراجع مساحته سنة بعد أخرى مما يزيد من حدة احتمال خطر الانزلاقات الأرضية خاصة بوسط الحوض حيث سيادة الصخور الطينية الهشة.

5.2 تساقطات مهمة وغير منتظمة مجاليا: بحكم موقع الجغرافي ومستويات ارتفاعاته التي تصل إلى 4000م يعرف حوض أوريكة تساقطات عنيفة مطرية وثلجية، واعتمادا على مجموعة من الأرقام التي سجلتها محطات الرصد يتبين أن التساقطات تبلغ في السافلة 300 ملم في السنة وفي العالية أكثر من 700 ملم في السنة، لكنها غير منتظمة من سنة إلى أخرى، وخلال السنة الواحدة يعرف فصل الصيف جفافا ماعدا نزول بعض العواصف الرعدية، أما فصل الشتاء فيعرف نزول أمطار وثلوج. غير أن التركز الزمني والمجالي هي سمة التساقطات بأوريكة مما يجعل السطح يصل إلى درجة الاشباع بالماء في وقت وجيز وبتظافر هذا مع العوامل السالفة الذكر تكون احتمالية خطر الانزلاقات أكثر قوة. (الخريطة 7)

نموذج لعدم انتظام التساقطات المطرية بالحوض (موسم 2018/2017)

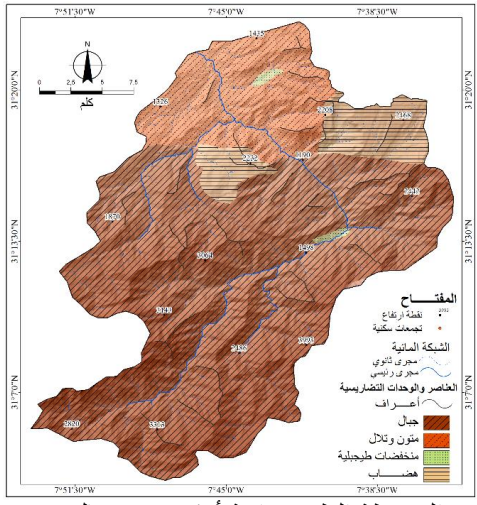


المصدر: وكالة الحوض المائي لتانسيفت 2018

ترتفع كمية التساقطات بشكل عام كلما زاد الارتفاع، ذلك أن الجبال العليا تستقبل أكثر من 500 ملم/سنة، وتتجاوز هذا المعدل بكثير في العلو الأكثر من 4000 م حيث تصل إلى حوالي 1000 ملم/سنة2، في حين تنخفض في الحلات الحرجة إلى 100 ملم/سنة بالمجالات المشرفة على الدير عن مخرج الحوض.

كما تتخذ التساقطات شكل ثلوج (ما يقارب من 20 إلى 80% من مجموع التساقطات)، وتطول مدة الثلوج من شهرين إلى خمسة أشهر، بداية من نونبر إلى دجنبر، أو قد تدوم إلى غاية شهر أبريل وقت الذوبان الكلي للثلوج. مما يجعل السفوح بعالية الحوض تحتفظ بالرطوبة لمدة أطول وبالتالي تسهيل عملية التحريك الفردي والجماعي للمواد بهذا النطاق من الحوض أوريكة وحدات تضاريس معقدة

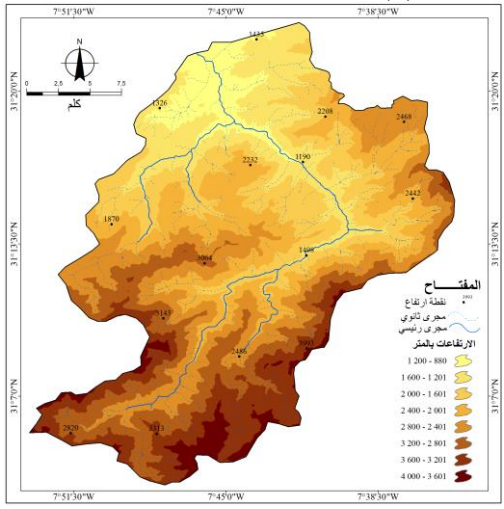
[2]- Hanich L. (2011): Dynamique de la neige sur le Haut Atlas, Actes du colloque « Eau et enjeux du développement durable, organisé à la FLSH Univ. Caddi Ayyad.



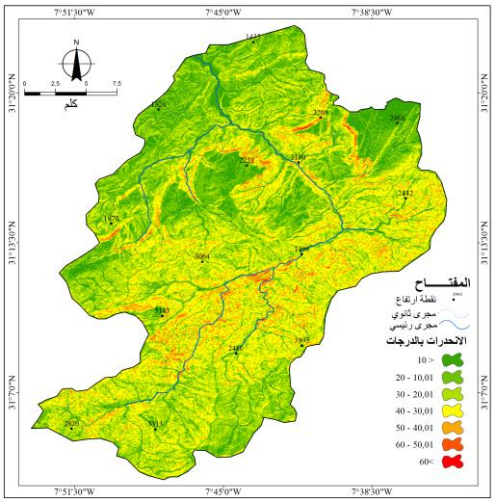
المصدر: الخريطة الطبوغرافية أوكيمدن توبقال 1/100000

الخريطة (4): الانحدار محرك خطر الانزلاقات بأوريكة

الخريطة (3): المستويات الارتفاعية بحوض أوريكة



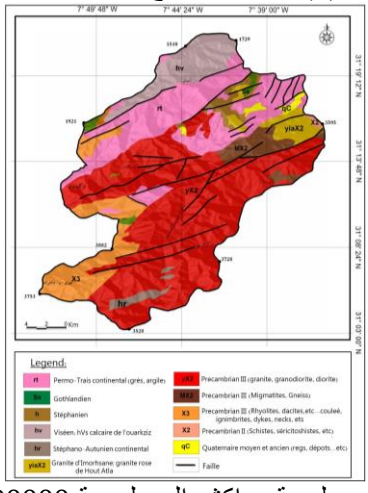
المصدر: م. وشالة 2019، معالجة النموذج الرقمي للارتفاعات



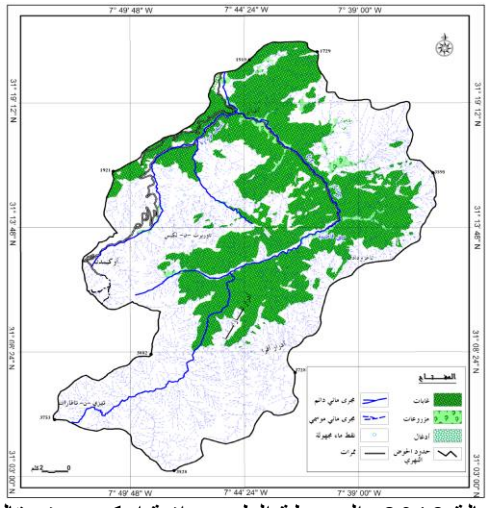
المصدر: م. وشالة 2019، معالجة النموذج الرقمي للارتفاعات

الخريطة (6): غطاء نباتي متناثر مجاليا

الخريطة (5): توجيه السفوح داخل حوض أوريكة



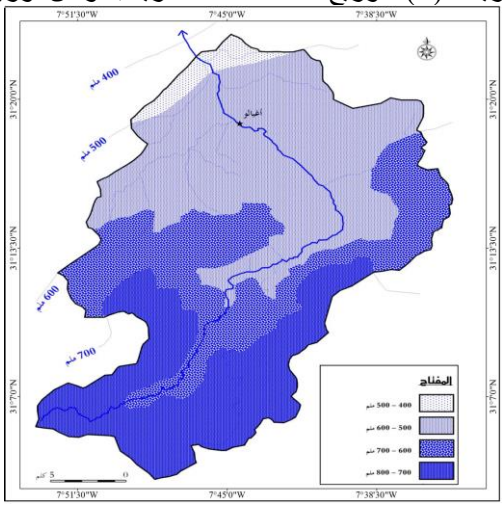
المصدر: لوحة مراكش الجيولوجية 1/500000



المصدر: م. وشالة 2019، الخريطة الطبوغرافية اوكيمدن توبقال 1/100000.

الانزلاقات خطر حاضر وبقوة على سفوح حوض أوريكة

الخريطة (7): توزيع التساقطات المطرية بحوض أوريكة



المصدر: م. وشالة 2019، معالجة معطيات محطات الرصد الجوي

تندرج الانزلاقات ضمن الأخطار المرتبط بالتحريك الجماعي للمواد، وهي حركة كتلية سريعة لجزء من السفح من العالية نحو السافلة، نتيجة عدة قوى يؤدي اتحادها إلى فقدان السطح لتوازنه، وهذه القوى تتجسد في التكوينات الجيولوجية والماء الذي يعتبر العامل المحرك[3]، بالإضافة إلى الانحدار. ويتمثل خطر الانزلاق بالسفوح على شكل نزول أو هبوط مكون من

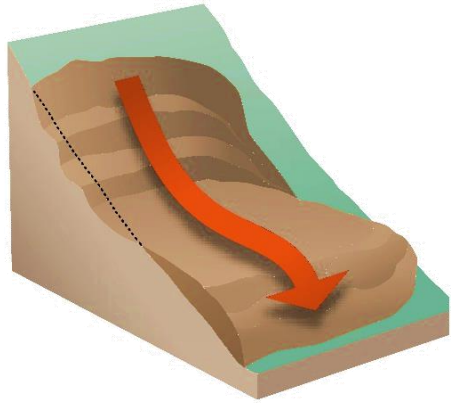
[3] - منسوم محمد: الجيومرفلوجية العامة مدخل إلى علم التضاريس، الطبعة الأولى، المطبعة والوراقة الوطنية.2015 ص 155

كتل أو قطع لمواد متحركة على سفح دون أن تطرأ عليها تغيرات كبيرة في الأجزاء الهابطة حيث تكون ملتصقة بسفح المنحدر، ويكون مستوى الانزلاق، مقوساً أو مقعراً أحياناً. وفي أحيان كثيرة تكون الكتل المنزلقة موازيةً بعضها للبعض الأخر على شكل مدرجات، وتتخذ الانزلاقات أشكال مختلفة أهمها:

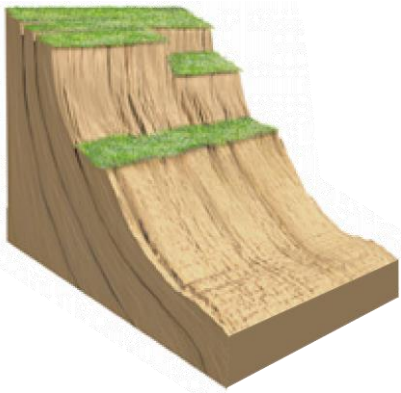
الشكل اللوحي: وهو حركة موازية لانحدار سطح السفح وتحتفظ فيه الكتلة المنزلقة بتماسك نسبي.

الشكل الدائري أو الدوراني: وهو حركة انزلاق تحدث على سطح مقعر ترافقها حركة دائرية خلفية. لقمة الكتلة المنزلقة شبيهة بشكل الملعقة.

الشكل (1): مجسم يوضح الانزلاق الدائري



الشكل (2): مجسم يوضح الانزلاق اللوحي



وتعتبر هشاشة الركيزة الجيولوجية وتشبعها بالماء، العامل الأساسي المنتج لهذا النوع من الأخطار وحوض اوريكة بحكم سيادة الصخور الهاشة النافذة خاصة في السافلة، كما توضح الخريطة الجيولوجية والمتمثلة في الصلصال والطين في سافلته عند منخفض اغبالو والتي توافقها انحدارات قوية وتساقطات مطرية مهمة، كلها عوامل جعلت من السفوح المطلة على هذا المنخفض مجالا للانزلاقات الأرضية بامتياز.

1.3. منهجية إعداد خريطة احتمال خطر الانزلاقات بحوض أوريكة: يعتبر التوطين المجالي لأي نوع من الأخطار ذات المصدر الطبيعي إمكانية مهمة، وتقنية رائدة في تمييز المناطق المهددة عن غيرها. ولإنجاز خريطة احتمالية خطر الانزلاق بحوض أوريكة، قمنا بإدماج مختلف العوامل المتحكمة في ظهور هذا الخطر وفق منهجية تقوم على إعطاء كل عامل نسبة مئوية تعبر عن وزن كل عامل على حدة.

حاول كثير من الباحثين وضع مجموعة من الطرق المنهجية لدراسة احتمال خطر الانزلاقات الأرضية وتمثيلها كارطوغرافيا (Varnes, 1984; Carrara et al., 1991; Wachal et Hudak, 2000; Maquaire, 2002)، لكن على العموم هناك طريقتين هما الأكثر انتشارا واحدة تقوم على مقاربة نوعية استدلالية وأخرى على مقاربة كمية، فالأولى تعتمد على الخرجات الميدانية لملاحظة خطر الانزلاق في الميدان وتمثيلها كارطوغرافيا في عين المكان باستعمال برامج نظم المعلومات الجغرافية، أو عن طريق كارطوغرافية العوامل المتحكمة في دينامية الانزلاقات الأرضية حيث لكل عامل وزنة في نشوء الخطر يترجم هذا الوزن بالنسبة المئوية وذلك حسب تأثير كل عامل في احتمال خطر الانزلاق وهي نفس المنهجية التي اعتمدنا

عليها نحن أيضا في هذه الدراسة. فيما الطريقة أو المنهجية الثانية فهي تعتمد مقاربة إحصائية حيث إن كارطوغرافية احتمال خطر الانزلاق يعتمد على إحصاء ميداني لعدد وتوزيع حركات الانزلاقات بمجال معين. واختيارنا للمنهجية الاستدلالية Méthode heuristique جاء وفق مجموعة من الاعتبارات على رأسها:

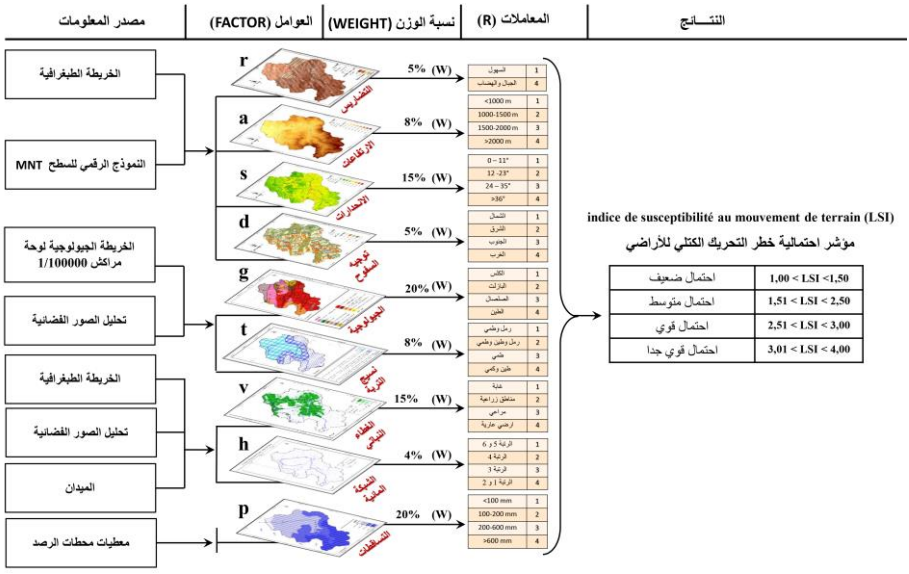
-شساعة المجال نسبيا 570 كلم2 بشكل جعلنا لا نتوفر على خرائط ومعلومات دقيقة حوله.

-توفرنا على معطيات عامة بخصوص: الجيولوجية، الغطاء النباتي، النموذج الرقمي للارتفاعات MNT ...

-غياب إحصائيات حول مختلف الانزلاقات والحركات الكتلية التي عرفها الحوض وهذا أساس المنهجية الإحصائية.

منهجيا بعدما أعطينا لكل عامل وزنه بنسبة مئوية كان من الضروري إرفقاه بمعاملات تعطى لكل مكون داخل عامل معين وهذه المعاملات تختلف بين 1 و2 و3 و4 وذلك حسب المكونات اللاغية والمكملة لخطر الانزلاقات داخل نفس العامل، فالمكونات اللاغية تأخذ قيما أو معاملات صغيرة تهم 1 و2 بينما الخصائص المكملة والمتحكمة تأخذ قيما كبيرة أي 3 و4. والشكل (3) يوضح أكثر تفاصيل هذه المنهجية.

الشكل (3): منهجية اعداد خريطة احتمال خطر الانزلاقات الأرضية بحوض ارويكة الجبلي



المصدر: م. وشالة 2019

2.3. خريطة احتمال خطر الانزلاقات الأرضية: بفضل تطبيق المنهجية المشار إليها في الفقرة السابقة حاولنا حساب مؤشر احتمال الانزلاقات الأرضية (LSI) بحوض أوريكة بتطبيق المعادلة التالية[4]:

$$LSI = [R_r(W_r)+R_a(W_a)+R_s(W_s)+R_d(W_d)+R_g(W_g)+R_t(W_t)+R_v(W_v)+R_h(W_h)+R_p(W_p)]/9$$

وبترجمة نسبة الوزن لكل عامل وقيمة معامل مكوناته هذه العوامل نحصل على المعادلة بالصيغة التالية:

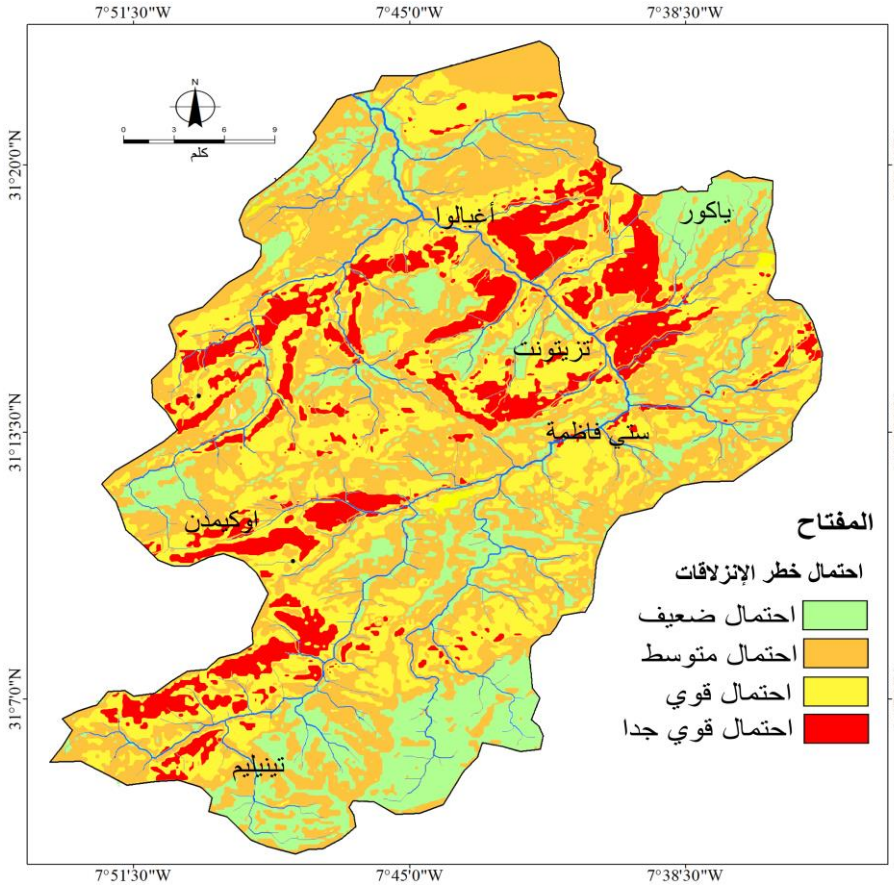
$$LSI=[(0,05*Ir)+(0,08*Ia)+(0,15*Is)+(0,05*Id)+(0,20*Ig)+(0,08*It)+(0,15*Iv)+(0,04*Ih)+(0,20*Ip)]9$$

حيث إن: LSI: مؤشر احتمال الانزلاقات الأرضية. Ir: معامل التضرس. Ia: معامل الارتفاع. Is: معامل الانحدار. Id: معامل توجيه السفوح. Ig: معامل الجيولوجية. It: معامل نسيج التربة. Iv: معامل الغطاء النباتي. Ih: معامل الشبكة المائية. Ip: معامل التساقطات.

تعتبر الخريطة (8) من نتائج هذه الدراسة وهي حاصل قيم مؤشر احتمال الانزلاقات الأرضية (LSI) بالجزء الجبلي من الحوض النهري لود أوريكة حيث قمنا بتقسيم حاصل هذا المؤشر إلى أربع فئات؛ الفئة الأولى من 1 الى 1.5 تعبر عن احتمال ضعيف إلى منعدم لخطر الانزلاقات الأرضية، والفئة الثانية من 1.51 إلى 2.50 تبين المجالات ذات احتمال متوسط، والفئة الثالثة بين 2.51 و 3.00 تدل على احتمال قوي والذي عبرنا عنه باللون الأصفر، ثم الفئة الرابعة والأخيرة بين 3.01 و 4.00 تهم المجالات ذات احتمال قوي جدا وهي المعبر عنها باللون الأحمر.

الخريطة (8): خريطة احتمال خطر الانزلاقات بحوض أوريكة الجبلي

[4]-Wachal, D.J., and Hudak, P.F., (2000). Mapping landslide susceptibility in Travis Country, Texas, USA. GeoJournal, vol. 51, pp248



المصدر: م. وشالة 2019.

يتضح من خلال خريطة احتمال خطر الانزلاقات بحوض أوريكة الجبلي أن هذا المجال مهدد بخطر الانزلاقات الأرضية كأحد أوجه الأخطار الجيومورفلوجية الأكثر حضورا به، حيث إن 45% من مساحة الحوض ذات احتمال قوي إلى قوي جدا، ويتركز هذا الاحتمال القوي في وسط الحوض بالمنطقة الهضبية في اتجاه الغرب نحو جبل اوكيمدن، لكن التحدي الأكبر هو إن احتمال هذا الخطر وارد بقوة في المجلات حيث التركز السكاني مهم وتحتضن رهانات بشرية مهمة ويتعلق الأمر هنا بمنخفض ولماس وأغبالو في الوسط الشرقي للحوض والمحطة السياحة أوكيمدن في أقصى الغرب.

خاتمــة:

يتبين من خلال هذه الدراسة أن للكارطوغرافية الآلية أهمية بالغة في دراسة الأخطار الجيومورفلوجية، من خلال وضع مجموعة من الخرائط تبين المجالات المهددة من المجالات المستقرة الآمنة بحوض أوريكة، وقد رافق هذا بناء قاعدة معلومات جغرافية لتدبير الأخطار الجيومورفولية تسهل على مختلف الفاعلين المتدخلين في إعداد وتنمية المجال اتخاذ قراراتهم بخصوص نوع وطريقة التدخل ومعرفة المجالات ذات الأولوية، أو التي تتطلب تدخل مستعجل.

لقد مكنتنا الكارطوغرافية الآلية من تتبع دينامية واحتمال خطر الانزلاقات الأرضية كأحد الأخطار الجيومورفوجية بالمجال المدروس، حيث تبين أن أكثر من 45% من المجال الذي يغطيه حوض أوريكة بما يحمله من كتلة بشرية وما يرافقها من بنيات وتجهيزات وأنشطة يومية مهددة بشكل مباشر بخطر الانزلاقات الارضية، خاصة في جزئه السفلي. وهذا راجع إلى تظافر مجموعة من العوامل على رأسها المناخ والجيولوجية. وللوصول إلى التقليص من درجة هشاشة حوض أوريكة ورفع التهديد عنه بخطر الانزلاقات الأرضية اسوة على باقي الأخطار الجيوموفلوجية فإننا نعتقد بضرورة:

-تطبيق منهجية هذه الدراسة على نطاق واسع في جميع الأحواض النهرية للأطلس الكبير، ولما لا في جميع الأحواض النهرية المغربية، إلى جانب رغبتنا الملحة في التفات الفاعلين لمثل هذه الدراسات وتبنيها في إعداد وتهيئة الأحواض النهرية.

-وضع مخططات للوقاية من الأخطار الجيومورفلوجية تأخذ بعين الاعتبار دينامية الأحواض النهرية وتتلاءم مع مختلف التقسيمات الإدارية المحلية والجهوي والوطنية.

-مجانية المعلومات الجغرافية خاصة ذات دقة مكانية عالية، مما سيفتح المجال لإجراء دراسات دقيقة لأحواض التصريف وتطبيقاتها سواء في مجال الاستغلال الرشيد للموارد الطبيعية أو لاتقاء شر الأخطار الجيومورفلوجية.

-اعتماد المقاربة التشاركية في عمليات تدبير خطر الانزلاقات الأرضية مع التركيز على الثقافات والدرايات المحلية الموروثة لدى الساكنة القديمة الاستقرار في المجالات الجبلية.

-استعمال الأنظمة الرقمية وقواعد المعلومات الجغرافية في رصد وتتبع الأخطار الطبيعية في علاقتها بالإنسان الجبلي. وخلق آليات لدعم التقليص من الهشاشة والوقاية من الأخطار (نظام التأمين ضد خطر الانزلاقات).

قائمة المراجع:

1.عمارة منذر علي، حسين (2009). النموذج الجيومرفلوجي للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كورده ره شرق بحيرة حمرين. العراق. مجلة ديالي. العدد 41.

2.الكريفة. ع. الجليل(1999):.دور الجيومورفلوجيا في إعداد المجال؛ نموذج خرائط للأخطار الطبيعية بواد نفيس. المغرب. الملتقى الوطني الثامن للجيومرفلوجيين المغاربة بمراكش.

3.وشالة. ميلود(2014). مساهمة في إنجاز مخطط الوقاية من الأخطار الطبيعية بالمناطق الجبلية حالة حوض غيغاية. بحث شهادة الماستر في الجغرافيا. جامعة القاضي عياض. مراكش.

4.Amaya A., Algouti Ab., Algouti Ah., El Aaggad N. (2014): Cartographie de l'aléa mouvements de terrain du Bassin versant de n'fis, Haut atlas, Maroc, International journal of innovation and applied studies.

5.Carrara A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V., and Reichenbach P., (1991): GIS Techniques and Statistical Models in Evaluating Landslide Hazard. Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 16, 427-445.

6.Faleh, A. Sadiki, Ab. (2002): Glissement rotationnel de Dhar el Harrag: exemple d'instabilité de terrain dans le Prérif central (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la terre, n° 24, 41-48

7.Hanich L. (2011): Dynamique de la neige sur le Haut Atlas, Actes du colloque « Eau et enjeux du développement durable, organisé à la FLSH Univ. Caddi Ayyad.
8.Maquaire O., et al. (2006): Evaluation et cartographie par SIG du risque "glissement de terrain". Revue Internationale de Géomatique, Vol spécial, n°4/2006.
9.Maquaire, O., (2002): Aléas géomorphologiques (mouvements de terrain). processus, fonctionnement, cartographie. Diplôme d‟Habilitation à l‟Université Louis Pasteur Strasbeurg. 223 p.
10.Mustapha, Namous (2012): Evolution Quaternaire Et Dynamique Actuelle D'un Système Géomorphologique de front de chaine Actif: L'Exemple Du Bassin Versant De L'OURIKA (MAROC). Thèse du doctorat.
11.Nahed.A (1990): les remplissages superficiels des bassins intramontagneux inscrits dans le permo-trias de la bordure nord du haut –atlas de Marrakech (région d'Asni، Maroc). thèse du doctorat a université Cady Ayyad Marrakech.
12.Tourani, A., (1988): Etude stratigraphique, sédimentlogique et ichnologique du Carbonifère de l‟Atlas de Marrakech (région Ourika-Zat, Maroc). Thèse Université. Université de Marrakech, Maroc, 150p.
13.Varnes, D.J., (1984): Landslides hazard zonation. A review of principales and practice, Paris, 63 pp.
14.Wachal, D.J., and Hudak, P.F., (2000): Mapping landslide susceptibility in Travis Country, Texas, USA. GeoJournal, vol. 51, p. 245-253
15.Wachal, D.J., and Hudak, P.F., (2000): Mapping landslide susceptibility in Travis Country, Texas, USA. GeoJournal, vol. 51, p. 245-253