Journal of Nature, Life and Applied Sciences
Volume (5), Issue (4) : 30 Dec 2021
P: 1 - 21

ISSN: 2522-3356

مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية
المجلد (5)، العدد (4) : 30 ديسمبر 2021م
ص: 1 - 21

Mechanisms and possibilities for the emergence of extreme floods in arid zones (Tiznit plain - Morocco)

Farid El-Wahidi

Khanniba Abdelilah

Letters and Human Sciences Faculty || Cadi Ayyad University || Morocco

Saidi Mohamed Elmehdi

Sciences and Technologies Faculty || Cadi Ayyad University || Morocco

Chhaib Abdellatif

Ali Dadoun

Letters and Human Sciences Faculty || Ibn Zohr University || Morocco

Abstract: In Morocco, the dynamics of change in rainfall patterns have been underway for decades. It is characterized by increasingly frequent and violent hydrological and climatic events (floods and droughts). This work aims to study the peculiarities and mechanisms of the appearance of floods in the watershed of the Oudodou wadi (Province of Tiznit - southwestern Morocco) and conduct a frequency analysis of the extreme hydrological events associated with floods to estimate their probabilities and their return periods.

In addition to the diagnosis of natural factors in the area studied and their relationship to the emergence of floods, the methodological approach adopted is divided into two stages. The first, known as historical, is based on the study of 8 flooding cases (1942 - 2014) and the delimitation of threatened areas through the representations of residents. The second step focused on analyzing the frequencies of extreme hydrological events to determine their severity and return periods. Analysis of the results showed that flood thresholds are always associated with the strength and concentration of rainfall, giving them a sudden behavior like summer floods. To guide the interventions of actors in the field, the areas threatened by flooding have been identified according to their degrees of severity. The recurrence of the flows was modeled using the GAMMA law which makes it possible to estimate the probability of occurrence of extreme events (floods) and the instantaneous flows corresponding to the return periods of 2, 5, 10, 20, 50 and 100 years. Biannual and five-year hydrological events correspond to instantaneous flows of 120 and 331 m^3/s, while exceptional or even very exceptional cases have a return period of more than 50 and 100 years and correspond to instantaneous flows of 912 and 1035 m^3/s.

Keywords: Water basin, flood risk, arid areas, Tiznit, Oudodou valley.

ميكانزمات واحتمالات نشأة الفيضانات المتطرفة بالمناطق الجافة (سهل تزنيت - المغرب)

فريد الواحيدي

خنيبة عبد الإله

كلية الآداب والعلوم الإنسانية || جامعة القاضي عياض || المغرب

السعيدي محمد المهدي

كلية العلوم والتقنيات || جامعة القاضي عياض || المغرب

شهايب عبد اللطيف

دادون علي

كلية الآداب والعلوم الإنسانية || جامعة ابن زهر || المغرب

المستخلص: يشهد تردد وعنف الظواهر الهيدرولوجية والمناخية المتطرفة التي تؤدي إلى حدوث فيضانات غامرة. يهدف هذا البحث إلى دراسة الخصوصيات والميكانزيمات المتحكمة في نشأة الفيضانات التي شهدها الحوض النهري لواد أودودو (إقليم تزنيت – المغرب الجنوب الغربي) وإجراء تحليل ترددي للأحداث الهيدرولوجية المتطرفة المرتبطة بالفيضانات من أجل تقدير فترة عودة حدوثها، فضلا عن تشخيص العوامل الطبيعية بمجال الدراسة وفهم الآليات الطبيعية وعلاقتها بنشأة الفيضانات، تعتمد الخطوات المنهجية مقاربتين: مقاربة تاريخية وأخرى إحصائية. تقوم الأولى على دراسة 8 حالات فيضانات عرفتها سافلة الحوض (المجال الحضري لمدينة تزنيت وجماعة أكلو)، وتحديد وتصنيف الأحياء والدواوير المهددة بالفيضانات من خلال الشهادات والمعاينات المباشرة للساكنة المجاورة. أما الثانية فركزت على تحليل ترددات الأحداث الهيدرومناخية القصوى (frequency analysis of hydroclimatic extreme events) لتصنيفها وتحديد خطورتها وفترة عودة وقوعها. يتضح من خلال تحليل النتائج المتحصل عليها، وجود ترابط دائم بين عتبات الفيضانات وقوة التساقطات المطرية وتركزها في الزمان والمكان، مما يعطيها سلوكا فجائيا شبيها بالفيضانات الصيفية والخريفية. مكنت هذه الدراسة من تحديد المناطق المهددة بالفيضانات وتصنيفها حسب درجة الخطورة، عبر العمل الكرطوغرافي بهدف توجيه تدخلات الفاعلين في الميدان. فقد مكن تحليل قيم الصبيب باستخدام نموذج تحليل الترددات واحتمالات حدوث الأحداث الهيدرومناخية الشديدة (فيضانات) وكذلك حساب قيم الصبيب اللحظي التي توافق فترات العودة من 2، 5، 10، 20، 50 و100 سنة. فالأحداث الهيدرولوجية ثنائية وخماسية الحول تتوافق مع تدفقات لصبيب لحظي من 120 إلى 331 متر^3/ ثانية، في حين ان الحالات الاستثنائية والاستثنائية جدا، لها فترة عودة تزيد عن 50 و100 سنة وتتوافق مع تدفقات لصبيب لحظي من 912 إلى 1035 متر^3/ ثانية.

الكلمات المفتاحية: الحوض المائي، خطر الفيضانات، المناطق الجافة، تزنيت، واد أودودو.

مقدمة.

أصبح تغير المناخ أمرا محتما، وحتى في أكثر السيناريوهات تفاؤلاً، سيكون له تداعيات كبيرة على أنظمة المناخ في العالم، وبالتالي على حياة الناس ولاسيما بالدول الأكثر فقراً. ومن آثار تغير المناخ تزايد الظواهر الهيدرومناخية الشديدة او المتطرفة (extreme hydroclimatic events) التي تؤدي إلى الفيضانات والجفاف في العالم. وقد أدى ذلك إلى ظهور أحداث أكثر تطرفا في السنوات الأخيرة.

وتشير إسقاطات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التابعة للأمم المتحدة (IPCC, 2001) والتقرير الرابع (GIEC, 2004) إلى أن هذه الأحداث البالغة الشدة ستزداد خلال العقود القادمة ولاسيما في البلدان النامية بما فيها بلدان شمال أفريقيا. ومن تم أضحى التخفيف من حدة تغير المناخ غير كاف، بل يتطلب توقع هذه التغييرات وضع استراتيجيات للتكيف (SchrÖter et al., 2005; Niang et al., 2014) والواقع أن المناخ في شمال أفريقيا عرضة لتغايرية وتقلبات كبيرة لها آثار وخيمة على سيرورة التنمية المستدامة.

تتجه هذه التغيرات في المغرب إلى تفاقم الحوادث الاستثنائية (extreme hydroclimatic events) وزيادة احتمالية وقوع أحداث مثل الفيضانات والجفاف (Banque mondiale, 2013). تعد الأخطار الهيدرومناخية بالمغرب من أكثر الظواهر ترددا وقوة وانتشارا، وذلك نتيجة ارتباطها بالتغيرات المناخية التي يعرفها العالم من جهة، وبطبيعة المناخ المتوسطي من جهة ثانية. أكدت العديد من الدراسات منذ التسعينيات من القرن الماضي على حدوث تغايرية مناخية في النظام المناخي العام، خصوصا من حيث توزيع التساقطات ودرجات الحرارة. يعد المغرب من البلدان الأكثر خضوعا لهذا التطور بسبب موقع الجغرافي، وتزداد الوضعية صعوبة به نظرا لتساقط زخات مطرية عنيفة وفجائية بعد فترات طويلة من التجفيف مما يضع الكثير من المناطق في وضعية هشاشة، تظهر انعكاساتها على

المجال) مبارك أوراغ ومحمد بنعتو، 2018). يشكل النمو الديموغرافي السريع ومطالب التنمية، واختلالات أعمال التهيئة والتعمير تحولات وتفاوتات مجالية تعمق من هشاشة المناطق المهددة وتقوض الجهود المبذولة للتصدي للأخطار الهيدرولوجية.

شهد المغرب في الفترة ما بين 1960 و2019 العديد من حالات الفيضانات الخطيرة، ولعل أهمها وأعنفها ما سجل سنة 1963، حيث اجتاحت مياه نهر سبو سهل الغرب، إضافة إلى فيضان أوريكا بمراكش سنة 1995 الذي اودى بحياة ازيد من 730 شخص، ثم فيضانات أقاليم (تزنيت، كلميم وسيدي إفني) سنة 2014 التي أدت إلى خسائر بشرية ومادية كبيرة. وأخيرا فيضان بلدة "تيزرت" بإقليم تارودانت خلال صيف 2019 الذي أسفر عن مقتل 8 أشخاص (SEMEMEE, 2008) .

خلال نفس الفترة، حسب معطيات قاعدة البيانات(https://www.desinventar.net/) DesInventar، بلغت الخسائر البشرية المرتبطة بالفيضانات 1360 قتيلاً و1712 جريحًا و486 شخصًا مفقودا، وتجاوزت الأضرار المادية 4039 منزلاً وفقدان 273785 هكتارًا من الأراضي الزراعية وتراجع التشكيلات الحرجية بما يقرب عن 4000 هكتارا سنويا. وتقدر القيمة المالية لهذه الخسائر ما يقرب عن 888 مليون دولار. ويتسبب تآكل التربة وتأثيرها على الإنتاج الزراعي في خسائر اقتصادية تصل إلى 1.07 مليار درهم (Banque mondiale, 2013).

وقد تسوء الأمور أكثر في مناطق جنوب المغرب نظرا لعدم تعودها على ظاهرة الفيضان وإهمال الاجراءات الاحترازية لمواجهة الظاهرة. لا يخرج سهل تزنيت (الجنوب الغربي للمغرب) عن هذا السياق بحكم موضعه بين مجاري مائية وانحداره الضعيف خصوصا في المناطق المنخفضة منه. أصبحت هذه الأخيرة تعاني في السنوات الأخيرة من خطر الفيضانات مما يوحي بوجود تغايرية في التساقطات المطرية والجريان السطحي، التي تترتب عنها كوارث طبيعية وخسائر بشرية) مبارك أوراغ ومحمد بنعتو، 2018). وحسب المخطط الوطني للوقاية من خطر الفيضانات الذي أعدته كتابة الدولة المكلفة بالماء، يضم إقليم تزنيت أزيد من 14 موقعا مهددا (Hotspot) .

يعتبر حوض وادي أدودو من بين الأحواض النهرية التي تقع ضمن النطاق الجاف، ونظرا لكون الأودية في هذه المناطق نادرا ما تتعرض للجريان الفيضي؛ حيث يفصل بين السيول فترات زمنية طويلة، فإن السكان كثيرا ما يتعايشون مع وضع بيئي مؤقت، والكثير منهم يشيدون مساكنهم في مناطق ذات أخطار محتملة.

تعد الفيضانات من الأخطار الطبيعية الأكثر نشاطا بحوض وادي أدودو لاسيما بسافلته السهلية (المجال الحضري لمدينة تزنيت وجماعة أكلو)، خصوصا في ظل التغيرات المناخية التي يشهدها العالم في العقود الأخيرة، ناهيك عن النمو الديموغرافي السريع والتوسع العمراني المتواصل وما يواكبهما من تحولات و تغيرات مجالية، فضلا عن محدودية السياسات الوقائية من خطر الفيضانات (تنقية وتهيئة جنبات وادي أدودو، وإنجاز حائط وقائي على جنبات واد تمدغوست داخل المجال الحضري لتزنيت، وبناء قنوات لتصريف وتحويل مياه الأمطار على مشارف مدينة تزنيت) في ظل وجود أحياء ودواوير تستوطن مكان الخطر وترفع من هشاشة هذه المناطق. وبالرغم من كل المجهودات المبذولة يبقى خطر الفيضانات قائما، يشهد على ذلك ما عرفته المنطقة جراء الفيضانات الأخيرة (نونبر 2014) والتي ترتب عنها ارتفاع في منسوب مياه كل من وادي أدودو وروافده الأساسية واد تمدغوست، وواد ادوكماض إضافة إلى واد توخسين، التي غمرت الأحياء والدواوير السكنية المحاذية لها، وأسفرت عن خسائر مادية وبيئية خصوصا على مستوى البنية التحتية، مما يبين ضعف السياسة البيئية للفاعل المحلي.

تتوخى هذه الدراسة في مرحلة أولى، فهم الميكانزيمات الطبيعية التي لها علاقة بحدوث الفيضانات، وكذلك حصر وتصنيف المناطق المهددة بالفيضانات حسب درجة الأضرار التي شهدتها المنطقة اعتمادا على معطيات تاريخية وعلى تمثلات الساكنة (الاستمارة الميدانية). وفي مرحلة ثانية، تحليل ترددات الأحداث الهيدرولوجية الاستثنائية

والشديدة الارتفاع (frequency analysis of hydroclimatic extreme events) لتقدير فترة عودتها والتنبؤ بوقوع الفيضانات.

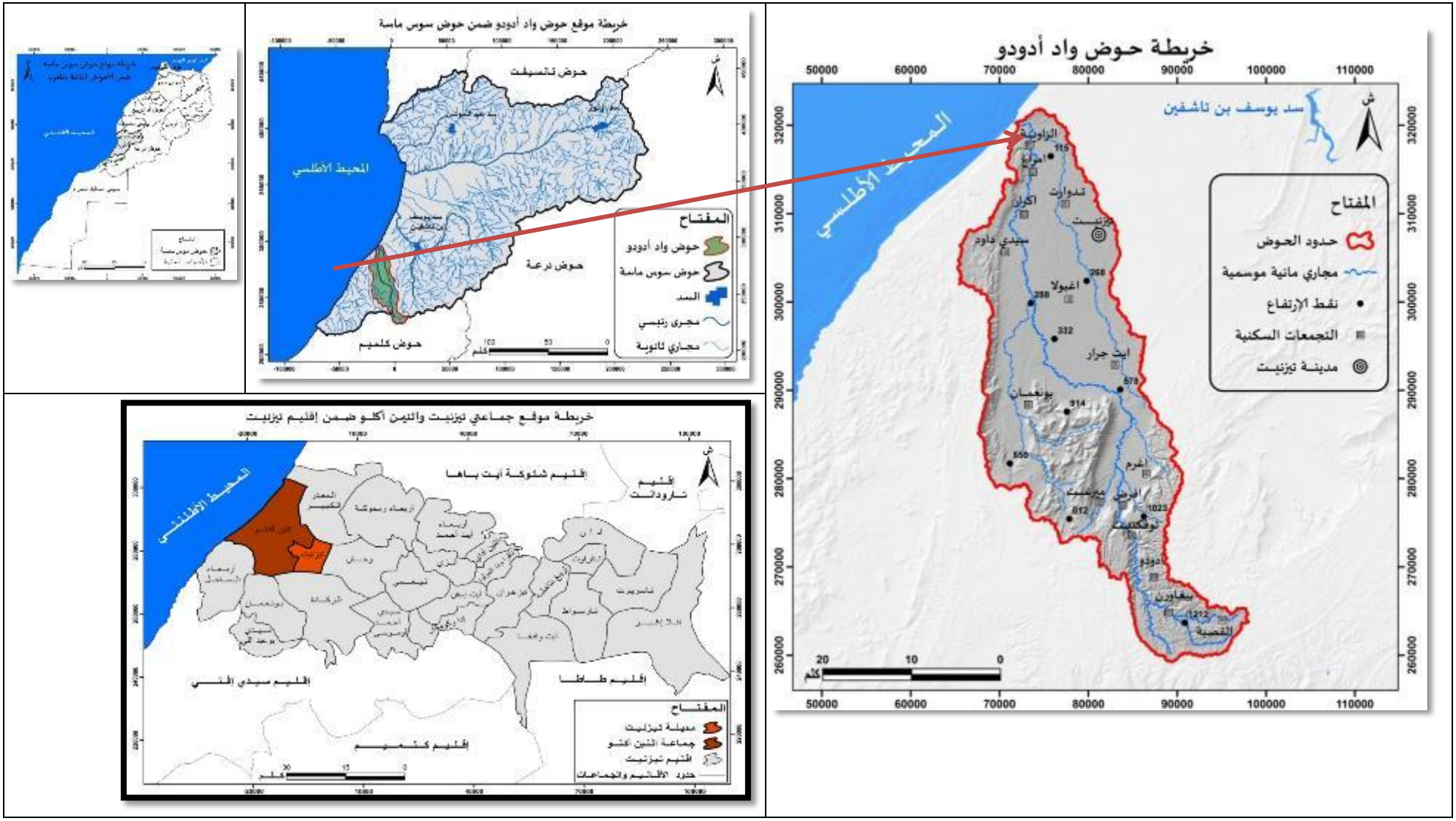
1- منطقة الدراسة.

يعتبر حوض وادي أدودو، حوضا ساحليا بمساحة تقدر ب 915 كلم^2، ومن أحد الأحواض المكونة لجهة سوس ماسة الكبير، حيث يحده شمالا حوض ماسة وشرقا الهضاب الهامشية للأطلس الصغير الغربي (كتلة كردوس) التي تنحدر منها أغلب روافد حوض وادي أدودو، أما من الجهة الجنوبية فيحده حوض كلميم، وأما غربا فتحده النهاية الشمالية لكتلة إفني والمحيط الأطلسي المصب النهائي للواد (شكل 1).

تنتمي سافلة الحوض إداريا (مدينة تزنيت وجماعة اثنين أكلو) إلى إقليم تزنيت بجهة سوس ماسة، بمساحة تبلغ حوالي 337.71 كلم^2 (31 بالمدينة و306,71 بالجماعة)، تستوطنها ساكنة تقدر ب 83939 نسمة (74699 بتيزنيت و10240 بجماعة اثنين أكلو) (CU de Tiznit, 2014).

تشكل سافلة حوض وادي أدودو من أبرز المراكز الأكثر عرضة للمخاطر الهيدرولوجية بإقليم تزنيت، فقد شهدت عددا من الأخطار المرتبطة بالحالات الهيدرولوجية الاستثنائية (extreme events) خلال العقود الأخيرة، وآخرها كان في شهر نونبر من سنة 2014. فسهل تزنيت الذي يعتبر جزئه الجنوبي الغربي سافلة لحوض وادي أدودو، يعرف تردد مجموعة من الفيضانات بعد تساقطات مطرية قوية ومركزة، والتي تؤدي إلى ارتفاع مهول لمياه شبكة التصريف المكونة أساسا من رافديه واد توخسين ووادي أدودو وغيرها والتي تخترق بعض أحياء مدينة تزنيت ومعظم دواوير جماعة اثنين أكلو لتصب في الأخير بشاطئ سيدي موسى (شاطئ أكلو). ويشكل وادي أدودو أهم هذه الأودية بالنظر إلى خصوصيته الطبيعية من حيث مساحة الحوض السفحي وطول مجراه وبنيته الجيولوجية شديدة التضرس إلى أن يصل الى جماعة أكلو حيث الانحدار ضعيف جدا.

الخريطة رقم (1): التوطين الجغرافي والاداري لحوض واد أودودو.



2- الآليات الطبيعية وعلاقتها بنشأة مخاطر الفيضانات

يعتبر تشخيص الخصائص المورفومترية والجيولوجية والهيدرولوجية وغيرها، من أهم المعطيات التي تمكن من فهم الميكانيزمات المتحكمة في حدوث المخاطر الهيدرومناخية. تمكن دراسة هذه المعطيات من معرفة مدى تأثيرها على دينامية التصريف النهري وسرعة الجريان المائي ودورها في نشأة المخاطر الهيدرولوجية بالمنطقة.

الجدول رقم (1): الخصائص المورفومترية لحوض وادي أدودو.

المساحة (الكلم²)	المحيط (الكلم)	طول (L) المستطيل المعادل (الكلم)	عرض (l) المستطيل المعادل (الكلم)	مؤشر التراص (Kg)	أعلى ارتفاع (H max)	أدنى ارتفاع (H min)	الارتفاع الواسط (م)	متوسط الانحدار (م/كلم)
915	209.4	95.1	9.62	1.93	1318	5	574	13.8

المصدر: خرائط الارتفاعات الرقمية

انطلاقا من الجدول رقم (1) يمكننا القول إن هذا الحوض يتميز بمساحة مهمة تساهم الى جانب ضعف نفاذية الصخارة وقلة الغطاء النباتي في تكوين وانتشار المسيلات السطحية ويساهم في تطور شبكة مائية متوسطة الكثافة (كثافة التصريف = 0.72 كلم/كلم²). ينتهي الحوض بشريط سهلي واسع يمثل تقريبا نصف مساحته ويعتبر منخفض تجميع لكل المياه الآتية من داخل الحوض، الأمر الذي يفسر أهمية الحمولة الصلبة التي يعرفها المجرى الرئيسي لوادي أدودو خلال الفترات المطيرة من السنة.

يتخذ الحوض الهيدروغرافي لوادي أدودو شكلا طوليا (مؤشر التراص = 1.93)، ورغم ذلك يتسم السلوك الهيدرولوجي لهذا الأخير بنوع من العدوانية، خصوصا في الفترات التي تستقبل فيها السفوح تساقطات غزيرة ومركزة، وهذا يؤكد أن وراء ذلك مؤشرات أخرى تساهم في تسريع وتيرة الجريان كمؤشر التضاريس الذي له دور كبير في تسريع الجريان السطحي. حيث متوسط الانحدار بالحوض (13.8 م/كلم)، وهو انحدار فوق المتوسط حسب تصنيف ORSTOM[1]، مما يبرز أنه رغم الشكل الطولي للحوض، إلا أن الانحدارات القوية بالمنطقة لاسيما في عالية الحوض ترفع بشكل كبير من سرعة جريان المياه التي تعمل على تغذية المجرى الرئيسي، الشيء الذي يساهم في الغالب في تسريع وتيرة الجريان، في حين تتواجد مدينة تزنيت وجماعة أكلو ضمن مجال تتراجع فيه نسبة الانحدارات إلى أقل من 5°.

توجد بالحوض وحدتين تضاريسيتين: وهما الوحدة المرتفعة التي تنتمي إلى الأطلس الصغير الغربي وتتمثل في الجبال والهضاب المشرفة، والثانية عبارة عن تضاريس منبسطة (سهل تزنيت) تطبعها الرتابة من حيث الانبساط وضعف التموج، وتشغل حوالي (50%) من مجموع مساحة الحوض.

من جهة اخرى، يتسم حوض وادي أدودو بنوع من التباين على مستوى نفاذية الصخور؛ حيث تغطي الصخور ذات النفاذية الضعيفة والمتوسطة حوالي (55%) من مساحة الحوض والتي تتشكل من صخور شيستية، كلسية دولوميتية، بينما تغطي الصخور النافذة حوالي (45%) والمتمثلة أساسا في الكلس البحيري الذي توضع فوق الشيست الأكادي بسمك يتراوح ما بين 4 و30 متر. تنضاف أهمية الصخور ضعيفة ومتوسطة النفاذية إلى التباين

(1) http://www.fao.org/3/w2570f/w2570f06.htm

الكبير في الانحدارات بين العالية (منطقة التصريف) والسافلة (سهل تجميع) وعدوانية التساقطات المطرية مما يؤدي إلى تسريع وتيرة الجريان.

تنتمي المنطقة إلى المناخ الجاف الذي يتميز بصيف حار وجاف وتساقطات ضعيفة إلى متوسطة خلال الفصل المطير، في حين تبقى باقي فصول السنة جافة، وذلك بفعل هبوب رياح الشركي وارتفاع درجات الحرارة، لكن هذه المؤثرات المناخية الصحراوية تبقى معتدلة نتيجة تأثير قرب المنطقة من المحيط الأطلسي الذي يلطف الجو، وبفعل كتلة كردوس التي تخفف من وصول تلك التيارات الهوائية الساخنة الآتية من الصحراء.

من حيث التوزيع المجالي للتساقطات، ينقسم حوض وادي أدودو بين الجهة الجنوبية الشرقية التي تمثل عالية الحوض، وتتلقى تساقطات يصل أقصاها إلى أكثر من 200 ملم، والجهة الشمالية الغربية التي تتلقى كميات ضعيفة (أقل من 150 ملم). وبالتالي يمكن اعتبار الجهة الجنوبية الشرقية، المزود الرئيسي للموارد المائية، وفي نفس الوقت مصدر الأخطار الهيدرولوجية التي تهدد الحوض.

نظرا لطبيعة الظروف المناخية القاحلة، يتميز الغطاء النباتي بحوض وادي أدودو بالانفتاح والتشتت، تغلب عليه تشكيلات مكارونيزية على هيئة الماطورال والسهوب، ويتشكل أساسا من شجر الأركان (*Argania Spinosa*) ويكون مصحوبا بنبات اليتوع الشوكي" تيكيوت" *Euphorbia* Echinus بعالية الحوض على ارتفاع 1000 و1318 متر بكثافة متوسطة عند "أكني ملولن" و"أكني نتكايا"، وبكثافة عالية عند هضبة الأخصاص (غابة أنثير). كما تنتشر بالسهل بعض التشكيلات النباتية الشوكية المكونة اساسا من *Launea Arborescens* و*Euphorbia Arborescen* و *Euphorbia regis-jubae*. رغم هذا التنوع، يعرف الغطاء النباتي بحوض وادي أدودو تراجعا كبيرا، بسبب توالي سنوات الجفاف والتدخلات البشرية التي تحد من تطوره، وينقص من فعاليته في حماية السطح، ويؤدي ذلك إلى تسريع وتيرة الجريان السطحي وتنشيط حركة التعرية.

3- منهجية البحث.

تعتمد الخطوات المنهجية (شكل 2) - فضلا عن تشخيص العوامل الطبيعية بمجال الدراسة وفهم الآليات الطبيعية وعلاقتها بنشأة الفيضانات - إلى مقاربتين: مقاربة تاريخية وأخرى إحصائية.

1-3 مقاربة تاريخية

أصبح من الضروري على الفاعلين المحليين وضع مجموعة من الاستراتيجيات والخطط الناجعة سواء تعلق الأمر بالقوانين التنظيمية (قانون الماء، قانون التعمير) أو بتلك التدخلات الميدانية التي من شأنها حماية المدينة والجماعة من المخاطر الهيدرولوجية.

يعد تحديد وتصنيف درجة هشاشة الأوساط المهددة من الأولويات التي ينبغي إعطائها أهمية بالغة في عملياتالإعداد التهيئة والتدخل الميداني، وذلك من خلال:

- دراسة مذكرات وتقارير سابقة للمصالح المحلية (وكالة الحوض المائي لسوس ماسة ومصلحة التجهيز والأشغال العمومية والجماعات الترابية) للوقوف على بعض الفيضانات التاريخية (1944 - 1986 - 1988- 1996- 2003 – 2010 - 2014) التي عرفتها سافلة الحوض (المجال الحضري لمدينة تزنيت وجماعة أكلو).
- تحليل الاستمارة الميدانية لتحديد وتصنيف الأحياء والدواوير المهددة بالفيضانات عبر تمثلات الساكنة المجاورة لكل من وادي أدودو بجماعة أكلو وواد توخسين بمدينة تزنيت وواد تمدغوست الذي يخترقهما معا. تتكون

العينة المستجوبة من 100 فرد من الساكنة المجاورة للأودية بالمناطق المأهولة بكل من الجماعتين الترابيتين بسافلة الحوض وتتوزع حسب الجدول (2).

الجدول رقم (2) توزيع العينة المستجوبة حسب مقاطع الأودية المخترقة لمدينة تزنيت وجماعة أكلو.

الأودية	مساحة الحوض المغذية للواد بكلم²	عدد المستجوبين
مقاطع سكنية على وادي أدودو	915 (100 %)	45
مقاطع سكنية على واد توخسين	106(11.5 %)	32
مقاطع سكنية على واد تمدغوست	142(15.5 %)	23
المجموع		100

المصدر: التحري الميداني 2018

الخطاطة رقم (1): خطاطة الخطوات المنهجية.

2-3 مقاربة إحصائية

لتحليل ومعالجة ترددات الأحداث الهيدرومناخية الشديدة الارتفاع (frequency analysis of hydroclimatic extreme events) لتصنيفها وتحديد خطورتها وفترة عودتها. يتوفر مجال الدراسة على 4 محطات. بعد دراسة توزيع التساقطات السنوية بكل المحطات، وبعدما قارنا بين معدلاتها، اتضح لنا ان المحطة الأكثر تمثيلا لتساقطات المنطقة وللحوض المدروس، هي محطة تالعينت (جدول 3)، فضلا عن كونها المحطة الوحيدة التي تسجل قيم الصبيب لوادي أدودو. لهذا تم اختيارها كمحطة مرجعية فيما تبقى من هذه الدراسة.

الجدول رقم (3): سلسلة المعطيات المسجلة بمحطة الدراسة

اسم المحطة	المعطيات المسجلة	السلسلة الإحصائية
تالـعيـنـت (X=83927; Y=288049) Z (الارتفاع) m = 483	التساقطات السنوية التساقطات السنوية القصوى	1988 - 2018
	الصبيب (وادي أدودو): اللحظي، اليومي، الشهري، السنوي	2018 - 1993

المصدر: المرصد الجوي تالعينت 2018

الجدول رقم (4): خصائص أهم حالات الفيضانات المدروسة بمدينة تزنيت وجماعة اثنين أكلو.

السنة	فترة الفيضان	خصائص الفيضان
1944	05/09/1944	مقتطف من كتاب[2]: "وكذلك وقعت غريبة ذلك النهار في تزنيت، فقد انسد مخرج الوادي فتراجع الماء نحو الديار مرتفعا حتى هدم 75 دارا، وقد فسد كل ما فيها من الأثاث والحبوب، ولكن الله حفظ السكان بوقوع ذلك وسط النهار، فتجارى الناس، فاخرجوا صبياهم خوفا من المياه. والناس الآن في هرج ومرج من بناء دورهم وترميمها. وهذا أيضا شيء لم يقع قط في تزنيت ولا آثر عن عهودها المتقدمة"
1986	1-5/03/1986	سجلت محطة تزنيت معدل سنوي ضعيف (148 ملم)، وبالتالي فان هذا الفيضان جاء نتيجة تساقطات مطرية (68 ملم) مركزة في فترة زمنية قصيرة خمسة أيام (1- 5 مارس) مما أدى إلى ارتفاع الحمولة الصلبة لواد توخسين.
1988	25-26/11/1988 تاريخ الذروة 26/11/1988	عرف الحوض تساقطات مطرية مهمة (349.7 ملم) بمحطة تزنيت، منها (110.1 ملم) سجل في شهر نونبر. ساهمت في رفع صبيب المجرى، مما شكل فيضان كارثي، استغرق 48 ساعة وخلف خسائر بشرية ومادية كبيرة.
1996	6-31/12/1996 تاريخ الذروة 22/12/1996 15:00	تساقطات مطرية مهمة (458 ملم بمحطة تالعينت، 403 ملم بمحطة تزنيت تلك السنة)، سجل في شهر دجنبر لوحده 132 ملم بمحطة تالعينت و90.7 ملم بمحطة تزنيت ودامت خلاله الاضطرابات 26 يوما موزعة على أربع فترات ذروية. فيضان مركب من أربع حالات متتالية وصل أقصاها 190 م³/ث يوم 22 دجنبر 1996 حيث سجل اعلى صبيب لحظي 266 م³/ث. خلف خسائر مادية (انهيار منازل وانجراف الأراضي الفلاحية وإتلاف المغروسات والمحاصيل الزراعية).
1997	20/04/1997 تاريخ الذروة 20/04/1997 02:00	تساقطات مطرية متوسطة (181 ملم بمحطة تالعينت؛ 168 ملم بمحطة تزنيت) جاء جلها (83%) مركز في فترة زمنية قصيرة. في ضرف نصف ساعة تم تسجيل صبيب لحظي مهم وصل أقصاه 325 م³/ث يوم 20 أبريل 1997. شبيه بالفيضانات الصيفية نتيجة العواصف الرعدية الوجيزة.
2003	13-14/08/2003 تاريخ الذروة 13/08/2003 16:30	تساقطات مطرية ضعيفة؛ إذ لم تتجاوز الحصيلة السنوية 136 ملم بمحطة تالعينت 146 ملم بتزنيت. نموذج الفيضانات الصيفية التي تتميز بتساقطات رعدية قوية ومركزة. حيث انه خلال نصف ساعة فقط وصلت ذروة الصبيب اللحظي إلى 770 م³/ث، ووصل ارتفاع المياه عند حصيرة معبر إمنتركا إلى 3.78 متر.
2010	15-18/02/2010 تاريخ الذروة 18/02/2010	تساقطات مطرية مهمة (363 ملم) نصفها سجل في شهر فبراير، نموذج فيضانات فصل الشتاء، اربعة ايام من التساقطات المتوالية ساهم في ارتفاع للصبيب اليومي الذي وصلت ذروته في يوم 18 فبراير بقيمة 113 م³/ث وصبيب لحظي قصوي (475 م³/ث). خلف خسائر مادية (انهيار

(2) - العلامة محمد المختار السوسي: "كتاب خلال جزولة"، الجزء الرابع، الصفحة 32.

السنة	فترة الفيضان	خصائص الفيضان
	10:30	منازل وانجراف الأراضي الفلاحية وإتلاف المغروسات والمحاصيل الزراعية).
2014	21-29/11/2014 تاريخ الذروة 8/11/2014 18:00	تساقطات مطرية مهمة (370 ملم بمحطة تزنيت و366 ملم بمحطة تالعينت)، (70%) منها بشهر نونبر، و28 نونبر سجل لوحده علو مطري 119.5 ملم. فيضان خريفي، سجل وادي أدودو صبيبا قياسيا وصلت قيمته 294 م³/ث واعلى صبيب لحظي (1035 م³/ث) سجل بالمحطة. وقد وصل ارتفاع المياه بهذه المحطة إلى 7,5 م. منخفض أطلسي من بين أقوى المنخفضات التي خلال الألفية الجديدة. قدرت الخسائر جراء الفيضانات بما يناهز 1.5 مليار درهم وضحية واحدة.

4- نتائج البحث.

4-1 كرونولوجيا أهم حالات الفيضانات بمدينة تزنيت وجماعة اثنين أكلو

بالاعتماد على بعض الدلائل التاريخية ودراسة مذكرات وتقارير سابقة للمصالح المحلية سنحاول دراسة أهم وأقوى حالات الفيضانات المسجلة في تاريخ مدينة تزنيت وجماعة اثنين أكلو، حيث تم انتقاء 8 حالات مختلفة من الفيضانات من أجل أخذ فكرة شاملة عن طبيعة الفيضانات التي تعرفها المنطقة بين الفينة والأخرى (الجدول 4).

أهم ما يمكن استخلاصه من استحضار هذه الحالات الثمانية، والتي تعد من أهم الفيضانات التي عرفها مجال الدراسة خلال فترات مختلفة؛ هو أن قوة هذه الفيضانات ترتبط دائما بقوة التساقطات اليومية رغم أن المعدلات السنوية تبقى جد عادية. نفس النمط يسري على معدلات الصبيب السنوي المتقارب. يبقى الاختلاف الوحيد، في الخصوصيات المميزة لكل حالة وفي درجة تعقدها (من حيث شكل المنحنى، المدة الزمنية، مدة الصعود والنزول). لكن على العموم يبقى أهم ما يمكن استخلاصه، هو أن مجال الدراسة يعرف تردد فيضانات قوية ومعقدة في كل الفصول تقريبا. حيث ترتبط بالدرجة الأولى بقوة الصبيب اليومي واللحظي، وبالدرجة الثانية بطبيعة الظروف الطبيعية الملائمة.

4-2 تساقطات مطرية ضعيفة وغير منتظمة

اعتمادا على سلسلة إحصائية لثلاثين سنة (1988-2018)، يتلقى حوض أودودو تساقطات مطرية سنوية بين 139 ملم في السافلة و166 ملم في جزئه الأكثر ارتفاعا. تتميز هذه التساقطات المطرية بعدم الانتظام نظرا لانتمائه إلى نطاق المناخ المتوسطي الجاف، في منطقة انتقالية باتجاه المناخ شبه الصحراوي، حيث قيم التغايرية مرتفعة تتعدى في كل المحطات 50 %، ومجال ثقة يفوق 30 ملم في السنة (جدول رقم 5).

الجدول رقم (5): المعدل السنوي (ملم) ومجال الثقة (IC) للتساقطات المطرية بكل من محطة تالعينت، يوسف بن تاشفين، تزنيت ووجان.

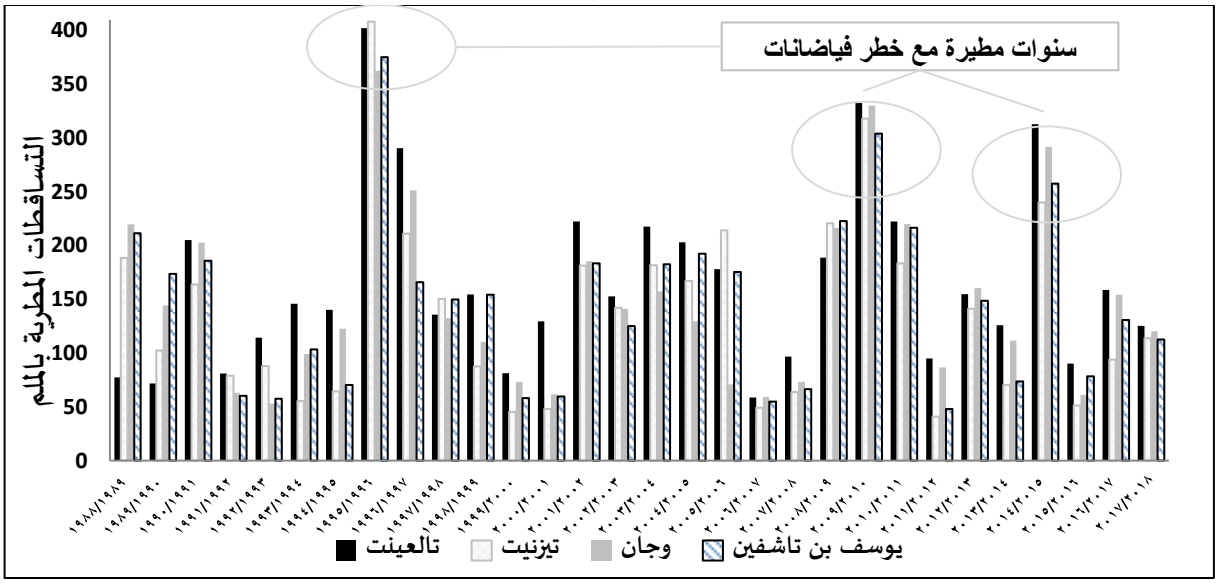
	تالعينت(Z = 483)	يوسف بن تاشفين (Z = 115)	وجان(Z = 180)	تزنيت (Z = 225)
المعدل السنوي (ملم)	165,6 (± 31,1)	146,6 (± 30)	148,9 (± 30,8)	**138,9 (± 32,5)**

المصدر: محطات الرصد الجوي 2018

Z: الارتفاع عن سطح البحر.

انطلاقا من المبيان رقم (1)، يمكننا القول إن التوزيع السنوي للتساقطات بالمحطات الأربعة يعرف تباينا كبيرا من سنة لأخرى؛ حيث سجلت هذه المحطات الأربعة في بعض السنوات، كميات مطرية مهمة وصل اقصاها إلى 408 ملم، وذلك بمحطة تزنيت سنة 1996/1995، وفي نفس السنة أيضا سجلت المحطات المتبقية أعلى معدل سنوي بالنسبة لها ب 402.3 ملم في محطة تالعينت، و375.2 ملم بمحطة سد يوسف بن تاشفين و362.5 ملم بمحطة ويجان. تدل قيم التساقطات المطرية على أن هذه السنة عرفت فيها المنطقة فيضانات مهمة. بينما وصلت أدنى كمية من التساقطات إلى 41 ملم، سجلتها كذلك محطة تزنيت خلال سنة 2012/2011، وفي نفس السنة كذلك بمحطة يوسف بن تاشفين بكمية 48 ملم، بينما وصلت بمحطة وجان 53 ملم سنة 1993/1992، و58.4 ملم بمحطة تالعينت سنة 2007/2006.

المبيان رقم (1): التوزيع السنوي للتساقطات المطرية بمحطات (تالعينت، تزنيت، وجان وسد يوسف بن تاشفين) ما بين سنتي (1988-2018).



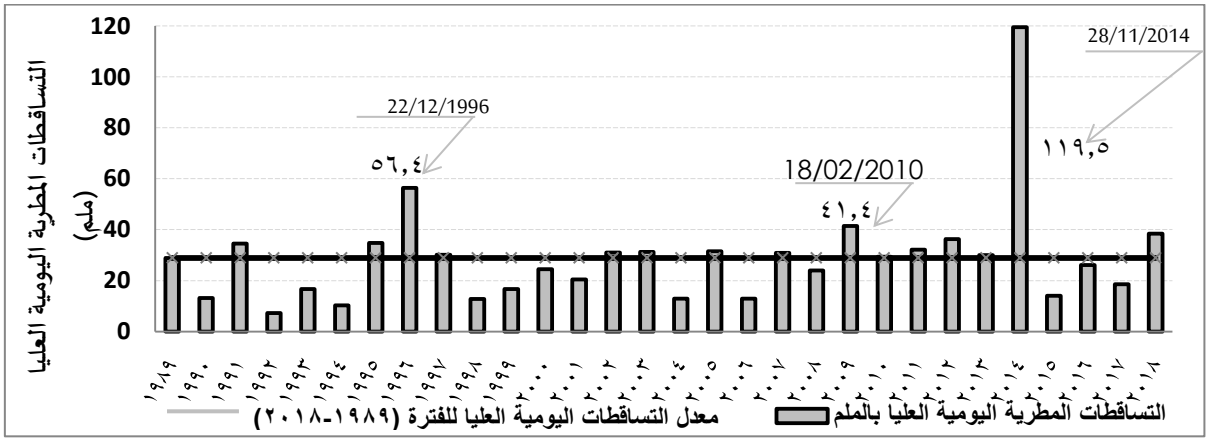
المصدر: وكالة الحوض المائي سوس ماسة، بتصرف.

تتباين كمية التساقطات المطرية التي يستقبلها حوض وادي أدودو تبعا لتعاقب الفصول؛ حيث تمتد الفترة الجافة الى 7 أشهر (أبريل إلى أكتوبر)، وتتركز التساقطات في الفترة الرطبة من نونبر إلى شهر مارس.

يتضح من خلال المبيان رقم (1)، أن هناك سنوات جد مطيرة تفوق بكثير المعدل السنوي للتساقطات المطرية في كل المحطات. هذه السنوات (1996/1995 – 2010/2009 و2015/2014)، تعتبر سنوات استثنائية في سلسلة تمتد ل 30 سنة، نتج عنها تنشيط للجريان السطحي وفيضانات.

تكتسي التساقطات اليومية، أهمية بالغة في دراسة وفهم المخاطر الهيدرولوجية بصفة عامة، فإذا نظرنا عن قرب إلى توزيع القيم القصوى للتساقطات اليومية لمحطة تالعينت (1989-2018) من أجل إبراز دورها في نشأة الفيضانات (المبيان رقم 2) يتضح أن أكبر كمية من التساقطات المطرية اليومية، قد تراوحت في جل السنوات بين 20 و40 ملم، باستثناء ثلاث سنوت التي تجاوزت فيها كمية هذه التساقطات 40 ملم، لتسجل الأولى 56.4 ملم سنة 1996 والثانية 41.4 ملم سنة 2010، بينما أكبر قيمة وصلت 119.5 ملم سنة 2014. في حين سجلت المحطة أدنى قيمة سنة 1992 بمعدل 7.3 ملم.

المبيان رقم (2): التساقطات المطرية اليومية العليا بمحطة تالعينت (1989-2018).



المصدر: وكالة الحوض المائي لسوس ماسة، بتصرف.

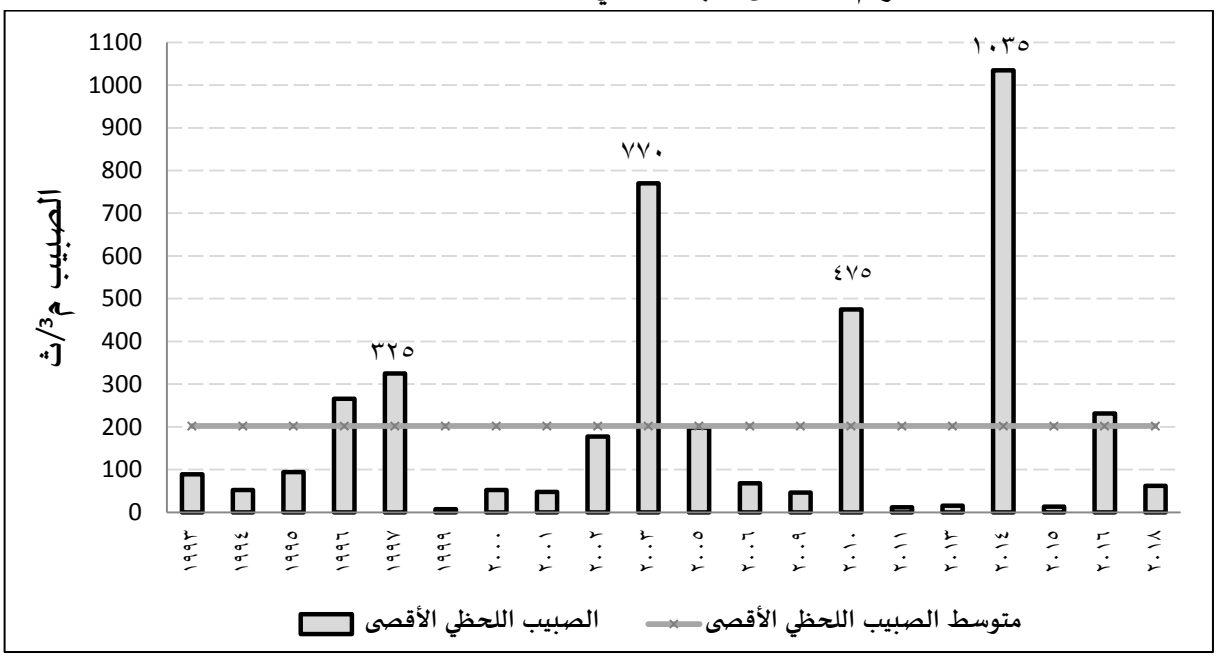
3-4 ترددات أعلى صبيب لحظي بمحطة تالعينت (1993-2018).

سنحاول دراسة بعض أهم حالات الفيضانات التي عرفتها المنطقة، وربطها بمعطيات التساقطات والصبيب التي توفرها محطة تالعينت داخل السلسلة الإحصائية (1993-2018)، باعتبارها المحطة الهيدرولوجية المرجعية داخل الحوض.

غالبا ما يلاحظ على أن بعض الفيضانات تدوم أقل من يوم واحد، وحتى يتسنى فهم تفاصيل هذه الظواهر القصيرة الظهور والكبيرة الآثار، تم الاعتماد على الصبيب اللحظي الأقصى بمحطة تالعينت خلال السلسلة الإحصائية (1993-2018)، باعتباره أدق المعطيات الهيدرولوجية.

قبل الشروع في تحليل ترددات القيم القصوى وجب توضيب سلسلة القيم المسجلة وذلك بحذف قيم الصبيب لسنوات الجفاف والتي لم تعرف جريانا مهما من شانه احداث فيضانات. وبما أن معدل صبيب الفيضان، يتحدد في 3 متر^3/ثانية (ثلاث أضعاف الصبيب العام)، إذن فمن أجل استخراج القيم العليا للصبيب اللحظي تم الاعتماد فقط على القيم التي تساوي أو تتجاوز 3متر^3/ثانية. أفرز تطبيق هذه العملية من بين 26 سنة 6 سنوات دون المعدل، وهي تقريبا سنوات جافة (1998-2004-2007-2008-2012-2017)، لهذا تم استثناؤها من هذه الدراسة ونقتصر فقط على باقي السنوات، والتي اعتمدت لنمذجة صبيب الفيضانات (المبيان رقم 3).

المبيان رقم (3): أعلى صبيب لحظي بمحطة تالعينت (1993-2018).



وكالة الحوض المائي لسوس ماسة - بتصرف.

يسجل الصبيب اللحظي، قيما عليا تتجاوز في غالب الأحيان 50 متر³/ثانية. كما نسجل كذلك أن أعلى قيمة هي في حدود 1035 متر³/ثانية وذلك سنة 2014 أي حوالي 5 مرات متوسط الصبيب اللحظي الأقصى للسلسة الإحصائية (1993 - 2018) بمحطة تالعينت والذي هو 201.9 متر³/ثانية.

يهدف هذا التحليل الاحصائي إلى تحديد خصائص سلسلة القيم العليا للصبيب اللحظي من أجل تحديد احتمال حدوثها وتأثيرها على حوض واد اودودو عند محطة تلعينت. تحليل الترددات في هذه الدراسة يجعل من الممكن توصيف حجم الظواهر الهيدرلوجية المتطرفة من أجل تحديد احتمالات حدوثها. ويقوم هذا الأسلوب على تحديد وتنفيذ نموذج ترددات (frequency analysis model)، وهي المعادلة الرياضية التي تحاكي السلوك الإحصائي لسلسلة من الأحداث واحتمال وقوع حدث من قيمة معينة (Meylan et Musy, 2008). وقد اعتمدنا في استخراج هذه الترددات على برنامج (HYFRAN-plus2).

ارتكز اختيار النموذج الأمثل على محاكات ترددات القيم العليا للصبيب اللحظي، حيث قمنا بمقارنة النماذج المعمول بها (Normal، Gumbel، GEV، Exponential، وGamma) واختبار كفاءتها حسب المعيارين الإحصائيين (AIC: Akaike Information Criterion) لصاحبه (Akaike, 1973) و BIC)) Bayesian Information Criterion لصاحبه (Schwarz, 1978). مكننا هاذين المعيارين من تصنيف القوانين حسب ما تم احتماله، والقانون الذي حصل على أضعف قيم المعيارين هو الأقرب في تحديد الصبيب اللحظي الأقصى بشكل مناسب (الجدول 6).

الجدول رقم (6): نتائج معياري (AIC) و(BIC) للتنبؤ بالصبيب اللحظي الأقصى لوادي أدودو بمحطة تالعينت.

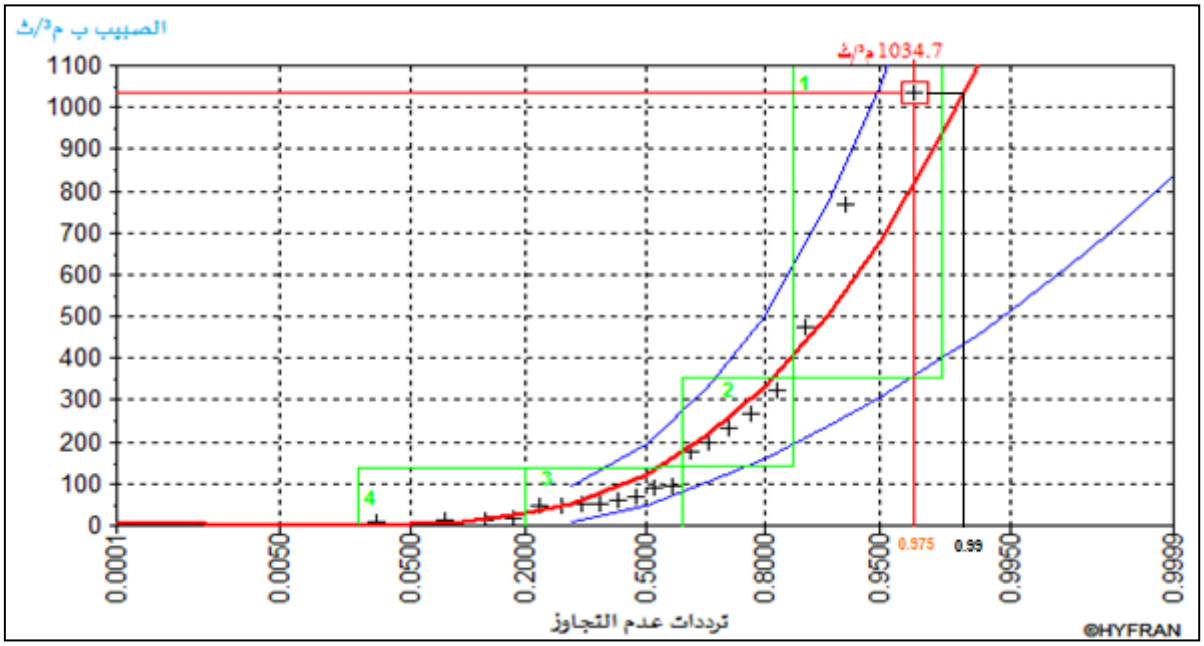
القانون	معيار AIC	معيار BIC
Gamma	254.9	256.9
Exponential	256.8	258.8
GEV	256.5	259.4
Gumbel	270.8	272.8

القانون	معيار AIC	معيار BIC
Normal	284	286

المصدر: معطيات المحطة الهيدرولوجية تالعينت - بتصرف

يتضح إذن من خلال الجدول رقم (6) وبعد إجراء المقارنة الرقمية للمعيارين الإحصائيين (AIC) و (BIC)، واختبارنا لقوانين (Normal)، (Gumbel)، (GEV)، (Exponential)، (Gamma)، أن هذا الأخير هو الأكثر قدرة على محاكاة قيم أعلى صبيب لحظي لوادي أدودو بمحطة تالعينت، وبالتالي يمكننا من خلاله استخلاص احتمالات عودة القيم العليا للصبيب والتي غالبا ما تتسبب في حدوث فيضانات بالحوض المدروس.

المبيان رقم (4): توزيع ترددات الصبيب اللحظي الأقصى بمحطة تالعينت حسب قانون (Gamma).



يتميز توزيع القيم العليا للصبيب اللحظي بمحطة تالعينت بعدم الانتظام والتباعد بين القيم العليا والدنيا، باستثناء القيم التي تتوسطهم، والتي تتميز نوعا ما بالانتظام، ويظهر ذلك من خلال الشكل الخطي الذي تتخذه، وهو ما يتضح بشكل جلي عند تقسيم هذه القيم إلى مجموعة من الفئات:

الفئة الأولى: تمثلها 3 سنوات ذات صبيب لحظي قوي جدا، وصل أقصاه 1034.7 متر³/ثانية سنة 2014.

الفئة الثانية: سجلت 5 سنوات ذات صبيب لحظي قوي نوعا ما، بلغ أقصاه 325متر³/ثانية سنة 1997.

الفئة الثالثة: عرفت صبيب متوسط، تأرجح بين 94 م³/ث كأقصاه و 6 .46 متر³/ثانية كأدناه. وقد سجلته المحطة خلال 8 سنوات.

الفئة الرابعة: سجلت 4 سنوات ذات صبيب لحظي ضعيف، مقارنة مع باقي القيم .وقد تراوح قيم هذا الصبيب بين 15.21 و7.584 متر³/ثانية.

مكنتنا نمذجة ترددات قيم الصبيب اللحظي بمحطة تالعينت حسب قانون (Gamma) من تحديد قيم الصبيب اللحظي الأكثر تكرارا، وأيضا مدة تكراره أي احتمالية فترات رجوعها (الجدول رقم 7).

الجدول رقم (7): احتمالية فترات رجوع القيم العليا للصبيب اللحظي لوادي أدودو بمحطة تالعينت.

فترة العودة بالسنوات	ترددات عدم التجاوز حسب قانون GAMMA	الصبيب اللحظي الأقصى ب م³/ث
100	0.99	1034.72

فترة العودة بالسنوات	ترددات عدم التجاوز حسب قانون GAMMA	الصبيب اللحظي الأقصى ب م³/ث
50	0.98	911.61
20	0.95	676.21
10	0.90	501.44
5	0.8	331.29
2	0.5	120.65

المصدر: معطيات المحطة الهيدرولوجية تالعينت

انطلاقا من النتائج المحصل عليها، نلاحظ أن أكبر القيم (الظواهر الاستثنائية جدا) هي التي تتحدد في التردد 0.99، والتي سجلتها المحطة مرة واحدة طيلة مدة اشتغالها، وذلك سنة 2014، مما يدل أن هذا الحجم من الصبيب لا يعرفه الحوض المدروس إلا مرة واحدة كل 100 سنة. كما نسجل أن أدنى القيم العليا للصبيب اللحظي هي التي سجلت على التردد 0.5 ب 120.65 متر³/ثاني، بمعنى أن حوض وادي أدودو يعرف كل سنتين صبيب من هذا الحجم.

5- درجة الخطورة والمجالات السكنية المهددة بالفيضانات مدينة من خلال تمثلات الساكنة.

من أجل تسطير أي استراتيجية استباقية للحد من الفيضانات واثارها على الانسان وبيئته، يقتضي معرفة الأماكن المهددة بهذا الخطر، وذلك بإشراك الساكنة المحلية لأخذ تمثلاتهم وتصوراتهم تجاه الأودية التي تهددها وتهدد ممتلكاتهم.

سنحاول دراسة درجة خطورة الأودية الرئيسية المخترقة لكل من تزنيت وأكلو (وادي أدودو، واد تمدغوست وواد توخسين)، اعتمادا على المؤشرات التاريخية وتمثلات الساكنة ثم تحديد مستويات الغمر المائي وذلك حسب المجاري المائية من الفيضان العادي إلى الفيضان الاستثنائي (لشهر نونبر 2014)، وهو ما سمح بتحديد درجات متباينة من نطاقات الخطر الناتجة عن الغمر المائي. والشكل رقم (2) يوضح نطاقات الخطر الناتجة عن الغمر المائي بالمجال الحضري لتزنيت والجماعة الترابية إثنين أكلو.

تبين نتائج الاستمارة والمقابلات الشفوية (الجدول رقم 8) مع السكان المحليين، أن كل من وادي أدودو بجماعة أكلو وواد توخسين بمدينة تزنيت، هي التي تشكل تهديدا حقيقيا للساكنة المجاورة، وتسبب أضرارا خطيرة في أوقات الفيضانات. في حين تبقى خطورة واد تمدغوست الذي يمر غرب المدينة ضعيفة **إلا** عند مستوى حي تمدغوست وحي تدوارت تصبح الخطورة متوسطة إلى قوية، وذلك قد يكون راجع أساسا إلى بعده عن التجمعات السكنية وصغر مساحة الحوض الهيدروغرافي الذي يغذيه مقارنة مع حوض وادي أدودو.

الجدول رقم (8): درجة خطورة الأودية المخترقة لمدينة تزنيت وجماعة أكلو حسب تمثلات الساكنة.

الأودية	المساحة المغذية للحوض ب كلم²	عدد المستجوبين	درجة الخطورة		
			قوية	متوسطة	ضعيفة
وادي أدودو	915.01	45	100 %	0	0
واد توخسين	105.88	32	94 %	6 %	0
واد تمدغوست	141.83	23	17,4 %	43,5 %	39 %

المصدر: التحري الميداني 2018

بالرجوع إلى الفيضانات التاريخية التي شهدتها المنطقة، استشهادات الساكنة المحلية وباعتماد الخريطة الطبوغرافية 1/50000 ومرئيات Google Earth Pro نستنتج أن الأحياء المتواجدة على ضفتي واد توخسين تنتشر على مستويات ارتفاعية لا تتجاوز المجاري ب 4 أمتار أو أقل، مما يجعلها مهددة باستمرار؛ وأن أي ارتفاع لمنسوب مياه هذا الواد، الذي يتسبب دوما في فيضانات مدينة تزنيت، سيؤدي إلى نتيجة مفادها تدفق المياه في اتجاه هذه الأحياء، مما ينتج عنه غمر هذه الأخيرة. إذ أن الطوابق الأرضية لبعض المنازل بحي تجزئة النخيل والحي الصناعي، وبعض المحلات التجارية والمباني السكنية بشارع سيدي عبد الرحمان (إكي واسيف) بالمدينة القديمة، غالبا ما تغمر بالمياه عند حدوث الفيضانات. كما أن محطة معالجة المياه العادمة الموجودة بحي دوتركا، والتي لا تفصلها عن الواد إلا أمتار قليلة مهددة بشكل دائم، في ظل عدم وجود حائط وقائي على جنبات هذه المحطة. لا يختلف الأمر كذلك عن الجهة الجنوبية للمدينة عند واد تمدغوست، فمستوى المجرى لا ينخفض عن مستوى المباني السكنية والمحلات التجارية إلا قليلا، بل إن بعض هذه المباني بالجزء الشرقي لحي تمدغوست توجد داخل حدود الملك العمومي المائي، كما أن حي إدرق هو الآخر أقيم على جزء كبير من المجرى، مما يجعل بذلك هاذين الحيين في حالة الغمر عند كل حالة فيضان.

نسجل كذلك، أن الأحياء التابعة للمدينة (جدول رقم 9) لا تتعرض للفيضانات بنفس الخطورة. حيث أن 13 حيا من مجموع أحياء مدينة تزنيت التي يبلغ عددها 26 معرضة لخطر الفيضان، غير أن الاختلاف بين هذه الأحياء يظهر من خلال درجة الخطر، ذلك أننا نميز داخل هذه الأحياء بين تلك المعرضة بشكل قوي لخطر الفيضان، ويتعلق الأمر بأحياء المدينة القديمة (حي أيت محمد، حي إدزكري، حي إدلحى وحي إداوكفا)، إضافة إلى الحي الصناعي، حي واحة تاركا، حي دو تركا، حي أفراك وحيي تمدغوست وإدرق بالجهة الجنوبية للمدينة، بنسبة (68%) من مجموع المستجوبين، حيث أن أغلبيتهم اتفقوا على أن هذه الأحياء مهددة بدرجة خطورة قوية بظاهرة الفيضانات. بينما تبقى الأحياء المتبقية معرضة بين الدرجة المتوسطة والضعيفة. ويمثل المجال المعرض للغمر (52.7%) من مساحة مدينة تزنيت، و(59%) من ساكنتها تظل مهددة باستمرار، مما يجعل هذا الخطر من أكبر الرهانات التي يواجهها المسؤولون بهذه المدينة (شكل رقم 3؛ 4).

بالنسبة للجماعة الترابية إثنين أكلو، قربها من مجرى وادي أدودو أدى إلى وجود أحياء معرضة باستمرار لخطر الفيضان (جدول رقم 10)، بل هناك بعض الأحياء متواجدة بالملك العام المائي (دوار العوينة، دوار إكرارن سيدي عبد الرحمان، دوار أمراغ ودوار زاوية سيدي وكاك) أو يفصلها فقط متر إلى خمسة أمتار عن المجرى الرئيسي لوادي أدودو. إن المجال الترابي لجماعة اثنين أكلو معرض بشكل كبير (76%) لخطر الفيضانات، لكون الأحياء السكنية تتواجد بجنبات الوديان وكذلك ضيق وضعف وعاء وعمق مجاري الوديان لاسيما الواد الرئيسي (وادي أدودو). ويلاحظ في موقع جماعة أكلو، أنه جاء على محظ الصدفة ولم تسبقه دراسات قبلية، على اعتبار أن ملامح التجمع البشري بدأت تظهر بالمنطقة في الستينيات من القرن الماضي، وأصبح التوسع على حساب مجالات الملك العام المائي أمر عادي. بحكم تضرس الهوامش الجنوبية للتجمع البشري أكلو (كتلة إفني) فإنه من الطبيعي أن يتجه التعمير في اتجاه منخفض وادي أدودو. هذا ومع توالي سنوات الجفاف جعل المسؤولين والساكنة في غفلة تامة عن الخطر الذي تجسده فيضانات وادي أدودو بالمنطقة، والأخذ بعين الاعتبار موقع أكلو كموقع مهدد وباستمرار بحكم كونه مصب العديد من الأودية كالمجرى الرئيسي لوادي أدودو وواد تمدغوست وغيرها، وبالتالي فجميع الحمولات المائية تتجه نحو الشريط الساحلي مخترقة مجموعة من الدواوير (شكل رقم 3؛ 4).

خاتمة.

يواجه الحوض المائي لوادي أودودو ظاهرة تقلب المناخ، والتي تتميز بتكرار حدوث الفيضانات. ومن خلال دراسة خصوصيات وميكانيزمات ثمان حالات للفيضانات التي شهدها مجال الدراسة، نستنتج أن ظاهرة الفيضانات، ترتبط دائما بقوة التساقطات المطرية وتركزها، مما يساهم في رفع منسوب الصبيب داخل المجرى، وبالتالي المساهمة في غمر المياه لمجموعة من الأحياء السكنية مخلفة بذلك خسائر مادية كبيرة. في شقها الكارطوغرافي ومن أجل توجيه تدخلات الفاعلين في الميدان، مكنت هذه الدراسة من تحديد المناطق المهددة بالفيضانات وتصنيفها حسب درجة الخطورة.

من جهة أخرى، مكنت المقاربة الاحصائية على بيانات الصبيب باستخدام نموذج تحليل الترددات واحتمالات حدوث الأحداث الهيدرومناخية الشديدة (فيضانات) وكذلك حساب قيم الصبيب اللحظي التي توافق فترات العودة من 2 و5 و10 و20 و50 و100 سنة.

يمكن استخدام هذه العتبات (التساقطات والصبيب النهري) في توقع الفيضانات اليومية وبمثابة أداة لدعم القرار في البحث عن حلول لمكافحة مخاطر الفيضانات في سافلة حوض وادي أدودو والتقليل من عواقبها.

الجدول رقم (9): الأحياء المهددة بخطر الفيضانات بمدينة تزنيت.

الأحياء المعرضة للفيض	عدد السكان (نسمة)	المساحة بالمتر²	نقط الارتفاع بالمتر	عدد المستجوبين (50)	درجة		
					قوي	متوسط	ضعيف
حي أيت محمد	11326	470	37	7	100	0	0
حي إدزكري	2511	210	40	4	100	0	0
حي إدلجى	4571	400	42	4	75	25	0
حي إداوكفا	5249	390	36	4	100	0	0
حي تجزئة عين الزرقاء	3400	1910	64	5	20	80	0
حي تجزئة النخيل	1808	560	60	3	33	67	0
الحي الصناعي (أسملال)	1784	330	52	4	75	25	0
حي أفراك	4886	500	50	4	75	25	0
حي واحة تاركا	808	5290	217	3	100	0	0
حي دوتركا	1722	2200	212	4	50	50	0
حي تمدغوست	1657	2640	248	3	76	33	0
حي الفرح	3281	1260	251	2	0	100	0
حي إدرق	1004	170	225	3	100	0	0

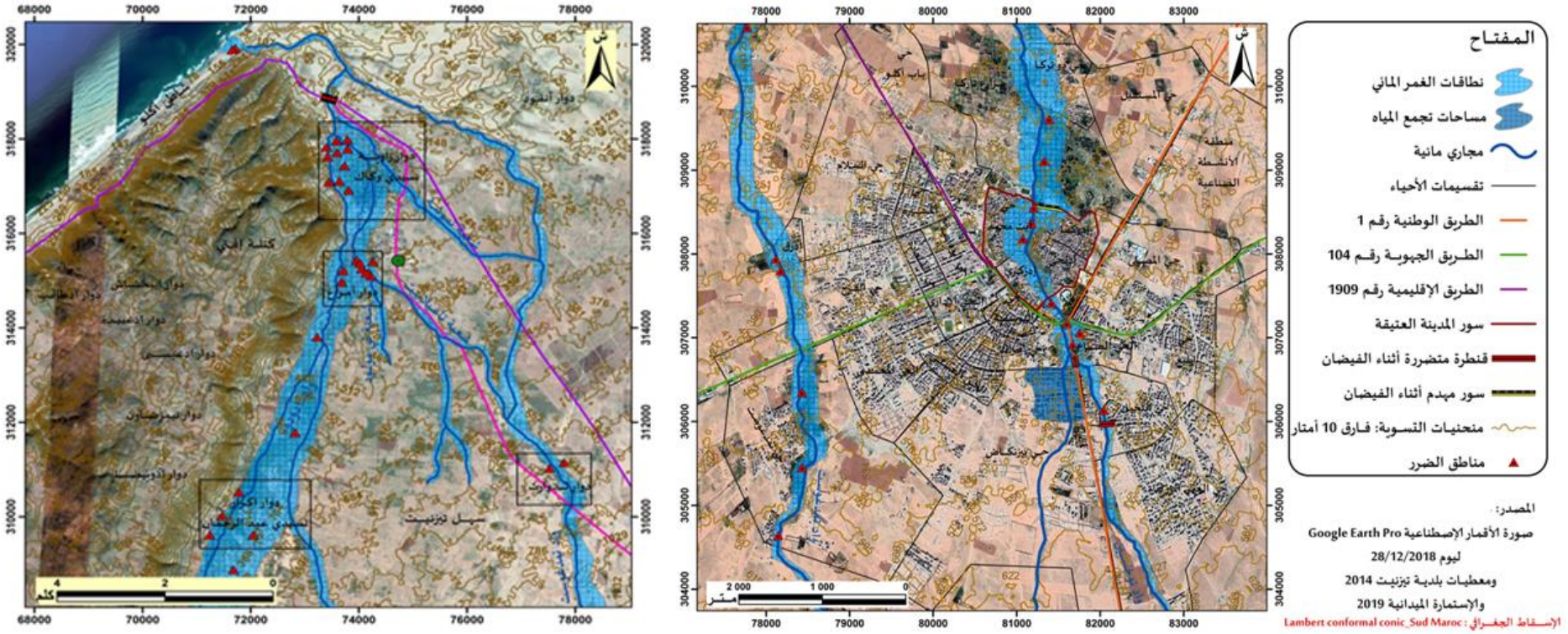
المصدر: التحري الميداني 2018

الجدول رقم (10): الأحياء المهددة بخطر الفيضانات بجماعة اثنين أكلو.

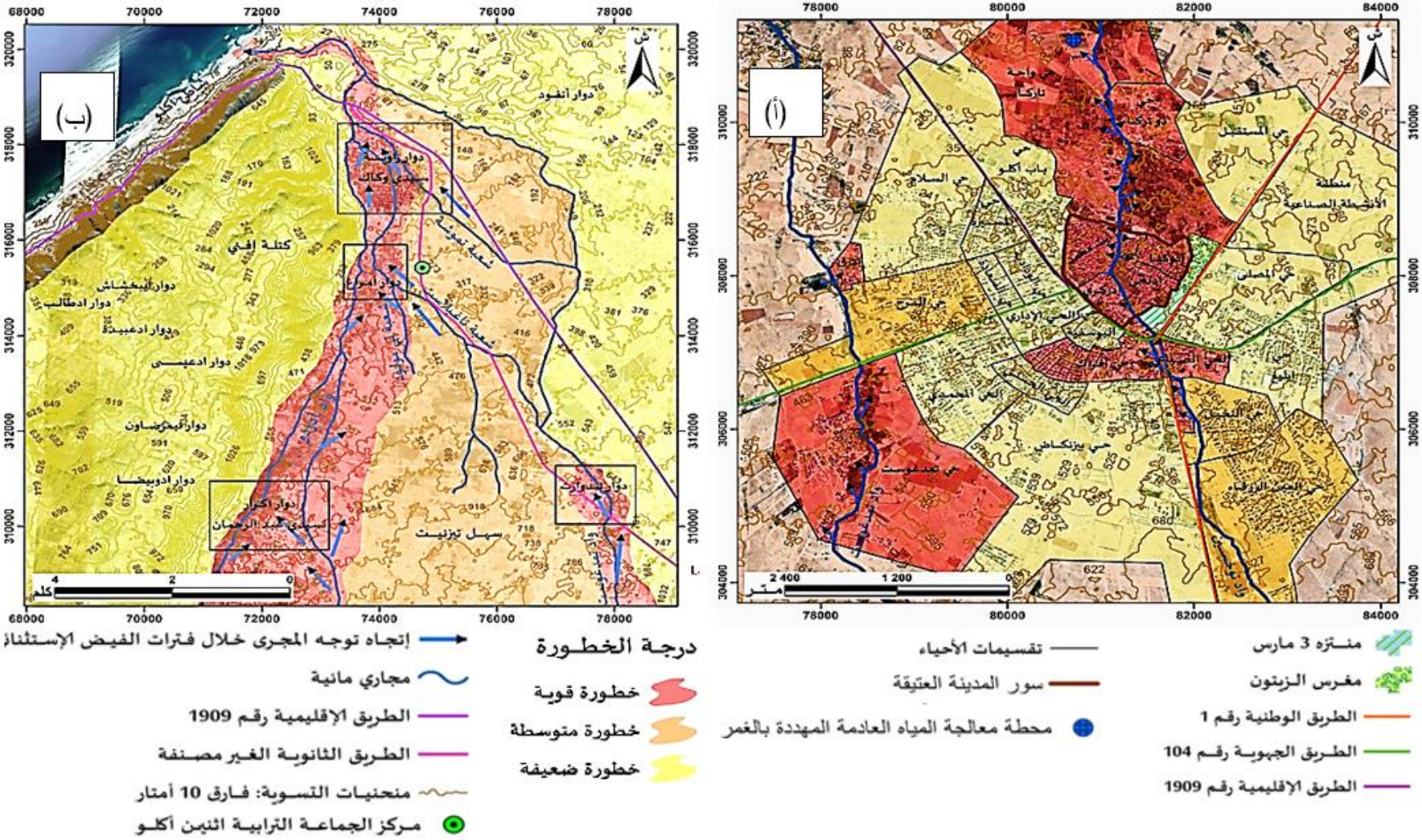
الدواوير المعرضة للفيض	عدد السكان (2014)	نقط الارتفاع بالمتر	عدد المستجوبين (50)	درجة التهديد		
				قوي	متوسط	ضعيف
دوار زاوية سيدي وكاك	1848	100	20	100 %	0	0
دوار امراغ	1558	123	12	100 %	0	0
دوار اكرار سيدي عبد الرحمان	942	180	8	100 %	0	0
دوار العوينة	480	255	5	40 %	60 %	0
دوار تدوارت	416	190	5	40 %	40 %	20 %

المصدر: التحري الميداني 2018

الشكل رقم (3): نطاقات الغمر المائي (فيضان 2014) لواد توخسين وواد تمدغوست بمدينة تزنيت ولوادي أدودو (فيضان 2014) بجماعة اثنين أكلو.



الخريطة رقم (3): الأحياء المهددة بخطر الفيضانات بالمجال الحضري لتزنيت (ب) وجماعة اثنين أكلو (ب).



المراجع البيبليوغرافية

أولاً- المراجع بالعربية:

- مبارك أوراغ ومحمد بنعتو (نونبر2018): التغيرات المناخية في المناطق الجافة وشبه الجافة: تحديات الحكامة واستراتيجيات التكيف والتخفيف. (طباعة ونشر سوس- أكادير)، ص106.
- المندوبية السامية للتخطيط، 2014: الإحصاء الأخير للسكان والسكنى 2014 (https://www.hcp.ma).
- بلدية تزنيت: نشرة دورية يصدرها المجلس البلدي لمدينة تزنيت،" مخلفات الفيضانات والتدابير الجماعية من 24 نونبر 2014 إلى 24 يناير 2015". ملحق عدد 33 أكتوبر-دجنبر 2014.

ثانياً- المراجع بالفرنسية والإنجليزية:

- Banque mondiale, 2013. Rapport sur l'état d'avancement du cadre de partenariat stratégique pour le royaume du Maroc. Rapport N° 67694-MA. 90 pages.
- Banque mondiale, 2016. Rapport annuel. 71 pages.
- GIEC, "Changements climatiques (Rapport de synthèse) ", (2007) 103 p.
- IPCC, "Incidences de l'évolution du climat dans les régions : Rapport spécial sur l'Evaluation de la vulnérabilité en Afrique". Island Press, Washington, (2001) 53 p.
- Niang, I., O.C. Ruppel, M.A. Abdrabo, A. Essel, C. Lennard, J. Padgham, and P. Urquhart, 2014: Africa. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1199-1265.
- P. Meylan, A. C. Favre et A. Musy, "Hydrologie fréquentielle : une science prédictive". PPUR presses polytechniques, (2008) 173 p.
- Roman, A., & Ait Hssaine, A. (2016). Causes and consequences of the November 2014 torrential rains in the center & south of Morocco. International Journal of Environment, 5(3), 11-30. https://doi.org/10.3126/ije.v5i3.15701
- Schröder, D. and al. (2005). Ecosystem Service Supply and Human Vulnerability to Global Change in Europe. Science, 310, 1333-1337. https://doi.org/10.1126/science.1115233
- SEMEMEE (Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement), 2008. Etude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc. Mission 1 : identification des risques d'inondation. Etudes et mesures, Maroc, 57 p.