

Using Remote-Sensing Techniques and GIS to Study the Morphometric Characteristics and (NDVI) of the Watersheds of Tebessa, Algeria

Djedaïet Kheireddine ^{*} , Ghachi Azzedine 

Urban Technicals Management Institute, Salah boubnidre Constantine3 University, Constantine, Algeria.

Received: 3/5/2022
Revised: 29/10/2022
Accepted: 16/2/2023
Published: 30/1/2024

* Corresponding author:

kheireddine.djedaïet@univ-constantine3.dz

Citation: Kheireddine, D., & Azzedine, G. (2024). Using Remote-Sensing Techniques and GIS to Study the Morphometric Characteristics and (NDVI) of the Watersheds of Tebessa, Algeria. *Dirasat: Human and Social Sciences*, 51(1), 284–294.
<https://doi.org/10.35516/hum.v51i1.1161>

Abstract

Objectives: This study effectively uses the Geographic Information System (GIS) and remote-sensing techniques in studying the morphometric characteristics and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of the watersheds in Tebessa, Algeria. The study intends to highlight these characteristics' role in increasing the surface runoff as well as urban vulnerability in residential areas.

Methods: This study has an analytical approach (both technical and inductive) which is mainly based on the analysis of a Digital Elevation Model (DEM) and satellite imagery (LANDSAT) of the Saqi and Ghazala watersheds.

Results: Various maps and morphometric values were obtained, including drainage density which reached 3.25 km/km² in the Ghazala watershed and 3.14 km/km² in the Saqi watershed, in addition to a strong flow velocity of rainwater, which reached up to 4.34 km/h in the Saqi watershed in an area not exceeding 20.85 km² and 2.61 km/h in Ghazala watershed in an area not exceeding 25.76 km². Maps and values for the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were also obtained. It shows that due to natural and human factors, the vegetation cover in the watersheds has gradually shirked over the different periods the study tackles.

Conclusions: It became clear that the morphometric characteristics as well as the Normalized Difference Vegetation Index that characterize the watersheds increase the surface runoff of rainwater and the city's vulnerability in facing natural hazards. Therefore, it conducts further research which provides a geographical database that could be needed for taking the necessary measures to protect the city from natural hazards.

Keywords: Algeria, Digital Elevation Model (DEM), Ghazala watershed, Morphometric characteristics, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Saqi watershed, Satellite (LANDSAT).

دراسة الخصائص المورفومترية ومؤشر الخضرة باستخدام الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية في الأحواض النهرية بتبسة - الجزائر

جدييات خير الدين*, غاشي عز الدين

قسم تقنيات حضرية وبيئة، معهد تسيير التقنيات الحضرية، جامعة صالح بوبنيدر قسنطينة 3، قسنطينة، الجزائر.

ملخص

الأهداف: تهدف هذه الدراسة إلى الاستخدام الناجع لنظام المعلومات الجغرافية وتقنية الاستشعار عن بعد في دراسة الخصائص المورفومترية ومؤشر الخضرة للأحواض النهرية لمدينة تبسة الجزائرية وذلك لتوضيح دور هذه الخصائص في زيادة الجريان السطحي والهشاشة الحضرية في المناطق السكنية.

المنهجية: تركز الدراسة على المنهج التحليلي التقني والاستقرائي والذي يعتمد أساساً على تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) والصور الفضائية للقمر الصناعي (LANDSAT) بحوضي السقي وغزالة.

النتائج: جرى الحصول على مختلف الخرائط والقيم المورفومترية منها كثافة التصريف والتي تصل حتى 3.25 كم²/كم² بحوض غزالة و 3.14 كم²/كم² بحوض السقي وسرعة جريان مياه الأمطار تصل حتى 4.34 كم/سا بحوض السقي في مساحة لا تتجاوز 20.85 كم² و 2.61 كم/سا بحوض غزالة في مساحة لا تتجاوز 25.76 كم². كما جرى الحصول على خرائط وقيم مؤشر الخضرة (NDVI) إضافة إلى مساحة الغطاء النباتي التي شهدت تناقصاً تدريجياً في الأحواض النهرية لمختلف الفترات الزمنية للدراسة نتيجة لعوامل طبيعية وبشرية.

الخلاصة: كل من الخصائص المورفومترية ومؤشر الخضرة التي تتميز بها الأحواض النهرية تزيد من الجريان السطحي لمياه الأمطار وتزيد من هشاشة المدينة في مواجهة الأخطار الطبيعية مما يجعل إنجاز مثل هذه الدراسات التي توفر قاعدة بيانات جغرافية أمراً هاماً لأنه يمكن استغلالها في اتخاذ التدابير اللازمة لحماية المدينة من الأخطار الطبيعية.

الكلمات الدالة: حوض السقي، حوض غزالة، القمر الصناعي (LANDSAT)، نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) مؤشر الخضرة، الجزائر، الخصائص المورفومترية.



© 2024 DSR Publishers/ The University of Jordan.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY-NC) license <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. المقدمة:

يعد نظام المعلومات الجغرافية من أحدث التقنيات العلمية التي توفر الدقة العالية في النتائج والتكلفة المنخفضة في الجهد (خالدين عبد الرحمان الغامدي، 2012)، حيث تساعد في تحليل البيانات المكانية (Abdallah, Bou Kheir, و Khawlie, 2008) المستعملة في مختلف الدراسات الجغرافية وخاصة منها المتعلقة بدراسة مؤشر التغطية النباتية بالأحواض النهرية والدراسات المورفومترية التي تهتم بقياس وتحليل شكل سطح الأرض وأبعاده (kuldeep Pareta, 2011).

تعد الأحواض النهرية مساحة جغرافية محدودة على الأرض تتجمع بها مياه الأمطار داخل حدودها وتجتمع عند المجرى الرئيسي وتتجه نحو مصبها الطبيعي (the Cuyahoga River Community Planning Organization, 2011) ونتيجة للعوامل التاريخية والجغرافية أصبحت هذه الأحواض تمثل المكان المفضل لإستيطان المدن، لكن مع التزايد المفرط لعدد السكان والحاجة الكبيرة للعقار أصبحت تشهد هذه المدن عمليات توسع كبيرة على مستوى هذه الأحواض وفي مناطق غير قابلة للتعمير حتى على حساب الغطاء النباتي وبالقرب من المجاري المائية الرئيسية للأحواض دون إحترام لمسافات الأمان، مما جعل المدن أكثر عرضة للأخطار الطبيعية خاصة منها الفيضانات خلال الثلاثة عقود الماضية (Parker, Tapsell, & McCarthy, 2007).

كما هو الحال بمنطقة الدراسة حيث ظهرت مدينة تبسة على مستوى حوض وادي زعرور الذي كان مجراه الرئيسي دائم الجريان في العهد الروماني ويستغله الرومان في الزراعة قديما (سلطاني، 1996) إلى أن نمت وتوسعت المدينة وأصبحت تقطعها أحواض نهرية في جل المراكز المهمة، خاصة خلال عمليات التوسع التي شهدتها المدينة في السنوات الأخيرة على حساب المجاري الرئيسية للأحواض النهرية كحوض الناقص الذي جرى ردم مجراه الرئيسي مما ضاعف من سرعة الجريان السطحي للمياه به وزاد من خطورته على المدينة (N.O, A., & O., 2009) مما تسبب في حدوث الفيضانات الأخيرة سنة 2018م وخلفت خسائر كبيرة، وإستمرت عمليات توسع المدينة على مستوى الأحواض النهرية منه ما كان مخطط له ومنه ما كان توسعا عشوائيا فعلى مستوى حوضي وادي السقي وغزالة (مديرية التعمير والبناء لمحافظة تبسة، 2019) كانت هناك عمليات توسع مبرمجة منها بناء الجامعة والإقامات الجامعية وغيرها من التجهيزات والمرافق العمومية وبعض التجمعات السكنية، حتى وإن تمت بالقرب من المجاري المائية لكن جرى إحترام فيها مسافة الأمان وتهيئة الأودية لحماية التجهيزات ولكن بعدها كانت هناك عمليات للتوسع العشوائي في شمال وجنوب حوض السقي إضافة إلى جنوب شرق حوض غزالة حيث كان ذلك على حساب الغطاء النباتي وبالقرب من المجاري المائية الرئيسية دون إحترام لمسافات الأمان، في ظل كل هذه الممارسات السلبية والتغيرات المناخية التي يشهدها العالم عامة والمنطقة خاصة تجعل من مدينة تبسة أكثر قابلية للتعرض للأخطار الطبيعية خاصة منها الفيضانات فحسب مصالح الحماية المدنية لمحافظة تبسة فإنها تعد من المدن المصنفة باللون الأحمر تجاه أخطار الفيضانات (مديرية الحماية المدنية لمحافظة تبسة، 2019).

من هنا جاءت أهمية هذه الدراسة التي إعتمدت على إستخدام نظام المعلومات الجغرافية في تحليل نموذج الإرتفاعات الرقمي (DEM) الذي مصدره القمر الصناعي أسترا (STRM) بدقة 30م (USGC, 2020) وإستخراج منطقة الدراسة المتمثلة في الحوض النهرية السقي وغزالة إضافة إلى مختلف الخصائص الطبوغرافية والتضاريسية للأحواض النهرية (يوسف، 2007) وإستقراء المعاملات المورفومترية كجريان مياه الأمطار وحساب معالم قيم السيول والإرتفاعات وشبكات التصريف وكثافتها بالأحواض النهرية (العمرى، 2019).

كما ركزت الدراسة أيضا على تقنية الإستشعار عن بعد التي توفر رؤية شاملة للتوزيع المكاني لمختلف الظواهر الطبيعية (Ehiorobo و Izinyon, 2011) وإعتمدت على بيانات القمر الصناعي (LANDSAT) الذي يوفر بيانات مكانية لطيف الغطاء النباتي (سمور، 2018) وتمت دراسة مؤشر (NDVI) بالأحواض النهرية خلال العقود الأخيرة وإستخراج مساحة الغطاء النباتي في كل حوض نهرى وتحليل أسباب التغيرات في الغطاء النباتي.

أما أبرز ما توصلت إليه الدراسة أن الأحواض النهرية لمنطقة الدراسة أصبحت تشكل خطرا دائما على المدينة خاصة بعد عمليات التوسع الأخيرة التي وصلت فيها المدينة إلى المناطق المعرضة للخطر، فمن خلال الدراسة المورفومترية جرى تسجيل أكبر إرتفاع جنوبا في حوض السقي وهو حوالي 1527م جنوبا أين تجري عمليات التوسع العشوائي للمدينة وهذا ما يزيد من حوادث الإنزلاق والإنجراف إضافة إلى تأثيرها على سرعة جريان مياه الأمطار وهذا ما تأكدته خرائط إتجاه الجريان السطحي للمياه والتي تتجه معظمها نحو الشمال والشمال الشرقي أين تتواجد الجامعة و تتموضع توسعات المدينة وفي حوض غزالة أين يجري تشييد القطب العمراني الجديدة وتراوح كثافة التصريف في أحواض منطقة الدراسة ما بين 3.14 كم²/كم² في حوض السقي و 3.25 كم²/كم² في حوض غزالة وهي تعد جد عالية خاصة في المناطق الحضرية ويتراوح أيضا زمن التركيز بهذه الأحواض ما بين 2.72 ساعة في حوض السقي و 2.70 ساعة في حوض غزالة وهو الزمن الذي تستغرقه إنتقال أول قطرة من مياه الأمطار من أعلى نقطة بالأحواض النهرية إلى آخر نقطة، أما فيما يخص مؤشر التغطية النباتية بالأحواض النهرية فقد كان هناك تناقص تدريجي في قيمة المؤشر حيث جرى تسجيل أكبر قيمة لمؤشر (NDVI) سنة 1984م في حوض غزالة حيث وصلت إلى (0.32) وتتمثل في الجبال المحيطة بالمدينة جنوبا وشهدت قيمة المؤشر إنخفاضا كبيرا خلال السنوات الدراسة ففي سنة 2003م جرى تسجيل أعلى قيمة في حوض غزالة وصلت إلى (0.30) وفي سنة 2020م واصل انخفاضه حتى وصل إلى (0.26) وهي أعلى قيمة له وكانت في حوض غزالة، تلخص هذه النتائج الإستخدام الناجع لنظم المعلومات الجغرافية من أجل تسهيل إتخاذ القرارات

المثلث في إدارة الأخطار الطبيعية والوقاية منها قبل وقوعها (Karatzas و Kourgialas، 2011) مما يسهل تقييم هشاشة المدينة ومراقبة الأخطار والتنبؤ بها (Roy، Leconte، Brissette، و Marche، 2001)، لأنه في البلدان المتقدمة تكنولوجيا وعلميا يجري تقليل الخسائر من الأخطار الطبيعية بناء على تطوير تقنيات الكشف المبكر عنها ودراسة مختلف خصائص المنطقة (Erkek و Aˆgiralioˆglu، 2013).

2. مشكلة البحث:

تتمثل مشكلة البحث في توضيح دور الخصائص المورفومترية في زياده الجريان السطحي في المناطق السكنية .

3.أهداف البحث:

يهدف البحث إلى إستخدام نظام المعلومات الجغرافية وتقنية الإستشعار عن بعد في دراسة خصائص الأحواض النهرية بمدينة تبسة عن طريق تحليل بيانات نموذج الإرتفاع الرقمي (DEM) و صور الأقمار الصناعية (LANDSAT5)، لتعرّف الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية ومؤشر الخضرة بها بهدف أخذ الإحتياطات اللازمة في هذه الأحواض النهرية التي تشهد عمليات توسع كبيرة للمدينة وتشكل تهديدا دائما عليها خاصة تجاه خطر الفيضان .

4. فرضية البحث:

- تتميز الأحواض النهرية (السقي و غزالة) بخصائص مورفومترية تزيد من الجريان السطحي والهشاشة الحضرية لمدينة تبسة.
- تشهد الأحواض النهرية تغييرات كبيرة في مؤشر الخضرة خاصة خلال العقود الأخيرة مما يؤثر سلبا في الجريان السطحي ومرونة المدينة في مواجهة الأخطار الطبيعية .
- تلعب نظم المعلومات الجغرافية وتقنية الإستشعار عن بعد دورا كبيرا في توفير قاعدة بيانات جغرافية مهمة للمنطقة لإستغلالها في تسيير المدينة وحمايتها من مختلف الأخطار الطبيعية .

5. منهجية البحث:

إتبع البحث المنهج التحليلي التقني والإستقرائي والذي يعتمد على تحليل الجزئيات للوصول إلى الكليات أي التدرج في حل المشكلة وتفسيرها والوصول إلى النتائج النهائية.

1.5 البيانات المعتمدة في البحث:

- كأي دراسة جغرافية اعتمدت هذه الدراسة على صور الأقمار الصناعية (بيانات مكانية) وبيانات وصفية، وتمثلت مختلف البيانات فيما يلي:
- صور الأقمار الصناعية تمثلت في نموذج الإرتفاعات الرقمي (DEM) من القمر الصناعي أسترا (STRM) بدقة 30م وصور القمر الصناعي (LANDSAT5) ملتقطة بتاريخ 2020/08/20.
 - بيانات وصفية تمثلت في تحديد المسرح الجغرافي المعمول عليه في البحث في حدود الأحواض النهرية وفق الخارطة (1) التي يمثل جزء منها الأحواض النهرية الموجودة في الجزائر والمتحصل عليها من طرف الوكالة الوطنية الجزائرية للموارد المائية وأيضا تحديد مجموع المعاملات الرياضية المستخدمة في التحليل المورفومترية كما يوضحه الجدول أدناه، أما فيما يخص الحدود الزمنية للبحث فتتمثل في عمر البيانات المتحصل عليها للدراسة وهي لسنة 2020م.

| عنوان المعاملات أو المعادلات | المعاملات ورموزها |
|------------------------------|--|
| مساحة الحوض النهرى | A |
| محيط الحوض النهرى | P |
| معامل التماسك للحوض | $kc=0.28 \times P/(\sqrt{A})$ |
| المستطيل المعادل L | $L=(kc\sqrt{A})/1.12 (1+\sqrt{1-(1.12/kc)^2})$ |
| المستطيل المعادل l | $l=(kc\sqrt{A})/1.12 (1-\sqrt{1-(1.12/kc)^2})$ |
| طول الرافد الرئيسي للحوض | L_p |
| كثافة التصريف km/km2 | $Dd=(\sum Li)/A$ |
| زمن التركيز | $Tc=(4\sqrt{A+1.5Lp})/(0.8\sqrt{H-H_{min}})$ |

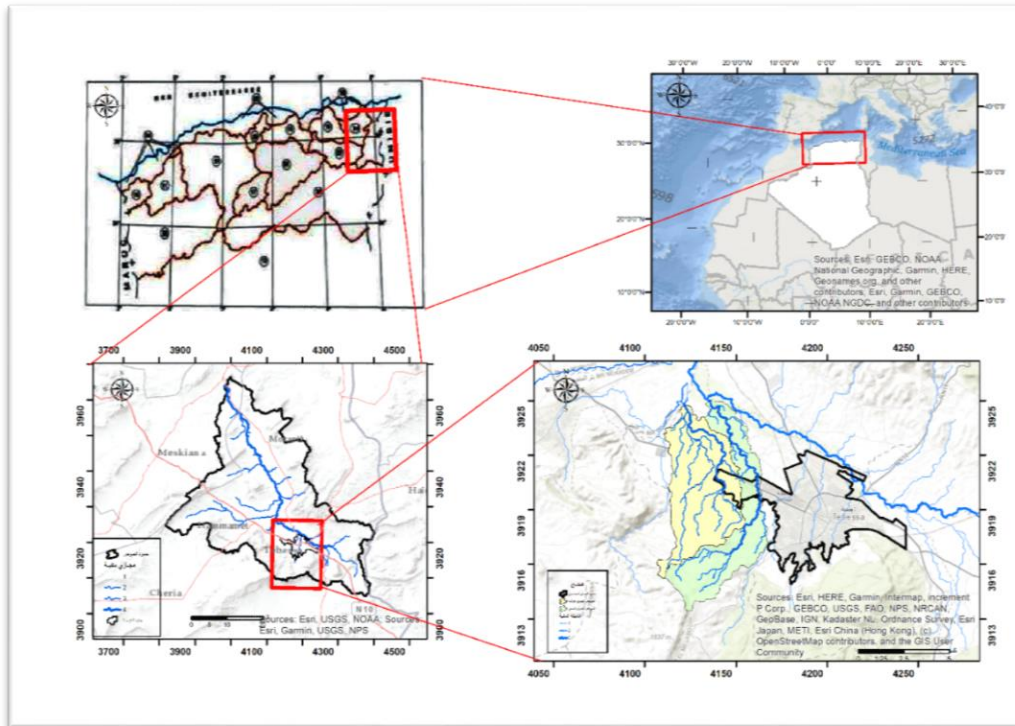
| عنوان المعاملات أو المعادلات | المعاملات ورموزها |
|------------------------------|-------------------|
| معامل السيالان | $C_t = D_d * F_1$ |
| كثافة الروافد ذات الرتب 1 | $F_1 = N_i / A$ |
| سرعة الجريان | $R_s = L / T_C$ |

6. موقع منطقة الدراسة:

تقع مجموع أحواض منطقة الدراسة في أقصى الشرق الجزائري ضمن الحوض النهري الجزئي الكبير ذو الترتيم (3) داخل الحوض النهري مجردة (مديرية الموارد المائية لمحافظة تبسة، 2019)، هذا الأخير يمتد بين الجزائر وتونس بمساحة إجمالية تقدر بـ 23700 كيلومتر مربع منها 7600 كم² في الأراضي الجزائرية ويحمل ترقيم وطني (12) ضمن ترتيب الأحواض النهرية الكبرى في الجزائر (الوكالة الوطنية للموارد المائية ورقلة، 2019).

وتقع أحواض منطقة الدراسة في أقصى جنوب الحوض النهري الكبير بمجموعة مساحة إجمالية تقدر بـ 46.61 كم² مرتبة من الشرق إلى الغرب مخترقة المجال الحضري لمدينة تبسة كما يلي (الشكل رقم 1):

- الحوض النهري السقي بمساحة تقدر بـ 20.85 كم²
- الحوض النهري غزالة بمساحة تقدر بـ 25.76 كم²



الشكل (1): الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة

المبحث الثاني / دراسة الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية (السقي، غزالة) لمنطقة الدراسة:

باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) جرى تحليل نموذج الإرتفاعات الرقمي (DEM) وإستخراج الخصائص المساحية والشكلية لمختلف الأحواض النهرية كما يوضحه الجدول رقم (1).

الجدول (1): يبين الخصائص المساحية والشكلية للأحواض النهرية (السقي، غزالة)

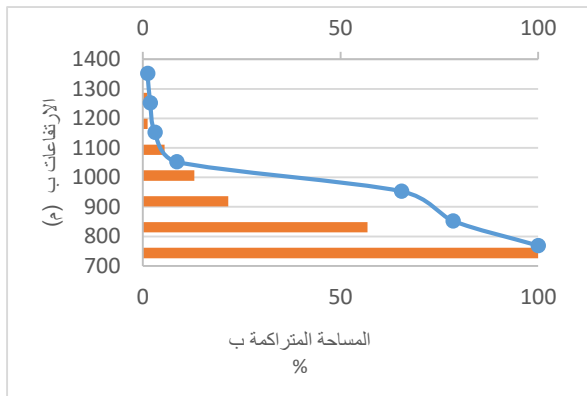
| l km | L km | K_c | L_p km | P km | A km ² | |
|---------|---------|-------|-------------|---------|----------------------|-----------|
| 1.38 | 15.93 | 2.13 | 11.83 | .7834 | 20.85 | حوض السقي |
| 2.09 | 11.84 | 1.54 | 7.3 | 27.90 | 25.76 | حوض غزالة |

المصدر: إنجاز الباحث باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) سنة 2020

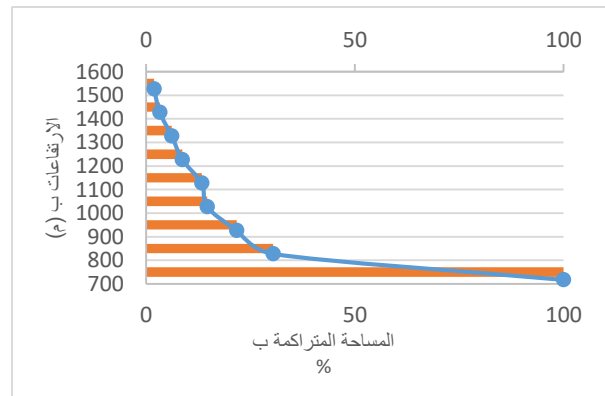
من خلال جدول رقم (1) الذي يبين مختلف الخصائص المساحية والشكلية للأحواض النهرية لمنطقة الدراسة فإنه يلاحظ أن حوض غزالة يشكل مساحة أكبر مقارنة بحوض السقي حيث تقدر مساحته حوالي 25.76 كم² وطول رافده الرئيسي حوالي 7.13 كم² تتراوح مساحة حوض السقي حوالي 20.85 كم² وطول رافده الرئيسي حوالي 11.83 كم، بينما يلاحظ أن أكبر قيمة لمعامل إستدلالي التماسك (K_c) الذي يؤثر في كمية الجريان السطحي هي في حوض السقي وتقدر بحوالي 2.13 كم، أما معاملات الإستطالة (L_p) فهي تستعمل من أجل مقارنة الأحواض من ناحية تأثيرها على سرعة الجريان بها، ومن خلال هذا المعامل يمكن إستخلاص أن حوض السقي تكون سرعة جريان المياه به كبيرة وبشكل أكثر خطورة مقارنة بحوض غزالة وفي الأخير فإنه يمكن القول من خلال المعاملات المورفومترية أن أحواض منطقة الدراسة تتميز بخصائص مورفومترية متغيرة ولكنه يبقى حوض السقي يشكل خطورة أكبر على المدينة من حوض غزالة بحكم الخصائص المورفومترية التي يتميز بها.

1. التحليل الهيبسومتري:

يمثل التحليل الهيبسومتري تحليل العلاقة بين الإرتفاعات ومساحة الأحواض كما يسمح بتعريف مراحل نمو مجاري تصريف المياه داخل الحوض (Singh, 2000) و يعد المنحنى الهيبسومتري سلما زمنيا يعبر عن المرحلة الحثية التي تمر بها الأحواض النهرية ويوضح كمية المواد الصخرية التي لازالت لم تتعرض للعملية الحثية في الحوض النهرى (Salama, 1980) ويمثل الفارق بين الإرتفاعات ومساحات الأحواض النهرية كما توضحه (الأشكال رقم 2 و 3).



الشكل (3): المنحنى الهيبسومتري لحوض غزالة

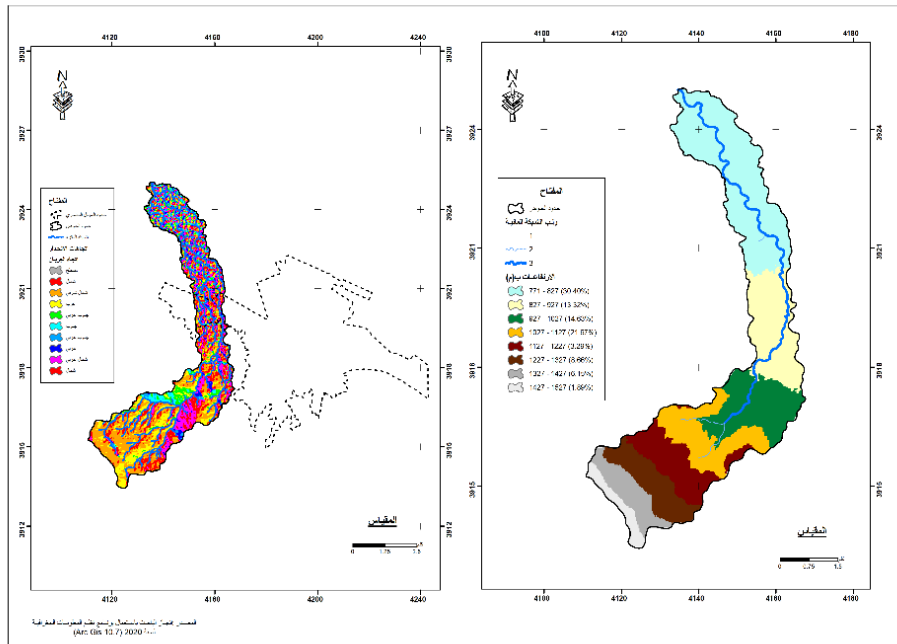


الشكل (2): المنحنى الهيبسومتري لحوض السقي

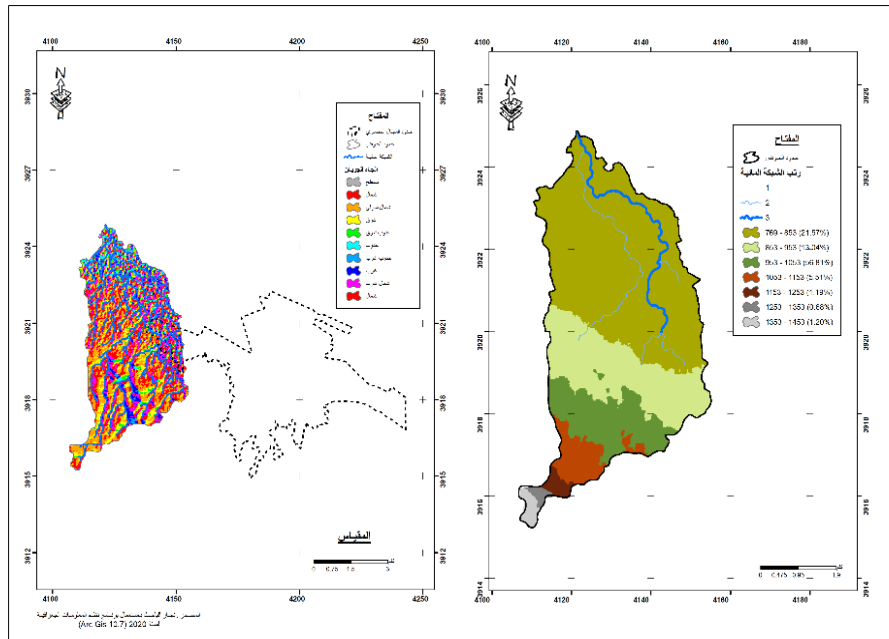
يلاحظ هناك علاقة عكسية بين المساحة والإنحدارات فكلما قلت المساحة زاد الإنحدار وزادت سرعة جريان المياه وكلما زادت المساحة تناقصت الإنحدارات، كما يلاحظ أيضا هناك شدة إنحدار كبيرة في حوض غزالة بينما في حوض السقي هناك إنبساط كبير في مساحة معتبر منه وشدة الإنحدار الكبيرة تزيد من سرعة جريان مياه الأمطار خاصة في المجال الحضري.

2. الإنحدارات واتجاه الجريان للأحواض النهرية:

يبين (الشكل رقم 4) خرائط الإنحدارات واتجاهها في حوض السقي حيث تكون شدة الإنحدارات قوية خاصة جنوبا بالقرب من الجبال أين تتوسع المدينة وهذا ما يفسر زيادة سرعة جريان المياه في هذه المناطق كما يلاحظ هناك نسبة معتبرة من الإنبساط شمالا مما يساهم في ركود مياه الأمطار فيها خاصة مع نقص النفاذية فيها نتيجة عمليات توسع المدينة على مستوى هذه المنطقة بينما إتجاه الإنحدارات بالحوض فهو يكون في الشمال والشمال الشرقي باتجاه المصب الطبيعي للحوض أين تتواجد معظم التجهيزات الحيوية للمدينة كالمطار مثلا .



الشكل (4): خرائط الانحدارات واتجاهها لحوض السقي

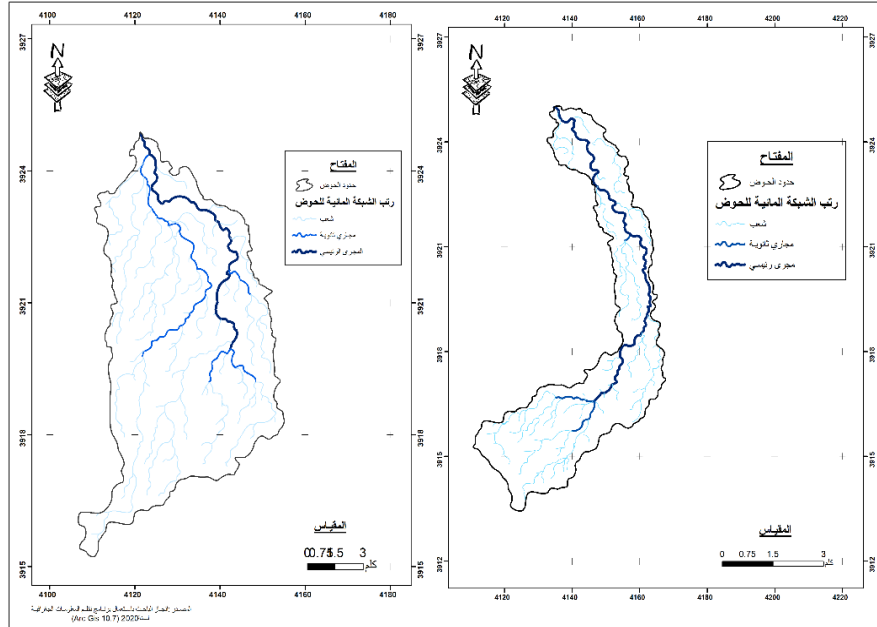


الشكل (5): خرائط الانحدارات واتجاهها لحوض السقي

إنطلاقاً من (الشكل رقم 5) الذي يبين خرائط الانحدارات واتجاهها في حوض غزالة فإنه يلاحظ شدة إنحدارات قوية في أقصى الجنوب وتتناقص تدريجياً كلما إتجهنا نحو وسط الحوض وشماله ، بينما إتجاه الانحدارات بالحوض فهي نحو الشمال والشمال الغربي باتجاه المصب الطبيعي للحوض ، أين تجري برمجة عمليات التوسع المستقبلية للمدينة ويخطط إلى بناء الأقطاب العمرانية الجديدة ولهذا يجب أخذ الإجراءات والإحتياجات اللازمة لحماية المدينة من الأخطار الطبيعية مستقبلاً.

3. مورفومترية شبكة الأحواض النهرية:

إعتامادا على تصنيف ستهلر المشهور للشبكات النهرية للأحواض (Strahler, 1964) و المعتمد ضمن برامج نظام المعلومات الجغرافية جرى إستخراج الشبكة المائية للأحواض وتصنيفها إلى ثلاث روافد في كل حوض نهرى لمنطقة الدراسة كما هو موضح في (الشكل رقم 6).



الشكل (6): خرائط الشبكة المائية للأحواض النهرية (السقي، غزالة)

جرى أيضا الحصول على مجموع المعاملات المورفومترية للأحواض النهرية كما هو موضح في الجدول رقم (2) .

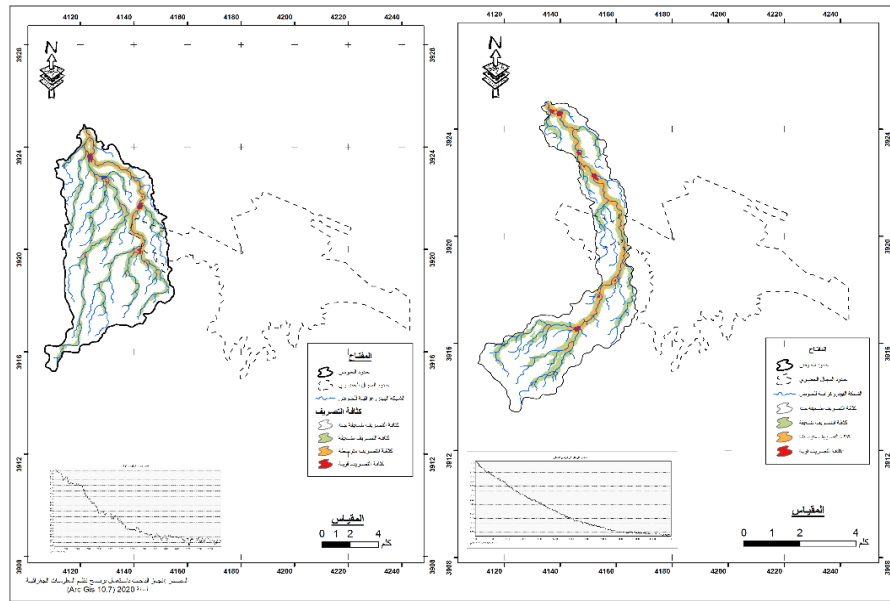
الجدول (2): يبين مورفومترية الشبكة بالأحواض النهرية

| الأحواض | D_d كثافة التصريف km/km ² | C_t زمن التركيز | G_c معامل السيلان | R_s سرعة الجريان Km/h |
|---------|---|-------------------|---------------------|----------------------------|
| السقي | 3.14 | 2.72 | 8.45 | 4.34 |
| غزالة | 3.25 | 2.79 | 9.58 | 2.61 |

المصدر: إنجاز الباحث بإستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS)

من خلال الجدول رقم (2) يلاحظ قيم متقاربة للخصائص المورفومترية للأحواض النهرية لمنطقة الدراسة حيث جرى تسجيل كثافة تصريف عالية تتراوح حوالي 3.25 كم²/كم² بحوض غزالة و 3.14 كم²/كم² بحوض السقي في حين قدر زمن تركيز (Ct) بحوض حوالي 2.79 ساعة بحوض غزالة و 2.72 بحوض السقي وهي المدة الزمنية التي تستغرقها مياه الأمطار في الوصول من أعلى نقطة في الحوض إلى آخر نقطة أما فيما يخص معامل السيلان المرتبط مباشرة بكثافة التصريف فإن النسب فيه أيضا متقاربة بين الأحواض النهرية وسجلت أعلى نسبة فيه في حوض غزالة بحوالي 9.58 وهو معامل سيلان قوي وهذا بسبب زيادة تردد المجاري المائية فيه وفي حوض السقي سجل فيه 8.45 أما سرعة جريان مياه الأمطار فهناك فارق بين الأحواض وأعلى سرعة سجلت بحوض السقي قدرة ب 4.34 كم /الساعة وحوض غزالة 2.61 كم/الساعة .

كما يوضح الشكل رقم (7) خرائط درجة كثافة التصريف بالأحواض النهرية حيث يلاحظ اللون البرتقالي والأحمر الذي يشير لكثافة تصريف قوية جدا وقوية على مستوى الروافد الرئيسية للأحواض النهرية واللون الأخضر الذي يشير إلى كثافة أقل على مستوى المجاري الثانوية بينما تنعدم كثافة الجريان بباقي الشعب الصغيرة، كما يوضح الشكل رقم (7) المنحنى الطبوغرافي للرافد الرئيسي للأحواض النهرية لمنطقة الدراسة والتي تتميز كلها بانحدار جد مهم من أقصى إرتفاع إلى أقل مستوى وباتجاه مصب الأودية مرور بالمدينة في جل نقاطها المهمة .



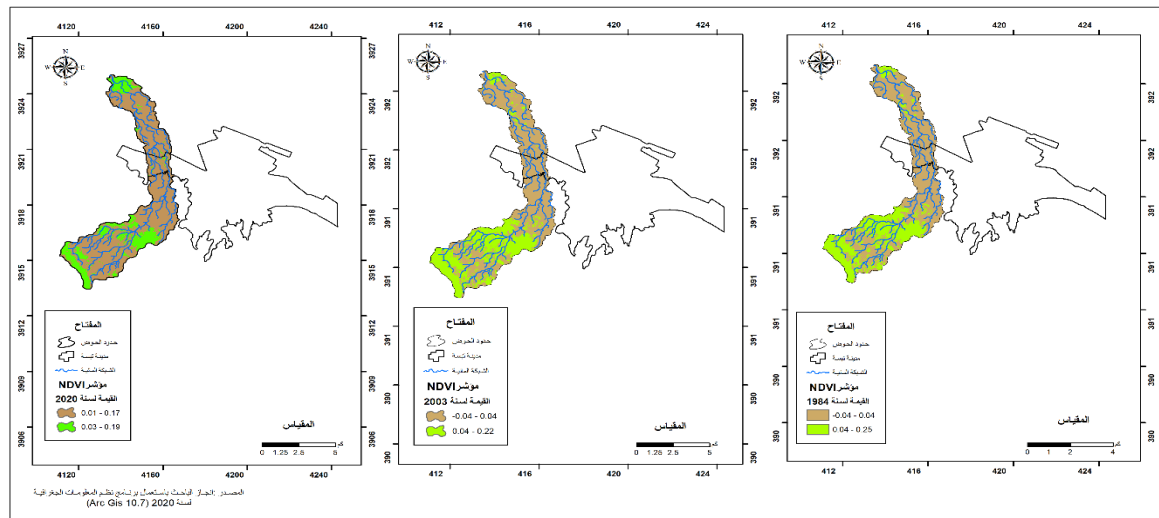
الشكل (7): خرائط كثافة التصريف للأحواض النهرية (السقي، غزالة)

المبحث الثالث / دراسة مؤشر الخضرة (NDVI) للأحواض النهرية (السقي وغزالة):

لدراسة مؤشر الخضرة (NDVI) جرى الاعتماد على تقنية الإستشعار عن بعد بإستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية (GIS) وصور القمر الصناعي (Landsat5)، الذي يعد من أكثر المراتب الفضائية إستخداما في الكشف عن مؤشر الخضرة وكثافتها وتوزيعها، حيث تتراوح قيم مؤشر الخضرة (NDVI) بين (1- إلى 1+) فمثلا في مناطق إنتشار الغابات والزراعة الكثيفة تصل فيها قيمة مؤشر الخضرة NDVI إلى (0.6) وتصل القيمة حتى إلى (1) في مناطق الغابات الأشجار السنديان والسرو وتقل في المناطق الجرداء ومناطق العمران (Rouse, 1973) وعليه سيتم دراسة قيم هذا المؤشر بالأحواض النهرية لسنوات 1984 م، 2003 م و 2020 م ومقارنة توزيع مساحات الغطاء النباتي بها لمعرفة مدى خطورة كل حوض نهري على المجال الحضري .

1. دراسة مؤشر الخضرة (NDVI) بحوض السقي:

بالإعتماد على تقنية الإستشعار عن بعد جرى دراسة قيم مؤشر الخضرة (NDVI) في حوض السقي لمختلف سنوات الدراسة (1984، 2003، 2020) وإستنادا إلى مرئيات القمر الصناعي (Landsat) التي جرى تحليلها بإستخدام برنامج نظام المعلومات الجغرافية (GIS) جرى الحصول على مختلف قيم مؤشر الخضرة (NDVI) للحوض خلال فترات زمنية مختلفة كما (يوضحه الشكل رقم 8).

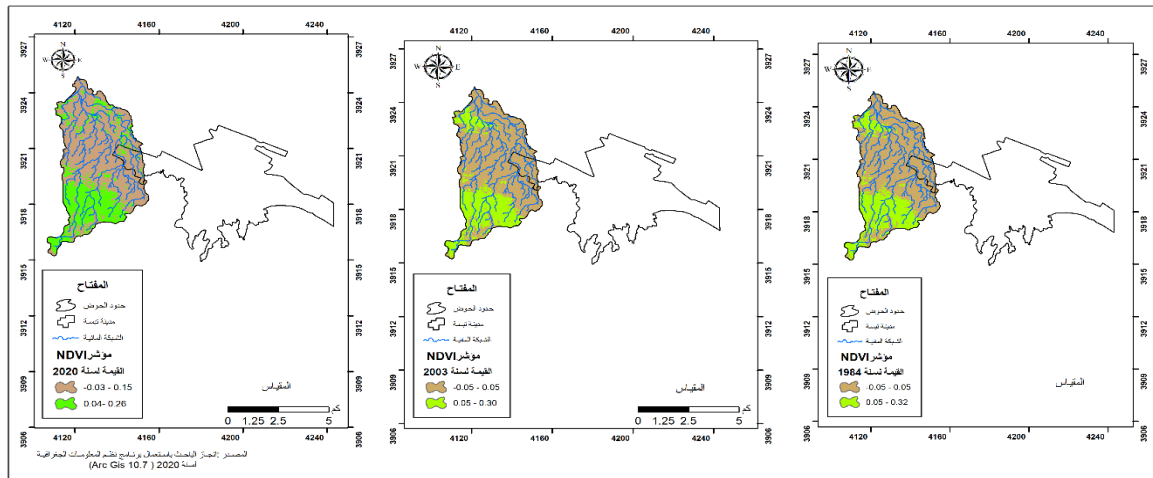


الشكل (8): خرائط توزيع مؤشر الخضرة بحوض السقي

من خلال (الشكل رقم 8) الذي يبين قيمة مؤشر الخضرة (NDVI) في حوض السقي لمختلف سنوات الدراسة فإنه يلاحظ أن أكبر قيمة لمؤشر الخضرة (NDVI) بحوض السقي تكون في سنة 1984 م حيث سجلت 0,25 وبدأت تتناقص تدريجيا حيث وصلت إلى 0,22 في سنة 2003 و 0,19 في سنة 2020 وهو مؤشر ضعيف مقارنة بسنة 1984 ويعود هذا التناقص التدريجي في مؤشر الخضرة إلى عمليات التوسع الكبيرة التي شهدتها المدينة خلال هذه السنوات وبناء المنشأة الكبيرة منها المنطقة الصناعية للمدينة والطرق المزدوجة التي تقطع هذا الحوض يضاف إليها عمليات التوسع العشوائي من طرف السكان والتغيرات المناخية الكبيرة التي شهدتها المنطقة وتسببت في ندرة كبيرة في الأمطار.

2. دراسة مؤشر الخضرة (NDVI) بحوض غزالة:

يوضح (الشكل رقم 9) توزيع قيم مؤشر الخضرة (NDVI) في حوض غزالة حيث جرى تسجيل تناقص تدريجي خلال العقود الأخيرة لقيم مؤشر الخضرة بحوض غزالة خلال فترات الدراسة ، فكانت أعلى قيمة سنة 1984 م وتراوح حوالى 0,32 بينما أقل قيمة كانت في سنة 2020 وكانت حوالى 0,26 ويعود سبب هذا التناقص إلى العديد من العوامل الطبيعية منها نقص الأمطار والجفاف وعوامل بشرية تتمثل في عمليات التوسع الكبيرة المنتظمة والغير منتظمة جنوب شرق الحوض التي شهدتها المدينة على حساب الغطاء النباتي .



الشكل (9): خرائط توزيع مؤشر الخضرة بحوض غزالة

3. دراسة توزيع مساحة الغطاء النباتي في الأحواض النهرية لمختلف سنوات الدراسة (1984-2003-2020م):

بإستخدام برامج نظام المعلومات الجغرافية (GIS) جرى إستخراج مساحة الغطاء النباتي في كل حوض نهري كما يوضحه الجدول رقم (3) .

الجدول (3): يبين توزيع مساحة الغطاء النباتي في الأحواض النهرية لمنطقة الدراسة

| الأحواض النهرية | السنة | مساحة الغطاء النباتي ب كم ² | المساحة ب % | مساحة الإجمالية للأحواض النهرية ب كم ² |
|-----------------|-------|--|-------------|---|
| حوض السقي | 1984 | 2.26 | 10.84 | 20.85 |
| | 2003 | 1.32 | 6.34 | |
| | 2020 | 0.43 | 2.07 | |
| حوض غزالة | 1984 | 12.90 | 53.43 | 24.14 |
| | 2003 | 2.53 | 9.83 | |
| | 2020 | 0.95 | 3.69 | |

المصدر: إنجاز الباحث بإستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS) سنة 2020

و من خلال دراسة توزيع مساحة الغطاء النباتي بهذه الأحواض النهرية التي تقطع المجال الحضري لمدينة تبسة لمختلف سنوات الدراسة فإنه يلاحظ ما يلي:

- حوض السقي: تقدر مساحة الغطاء النباتي فيه سنة 1984 م ب 2.26 كم² أي ما نسبته 10.84 % من إجمالي مساحة الحوض، وسجل هناك تناقص في مساحة الغطاء النباتي لسنة 2003 م حيث وصلت إلى 1.32 كم² أي ما نسبته 6.34 % من إجمالي مساحة الحوض وإستمرت عملية الإنخفاض حتى سنة 2020 م حيث قدرة ب 0.43 كم² ما نسبته 2.07 % وبالتالي فإنه يلاحظ تراجع تدريجي في مساحة الغطاء النباتي بالأحواض النهرية

خلال السنوات الأخيرة .

- حوض غزالة: تقدر مساحة الغطاء النباتي فيه سنة 1984 م ب 12.90 كم² أي ما نسبته 53.43 % من إجمالي مساحة الحوض النهري وفي سنة 2003 م، سجل هناك تناقص كبير حيث وصلت مساحة الغطاء النباتي فيه إلى 2.53 كم² أي ما نسبته 9.83% من إجمالي مساحة الحوض النهري وحتى في سنة 2020 م إستمر الإنخفاض وسجلت مساحة الغطاء النباتي فيه حوالي 0.95 كم² أي ما نسبته 3.69 % من مساحة الحوض النهري ويعود هذا التناقص في مساحة الغطاء النباتي بالحوض خلال السنوات الأخيرة إلى مختلف عمليات التوسع العمراني للمدينة .

4. الخاتمة:

خلصت دراسة الخصائص المورفومترية ومؤشر الخضرة بإستخدام نظام المعلومات الجغرافية وتقنية الإستشعار عن بعد في الأحواض النهرية بمدينة تبسة إلى جملة من النتائج التالية:

1.4 النتائج والمناقشة:

- من خلال خرائط الإنحدارات للأحواض النهرية المتحصل عليها في الدراسة فإنه جرى تسجيل أعلى إرتفاع بحوض السقي حيث قدر ب 1527 م وفي حوض غزالة قدر ب 1453 م هذه الإرتفاعات تجعل المدينة التي تتموضع على إرتفاع حوالي 800 م أكثر عرضة وهشاشة تجاه الأخطار الطبيعية عموما والفيضانات خصوصا .
- تتمثل الخصائص المورفومترية للأحواض النهرية المتحصل عليها في الدراسة :
- زمن التركيز (Ct) والذي يتراوح ما بين 2.70 و 2.79 ساعة لوصول أول قطرة من مياه الأمطار من أعلى نقطة للأحواض إلى آخر نقطة فيها مما يستوجب رفع درجة الإستعداد والجاهزية لمواجهة الخطر بالمدينة.
- معامل السيلا يتراوح ما بين 8.45 بحوض السقي و 9.58 بحوض غزالة ويلاحظ أن معامل السيلا ضعيف بسبب إنخفاض تردد المجاري المائية ذات الرتب (1) ولكنه في المناطق الحضرية يشكل خطرا على التجمعات السكنية .
- سرعة جريان المياه بالأحواض النهرية (Rs) التي تتراوح ب 4.34 كم/سا بحوض السقي و 2.61 كم/سا بحوض غزالة و 4.10 كم/سا تعد سرعة كبيرة ويستوجب توفير تقنيات التنبيه بها لحماية المدينة من الفيضان.
- طول الروافد الرئيسية (Lp) على التوالي 11.83 كم في حوض السقي و 7.30 كم في حوض غزالة إضافة إلى كثافة تصريف عالية (Dd) تتراوح بين 3.14 كم² بحوض السقي و 3.25 كم² في حوض غزالة وهي كثافة عالية خاصة بالروافد الرئيسية التي تقطع المدينة وهي ممثلة باللون الأحمر في خرائط الكثافة.
- تم الحصول على قيم مؤشر الخضرة (NDVI) في الأحواض النهرية ومساحة الغطاء النباتي لمنطقة الدراسة حيث كان هناك تناقص تدريج للمؤشر خلال السنوات الأخيرة حيث سجلت أكبر قيم لمؤشر (NDVI) سنة 1984 م ووصلت في حوض غزالة إلى (0.32) وحوض السقي إلى (0.25) و أقل قيم للمؤشر سجلت سنة 2020 م وقدرة حوالي (0.19) بحوض السقي و (0.26) بحوض غزالة ويعود سبب هذا التناقص لعدة عوامل طبيعية وبشرية منها التغيرات المناخية التي تشهدها منطقة الدراسة وتناقص كمية الأمطار بها وأيضا تدخل الإنسان على الطبيعة عن طريق عمليات التوسع العمراني المنظم والعشوائي الذي شهدته المدينة في السنوات الأخيرة ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا التناقص في مؤشر الخضرة بالأحواض النهرية يؤثر في إمتصاص مياه الأمطار ومع مرور الوقت يحفز على حدوث إنجراف التربة وإنزلاقها خاصة جنوبا أين الإنحدارات تكون شديدة ومؤثرة وبالتالي فإن هذا التناقص يزيد من الهشاشة الحضرية للمدينة تجاه الأخطار الطبيعية مما يستوجب الإعتماد على التشجير بهدف تكثيف الغطاء النباتي وخلق سد أخضر جنوب المدينة للتقليل من إنزلاق التربة .

المصادر والمراجع

- سلطاني، ع. (1996). *تاريخ تبسة*. تبسة: الوكالة الوطنية للأثار والمعالم والنصب التاريخية.
- يوسف، ز. (2007). *نظم المعلومات الجغرافية والدليل العلمي الكامل لنظام*.
- الغامدي، خ. (2012). تقييم مخاطر الفيضانات المفاجئة بمدينة مكة المكرمة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية. *مجلة جيوماتكس، مصر*.
- البلبيسي، س. (2018). كشف وتحليل التغير في الغطاء النباتي باستخدام المؤشرات النباتية الطيفية. *العلوم الإنسانية والاجتماعية، الجامعة الأردنية*، (1)45.
- العمرى، ع. (2019). تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتو عدن باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS). *ندوة عدن بوابة اليمن الحضاري، عدن، جامعة عدن عتق - شبوة*.
- <https://www.academia.edu/6266028/> https://www.marefa2000.com/2019/10/gis_4.html
- الوكالة الوطنية للموارد المائية ورقلة. (2019). *المعطيات المطرية والحارية لمحطة الشيخ العربي التبسي الجزائر*.
- مديرية الحماية المدنية محافظة تبسة. (2019). *تقرير حول أخطار الفيضانات بالجزائر*. تبسة.
- مديرية الموارد المائية محافظة تبسة. (2020). *تقرير موقع الأحواض النهرية لمدينة تبسة*. تبسة.
- مديرية التعمير والبناء محافظة تبسة. (2019). *المخطط التوجيهي للتهيئة والتعمير*. تبسة.

References

- Erkek, C., & A ğiralio ğlu, N. (2013). *Water Resources M ühendisli ği*. Istanbul, Turkey: Beta Publishing House.
- Adeoye, N. O., Ayanlade, A., & Babatimehin, O. (2009). Climate change and menace of floods in Nigerian cities: socio-economic implications. *Advances in Natural and Applied Sciences*, 3(3), 369-378. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA235407234&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19950772&p=AONE&sw=w&userGroupName=anon%7Ef5476a02>
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Spec. Publ.*, 351(1), 309. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1310781](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1310781)
- Roy, L., Leconte, R., Brissette, F., & Marche, C. (2001). The impact of climate change on seasonal floods of a southern Quebec River basin. *Hydrol Processes*. <http://www.seas.columbia.edu/wrc/flood/quebec-climachange.pdf>
- Singh, S. (2000). *Geomorphology*. Allahabad, India: Prayag Pustak Bhawan. <https://www.worldcat.org/title/geomorphology/oclc/65222100>
- Strahler, A. (1964). *Applied hydrology*. New York: chow, V.T.McGraw-Hill. http://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf
- Kheir, R. B., Abdallah, C., & Khawlie, M. (2008). Assessing soil erosion in Mediterranean karst landscapes of Lebanon using remote sensing and GIS. *Engineering Geology*, 99(3-4), 239-254. https://www.researchgate.net/publication/223514376_Assessing_soil_erosion_in_Mediterranean_karst_landscapes_of_Lebanon_using_remote_sensing_and_GIS
- Izinyon, O., & Ehiorobo, J. (2011). Measurements and documentation for flood and erosion monitoring and control in the Niger Delta states of Nigeria. *FIG Working Week 2011 Bridging the Gap between Cultures*. Marrakech, Morocco: TS07E - Engineering Surveying. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2011/papers/ts07e/ts07e_ehiorobo_izinyon_5126.pdf
- Kourgialas, N. N., & Karatzas, G. P. (2011). Flood management and a GIS modelling method to assess flood-hazard areas—a case study. *Hydrological Sciences Journal—Journal des Sciences Hydrologiques*, 56(2), 212-225. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2011.555836>
- Pareta, K., & Pareta, U. (2011). Quantitative morphometric analysis of a watershed of Yamuna basin, India using ASTER (DEM) data and GIS. *International journal of Geomatics and Geosciences*, 2(1), 248-269. https://www.researchgate.net/publication/260319314_Quantitative_morphometric_analysis_of_a_watershed_of_Yamuna_basin_India_using_ASTER_DEM_data_and_GIS
- Parker, D., Tapsell, S., & McCarthy, S. (2007). Enhancing the human benefits of flood warnings. *Natural hazards*, 43, 397-414. https://www.researchgate.net/publication/226540243_Enhancing_the_human_benefits_of_flood_w
- Salama, H. (1980). Analysis of the geomorphological characteristics morphometric water basins in Jordan. *Journal of Studies, Humanities*, 123-167.
- USGC. (2020). <https://earthexplorer.usgs.gov/>