https://doi.org/10.26682/hjuod.2023.26.1.18
مجلة جامعة دهوك، المجلد: 26، العدد: 1 (العلوم الانسانية والاجتماعية)، ص 240-253، 2023

تحديد الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للأحواض النهرية وأثرها على استقرار الموانئ المتوسطية بطنجة (المغرب)

عبد الرحيم مقطيط
قسم الجغرافية، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة سيدي مُحَمَّد بن عبد الله، سايس فاس– المغرب

(تاريخ استلام البحث: 30 كانون الثاني، 2023، تاريخ القبول بالنشر:5 نيسان، 2023)

الخلاصة

يحتل مجال الدراسة موقعا إستراتيجيا بشمال المغرب، حيث أصبح قطبا اقتصاديا واجتماعيا، يعمل على تنمية المؤهلات الطبيعية والبشرية، وإنعاش الاقتصاد، وتسهيل التجارة الخارجية، وذلك راجع لاحتضانه للمشاريع الاقتصادية الضخمة المتمثلة في الموانئ المتوسطية.

ونظرا لارتباط هذه الموانئ المتوسطية بشبكات التصريف المائي بالمنطقة، فإن الدراسة المورفومترية لأحواض المنطقة تعد ذات أهمية كبيرة، إذ مكنتنا من إعطاء صورة عن شكل الأحواض وإبراز العلاقة بين خصائص كل من المورفولوجية والمورفومترية والسمات الهيدرولوجية بها.

ومن أجل تشخيص هذه الدراسة تم الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية لحساب مجموعة من المعطيات المورفومترية انطلاقا من تطبيق قوانين رياضية للتحليل المورفومتري.

بلغت مساحة الأحواض النهرية 146 كلم^2، وهو امتداد كبير من شأنه أن يستقبل ويجمع كميات كبيرة من التساقطات، وقد بينت النتائج عن تباين في عدد وأطوال ومراتب المجاري، حيث بلغت رتب المجاري 1 و2 حوالي 95 % من اجمالي عدد الروافد. كما أفرزت نتائج الخصائص التضاريسية عن تضرس ضعيف لا يتعدى 0.06%.

الكلمات المفتاح: الموانئ المتوسطية، الدراسة المورفومترية، نظم المعلومات الجغرافية.

إشكالية البحث: .

تنبع الأحواض النهرية بمجال الدراسة من الجنوب وتتصادف مصباتها مع الموانئ المتوسطية في الشمال، الشيء الذي جعل هذه الأخيرة في اتصال مباشر مع شبكات التصريف المائي بالمنطقة، حيث تستقبل من عاليتها رواسب التعرية. وأمام هذا الوضع جاء إنشاء سد الرمل (على واد الرمل) بعالية الميناء المتوسطي 1 وتحويل مصب واد غلالة بالقرب من الميناء المتوسطي 2، تدابير وقائية تم انجازها لحماية هذه المنشآت.

ومن هنا تتجلى أهمية معرفة الخصائص المورفولوجية والمورفومترية والسمات الهيدرولوجية للأحواض النهرية في هذا المجال للوقوف على مدى استقرار البنيات التحتية (الموانئ) في سافلتها.

أهداف البحث:

يهدف هذا العمل إلى:

- توظيف نظم المعلومات الجغرافية لإنشاء قاعدة بيانات جغرافية تحتوي على متغيرات مورفومترية لأحواض ظهير الميناء المتوسطي بطنجة.
- استغلال نتائج التحليل المورفومتري لوضع مقترحات تساعد عملية التأهيل البيئي للأحواض ومن تم تنمية المشاريع المستقبلية بالمنطقة من قبل الجهات المختصة.
- استخراج أهم الشبكات المائية بمجال الدراسة واستعراض الخصائص والمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية، ومدى تأثيرها على عدم استقرار المجال.

i. مدخل عام:

تؤثر الانحدارات القوية للسفوح الساحلية بظهير ميناء طنجة المتوسط على صبيب المجاري المائية الذي يرفع وثيرة

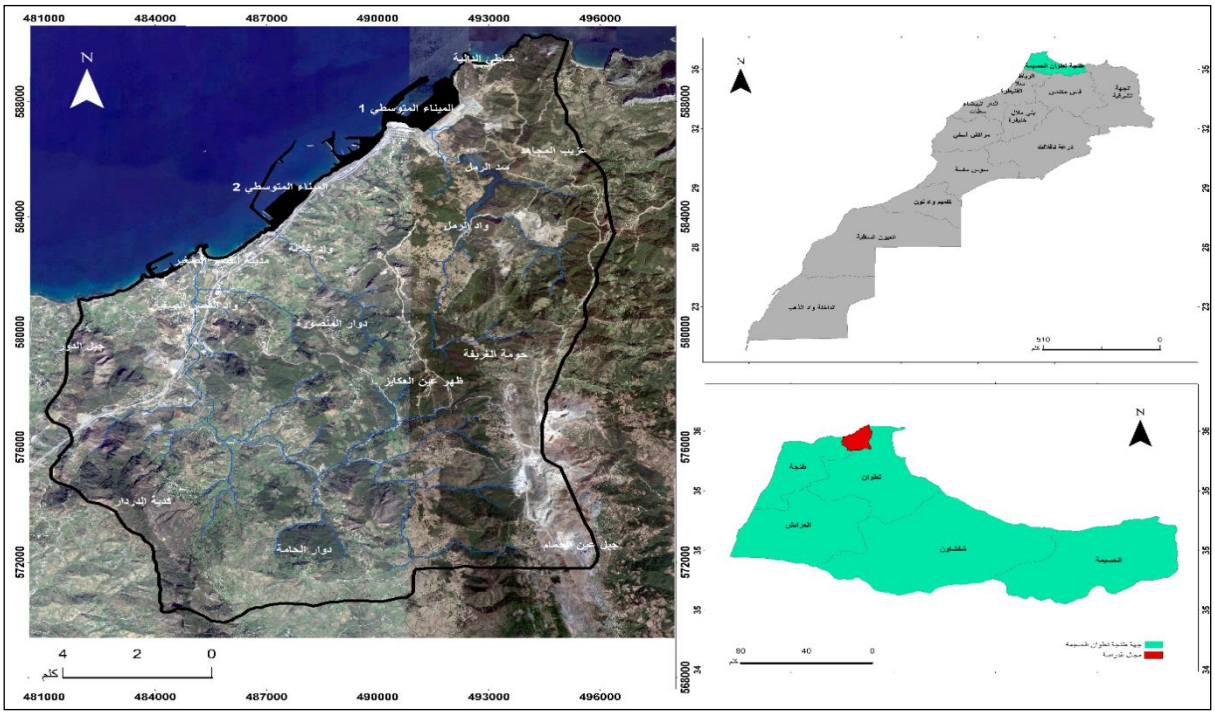
التعرية المائية والحركات الكتلية، إضافة إلى شدة وعنف التساقطات المطرية التي تتعدى أحيانا 1000 ملم، هذا فضلا عن الطبيعة الصخرية الهشة وتراجع الغطاء النباتي اللذان رفعا من حدة المخاطر الطبيعية بالمنطقة.

ii. تقديم مجال الدراسة:

يقع مجال الدراسة بجهة طنجة تطوان الحسيمة، إقليم طنجة، عمالة فحص أنجرة، وهي منطقة ساحلية تمتد على مساحة حوالي 193 كلم^2، تبعد عن مدينة طنجة بحوالي 40 كلم في اتجاه الشرق، تحد شمالا بالبحر الأبيض المتوسط عند مضيق جبل طارق، وغربا بجماعة البحراويين التابعة لإقليم طنجة، وجنوبا بجماعة الجوامعة، ثم شرقا بولاية تطوان (شكل1).

ينتمي مجال الدراسة إلى سلسلة جبال الريف التي تكونت في فترة تشكل السلسلة الآلبية ابتداء من الأوليكوسين، وتعتبر الحركات الميوسينية (نهاية الطرطوني) أهم نشاط عرفه الريف برمته، فهي الأصل في زحف وتنقل الطيات على مختلف أحجامها.

وقد أدت الحركات التكتونية العنيفة التي شهدها الريف عامة وشبه جزيرة طنجة خاصة خلال الزمن الثالث إلى تشكل بنيات التوائية وعرة ومعقدة بأشكال متداخلة تتكون من مجموعة من الرواسب السميكة من الفليش والصلصال، حيث جعلت من الوسط أكثر هشاشة، في حين تبقى الصخور الصلبة تشكل حيزا متوسطا من مجال الدراسة، وينعكس هذا التوزيع الصخاري على مستوى النفاذية داخل الأحواض، التي تتميز هي الأخرى بالتباين، فمعظم المناطق المنبسطة داخلها تتكون من صخور غير نافذة، الأمر الذي يسمح بوجود شبكات مائية مهمة.



شكل (1): الوضعية الجغرافية لمنطقة الدراسة.

iii. منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على نظم المعلومات الجغرافية نظرا للإمكانيات التي توفرها في معالجة وتخزين المعلومات الجغرافية، إذ تضم هذه النظم عددا كبيرا من البرامج ذات القدرة العالية على تهييئ ملفات شبكية وخطية وإعداد قواعد بيانات، وكذا القيام بعدة عمليات حسابية وتركيبية.

وقد تم استغلال نظم المعلومات الجغرافية (ARCGIS 10.4) في تحقيق الأهداف التالية:

- ✓ اشتقاق بيانات الدراسة من الخرائط الطبوغرافية لطنجة وسبتة بمقياس 1/25000.
- ✓ استخدام نظام الإسقاط (Nord Maroc) ورسم خطوط التسوية انطلاقا من الخرائط الطبوغرافية فوق طبقة محدثة (Shapefile).
- ✓ تحويل خطوط التسوية إلى الشبكات المثلثية غير المنتظمة TIN ثم إلى RASTER.
- ✓ تطبيق معادلات رياضية لتحديد الخصائص المورفومترية للشبكة المائية والخصائص التضاريسية للأحواض المائية
- ✓ تخزين وتحليل ومعالجة ثم الربط بين البيانات المكانية والوصفية عن طريق قوائم أو جداول.
- ✓ تصدير خرائط موضوعاتية تحمل معلومات ومرفوقة بمفاتيح لشرحها.

iv.التحليل والمناقشة:

1. الخصائص المورفومترية ومتغيراتها بأحواض منطقة الدراسة:

تتعدد القياسات المورفومترية واستخداماتها في مجالات عدة؛ وأتاح توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية استخلاص هذه القياسات بشكل أسرع، اعتمادا على تحليل الارتفاعات التضاريسية والانحدارات والشبكة المائية ومساحة وأبعاد الحوض. إلا أن دقة هذه القياسات يبقى رهين بدرجة وضوح الارتفاعات الرقمية للأراضي التي تعتبر قاعدة أساسية لاستخراج مجموعة من القياسات المورفومترية، وتظهر محدودية هذه الأدوات في دقة تصنيف المجاري المائية؛ وبالتالي فإن هذه القياسات المدرجة في هذا الفصل تبقى نسبية وتقريبية، تقربنا من الصورة الحقيقية لمورفومترية الحوض وشبكة التصريف فيه.

تفيد المؤشرات الشكلية للحوض في تحديد الخصائص الهيدرولوجية نظرا لارتباطها بمساحة وأبعاد الحوض.

1.1. الخصائص الشكلية للأحواض المائية

يؤثر شكل الحوض النهري على التصريف المائي للأودية، لهذا فاستخراج الخصائص الشكلية أمر ضروري لمعرفة طبيعة المجاري المائية بمنطقة الدراسة، والتمكن من حساب القياسات المساحية.

أ– مساحة الحوض:

تعرف مساحة حوض التصريف على أنها مجموع المساحة التي يحدها خط تقسيم المياه ويصرفها النهر، وتحسب مساحة الحوض بعد تعيين حدود حوض التصريف (الصالح، 1992). وتعتبر مساحة الأحواض أحد العوامل الأكثر تأثيرا في كميات التصريف.

تمتد أحواض مجال الدراسة على مساحة تقدر بحوالي 145,6كلم^2، مقسمة على ثلاث أحواض فرعية (جدول 1).

جدول (1): مساحة الأحواض النهرية بمجال الدراسة.

	حوض القصر الصغير	حوض الرمل	حوض غلالة
المساحة ب (كلم^2)	**94,95**	**38,6**	**12,07**
المحيط ب (كلم)	**47,91**	**29**	**15,6**
الطول ب (كلم)	**18,78**	**15**	**6,3**
العرض ب (كلم)	**5.05**	**2.58**	**1.91**
معامل الشكل	**0,26**	**0,17**	**0,30**
معامل الاستدارة	**0,51**	**0,57**	**0,62**
معامل الاستطالة	**0,61**	**0,46**	**0,62**

نلاحظ أن هناك تباين واضح في حجم الأحواض الفرعية الثلاث والذي سيكون له تأثير مختلف لتصريف الجريان المائي واختلاف سرعة وصوله إلى سافلة الحوض وبالتالي فإن احتمال ظهور الفيضانات بسافلة الأحواض الفرعية الثلاث سيختلف من حوض لآخر.

ب- **الأبعاد الحوضية:**

✓ **محيط الحوض:**

يعتبر حساب محيط الحوض (P) أمرا ضروريا نظرا لاستعمال قيمته في إيجاد باقي الخصائص المورفومترية كعرض الحوض، وطوله واستدارته ثم استطالته.

نلاحظ أن محيط الأحواض الفرعية (جدول1) يتغير من حوض لآخر مما يدل على عدم تجانس الأحواض الفرعية من حيث خصائص الشكل والحجم، وتميل الأحواض الفرعية نحو الاستدارة كلما كبرت مساحتها.

✓ **طول الحوض:**

هناك طريقتين لحساب طول الحوض (يرمز له بحرف (L) ويحسب بالكيلومتر)، فالطريقة الأولى حسب (SCHUMM. S.A, 1956) هو خط يمتد بين نقطة مصب النهر حتى أعلى نقطة في منطقة تقسيم المياه باتجاه المنبع، أما الطريقة الثانية فهي لـ (MAXWELL) حيث يحدد طول الحوض من خلال قياس طول خط موازي للقناة المائية الرئيسية من المصب إلى المنبع. وقد تم الاعتماد على طريقة (MAXWELL) باعتبارها الأكثر شيوعا واستخداما من طرف الباحثين.

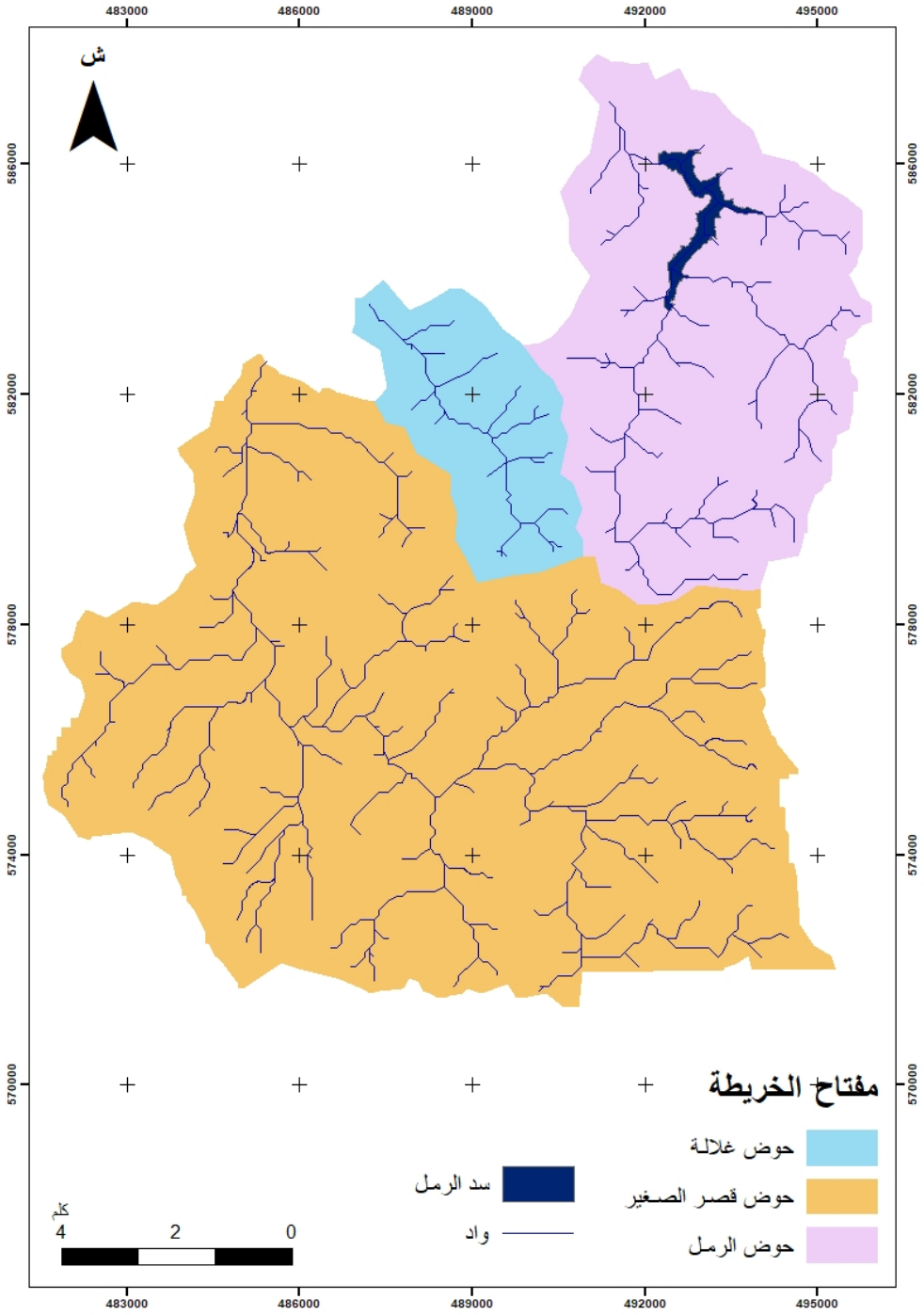
على الرغم من اختلاف مساحة ومحيط الأحواض الفرعية إلا أن هناك تقارب كبير في طول حوضي قصر الصغير والرمل (جدول1)، وهذا الاختلاف سيؤثر على كمية الصبيب المتجمع في المجرى الرئيسي واحتمال حدوث فيضانات في سافلة الأحواض الفرعية. ويزيد من هذا التأثير عرض الحوض واستطالته.

✓ **عرض الحوض:**

يمكن عرض الحوض من تحديد شكل الحوض النهري الذي يؤثر بدوره على حجم التصريف النهري وعلى حجم أخطار السيول والفيضانات.

يحسب عرض الحوض وفق العلاقة التالية (Gregory, k.J. and D.E. Walling, (1973)): بحيث:

B_w: عرض الحوض المائي	$Bw = \frac{A\ (km^2)}{L\ (km)}$
A: مساحة الحوض المائي (كلم^2)	
L: أقصى طول للحوض المائي (كلم).	



شكل (2): خريطة أهم الأحواض الهيدرولوجية بمجال الدراسة.

بعد تحليل عرض الأحواض الفرعية تبين أن قيمة عرض الحوض ترتبط ارتباطا وثيقا مع مساحته، حيث يزداد عرض الأحواض ذات المساحة الكبيرة ويقل في الأحواض الفرعية الصغيرة، مما يحيل على تصريف خاص ومميز؛ فضعف عرض الحوض وزيادة استطالته غالبا ما يوافقه انحدارات قوية ويسمح بتجمع مياه التساقطات بشكل أسرع في المجرى الرئيسي، مما يزيد من احتمال حدوث فيضانات فجائية بسافلة الحوض، وغالبا ما تكون فيضانات قوية وعلى مساحة ضيقة، الشيء الذي سيعمل على الرفع من قوة الحفر العمودي بهذا الحوض (حوض غلالة)، ويمكن أن يساعد هذا في تفسير قوة الانحدار

وضعف اتساع الحوض، بينما حوض القصر الصغير فإنه الحوض الأكبر ضمن هذه الأحواض الفرعية الثلاث ويتميز بعرض كبير، وقد يتناسب هذا مع الطبيعة الصخرية لهذا الحوض حيث تهمن الصخور الهشة.

إن اتساع الحوض يجعل مياه الأمطار تصل إلى المصب متأخرة رغم كميتها الكبيرة، إلا أن قوتها تقل بفعل ضعف الانحدار ويبقى تأثير الفيضانات فيها تأثيرا ضئيلا.

2.1. شكل الحوض:

أ- معامل الشكل:

يرمز لمعامل الشكل بالرمز (F) وهو مؤشر يعطي فكرة عن مدى تناسق الشكل العام لأجزاء الحوض المختلفة، فكلما قل هذا المعامل دل ذلك على عدم التناسق والانتظام والعكس صحيح (المشاط، 1995).

ويتم حساب معامل شكل الحوض حسب الصيغة الرياضية التالية ((Horton, R. E. (1932)

بحيث:

F: معامل شكل الحوض.	$F = \frac{\mathbf{A\ (km^2)}}{\mathbf{L^2\ (km^2)}}$
A: مساحة الحوض المائي (كلم^2)	
L^2: مربع أقصى طول الحوض المائي (كلم^2).	

انطلاقا من معطيات الجدول1، يلاحظ أن نتيجة معامل الشكل لكل أحواض منطقة الدراسة أصغر من 1 وهذا يدل على عدم تناسق وانتظام الشكل العام لأجزائها حيث يقارب شكلها من المستطيل بسبب امتدادها الطولي، مما لا يساعد على وصول مياه الجريان السطحي ومياه السيول بسرعة إلى مصب الحوض، وبالتالي يعطي فرصة لزيادة كمية تبخر وتسرب المياه.

ب- استدارة الحوض:

يفيد هذا المؤشر في قياس مدى تماثل شكل الحوض مع شكل دائري، ويمكن حساب هذا المؤشر من خلال قسمة مساحة الحوض على مساحة دائرة يساوي محيطها محيط الحوض نفسه، فكلما اقتربت قيمة معامل الاستدارة من الرقم 1، دل ذلك على اقتراب شكل الحوض من الاستدارة، أما إذا اقتربت القيمة من 0 دل ذلك على قلة الاستدارة وعدم انتظام الحوض، وقد أشار (PARETA. K& 2011 PARETA. U,) إلى أن ارتفاع قيمة معامل الاستدارة يكون دالا على نفاذية عالية ووجود تكوينات جيولوجية متجانسة.

يمكن حساب معامل استدارة الحوض باستعمال معادلتين:

حسب(STRAHLER. A.N, 1958) يمكن حساب معامل الاستدارة بتطبيق المعادلة التالية:

حيث:

A: مساحة الحوض.	$\mathbf{R_L = A/P_a}$
P_a: مساحة دائرة لها نفس طول محيط الحوض.	

أما المعادلة الثانية والتي تم تطبيقها فهي من صياغة (MILLER. V.C, 1953) كالتالي :

حيث:

A: مساحة الحوض.	$\mathbf{C = 4\pi\ x\ \frac{A}{P^2}}$
P: محيط الحوض.	

تدل النتائج المحصل عليها (جدول 1) على أن كل الأحواض لا تميل بشكل كبير للاستدارة نظرا لابتعادها نسبيا عن الصفر، إذ كلما اقترب معامل الاستدارة من الصفر إلا وكان الحوض مستديرا.

وعلى العموم فإن قيمة استدارة الحوض مرتبة على التوالي في ارتباط وثيق بمساحة الحوض، إذ نلاحظ أن الأحواض الكبيرة تميل شيئا ما إلى الاستدارة والأحواض الفرعية الصغيرة تميل إلى الاستطالة، وهذا راجع إلى طبيعة الدينامية النهرية بهذه الأحواض والاختلاف في الطبيعة الصخرية، حيث أن الأحواض الفرعية الصغيرة تعرف دينامية تعرية وحفر حاد نحو العالية وتعمق للمجرى المائي؛ بينما يحيل شكل حوض القصر الصغير والذي يعتبر أكبر حوض فرعي بمجال الدراسة إلى دينامية تعرية سطحية وذات أشكال مختلفة.

ت– نسبة الاستطالة:

تعرف نسبة الاستطالة بكونها مقارنة بين مساحة الحوض وشكل مستطيل، وهي من المؤشرات التي يتم بها تحديد أشكال الأحواض المائية، حيث يتم حسابها بقسمة قطر دائرة مساحتها تساوي مساحة الحوض على أقصى طول للحوض (معراج نواب مرزا ومُحَمَّد سعيد البارودي، 2005)، فكلما اقتربت القيمة من الصفر، دل ذلك على استطالة الحوض، والعكس صحيح (SCHUMM. S.A, 1956).

ولحساب هذا المعامل تم تطبيق المعادلة التالية:

$$RE = \frac{2 \times \sqrt{A_b}}{Lb}$$

حيث:

A: مساحة الحوض.

Lb: أقصى طول للحوض.

تعبر قيم معامل الاستطالة عن استطالة الحوض المائي، فهي تؤثر على جريان المياه وعلى وصوله إلى المصب نظرا لزيادة المسافة التي يقطعها السيل، كما توافق نتائجها ما تم التوصل إليه في القيم المحسوبة لكل من معاملي الشكل والاستدارة (جدول 1).

2. الخصائص المورفومترية للشبكة المائية:

تعبر الخصائص المورفومترية لشبكة مائية عن نظام شبكة التصريف، والتي يقصد بها مجموع روافد الأودية التي تكون أحواض التصريف.

تتوزع المجاري المائية بأحواض منطقة الدراسة الثلاثة على شكل رتب مثلها مثل جميع أحواض التصريف، حيث تبدأ بالروافد الصغيرة التي تلتقي مع بعضها لتكون الرتبة الثانية وتستمر على هذا النحو حتى تصل إلى الرتبة السادسة، حسب مصدر البيانات المتمثل في نموذج الارتفاعات الرقمية (MNT).

تعد مرحلة رسم شبكة التصريف المائية للأحواض أهم مرحلة في بناء قاعدة البيانات، لكونها تحدد تصنيف الروافد إلى رتب متتالية.

تندرج المتغيرات المورفومترية لخصائص الشبكة المائية في العناصر التالية:

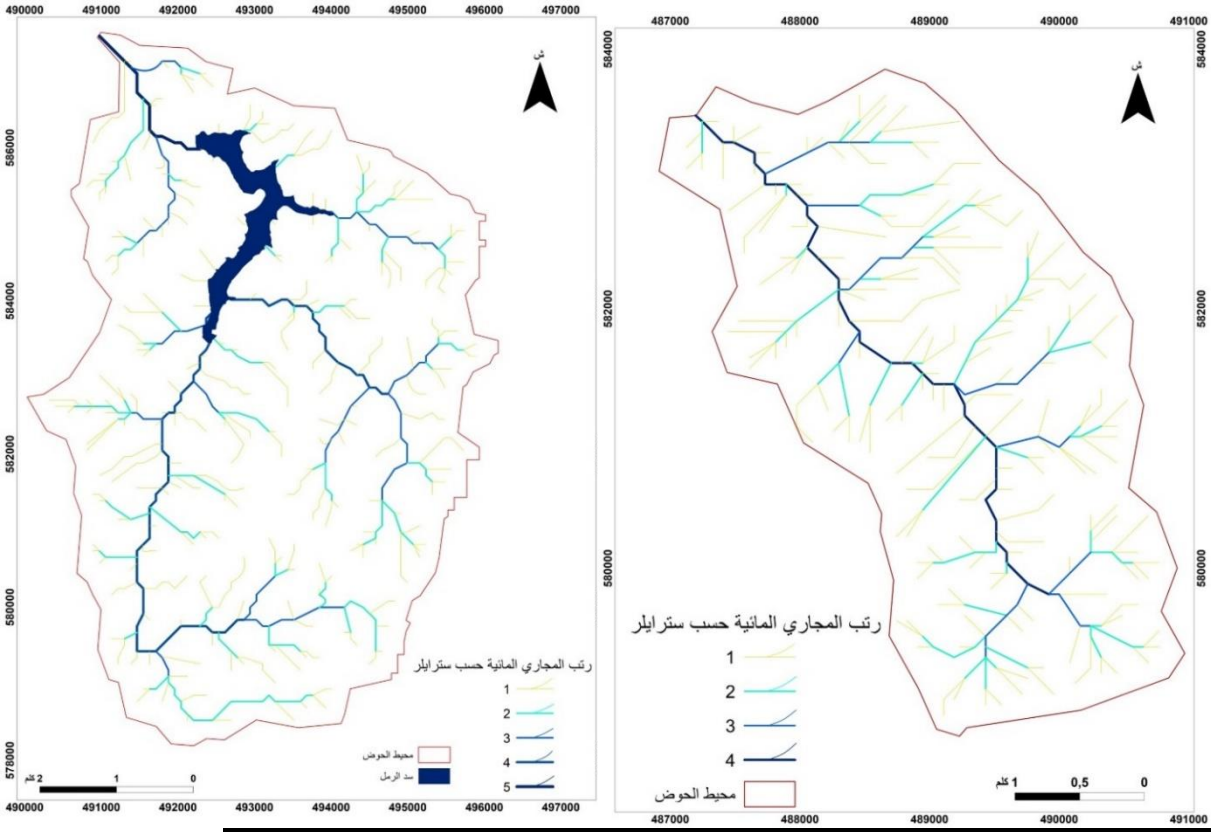
أ– رتبة المجاري (Stream order):

إن دراسة أعداد المجاري ورتبها داخل كل حوض تعد ركيزة أساسية لتحليل وتصنيف شبكة المجاري المائية، فهي تعطي فكرة عن الجيومورفلوجيا التي يمر بها الحوض النهري.

اعتمدنا في دراسة رتب المجاري وإعدادها على طريقة (ستراير: Strahler) نظرا لشساعة استخدامها وشهرتها في تصنيف الروافد، كما أنها تستخدم في نظم المعلومات الجغرافية لسهولتها ومرونتها أثناء عملية التصنيف عند رسم شبكة التصريف المائية.

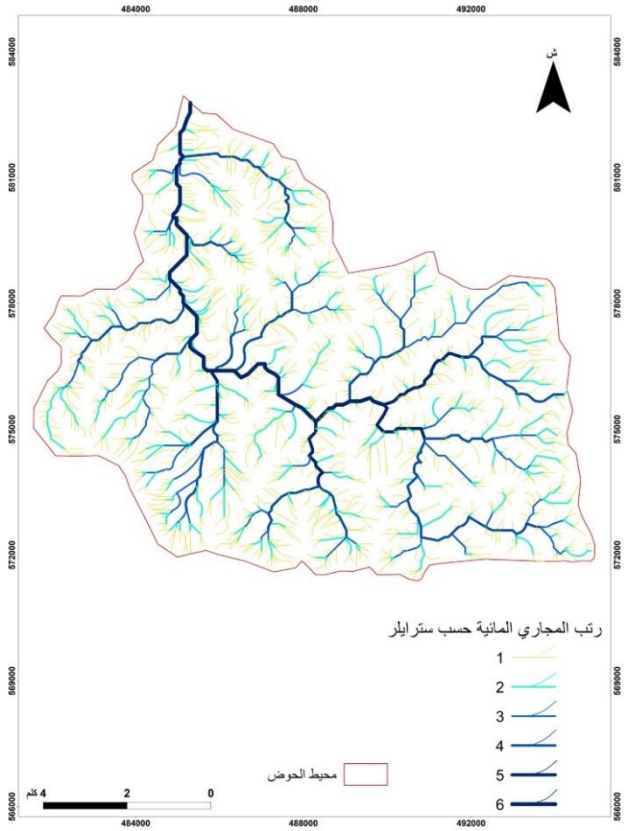
جدول (2): عدد الرتب في كل حوض بمجال الدراسة.

الحوض	عدد الراتب
حوض واد الرمل	5
حوض واد غلالة	4
حوض القصر الصغير	6



شكل (3): خريطة الشبكة المائية لحوض واد غلالة.

شكل (4): خريطة الشبكة المائية لحوض واد الرمل.



شكل (5): خريطة الشبكة المائية لحوض واد قصر الصغير.

تعد دقة البيانات المعتمدة في رسم الشبكة المائية ودرجة الوضوح المكاني لتلك البيانات أمرا ضروريا في جودة الرسم، لهذا اعتمدنا في دراستنا على نموذج رقمي للارتفاعات (MNT) عالي الدقة والذي تم إنجازه انطلاقا من خرائط طبوغرافية ذات مقياس 1/25000، لنتمكن من إظهار روافد الرتبة الأولى التي تعتبر من أكثر الرتب تأثرا بالوضوح المكاني.

توضح الخرائط أعلاه شبكة التصريف المائي للأحواض الثلاثة، (حسب ترتيب ستراهلر) والتي تم استخراجها من نموذج الارتفاعات الرقمية.

ب- عدد المجاري حسب الرتب (Stream numbers):

تمكن نظم المعلومات الجغرافية من تنظيم بيانات القاعدة على شكل جداول مفهرسة ومصنفة حسب الرتب وعدد المجاري وأطوالها في كل رتبة، مما يسهل معرفة أعدادها وأطوالها.

جدول (3): عدد المجاري حسب كل رتبة بالأحواض المائية الثلاث.

الرتب / الأحواض	عدد المجاري					
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
واد الرمل	170	47	12	2	1	-
واد غلالة	385	81	18	1	-	-
واد القصر الصغير	2971	536	110	27	10	1

تبين النتائج أن ما يقارب 95% من إجمالي عدد الروافد في الأحواض الثلاث تضم الرتبة 1و2، وهذا ما يتناسب مع قانون هورتونHorton، حيث أن أعداد المجاري تتناقص كلما زادت قيمة الرتبة، مكونة بذلك متتالية هندسية معكوسة،

(HORTON. R.E,1945) ، كما تدل على تطور الحوض من حيث دورته الحتية وصولا إلى مرحلة النضج.

أكدت الدراسة التجريبية التي قام بها (FLINT. 1973 ,J.J) أن معدلات زيادة أعداد المجاري تكون ثابتة وفق متتالية هندسية في المرحلة الأولى من نمو شبكات المجاري، فتتراجع هذه المعدلات في مراحل متقدمة تمثلها مرحلة الهرم، حيث تقل أعداد المجاري المائية المضافة إلى الشبكة النهرية لتصل معدلات الزيادة إلى حدها الأدنى، هذا إن لم تتجدد دورته الحتية لأسباب مناخية أو بنائية (FLINT. J. J, 1973).

يتسبب النحت المستمر للمجاري المائية في جميع رتبها من زيادة المساحة الحوضية، حيث تزداد فعاليته مع تزايد أعداد المجاري الدنيا (1 و2)، وهذا ما لوحظ في عدد مجاري الرتبة الأولى والثانية لشبكة تصريف حوض واد القصر الصغير، أما حوض واد الرمل فيلاحظ عدد قليل من المجاري المائية بالنسبة للرتب 1 و2، وذلك راجع للركيزة الصخرية لهذا النطاق المتمثلة في صخور شديدة الصلابة.

ت– نسبة تشعب المجاري المائية:

ترتبط نسبة تشعب المجاري المائية بالزمن اللازم لوصول السيول إلى مصباتها، فكلما زاد معدل التشعب ارتفع زمن وصول المياه إلى نقطة مصب الحوض والعكس صحيح، وقد اعتبرها هورتونHORTON مؤشرا على تضرس الأحواض ومدى تقطع الحوض بمجاري الشبكة المائية (HORTON. R.E, 1932).

يمكن حساب نسبة التشعب باستعمال المعادلة الرياضية التالية: ((Horton, R. E. (1932)

بحيث:

R_b: نسبة التشعب.	$R_b = \frac{N_4}{N_4+1}$
N_4: عدد مجاري رتبة ما.	
N_{4+1}: عدد مجاري الرتبة التي تليها.	

يتم تطبيق المعادلة (نسبة التشعب) على كل رتب الأحواض الثلاث باستثناء الرتبة الأخيرة التي لا تليها رتبة أخرى.

جدول (4): نسبة التشعب لكل حوض

الرتب / الأحواض	نسبة التشعب ب %				
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة
واد الرمل	3.61	3.91	6	2	-
واد غلالة	4.75	4.76	18	-	-
واد القصر الصغير	5,54	4,87	4,07	2,7	10

تتأثر نسبة التشعب بالبنية والتركيب الجيولوجي والظروف المناخية، فإذا كانت قيمة هذه النسبة مرتفعة فهذا يعكس عدم نفاذية الصخور، في حين إذا ما اقتربت نسبة التشعب بين المجاري مراتب الحوض (3 و4)، فذاك يدل على تشابه الحوض مناخيا وبنيويا، وكلما زادت نسبة التشعب كلما زادت معها خطر السيول عقب سقوط الأمطار بكثافة في منطقة التجميع العليا، وإذا قلت هذه النسبة زادت كمية التصريف كما أوضح ذلك كل من (HORTON. R.E, 1932) و (STRAHLER. A.N, 1958).

تتميز نسبة التشعب في الأحواض الثلاثة لمنطقة الدراسة بارتفاعها وهذا يرجع إلى:

- تكون الأحواض من نوع صخري واحد (الصخور الرسوبية) ضعيفة المقاومة.
- طبيعة خصائص السيول المتميزة بسرعتها وشدة غزارتها عند تساقط الأمطار خاصة في الجزء العلوي للأحواض.

ث- كثافة التصريف (Drainage Density)

تعتبر كثافة التصريف من أهم مقاييس الشبكة المائية، إذ تحسب من خلال مجموع أطوال المجاري في مختلف الرتب على مساحة الحوض.

بحيث:

D_d: كثافة التصريف	$D_d = \frac{\Sigma L_u(km)}{A_u (km^2)}$
$\Sigma L_u(km)$: مجموع أطوال المجاري في الحوض المائي ب(كلم)	
$A_u(km^2)$: مساحة الحوض الكلية (كلم^2)	

تهدف كثافة التصريف إلى معرفة مدى تقطع السطح بالمجاري المائية، حيث تعكس تأثير العوامل المسيطرة على الجريان المائي مثل العوامل المناخية كالتساقطات والغطاء النباتي ونوع الصخور ثم التضاريس.

جدول (5): كثافة التصريف لكل حوض

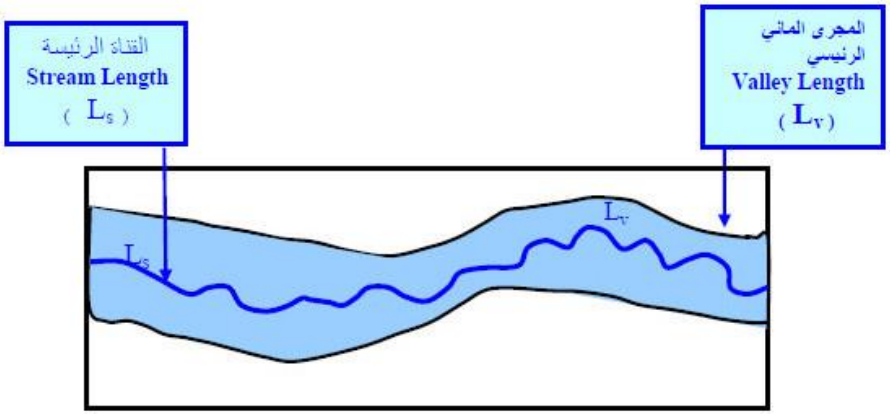
الأحواض	القصر الصغير	الرمل	غلالة
قيمة كثافة التصريف (كلم/كلم^2)	9,92	9,32	10,14

يتضح من خلال الجدول أن مقدار كثافة التصريف في واد الرمل مثلا (9,32) وهذا يعني أن لكل 9,32 كلم من أطوال مجاري، شبكة تصريف تحتل مساحة تقدر ب 1 كلم^2 من المساحة الإجمالية للحوض.

تدل القيمة المرتفعة لكثافة التصريف المسجلة بمنطقة الدراسة على تصريف جيد في كل أحواض المنطقة، ويرتبط ذلك بطبيعة التكوينات الصخرية. فالصخور الرسوبية تتميز بتباعد الجداول حيث ينعكس ذلك على الكثافة التصريفية فتنخفض بسبب نفاذية تلك الصخور وكثرة الشقوق والفواصل بينها مما تعمل على تسرب المياه داخلها فتعيق تطور الجريان السطحي للمياه وبالتالي ينعكس ذلك على تطور شبكة المجاري (STRAHLER. A.N,1958).

ج- معامل تعرج النهر

يتم حسابه عن طريق قسمة طول الحوض المائي (كلم) على طول المجرى المائي الرئيسي (كلم) (شكل6).



شكل (6): المجرى المائي الرئيسي.

المصدر:(D.E. (1973) , Gregory, K. J. and Walling بتصرف)

ويتم اشتقاقه وفق المعادلة الرياضية التالية:((Schumm, S.A (1963)

بحيث:

S: معامل التعرج النهري.	$S = \frac{L_s}{L_v}$
L_s: طول القناة الرئيسية (كلم)	
L_v: طول المجرة المائي الرئيسي وهو يمثل طول الحوض (كلم).	

جدول (6): معامل التعرج النهري لأحواض منطقة الدراسة.

اسم الحوض	Ls (km)	Lv(km)	S معامل التعرج النهري
واد الرمل	14,79	15	0,98
واد غلالة	5,25	6,3	0,83
واد القصر الصغير	14,92	18,78	0,8

يدل معامل التعرج في كل حوض على أن شكل القناة متجانس مع طول المجرى وذلك لاقتراب قيمته من (1)، وهذا يدل على تجانس التركيب الصخري على طول المجرى.

ح- التضرس:

تكمن أهمية معرفة تضرس الحوض لاعتبارها عنصر مورفومتري يؤثر على زيادة فعالية ونشاط عمليات التعرية وانعكاسها على تشكيل سطح الأرض داخل حدود الحوض.

جدول (7): المعدلات التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة.

المعادلات / الأحواض	الرمل	غلالة	القصر الصغير
التضاريس القصوى $H= H_{max} - h_{min}$	570	410	670
نسبة التضرس $R_h= H/L$	0,029	0,06	0,032
معامل التضرس $R_i = A/L$	2,57	1,91	5,05
التضرس النسبي $R_{hp}= H/P$	0,019	0,026	0,013
قيمة وعورة التضاريس $N_R= HD_d$	5,31	4,15	6,64

هناك العديد من الخصائص المرتبطة بالتضرس كمعامل التضرس ونسبة التضرس وكذلك التضرس النسبي، فكل هذه الخصائص تفيد في معرفة الشكل العام لتضرس الأحواض.

بينت النتائج المحصل عليها لنسبة التضرس بأحواض منطقة الدراسة عن تضرس ضعيف، وهذا يظهر بشكل واضح عند حساب معدل التضرس بالأحواض إذ لا يتجاوز المعدل العام.

خ- العلاقة المكانية بين الخصائص المورفومترية للأحواض المائية:

تتحكم بعض مكونات الحوض المائي كخط تقسيم المياه والمساحة الحوضية وشبكة التصريف، في النظام الحوضي حيث مكنتنا من تقسيم أحواض منطقة الدراسة إلى منطقتين طبيعيتين بناء على مجاري شبكة التصريف المائية وهما.

✓ **المناطق العليا:** تنشط التعرية في هذه الأجزاء من الأحواض النهرية نظرا لطبيعة الانحدارات المرتفعة مقارنة مع سافلتها، فالعدد الكبير لروافدها، خاصة روافد الرتب الدنيا، يؤثر على كثافة التصريف والحمولة الرسوبية.

✓ **المناطق السفلى:** تمثل هذه المناطق مساحات من الأحواض أقل نشاطا لعوامل التعرية نظرا لضعف انحدارها، لكنها تتعرض لمخاطر السيول والفياضات وتراكم الرواسب خصوصا عندما تقل سرعة الجريان المائي. وهذا ما يلاحظ في النطاقات الشمالية لمجال الدراسة الذي يأوي العديد من المشاريع العمرانية والأنشطة الصناعية والتجارية المرتبطة بوجود الموانئ المتوسطية.

v. الاستنتاجات والتوصيات:

لقد هدفت هذه الدراسة بصفة عامة إلى إظهار مدى قدرة نظم المعلومات الجغرافية على بناء قاعدة بيانات جغرافية تضم متغيرات مورفومترية لأحواض منطقة الدراسة، وذلك باستعمال تطبيقات النظم المختلفة لاستخراج معادلات مورفومترية محددة.

وقد اتضح من خلال دراسة مختلف المؤشرات أن الأحواض المدروسة لها مساحة تقدر ب 146 كلم^2، وهو امتداد كبير يسمح بتجميع واستقبال كميات كبيرة من التساقطات، الشيء الذي ينعكس على سلوك ونظام الجريان داخلها، خصوصا عندما تكون التساقطات مركزة مجاليا وغير منتظمة زمانيا، كما أفرزت النتائج أيضا عن استدارة نسبية لحوضي واد القصر الصغير وواد الرمل فيما بينت ذات النتائج عن استطالة حوض غلالة وهي تفسر بذلك مجموع الديناميات والحركات الكتلية التي يعرفها هذا النطاق.

vi. المراجع

FLINT J.J. (1973): Experimental Development of head word Growth of channel Network, Geo. Sci, Amer, Bull, V. 84. P 1090-1901.

Gregory, k.J. and D.E. Walling. (1973): Drainage Basin Form and Process, A Gemorphological Approach, Edward Arlond, London

HORTON R.E. (1932): Drainage basin characteristics; EOS Trasn. Amer. Geophys. Union 13, 350-361.

HORTON R.E. (1945): Erosional Development of Streams and their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative

STRAHLER A. N. (1952): Dynamic basis of Geomorphology; Bull Geol Soc. Amer. Vol 63-923-938.

STRAHLER A.N. (1958): Dimensional Analysis Applied to Fluvial Eroded Landforms, Geol, Soc. Amer. America, Bull. Vol 69, 279-30

معراج نواب مرزا ومُحَمَّد سعيد البارودي (2005): السمات المورفلوجية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لأودية الحرم المكي، مجلة جامعة القرى للعلوم التربوية والاجتماعية والإنسانية، عدد خاص بمناسبة اختيار مكة عاصمة الثقافة الإسلامية. ص 264–175

Morphology. Bull. Am. Geol. Soc., Vol 56, Pp. 275-370-286.

MILLER V.C. (1953): A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia, and Tennessee. Office of Naval Research, Geography Branch, Project no. 389-042, Tech. Report no. 3, Pp. 1-30.

PARETA K. & PARETA U. (2011): Hydromorphogeological study of Karawan watershed using GIS and remote sensing techniques, International Scientific Research Journal, 3(4), Pp. 243-268.

SCHUMM S.A. (1956): Evolution of drainage systems and slopes in badland sat Perth Amboy, New Jersey: Geological Society of America Bulletin, V. 67, p 567– 646

Schumm, S.A (1963): Sinuosity of alluvial rivers on the Geat Plains; Gol, Soc. Amer. Bull 74, 1089- 100.

STUDY OF THE HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE WATERSHEDS UPSTREAM OF THE MEDITERRANEAN PORT AREA OF TANGIER

ABDERRAHIM **M**AKTITE
Dept. of Geography, College of Arts and Humanities Sciences, University of Sidi Mohamed ben Abdellah, Saiss Fas-Morocco

ABSTRACT

The field of study occupies a strategic position in northern Morocco, where it has become an economic and social hub, working on developing natural and human qualifications, revitalizing the economy, facilitating foreign trade, due to its hosting of huge economic projects represented in the Mediterranean ports.

Due to its considerable capacities of hosting huge economic projects represented in the Mediterranean ports, the field of study occupies a strategic position in northern Morocco. it has also become an economic and social hub, working on developing natural and human qualifications, revitalizing the economy, and facilitating foreign trade as well.

Because of the connection of these Mediterranean ports to the water drainage networks in the region, the morphometric study of the region's basins is of great importance. It enables us to give an image of the shape of the basins and highlight the relationship between their morphological, morphometric, and hydrological characteristics.

In order to diagnose this study, geographic information systems were used to calculate a set of morphometric data based on the application of mathematical laws for morphometric analysis.

The area of the river basins was 146 km² which is a large extension capable of receiving and collecting large amounts of precipitation. The results showed a variation in the number, lengths, and ranks of the channels, with first and second order channels reaching about 95% of the total number of tributaries. As for the topographic characteristics, the studied river basins were characterized by a weak ruggedness that did not exceed 0.06%.

KEY WORDS: The Mediterranean port area, Morphometric study, GIS.