التحليل المورفومتري لأحواض و أودية التصريف بمدينة بنغازي- ليبيا, بالتكامل بين تقنيات نظم معلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد.

ا.م. لبنى سليمان بن طاهر.
استاذ مساعد/قسم الهندسة المدنية/كلية الهندسة/جامعة بنغازي.
E-mail: Lubnabentaher@gmail.com.

الملخص

بهذه الدراسة أُجرى التحليل المورفمتري و الهيدرولوجي لأحواض التصريف بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد بمعالجة البيانات المستنبطة من الصور الفضائية ونموذج الارتفاعات الرقمية, فرصد خمس أحواض تصريف تغطي مدينة بنغازي, منبعها مرتفعات الجبل الاخضر والرجمة ومصبها البحر المتوسط؛ انحدار سطح الأرض جعل المدينة عرضه إلى فيضانات بزمن تركيز من6 إلى 23 ساعة حسب الحوض مساحة الحوض و طول مجراه, بالإضافة إلى ارتفاع كثافة التصريف للأحواض الذي جاء نتيجة تأثير النشاط البشري على الأراضي مما منع المياه للوصول إلى الأودية والجداول؛ أكبر الأحواض هو حوض وادي القطارة بمساحة $1648.90km^2$و بطول للمجرى الرئيسي km 134.87, بكثافة تصريفية منخفضة لزيادة صلابة تكويناته الصخرية بالمرتفعات وطبيعة المناخ الجاف و الشبة جاف والتربة المنفذة بمصبه, و تتدفق به المياه بمتوسط سنوي $7.18\ m^3/sec$, و ثاني اكبر الأحواض هو الحوض بنينا بمساحة $264.62km^2$ وبطول للمجرى الرئيسي 18.64km مؤثرا على منطقة بنينا ويمتد حتى منتصف مدينة بنغازي شمالا و جنوبا, و كثافته التصريفية عالية نتيجة انخفاض نسبة التشعب للأودية و نفاذية سطح الأرض به, مما ينبه بان منطقة بنينا و المدخل الشرقي الشمالي لمدينة بنغازي و جنوبها عرضة لحدوث سيول بمتوسط تدفق $2.31m^3/sec$ سنويا؛ بناء على نتائج الدراسة وجب اعادة النظر بتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار بالمدينة لتلائم هذه الكميات المطيرة, بالإضافة إلى إنشاء سدود تعويقيه خارج المدينة لحمايتها من السيول والسماح للتربة المنفذة بتسريب المياه المجمعة لتغذي المياه الجوفية, و عدم التهاون في تطبيق التشريعات التي تحد من عمليات التوسع الحضري على الغطاء النباتي الطبيعي, ايضا التوصية بضرورة استخدام التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية لدراسة الأحواض و الأودية بدولة ليبيا, ذلك بإنشاء قاعدة بيانات مورفومترية ومناخية وهيدرولوجية للاستفادة منها في وضع الخطط التنموية المستقبلية ,و للحد و التحكم من الفيضانات.

الكلمات المفتاحية : التحليل المورفومتري لأحواض التصريف، نظم المعلومات الجغرافية, الاستشعار عن بعد, مدينة بنغازي.

1 .المقدمة

يمكن التنبؤ بالعمليات الهيدرومورفمترية للفيضانات و مناطق الترسيب ومعدلات التعرية بها من خلال الخصائص المورفمترية للأحواض المائية؛ من هذا الأساس اصبحت الدراسات المورفمترية إحدى أهم العلوم للباحثين بمجال المياه لما توفره من قياسات كمية لمختلف الخصائص المتعلقة بالأحواض وشبكاتها المائية و التي يمكن تعيينها من خلال مصادر البيانات متمثلة بالخرائط الطبوغرافية، و الصور الجوية و البيانات الفضائية[1].

من مما لا شك فيه ان الراضي المنخفضة أكثر عرضه للإصابة بالفيضانات عندما يكون هناك أمطار أكثر مما يمكن تصريفه, وهذا الأمر ينطبق على موقع مدينة بنغازي الذي يكون عرضه للسيول و الفيضانات نتيجة عدة عوامل منها: التكوين الطبوغرافي، والخصائص الهيدرولوجية، والجيولوجية، والمناخية.

تعرضت مدينة بنغازي للعديد من حوادث السيول خلال السنوات الماضية مما الحق بالمدينة أضرار في الممتلكات العامة والخاصة كما هو موضح بالشكل1, فمدينة بنغازي تقع بمصب أحواض تجري بها المياه على سطح الأرض بشكل مؤقت كونها تحتوي على أودية موسمية, اذ تستقبل تساقط الأمطار خلال فترات قصيرة, فينتج عنها جريان سطحي وغالبا ما يتحول إلى سيول و يتسرب جزء منها إلى المنخفضات المائية دون الاستفادة منها.

توفر تقنيات نظم المعلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد بوقتنا الحاضر, الوقت والجهد في استخلاص الخصائص المورفومترية و تساهم ايضا في تفسير نمط التصريف المائي من خلال نماذج الارتفاعات الرقمي[1], فتزايد الاهتمام من قبل المختصين بالدولة الليبية في السنوات الأخيرة بدراسة ظاهرة السيول و أخطارها التي تتشكل في المجاري المائية التي تقطع مجاريها النسيج العمراني في العديد من مناطق بالدولة، وذلك بعد حوادث وكوارث متعددة اجتاحت بعض المدن

شكل1. صور لبعض الأضرار التي لحقت بمدينة بنغازي أثر السيول في عام 2018
(مطار بنينا و الصابري و البركة و وادي القطارة).

طبق عدد من الباحثين دراسات عديدة على هذا الصعيد، لكن لم تجرى أي دراسة بخصوص التحليل المورفمتري لأحواض التصريف في مدينة بنغازي واحتساب الخصائص الهيدرولوجية لها ولكن اقليميا و محليا اجريت عدة دراسات بنفس الهدف و التقنيات لهذه الدراسة منها ما قدمه كل من: الرواشدة واخرون,2017, درسوا الخصائص المورفومترية و الهيدرولوجية لحوض وادي الحسا بدولة الاردن, و الشرقاوي و المشاط,2017, درسا أخطار السيول بحوض وادي الاديرع بمنطقة حائل في المملكة العربية السعودية[2,1], بالإضافة إلى الدراسة التي اعدها عبدالرحمن و عمران, 2018, لهيدرولوجية الأحواض الشرقية لبحيرة دربندخان بدولة العراق, و البحيثي, 2018, بتحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف بمدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية, اما النشوان, 2018, درس الخصائص الهدورفومترية لحوض شعيب تمرة في محافظة السليل بالمملكة العربية السعودية [3,4,5], بالإضافة إلى الدراسة التي قدمها العمري, 2020, الذي قام ببحثه بتحليل الخصائص المورفمترية و الهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتر بعدن بدولة اليمن, و قام الأنصاري, 2020, بإجراء التحليل المورفومتري المقارن لأحواض روافد وادي العتك بشمال غربي مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية [6,7], ايضا الدراسة التي اعدها الخفاجي و الموسوي,2021, لدراسة بعض الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي شوشيرين الواقع بالحدود الايرانية العراقية وتقدير حجم الناتج الرسوبي, و الدعدي,2021, الباحثة درست التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية والتضاريسية ومدلولاتها الجيمورفولوجية في حوض وادي رهجان بمدينة مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية, اما النيش, و الجبوري,2021, عرضا ببحثهما التحليل الهيدرولوجي لحوض وادي بادوش بدولة العراق [8,9,10].

كل تلك الدراسات تمت بالاعتماد على التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية و استخلصت جلها مدى جودة استخدام هذه التقنيات و دقتها و السرعة و السهولة بإعداد الخرائط و استنباط الخصائص المورفمترية و الهيدرولوجية لأحواض و اودية التصريف.

لكون مدينة بنغازي من المناطق الواعدة التي تصلح لاستثمار المياه السطحية وبكميات اقتصادية التي من الممكن ان تسهم في تنشيط مختلف القطاعات ولاسيما الزراعية منها؛ اتت هذه الدراسة للكشف عن الخصائص المورفمترية للأحواض و الاودية بمدينة بنغازي بتوظيف التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية, ذلك بتحديد خصائص شبكة الصرف المائي لتلك الأحواض من حيث الخصائص الشكلية و التضاريسية و التصريفية بالإضافة إلى إبراز خصائصها الهيدرولوجية من تدفق الذروة و زمن التركيز و حجم الجريان السطحي.

تم الاعتماد على البيانات والمعلومات من الصور الفضائية لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج Google Earth وذلك لتوضيح المناطق الحضرية وبالأخص الحيوية منها بكل حوض ودراسة مدى تأثر تلك المناطق بالجريان السطحي من المنبع حتى المصب, وبالإضافة

إلى نماذج الارتفاعات الرقمية (DEM)؛ تم اعداد التحليل الهيدرولوجي للأحواض قيد الدراسة و الخرائط وتصحيحها وارجاعها باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية(ArcGIS10.5).

2. التحليل المورفمتري لأنظمة التصريف المائي:

يشير التحليل المورفمتري إلى جميع الخصائص الحوضية القياسية التي تنتج عن اخذ قياسات معينة للأحواض المائية, فبهذه الدراسة سيتم التركيز على بعض العمليات الحسابية لإجراء التحليل المورفمتري للأحواض المائية قيد الدراسة كما يلي:

1.2 الخصائص المساحية لأحواض التصريف:

قيست الخصائص المساحية و التضاريسية للأحواض قيد الدراسة من برنامج ArcGIS10.5 وهي:

- مساحة حوض الوادي A km^2.
- طول محيط الحوض P Km.
- طول المجرى الرئيسي في الحوض L Km.
- عرض الحوض W Km.
- اقل منسوب للأرض الطبيعية H_{min} m.
- اعلى منسوب للأرض الطبيعية H_{max} m .
- متوسط منسوب الأرض الطبيعية H_{avr}. m .

2.2 الخصائص الشكلية و التصريفية و التضاريسية لأحواض التصريف :

تم احتساب معاملات الخصائص الشكلية و التصريفية و التضاريسية لأحواض منطقة الدراسة وفق المعادلات الرياضية التي عرضت بجدول1, وهي:

- نسبة الاستدارة.
- نسبة الاستطالة.
- نسبة تماسك المحيط
- معامل شكل الحوض.
- معامل التفلطح.
- نسبة التضرس.
- النسيج الطبوغرافي.
- قيمة الوعورة.
- الرتب النهرية.
- نسبة التشعب.
- الكثافة التصريفية و العددية.
- معدل بقاء المجرى.

جدول1 المعادلات الرياضية لحساب الخصائص الشكلية و التصريفية و التضاريسية لأحواض التصريف[11,12,13,14].

رقم المعادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
1	نسبة الاستدارة.	$R_C = 4 \times \pi \times \left(\frac{A}{P^2}\right)$	A=مساحة الحوض Km^2. P=محيط الحوضKm. R_C= نسبة الاستدارة.
2	نسبة الاستطالة.	$R_e = \frac{2}{L} \times \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0.5}$	A=مساحة الحوض Km^2. L=طول المجرى الرئيسي الحوضKm. R_e= نسبة الاستطالة.
3	نسبة التماسك.	$R_f = \frac{1}{\sqrt{R_C}}$	Rc= نسبة الاستدارة. R_f= نسبة التماسك.
4	معامل شكل الحوض.	$S_f = \frac{A}{L^2}$	A=مساحة الحوض Km^2. L=طول المجرى الرئيسي الحوضKm. S_f= معامل شكل الحوض.
5	معامل التفلطح.	$B_f = \frac{L}{A}$	A=مساحة الحوض Km^2. L=طول المجرى الرئيسي الحوضKm. B_f = معامل التفلطح1/km.
6	نسبة التضرس.	$R_r = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$	H_{max}= اقصى منسوب لسطح الأرض بالحوض m. H_{min}=اقل منسوب لسطح الأرض بالحوض m. L=طول المجرى الرئيسي الحوضKm. R_r = نسبة التضرسm/km .
7	نسبة تقطع الحوض.	$T_B = \frac{N_u}{P}$	Nu= مجموع عدد الاودية حسب الرتب. P=محيط الحوضKm. T_B = نسبة التقطع km /وادي.
8	قيمة الوعورة.	$R_n = D \times (H_{max} - H_{min})/1000$	H_{max} = أقصى منسوب لسطح الأرض بالحوض m. H_{min}=أقل منسوب لسطح الأرض بالحوض m. D= كثافة تصريفية للحوض. L=طول المجرى الرئيسي الحوضKm. R_n=قيمة الوعورةm/km.

رقم المعادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
9	متوسط طول مجرى الرتبة النهرية.	$L_{SM} = \frac{\sum L_u}{N_u}$	L_u= طول الوادي حسب الرتبةu. N_u= عدد الأودية حسب الرتبة u. L_{SM}= متوسط طول المجرى المائي m.
10	نسبة التشعيب.	$R_S = \frac{N_u}{N_{u+1}}$	N_u= عدد الأودية الرتبة. N_{1+u}= عدد الاودية الرتبة الاعلى. R_S = نسبة التشعب.
11	كثافة التصرف.	$D = \frac{\sum L_u}{A}$	L_u= طول الوادي حسب الرتبة u km. A=مساحة الحوض Km^2. D= كثافة التصرف 1/ km
12	التكرار النهري(الكثافة العددية).	$F_S = \frac{N_u}{A}$	N_u= عدد الاودية حسب الرتبة u. A=مساحة الحوض Km^2. F_S = التكرار النهري Km^2/ وادي.
13	معدل بقاء المجرى.	$S_S = \frac{A}{\sum L_u}$	A=مساحة الحوض Km^2. L_u= طول الوادي حسب الرتبة u km. S_S = معدل بقاء المجرى Km .

3.2 الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف:
تم بهذه الدراسة احتساب بعض المعاملات الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة ذات صلة مباشرة باحتساب مقدار الجريان السطحي كما هو مبين بجدول2.

جدول2 المعادلات الرياضية لحساب الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف [10,11,4,3].

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
14	زمن التركيز.	$T_C = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8H^{0.5}}$	A= مساحة الحوض km^2. TC= زمن التركيز hr. L= طول مجرى الحوض km. H= الفرق بين متوسط و اقل منسوب بالحوض m.
15	زمن التباطؤ.	$T_L = 0.6T_c$	TL= زمن التباطؤ hr. TC= زمن التركيز hr.
16	مدة فائض المطر .	$T_r = 0.133T_c$	TC= زمن التركيز hr. Tr = مدة فائض المطر hr
17	زمن الذروة.	$T_P = \frac{T_r}{2} + T_L$	TP=زمن الذروة hr. Tr = مدة فائض المطر hr TL= زمن التباطؤ hr.
18	الجريان السطحي (معادلة بركلي).	$R = (CIS)^{0.5}\left(\frac{W}{L}\right)^{0.45}$ $I = \left(\frac{RF}{1000}\right) \times \frac{(A * 1000000)}{1000000000}$	A= مساحة الحوض km^2. R=كمية الجريان السطحي مليار m^3 L= طول مجرى الحوض km. S= متوسط انحدار المجرى km/m. I= كمية الأمطار السنوية مليار m^3. C=معامل الجريان السطحي=0.15 للمناطق الجافة و الشبة جافة. W=عرض الحوض km. RF=مجموع الأمطار الشهري بالسنة mm.
19	اقصى تدفق للجريان السطحي.	$QR_p = \frac{0.208AR}{T_p}$	QP= اقصى تدفق m^3/sec A= مساحة الحوض km^2. TP=زمن الذروة hr. R= الجريان السطحي mm.
20	سرعة الجريان السطحي.	$V = \frac{L}{3.6T_c}$	TC= زمن التركيز hr. L= طول مجرى الحوض km. V=سرعة الجريان السطحي m/sec .

4.2 التحليل المورفومتري الرقمي لأحواض التصريف المائية باستخدام برنامج ArcGIS 10.5:

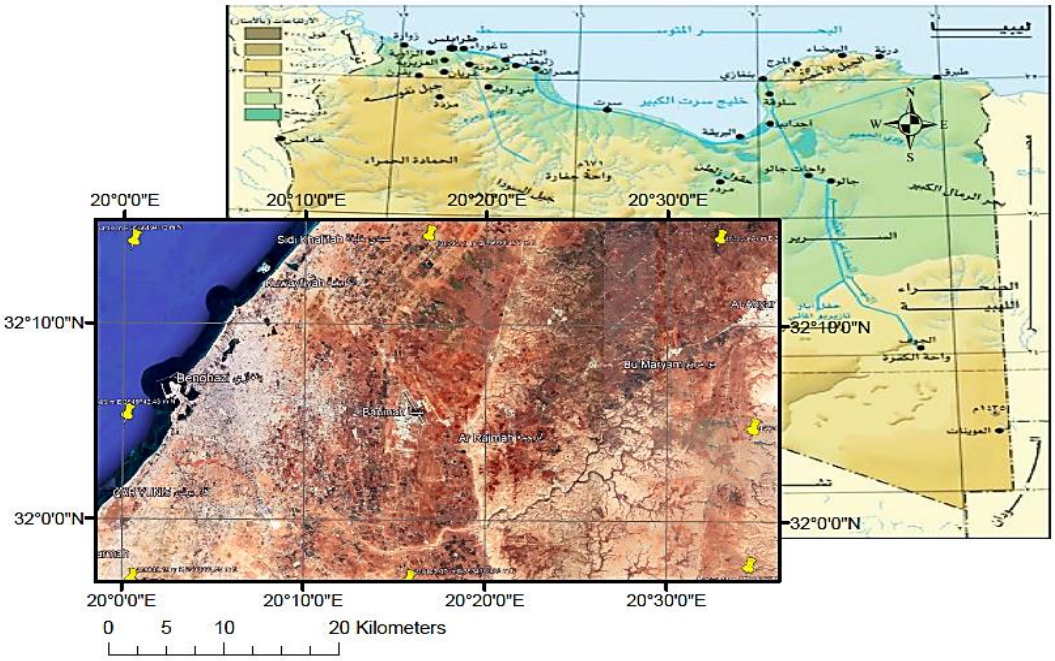
التحليل المورفومتري في برنامج ArcGIS10.5 يتم عن طريق صندوق الادواتArc Toolbox بعدد من الادوات مثل[15]:

- اداةFill: لمليء الانخفاضات الغير متوقعة في بيانات ملف الارتفاعات الرقمية ناتجة عن عيوب فيه.
- اتجاه الجريانFlow Direction : تقوم هذه الأداة بتحديد الاتجاه الذي ستجري من خلاله المياه من الخلية إلى الخلايا المجاورة لها.
- تجميع الجريانFlow Accumulation: تقوم الاداة عند كل خلية بحساب عدد الخلايا التي ستصب المياه فيها فيمكن تحديد شكل المجاري الرئيسي لمنطقة الدراسة. زيادة التحسس: تهدف هذه الخطوة لزيادة التحسس عند استخراج مسارات الأودية من ملف تجميع الجريان، وذلك باستخدام الاداة Con.
- تحويل ملف الاودية من الصورة الشبكية raster إلى الصورة الخطية vector واستخدام الاداة stream to Featureمن ادوات التحليل الهيدرولوجي للحصول على طبقة خطوط polylines تحدد مجاري أودية منطقة الدراسة.
- استخدام اداة Stream Orders لتحديد رتب المجاري المائية في منطقة الدراسة.
- تحويل ملف رتب المجاري من الصورة الشبكية rasterإلى الصورة الخطية vector .
- استخدام اداة watershed لاستنباط الحوض المائي الذي يؤثر على الموقع المطلوب دراسته, و لمعرفة عدد واطوال المجاري المائية من كل رتبة على حدى داخل هذا الحوض
- يتم استدعاء قاعدة البيانات الغير مكانية Attribute Tableلطبقة رتب المجاري .

3. موقع الدراسة و البيانات المستخدمة:

1.3 موقع منطقة الدراسة:

تعتبر مدينة بَنغازي ثاني أكبر مدينة في دولة ليبيا و تطل على ساحل البحر المتوسط بمساحة تصل إلى$314km^2$, وهي ذات تخطيط شعاعي مركزه بحيرة بنغازي في وسط المدينة؛ وهي تنقسم إلى احياء عدة تتوزع في حدود الطريق الدائري الخامس حيث تحد الطرق الشعاعية هذه الأحياء، بينما تخترق الطرق الدائرية بعض منها خاصة الكبيرة؛ يتميز طقس مدينة بنغازي بانه يتبع مناخ البحر المتوسط شمالا، وإلى الجنوب شبه صحراوي, فالصيف في المدينة حار نسبيا مع ارتفاع نسبة الرطوبة, والشتاء معتدل مع هطول كمية من الأمطار؛ التركيب الجيولوجي للأرض بمدينة بنغازي يتكون من رواسب الزمن الرابع وتنقسم إلى قسمين رئيسين هما الرواسب الساحلية والرواسب الفيضية,



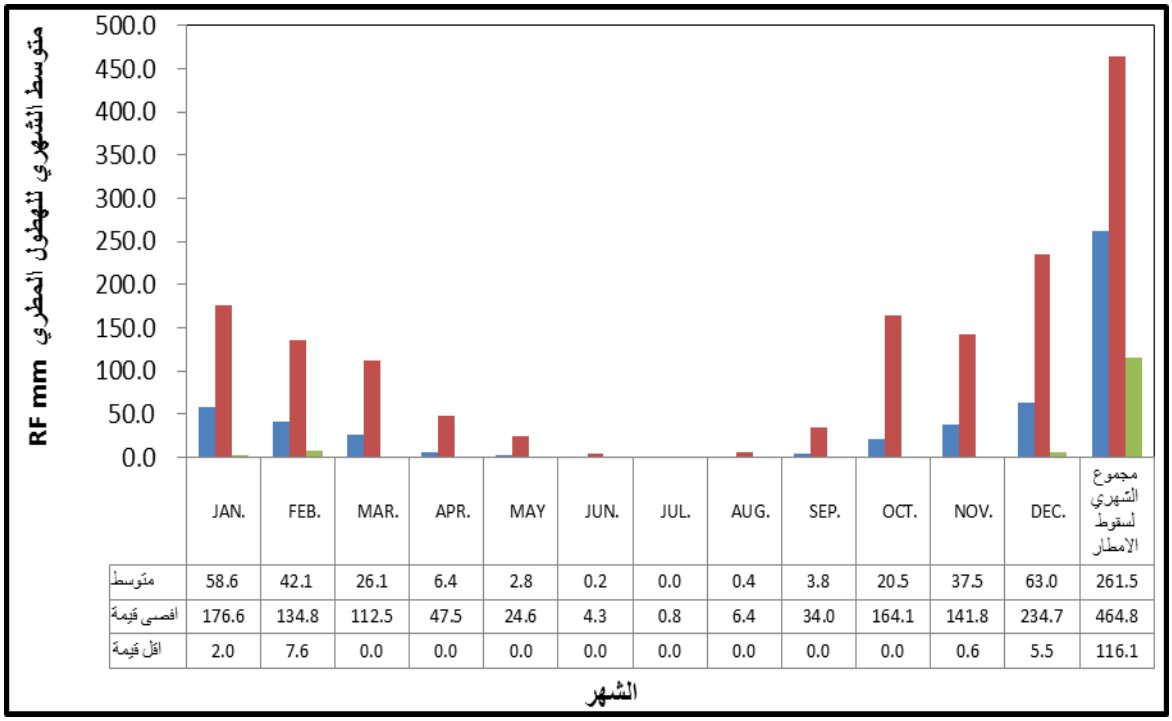
شكل2 موقع الدراسة (صورة من برنامج Google earth لمدينة بنغازي و ضواحيها لعام2021).

2.3 البيانات المستخدمة بالدراسة :

في هذا البحث تم استخدام مرئية راداريه لنموذج ارتفاعات رقمي لمدينة بنغازي من خلال موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS و التي التقطت بوساطة المركبة الفضائية ASTER [18] وصورة فضائية لنفس الموقع من برنامج Google earth؛ تم الاستعانة ببرنامجArcGIS10.5 لمعالجة المرئية للحصول على نموذج ارتفاعات رقمي يختص بمساحة المنطقة قيد الدراسة تتبع نظام الاحداثيات UTM والارجاع الجغرافي الوطني Libyan Geodetic Datum2006, Zone 34N. ايضا بهذه الدراسة تم الاستعانة بالبيانات المناخية من الفترة 1977 إلى 2020 المتوفرة بهيئة الأرصاد الليبية الخاصة بمحطة بنينا الواقعة عند دائرة عرض 32.05^0 و خط طول 21.16^0 بمنسوب عن سطح البحر 129m[19]؛ عرض ملخص للخصائص الاحصائية للبيانات المناخية لمنطقة الدراسة لنفس الفترة بجدول 3, و بالشكل3 عرض الهطول المطري الشهري بالسنة للفترة من 1977 إلى 2020 لتبيان كميات و حجم المياه المجمعة و التي تصرف سنويا بالأحواض في مدينة بنغازي ذلك للوقوع على الفترات المطيرة و قيم الأمطار العليا و الدنيا بالسنة.

جدول 3 الخصائص الاحصائية للبيانات المناخية وفق ارصاد محطة بنينا للفترة من 1977-2020 [19].

الخصائص الاحصائية	متوسط الرطوبة النسبية %	المجموع الشهري لتساقطات للأمطار RF mm	متوسط درجات الحرارة العظمى °C	متوسط درجات الحرارة الصغرى °C
اقصى قيمة	70.500	414.970	26.600	16.625
اقل قيمة	52.708	116.050	24.092	14.392
المتوسط	63.514	227.272	25.185	15.379



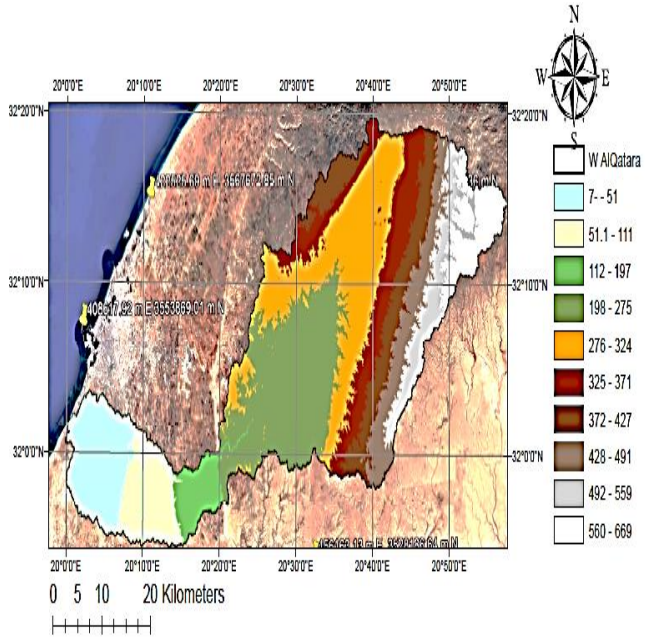
	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	مجموع الشهري لسقوط الامطار
متوسط	58.6	42.1	26.1	6.4	2.8	0.2	0.0	0.4	3.8	20.5	37.5	63.0	261.5
افصى قيمة	176.6	134.8	112.5	47.5	24.6	4.3	0.8	6.4	34.0	164.1	141.8	234.7	464.8
اقل قيمة	2.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	5.5	116.1

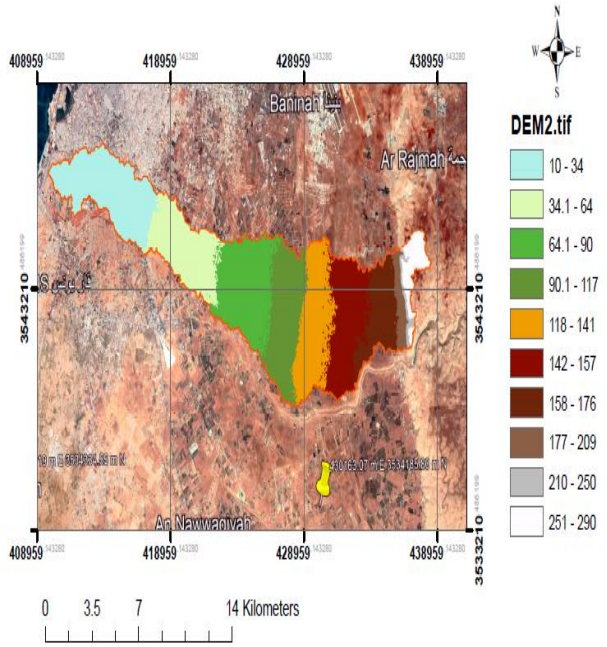
شكل3 المجموع الشهري لسقوط الأمطار بالسنة للفترة من 1977 إلى 2020 (محطة بنينا- بنغازي) [19].

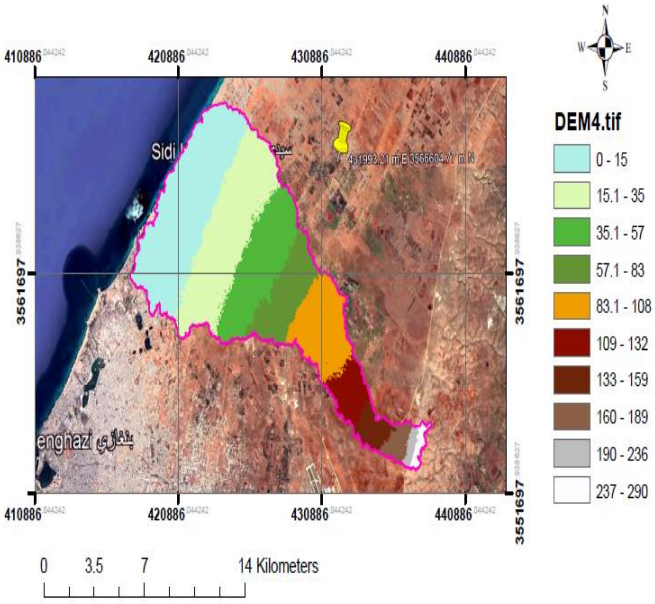
4. التحليل المورفومتري لأحواض التصريف المائي بمدينة بنغازي

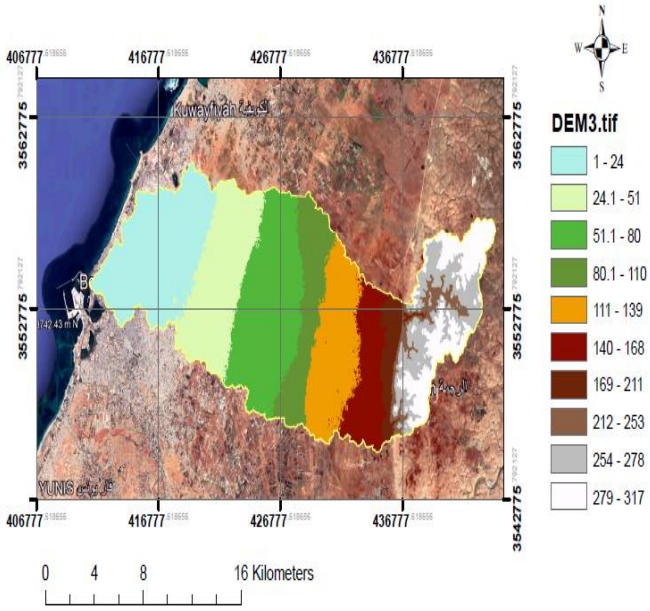
تمت عملية التحليل الرقمي المورفومتري لمنطقة الدراسة بمعالجة الصور و المرئيات الفضائية لنموذج الارتفاعات الرقمي لمنطقة الدراسة و ارجاعها جغرافيا من ثم استخدامها في عمليات التحليل الهيدرولوجي (تحديد اتجاه الجريان, تجميع الجريان, زيادة التحسس و تحديد الاودية, استنباط رتب المجاري المائية) على التوالي بواسطة برنامج ArcGIS10.5.

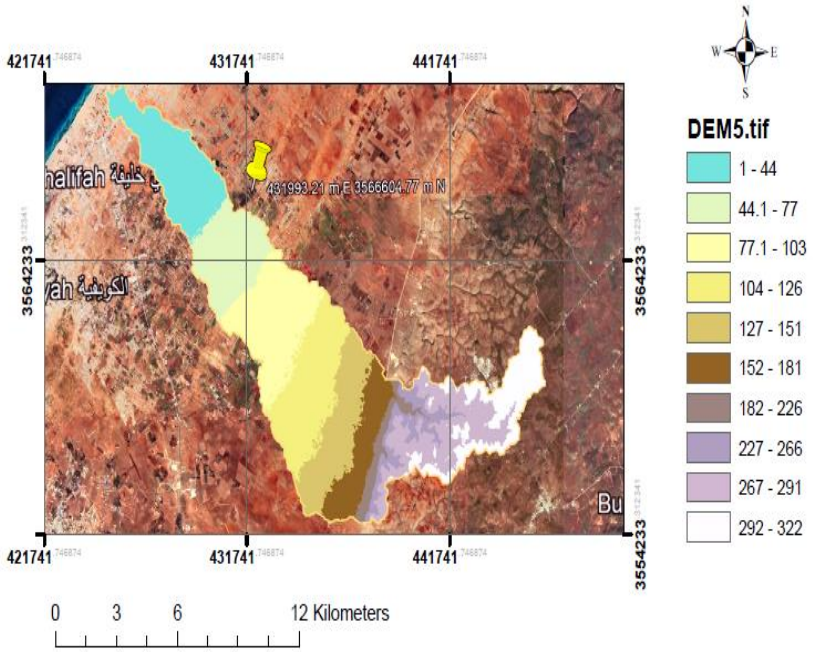
بهذه المرحلة تم تحديد نقطة المصب لتحديد الحوض المائي المصرف عند هذا الموقع بالتحديد عند شاطئ البحر كما هو مبين بالشكل4 الذي عرض به الأحواض المائية الخمس المستنبطة بعد الانتهاء من التحليل الهيدرولوجي بواسطة برنامجArcGIS10.5 في مدينة بنغازي و ضواحيها.



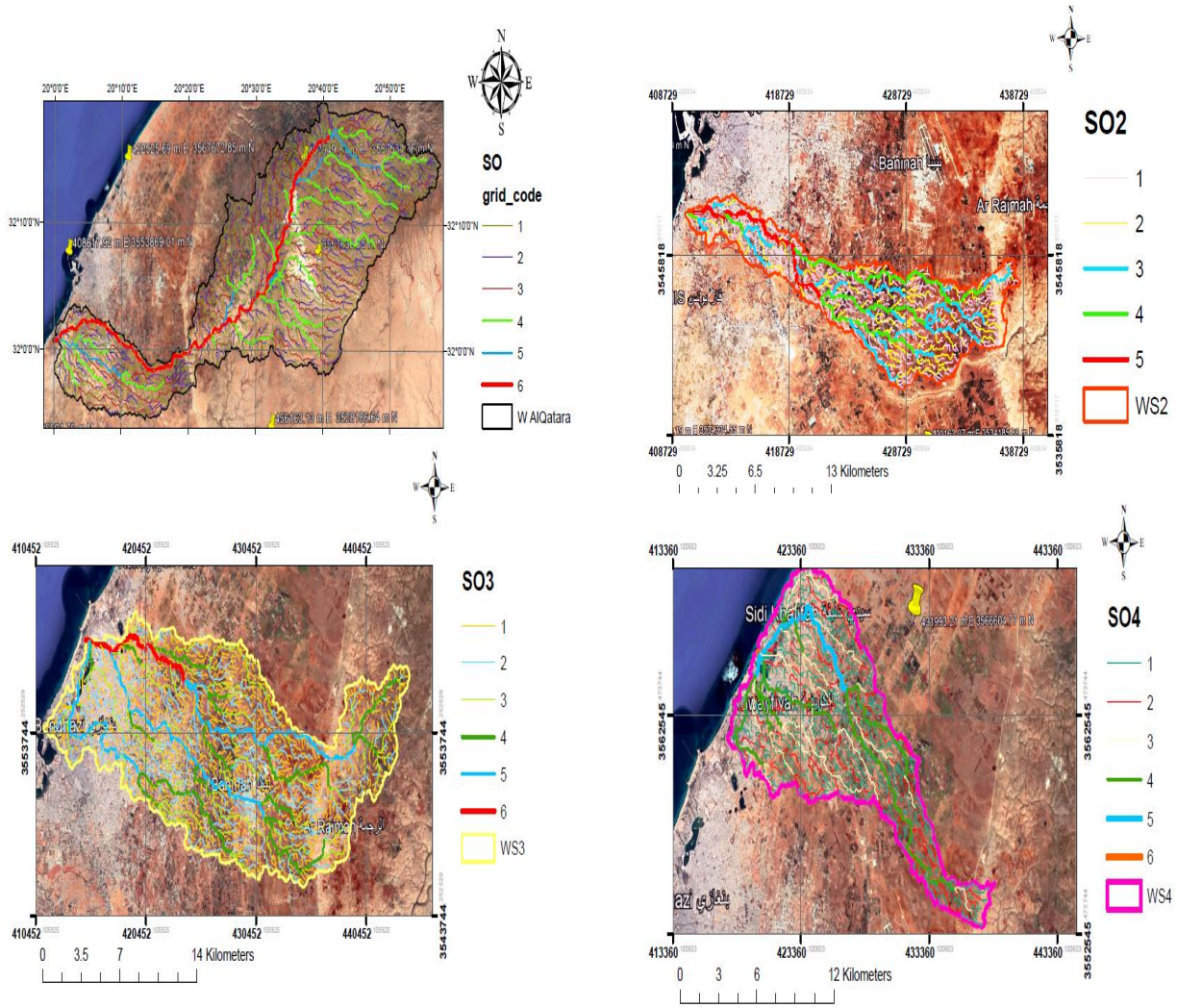


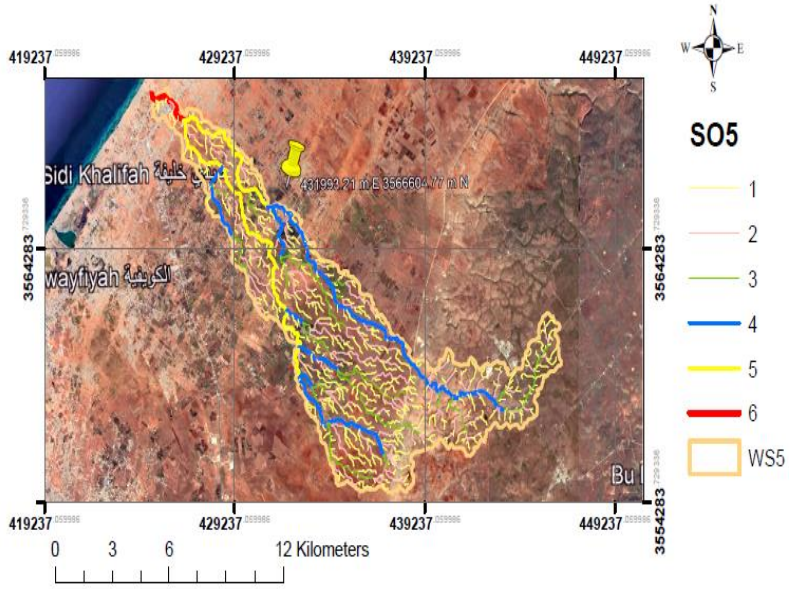




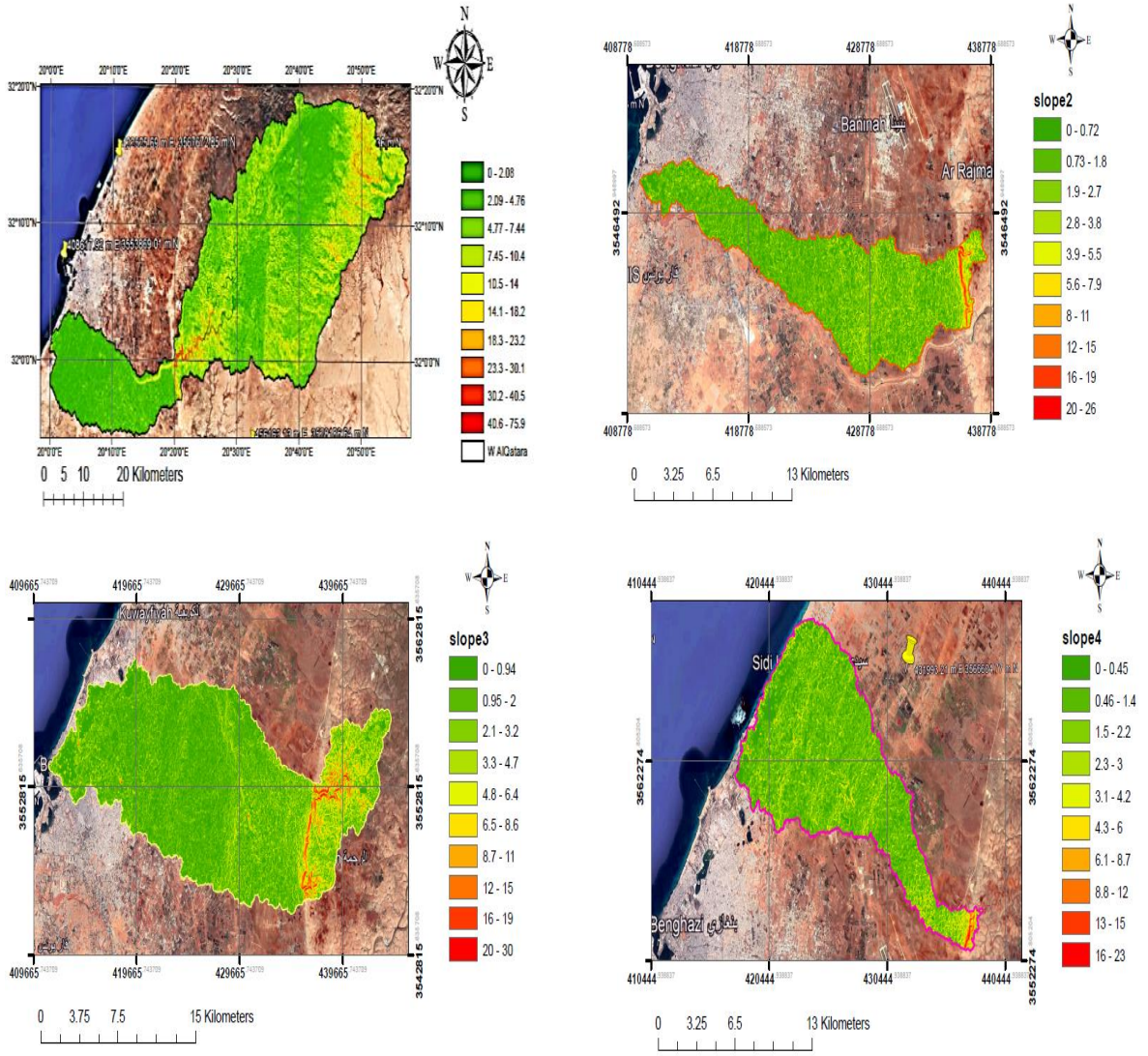


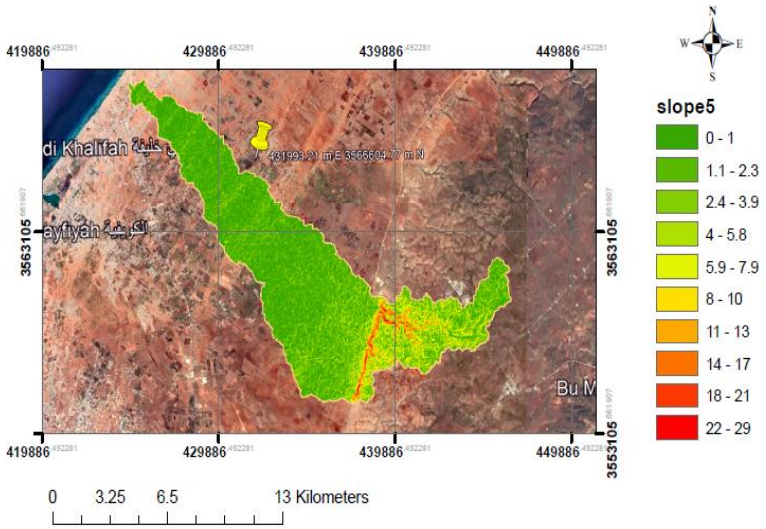
شكل5 مناسيب الأرض الطبيعية من مستوى سطح البحر لكل حوض بمدينة بنغازي حسب نموذج الارتفاعات الرقمي.





شكل 6 الأودية بأحواض التصريف بمدينة بنغازي وفق نتائج التحليل الهيدرولوجي من برنامج Arc GIS10.5





شكل7 انحدار الأرض الطبيعية بأحواض التصريف بمدينة بنغازي وفق نتائج برنامج Arc GIS10.5.

بالاعتماد على نتائج برنامج ArcGIS10.5, تم استنباط الخصائص المساحية لأحواض التصريف في مدينة بنغازي من حيث المساحة و المحيط والعرض و الطول للمجرى الرئيسي بالإضافة إلى مناسيب الأرض الطبيعية التي تم استنباطها من نموذج الارتفاعات الرقمي, و بتطبيق المعادلات الخاصة بالتحليل المورفومتري و الهيدرولوجي التي تم تعريفها مسبقا بجدول1و2, تم حساب الخصائص الشكلية و التضاريسية والتصريفية و الهيدرولوجية للأودية والمجاري بأحواض مدينة بنغازي , كل النتائج عرضت بجدول 4 و 5.

جدول4 الخصائص المساحية و طبوغرافية و الشكلية و التصريفية لأحواض مدينة بنغازي .

المعامل	1حوض	حوض2	حوض3	حوض4	حوض5	الوحدات
A مساحة الحوض.	1648.99	103.16	264.62	115.02	91.27	km^2
P محيط الحوض.	342.73	85.83	112.63	73.07	77.32	Km
L طول المجرى الرئيسي.	134.88	19.17	18.64	25.33	18.64	Km
W عرض الحوض.	40.56	5.85	6.23	10.26	6.23	Km
$H_{avr.}$ متوسط منسوب للأرض الطبيعية.	301.00	102.00	108.00	48.70	144.00	M
$H_{max.}$ اعلى منسوب للأرض الطبيعية.	669.00	290.00	317.00	290.00	322.00	M
$H_{min.}$ اقل منسوب للأرض الطبيعية.	7.00-	10.00	1.00	0.00	1.00	M
B_f معامل التفلطح.	0.08	0.19	0.07	0.22	0.20	km^{-1}
S_f معامل شكل الحوض.	0.09	0.28	0.76	0.18	0.26	Km
R_f نسبة تماسك المحيط.	2.38	2.38	1.95	1.92	2.28	-
R_e نسبة الاستطالة.	0.34	0.60	0.99	0.48	0.58	-
R_C نسبة الاستدارة.	0.18	0.18	0.26	0.27	0.19	-
R_rقيمة الوعورة .	1.29	1.10	1.87	1.76	1.98	m/km
T_Bنسبة التقطع .	28.10	14.39	28.34	17.82	13.32	وادي/km
R_nنسبة التضرس.	5.01	14.61	16.95	11.45	17.22	$1/km^2$
u الرتب النهرية.	من1إلى 6	من1إلى 5	من1إلى 6	من1إلى 5	من1إلى 6	-
$\sum Nu$إجمالي العدد الكلي للأودية بجميع الرتب.	9629.00	1235.0	3192.0	1302.0	1030.0	وداي
$\sum L_u$إجمالي مجموع أطوال كل الاودية بجميع الرتب.	3148531.40	406667.31	1567634.64	696425.18	563038.59	m
L_{sm}متوسط أطوال الأودية بكل الرتب.	327.50	340.64	328.03	327.36	388.36	m
R_Sنسبة التشعب.	2.04	1.90	2.47	2.02	2.71	-
D كثافة الصرف.	1.91	3.94	5.92	6.05	6.17	1/ Km
F_Sكثافة الصرف العددية.	5.84	11.97	12.06	11.32	11.28	وادي/Km^2
Ss معامل بقاء المجرى.	0.52	0.25	0.17	0.17	0.16	Km

جدول 5 الخصائص الهيدرولوجية لأحواض مدينة بنغازي.

المعامل	حوض1	حوض2	حوض3	حوض4	حوض5	الوحدات
اقصى هطول للمطر. I_{max}	0.77	0.05	0.12	0.05	0.04	مليارm^3
متوسط هطول للمطر. $I_{average}$	0.43	0.03	0.07	0.03	0.02	مليارm^3
اقل هطول للمطر. I_{min}	0.19	0.01	0.03	0.01	0.01	مليارm^3
اقصى جريان سطحي R_{max}	0.44	0.19	0.34	0.20	0.20	مليارm^3
متوسط جريان السطحي. $R_{average}$	0.33	0.14	0.26	0.15	0.15	مليارm^3
اقل جريان سطحي. R_{min}	0.22	0.09	0.17	0.10	0.10	مليارm^3
اقصى تدفق للجريان السطحي QR_{max}	9.57	0.97	3.51	1.11	0.93	m^3/sec
متوسط تدفق للجريان السطحي $QR_{average}$	7.18	0.73	2.63	0.83	0.70	m^3/sec
اقل تدفق للجريان السطحي QR_{min}	4.78	0.48	1.75	0.56	0.46	m^3/sec
زمن التركيز Tc	23.77	6.32	8.04	6.51	6.20	hr
زمن التباطؤ TL	14.26	3.79	4.83	3.91	3.72	hr
الفترة الزمنية لفائض المطر Tr	3.16	0.84	1.07	0.87	0.82	hr
زمن الذروة Tp	15.84	4.22	5.36	4.34	4.13	hr
سرعة الجريان السطحي v	1.58	0.84	0.64	1.08	0.84	m/sec

5. مناقشة النتائج

يتضح من خلال هذه الدراسة بعد إجراء التحليل المورفومتري و الهيدرولوجي لأحواض و أودية مدينة بنغازي التالي:

1. وجود خمس أحواض للتصريف تنتقل المياه بها من مرتفعات الرجمة و الجبل الأخضر بمنسوب للأرض الطبيعية 669m إلى السّهول أو المُنحدرات الأكثر انخفاضاً, فيتم تصريف المياه الجارية على سطح الأرض إلى البحر المتوسط مارة بجريانها بمدينة بنغازي و ضواحيها (شكل4).
2. حوض رقم1 (حوض وادي القطارة) بمعدل انحدار سطح الأرض الطبيعية خفيف فيما عدا وسط وادي القطارة يكون شديد الانحدار بمقدار37 بالتحديد المنطقة الواقعة بين سدي وادي القطارة الرئيسي و الثانوي وهو المسؤول عن تجمع المياه سنويا خلف السد, و حوض2 و 4 انحدار سطح الأرض الطبيعية بهما خفيف من0 إلى 5.5, ماعدا المنطقة من الحد الفاصل بين مدينة بنغازي و مرتفعات الرجمة نجد إنها ذات انحدار شديد يصل إلى 26 فهي المسؤولة عن جريان المياه بشكل مباشرة وبسرعة إلى المنطقة المنبسطة, و الأحواض 3 و5 ذات انحدار متوسط من 0 إلى 7 درجة لكن المصب لكلاليهما بانحدار شديد يصل إلى 30 وهو الجزء الموجود بمنحدرات الرجمة مجمعا المياه من المرتفعات لتتحرك مباشرة نحو المصب (الشكل5)؛ انحدار سطح الأرض الطبيعية مسؤولا عن مدى سرعة الجريان السطحي للمياه فالانحدار الشديد يؤدي إلى فيضانات على نطاق واسع و في وقت وجيز[3], وهو ما يحث بالأحواض 3 و 5 .
3. أكبر الأحواض بالمساحة هو حوض وادي القطارة بمساحة $1648.99km^2$, بطول للمجرى الرئيسي 134.88km ومنبعه مرتفعات الرجمة بمناطق الأبيار و بومريم أما مصبه يؤثر على منطقة قاريونس و القوارشة و أجزاء من منطقة النواقية, تاليه بالمساحة هو الحوض رقم 3(حوض بنينا) بمساحة $264.62km^2$ و بطول للمجرى الرئيسي 18.64km ومنبعه منحدرات مرتفعات الرجمة مؤثرا على منطقة بنينا ويمتد حتى المصب المؤثر تقريبا على منتصف مدينة بنغازي شمالا و جنوبا وغربا, اما الأحواض رقم 4 و2 و5 هي الأقل بالمساحة على التوالي, و الأحواض رقم 4 و5 تؤثر على الضواحي بشمال شرق مدينة بنغازي بمناطق سيدي خليفة و الكويفية بالمصب اما حوض رقم 2 يؤثر على المناطق المتاخمة لحوض وادي القطارة اما المصب يؤثر على المدخل الغربي لمدينة بنغازي.
4. للتضاريس بمنطقة الدراسة دور مهم في عملية تكون الأمطار و احتمال هطولها، إذ إن اصطدام الهواء الرطب بمرتفعات الجبل الأخضر و الرجمة يؤدي إلى رفعها مما يُخفض من حرارتها، ومع رطوبة الهواء يؤدي إلى التكاثف ومن ثم هطول الأمطار, وتخضع أمطار مدينة بنغازي لنظام مناخ البحر المتوسط، من حيث موسم سقوطها الذي يبدأ من شهر اكتوبر حتى شهر مارس بمتوسط مجموع شهري بالسنة 227.23mm بأقصى مجموع شهري 414.97mm اما اقل مجموع شهري 116.05mm, ذلك من واقع البيانات المناخية للفترة من 1977 إلى 2020 بمحطة بنينا للأرصاد الجوية؛ الأمطار الهاطلة على مدينة بنغازي تتذبذب زمانياً ومكانياً على شكل زخات سريعة

وفجائية يؤدي إلى تكوين سيول على نطلق واسع؛ درجة الحرارة تتباين معدلتها السنوية ففي فصل الصيف يصل متوسط درجات الحرارة العظمى إلى $26.6\ C^0$ اما فصل الشتاء يصل متوسط درجات الحرارة الصغرى إلى $16.62C^0$ وهذا يعني وجود مدى حراري سنوي جعل بدوره المناخ شبه جاف متزامنا مع معدل هطول المطر السنوي ايضا.

5. معامل الشكل للأحواض 1و2و4و5 يقترب من الصفر مما يدل ان تلك الأحواض ذات شكل يقترب من المثلث وهذا لا ينطبق على الحوض رقم3 فمعامل الشكل به يقترب من 1 مما دل على كونه يقترب من الشكل المستطيل, فعندما يكون جريان المياه من قاعدة المثلث باتجاه الراس تقل خطورة الفيضان وهو ما تمثله الأحواض 1و2و5، اما عندما يكون المصب قاعدة المثلث يبلغ التصريف ذروته بعد سقوط الأمطار مباشرة وهو ما تمثل بالحوض رقم4 مما مؤدي إلى ارتفاع منسوب الماء بشكل سريع به؛ بالإضافة إلى ان معاملي الاستدارة و الاستطالة منخفض و اقل من 1 مما يدل ان الأحواض تبتعد عن الشكل الدائري, و معامل التفلطح للأحواض جميعا منخفض ويدل على أن الأحواض لم تصل لمرحلة النضج, بالإضافة إلى مقدار نسيج للأحواض جميعا ما بين وادي/8km إلى وادي/200km وهذا يعد نسيجاً ناعما او متوسطا والسبب يعود إلى أن معظم سطح الأحواض هي تربة وصخور منفذة ولكن قلة التساقط للأمطار يؤدي إلى قلة عمليات التعرية فيها, وهو ما دل عليه ايضا مقدار الوعورة فهو من 1.1m/km إلى 1.98 m/km (الجدول4).

6. أعداد الاودية بجميع رتب من 1 إلى 6 بلغت 9626 وادي بمجموع أطوال كل القنوات بجميع الرتب بحوض وادي القطارة3148.531Km, يليه حوض بنينا من حيث اعداد الاودية من الرتبة 1 إلى 6 بلغت 3192 وادي بمجموع أطوال كل القنوات بجميع الرتب1567.6Km ومن ثم الأحواض 4 و2 و5 على الترتيب؛ متوسط نسبة التشعب عادة تتراوح قيمتها (2-5) و هي انعكاس لطبيعة الحوض من حيث المناخ و التضاريس و التركيب الجيولوجي, اذ كانت قيم معامل نسبة التشعب تقع ما بين 2 إلى 5 فهذا يدل على تشابه خواص الحوض مناخيا و بنيويا [9], و هو ما يتطابق مع كل الأحواض, لكن الأحواض 2و3و5 نسبة التشعب بها قليلة مما يشير على احتمال حدوث سيول تضر بالمدينة لان هذه الأحواض تغطي جزءا كبيرا منها (جدول4), ذلك بسبب ان العلاقة بين نسبة التشعب وخطر الفيضان عكسية و المياه تتجمع في مجاري قليلة ومحدودة فتعطي جرياناً سطحياً سريعاً مما قد يسمح بحدوث خطر الفيضان[5].

7. أعلى كثافة للتصريف رصدت بالأحواض 3و4و5 بمقدار 5.92 و6.05 و6.17 على التوالي مما يدل على مدى ما تحتفظ به مساحة $1\ km^2$من أطوال الأودية داخل الحوض من المياه, و يدل على ارتفاع كثافة التصريف و انخفاض نفاذية الصخور لان الأحواض تغطي الجزء الاكبر الحضري من مدينة بنغازي بالأخص الحوض3 (بنينا) نتيجة انشاء اسطح غير منفذة كالمباني و الساحات و الطرق؛ الأحواض 1 و2 فهي الاقل كثافة بالتصريف وهو يرجع إلى زيادة صلابة التكوينات الصخرية بالمنطقة ونفاذيتها, فنوع الصخر من العوامل التي تتحكم بكثافة التصريف فالصخور الصلبة تنخفض فيها كثافة التصريف والعكس صحيح, وتتوقف كثافة التصريف على كميات الأمطار الساقطة على أحواض منطقة الدراسة، و معدلات التبخر،و كثافة الغطاء النباتي ودرجة الانحدار [8,10].

8. زمن التركيز يعبر عن الوقت المستغرق للمياه للوصول إلى المصب، كما يستخدم لتصنيف خطورة الجريان اذ كلما كان زمن التركيز مرتفعا كان الجريان اكبر، وهو ما انطبق على حوض وادي القطارة بزمن تركيز 23.77 ساعة, اما الأحواض الأخرى يتراوح زمن التركيز بها من5 إلى 8 ساعات(جدول5), ونلاحظ ان حوض وادي القطارة لديه احتمالية منخفضة لحدوث فيضان ذلك بسبب طول مجراه الرئيسي وطبيعة تركيبه الجيولوجية و تربته المنفذة وإلى مناخ الجاف و الشبة الجاف التابع له الحوض, ويدل زمن التركيز الاقصر بالأحواض 2و3و4و5 على كونها عرضه لحدوث سيول و فيضانات مما يدل على ان منطقة (بنينا وشمال بنغازي و وسطها و مدخلها الغربي) الأكثر عرضه لأخطار السيول, وهو ما ينطبق على زمن الذروة مما يدعم كون ان الأحواض 2و3و4و5 هي الأكثر تعرض لأخطار السيول و الفيضانات؛ يتأثر زمن التركيز بعامل التضاريس ويفيد حسابه في إنشاء محطات الإنذار المبكر باحتمال حدوث فيضان وله دلاله على حدوثه لان المياه الجارية على سطح التربة تستغرق وقتا قصيرا للوصول إلى مصب[20].

9. اعلى جريان سنوي المتوقع للأحواض الخمس قيد الدراسة بمدينة بنغازي, بلغ مليار$0.44m^3$ لحوض القطارة لكونه الأكبر بالمساحة و العرض و الاطول بالمجرى الرئيسي, اما ثاني اعلى جريان سطحي تم حسابه بمقدار مليار$0.34m^3$ للحوض رقم 3, ثم تبعا الأحواض 2و4و5(جدول5)؛ هذه الكمية من الجريان السطحي تمثل قيمة هيدرولوجية, علما انها تذهب هادراً دون الاستفادة منها, فجزء منها يتسرب داخل التربة مغذيا المياه الجوفية و جزء الأكبر يتبخر او

10. يسلك مسلكا غير الأودية لتجريف التربة, فمجرد هطول الأمطار تعاني المدينة ككل من الاختناقات المرورية نتيجة تكدس المياه بالبرك ذلك لضعف البنية التحتية بالمدينة و عدم قدرتها على مواجه تصريف مياه الأمطار ناهيك عن تأثر مطار بنينا الواقع بحوض رقم 3 من جراء السيول و الأمطار بالإضافة إلى الطرق الرئيسية و مدخلي المدينة الغربي و الشمالي الشرقي.
11. بحوض وادي القطارة تتدفق المياه بمقدار$9.75m^3/sec$, و تاليه الحوض3(حوض بنينا) بأقصى تدفق مقداره $3.26m^3/sec$ في حال احتمال أمطار بمجموع شهري بالسنة بمقدار414.7mm, وهو ما ينطبق ايضا على متوسط التدفق بمقدار $7.18m^3/sec$ و$2.31m^3/sec$ على التوالي في حال هطول امطار بمجموع شهري بالسنة 261.5mm؛ التدفق بالأحواض 2و4و5 المياه بمتوسط $0.6m^3/sec$ إلى $0.7m^3/sec$ سنويا؛ من هنا توجب اعادة النظر بتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار بالمدينة و العبارات و شبكة الطرق الخلوية حتى تلائم هذه الكميات المطيرة سواء القصوى منها او التي تتكرر سنويا لضمان تصريفها.
12. أعلى سرعة للجريان السطحي للأحواض الخمس, رصدت بحوض وادي القطارة بمقدار**m/sec** 1.58وذلك نتيجة ان الحوض يتكون بمنبعه من المرتفعات حتى تجري بوادي القطارة الذي يكون به انحدار الأرض عالي جدا و للتخفيف من وطئه سرعة الجريان السطحي للوادي تم انشاء سدي واي القطارة؛ لكن بالنسبة للأحواض الأخرى فان سرعة الجريان من **0.6m/sec** إلى **0.95m/sec** فهي منخفضة لان المياه تجري بالأحواض التي يقع الجزء الاكبر منها بالأراضي المنبسطة قليلة او خفيفة الانحدار بسهل بنغازي.
13. ان ما يزيد مشكلة السيول بالمناطق الحضرية و المدن, ان تكون أحياؤها بنيت بطريقة عشوائيّة، إذ من المُمكن أن تعترض المباني اودية تصريف المياه, كما قد يكون نظام صرف مياه الأمطار في بعض المناطق يتلّقى فوقَ طاقته للصرف، ففي حال تساقط الأمطار فإنّ المياه سوف تجد طريقاً للتجريان ة التصريف ممّا يُؤدّي إلى حدوث فيضان في مناطق لا يمكن توقعها؛ قد تسبب مياه الفيضان أضراراً جسيمةً من خلال قطع الطّرق و تُعطّل شبكات الصّرف في المدن، وقد يُؤدّي ذلك إلى أضرارٍ صحيّة بسبب انتشار المياه المُلوّثة، و تتفشّى الأمراضُ, وايضا الضرر النتائج من تعطل حركة الجو بمطار بنينا.

6 . الخلاصة والاستنتاجات

أظهر حساب وتحليل المتغيرات المورفومترية من معالجة بيانات نموذج الارتفاعات الرقمي لمدينة بنغازي باستخدام تطبيقات التحليل الهيدرولوجي ببرنامجArcGIS10.5، إمكانية تحديد و اشتقاق قيم المتغيرات التضاريسية و الخصائص الشكلية والمساحية و التصريفية و الهيدرولوجية لأحواض التصريف بالمدينة.

حيث استنتج من الدراسة, رصد خمس أحواض تصريف تغطي كامل مدينة بنغازي لها نفس مصدر المنبع وهو مرتفعات الرجمة و الجبل الاخضر ويتم تصريف المياه الجارية على سطح الأرض إلى البحر المتوسط, بانحدار سطح الأرض الطبيعية للأحواض خفيف إلى متوسط فيما عدا الحد الفاصل بين المرتفعات الجبل الاخضر وسهل بنغازي لها انحدار شديد مما يجعل المدينة عرضة للجريان المياه بشكل مباشر مما يؤدي إلى سيول على نطاق واسع و في وقت وجيز؛ الأحواض جميعها لم تصل لمرحلة النضج و ذات نسيجاً ناعما او متوسطا و ينوه زمن التركيز القصير الذي قد يصل من5 إلى 8 ساعات بالأحواض (2و3و4و5) إلى احتمال حدوث سيول بالإضافة إلى كثافة التصريف العالية نتيجة تأثير النشاط البشري؛ عدم قدرة تلك الأحواض على تصريف المياه بها يؤدي إلى ارتفاع الجريان السطحي وهي تستقبل ما يعادل مليار $0.65\ m^3$ بمجموع تدفق **m^3/sec** 4.45 بسرعة منخفضة تصل إلى**m/sec** 0.8.

كميات الجريان السطحي تمثل قيمة هيدرولوجية للمدينة و وضواحيها موسميا وهي تهدر دون الاستفادة منها, فمجرد هطول الأمطار تعاني المدينة من تكدس المياه بالبرك لضعف البنية التحتية ناهيك عن تأثر المناطق الحيوية بالمدنية كمطار بنينا الواقع بثاني اكبر الأحواض من جراء السيول و الأمطار، و شبكة الطرق الرئيسية و مداخل المدينة الغربي و الشرقي و الجنوبي.

أكبر الأحواض هو حوض وادي القطارة بمساحة $1648.99\ km^2$ بطول للمجرى الرئيسي 134.88km بشكل يقترب من المثلث وتتكون الشبكة المائية به من اودية برتب تصل إلى 6 بنسبة تشعب عالية مما يدل على اختلاف تركيبه الجيولوجي و التضاريسي و النشاط التكتوني به, بالإضافة إلى انخفاض كثافته التصريفية لزيادة صلابة تكويناته الصخرية بالمرتفعات وطبيعة المناخ الجاف و الشبة جاف بالمصب.

متوسط الجريان السطحي للمياه سنويا بحوض واي القطارة يبلغ مليار$0.33\ m^3$ بما يعادل تدفق **m^3/sec** 7.18 تصرف مباشرة إلى البحر ويتبخر و يترشح جزء الاعظم منها؛ اما ثاني اكبر الأحواض بالمساحة هو الحوض رقم 3(حوض بنينا) بمساحة $264.62km^2$

وبطول للمجرى الرئيسي 18.64km مؤثرا على منطقة بنينا ويمتد حتى منتصف مدينة بنغازي شمالا و جنوبا بشكل يقترب من الشكل المستطيل, و الشبكة المائية بالحوض تتكون من الاودية تصل إلى الرتبة 6 بكثافة تصريفية عالية نتيجة انخفاض نسبة التشعب للأودية و لانخفاض نفاذية سطح التربة لان الحوض يغطي الجزء الاكبر الحضري من مدينة بنغازي.

من واقع تلك النتائج يتوجب إعادة النظر بتصميم شبكة تصريف مياه الأمطار بالمدينة و العبارات بشبكة الطرق الخلوية حتى تلائم هذه الكميات المطيرة سواء القصوى منها أو التي تتكرر سنويا لضمان تصريفها و حماية المدينة من أثر سيول و تكدس مياه الأمطار بشبكة الطرق, بالإضافة إلى التوصية بإنشاء سدود تعويقيه و عدم التهاون في تطبيق التشريعات التي تحد من عمليات التوسع الحضري على الغطاء النباتي الطبيعي بمحيط و ضواحي مدينة بنغازي, واخير التوصية باستخدام التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة لدراسة الأحواض و الاودية من خلال التوصل إلى معرفة خصائصها المورفمترية لوضع الخطط التنموية المستقبلية و للحد و التحكم من الفيضانات و دراسة أوجه الاستفادة من حصاد الأمطار, ذلك بإنشاء قاعدة بيانات مورفومترية ومناخية وهيدرولوجية متاحة يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلة.

7. المراجع:

[1]. الرواشدة, شذا.، مصاروة, طالب.، طاران, عايد., الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي الحسا باستخدام نظم المعلومات الجغرافية ونموذج الارتفاعات الرقمية., مجلة جامعة النجاح للأبحاث و العلوم الإنسانية,31 (6),ص:966:996, 2017.

[2] المشاط , هند عبدالرحمن., الشرقاوي, محمد محمود., أخطار السيول بحوض وادي الاديرع بمنطقة حائل دراسة تطبيقية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد., الملتقى الوطني الحادي عشر للنظم المعلومات الجغرافية, جامعة الامام عبد الرحمن بن فيصل المملكة العربية السعودية, 2017, swideg-geography.blogspot.com.

[3] عمران, انتظار مهدي., عبدالرحمن, هالة محمد., هيدرولوجية الأحواض الشرقية لبحيرة دربندخان, مجلة العلوم الانسانية, كلية التربية للعلوم الانسانية, 25(4), ص:1:19, 2018.

[4] البحيثي, نواف بن حامد., تحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف بمدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية(GIS), مجلة العلوم الطبيعية والحياتية والتطبيقية, 2(3), ص:32:64, 2018 .

[5] النشوان, عبدالرحمن بن عبدالعزيز., الخصائص الهدورفومترية لحوض شعيب تمرة في محافظة السليل., مجلة جامعة حضرموت للعلوم الإنسانية,15(1),2018 .

[6] العمري, عبد المحسن صالح., تحليل الخصائص المورفمترية و الهيدرولوجية لأحواض التصريف في منطقة كريتر عدن باستخدام معطيات نظم المعلومات الجغرافية GIS., ندوة عن بوابة اليمن الحضرية, هيئة المساحة الجيولوجية و الثروات المعدنية اليمن, ص:405:418,اكتوبر2020.

[7] الأنصاري, عبد الله بن محمد الشيخ., التحليل المورفومتري المقارن لأحواض روافد وادي العتك بشمال غربي مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية., مجلة الدراسات الجامعية للبحوث الشاملة, 3(1), ص:146:83, 2020.

[8] الدعدي, ماجده عبد الله., التحليل الرقمي للخصائص المورفومترية والتضاريسية ومدلولاتها الجيمورفولوجية في حوض وادي رهجان بمدينة مكة المكرمة., المجلة العربية للدراسات الجغرافية, 4(10), ص:195:222, 2021.

[9] الخفاجي, شذى سالم ابراهيم., و الموسوي, حسين عذاب خليف., دراسة بعض الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي شوشيرين وتقدير حجم الناتج الرسوبي., مجلة لارك للفلسفة و الانسانيات و العلوم الاجتماعية, 2(41), ص:1343 : 1327, 2021.

[10] النيش, فواز حميد حمو., الجبوري, سندس جمعة حسين., التحليل الهيدرولوجي لحوض وادي بادوش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية, مجلة الآداب, 2 (138), ص:390:420, 2021.

[11] عبد الحميد, عصام محمد., ابراهيم, خليل ابراهيم., عبدالغني, عماد طلفاح., التحليل المورفمتري لوادي حوران باستخدام الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية, مجلة الانبار للعلوم الزراعية, 15(1),ص:37:54, 2017.

[12] مصطفى, احمد احمد., الخرائط الكنتورية تفسيرها و قطاعاتها., قسم الجغرافية- كلية الآداب – جامعة الاسكندرية, دار المعرفة الجامعية اسكندرية,1998.

[13] العمري, جميل عبد حمزة ., التقييم الجغرافي لاهم معادلات حساب الجريان السطحي في الأحواض المائية., مجلة كلية التربية الأساسية للعلوم التربوية والإنسانية, 42 (1), ص:886:476 , 2019.

[14] حسين, أحمد حسين., تحليل الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي العبرة غرب محافظة نينوى., مجلة جامعة كركوك

للدراسات الإنسانية, 14(2), ص:276:303, 2019.

[15] داود, جمعة محمد., اسس التحليل المكاني في اطار نظم معلومات الجغرافية, مكة المكرمة, المملكة العربية السعودية, 2012.

[16] الشلطامي ,أسامة.، العشيبي, فارس فارس., هويدي, فرج الريشي., الجيولوجيا الاقليمية لحوض برقة., المؤتمر الافتراضي لجيولوجيا الوطن العربي, موروني جزر القمر, 30 أكتوبر 2020.

[17] صالح, منصف محمد., المهدي, علي محمد., الأشهب, سعد رجب., جيمورفولوجية سبخة الكوز – شمال شرق ليبيا دراسة في الجغرافيا الطبيعية., المجلة الليبية العالمية, جامعة بنغازي كلية التربية – المرج,24(1), ص:1:16, 2020,-2518 ISSN 5845.

[18] United State Geological Survey. 2020. Digital Elevation model for North East Libya. https://www.earthexplorer.usgs.gov [Accessed October, 2021].

[19] المركز الوطني للأرصاد الجوية، بنغازي ,1977) (2020, محطة أرصاد بنينا، بيانات غير منشورة. العكام, اسحاق صالح., محمد, جميلة فاخر., تقدير مخاطر الجريان السطحي لستة احواض في الهضبة الغربية, مجلة كلية التربية للبنات, جامعة بغداد,:27(5), ص:1544:1536, 20