

التحليل الهيدرومorfومترى لحوض وادي القطارة بنغازي - ليبيا، باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

أ.م. لبنى سليمان بن ظاهر

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المدنية / كلية الهندسة / جامعة بنغازي.

Email: Lubnabentaher@gmail.com., lubna.bentaher@uob.edu.ly

Abstract

This study aimed to establish the hydromorphometric analysis of Wadi AlQattara basin, located in southeast of Benghazi city - Libya, by integrating Remote Sensing, Geographic Information Systems techniques, and Snyder Model's. The study results concluded that, Wadi AlQattara basin with an area of 1074.81km², by length of main stream 89.5km, and the shape factor 0.13, that means the basin shape is close to the triangle and still in the stage of maturity. Moreover, the basin's streams rank from 1 to 8 with total number of 13492strams, by a bifurcation ratio is 7.25 as the solidity and permeability of rock formations in the basin area, to reduce the flooding risk. According to the synthetic unit hydrograph by Snyder model, the concentration time in Wadi AlQattara basin is 19.55hr, beside the maximum flood flow 122.26m³/sec with a peak time of 22.7hr. Should be recommended to design a storm drainage network in Benghazi city to suit the annual rainfall quantities, to protect it from the impact of severe floods, and build obstructive dams in course of the streams. Use of integration between Remote Sensing techniques and Geographic Information Systems to study basins and valleys in Libya, by creating an available morphometric, climatological and hydrological database.

Keywords: Wadi AlQattara Basin, Morphometric Analysis, Hydrological Analysis, Snyder Model, Geographic Information Systems, Remote Sensing.

الملخص:

هدفت الدراسة الى اجراء التحليل الهيدرومورفومترى لحوض وادي القطارة الواقع بالجنوب الشرقي لمدينة بنغازي - ليبيا، بالتكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم معلومات الجغرافية؛ توصلت نتائج الدراسة إن بحوض وادي القطارة تنتقل المياه من منبعه بمرتفعات الرجمة و الابيار الى مصبه بالبحر المتوسط بمساحة km²21074.81، بطول للمجرى الرئيسي 89.5 km، و معامل شكل 0.13 مما يعني اقتراب شكل الحوض من المثلث و لا يزال في مرحلة النضج، اما نسبة التضرس بلغت km-25.21 مما يدل على نشاط عملية الحت النهري. رتب الاودية بحوض وادي القطارة من 1 الى 8 بعدد 13492 وادي، بمجموع أطوال Km3908.22، و بنسبة تشعب مرتفعة بمقدار 7.25 ذلك ناتج عن صلابة التكوينات الصخرية بمنطقة الحوض ونفاذيتها و تباعد المجاري المائية، لتدل على قلة خطر الفيضان بالحوض؛ زمن الترکيز بحوض وادي القطارة يصل الى hr19.55 بسبب طول الوادي والمناخ الجاف و الشبة الجاف التابع له الحوض؛ بالإضافة الى اقصى ندفق للسائل بحوض وادي القطارة 122.26 m³/sec، بزمن ذروة 22.7 hr، و بحجم Mm³350.01، بسرعة m/sec1.62، ذلك وفق منحنى الوحدة الاصطناعي للسائل من نموذج سنابير.

يتوجب التوصية بتصميم شبكة تصريف مياه الامطار بمدينة بنغازي لتلائم الكميات المطيرة سنويا لحمايتها من اثر سیول و تكدس مياه الامطار، بالإضافة الى إنشاء سدود تعويقية بمجرى الاودية التي تؤثر عليها و عدم التهاون في تطبيق التشريعات التي تحد من عمليات التوسيع الحضري على الغطاء النباتي الطبيعي بحوض وادي القطارة؛ التوصية باستخدام التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة لدراسة الاحواض و الاودية بإنشاء قاعدة بيانات مورفومترية ومناخية وهيدرولوجية متاحة يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلة بدولة ليبيا.

الكلمات المفتاحية: حوض وادي القطارة، التحليل المورفومترى، التحليل الهيدرولوجي، نموذج سنابير، نظم المعلومات الجغرافية ، الاستشعار عن بعد.

1. المقدمة:

الخصائص المورفومترية للأحواض المائية يمكن التنبؤ من خلالها بالعمليات الهيدرولوجية للفيضانات، فمن هذا الأساس أصبحت إحدى أهم العلوم للباحثين بمجال المياه لما توفره من قياسات كمية لمختلف الخصائص المتعلقة بالأحواض وشبكاتها المائية و التي يمكن تعبيتها من خلال مصادر البيانات متمثلة بالخرائط الطبوغرافية، و الصور الجوية و البيانات الفضائية[1]؛ يقع مصب وادي القطارا بأوديته الموسمية بالمدخل الغربي لمدينة بنغازي، مستقبلا تساقط للأمطار خلال فترات قصيرة فينتج عنها جريان سطحي وغالبا ما يتحول إلى سيل، لذلك مع توفر تقنيات نظم المعلومات الجغرافية المستخدمة في استخلاص الخصائص الهيدرومورفومترية، شجع المختصين في السنوات الأخيرة بدراسة مخاطر السيول التي تتشكل في المجاري المائية قاطعة بمجاريها النسيج العمراني بالمدن الليبية.

طبق العدد من الباحثين دراسات تمت بالاعتماد على التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية لاستبيان الخصائص الهيدرومورفومترية للأحواض التصريف منها: ما قدمه كل من عبدالرحمن و عمران، 2018، اللذان قاما بدراسة هيدرولوجية للأحواض الشرقية لبحيرة دريندوان بدولة العراق، و الشوان، 2018، الذي درس الخصائص الهيدرومترية لحوض شعيب تمرة في محافظة السليمانية و الهيدرولوجية السعودية، أما العمري، 2020، قام ببحثه بتحليل الخصائص المورفومترية و الهيدرولوجية للأحواض التصريف في منطقة كريتر بعده بدولة اليمن، ايضا الخفاجي و الموسوي، 2021، درسا بعض الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي شوشيرين الواقع بالحدود الإيرانية العراقية وتقدير حجم الناتج الروسي به، وما قدمه النيش، و الجبوري، 2021، بنتائج بحثهما بتحليل الهيدرولوجي لحوض وادي بادوش بدولة العراق [5، 4، 3، 2، 1].

تهدف هذه الدراسة الى الكشف عن الخصائص الهيدرومورفومترية لحوض وادي القطارا بمدينة بنغازي بتوظيف التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية، وذلك لتحديد خصائص شبكة الصرف المائي لحوض و خصائصه الشكلية و التضاريسية، بالإضافة الى إبراز خصائصه الهيدرولوجية من تدفق الذرة و زمن

التركيز و حجم الجريان السطحي بإعداد منحنى الوحدة (synthetic unite) باستخدام نموذج سنيدر (Snyder's Model) (hydrograph)، بالاعتماد على البيانات والمعلومات التي جمعت من الصور الفضائية لمنطقة الدراسة بواسطة برنامج Google Earth ونمذج الارتفاعات الرقمية؛ تم اعداد التحليل الهيدرولوجي و المورفومترى للحوض قيد الدراسة و انتاج الخرائط وتصحيحها وارجاعها باستخدام برنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS10.5. تكمن اهمية الدراسة كونها تحدد اوجه الطرق الفعالة لحماية المدينة من السيول و الفيضانات الموسمية بموقع حوض وادي القطارة، لجعله من المناطق الوعادة التي تصلح لاستثمار المياه السطحية، بالإضافة الى ان الدراسة تعد مجالاً لفهم الجانب الهيدرولوجي و المورفومترى لحوض وادي القطارة بإنشاء قاعدة معلومات جغرافية رقمية لخصائصه.

1.منهجية و بيانات الدراسة:

1.2 التحليل المورفومترى لأنظمة التصريف:

يشير التحليل المورفومترى إلى جميع الخصائص الحوضية القياسية التي تنتج عن اخذ قياسات معينة للأحواض المائية، وتم عملية التحليل المورفومترى للأحواض المائية باحتساب التالي:

1. الخصائص المساحية و التضاريسية للأحواض التصريف تستتبع من برنامج ArcGIS10.5، و هي:
 - مساحة حوض الوادي ($A \text{ km}^2$).
 - طول محيط الحوض (P Km).
 - طول المجرى الرئيسي (L Km).
 - عرض الحوض (W Km).
 - اقل منسوب للأرض الطبيعية ($H_{\min} \text{ m}$).
 - أعلى منسوب للأرض الطبيعية ($H_{\max} \text{ m}$).
 - متوسط منسوب الأرض الطبيعية ($H_{avr} \text{ m}$).
 - طول المركز للحوض (Lc, Km).

2. خصائص شكل حوض التصريف وفق العلاقات الرياضية التي عرضت بجدول 1.



جدول 1. الخصائص المساحية للأحواض التصريفية [4، 5، 6].

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
1	نسبة الاستدارة	$R_C = 4 \times \pi \times \left(\frac{A}{P^2}\right)$. مساحة الحوض = A . Km = محيط الحوض . نسبة الاستدارة = R_C
2	نسبة الاستطالة	$R_e = \frac{2}{L} \times \left(\frac{A}{\pi}\right)^{0.5}$. مساحة الحوض = A . Km = طول المجرى الرئيسي الحوض . نسبة الاستطالة = R_e
3	نسبة التماسك	$R_f = \frac{1}{\sqrt{R_C}}$. نسبة الاستدارة = R_C . نسبة التماسك = R_f
4	معامل شكل الحوض	$S_f = \frac{A}{L^2}$. مساحة الحوض = A . Km = طول المجرى الرئيسي الحوض . معامل شكل الحوض = S_f
5	معامل التقطيع	$B_f = \frac{L}{A}$. مساحة الحوض = A . Km = طول المجرى الرئيسي الحوض . معامل التقطيع = B_f

3. الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف تتحسب بالمعادلات الرياضية بجدول 2.

جدول 2. الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف [3، 4، 5].

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
6	نسبة التضرس.	$R_r = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$. أقصى منسوب لسطح الارض بالحوض = H_{max} . اقل منسوب لسطح الارض بالحوض = H_{min} . طول المجرى الرئيسي الحوض = L . نسبة التضرس = R_r
7	نسبة نقطع الحوض.	$T_B = \frac{N_u}{P}$. مجموع عدد الودية حسب الرتب = N_u . Km = محيط الحوض . نسبة نقطع /كم = T_B
8	قيمة الوعرة .	$R_n = \frac{D(H_{max} - H_{min})}{L}$. أقصى منسوب لسطح الارض بالحوض = H_{max} . اقل منسوب لسطح الارض بالحوض = H_{min} . كثافة تصريفية للحوض Km / وادي = D . طول المجرى الرئيسي الحوض = L . قيمة الوعرة /كم² = R_n

4. الخصائص التصريفية تحسنت وفق المعادلات التي تعرض بجدول 3.

جدول 3. الخصائص التصريفية لشبكة الأودية بأحواض التصريف [5، 6].

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
9	متوسط طول مجاري الريمة.	$L_u = \text{طول الوادي حسب الريمة}.$	
10	نسبة التشعيّب.	$R_S = \frac{\sum L_u}{N_u}$	$N_u = \text{عدد الأودية حسب الريمة}.$
11	كثافة التصرف.	$D = \frac{N_u}{P}$	$N_u = \text{مجموع طوال الأودية حسب الريمة}.$ $P = \text{محيط الحوض}.$ $D = \text{كثافة التصرف}/\text{وادي}$
12	النكرار النهري(الكثافة العددية).	$F_S = \frac{N_u}{A}$	$N_u = \text{عدد الأودية حسب الريمة}.$ $A = \text{مساحة الحوض}^2.$ $F_S = \text{النكرار النهري}/\text{وادي}.$
13	معدل بقاء المجرى.	$S_S = \frac{A}{\sum L_u}$	$A = \text{مساحة الحوض}^2.$ $L_u = \text{طول الوادي حسب الريمة}.$ $S_S = \text{معدل بقاء المجرى}$

2.2 الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف:

لتقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي القطاراء تم الاعتماد على نموذج سنایدر (Snyder's Model) لاحتساب خصائصه الهيدرولوجية و اشتقاق منحى وحدة التدفق Unite Hydrograph؛ اعتمد سنایدر بناء نموذجه على البيانات الخاصة بالأحواض الواقعة بالمناطق الجافة و التي تفتقر إلى بيانات مسجلة عن الجريان السطحي او العواصف المطيرة[7]، على هذا الاساس تم اختياره لتقدير تدفق السيول لمنطقة حوض وادي القطاراء.

لحساب المعاملات الهيدرولوجية وفق نموذج سنایدر (Snyder's Model) يتم تطبيق العلاقات الرياضية بجدول 4، اما لرسم منحى تدفق الوحدة الاصطناعي

لابد من حساب كل من: زمن التباطؤ T_p ، الفترة المثالية القياسية T_r ، زمن الأساس للسائل T ، تصريف الذروة لمنحنى تدفق الوحدة الاصطناعي Q_{PSUH} ، الفترة الزمنية المناسبة لعرض $W50$ و $W75$ بمنحنى الوحدة عند مستوى 50% و 75% من تدفق الذروة، و اخيرا حساب i تركيز هطول الأمطار [7]، كما هو مبين بجدول 5 وشكل 1.

جدول 4. الخصائص الهيدرولوجية ل渥ض التصريف حسب نموذج سنайдر Snyder's Model [10 ، 9 ، 8 ، 7]

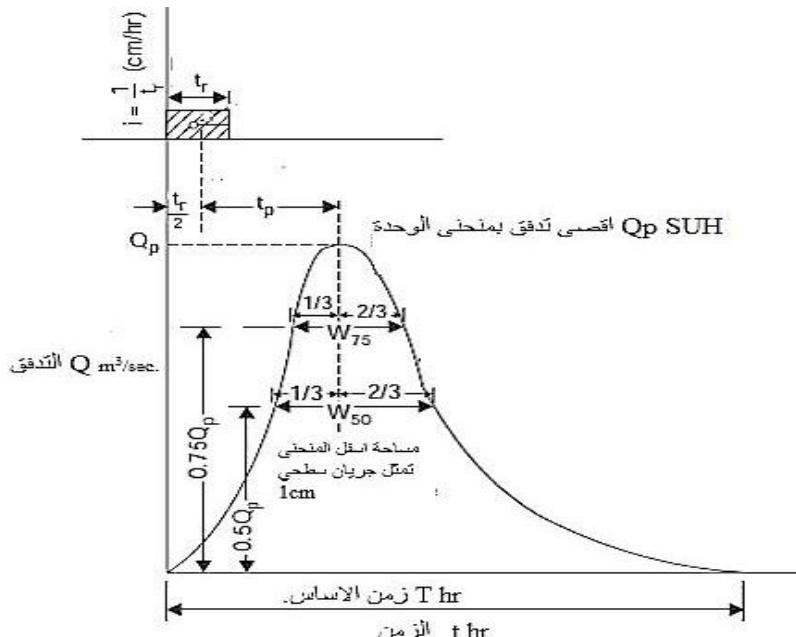
المعادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز	رقم معادلة
$Q_p = \frac{2.78 C_p A}{T_p}$	A	$Q_p = \text{اقصى تدفق } m^3/\text{sec}$	$A = \text{مساحة الحوض } km^2$	14
$T_c = \frac{4A^{0.5} + 1.5L}{0.8H^{0.5}}$	L	$T_c = \text{زمن التركيز. hr}$	$L = \text{طول مجري الحوض km}$	15
$T_p = 0.75 C_t (LL_c)^{0.3}$	C_t	$T_p = \text{زمن التباطؤ. hr}$	$C_t = \text{معامل زمن تدفق الذروة و تنراوح قيمته بين (1-2.2).}$	16
$V = \frac{L}{3.6 T_c}$	V	$V = \text{سرعة الجريان السطحي. m/sec}$	$L = \text{طول مجري الحوض km}$	17
$T_m = \frac{1}{3} T$	T	$T_m = \text{فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل. hr}$	$T = \text{زمن الأساس. hr}$	18
$T_d = \frac{2}{3} T$	T	$T_d = \text{فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل. hr}$	$T = \text{زمن الأساس. hr}$	19
$F_p = 0.0158 A T_d$	A	$F_p = \text{قيمة التسريب الناتجة.}$	$A = \text{مساحة الحوض } km^2$	20
$A_L = Q_p (T_m) \times 10^{-6}$	A_L	$A_L = \text{حجم تدفق السيل. sec}$	$T_m = \text{فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل. sec}$	21

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
22	عمق الجريان السطحي	$E = \frac{Q_p(T_m) \times 10^3}{A}$	$T_m =$ فترة الارتفاع التريجي لتدفق السيل. $A =$ مساحة الحوض. $Q_p =$ اقصى تدفق المائي. $E =$ عمق الجريان السطحي لذروة تدفق السيل mm
23	قوة السيل في الحوض المائي.	$a = \frac{Q_p}{\sqrt{A}}$	$A =$ مساحة الحوض. $Q_p =$ اقصى تدفق المائي. $a =$ قوة السيل في الحوض المائي $\text{m}^3/\text{sec}/\text{Km}$

جدول 5. خصائص منحنى الوحدة للتتدفق (Synthetic Unite Hydrograph) حسب نموذج سنایدر [Snyder's Model] [9، 8، 7]

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
24	اقصى التدفق لمنحنى الوحدة.	$Q_p SUH = \frac{2.78 C_p A}{T_r}$	$Q_{PSUH} =$ اقصى تدفق لمنحنى الوحدة m^3/sec $A =$ مساحة الحوض. $C_p =$ معامل تدفق الذروة و تتراوح قيمته بين (0.93-0.3). $T_r =$ الفترة الزمنية القياسية لمنحنى الوحدة hr
25	الفترة الزمنية القياسية لمنحنى الوحدة.	$T_r = \frac{T_r}{2} + T_p$	$T_p =$ زمن النطاطر hr $T_r =$ الفترة الزمنية القياسية لمنحنى الوحدة hr $.hr =$ زمن الأساس.
26	زمن الأساس.	$T = 5T_p$	$T =$ زمن الأساس hr $.hr =$ زمن النطاطر hr
27	قيمة تدفق الذروة النوعي.	$q_p = \frac{Q_p SUH}{A}$	$Q_{PSUH} =$ اقصى تدفق لمنحنى الوحدة m^3/sec $A =$ مساحة الحوض. $q_p =$ قيمة تدفق الذروة النوعي $\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$
28	الفترة الزمنية عند مستوى 50% و 75% من تدفق الذروة لمنحنى سيل الوحدة.	$W_{50} = \frac{5.6}{(q_p)^{1.08}}$ $W_{75} = \frac{3.21}{(q_p)^{1.08}}$	$W_{50}, W_{75} =$ الفترة الزمنية عند مستوى 50% و 75% من تدفق الذروة لمنحنى سيل الوحدة. $q_p =$ قيمة تدفق الذروة النوعي $\text{m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$

رقم معادلة	المعامل	صيغة المعادلة	تعريف الرموز
29	تركيز الامطار.	$i = \frac{1}{T_r}$	T_r = الفترة الزمنية القياسية لمنحنى الوحدة . hr . cm/hr i = تركيز الامطار



شكل (1) خصائص منحنى الوحدة للتدفق(Synthetic Unite Hydrograph) حسب نموذج سنайдر [7] Snyder's Model .

3.2 التحليل المورفومترى الرقمي للأودية و القنوات باستخدام تقنيات نظم معلومات الجغرافية باستخدام برنامج ArcGIS10.5

يتم التحليل الهيدرولوجي في برنامج ArcGIS10.5 عن طريق صندوق الادوات Arc Toolbox كتالى [11]:

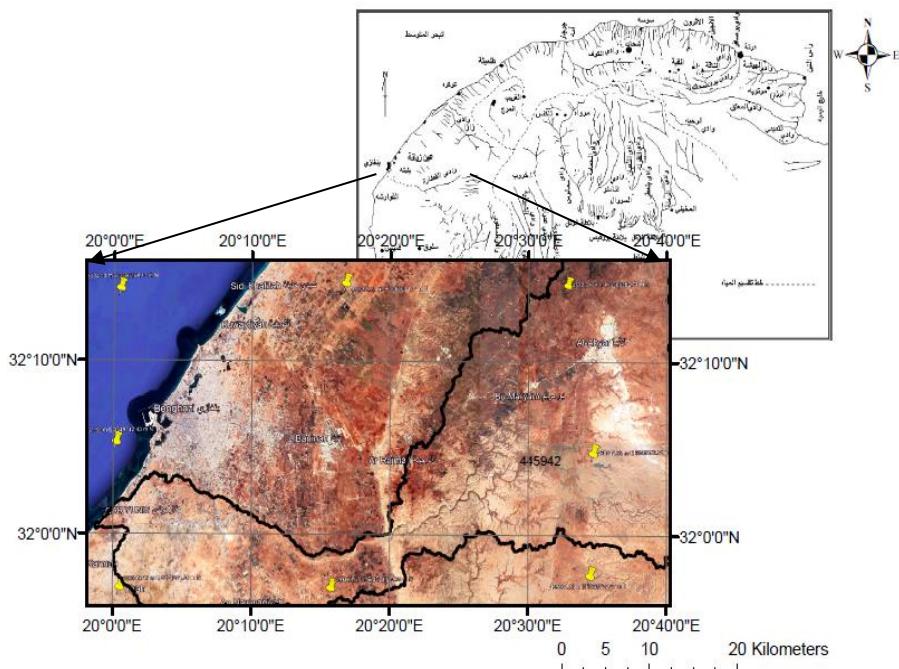
- اداة Fill: لملء الانخفاضات غير المتوقعة في بيانات ملف الارتفاعات الرقمية الناتجة من عيوب بها.
- اتجاه الجريان Flow Direction : لتحديد الاتجاه الذي ستجري من خلاله المياه من خلية الى الخلايا المجاورة لها، وذلك من مقارنة منسوب الخلية مع مناسيب الخلايا المجاورة .
- تجميع الجريان Flow Accumulation : حساب عدد الخلايا التي ستتصب المياه فيها لتحديد شكل المجرى الرئيسي لمنطقة الدراسة.
- زيادة التحسس: تهدف هذه الخطوة لزيادة التحسس عند استخراج مسارات الاودية من ملف تجميع الجريان، وذلك باستخدام الاداة Con.
- تحويل ملف الاودية من الصورة الشبكية raster الى الصورة الخطية vector واستخدام الاداة stream to Feature من ادوات الهيدرولوجي للحصول على طبقة خطوط polylines لتحديد مجاري اودية منطقة الدراسة.
- باستخدام اداة رتب المجرى Stream Orders لتحديد رتب المجرى المائي في منطقة الدراسة ويتم استخدام طريقة Strahler .
- لدراسة موقع محدد لبيان الحوض المائي الذي يؤثر على الجريان عند هذا الموقع يتم إنشاء طبقة نقاط point shapefile ، ثم إضافة نقطة محددة نهاية اي الرتبة المستهدفة.
- استخدام اداة watershed لاستبطاط الحوض المائي الذي يؤثر على الموقع المطلوب دراسته ، و يتم استدعاء قاعدة البيانات غير المكانية Attribute Table لطبقة Rتب المجرى لمعرفة اجمالي اطوال الاودية حسب الرتب المختلفة و عددها .

4.2 موقع منطقة الدراسة :

يقع حوض وادي القطارة بمنطقة الرجمة ويمتد الى منطقة قاريونس بمدينة بنغازي و يبعد عنها بحوالي 40 كيلومتر، ويتأثر الحوض بمناخ البحر المتوسط في جزءه الشمالي، أما الجزء الجنوبي فيتميز بمناخ شبه صحراوي؛ وبالنسبة للتركيب الجيولوجي للصخور بمنطقة الحوض فيرجع عمرها لعصر الميوسين الأوسط، وهذه الصخور يمثلها تكوين الرجمة بعضويه بنغازي ووادي القطارة، ويتميز عضو وادي القطارة بوجود درنات

من الصوان وعدسات من الجبس في القسم العلوي منه، ويغلب على تكوينها الحجر الرملي بصورة رئيسية مع وجود تدخلات من الجبس والحجر الجيري بنسب ضئيلة، وأما تكوينات الزمن الرابع فتغطي رواسبه مساحات واسعة من الشريط الساحلي، وتقسيم رواسب الزمن الرابع في قياع الأودية إلى قسمين رئيسيين هما الرواسب الساحلية والرواسب الفيضية [13,12].

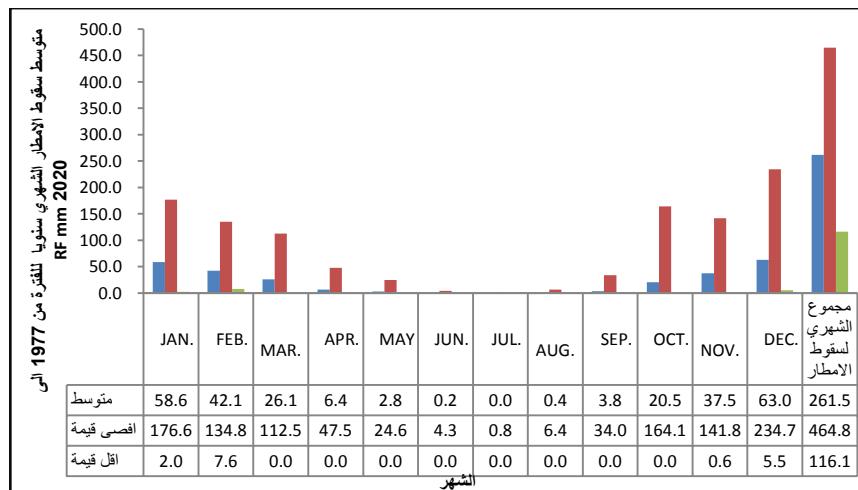
المنطقة التي يقع بها حوض وادي القطارة عند دائري عرض $31^{\circ} 50' 0''$ خطى الطول $20^{\circ} 40' 0''$ كما هو مبين بالشكل 2.



شكل(2) مرئية فضائية من برنامج Google earth لموقع حوض وادي القطارة و معالجة ببرنامج ArcGIS10.5.

5.2 البيانات المستخدمة بالدراسة :

في هذه الدراسة تم استخدام مرئية راداريه لعام 2014 لنموذج ارتفاعات رقمي لمدينة بنغازي من خلال موقع هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية USGS و التي التقطت بوساطة المركبة الفضائية ASTER [14]، تم الاستعانة ببرنامج ArcGIS10.5 لمعالجة المرئية للحصول على مناسبات الارض الطبيعية بمساحة المنطقة قيد الدراسة و تتبع نظام الاحداثيات و الارجاع الجغرافي الوطني Libyan Geodetic Datum UTM 2006, Zone 34N، بالإضافة الى البيانات المناخية المتوفرة بهيئة الارصاد الليبية الخاصة بمحطة بنينا الواقعة عند دائرة عرض 32.1° و خط طول 20.26° بمنسوب عن سطح البحر 131m الواقعة في مطار بنينا الدولي بمدينة بنغازي، و النطاق الزمني للبيانات التي استخدمت بالدراسة هي من الفترة 1977 الى 2020. عرض ملخص للخصائص الاحصائية للبيانات المناخية المعتمدة بالدراسة بجدول 6، بالإضافة الى عرض متوسط هطول المطر بالشهر سنوياً للفترة 1977 حتى 2020 بالشكل 3 للوقوع على الفترات المطيرة و قيم الامطار العالية و الدنيا بالعام وخصوصاً قيم الامطار التي تحدث فوق المعدل السنوي.



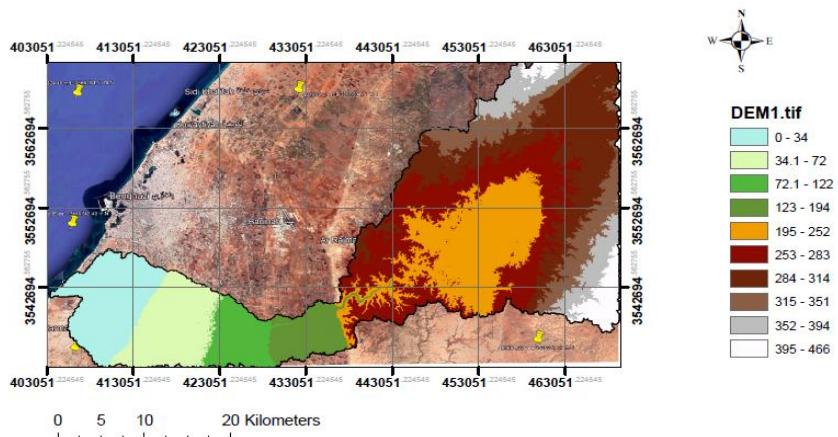
شكل (3) متوسط الامطار الشهري سنوياً للفترة 1977 الى 2020 لمحطة بنينا[15].

جدول 6. الخصائص الاحصائية للبيانات المناخية وفق ارصاد محطة بنينا للفترة من 1977-2020.

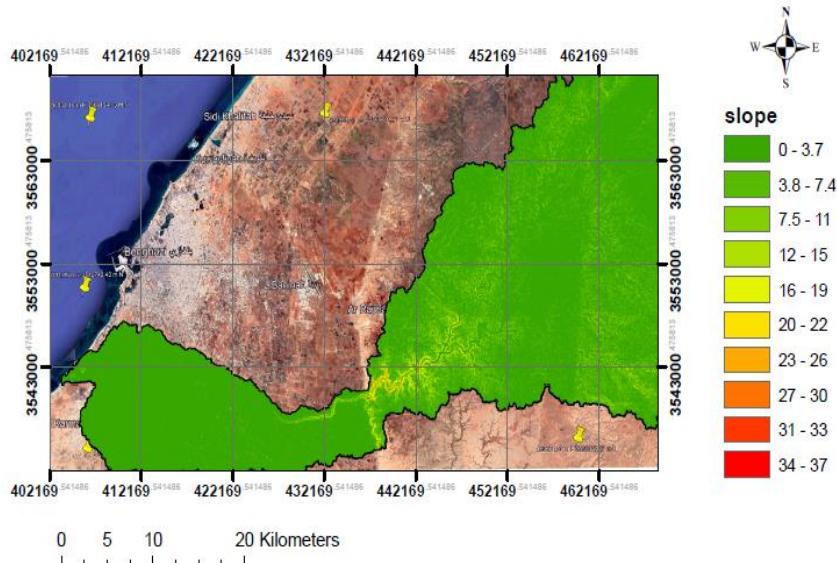
الخصائص الاحصائية	النسبة %	متوسط الرطوبة	المجموع الشهري لتساقطات للأمطار mm	متوسط درجات الحرارة العظمى C°	متوسط درجات الحرارة الصغرى C°	البخار mm
اقصى قيمة	70.500	414.970	26.600	16.625	305.00	
اقل قيمة	52.708	116.050	24.092	14.392	112.60	
المتوسط	63.514	227.272	25.185	15.379	223.48	

2. نتائج التحليل الهيدروموري لحوض وادي القطراء بالاعتماد على تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد:

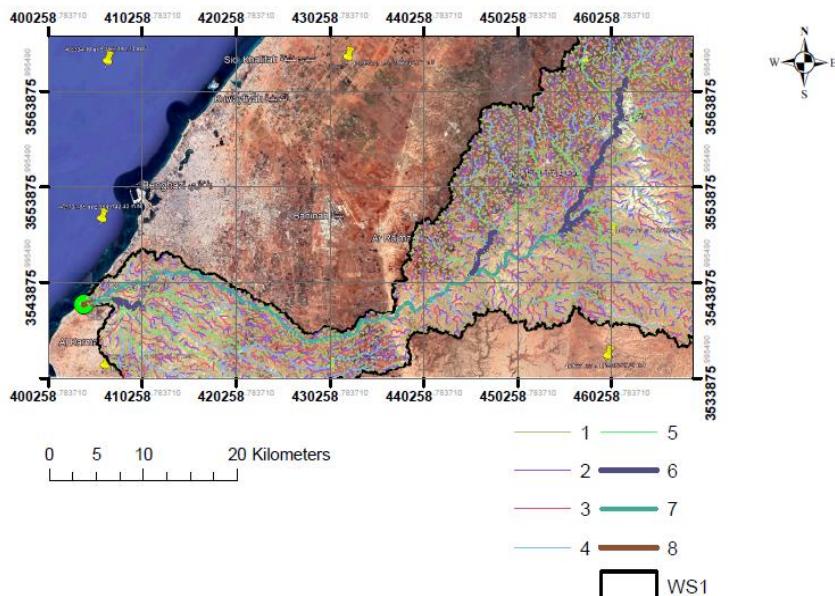
عرضت الاشكال من 4 الى 6 النتائج المتحصل عليها من برنامج ArcGIS10.5 بعد إتمام العمليات (تحديد اتجاه الجريان، تجميع الجريان، زيادة التحسس و تحديد الاودية، استبطاط رتب المجرى المائي) على التوالي، فمن خلال برنامج ArcGIS10.5 تم احتساب الخصائص المساحية لحوض من حيث المساحة و المحيط و طول المجرى الرئيسي و عرض الحوض، اما عن مناسبات الارض الطبيعية لحوض وادي القطراء تم استبطاطها من نموذج الارتفاعات الرقمية الخاص بمنطقة الحوض و كل النتائج المتحصل عليها عرضت بالجدول 7.



شكل (4) نموذج الارتفاعات الرقمي المعالج لحوض وادي القطراء ببرنامج ArcGIS10.5



شكل (5) انحدار الارض الطبيعية لحوض وادي القطارا وفق تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي
.ArcGIS10.5
برنامج



شكل (6) رتب المجرى المائي بحوض وادي القطارا وفق نتائج التحليل الهيدرولوجي ببرنامج
.ArcGIS10.5



جدول 7. الخصائص المساحية و طبغرافية لوادي القطارة وفق نتائج برنامج ArcGIS10.5

الوحدات	القيمة	المعامل
km^2	1074.818	A مساحة الحوض.
Km	272.477	P محيط الحوض.
km	89.524	L طول المجرى الرئيسي.
Km	32.032	W عرض الحوض .
km	69.985	L_c طول المجرى لمركز الحوض .
m	288.00	H_{avr} متوسط منسوب للأرض الطبيعية.
m	466.000	H_{max} أعلى منسوب للأرض الطبيعية.
m	0.000	H_{min} أقل منسوب للأرض الطبيعية .
درجة	5.72	متوسط الادار للأرض الطبيعية .

بتطبيق المعادلات الخاصة بالتحليل المورفمتري التي تم تعريفها مسبقاً بالجداول من 1 إلى 3، تم التحصل على الخصائص الشكلية و التضاريسية لحوض واي القطارة، بالإضافة إلى خصائص الشبكة المائية بالحوض حسب الرتبة وادرجت بالجداول من 8 إلى 11.

جدول 8. الخصائص الشكلية لحوض وادي القطارة وفق نتائج المعادلات بجدول 1.

الوحدات	القيمة	المعامل
km^{-1}	0.083	B_f معامل التفلطح
km	0.134	S_f معامل شكل الحوض
-	1.173	R_f نسبة تماسك المحيط
-	0.413	R_e نسبة الاستطاللة
-	0.727	R_c نسبة الاستدارة

جدول 9. الخصائص التضاريسية لحوض وادي القطارة وفق نتائج المعادلات بجدول 2.

الوحدات	القيمة	المعامل
m/km	0.0016	R_r قيمة الوعرة
وادي/ km	49.52	T_B نسبة التقطع
$1/\text{km}^2$	5.21	R_n نسبة الندرس



جدول 10. خصائص شبكة المجاري المائية بحوض وادي القطارة حسب الرتبة وفق نتائج ArcGIS10.5

الرتبة u	العدد N _u	متوسط الطول L _{sm} m	أقصى طول L _{smax} m	أقل طول L _{smin} m	مجموع $\sum L_u$ m
1	6739	295	2409	43.04	1984799.19
2	3153	293	1971	28.69	924675.12
3	1679	282	1611	28.69	472935.13
4	1012	281	2054	28.69	284505.86
5	489	272	1608	28.69	132812.99
6	140	277	1092	28.69	38508.42
7	273	250	1326	28.69	67929.60
8	7	343	918	40.58	2055.52

جدول 11. خصائص التصريف بالوديان و المجاري المائية بحوض وادي القطارة وفق المعادلات بجدول 3.

المعامل	القيمة	الوحدات
R _S	7.25	- نسبة التشعب
D	3.64	Km / وادي
F _S	12.55	Km ² / وادي
S _s	0.28	km معامل بقاء المجرى



شكل(7) نمط الصرف المائي الشجري بوادي القطارة وفق نتائج برنامج ArcGIS10.5

بالجدائل 12 و 13 و 14 عرضت نتائج تطبيق المعادلات الخاصة بالتحليل الهيدرولوجي لحوض وادي القطارا وفق نموذج سنابير وخصائص منحنى الوحدة للسائل بواudi القطارا و التي تم تعريفها مسبقا بالجدائل 4 و 5؛ لكن لابد ان ننوه بأنه تم الاعتماد على المعاملين ($C_p=0.93$, $C_t=2.2$) بعد حساب التدفق للذروة بقيم المعاملات كلها ومن ثم احتساب المتوسط فرقعنا على القيم المناسبة لحوض القطارا ذلك نتيجة لكبر مساحة الحوض وشدة انداره بوسط الوادي وهو ما وضح بجدول 12. عرض بالشكل 8 خصائص منحنى الوحدة لواudi القطارا، و الجدير بالذكر بان النتائج المتحصل عليها من نموذج سنابير تبقى نظرية ولا يمكن الاعتماد عليها سوى في تحديد الحدود القصوى و الدنيا وخصائص السيل بواudi القطارا.

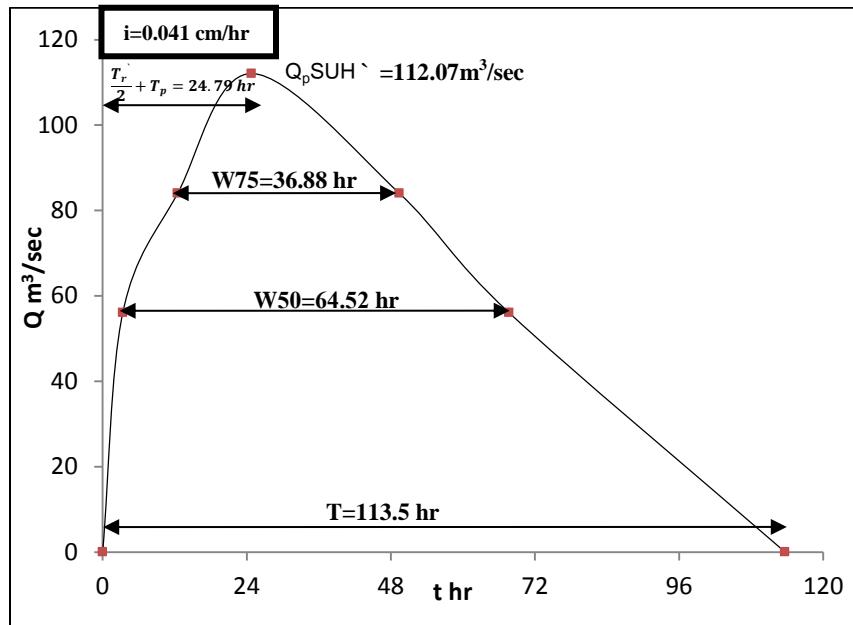
جدول 12. تدفق الذروة للسائل $Q_p \text{ m}^3/\text{sec}$ وفق نموذج سنابير لحوض وادي القطارا حسب قيم (C_p, C_t) المختلفة.

Qp m^3/sec								
C_p								C_t
0.93	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	
268.98	260.30	231.38	202.46	173.53	144.61	115.69	85.83	1
244.53	236.64	210.34	184.05	157.76	131.47	105.17	78.88	1.1
224.15	216.92	192.82	168.71	144.61	120.51	96.41	72.31	1.2
206.91	200.23	177.98	155.74	133.49	111.24	88.99	66.74	1.3
192.13	185.93	165.27	144.61	123.95	103.29	82.64	61.98	1.4
179.32	173.53	154.25	134.97	115.69	96.41	77.13	57.84	1.5
168.11	162.69	144.61	126.54	108.46	90.38	72.31	54.23	1.6
158.22	153.12	136.11	119.09	102.08	85.07	68.05	51.04	1.7
149.43	144.61	128.54	112.48	96.41	80.34	64.27	48.20	1.8
141.57	137.00	121.78	106.56	91.33	76.11	60.89	45.67	1.9
134.49	130.15	115.69	101.23	86.77	72.31	57.84	43.38	2
128.08	123.95	110.18	96.41	82.64	68.86	55.09	41.32	2.1
122.26	118.32	105.17	92.03	78.88	65.73	52.59	39.44	2.2

اقصى قيمة لتدفق الذروة من نموذج سنابير.

أقل قيمة لتدفق الذروة من نموذج سنابير.

متوسط تدفق الذروة من نموذج سنابير.



شكل(8) منحنى الوحدة للتدفق السيل بوادي القطارة وفق نموذج سنайдر .Snyder's Mode

جدول 13. الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي القطارة بناء على نموذج سنайдر .

المعامل	القيمة	الوحدة
Q_p	122.26	m^3/sec
T_c	19.55	hr
T_p	22.73	hr
T_r	4.13	ال فترة الزمنية القياسية.
v	1.27	m/sec
F_p	1286.58	m^3
A_L	50.01	Mm^3
E	15.51	mm
a	3.73	$m^3/sec/Km$

جدول 14. خصائص منحنى الوحدة لوادي القطارة حسب نموذج سنайдر.

العامل	القيمة	الوحدة
$Q_{\text{max}}^{\text{SUH}}$	112.07	اقصى التدفق لمنحنى الوحدة.
T_r	24.79	الفترة الزمنية القياسية لمنحنى الوحدة.
T_a	113.64	زمن الاساس.
q_p	0.104	قيمة تدفق النروءة النوعي.
W_{50}, W_{75}	64.35	الفترة الزمنية عند مستوى 50% و 75% من اقصى تدفق .
	36.88	
T_m	37.881	فترة الارتفاع التدريجي لتدفق السيل.
T_d	75.761	فترة الانخفاض التدريجي لتدفق السيل.
α تركيز الامطار	0.04	

3. مناقشة النتائج :

يتضح من خلال هذه الدراسة وفق النتائج المتحصل عليها ما يلي:

1. موسم سقوط المطر بحوض وادي القطارة يبدأ من شهر اكتوبر حتى شهر مارس بمتوسط شهري 227.23mm، و بأقصى مجموع شهري لهطول المطر 414.97mm، أما اقل مجموع شهري 116.05mm ذلك من واقع البيانات المناخية للفترة من 1977 الى 2020. درجة الحرارة تتباين معدالتها السنوية، ففي فصل الصيف يصل متوسط درجات الحرارة العظمى الى 26.6°C ، و فصل الشتاء يصل متوسط درجات الحرارة الصغرى الى 16.62°C وهذا يعني وجود مدى حراري سنوي جعل بدوره المناخ شبه جاف متزامنا مع معدل السنوي للبخر 223.48mm، ذلك استنادا على ما عرض بجدول 6 ومخطط 3؛ المناخ بمنطقة حوض وادي القطارة دوره اقتصر على نحت وتعقيم المجاري الصغيرة من خلال عملية الجريان السطحي لمياه الأمطار.

2. تنتقل المياه بحوض وادي القطارة من المنبع المتمثل بمرتفعات الرجمة بمناطق الابيار و بومريم بمنسوب للأرض الطبيعية من 466m حتى 252m إلى السهول أو المُنحدرات الأكثر انخفاضاً بمنسوب من 0m إلى 194m ليتم تصريف المياه الجارية على سطح الأرض إلى البحر المتوسط بالمصب، فيؤثر على منطقة قاريونس والقوارشة و اجزاء من منطقة التوافية(شكل4)؛ معدل انحدار سطح الأرض الطبيعية من

المناطق عرضة لمعدل تعرية عالي (شكل 5).
0 الى 7.4 درجة مما يعني انه خفيف الانحدار فيما عدا وسط وادي القطاارة يكون شديد الانحدار بمقدار 37 درجة، و هو المسؤول عن تجمع المياه سنويا و تحديد أي من

3. مساحة حوض وادي القطارة قدرت 1074.81 km^2 بطول للجري الرئيسي 389.5، فطول مجى وادي القطارة يؤثر على سرعة جريان المياه به بالإضافة إلى زيادة معدل البحر و عدم احتفاظه بالمياه الجارية على سطحه(جدول 7)؛ اما الخصائص الشكلية لوحض وادي القطارة التي عرضت بالجدول 8 بينت ان نسبة الاستدارة للوحض تقترب من الواحد بمقدار 0.727 وهذا يعني أن محيط الأحواض وخطوط تقسيم المياه تسير بشكل منتظم، و معامل الاستطالة لوحض بلغ 0.413 مما يدل أنه يبتعد من الشكل الدائري ويقترب من الشكل المضلعي الذي يتميز بجريان مائي منتظم من الناحية الزمنية وبكميات قليلة ولا يمكن أن تؤدي إلى فيضان و يشير ايضا إلى ان جريان مياه نحو المجى الرئيسي ستستغرق وقت طويل لاستجابة، و معامل شكل الحوض قد بلغ 0.13 وهذا يعني اقتراب شكله من المثلث بمعامل التفاطح لوحض قد بلغ 0.13 km^{-1} وهي قيمة منخفضة تدل على أن الحوض ما بين الشكل المستطيل والكمثري وان الحوض لا يزال في مرحلة النضج.

نسبة التضرس لحوض وادي القطارة بلغت 5.21km^{-2} وهي قيمة مرتفعة تدل على نشاط عملية الحت بتزايد التصريف، بالإضافة إلى نسيج الحوض وادي/ 49.52km وهذا يعد نسيجاً ناعماً إلى متوسط والسبب يعود إلى أن معظم صخور الحوض غير منفذة. أما بخصوص قيمة الوعورة في الحوض بلغت 0.0016 مما يدل أن الحوض لم يصل إلى مرحلة النضج، ذلك وفق النتائج التي عرضت بجدول 9.

5. رتب روافد حوض وادي القطارة أحصيت حسب طريقة سترايلر، فنجد أن مجموع اعداد الاودية لحوض وادي القطارة بجميع رتبه بلغت 13492 وادي بمجموع أطوال كل الاودية 3908.221Km للرتبة من 1 الى 8 ذلك(جدول10)؛ كثافة التصريف بالحوض تدل على مدى ما تحتفظ به مساحة km^2 من أطوال الاودية داخل الحوض من المياه و رصدت بحوض وادي القطارة Km/وادي 3.64 وهي قيمة منخفضة لزيادة صلابة التكوينات الصخرية بالمنطقة ونفايتها؛ لنسبة التشعب أهمية كبرى تكمن بأنها

تحكم في كمية التصريف إذ كلما كانت قيم نسبة التشعب مرتفعة قل خطر الفيضان وهو ما ينطبق على حوض وادي القطارة بكثافة تصريف 7.25 و كثافة تصريف عددي $12.55 \text{ km}^2/\text{كم}$ ؛ بلغ متوسط معدل بقاء المجرى للحوض 0.28 مما يدل هنا على تباعد المجاري المائية و قلة شدة الحت، و نمط التصريف لروافد حوض وادي القطارة هو النمط الشجري كما مبين بالشكل 7.

6. حسب الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي القطارة باستخدام نموذج Snyder models بالاعتماد على المعاملات المورفومترية المستبطة للحوض بالتكامل بين تطبيقات نظم معلومات الجغرافية و الاستشعار عن بعد، فزمن التركيز بحوض وادي القطارة وصل الى 19.55hr وهو الوقت المستغرق للجريان السطحي بالحوض للوصول الى المصب، و هو زمن طويل مما يدل على ان الوادي لديه احتمالية منخفضة لحدوث فيضان ذلك بسبب طوله وطبيعة تركيبه الجيولوجية و ترتيبه المنفذة والمناخ الجاف و الشبة الجاف التابع له الحوض؛ اقصى تدفق للمياه بالحوض وصل الى $122.26 \text{ m}^3/\text{sec}$ وهي قيمة التدفق المزمع تجميعها وفق خصائص الحوض من مساحة و طول للمجرى و طول من مركز الحوض الى المصب و زمن ذروة 22.7hr، مسبب سيل بحجم 50.01 Mm^3 بقوة $3.73 \text{ m}^3/\text{sec/Km}$ بعمق 15.51mm بسرعة تصل الى 1.27 m/sec الاتساع مساحة و عرض الحوض وطول مجري وادي القطارة وانحداره، و هذه الكمية من التدفق جزء منها يتسرّب داخل التربة مغذي المياه الجوفية بمقادير 1286.58 m^3 و جزء الاكبر يتبخّر او يسلك مسلكاً غير الاودية لتجريف التربة و البناء العشوائي بحرم الوادي و مجراه؛ ف مجرد هطول الامطار تعاني الاحياء السكنية بمناطق قاريونس و القوارشة و المدخل الغربي لمدينة بنغازي من الاختلافات المائية نتيجة تكدس المياه بالبرك ذلك لضعف البنية التحتية بالمدينة و عدم قدرتها على مواجهة تصريف مياه الامطار.

7. منحنى التدفق الوحدة الاصطناعي (المعد وفق نموذج سنайдر) يظهر زمن الفترة القياسية 24.79hr وهو يعبر عن الوقت المثالي لسقوط الأمطار بكميات تسمح بالجريان المائي في الأودية الرئيسية بعد الفاقد بالتسرب والتبخّر، ايضاً زمن التركيز لهطول الأمطار بحوض وادي القطارة بلغ 0.04cm/hr (شكل 8)، اما زمن الارتفاع

التدرجي لتدفق السيول وصل الى 37.88hr وهو الزمن المستغرق من الارتفاع التدريجي لمياه الامطار بحوض وادي القطارة بعد حدوث التشبع مع افتراض استمرار تساقط الامطار حتى تتدفق السيول إلى المصب وهي مدة زمنية طويلة تدل على عدم وجود احتمال خطورة فيضان وهو ما ينطبق على زمن الانخفاض التدريجي لتدفق السيول.

4. الاستنتاجات:

هدفت الدراسة إلى إجراء التحليل الهيدرولوجي لوحوض وادي القطارة بمدينة بنغازي باستخدام تقنيات نظم معلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. اعتمد بالدراسة على نموذج ارتفاعات رقمي لمنطقة الحوض والادوات المتوفرة ببرنامج نظم المعلومات الجغرافية ArcGIS10.5 و بنموذج سنایدر Snyder Models؛ وفق نتائج الدراسة نستنتج ان بحوض وادي القطارة تنتقل المياه من منبعه بمرتفعات الرجمة و الابيار الى مصبها بمنطقة قاريونس، و المناخ بمنطقة الحوض دوره اقتصر على نحت وتعقيم المجاري الصغيرة من خلال عملية الجريان السطحي لمياه الامطار؛ سطح الارض الطبيعية لوحوض وادي القطارة ذو انحدار خفيف من 0 الى 7.4 درجة فيما عدا وسط الوادي يكون شديد الانحدار بمقدار 37 درجة.

مساحة الحوض بلغت 1074.81km^2 بطول للمجرى الرئيسي 89.5km و نسبة الاستدارة 0.72 بمعامل استطالة 0.413 و معامل شكل 0.13 و معامل التقاطع 0.083km^{-1} وهذا يعني اقتراب شكل الحوض من المثلث و لا يزال في مرحلة النضج؛ نسبة التضرس لوحوض وادي القطارة بلغت 5.21km^{-2} و قيمة الوعرة 0.0016 مما يدل على نشاط عملية الحت؛ رتب اودية حوض وادي القطارة حسب طريقة سترايلر من 1 الى 8 بعدها 13492 وادي بكثافة للتصرف Km/Km^2 وادي 3.64 ونسبة التشبع 7.25 مما يدل على زيادة صلابة التكوينات الصخرية بمنطقة الحوض ونفاذيتها و قلة خطر الفيضان؛ زمن التركيز بحوض وادي القطارة طويل يصل الى 19.55hr بسبب طول الوادي والمناخ الجاف و الشبه الجاف التابع له الحوض، و اقصى تدفق للسيول بحوض وادي القطارة المزمع تجميعه $122.26 \text{ m}^3/\text{sec}$ بزمن ذروة 22.7hr بسرعة تصل الى 1.27m/sec ؛ لانعدام التوثيق للأمطار و العواصف طويلة

المدى و قياسات الجريان السطحي المقابلة بحوض وادي القطارة تم رسم منحنى الوحدة الاصطناعي للسيل بناء على نموذج سنابير، بزمن الفترة القياسية 24.79hr وزمن تركيز هطول الامطار منخفض بمقدار 0.04 cm/hr، و زمن الارتفاع التدريجي لتدفق السيول وصل الى 37.88hr مما يدل على عدم وجود احتمال خطورة السيول. بنهاية الدراسة يتم التوصية بإعادة النظر بتصميم شبكة تصريف مياه الامطار بالمدينة و العبارات بشبكة الطرق الخلوية حتى تلائم هذه الكميات المطرية التي تتكرر سنويا لضمان تصريفها و حماية المدينة من اثر السيول و تكدس مياه الامطار بشبكة الطرق. إنشاء سدود تعويقيه بجري الاودية التي تصب مباشرة و تؤثر على مدينة بنغازي تطبيقاً لمبدأ حصاد مياه الامطار؛ وجوب عدم التهاون في تطبيق التشريعات التي تحد من عمليات التوسيع الحضري على الغطاء النباتي الطبيعي بحوض وادي القطارة.

التوصية باستخدام التكامل بين تقنيات الاستشعار عن بعد و نظم المعلومات الجغرافية كوسيلة لدراسة الاحواض و الاودية من خلال التوصل الى معرفة خصائصها المورفمتيرية لوضع الخطط التنموية و للحد من اخطار الفيضانات.

التوصية بدراسة أوجه الاستفادة من حصاد مياه الامطار بإنشاء قاعدة بيانات مورفومترية و مناخية وهيدرولوجية متاحة يمكن الاستفادة منها في الدراسات المستقبلية.

المراجع:

- [1]. عمران، انتظار مهدي، عبدالرحمن، هالة محمد، هيدرولوجية الأحواض الشرقية لبحيرة دربندخان، مجلة العلوم الإنسانية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، 25(4)، ص:19:1، 2018.
- [2]. النشوان، عبدالرحمن بن عبدالعزيز، الخصائص الهوروفومترية لحوض شعيب تمرة في محافظة السليل، مجلة جامعة حضرموت للعلوم الإنسانية، 15(1)، 2018.
- [3]. العمري، عبد المحسن صالح، تحليل الخصائص المورفومترية 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، اكتوبر 2020.
- [4]. الخفاجي، شذى سالم ابراهيم، و الموسوي، حسين عذاب خليف، دراسة بعض الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي شوشرين وتقدير حجم الناتج الرسوبي، مجلة لارك للفلسفة والانسانيات و العلوم الاجتماعية، 2(41)، ص:1343:1327، 2021.

- [5]. النيش، فواز حميد حمو، الجبوري، سندس جمعة حسين، التحليل الهيدرولوجي لخوض وادي بادوش باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة الآداب، 2 (138)، ص:390:420، 2021.
- [6]. الخفاجي، سرحان نعيم، الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لخوض وادي قرين الثماد في بادية العراق الجنوبية بادية النجف، جامعة المثنى كلية التربية للعلوم الإنسانية- قسم الجغرافية-وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.1(1)،ص:1:36، 2015.
- [7]. Raghunath H, M., Hydrology: principles analysis and design, Revisal Second Edition Limited, New Delhi: P. 150, 2006.
- [8]. Ramirez, J.A., Prediction and modeling of flood Hydrology and Hydraulics: Human, Riparian and Aquatic communities Eds. Ellen Wohl, Cambridge University Press, 2000.
- [9]. Chow , V.T., Handbook of Applied Hydrology., New York: McGraw Hill,1964.
- [10]. Salami, A. W., Bilewu, S. O., Ibitoye, A. B., Ayanshola, A. M., Runoff Hydrographs Using Snyder And SCS Synthetic Unit Hydrograph Methods: A Case Study of Selected Rivers in South West Nigeria., Journal of Ecological Engineering, 18(1), p: 25:34, 2017.
- [11]. داود، جمعة محمد، اسس التحليل المكاني في اطار نظم معلومات الجغرافية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، نسخة الكترونية، 2012.
- [12]. الشلطاوي، أسامة، العشبي، فارس فارس، هوبيدي، فرج الربيسي، الجيولوجيا الإقليمية لخوض برقة، المؤتمر الافتراضي لجيولوجيا الوطن العربي، موروني حزر القمر، 30 أكتوبر 2020.
- [13]. صالح، منصف محمد، المهدى، علي محمد، الأشهب، سعد رجب، جيمورفولوجية سبخة الكوز - شمال شرق ليبيا دراسة في الجغرافيا الطبيعية، المجلة الليبية العالمية، جامعة بنغازي كلية التربية – المرج، 1(24)، ص:1:16، 2020.
- [14]. United State Geological Survey, 2021, Digital Elevation model for North East Libya. <https://www.earthexplorer.usgs.gov> [Accessed October, 2021].
- [15]. المركز الوطني للأرصاد الجوية، بنغازي، (1977، 2020)، محطة أرصاد بنينا، بيانات غير منشورة.