أخطار السيول بحوض وادي الاديرع بمنطقة حائل
دراسة تطبيقية باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

د. هند عبدالرحمن المشاط
أستاذ مشارك بقسم الجغرافيا جامعة الملك عبد العزيز
dr.hinda@hotmail.com

د. محمد محمود الشرقاوي
أستاذ مساعد بقسم الجغرافيا جامعة القصيم
مدرس الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب – جامعة دمنهور
elsharqawy@hotmail.com

الملخص:

تمثل الأودية الجافة في الصحاري العربية عامة وفي المملكة العربية السعودية خاصة إحدى الظاهرات الجيومورفولوجية التي ما تزال في حاجة إلى المزيد من الدراسات والأبحاث التطبيقية, التي تمكن من التعرف على سلوكها الهيدرولوجي تمهيدا لاستغلالها والاستفادة من مياهها, ومحاولة درء أخطارها في حالة حدوث الجريان السيلي من خلال مجاريها.

ويعد حوض وادي الأديرع أحد هذه الأودية الجافة؛ إذ انه يقع في وسط منطقة حائل بشمالي المملكة العربية السعودية؛ حيث ينبع من المرتفعات الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية (جبال أجا وسلمى) ويمتد باتجاه عام من الجنوب الغربي حتى الشمال الشرقي موازٍ لسلسلة جبال أجا حيث يعبر مدينة حائل, ويقسمها لقسمين شرقي وغربي ممتداً لمسافة تصل إلى حوالي 104كم.

ومع التطور التقني والثورة المعلوماتية الحديثة، وتمشياً مع رؤية المملكة العربية السعودية 2030 تهدف هذه الدراسة إلى الاستفادة قدر المستطاع من تقنيات نظم المعلومات الجغرافية GIS والاستشعار عن بعد RS في دراسة أخطار السيول بحوض وادي الاديرع من خلال بناء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية للحوض وروافده الرئيسة تظهر أهم السمات الطبيعية والخصائص المورفومترية والهيدرولوجية للحوض، ومدى إمكانية حدوث الجريان السيلي للحوض أو روافده الرئيسة، ومدى تأثير ذلك على كافة المنشآت الحيوية بمدينة حائل التي تقع بالقرب من الوادي وروافده، وذلك بغرض وضع بعض التدابير اللازمة للحماية والحد من أخطار الجريان السطحي الذي قد يحدث جريان سيلي في حالة استمرارية هبوب العواصف الرعدية الممطرة، إضافة إلى وضع مجموعة من الآليات والمقترحات التي تحقق الاستغلال الأمثل لمياه الوادي وقت فيضانه خاصة ونحن نعيش في هذه البيئة الصحراوية الجافة وشبة الجافة، وكذلك إعادة التأهيل البيئي للحوض وتنمية المشاريع المستقبلية فيه، بما يسهم في تحقيق رؤية المملكة 2030 التي تهدف إلى الاستفادة من كافة المقومات الجغرافية بالمملكة ومنها الأودية والشعاب التي تعلق عليها الآمال للاستفادة من مياهها ومواردها في إرساء قواعد التنمية المستدامة داخل أي إقليم.

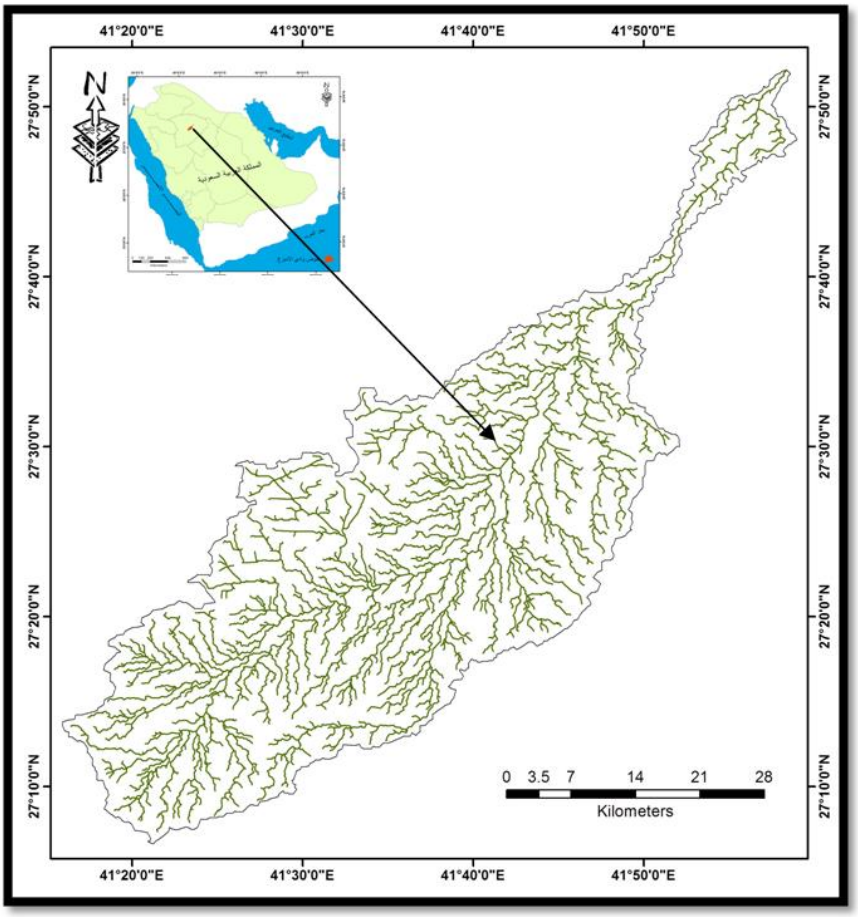
مصطلحات الدراسة: أحواض التصريف – تدفق السيول – RS - GIS

مقدمة:

تمثل الأودية الجافة في الصحاري العربية عامة وفي المملكة العربية السعودية خاصة إحدى الظاهرات الجيومورفولوجية التي ما تزال في حاجة إلى المزيد من الدراسات والأبحاث التطبيقية, التي تمكن من التعرف على سلوكها الهيدرولوجي تمهيدا لاستغلالها والاستفادة من مياهها, ومحاولة درء أخطارها في حالة حدوث الجريان السيلي من خلال مجاريها.

ويعد حوض وادي الأديرع أحد هذه الأودية الجافة؛ إذ انه يقع في وسط منطقة حائل بشمالي المملكة العربية السعودية؛ حيث ينبع من المرتفعات الجنوبية الغربية والجنوبية الشرقية (جبال أجا وسلمى) ويمتد باتجاه عام من الجنوب الغربي حتى الشمال الشرقي موازٍ لسلسلة جبال أجا حيث يعبر مدينة حائل, ويقسمها لقسمين شرقي وغربي ممتداً لمسافة تصل إلى حوالي 104كم، ويمتد الحوض فلكياً بين دائرتي عرض 06 ′ 27° و 52 ′ 27° شمالا, وبين خطي طول 16 ′ 41° و59 ′ 41°» شرقاً (شكل 1)

ويتميز مناخ منطقة حائل بالقارية اذ ترتفع درجة الحرارة صيفا لتصل الى نحو 40˚ م ، وتنخفض شتاء الى ما دون الصفر. وتتلقى كمية من الأمطار السنوية قد تصل الى 122 مللم يسقط معظمها في شهور الشتاء. كما تحظى منطقة حائل بكمية من الاشعاع الشمسي تتراوح في الصيف ما بين (500- 550لانجلي• / اليوم). بينما تتلقى في الشتاء ما بين (250--300 لانجلى / اليوم).



شكل (1) موقع وحدود منطقة الدراسة

أهداف الدراسة:

هذه الدراسة تسعى إلى تحقيق الأهداف التالية :

1- الاستفادة من التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في بناء قاعدة بيانات مورفومترية وهيدرولوجية لوادي الاديرع بكامل حوضه باستخدام احدث التقنيات الرادارية الحديثة SRTM.
2- تقديم عرض كامل عن خصـــائص الشـبكة المورفومترية والشـكلية والمســاحية لوادي الاديرع من خلال تطبيق المعادلات المورفومترية الخاصة بذلك.
3- تقدير أحجام السيول وتدفق الذروة باستخدام عدة نماذج رياضية مختلفة بغرض تحديد درجة خطورة السيول لأحواض روافد وادي الاديرع.

المنهجية:

تتلخص الخطوات المنهجية لهذه الدراسة في ما يلي :
تم حســاب مســاحة وأبعاد حوض وادي الاديرع، باســتخدام برنامج (ArcMap – ArcInfo. V. 10.2) ، باســـتخدام نماذج حســـاب المعاملات المورفومترية . ومن المعلوم الأهمية الكبيرة التي تلعبها الخصـــائص المورفومترية المذكورة في توقع الجريان السيلي خاصة المعاملات التالية :
1- معامل الاستدارة Circularity Ratio ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$ .....(Miller , 1953)

2 - معامل الاستطالة Elongation Ratio ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$R_e = \frac{2*\sqrt[2]{A/\pi}}{L_b} \text{.....(Schumm , 1956)}$$

3- معامل الشكل Form factor Ratio ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$R_f = \frac{A}{L_b^2} \text{.....(Horton , 1945)}$$

حيث إن A هي مساحة الحوض و P هو طول محيط الحوض $\mathbf{L_b}$و هو طول الحوض.
كما تم حساب المتغيرات التضاريسية المؤثرة في المتغيرات المورفومترية السابقة الذكر باستخدام المعادلات التالية :

1- التضرس الكلي للحوض Total Basin Relief : ويحسب بالصيغة الرياضية التالية

$$H = Z - z \text{.....(Strahler، 1952)}$$

2- نسبة التضرس Relief Ratio ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$(R_{h1}) = {}^{H}/_{L_b} \text{.....(Schumm، 1956)}$$

3- التضرس النسبي Relative Relief ويحسب بالصيغة الرياضية التالية :

$$(R_{hp}) = \left(\frac{(H*100)}{P}\right) \text{..... (Melton، 1957)}$$

4- قيمة الوعورة Ruggedness Number ويحسب بالصيغة الرياضية التالية

$$(R_n) = \frac{Dd \times H}{P} \text{.....(Schumm، 1956)}$$

حيث إن: Z : أعلى منسوب داخل الحوض، z = أدنى منسوب داخل الحوض، $\mathbf{L_b}$ = أقصى طول للحوض موازيًا للمجرى الرئيس، P = طول محيط الحوض (بالمتر)، Dd = كثافة التصريف.
وتنعكس تأثيرات الخصائص المورفومترية والخصائص التضاريسية لحوض التصريف على الخصائص المورفومترية لشبكة المجاري المائية باستخدام المعادلات التالية :

1- نسبة التشعب Bifurcation Ratio

$$R_b = \left({}^{Nu}/_{Nu+1}\right) \text{..... (Schumm، 1956)}$$

2- كثافة التصريف Drainage Density

$$D_d = \left({}^{Lu}/_{A}\right) \text{..... (Horton، 1945)}$$

3- تكرارية التصريف Drainage Frequency

$$F_s = \left({}^{Ns}/_{A}\right) \text{..... (Horton، 1945)}$$

حيث إن:
$\boldsymbol{Nu}$ = أعداد المجاري في رتبة ما، $\boldsymbol{Nu+1}$ = أعداد المجاري في الرتبة الأعلى التي تليها، $\boldsymbol{Lu}$ = مجموع أطوال المجاري في كل الرتب (كم)، $\boldsymbol{A}$ = مساحة الحوض (كم^2)، $\boldsymbol{Ns}$ = مجموع أعداد المجاري في كل الرتب.
التكامل الهبسومتري : لتقدير مرحلة التعرية التي يمر بها حوض وادي الاديرع تم حساب معامل التكامل الهيبسومتري باستخدام المعادلة التالية :

$$\mathbf{H_i} = \frac{(Z' - z)}{Z - z} \text{ ..... (Pick et al, 1971)}$$

تعتمد منهجية حساب تدفق السيول على الخطوات التالية :

1- حساب زمن التركيز للحوض المائي حيث تم تطبيق 3 نماذج هي :

- نموذج Bransby-Williams : (Wanielista et al., 1977)

$$t_c = \frac{14.6\,L}{A^{0.1} S^{0.2}}$$

بحيث يمثل t_c زمن التركير بالدقائق و A مساحة الحوض المائي (كلم^2) و S متوسط انحدار الحوض المائي (متر/كلم) و L طول المجرى الرئيس (كلم).

- نموذج Clark : (Clark, 1945)

$$t_c = 0.335 \left[\frac{A}{S^{0.5}}\right]^{0.5}$$

بحيث يمثل t_c زمن التركير بالدقائق و S متوسط انحدار المجرى الرئيس (متر/متر) و A مساحة الحوض المائي (كلم^2).

- نموذج Témèz : (Témèz, 1991)

$$T_c = 0.3 \left[\frac{L}{[S]^{0.25}}\right]^{0.76}$$

بحيث يمثل T_c زمن التركير بالساعات و S متوسط انحدار المجرى الرئيس (متر/متر) و A مساحة الحوض المائي (كلم^2) و L طول المجرى الرئيس (كلم).

2- حساب زمن وصول التدفق للذروة بتطبيق المعادلة التالية :

$$T_p = \left[\frac{(T_c + 0.133T_c)}{1.7}\right]$$

بحيث يمثل T_c زمن التركير بالساعات.

تقنيات الاستشعار عن بعد تم تحديد المرئية الفضائية (لاندسات)2014(+ETM) لمساحة التصريف لحوض وادي الاديرع، بعدها تم إجراء العمليات التصحيحية اللازمة بهدف زيادة الدقة التحليلية المكانية، ولاستخلاص الشبكة الهيدرولوجية لوادي الاديرع تطلب الاعتماد على الأنموذج الراداري 2008 (SRTM). وقد تم استخلاص كامل الشبكة النهرية برتبها وبعض الخصائص الأخرى كخطوط التسوية ودرجات الانحدار بالاعتماد على أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools ببرنامج Arc GIS .

دراسات سابقة

- قدم عبد الرزاق (1993) دراسة بحثية لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بالرياض "تقييم كيات السيول وأثارها في منطقة جنوب غرب المملكة" وهدف في دراسته الى معرفة خصائص جريان السيول والتنبوء بكمياتها وتكرارها ، مع التطبيق على وادي عتود . ووضح في دراسته ان تحليل الصور الفضائية أظهر مدى الضررؤ الذي وقع على الاراضي الزراعية في سيل 1990، وكشفت تقنية الاستشعار عن بعد عن التغيرات الطبيعية التي سببتها السيول ومنها تآكل وتعرية التربة.

- قدم الطيرقي (2003) في رسالته للماجستير " برنامج مقترح لتوعية المواطنين من مخاطر السيول - دراسة حالة وادي الليث بمنطقة مكه المكرمة" وقد هدف في بحثة الى معرفة العلاقة بين كوارث السيول واستخدامات الارض في مجرى وادي الليث. واقترح برنامج توعوي لنتبيه المواطنين بمخاطر السيول .

- درست آل سعود (2003) " معالم ومقومات لتطوير ادارة ازمة الكوارث البيئية مع التطبيق على ادارة السيول والفيضانات " هدفت الباحثة الى تأكيد اهمية النمذجة وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في ادارة الكوارث البيئية ومنها السيول.

- درس بوروبه (2002) بحثا بعنوان : "الخصائص المورفومترية لحوضي وادي عركان ووادي يخرف رافدي وادي بيش بالمملكة العربية السعودية" وهي دراسة مورفومترية تطبيقية لحوضين من أحواض المملكة العربية السعودية. وقد قام الباحث بتحليل ومقارنة للخصائص المورفومترية لهذين الحوضيين لتوضيح التطور المورفوديناميكي لهما. وتم الاستدلال ببعض المؤشرات المورفومترية من أجل تحديد تأثيرات التطور الجيومورفولوجي على طبيعة وسرعة استجابة الحوضين الهيدروغرافيين لمياة الأمطار. كما أبرزت هذه الدارسة عدة تباينات مكانية هامة لنظام الجريان السطحي ولمرحلة التعرية الحالية وأظهرت قدرة كل حوض في تحويل مياة الأمطار الي مياه جارية سطحية يمكن الاستفادة منها.

.

- درست الزهراني (2007) " مخاطر السيول على سلامة الحجاج بمشعر منى - مكه المكرمه" واكدت ان ضيق مساحة وادي منى ساعد على سرعة وصول الجريان السطحي من اطراف الحوض الى منطقة المصب بسرعة شديدة مما نتج عنه غرق سريع للشوارع ومربعات اسكان الحجيج.

- درس ابو راس (2009) " مخاطر التعرية المائية في حوض وادي النعمان بتطبيق نموذج جافريلوفيك" استنتج وجود معدلات عالية للتعرية السنوية في الاحواض الجزئية بحوض النعمان ، وذلك لغياب أسالبب التحكم في السيول الجارفة كأحد الاسباب . وتوصل الى ضرورة اتخاذ تدابير لازمة على جوانب الاودية لابطاء سرعة الجريان السطحي والتحكم في التدفق السيلي.
- قدم الودعاني (2014) " بين فيها المشكلات الناجمة عن حدوث السيول واثرها على الطرق والمباني ، كما عرض في دراسته طرق ووسائل مواجهة اخطار السيول.دراسة عن مخاطر السيول في منطقة جازان جنوب غرب المملكة - منظور جيومورفولوجي" وبين فيها المشكلات الناجمة عن حدوث السيول واثرها على الطرق والمباني ، كما عرضت الدراسة طرق ووسائل مواجهة اخطار السيول.

ومن خلال استعراض الدراسات السابقة يتضح ان منطقة حائل وحوض وادي الاديرع لم يحظ بنصيب من دراسات اخطار السيول

التحليل والمناقشة

اولا : الخصائص الجيولوجية:

وتتكون منطقة الدراسة من صخور القاعدة المعقدة المنتمية للدرع العربية المتركزه في الاتجاه الجنوبي ؛ وكلما اتجهنا صوب الجزء الشرقي من حوض تصريف وادي الأديرع تتغطى هذه التكوينات القديمة بتتابع غير طباقي من الرسوبيات الرباعية التي تزداد سمكا بالاتجاه نحو المصب (1: 250000 لوحة حائل الجيولوجية) .ويمكننا عرض التكوينات الجيولوجية من الأقدم الى الأحدث:-

التكوينات الجيولوجية:

1-صخور القاعدة المعقدة: يقطع وادي الاديرع مجراه في صخور القاعدة المعقدة بنويا وتركيبا (شكل 2) . حيث تتمثل الصخور على هيئة صخور قاعدية وفوق قاعدية منتشرة في القسم الأعلى والأوسط من منطقة الدراسة ، وتشتمل الديورايت وجينس الجابرو؛ وتقابل في وصفها مجموعة العرض في مناطق اخرى من الدرع العربية (Brown, 1963)

وتشغل صخور التتابعات البركانية والرسوبية القديمة المتحولة وغير المتحولة نحو 70% من مساحة منطقة الدراسة . وقد قطعها العديد من التداخلات النارية على فترات متتابعة حولت اجزاء منها وحصرتها في عدد من الأحزمة الضيقة المتضاغطة كما هو الحال في الجزء الأعلى والأوسط من منطقة الدراسة ويغلب عليها التركيب الجرانيتي (Ekren,1984) .

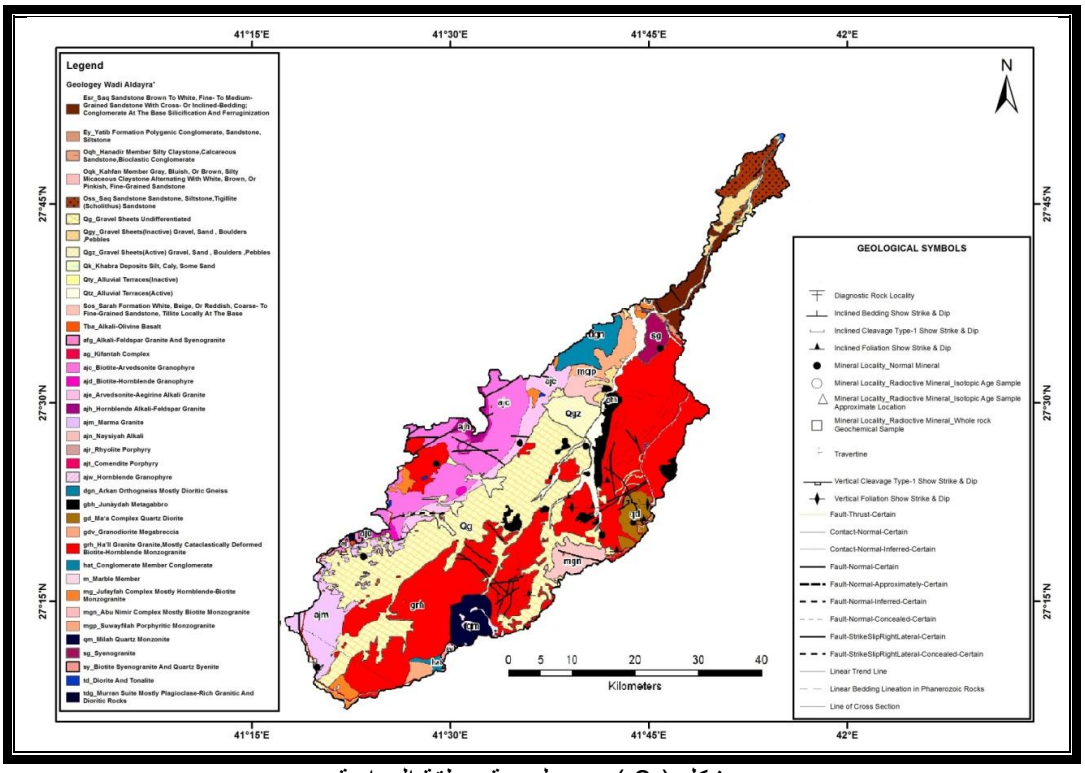
2-المتدخلات النارية:تخترق التتابعات الصخرية الرسوبية والبركانية القديمة ، العديد من القواطع الرأسية المتباينة في تركيبها الكيميائي والمعدني ؛ وهذه المتدخلات النارية القاعدية لها علاقة بالطفوح المصاحبة لمجموعة حليفة ، وتشمل جنيس اركان وهو عبارة عن صخور جبسية نارية متوسطة متحولة من اصول رايوليتية وتظهر في الضفة الشمالية لوادي الاديرع وأعالي الحوض (Kellogg,1985) . أما جنيس المسره فهو من اصل جرانوديورايتي غني بمعدني البوتايت والهوربلند ، ويظهر في أعالي الحوض (Ekren,1987).

وهناك الكثير من المتداخلات القاعدية والحامضية الكتلية الشكل قليلة التورق ومحلية التحول؛ توجد في مناطق متناثرة من منطقة الدراسة على سبيل المثال معقد THE MA'A COMPLEX وجرانيت حائل THE HAIL GRANITE وهذه الاخيرة عبارة عن متداخلات نارية مكونه سفحا جبليا متآكلا صخوره مشوهه تشوها كبيرا ومتحولة في أجزاء منها (Elliot,1985). كما تظهر في الجزء الجنوبي من منطقة الدراسة كتل زاوية كبيرة تصل أقطارها الى نحو عدة عشرات من الأمتار ؛تتكون من طفوح بركانية حامضية رايولتية . كما توجد متداخلات جرانيتية دقيقة الحبيبات في القسم الأوسط من منطقة الدراسة ، قليلة التشوه وغنية بمعادن الفلسبار البوتاسي ، وأخرى ذات فلسبار قلوي تنتمي لمعقد اجا (الهيئة العليا لتطوير منطقة حائل 1423) . كما تتوزع بعض فوهات البراكين مستديرة الشكل تتراوح اقطارها ما بين بضع امتار الى عشرات الأمتار قد تصل 900 م، في القسم الاعلى والاوسط من منطقة الدراسة ؛ وتاخذ ترتيب ذو اتجاه شمال-الشمال الشرقي ، جنوب- الجنوب الغربي مما يوحي بتاثرها بخسوف ارضية عميقة.

3-الصخور الرسوبية:تنتمي مجموعة من الرواسب الريحية ورواسب الاودية والمدرجات الحصوية للرباعي. حيث يتغطى معظم الأجزاء السفلى من منطقة الدراسة بفرشات ريحية مغطاة براقات حصوية. كما توجد قنوات صرف نشطة ترفد القسم الوسط من الحوض بالراسب مختلفة الأحجام ؛ وقد تبعد الى نحو 20 كم من مصادرها وهي جيدة الاستدارة (Ekren,1987).

البنية الجيولوجية:

تتركز معظم الصدوع بأنواعها في القسم الأوسط والضفة الجنوبية من حوض وادي الاديرع. حيث يتراوح اطوال الصدوع العادية ما بين 5-12.5 كم وتاخذ في مجملها اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي. أما الصدوع العكسية تاخذ الاتجاه الشمالي الشرقي- الجنوبي الغربي ويتراوح اطوالها ما بين 2.5--150كم . كما تكثر التخطيطات البنائية في جمع الاتجاهات (الخريطة الجيولوجية 1:250000).



شكل (2) : جيولوجية منطقة الدراسة

ثانيا: الخصائص الموفومترية لحوض وادي الاديرع :

يتناول التحليل المورفومترى لحوض وادي الاديرع وأحواض روافده الرئيســـة جانبين رئيســـيين، الجانب الأول يهتم بالخصائص المورفومترية المساحية والشكلية للحوض بالإضافة إلى خصائص التضاريس. أما الجانب الثاني فيتناول للخصـائص المورفومترية لشـبكة التصـريف داخل الحوض، من حيث أعداد وأطوال مجارى كل رتبة ومعدل تكرار المجارى ونسبة تشعبها وكثافة التصريف .

1. الخصائص المساحية والشكلية :

ترجع أهمية دراسة الخصائص المساحية والشكلية إلى أنها تعطي انعكاساً صادقاً للخصائص الجيولوجية للتوينات الصـخرية في أحواض التصـريف، وخصـائص شـبكات التصـريف، وكذلك الظروف المناخية وبصـفة خاصـة المناخ القديم التى توالت أحداثه عليها، وتُعد مساحة الأحواض مؤشراً لمرحلة الدورة التحاتية التي قطعتها الأودية داخل تلك الأحواض. فمن الطبيعي أنه كلما كبرت مســـاحة الحوض زاد حجم الأمطار المتجمع داخل مساحة التصريف مما يؤدى إلى زيادة حمولة الأودية مع افتراض ثبات باقي المتغيرات مثل نوع الصخر ونظامه والتضـرس وشـكل شـبكة التصـريف (جودة وآخرون ، 1991: 290). ويمتد حوض التصـريف لوادي الاديرع على مسـاحة تبلغ 1764.3 كم^2 وبمحيط بلغ 325.12 كم. ومن خلال القياسـات تبين أن طول وعرض الحوض بلغا على التوالي 104 كم و 16.96 كم (جدول 1). ويتشكل حوض وادي الاديرع من اقتران تسعة روافد رئيسة هي شعيب أحمير وشعيب الحريمي وشعيب شطيب وشعيب عقدة وشعيب السلف وشعيب مُريفق وشعيب الصر وشعيب جديات وشعيب عيار.

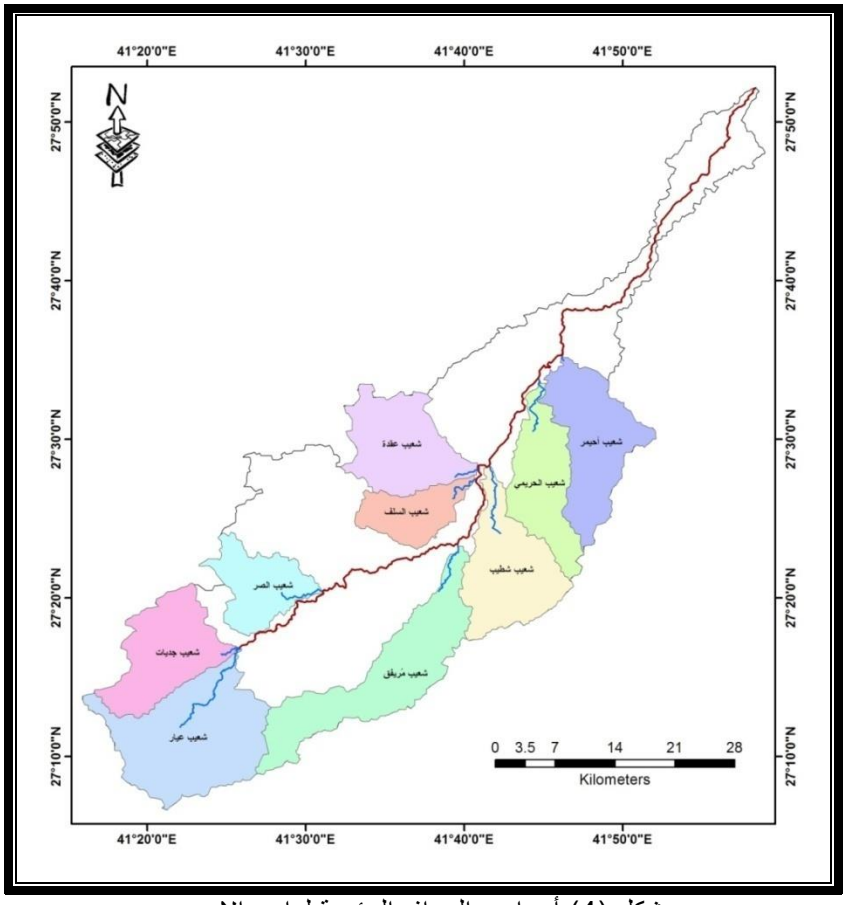
ويتضح من بيانات الجدول (1) والشكل (4) أن أحواض الروافد الرئيسة لوادى الاديرع تتباين فيما بينها من حيث الأبعاد والمساحة ؛حيث يعتبر حوض شعيب عيار أكبر الأحوض من حيث المساحة (184.55 كم^2) أما شعيب

مُريفق فهو أطوال الشعاب بطول بلغ 34.10 كم ، في حين يعتبر حوض شعيب السلف أصغر الأحواض بمساحة تصريف بلغت 56.47 كم^2 ومحيط بلغ 39.22 كم.

جدول (1) أبعاد حوض وادي الاديرع وأحواض التصريف الثانوية

الحوض	الطول الحوضي (كم)	م.العرض الحوضي (كم)	المحيط الحوضي (كم)	المساحة (كم^2)	أدنى منسوب (متر)	أقصى منسوب (متر)	الارتفاع المتوسط (متر)
الإديرع	**104**	**16.96**	**325.12**	**1764.3**	**813**	**1531**	**1097**
			أحواض التصريف الثانوية (الرتبة الرابعة)				
شعيب أحيمر	23.10	5.26	67.50	121.52	941	1141	993
شعيب الحريمي	23.60	4.08	63.26	96.45	956	1175	1009
شعيب شطيب	18.90	6.37	60.70	120.51	990	1126	1043
شعيب عقدة	15.80	7.01	55.00	110.80	993	1531	1180
شعيب السلف	13.50	4.18	39.22	56.47	997	1328	1057
شعيب مُريفق	34.10	4.65	93.25	158.62	1023	1265	1123
شعيب الصر	13.20	5.52	48.52	72.91	1079	1433	1177
شعيب جديات	15.90	6.94	56.48	110.42	1133	1492	1219
شعيب عيار	19.50	9.46	76.28	184.55	1133	1393	1213
المتوسط	**19.73**	**5.94**	**62.25**	**114.69**	**1027.22**	**1320.44**	**1112.67**

المصدر: الجدول من حساب الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي SRTM



شكل (4) أحواض الروافد الرئيسة لوادي الاديرع

ترجع الاختلافات في مساحات أحواض الروافد الرئيسة الى العامل الجيولوجي بشقيه الليثولوجي والبنيوي، وايضا الى الخصائص السطحية سواء من حيث الارتفاع او الانحدار. ولعل ما يؤكد ذلك أن حوضي شعيب عيار وشعيب مُريفق هما أكبر أحواض الروافد من حيث المساحة لكونهما يجريان على منطقة صخرية اكتنفتها

مجموعة من الصـــدوع، ولذا يمكن أن نرجع الامتداد الطولي لحوض شـــعيب مُريفق إلى اتباع الوادي مناطق الضعف الصخري، مما عمل علي زيادة النحت التراجعي للوادي ومن ثم انعكس على طوله الحوضي.

ويتضح من بيانات الجدول (2) أن قيمة معاملي الاستطالة والاستدارة لحوض وادي الاديرع بلغت 0.45 ، 0.2 على الترتيب وهو ما يشـير إلى اسـتطالة الحوض. وقد يرجع ذلك لتأثره بعدد من الصـدوع وأيضـاً نظراً للتباين الليثولوجي لصـخوره الذي سـاعد على تطور شبكة تصـريفه وزيادة امتداد مجاريها مما انعكس على شـكل الحوض.

وتراوحت نسبة استطالة أحواض الروافد الرئيسية بين 0.42 بحوض شعيب مُريفق و 0.79 بحوض شعيب عيار، وهى بالتالي تتماثل نسبياً مع نسبة الاستطالة لحوض وادى الاديرع . في حين أن نسبة الاستدارة تتراوح بين 0.22 بحوض شـعيب مُريفق و 0.46 بحوضـى شـعيب السـلف وشـعيب عقدة ، وهي بذلك تقل عن 1 وتدل على ابتعاد قيمة نسبة الاستدارة لحوض تصريف وادي الاديرع ومعظم أحواض روافده عن الشكل المستدير،وذلك فيا عدا أحواض شـعيب السـلف وعقدة وعيار التى قد تميل نوعاً ما الى اتخاذ الشـكل المسـتدير، ولقد جاءت نتائج باقى المعاملات الشـكلية مثل كل من معامل شـكل الحوض ومعامل الاندماج والتعرج النسـبي ونسـبة الطوال / العرض لتؤكد ما ذهبنا اليه في معاملى الاســتطالة والاســتدارة من اســتطالة الحوض الرئيس ومعظم أحواض الروافد وامتدادها بمسـاحات تضـيق تدريجياً كلما اتجهنا نحو المصـب وتعكس زيادة اطوال هذه الأحواض مقارنة مع عرضها.

جدول (2) قيم المعاملات المورفومترية لشكل حوض وادي الاديرع وروافده الرئيسة

الحوض	الاستطالة	الاستدارة	شكل الحوض	الاندماج	التعرج النسبي	نسبة الطول / العرض	انحدار الحوض
الإديرع	**0.4558**	**0.2098**	**0.1631**	**2.1990**	**59.9122**	**6.1305**	**0.6904**
أحواض التصريف الثانوية (الرتبة الرابعة)							
شعيب أحيمر	0.5386	0.3353	0.2277	1.7396	37.4938	4.3911	0.8658
شعيب الحريمي	0.4697	0.3030	0.1732	1.8300	41.4912	5.7746	0.9280
شعيب شطيب	0.6556	0.4111	0.3374	1.5709	30.5741	2.9642	0.7196
شعيب عقدة	0.7519	0.4604	0.4438	1.4844	27.3014	2.2531	3.4051
شعيب السلف	0.6283	0.4615	0.3098	1.4828	27.2394	3.2274	2.4519
شعيب مُريفق	0.4169	0.2293	0.1364	2.1035	54.8201	7.3308	0.7097
شعيب الصر	0.7301	0.3893	0.4184	1.6144	32.2890	2.3898	2.6818
شعيب جديات	0.7459	0.4351	0.4368	1.5270	28.8896	2.2895	2.2579
شعيب عيار	0.7863	0.3987	0.4853	1.5952	31.5288	2.0604	1.3333
المتوسط	**0.6359**	**0.3804**	**0.3299**	**1.6609**	**34.6253**	**3.6312**	**1.7059**

المصدر: الجدول من حساب الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية

2. الخصائص التضاريسية :

تظهر دراسة الخصائص التضاريسية لأحواض التصريف مدى نشاط عمليات التعرية ، وبالتالي تحدد يمكن تحديد المراحل التى قطعتها تلك الأحواض في دورتها التحاتية وبيان مدى تأثير الاختلافات الصـــخرية والبنيوية على خصـائص شبكة التصـريف ، ويوضـح الجدول رقم (3) معاملات تضـرس حوض وادي الاديرع وأحواض روافده الرئيسة، ومنه يمكن ان نستخلص ما يلي :

بلغت التضـاريس الكلية 718 متر داخل حوض وادي الاديرع الذي يضـم داخل حوضـه مجموعة من القمم الجبلية أبرزها جبال اجا وسلمى أما على مستوى أحواض التصريف الرئيسة فقد تراوحت بين 136 متر ، و538 متر بمتوســط بلغ 293.2 متر. وقد جاء في المرتبة الأولى حوض شـــعيب عقدة نظراً لأنه ينبع من جبال أجا في الجانب الغربي من الحوض ، ويليه حوض شـــعيب جديات يمثل احد روافد المنابع العليا لوادي الاديرع.

بلغت نسـبة التضـرس لحوض وادي الاديرع 6.9 م/كم، بينما تراوحت تلك النسـبة لأحواض الروافد بين 7.1 – 34.1 م/كم بمتوسط عام بلغ 17.1 م/كم، ولعل ذلك يرجع الى اختلاف التضاريس الكلية للأحواض وتباين أطوال أحوضـــها،وأتت النتائج لبقية معاملات تضـــرس الأحواض لتؤكد أن الاختلاف بين الأحواض في التضـــاريس الكلية وكذلك أبعادها ومسـاحاتها قد انعكس جلياً على خصـــائصـــها التضـــاريســـة، حيث بلغ التكامل الهبسومتري لحوض وادي الاديرع

جدول (3) معاملات تضرس حوض وادي الاديرع وأحواض التصريف الثانوية

الحوض	التضاريس الكلية (متر)	نسبة التضرس	التضاريس النسبية	درجة الوعورة	الرقم الجيومترى	التكامل الهبسومترى	نسبة التقطع
الإديرع	**718**	**6.9038**	**2.2084**	**2.2205**	**3.2164**	**0.3955**	**2.5806**
أحواض التصريف الثانوية (الرتبة الرابعة)							
شعيب أحيمر	200	8.6580	2.9630	0.2214	0.2558	0.2600	0.8593
شعيب الحريمي	219	9.2797	3.4619	0.2324	0.2504	0.2420	0.6955
شعيب شطيب	136	7.1958	2.2405	0.1334	0.1854	0.3897	0.9390
شعيب عقدة	538	34.0506	9.7818	0.5623	0.1651	0.3476	0.9818
شعيب السلف	331	24.5185	8.4396	0.2876	0.1173	0.1813	0.8414
شعيب مُريفق	242	7.0968	2.5952	0.2272	0.3201	0.4132	0.8365
شعيب الصر	354	26.8182	7.2960	0.3380	0.1260	0.2768	0.8656
شعيب جديات	359	22.5786	6.3562	0.3207	0.1421	0.2396	0.9561
شعيب عيار	260	13.3333	3.4085	0.2437	0.1828	0.3077	1.1799
المتوسط	**293.22**	**17.0588**	**5.1714**	**0.2852**	**0.1939**	**0.2953**	**0.9061**

المصدر: الجدول من حساب الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية

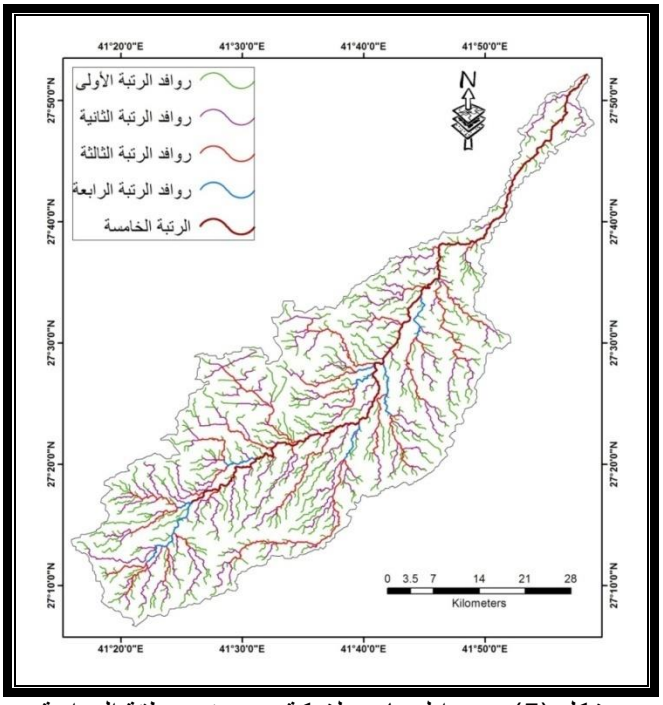
يُعد التكامل الهبسومترى من أفضل المعاملات الكمية وأصدقها تمثيلاً للفترة الزمنية المقطوعة من الدورة التحاتية لأحواض التصريف، ومن بيانات الجدول (3) نجد أن التكامل الهبسومتري لحوض وادى الاديرع 39.55 % أى أن الحوض يمر بمرحلة النضج ؛ حيث أن عوامل التعرية قامت بإزالة حوالي 60.45% من المادة الصخرية داخل الحوض. أما على مستوى أحواض الروافد فقد تراوح تكاملها بين 0.18 لشعيب السلف، و0.41 لشعيب مُريفق بمتوسط قدره 0.29 .

3. خصائص شبكة التصريف :

يمكن إبراز الخصائص الشكلية لشبكة التصريف بتطبيق عدد من المعاملات المورفومترية، مع إبراز مدى ارتباط واتجاه العلاقة بين الخصائص الشكلية للشبكات من جانب والبنية الجيولوجية من جانب آخر.

أ. أعداد ورتب المجارى: ومن تحليل بيانات الجدول (4) والشكل (5) ، اللذين يوضحان أعداد المجارى المائية لكل رتبة نهرية بحوض تصريف وادي الاديرع، يتضح لنا أن وادي الاديرع قد انتهى إلى الرتبة الخامسة بمجموع 839 مجرى مائي،بلغت أطوالها 570.48 كم استحوذت مجاري الرتبة الأولى على نسبة 76.8 % من اجمالي عدد المجاري، وبلغ طول المجرى الرئيس لحوض وادى الاديرع 110.88 كممن نقطة التقاء رافديه شعيب عيار وشعيب جديات حتى منطقة مصبه، وجاءت جميع أحواض الروافد الرئيسة في الرتبة الرابعة، وقد استحوذ كل من شعيب عيار، وشعيب مُريفق على نسبة قدرها 33 % من جملة أعداد مجاري أحواض الروافد بمجموع 90 و 78 مجرى لكل منهما على الترتيب ، وذلك بسبب كبر المساحة الحوضية لهما، وجاء حوض شعيب السلف في المرتبة الأخيرة بمجموع 33 مجرى وهو أصغر أحواض الروافد من حيث المساحة.

ب. نسبة التشعب Bifurcation Ratio: ومن بيانات الجدول (4) نلاحظ أن نسبة التشعب العام لوادي الاديرع قد بلغت 5.36 أي أن أعداد المجارى في كل رتبة قد تصل تقريباً إلى أكثر من خمسة أمثال أعداد المجارى في الرتبة التي تليها، وقد لوحظ تباين قيم نسب التشعب بين الرتب المختلفة بمعظم أحواض الروافد بحوض وادي الاديرع، بحيث تراوحت قيم معدل التشعب لأحواض الروافد بين 2.92 بحوض شعيب السلف و 4.78 بحوض شعيب مُريفق وتُعد نسبة التشعب من المؤشرات على معدل التصريف؛ حيث أن انخفاض قيمها تدل على زيادة خطر الفيضانات، بينما تشير القيم المرتفعة إلى طول الفترة الزمنية لبلوغ قمة التصريف.



شكل (5) رتب ا لمجاري لشبكة تصريف منطقة الدراسة

جدول (4) أعداد وأطوال المجارى حسب الرتب بمنطقة الدراسة

الحوض	الرتبة	أعداد المجارى	أطوال المجارى (كم)	معدل التشعب	كثافة التصريف	التكرار النهري	الحوض	الرتبة	أعداد المجارى	أطوال المجارى (كم)	معدل التشعب	كثافة التصريف	التكرار النهري
الإديرع	1	645	89.1				السلف	1	23	33.03			
	2	149	49.74	4.33				2	7	15.87	3.28		
	3	35	264.66	4.23	0.3233	0.4755		3	2	11.26	3.5	1.1511	0.5844
	4	9	56.1	3.88				4	1	4.84	2		
	5	1	110.88	9									
	المجموع	839	570.48	5.36				المجموع	33	65	2.92		
أجمر	1	47	56.6				مريفق	1	61	79.18			
	2	8	22.7	5.78				2	14	49.15	4.36		
	3	2	29.76	4	0.9032	0.4773		3	2	34.02	7	1.0652	0.4917
	4	1	0.7	2				4	1	6.61	3		
	المجموع	58	109.76	3.95				المجموع	78	168.96	4.78		
الحريمي	1	35	39.72				المر	1	29	38.08			
	2	6	27.88	5.83				2	9	19.52	3.22		
	3	2	15.51	3	0.9424	0.4562		3	3	13.1	3	1.0473	0.5761
	4	1	7.78	2				4	1	5.66	3		
	المجموع	44	90.89	3.61				المجموع	42	76.36	3.1		
شطيب	1	44	61.36				جديك	1	39	65.68			
	2	8	29.35	5.5				2	12	37	3.25		
	3	3	22.53	2.66	1.0192	0.4730		3	2	18.52	6	1.1193	0.4890
	4	1	9.58	3				4	1	2.39	2		
	المجموع	57	122.82	3.72				المجموع	54	123.59	3.75		
عقدة	1	39	45.92				عبار	1	68	93.96			
	2	11	28.95	3.55				2	16	63.64	3.25		
	3	3	28.03	3.66	0.9568	0.4874		3	5	25.16	3.2	1.0667	0.4877
	4	1	3.11	3				4	1	14.1	5		
	المجموع	54	106.01	3.4				المجموع	90	196.86	3.81		

المصدر: الجدول من حساب الباحثين اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي والخرائط الطبوغرافية .

ج. كثافة التصريف Drainage Density: توضح الكثافة التصريفية مدى ما تستحوذ عليه مساحة كل 1 كم^2 من أطوال المجارى داخل الحوض . وقد بلغت كثافة التصريف لوادي الاديرع نحو 0.32 كم/كم^2. وربما يرجع انخفاض كثافة التصريف بصفة عامة على مستوى حوض وادي الاديرع إلى زيادة صلابة التكوينات الصخرية بالمنطقة ، حيث أشار Strahler إلى أن نوع الصخر من أهم العوامل التي تتحكم فى كثافة التصريف ، فالصخور الصلبة تنخفض فيها كثافة التصريف والعكس صحيح (Starhler, 1971 : 191). وترتفع كثافة التصريف لأحواض الروافد عن حوضها الرئيس حيث أنها تراوحت بين 0.90 كم/كم^2 بحوض شعيب أحيمر و 1.15 كم/كم^2 بحوض شعيب السلف وبمتوسط بلغ 1.03 كم/كم^2 .

د. تكرار المجارى Drainage Frequency: يعبر معدل تكرار المجارى عن العلاقة بين أعداد المجارى ومساحة الحوض، وهو يعطي تصوراً عن مدى شدة تقطع سطح الحوض وكفاءة شبكة التصريف به. وقد بلغ معدل التكرار لحوض تصريف وادي الاديرع 0.48 مجرى/ كم^2 وهو معدل منخفض يرجع إلى كبر المساحة الحوضية لوادي الاديرع، وقد انعكس ذلك على معدل تكرار المجاري بأحواض الروافد الذي بلغ متوسطه 0.50 مجرى / كم^2.

ثالثا:خصائص الجريا ن السطحي وتقدير تدفق الذروة للسيول

في هذا الجزء آثر الباحثين أن يتم الاعتماد على ثلاثة نماذج في حساب زمن التركيز لأحواض الروافد الرئيسة لحوض وادى الاديرع والذي سوف يعتمد عليه في حساب تدفق الذروة للسيول، وتلك النماذج لكل من Bransby-Williams، و Clark، وTémèz ولقد أعطى تطبيق هذه النماذج النتائج التالية الموضحة في (جدول 5)

جدول 5 زمن التركيز وزمن وصول التدفق للذروة لأحواض روافد وادي الأديرع بمنطقة حائل

الوادي	مساحة التصريف A	طول الحوض L	متوسط انحدار الحوض S	الارتفاع الأدنى H	الارتفاع الأقصى H	Bransby-Williams	Clark	Témèz	Mean	زمن وصول التدفق للذروة T_p
	km^2	km	m/km	m	m	hr	hr	hr	hr	hr
شعيب احيمر	121.52	23.10	8.66	941	1141	2.26	3.04	4.04	3.11	2.06
شعيب الحريمي	96.45	23.60	9.28	956	1175	2.33	2.60	4.06	2.99	1.98
شعيب شطيب	120.51	18.90	7.20	990	1126	1.92	3.20	3.46	2.86	1.81
شعيب عقدة	110.80	15.80	34.05	993	1531	1.19	1.92	1.96	1.69	1.11
شعيب السلف	56.47	13.50	24.52	997	1328	1.16	1.42	1.82	1.47	1.22
شعيب مريفق	158.62	34.10	7.10	1023	1265	3.38	3.78	6.27	4.48	2.75
شعيب الصر	72.91	13.20	26.82	1079	1433	1.08	1.61	1.74	1.48	1.02
شعيب جديات	110.42	15.90	22.58	1133	1492	1.30	2.16	2.19	1.88	1.32
شعيب عيار	184.55	19.50	13.33	1133	1393	1.68	3.43	3.06	2.72	1.60

المصدر : من عمل الباحثين

يتضح من الجدول رقم (5) متوسط زمن التركيز لأحواض الروافد المدروسة تراوح بين 1.47 ساعة في شعيب السلف، و4.28 ساعة لشغيب مُريفق، وهو ما انعكس جلياً على زمن وصول التدفق للذروة لتلك الأحواض؛ والذى تراوح بين ساعة ودقيقة واحدة يحتاجها شعيب الصر لوصول التدفق من خلاله الى الذروة، في حين أن شعيب مُريفق يحتاج الى ساعتان و45 دقيقة لوصول تدفقه الى ذروته، ولعل ذلك يظهر بشكل واضح مدى تأثير الخصائص الشكلية للأحواض على كل من زمن التركيز وزمن وصول التدفق للذروة؛حيث تبين أن الأحواض التى تميل الى الاستدارة تحتاج الى زمن اقل مقارنة مع الأحواض التى يرتفع معدل استطالتها.

- حساب متوسط الأمطار السنوي : لقد تم حساب متوسط الأمطار السنوي من بيانات الأمطار للفترة 1985-2011م المسجلة بمحطة حائل المناخية. ويبلغ المتوسط السنوي للأمطار 97.9 ملم/سنة (الجدول 6). ولقد تم اعتماد هذا المتوسط في حساب كميات الأمطار السنوية المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من 5 إلى 100 سنة بتطبيق نموذج شو Chow على التوزيع الاحتمالي الطبيعي Normal Probability Distribution باستخدام المعادلة التالية :

$$xT = X' + K_t \sigma X_i$$

بحيث يمثل 'X متوسط كميات الأمطار (ملم) و σX_i الانحراف المعياري لكميات الأمطار للفترة المدروسة و xT كمية الأمطار المناسبة لفترة الرجوع و Kt معامل التكرار وهو يحسب بتطبيق المعادلة التالية : جدول 7)

$$Kt = -0.7997 \left[0.5771 + \ln(\frac{\ln T}{T-1})\right]$$

بحيث يمثل T فترة الرجوع (سنة).

جدول 6 : المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الأمطار في محطة حائل خلال الفترة من 1985-2010م.

الشهر / السنة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	**المجموع السنوي**
1985	19.2	0	3.1	4.6	0	0	0	0	0	0	104	32.8	**163.7**
1986	30.3	5	25.1	56.9	0	0	0	0	1.6	1.5	5.4	11.1	**136.9**
1987	0	3.7	2.5	22.8	5.6	0	0	0	0	40.1	0.7	4	**79.4**
1988	3.9	0	0	48.4	0.4	0	0	0	0	0	0	6.5	**59.2**
1989	0.7	54.1	13.7	33.3	1.8	0	0	0	0	0	9.8	8.4	**121.8**
1990	25.5	4.8	9.8	18.3	0	0	0	0	0	0.9	0	0	**59.3**
1991	10.4	32.3	51.3	2	0	0	0	0	0	29.4	0.3	0	**125.7**
1992	15.3	0.1	6.9	5	8.8	0	0	0	0	0	38.8	0.3	**75.2**
1993	6.4	31.4	80.5	47.5	34.3	0	0	0	0	27.7	1.6	14.3	**243.7**
1994	13.4	1.3	5	18.4	8.2	0	0	0	0.4	17.7	39	11.7	**115.1**
1995	0	7.7	24.5	7.3	17.5	0	0	3	0	0	7.7	55.2	**122.9**
1996	22.7	9.7	8.5	2.7	0	0	0	1	0	0	29.6	11.5	**85.7**
1997	21.1	0	23.2	8.5	0.5	0	0	0	0	8.9	39	2.8	**104**
1998	22.7	1.8	77.3	11	2.6	0	4.2	0	0.3	0	4.5	0	**124.4**
1999	27	1.8	21.9	16.6	1.4	0	0	0	0	0	1	25.7	**95.4**
2000	11.3	28.7	0	1.2	7	0	0	0	0	19.1	44.8	11.8	**123.9**
2001	10.5	0	40.7	5.7	0.1	0	0	0	0.1	0.7	0.5	22.3	**80.6**
2002	1.4	0.8	40.3	33.4	0.5	0	0	0	0	7.5	14.4	2.4	**100.7**
2003	5.4	0	0	1.9	14.5	0	0	0	0	0	47.8	3	**72.6**
2004	26.2	0	0	10.4	0.1	0	0	0	0	0.8	36.2	1.7	**75.4**
2005	37.6	21	4.3	19.8	1.5	0	0	0	0	0	1	0	**85.2**
2006	5.2	27.5	0.6	13.5	40.3	0	0	0	0	7	2.6	0	**96.7**
2007	0.7	0	26.7	10.3	0	0	0	0	0	0	0	0	**37.7**
2008	41.3	2.1	0	2.5	1.6	0	0	0	0	0	8.7	0	**56.2**
2009	0	0	0	0	17.9	0	0	0	0	8.9	16.6	10.1	**53.5**
2010	5.4	0.5	33.5	1.4	3.6	0	0	0	0	0	0	1.8	**46.2**
المتوسط	**14.0**	**9.0**	**19.2**	**15.5**	**6.5**	**0.0**	**0.2**	**0.2**	**0.1**	**6.6**	**17.5**	**9.1**	**97.9**

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على البيانات المناخية التابعة للهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة، المملكة العربية السعودية.

وعليه نجد أن كميات الأمطار H المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من 5 إلى 100 سنة تتراوح بين 134.2ملم و 198.2ملم (جدول 7).

جدول(7): قيم معامل التكرار المناسبة للتوزيع الاحتمالي الطبيعي

فترة الرجوع	معامل التكرار KT	متوسط الأمطار X'(ملم)	σX_i	كميات الأمطار (ملم) XT
5 سنوات	0.8415	97.7	43.1	134.2
10 سنوات	1.2817	97.7	43.1	153.1
25 سنة	1.7511	97.7	43.1	173.4
50 سنة	2.0542	97.7	43.1	186.4
100 سنة	2.3268	97.7	43.1	198.2

- حساب كمية الجريان السطحي :

تقدر كمية الجريان السطحي بتطبيق المعادلة التالية :

$$Q = R_c H$$

بحيث يمثل :

H : كمية الأمطار السنوية (ملم). Q : كمية الجريان السطحي (ملم).

R_c : معامل التدفق (الجريان) Runoff Coefficient وهو يستخرج من جدول خاص (الجدول 8).

جدول 8 معامل الجريان السطحي العام المستخدم في نموذج
SCS Dimensionless Unit Hydrograph

Description	Runoff Cœfficient	Description	Runoff Cœfficient
Business		Lawns; sandy soils	
Downtown Areas	0.70 - 0.95	Flat, 2% slopes	0.05 - 0.10
Neighborhood Areas	0.50 - 0.70	Average, 2% - 7% slopes	0.10 - 0.15
Residential		Steep, 7% slopes	0.15 - 0.20
Single-family	0.30 - 0.50	Lawns; heavy soils	
Multi-family detached	0.40 - 0.60	Flat, 2% slopes	0.13 – 0.17
Multi-family attached	0.60 - 0.75	Average, 2% - 7% slopes	0.18 – 0.22
Residential suburban	0.25 - 0.40	Steep, 7% slopes	0.25 – 0.35
Apartments	0.50 - 0.70	Streets	
Parks, cemeteries	0.10 - 0.25	Asphalt	0.70 - 0.95
Playgrounds	0.20 - 0.35	Concrete	0.80 - 0.95
Railroad yards	0.20 - 0.40	Brick	0.70 - 0.85
Unimproved areas	0.10 - 0.30		
Drives and walks	0.75 - 0.85		
Roofs	0.75 - 0.95		

المصدر :(Viessman and Lewis , 2003)

في غياب وجود قياسات للجريان السطحي ووجود محطة هيدرومترية على وادي الأديرع فإن معامل الجريان السطحي المعتمد في هذه الدراسة تم استخراجه من معامل الجريان الخاص بالمناطق الطبيعية Unimproved areas وهو يتراوح بين 0.10 و 0.30. وقد تم حساب كمية الجريان السطحي اعتماداً على متوسط قيمة معامل الجريان في الجدول 5 وهي 0.20. وعليه يلخص الجدول 6 كميات الجريان السطحي المناسبة لفترات الرجوع (جدول9).

جدول 9 كميات الجريان السطحي المناسبة لفترات الرجوع

فترة الرجوع	كميات الأمطار H(ملم)	معامل الجريان	كميات الأمطار Q(ملم)
5 سنوات	134.2	0.20	26.8
10 سنوات	153.1	0.20	30.6
25 سنة	173.4	0.20	34.7
50 سنة	186.4	0.20	37.3
100 سنة	198.2	0.20	39.6

- حساب تدفق الذروة للسيول :

يقدر تدفق الذروة للسيول بتطبيق المعادلة التالية :

$$q_p(m^3/s) = \left[\frac{(0.208\ A\ Q)}{T_p}\right]$$

بحيث يمثل A مساحة التصريف للحوض المائي (كلم2) و Q كمية الجريان السطحي (ملم) و T_p زمن وصول التدفق للذروة (ساعة).

ومن خلال حساب تدفق الذروة للسيول لفترات رجوع 5، 10، 25، 50، 100 سنة والموضح في الجدول رقم (10) والشكل رقم (6) يمكن تقسيم أحواض الروافد الى ثلاث فئات من حيث درجة احتمالية حدوث السيول من خلالها كما يلي:

- أحواض احتمالية سيولها مرتفعة: وتتضمن شعيب عيار وشعيب عقدة وشعيب جديات، حيث تراوح متوسط تدفق الذروة للسيول لها ما بين 588.72 م3/ثانية ، و810.92 م3/ثانية وذلك لفترة 100 سنة قادمة، ويمثل كل من شعيب عيار وشعيب جديات المنابع العليا لوادي الاديرع والتي تتصف بشدة الانحدار، وكذلك شعيب عقدة ينبع من جبال أجا ويقترب حوضه من الشكل المستدير.
- أحواض احتمالية سيولها متوسطة: وتتراوح قيم متوسط تدفق الذروة للسيول لها ما بين 414.06 م3/ثانية ، و503.68 م3/ثانية وتضم هذه الفئة ثلاثة شعاب هي أحمير وشطيب والصر، وتتصف بالانخفاض النسبى لمعدل تشعبها وارتفاع كثافتها التصريفية، ويعد شعيب الصر أكثرها من حيث احتمالية حدوث

ســيول عالية من خلال روافده، وذلك اســتقامة وشــدة انحدار مجاريه مما يعطى فرصــة لحدوث جريان سطحى سريع قد يشكل خطورة. (

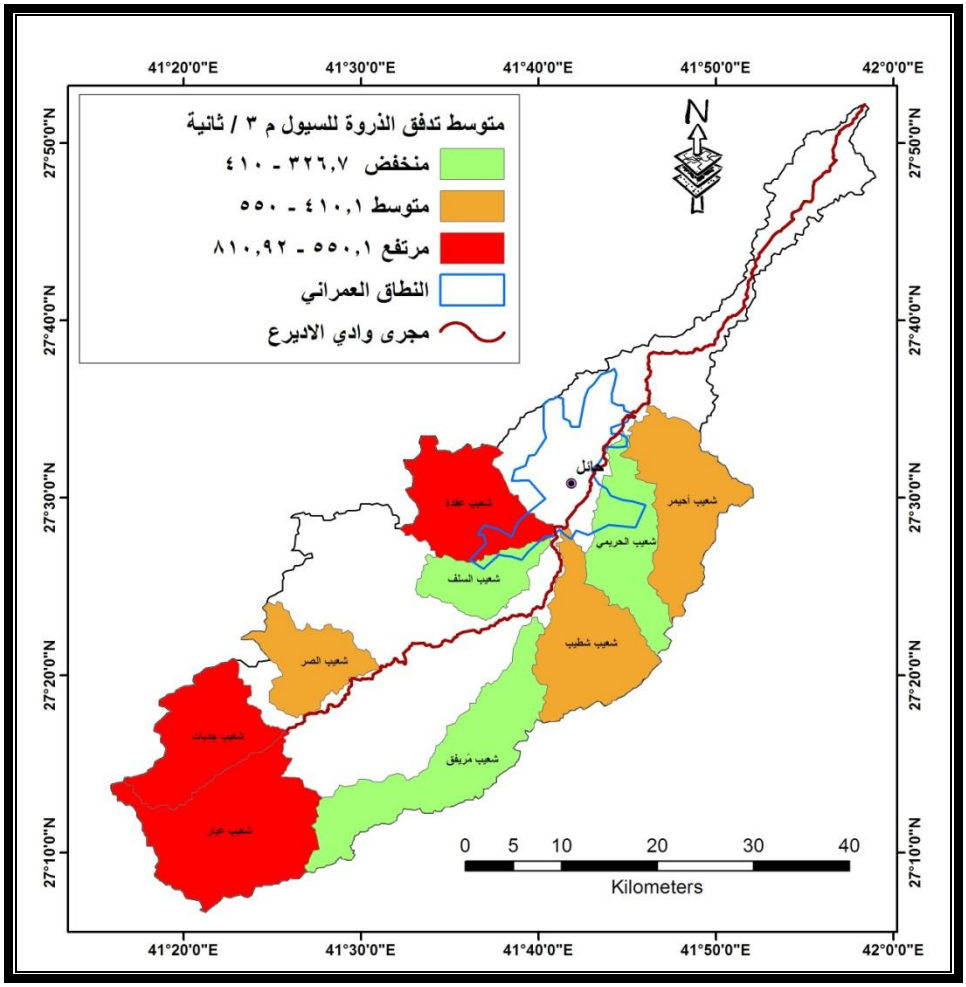
- شكل 6).

جدول (10) تدفق الذروة المناسب لفترات الرجوع بأحواض روافد وادي الأديرع بمنطقة حائل

الوادي	زمن التركيز	زمن وصول التدفق للذروة T_p	كمية الأمطار H	معامل الجريان السطحي Rc	كمية تدفق الذروة q_p المناسب لفترات الرجوع ($م^3$/ثانية)					
	(hr)	(hr)	(ملم)		5 سنوات	10 سنوات	25 سنة	50 سنة	100 سنة	المتوسط
شعيب احيمر	3.11	2.06	97.9	0.20	328.3	374.9	425.1	456.9	485.1	414.06
شعيب الحريمي	2.99	1.98	97.9	0.20	271.2	309.6	351.1	377.4	400.7	342
شعيب شطيب	2.86	1.81	97.9	0.20	370.2	422.7	479.3	515.3	547.0	466.9
شعيب عقدة	1.69	1.11	97.9	0.20	556.9	635.8	721.0	775.1	822.8	702.32
شعيب السلف	1.47	1.22	97.9	0.20	259.0	295.8	335.4	360.5	382.8	326.7
شعيب مريفق	4.48	2.75	97.9	0.20	321.4	367.0	416.1	447.3	474.9	405.34
شعيب الصر	1.48	1.02	97.9	0.20	399.4	456.0	517.1	555.8	590.1	503.68
شعيب جديات	1.88	1.32	97.9	0.20	466.8	533.0	604.4	649.7	689.7	588.72
شعيب عيار	2.72	1.60	97.9	0.20	643.0	734.1	832.5	894.9	950.1	810.92

- أحواض احتمالية سيولها منحفضة: وتتراوح قيم متوسط تدفق الذروة للسيول لهذه الفئة بين 326.7 م3/ثانية، و405.34 م3/ثانية وتضم هذه الفئة أيضاً ثلاثة شعاب هي السلف والحريمي ومُريفق.

ويمكن أن نخلص الى أن شكل الأحواض يؤثر على زمني الاستجابة والتركيز للحوض المائي خلال فترات تساقط الأمطار ومن ثم على سرعة وكمية التدفق، بحيث نجد أن الأحواض التي تميل إلى الاستدارة يكون بها زمنا الاستجابة والتركيز متماثلين على جميع السفوح تقريباً مما يساعد على وصول الجريان السطحي من جميع الروافد خلال فترات زمنية قصيرة ومتماثلة ويؤدي إلى سرعة ارتفاع منسوب المياه بالوادي الرئيس ويسرع من ظهور السيول على عكس الأحواض المائية التي تميل إلى الاستطالة والتي تتسم بزيادة زمني الاستجابة والتركيز وتأخر وصول الجريان السطحي إلى الوادي الرئيس



شكل (6) درجات خطورة أحواض الروافد بحوض وادي الاديرع وفقاً لتدفق الذروة للسيول

الخلاصة:

يقطع وادي الاديرع مجراه في صخور القاعدة المعقدة بنويا وتركيبا. حيث تتمثل الصخور على هيئة صخور قاعدية وفوق قاعدية منتشرة في القسم الأعلى والأوسط من الحوض، وتشغل صخور التتابعات البركانية والرسوبية القديمة المتحولة وغير المتحولة نحو 70% من مساحة الحوض، وتتركز معظم الصدوع بأنواعها في القسم الأوسط والضفة الجنوبية من حوض وادي الاديرع.

أظهرت الدراسة المورفومترية مدي التباين الواضح بين أحواض الروافد الرئيسية لوادي الاديرع من حيث المساحة والأبعاد حيث لعبت الخصائص الجيولوجية للحوض دوراً كبيراً في هذا التباين فنجد أن شعيب وادي عيار وشعيب وادي مُريفق يعدا من أكبر أحواض الروافد مساحة ويرفدان وادي الاديرع من جهة الجنوب الغربي حيث سيادة التكوينات الصلبة مما عمل على زيادة أعداد الروافد المائية للواديين وأسهم في عمليات النحت الجانبي ومن ثم زيادة المساحة الحوضية لهما.

بشكل عام فإن حوض وادي الاديرع يميل إلى الاستطالة ويبتعد عن الشكل المستدير، مما يجعله ذو خطورة متوسطة من حيث الجريان السطحي وإمكانية حدوث الجريان السيلي من خلاله في حالة سقوط الأمطار عليه حتى وان كانت إعصارية، وذلك بعكس أحواض الروافد الرئيسة به.

تم حساب متوسط الأمطار السنوي من بيانات الأمطار للفترة 1985-2011م المسجلة بمحطة حائل المناخية. ويبلغ المتوسط السنوي للأمطار 97.9 ملم/سنة ولقد تم اعتماد هذا المتوسط في حساب كميات الأمطار السنوية المناسبة لفترات الرجوع الممتدة من 5 إلى 100 سنة بتطبيق نموذج شو Chow.

أظهرت النتائج مدى تأثير الخصائص الشكلية للأحواض على كل من زمن التركيز وزمن وصول التدفق للذروة؛حيث تبين أن الأحواض التى تميل الى الاستدارة تحتاج الى زمن اقل مقارنة مع الأحواض التي يرتفع معدل استطالتها.

ومن خلال حساب تدفق الذروة للسيول لفترة رجوع 100 سنة قادمة، أمكن تقسيم أحواض الروافد الى ثلاث فئات من حيث درجة خطورتها فى حال حدوث الجريان السيلي من خلالها، حيث يعد شعيب عيار وشعيب عقدة من أخطرها في حين أن شعاب السلف ومُريفق والحريمى أقلها خطورة.

قد تتأثر مدينة حائل فى كل من قسميها الجنوبي الغربي والجنوبي الشرقي بأضرار السيول في حال حدوث جريان سطحى من خلال كميات المتدفقة في كل من شعيب عقدة وشعيب شطيب.

وتوصى هذه الدراسة بإجراء المزيد من الدراسات الهيدرومورفومترية لأحواض التصريف التي تشكل مكامن خطورة على المنشآت الحيوية والأرواح داخل المدن، وذلك بالاعتماد على تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.

المراجع

المراجع العربية :

- **أبوراضى، فتحي عبد العزيز (1991)**: التوزيعات المكانية، دراسة في طرق الوصف الإحصائي، وأساليب التحليل العددي، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية .

– **الزهراني، افراح احمد(2007)** " مخاطر السيول على سلامة الحجاج بمشعر منى – مكه المكرمه" رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة الملك عبد العزيز ، كلية الاداب والعلوم الانسانية ، جده.

– **الطويرقي، سامي بن عاطي (2003)** " برنامج مقترح لتوعية المواطنين من مخاطر السيول : دراسة حالة وادي الليث بمنطقة مكه المكرمة " ، رسالة ماجستير غير منشورة ، اكاديمية نايف العربية للعلوم الامنية ، قسم العلوم الشرطية.

– **ال سعود، مشاعل محمد (2004)** ، " معالم ومقومات لتطوير ادارة الكوارث البيئية مع التطبيق على ادارة السيول والفيضانات " ، مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية ؛ 115 ، السنه 30 ، جامعه الكويت.

-الدغيري، أحمدعبدالله، العوضي، حمدينة عبد القادر 2013: التطور الجيومورفولوجي والتحليل المورفومتري لحوض وادي السهل بمنطقة القصيم، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، العدد 388.

-الوليعي، عبدالله ناصر. 1996 :جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية، دار الممتاز للنشر، الرياض.

- بوروبه، محمد فضيل (2007). دراسة هيدرومورفومترية لتقدير حجم سيول حوض وادي عتود بالمملكة العربية السعودية ، سلسلة الإصدارات الخاصة ، العدد (21)، السنة 33 ، مركز دراسات الخليج والجزيرة العربية ، مجلس النشر العلمي ، جامعة الكويت ، محرم 1427 هـ (فبراير 2007م).

- بوروبه، محمد فضيل و الجعيدي ، فرحان الحسين (2007). تقدير تدفق الذروة للسيول بحوض وادي العين بمحافظة الخرج في المملكة العربية السعودية ، مركز بحوث كلية الاداب ، العدد (121) ، عمادة البحث العلمي ، جامعة الملك سعود.

- جودة، جودة حسنين وآخرون (1991): وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، الإسكندرية.

- فضة، إياد حكم،2013: تحديد المناطق المعرضة لخطر الفيضان في شمال الرياض باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، الجمعية الجغرافية العمومية، الخرج، العدد 29.

المراجع غير العربية :

- Abdulrazzak,Mohamed(1993)m"**Flood Estlmation and Impact" Southwestern Region of Saudi Arabia** , King Abdulaziz City for Science of Technology,Riydh
- Arbelàez, A.C. ; Vélez, M.V. and Smith , R. (1997) : **Diseño hidrológico con información escasa un caso de estudio: río San Carlos**, Avances en Rec. Hidráulicos. N°4. p 1-20.

- Brown. G.F., Layne, N., Goudarzi, G.H., McLean, W.H., 1963, **Geologic map of the Northeastern Hijaz quadrangle, Kingdom of Saudi Arabia**: Miscellaneous Investigations Map I-205 A Powers, R.W., Ramirez, L.F., Redmont, C.D., Elberg,
- Clark, C. O. (1945) : **Storage and the Unit Hydrograph**, Proc. Amer. Soc. Engs., Vol. 69, pp. 1333-1360.
- Chorley، R. J.، (1972): **Introduction to physical hydrology**، London.
- Gardiner، V. I.، (1975): **Drainage basin morophometry**، **British Geomorphological Research group**، *Technical Bull*.، No. 14،p.p1-48.
- Ekren, E.B., 1981, **Geologic Map of the Ha'il Quadrangle**, Sheet 27 E, Kingdom of Saudi Arabia, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Deputy Ministry for Mineral Resources.
- Ekren, E.B., 1984, **Reconnaissance geologic map of the Jibal Hibran quadrangle**, 27/40 B, Kingdom of Saudi Arabia: USGS-OF-04-23.
- Gregory، K. I.، and Walling ، D. E.، (1979) : **Drainage basin Form and process. A geomprphological approach**، Edward Arnold، London.
- Horton، R. F.، (1945): **Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology**، *Bull. of the Geol*. Sci.، of American، 56.
- Kellogg, K.S., Stoeser, D.B., 1985**, Reconnaissance geology of the Ha'il quadrangle,** 27/41 B, Kingdom of Saudi Arabia: USGS-OF-05-1.
- Melton, M., (1957) : **An Analysis of The Relations among Elements of Climate, Surface Properties and Geomorphology** , Project NR 389 – 42 ,tech Rept.11, Columbia University.
- Miller, V.C. 1953: **A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area**, Varginia and Tennessee. Project. 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, Geography Branch, New York.
- Morisawa، M. E.، (1962): **Quantitative geomorphology of some water-sheds in the Appalachian plateau** ، *Geol. Soc. American Bull*.، 73.
- Morisawa، M. E.، (1985) : **Rivers form and process** ، Longman، London.
- Pike, R. J, and Wilson, S.E. (1971) : **Elevation-relief ratio: hypsometric integral and geomorphic area-altitude analysis** , Geol. Soci. Amer. Bull. 82: 1079-1084.
- Schumm, S.A. (1954) : **The Relation of drainage basin relief to Sediment Loss** , internal. Assoc. Sci. Hyd. Pub., Paper No. 36.

- Schumm, S.A. 1956: **Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy**, New Jersey. Geol. Soc. Am. Bull.67

- Smith , K.G. (1950) **: Standards for Grading Texture of Erosional topography,** Amer. Jour. Sci., Vol.248, P.P. 655-668

- Stoeser, D.B., Elliot, J.E., 1985**, Reconnaissance geology of the Al Qasr quadrangle,** 27/41 C, Kingdom of Saudi Arabia: USGS-OF-02-2.

-Strahler، A.M. (1952) : **Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional topography**، *Bull. Geol. Soc. Amer*.، Vol. 63، P.P. 1117-1142.

- Strahler, A..M. (1971) **: Physical Geography, Wiley Eastern,** New delh,3rd Ed.

-Témèz, J.R. (1991) : **Extended and improved Rational Method**, Proc. XXIV Congress, Madrid, España. Vol. **A**. pp 33-40. 1991.

- Wanielista, M. ; Kerster, R. and Eaglin, R. (1977) : **Hydrology, water quantity and quality control**, 2nd Ed. , Wiley, New York.