مجلة كلية الآداب

مجلة دورية علمية محكمة

نصف ســنوية

العدد الثامن والأربعون
أكتوبر ٢٠١٧

مجلة كلية الآداب.. مج ١، ع ١ (أكتوبر ١٩٩١م) .
بنها : كلية الآداب . جامعة بنها، ١٩٩١م
مج؛ ٢٤ سم.
مرتان سنويا (١٩٩١) وأربعة مرات سنويا (أكتوبر ٢٠١١) ومرتان سنويا (٢٠١٧)

١ . العلوم الاجتماعية . دوريات . ٢. العلوم الإنسانية . دوريات.

مجلة كلية الآداب جامعة بنها

مجلة دورية محكمة

العدد الثامن والأربعون

الشهر : أكتوبر ٢٠١٧

عميد الكلية ورئيس التحرير : أ.د/ عبير فتح الله الرباط

نائب رئيس التحرير : أ.د/ عربى عبدالعزيز الطوخى

الإشراف العام : أ.د/ عبدالقادر البحراوى

المدير التنفيذى : د/ أيمن القرنفيلى

مديرا التحرير : د/ عادل نبيل الشحات

: د/ محسن عابد محمد السعدنى

سكرتير التحرير : أ/ إسماعيل عبد اللاه

رقم الإيداع ٦٣٦١ : ٦٣٦٣ لسنة ١٩٩١

ISSN: 1687-2525

المجلة مكشفة من خلال اتحاد المكتبات الجامعية المصرية

ومكشفة ومتاحة على قواعد بيانات دار المنظومة على الرابط:

http://www.mandumah.com

ومكشفة ومتاحة على بنك المعرفة على الرابط:

http://jfab.journals.ekb.eg

هيئة تحرير المجلة

أ.د/عبير فتح الله الرباط	عميد الكلية ورئيس مجلس الإدارة ورئيس التحرير
أ.د/عربى عبدالعزيز الطوخى	نائب رئيس التحرير
أ.د/عبدالقادر البحراوى	الإشراف العام
د/أيمن القرنفيلى	المدير التنفيذى
د/عادل نبيل	مدير تحرير المجلة
د/محسن عابد السعدنى	مدير تحرير المجلة
أ/إسماعيل عبد اللاه	سكرتير التحرير

الضوابط الهيدروجيومورفولوجية لأحواض التصريف بمنطقة المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

دكتور/ ضياء صبري عبد اللطيف

مدرس الجغرافية الطبيعية

قسم الجغرافيا - كلية الآداب - جامعة طنطا

ملخص البحث :

يهدف البحث إلي إجراء دراسة تقييمية للضوابط الجيومورفولوجية لأحواض التصريف بأودية منطقة المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية، وتأثير تلك الضوابط على الميزانية المائية لمنطقة الدراسة، لوجود دلائل جيومورفولوجية تسهم في فهم العلاقة بين العوامل المتحكمة في الميزانية المائية، وعلاقتها بطبيعة الموارد المائية، من خلال التأثير المتبادل بين المظاهر الأرضية والعمليات المسببة لها من جانب وبين العمليات الهيدرولوجية للميزانية المائية من جانب آخر، حيث إن للجريان السطحي لمياه الأودية تأثيرًا على تشكيل وتغير الظاهرات الأرضية، كما أن للظاهرات الأرضية دورًا مهمًا للغاية في تحديد الجريان السطحي حجمًا واتجاهًا وانحدارًا، وكذلك التحكم في تغذية المياه الجوفية، لاسيما وأن المنطقة رغم وجودها ضمن إقليم يتسم بالجفاف إلا أنها تتمتع بإمكانات وموارد طبيعية، هذا بجانب أهمية تلك المدينة وقيمتها الدينية الكبيرة التيتجعلها محط أنظار الملايين من البشر.

كما تبرز أهمية دراسة أحواض وشبكات التصريف لمنطقة الدراسة وتناول خصائصها مساحيًا وتضاريسيًا وتصريفيًا، ودراسة ملامحها المورفومترية في التعرف على التقديرات الكمية للجريان السيلي، وبحساب كميات المياه الساقطة وكميات المياه المفقودة، اعتمادًا على عمل قياسات للخصائص الهندسية لسطح الأرض التي تمارس عليه الأودية ونظمها دورًا في التشكيل، اعتمادًا على تحليل الخرائط الكنتورية، وعمل قياسات يمكن بها دعم الوصف اللفظي للظاهرات الجيومورفولوجية بحقائق رقمية (مصطفى، ١٩٩٧، ص ١٧٨).وقد تناولت الدراسة العناصر التالية:

١- الظروف الطبيعية للمنطقة (جيولوجيًا –تضاريسيًا– مناخيًا) .

٢- الخصائص الهيدرولوجية لأحواض منطقة الدراسة.

٣- درجات خطورة السيول في المنطقة.

٤- المقومات والمحددات الجيومورفولوجية المؤثرة على المنطقة.

مصطلحات مفتاحية :

المحددات الجيومورفولوجية– المقومات الجيومورفولوجية – التحليل الهيدرولوجى.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلي ما يلي :

- دراسة الخصائص الطبيعية لأحواض التصريف بأودية منطقة الدراسةمنحيث خصائص الارتفاعات، والتضرس، والانحدارات، والخصائص المناخية، لإبراز العلاقة بينها وبين خطط التنمية في المدينة المنورة.
- دراسة أخطار السيول في أحواض المدينة المنورة نظرًا للمكانة الكبرى لتلك المدينة، وبالتالي زيادة أثر تلك الأخطار على عدد كبير من ساكني تلك المدينة وزائريها، وعرض الخصائص الهيدرولوجية موضحًا كميات المياه التي يمكن الحصول عليها من مياه الأمطار داخل كل حوض على حده، وفى المنطقة ككل لمحاولة الاستفادة منها أو على الأقل تجنب أخطارها.

-إبراز المقومات الهيدرجيومورفولوجية للتنمية فيمنطقة الدراسة، ومحاولة ربطها مع التنمية العمرانية حيث يحدث بالمدينة تطور إنشائي كبير يمكن ملاحظته سنويًا.

-الدراسة التحليلية لمعوقات التنمية بجميع أبعادها الطبيعية، ودراسة أهم المحددات الهيدروجيومورفولوجية للتنمية المكانية فيمنطقة الدراسة.

-عمل خريطة بدرجات التنمية وأنواعها بالمنطقة في ضوء المعايير الهيدروجيومورفولوجية.

مصادر الدراسة

تضم المصادر التي اعتمدت عليها دراسة المنطقة كلًا من الخرائط الطبوغرافية بمقياس رسم ١ : ٥٠٠٠٠ والخرائط الجيولوجية بمقياس رسم ١ : ١٠٠٠٠٠، والمرئيات الفضائية للمنطقة من نوع Land Sat -7, E.T.M بدرجة وضوح ١٤.٥ م ، عام ٢٠١٥، والدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية والجغرافية السابقة لمنطقة الدراسة، بالإضافة إلي الدراسة الميدانية.

جدول (١) القياسات المورفومترية التي اعتمد الباحث عليها في دراسة منطقة الدراسة

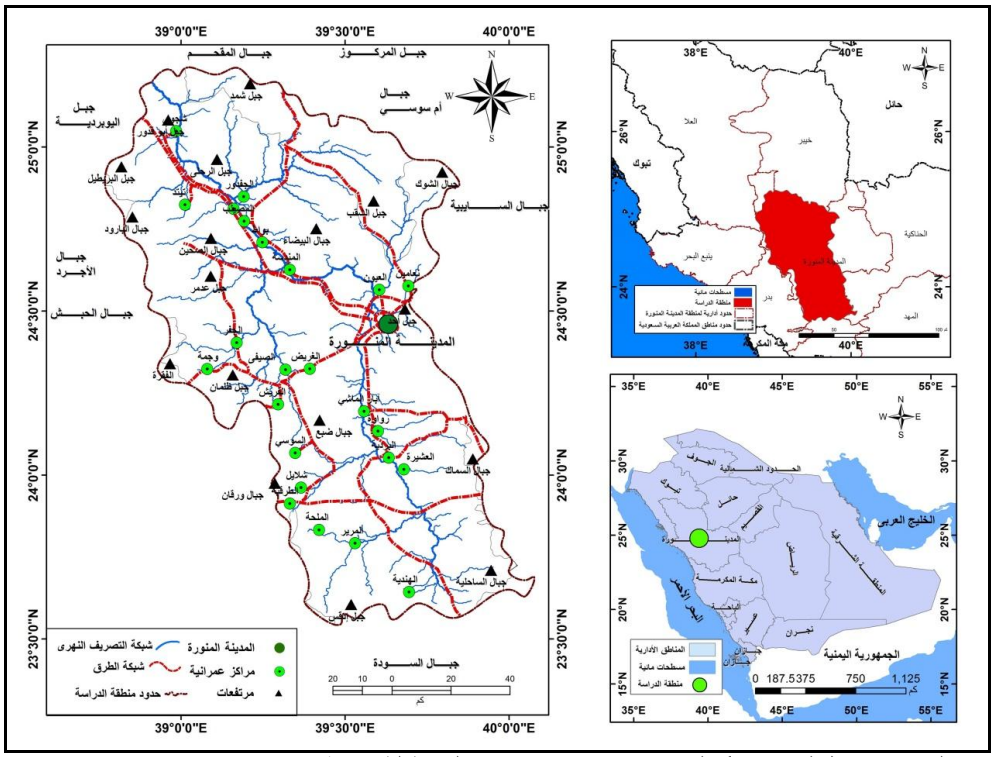
	المعامل	طريقة الحصول علية	المصدر
التضاريسية	درجة الانحدار	برنامج Arc GIS	نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM)
	اتجاه الانحدار	برنامج Arc GIS	نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM)
الشكلية	المساحة	برنامج Arc GIS	نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM)
	معامل الشكل	A/2L	Horton ,1945 p35
	معامل الاستدارة	مساحة الحوض كم٢ / مساحة الدائرة التي لها محيط الحوض نفسه كم٢	Miller ,1953, p.12
شبكة التصريف	كثافة التصريف	D=EL/A	Horton ,1945 p283
	رتب المجرى	برنامج Arc GIS	نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM)
	تكرار نهرى	F=ENU/A	Horton ,1945 p285
	نسب التشعب	Rb=NU/ NU+1	محسوب، ١٩٩٧، ص٢١١
الهيدرولوجية	حجم المياه	حاصل ضرب مساحة الفئة المطرية فى مساحة الحوض	من عمل الباحث
	زمن الوصول	$tp = 0.74\ ct\ (L*LC)^{0.3}$	Snyder,1938,P.161
	زمن التباطؤ	$Tl = KI\ (A)^{0.3} / [\ sa\ / Td\ ]$	(Hichock , 1959 , P.61)
	كمية التدفق المائي	Qp=2.78 cp * (A/tp)	Snyder,1938,P.161
	زمن تركيز الأحواض	$Tc = (0.00013)\ (L)^{0.15}\ (H)^{0.38}$	خضر، ١٩٩٧، ص ٣٦٤
	زمن تصريف الأحواض	$Td = (0.305\ L)^{1.15} / 7700(\ 0.305\ H\ )^{0.38}$	السلاوي، ١٩٨٩، ص ١٠٢
	معدل التسرب خلال زمن التباطؤ	A × زمن التباطؤ × 08. (مم / دقيقة)	Wilson.1980 ,p123
	التبخر خلال زمن التصريف	قيمة التبخر السنوي م٣ مضروبة في مساحة كل حوض كم٢	من عمل الباحث
	قيمة الفاقد	معدلا التبخر+ معدل التسرب	من عمل الباحث
	صافي الجريان	مجموع كمية الأمطار الساقطة على الحوض– قيمة الفاقد	من عمل الباحث

المصدر : من تجميع الباحث لمصادر متعددة بالجدول

Aمساحة الحوض، L طول الحوض، EL مجموع أطوال الروافد في مساحة ما،ENU مجموع كل الراوفد في مساحة ما، NU مجموع الروافد لرتبة ما ، NU+1 مجموع الروافد لرتبة الأعلى،ct=معامل يعتمد على خصائص الحوض يتراوح بين (1.8:2.2)، LC=المسافة بالكيلومتر من مركز حوض التصريف إلي نقطة المصب،Cp = معامل الخزن ويتراوح بين (0.56-0.69)، H = الفارق الرأسي 7700 (و 0.305)، KI = معامل ثابت (٠.٤ للسطوح الجيرية، و٠.٢٥ للسطوح الرملية والحصوية)، sa = متوسط انحدار حوض التصريف، Td = زمن تصريف الحوض، (L)= طول المجري الرئيس بالمتر.

- الموقع الفلكي والجغرافي:

تقع منطقة الدراسةفي القسم الشمالي الغربي من المملكة العربية السعودية، وتمتد بين دائرتي عرض ١" ٥٢'٢٣°، و٥٨" ٠٠' ٢٥°شمالًا،وبين خطى طول ١٢" ١٣' ٣٩°، و١٠" ٥٩' ٣٩°شرقًا. وتبلغ مساحة المنطقة١٣٦٧٥.٠٧٨ كم٢.شكل(١).



المصدر : من عمل الباحث اعتمادًا علي استخدام برنامج arc gis 9.3 والخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠٠٠٠

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

أولاً : الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة

تتمثل الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة فيما يلي:

١- جيولوجية منطقة الدراسة:

تعد الدراسة الجيولوجية من الأسس المهمة لدراسة الضوابط الجيومورفولوجية لمنطقة ما، فمن خلالها يمكن معرفة التكوينات الجيولوجية السطحية، بالإضافة إلى تحديد التراكيب الجيولوجية التي تتصف بها منطقة الدراسة، وتؤثر في خواصها الهيدروجيومورفولوجية، والتكوين الجيولوجى هو المادة الخام التي تتكون منها كل الأشكال الأرضية، وعلى أساسها نستطيع حسم إمكانية استغلال المنطقة بأحد الأنشطة البشرية سواء عمرانيًا أو زراعيًا وغيرها من الأنشطة.

وتمثل منطقة المدينة المنورة جزءًا من إقليم الدرع العربي، الذي يمثل الأساس الجيولوجي لغرب المملكة العربية السعودية، وبدراسة جيولوجية المنطقة نجد أنها عبارة عن كتلة أرضية قديمة تكونت من الصخور النارية والمتحولة التي تعود في نشأتها لعصر ما قبل الكمبرى. وينتشر فيه البازلت الذي يعود إلى منتصف الزمنين الثلاثي والرباعي أي قبل ٢٦ مليون سنة، وبخاصة في الأجزاء الغربية من الدرع العربي، ويتكون من كميات من الكتل الناتجة عن التصدع الشديد، وتغطي الصخور الرسوبية ورسوبيات الأودية الدرع العربي بصورة جزئية، وقد مر الدرع العربي بتاريخ تركيبي معقد كثير الطي والتصدع، وتعد صخور الدرع العربي في معظم الأحوال صخورًا غير منفذة للماء (الوليعي، ١٩٩٧م، ص٣٠).

وتتكون منطقة الدراسة من مجموعات من الصخور النارية والمتحولة والرسوبية بجانب الرواسب السطحية الحديثة، ويمكن عرض تلك التكوينات الصخرية في منطقة الدراسة كالآتي:

أ – الصخور النارية والمتحولة:

وتغطي مساحات واسعة في منطقة الدراسة، وتضم تكوينات ما قبل الكمبري، ويقدر عمرها بنحو أكثر من ٨٠٠ مليون سنة (الشريف،١٩٩٨م،ص٢٢) وتتمثل في الآتي:

- **مجموعة صخور العيص : Al Ays Group**

وتتألف صخور هذه المجموعة من صخور الأندسيت الرمادي والأخضر مع تداخل البريشيا البركانية والحجر الرملي (العوضي،٢٠٠٢م، ص١٣)، وتبلغ مساحتها ٢١٩٥,٤٤كم٢،وتمثل هذه الصخور نسبة تبلغ ١٦,٠٥ % من مساحة منطقة الدراسة، جدول (٢) وشكل(٢)، وهي ثالث أكبر التكوينات مساحةً في منطقة الدراسة، وقد تمكنت أودية قناه والعاقول والعقيق من شق مجاري عميقة فيها. كما تتواجد في شمال غرب المدينة في مناطق متفرقة (الشريف،١٩٩٨م، ص٢٢).

جدول (٢) التكوينات الجيولوجية ومساحاتها ونسبتها في منطقة الدراسة

التكوينات الجيولوجية	المساحة بالكم٢	%
الصخور الرسوبية والرواسب السطحية	١٤١٥,٩٤	١٠,٣٥
صخور نارية (حرات)	٥٥.١٧	٠.٤٠
صخور الجرانيت والجرانوديوريتوالدايوريت	٢٤٢٧,٥٣	١٧,٧٥
تكوين قديرة (البازلت والانديسيت)	٦٩٧٥,٥٣	٥١,٠١
مجموعة فريح	٥٠.٥٨	٠.٣٧
تداخلات الأداميليتوالجرانودايوريت	٥٥٤,٨٨٨	٤,٠٦
مجموعة العيص	٢١٩٥,٤٤	١٦,٠٥
المساحة الكلية	١٣٦٧٥.٠٧٨	%١٠٠

المصدر : من عمل الباحث اعتمادًا علي حساب مساحات التكوينات اعتمادا على الخرائط الجيولوجية مقياس ١:١٠٠٠٠٠

- تداخلات الأداميليت والجرانودايوريت :

وتتألف من بلورات دقيقة إلى متوسطة الحجم من الفلسبار البوتاسيو الأمفيبولو البيوتايت، وبعض المواد اللاحمة من المعادن، والتي تسببت في جعل تلك التداخلات صلبة في مواجهة عوامل التعرية وعمليات التجوية (العوضي، ٢٠٠٢م، ص١٥)؛ وتبلغ مساحتها ٥٥٤,٨كم٢ تمثل هذه الصخور نسبة تبلغ ٤,٠٦ % من مساحة منطقة الدراسة، وقد نتج عن تواجدها شدة انحدار جوانب مجاري الأودية المخترقة لتلك التداخلات، ويتواجد هذا التكوين في الجزء الشمالي من وادي قناة.

- مجموعة صخور فريح : Al Furayh Group

وتتألف من الدايورايتالكوارتزى، وتقع بالركن الجنوبي الغربي لمنطقة المدينة، وتشكل بعض التلال في القطاع الأدنى لوادي العاقول، وفي غرب المجري الرئيس لوادي العقيق (العوضي، ٢٠٠٢م، ص١٥)، وتبلغ مساحتها ٥٠.٥٨كم٢ تمثل نسبة تبلغ ٠.٣٧% من مساحة منطقة الدراسة شكل رقم (٢).

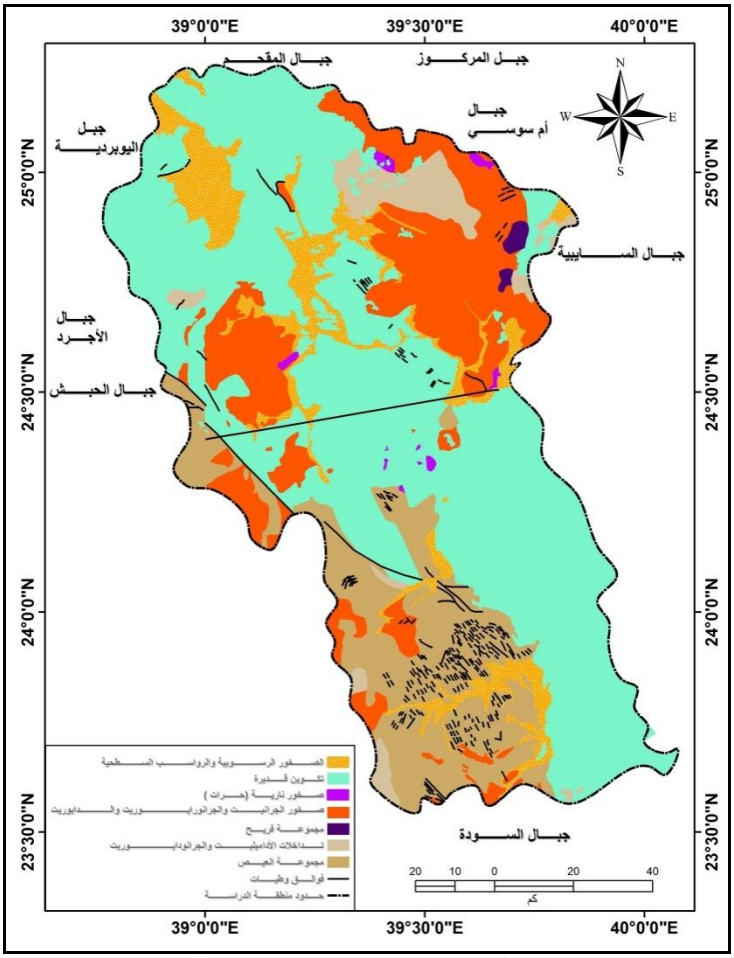
- تكوين قديرة : Qidirah Formation

وهو من أوسع التكوينات انتشارًا بمنطقة الدراسة، ويتألف من البازلت والأنديسيت، ويظهر هذا التكوين بشكل كبير في حوض العقيق، ويتواجد في معظمه على شكل تلال متوسطة الارتفاع، تعود فى نشأتها إلي ما قبل الكمبري، كما يتواجد في مساحات كبيرة من حوض بواط وحوض ملل وحوض قناه، وتبلغ مساحتها ٦٩٧٥,٥كم٢، تمثل هذه الصخور نسبة تبلغ ٥١,٠١ % من مساحة منطقة الدراسة.

- مجموعة صخور الجرانيت والجرانودايوريت والدايوريتوالجابرو:

وتظهر صخور الجرانيت في عدة مناطق، حيث ظهرت في شمال منطقة المدينة في مناطق ما بينروافد وادي قناه ، وتظهر– أيضًا – في جزء من جبال البيضاء وتنحدر منه بعض الروافد.

أما صخور الجرانوديوريت ففي غرب المنطقة وتشكل كتل جبلية مثل جبلي الجريد وكاشبان، وكتلة متواجدة فى الشرق متمثلة في حرة الوبرة، وفي الجزء الشمالي الغربي من منطقة الدراسة، وصخور المونازيت والدايوريت والتى تتألف معدنيًا من بلورات الكوارتز والبيوتايت وتغطي مساحة صغيرة في الجانب الشرقي من المدينة (العوضي، ٢٠٠٢م، ص٢١)، وتبلغ مساحة هذه الصخور ٢٤٢٧,٥كم٢، تمثل نسبة تبلغ ١٧,٧٥ % من مساحة منطقة الدراسة، وهي ثاني أكبر التكوينات مساحةً.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الجيولوجية مقياس ١:١٠٠٠٠٠

شكل (٢) التكوينات الجيولوجية السطحية والبنية الجيولوجية في منطقة الدراسة

- صخور وتكوينات نارية في الزمنين الثالث والرابع :

وتتألف من صخور بركانية تعرف بالحرات وتتمثل أشهرها في حرات :

- حرة رهط :

وتكونت بفعل تتابع تكوينات بركانية خلال البليستوسين، وتشكل الحرة الجزء الجنوبي والجنوبي الشرقي من المدينة المنورة، ويوجد بها عدد من المخاريط البركانية(الشريف، ١٩٩٨م، ص٢٥).

- حرتا خيبر وهرمه :

وتتألف من صخور البازلت القديم الرمادية علي شكل كتل دائرية كبيرة الحجم وهي تابعة للزمن الثالث، وتحد المنطقة من الشمال والشرق، وهناك صخور البازلت الحديثة سوداء اللون، وهي تابعة للزمن الرابع، وتشكل مخاريط بركانية في منتصف الحرة(العوضي، ٢٠٠٢م، ص٢١ :٢٣).

ب – الصخور الرسوبية والرواسب السطحية الحديثة:

وتتألف الصخور الرسوبية من الكنجلوميرات والحجر الرملي والرخام والسلت والطين وتنتشر فوق مساحات غرب المدينة المنورة. كما يظهر هذا التكوين في شمال وادي العاقول(العوضي، ٢٠٠٢م، ص١٨)،كما تنتشر في وسط وشمال غرب منطقة الدراسة.

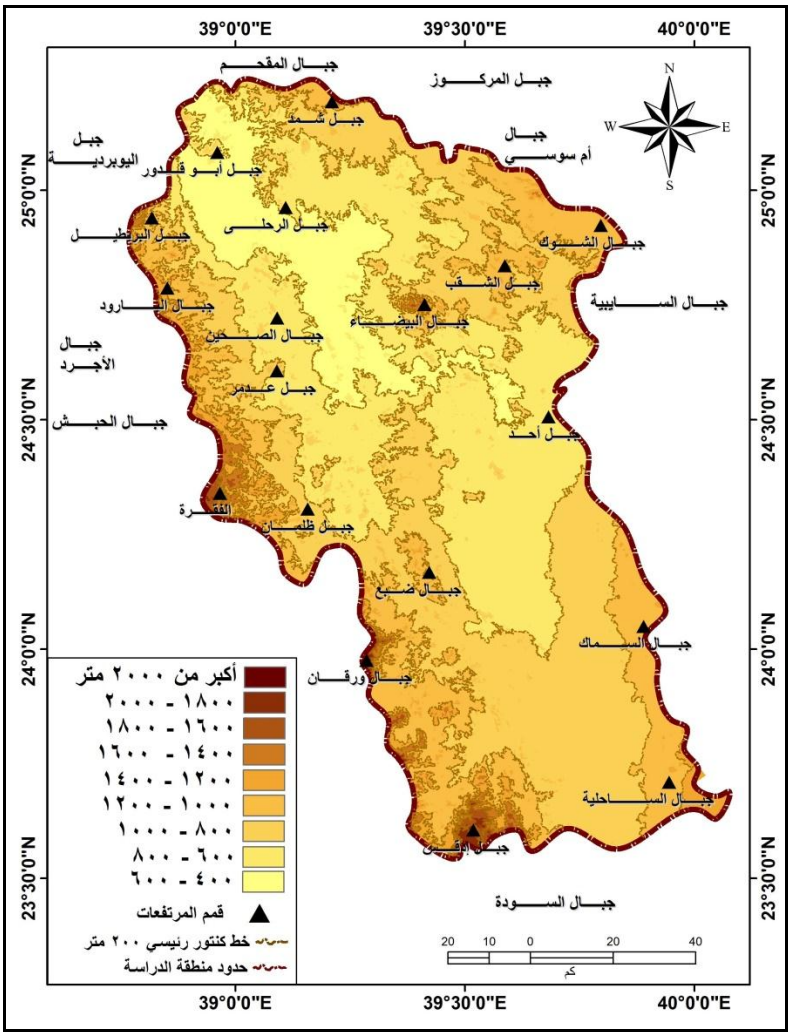
كما تظهر الرواسب السطحية الحديثة، التي تتألف من الحصي والسلت والرمل والصلصال الذى نتج عن فعل عوامل التعرية المختلفة، والتي ترسبت في المناطق المنخفضة، وتتمثل في تكوينات مصاطب الأودية، والمراوح الفيضية، ورواسب قيعان الأودية، وبعض رواسب السبخات في بعض قيعان الأودية. وتبلغ مساحة هذه التكوينات ١٤١٥,٩كم٢، تمثل نسبة تبلغ ١٠,٣٥ % من مساحة منطقة الدراسة، وهي رابع التكوينات في منطقة الدراسة من حيث المساحة.

ج- البنية والتركيب الصخرى :

أما بالنسبة للجوانب البنيوية فقد تعرضت تكوينات منطقة الدراسة إلى اضطرابات عنيفة في عصري الأوليجوسين والميوسين، ويدل علي ذلك أسطح عدم التوافق الفاصلة بين التكوينات بالمنطقة وقد تأثرت صخور العيص بعدد من الطيات(العوضي،٢٠٠٢م، ص٢٤). وقد حدث لصخور المنطقة عدد من الانكسارات التي نتج عنها إزاحة يسارية للصخور يختلف مداها على حسب مكان الانكسار (الرويثيوخوجلي، ١٩٩٨م، ص٢٧)، وقد بلغ عدد صدوع المنطقة ٢٧٠ صدعًا بلغ مجموع أطوالهم٢٧١,٢٨ كم شكل رقم (٢)، وقد غلب على اتجاه معظمها الاتجاه الشمالي الغربي – الجنوبي الشرقي، وهو نفس اتجاه البحر الأحمر نظرًا لارتباط حدوثهم مع الحركات الأرضية التي كونت البحر الأحمر والأخدود الإفريقي العظيم.

٢- <u>القطاعات التضاريسية:</u>

ينحدر سطح منطقة الدراسة من الجنوب الشرقي نحو الشمال الغربي، حيث يزيد ارتفاعهفي الجنوب الغربي عن ٢٠٠٠ مترفوق مستوي سطح البحر، بينما يكون أقل منسوب في الشمال الغربي ليبلغ٤٠٠ متر فوق مستوي سطح البحر، وتمثل الجبال سمه مميزة للمنطقة، وبدراسة الشكل رقم (٣) يتضح أن منطقة الدراسة تحدها الارتفاعات الجبلية، وبخاصة من جهةالغرب (جبال عوف والأجرد والبارود)، والشمال الشرقي (جبال أم موسى والبيضاء)، والجنوب الشرقي (جبال الساحلية)، ويبلغ أعلي ارتفاع لها في أقصى الجنوب الغربي حيث قمة جبل إدقلس (٢١٦١م) فوق مستوي سطح البحر، وقد تكونت هذه المرتفعات خلال الزمن الجيولوجي الثالث، وما صاحب ذلك من تكون أخدود البحر الأحمر، وتتكون معظم صخورها من الصخور الأركية النارية القديمة والمتحولة، بالإضافة إلى بعض الصخور الرسوبية التي توجد في تلك المرتفعات والمفتتات الرسوبية الأحدث عمرًا والتي تكونت في الزمن الرابع (سقا، ١٩٩٨م، ص١٥).

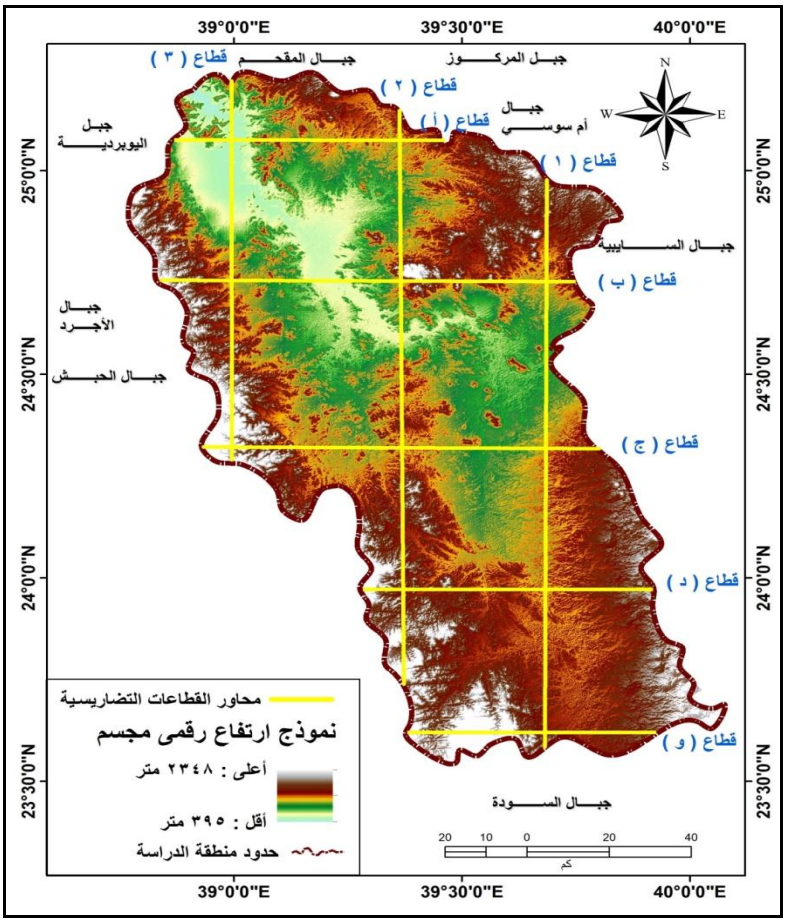


المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem).

شكل (٣) الفئات التضاريسية بمنطقة الدراسة

تم تحديد وقياس ثمانية قطاعات تضاريسية بسيطة، وقد بلغ طول هذه القطاعات نحو (٧٧٧ كم)، تمتد ثلاثة قطاعات منها من الشمال إلى الجنوب بطول (٤٢١ كم) بنسبة ٥٤.٢ % من إجمالي طول القطاعات، وخمسة قطاعات منها من الشرق إلى الغرب بطول (٣٥٦ كم)،وبنسبة ٤٥.٨ % من إجمالي طول القطاعات، بواقع قطاع تضاريسي

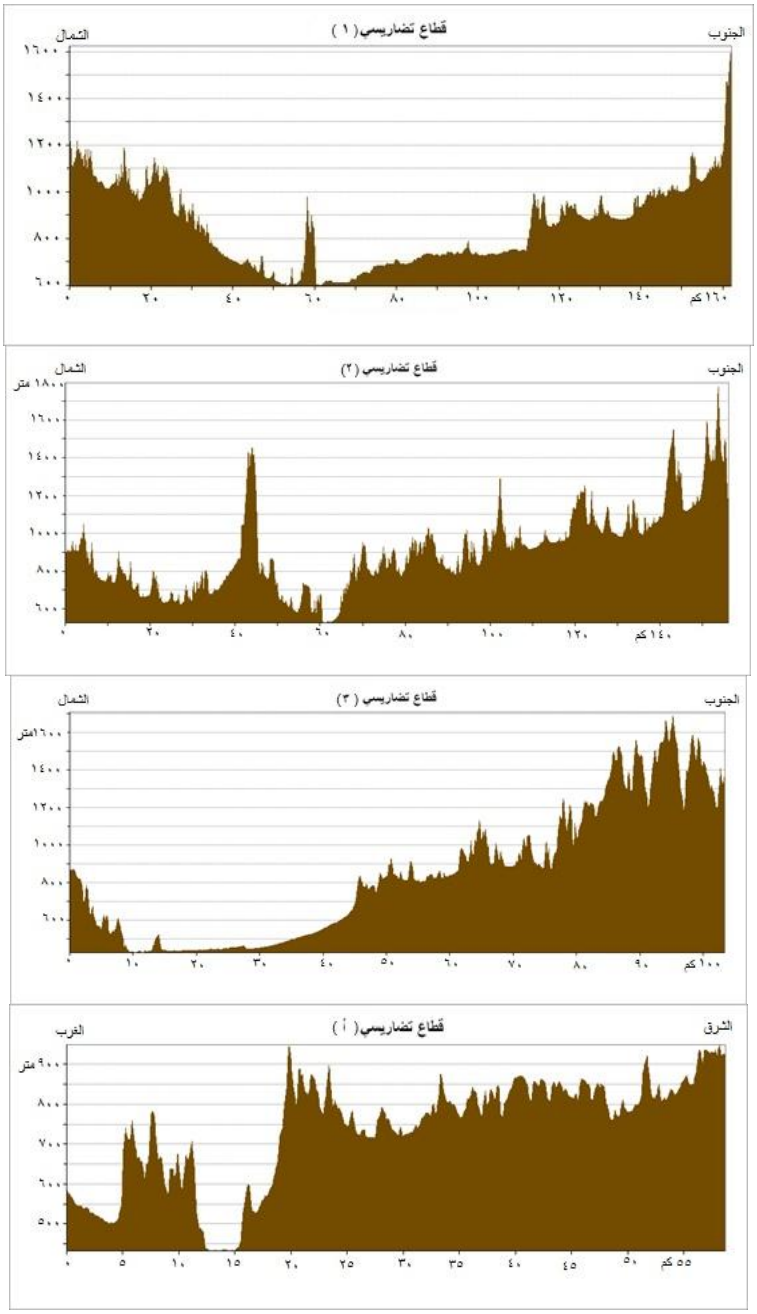
لكل مسافة أرضية تبلغ ٣٠ كم تقريبًا، وذلك لإبراز الملامح التضاريسية المهمة بمنطقة الدراسة شكل (٤).



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem) واستخدام برنامج arc gis 9.3 .

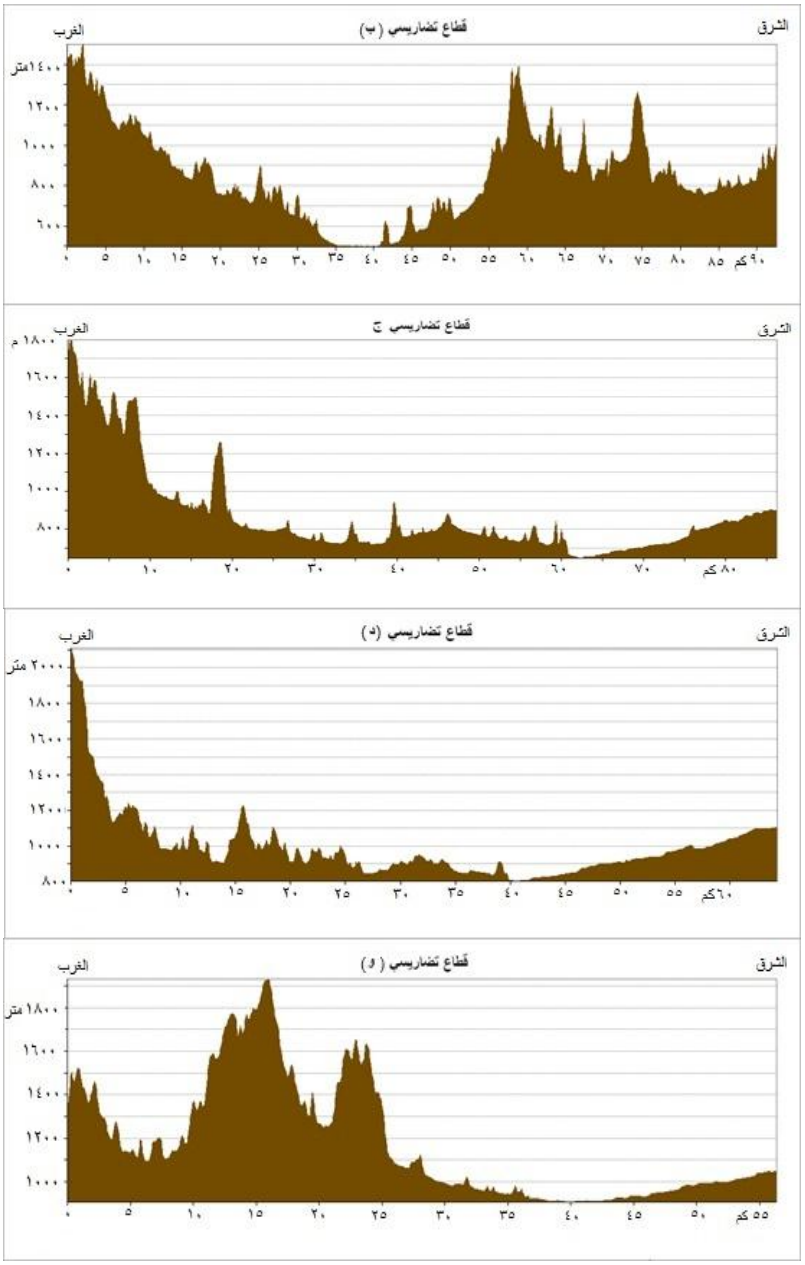
شكل (٤) القطاعات التضاريسية ونموذج ارتفاع رقمي لمنطقة الدراسة

بلغ متوسط طول القطاعات التضاريسية بالمنطقة نحو (٩٧ كم تقريبًا)، ويعد القطاع رقم (١) أكثر القطاعات طولاً حيث يبلغ (١٦٣ كم) ممتدًا من الشمال إلي الجنوب، بنسبة ٢١% تقريبًا من إجمالي طول القطاعات، في حين يشكل القطاع (و) أقصر القطاعات فقد بلغ طوله (٥٦ كم) من الشرق إلي الغرب بنسبة ٧% من إجمالي طول القطاعات شكل رقم (٥).



شكل رقم (٥) القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem) واستخدام برنامج arc gis 9.3.

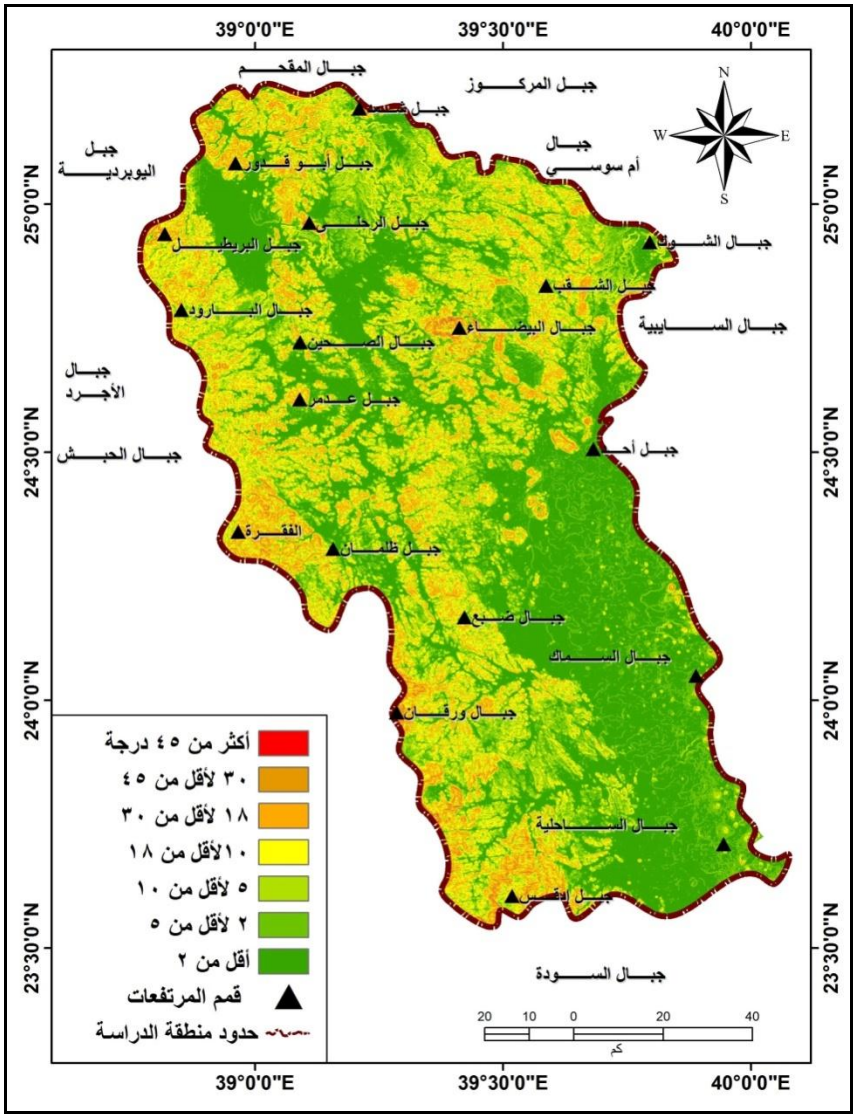


تابع شكل رقم (٥) القطاعات التضاريسية بمنطقة الدراسة

المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem) وبرنامج arc gis 9.3.

٣- درجات الانحدار :

يؤدي الانحدار الشديد لسطح الأرض إلي سرعة جريان أكبر في حالة وجود مياه سطحية؛ مما يتسبب في قوة وطاقة أكبر تختلف من مكان لآخر علي حسب درجة انحدار السطح، ومع زيادة قوة اندفاع المجاري المائية تزداد معها قوة الجرف للمفتتات المنقولة، فضلا عن أن الانحدار يؤثر على المتغيرات الهيدرولوجية مثل زمن التباطؤ، وزمن التركز حيث يقل زمن التباطؤ مع شدة انحدار سطح الأرض على عكس زمن التركز، وبدراسة خريطة الانحدارات فيمنطقة الدراسة شكل رقم (٦)، يتضح أن الأراضي شبه المستوية وهينة الانحدار ومتوسطة الانحدار تمثل ٧٠,١% من مساحة منطقة الدراسة، وتسود بشكل كبير في القسم الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة حيث الروافد الشرقية لحوض وادي العقيق، وكذلك في القسم الأوسط وفي شمال غرب منطبقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem) واستخدام برنامج arc gis 9.3.

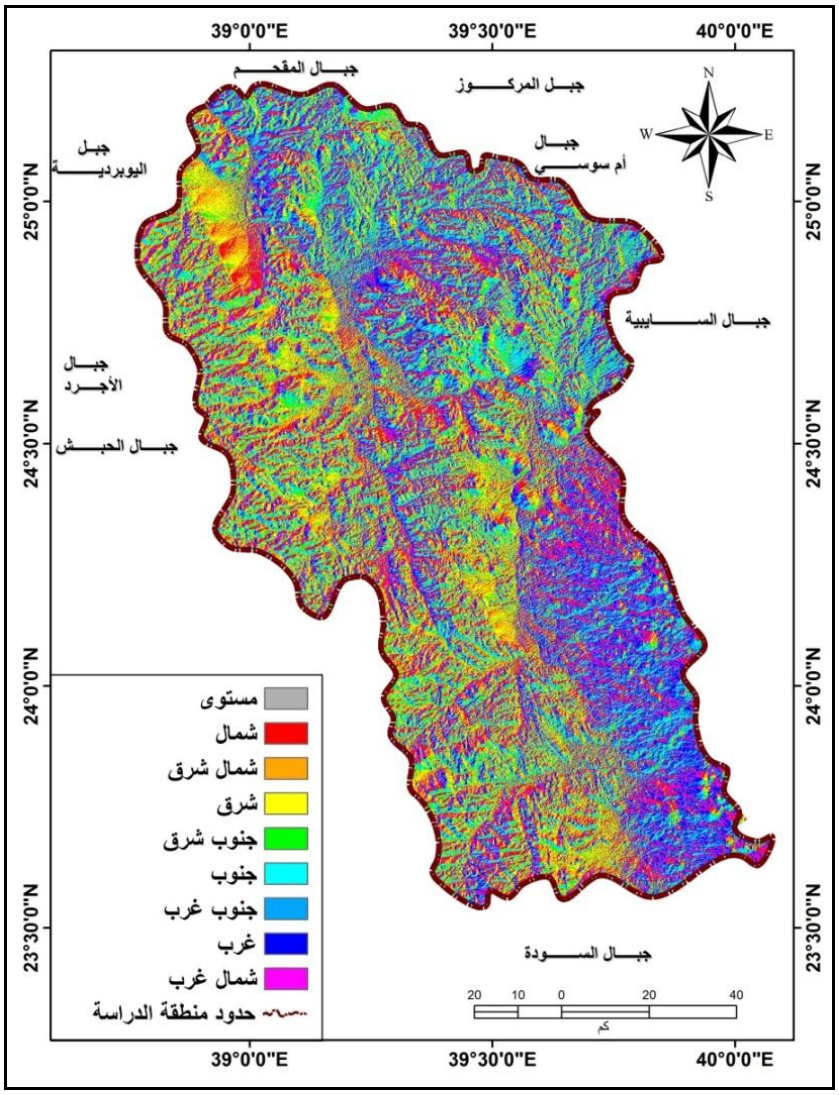
شكل رقم (٦) درجات الانحدار في منطقة الدراسة

أما الانحدارات شديدة الانحدار وشديدة الانحدار جدا والحافات الرأسية فتمثل مجتمعة نسبة ١٢,٥% من مساحة منطقة الدراسة، ويتضح أن الانحدارات الشديدة تسود في المنطقة الجنوبية والغربية التي تتركز بها المناطق الجبلية، التي تتميز

بتضاريسها الوعرة مما يساعد في زيادة احتمالية تجميع مياه الأمطار بشبكة التصريف، حيث إن تلك المنطقة تزيد فيها كثافة الصدوع، كما تكثر تلك الانحدارات في غرب المنطقة وفي الشمال الشرقي وفي الشمال.

٤- اتجاه التصريف المائي :

يتفق اتجاه التصريف المائي المتمثل في امتداد الأودية في اتجاهها من المنبع إلي المصب مع الاتجاهات المختلفة للانحدارات التضاريسية في المنطقة، وهو الاتجاه الذي توضحه خريطة اتجاه التصريف المائي(عزيز،٢٠٠٤م، ص٤٤٢)، وتنشأ تلك الخريطة اعتمادًا على نموذج الارتفاعات الرقمي، حيث يوضح الاتجاهات الغالبة للانحدار في المنطقة، وتتميز منطقة الدراسة بسيادة الاتجاه الشمال الشرقي في المنطقة بنسبة تصل إلى ١٣,٧% من مساحة منطقة الدراسة شكل رقم (٧)؛ ويعود ذلك بسبب تضاريس الجانب الغربي والجنوبي لمنطقة الدراسة مما تسبب في انحدار سطح الأرض نحو الشمال الشرقي، وتوجيه أغلب روافد أودية حوض العقيق وحوض ملل وحوض بواط ناحية الشمال الشرقي، ويأتي في المرتبة الثانية الاتجاه الجنوبي الغربيبنسبة تصل إلى ١٣,٣% من مساحة منطقة الدراسة؛ وتسود في القسم الشرقي والشمالي الشرقي للمنطقة، ويأتي في المرتبة الثالثة الاتجاه الغربي بنسبة تصل إلى ١٣,٢% من مساحة منطقة الدراسة، ويسود بشكل كبير في القسم الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة.



المصدر: من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي (dem) واستخدام برنامج arc gis 9.3.

شكل رقم (٧) اتجاه الانحدارات في منطقة الدراسة

٥- الظروف المناخية :

يؤثر المناخ بشكل كبير في الظروف الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة، وبخاصة فيما يتعلق بظاهرة السيول، وتتميز منطقة الدراسة بصفة عامة بالمُناخ

الصحراوي الجاف، وذلك نظرًا للموقع الفلكي لمنطقة المدينة المنورة ووقوعها ضمن المناطق الجافة المدارية.

كما توجد علاقة واضحة بين عناصر المُناخ المتنوعة وبين الملامح الهيدروجيومورفولوجية العامة للمنطقة، وبخاصة عناصر درجة الحرارة والمطر والرطوبة النسبية والتبخر والرياح، ويمكن عرض تلك العناصر المُناخية علي النحو الآتي:

أ- درجة الحرارة :

تتسم المنطقة بدرجات حرارة عالية بين مناطق العالم (طلبه، ٢٠٠٢، ص٧٩)، وقد تم دراسة عناصر المناخ بمنطقة الدراسة خلال المدة من ١٩٧٠م إلي ٢٠١١م في محطات أرصاد المدينة المنورة، وتتميز درجة الحرارة بمنطقة الدراسة بما يلي:

- بلغ المُعدل السنوي لدرجات الحرارة بالمنطقة **٢٨.٥°**.
- تتراوح المعدلات الشهرية لدرجة الحرارة بين ١٧,٨°(يناير)، و ٣٦,٦°(أغسطس) أي أن المدى الحراري السنوي بلغ ١٨,٨°، وهو مدي حراري كبير يميز المناطق المدارية. جدول (٣) وشكل (٨).
- تتميز منطقة الدراسة بتصاعُد حراري بداية من فصل الربيع وصولا لفصل الصيف، ويعود ذلك للمنخفضات الجوية الربيعية التي يزيد نشاطها، وتؤدي تلك المنخفضات إلي جذب الرياح الجنوبية والجنوبية الشرقية ذات الحرارة المرتفعة.
- سجلت المنطقة أعلى معدل حرارة عظمي في فصل أغسطس ٤٣,٢ °، وأعلى معدل حرارة صغري في الشهر نفسه ٢٩,٣ °، مما يظهر أن أعلى درجات حرارة في منطقة الدراسة تسجل في شهر أغسطس، أما أقل معدل

حرارة عظمي ففي شهر يناير ٢٣,٩ °، وكذلك أقل معدل حرارة صغرى في الشهر نفسه بقيمة ١١,٦ °، مما يوضح أن أدنى شهور السنة في درجات الحرارة بمنطقة الدراسة تسجل في شهر يناير. ويشير جدول (٣) إلى معدلات الحرارة الشهرية ومتوسطات درجات الحرارة العُظمى والصُغرى والمدى الحراري في المدة من ١٩٧٠ – ٢٠١١م.

ب- الأمطار :

تتميز الأمطار في منطقة الدراسة بمجموعة من الصفات التي تتسم بها المناطق الصحراوية الجافة مثل: الأمطار الإعصارية والرعدية، والتباين المكاني في سقوط الأمطار، بجانب التركيز الشديد للمطر في عدد قليل من الأيام، وقد تم دراسة عنصر المطر في سبع عشرة محطة مناخية؛ وذلك نظرًا لأهمية دراسة الأمطار لتوضيح التباين المكاني.

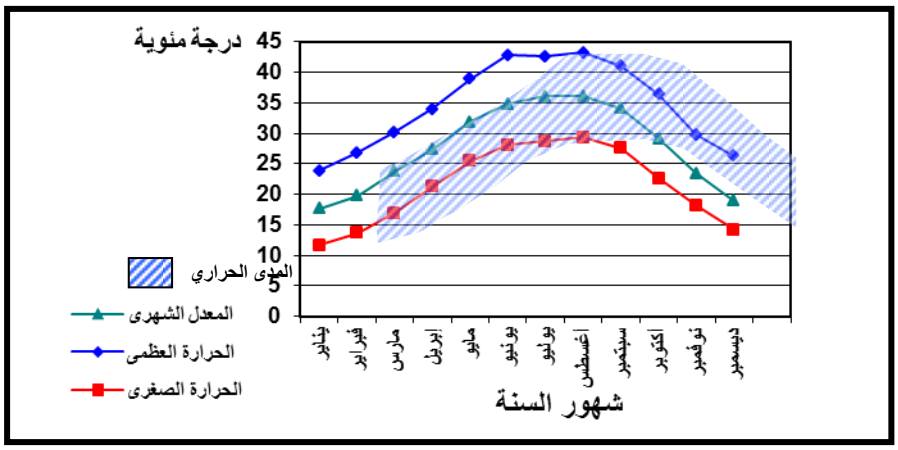
وقد بلغ المُعدل السنوي لسقوط الأمطار في منطقة المدينة المنورة ٦.٢ مللم، مما يجعلها ضمن تصنيف الأقاليم الجافة . جدول (٤) وشكل (٩).

جدول (٣) معدلات الحرارة الشهرية ومتوسطات درجات الحرارة العُظمى والصُغرى والمدى الحراري في المدة من ١٩٧٠ – ٢٠١١م في محطات الأرصاد المناخية بالمنطقة.

البيان / الشهر	م.شهري	الانحراف عن م السنوي	م.ح عظمى	م.ح صغرى	المدى الحراري	رتبة الشهر حراريًا بالمعدل
يناير	١٧,٨	١٠.٧٢ -	٢٣,٩	١١,٦	١٢.٣	١٢
فبراير	٢٠.٣	٨.٢٢ -	٢٦,٨	١٣,٦	١٣.٢	١٠
مارس	٢٣,٩	٤.٦٢ -	٣٠,٥	١٦,٩	١٣.٦	٩
أبريل	٢٨.٥	٠.٠٢	٣٥,٣	٢١,٢	١٤,١	٧
مايو	٣٢,٩	٤.٣٨	٣٩,٦	٢٥,٤	١٤.٢	٥

البيان / الشهر	م.شهري	الانحراف عن م السنوي	م.ح عظمى	م.ح صغرى	المدى الحراري	رتبة الشهر حراريًا بالمعدل
يونيو	٣٦	٧.٤٨	٤٢,٨	٢٨,١	١٤.٧	٣
يوليو	٣٦,١	٧.٥٨	٤٢,٦	٢٨,٧	١٣.٩	٢
أغسطس	٣٦,٦	٨.٠٨	٤٣,٢	٢٩,٣	١٣,٩	١
سبتمبر	٣٥,٣	٦.٧٨	٤٢	٢٧,٥	١٤.٥	٤
أكتوبر	٣٠,١	١.٥٨	٣٧,١	٢٢,٦	١٤,٥	٦
نوفمبر	٢٤,٥	٤.٠٢ -	٣١	١٨,٢	١٢,٨	٨
ديسمبر	٢٠,٢	٨.٣٢ -	٢٦.٣	١٤,٢	١٢,١	١١
م.السنوى	٢٨.٥٢	-	٣٣,١	٢١,٤٤	١٣,٦٥	-

المصدر : مصلحة الأرصاد الجوية ، جدة ، المملكة العربية السعودية ، بيانات غير منشورة.



شكل (٨) معدلات الحرارة العُظمى والصُغرى والمعدل الشهري والمدى الحراري لمنطقة الدراسة

وتتصف المنطقة بقلة أمطارها، وهى من نوع الأمطار الفجائية، كما يتضح سقوط أغلب أمطارها في فصل الربيع؛ لارتباطها بالعواصف الرعدية التي تنشأ نتيجة لتسخين سطح الأرض بأشعة الشمس، وحدوث تيارات هواء صاعدة تتسبب فيما بعد

في سقوط أمطار فجائية غزيرة، وتتوزع غالبية أمطار منطقة الدراسة بين فصول الشتاء والربيع والخريف علي الترتيب (١٩.٨ ، ٣٤.٩ ، ١٧.٢) مللم، وتتصف الأمطار بسقوطها بكثافة في فترة زمنية قصيرة، وتجري على شكل مسيلات جبلية تدفع المفتتات الصخرية في الأودية، وقد تتسبب فيوجود خطر على بعض الأنشطة البشرية، التي قد تتواجدفي مجاري أودية منطقة الدراسة.

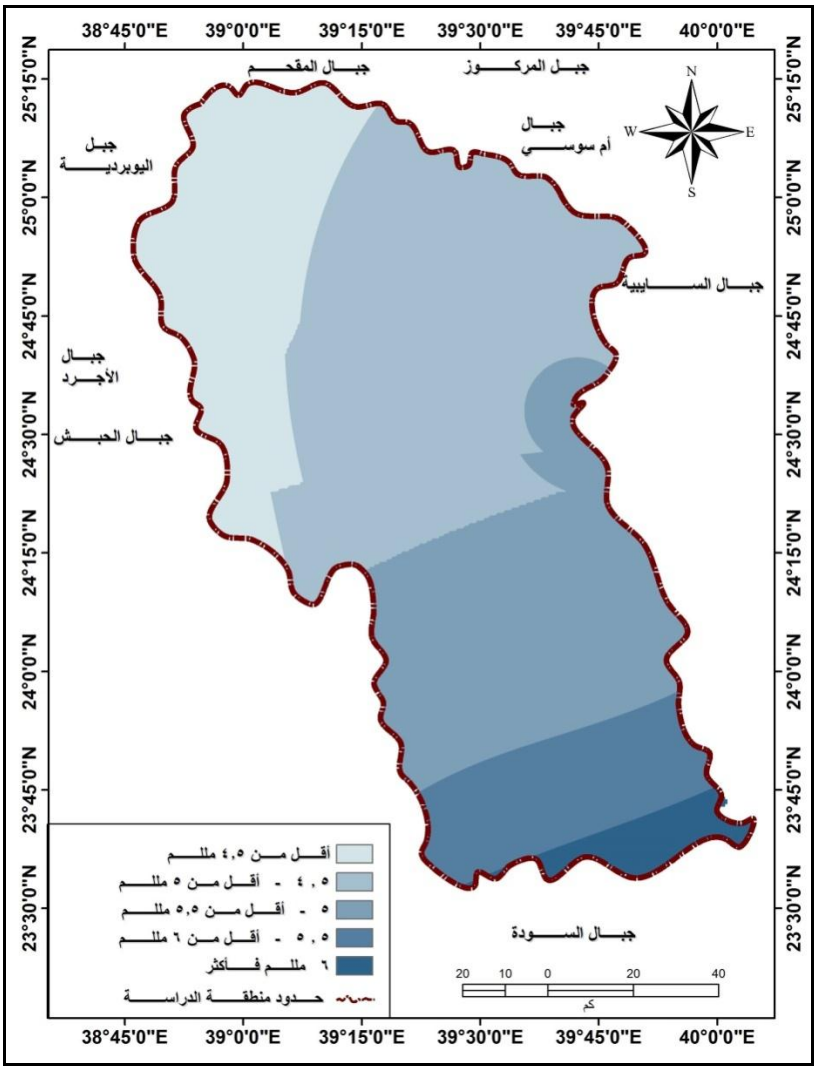
وبالمقارنة مع فصول السنة في جميع المحطات في المنطقة تصل نسبة الأمطار في فصل الربيع في المتوسط إلى ٤٦.٧% من كمية الأمطار السنوية الساقطة، وذلك خلال أشهر مارس، وأبريل، ومايو، وتصل الأمطار ذروتها في شهر أبريل حيث تبلغ في منطقة السويرقية جنوب شرق المدينة المنورة نحو ٤٣.٢ملم، في حين تبلغ فى منطقة الحناكية، التى تقع شرق منطقة الدراسة ٤٠.٢ ملم، وفى منطقة صفنية ٣٢.١ ملم، وقد يرجع السبب في زيادة نسبة أمطار الربيع في شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة كمنطقتين متوسطتي الارتفاع شرقاً إلى الزوابع التصاعدية الناجمة عن ارتفاع درجات الحرارة السريع في فصل الربيع، ووصول الرياح الموسمية لتلك الجهات مبكرًا(وزارة الزراعة والمياه، ٢٠٠٢، ص٥٤)شكل (٩).

جدول رقم (٤) المعدل الشهري والسنوي للأمطار في محطات منطقة المدينة المنورة للمدة ما بين ١٩٧٠-٢٠١١ م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م. السنوي	مجموع سنوي
السويرقية	٦.١	١	١٦.٩	٤٣.٢	٩.٨	٣.٦	٠	٢.٢	٠.٢	٨.٥	٩.٩	٤.٦	٨.٨	١٠٦
الحناكية	٥.٩	٥.٨	٤.٧	٤٠.٢	١٧.٢	٢.٨	٠	٠	٠	٤.٨	١٧.١	٢.٤	٨.٤١	١٠٠.٩
الفقيرة	٢٦.٨	٣.٣	١١.٢	١٥.٢	٦.٧	٠.٥	٠	١	٥.٩	٣.٢	٧.٩	٦.٧	٧.٣٧	٨٨.٤
صفنية	٥.٩	٢.٨	١١.٧	٣٢.١	٨.٤	٢.٣	٠	٠	٠.٧	٥.٥	١٣.٨	٣.٦	٧.٢	٨٦.٨

المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م. السنوي	مجموع سنوي
المسيجيد	١٧.٩	٧.٦	٩.٧	١٢	١	٠	٠	٢	٤.٨	١	١٧.٦	١٥.٨	٧.٤٥	٨٩.٤
الملينة	١٩.١	٤.٣	٥.٤	١٧.٨	٢.٨	٠	٠.١	٠.٤	٠.٩	١.٢	١٤	٦.٧	٦.٠٦	٧٢.٧
القصيبة	٤.٣	٥.١	١٥.٥	٢٥.٨	٩.٧	٠.٢	٠	٠	٠	٢.٦	١٥	١	٦.٦	٧٩.٢
مهد الدهب	٧.٢	١.٧	١٣.٩	١٨.٩	٤.٤	٠	٢.٤	٣.٢	٠	٠.٥	٤.٧	٩.٢	٥.٥١	٦٦.١
أم ديان	١٣.٨	٤.١	٥.٥	١١.٨	١.٩	٠	٠	٠.٣	٤.٨	٤.٣	١٠.٥	٨.٤	٥.٤٥	٦٥.٤
الخرمة	٦.٣	١.٨	١٢.٣	١٤	٩.٥	٠.٧	١.٦	٠	١.١	١.٤	٩.٨	٥	٥.٢٩	٦٣.٥
بئرالقرشي	١١.٥	٢.٢	١١.٥	٨	٣.٦	٠	٠	٠.٩	٢.٢	١.٧	١١.٧	٨.٥	٥.١٥	٦١.٨
أمير	٦.٣	٠	١٦.٢	١٩.١	٤.٩	٢.٧	٠	٠	٠	٥.٣	٢٢.٩	٣.٦	٦.٧٥	٨١
العقيق	٩	١.٨	٧.٢	١٢.٦	٥.٥	٠	٠	١.٣	١.٢	٤	٩.٨	٨.٣	٥.٠٦	٦٠.٧
بئر الكومة	٧.٤	١.٢	٨.٢	١٨.٣	٧.٨	٠	٠.١	٠	٠	٠.١	١٨.٤	٧.٧	٥.٧٧	٦٩.٢
المدينة	٦.٧	٨.١٢	٦.٠١	٥.٣	٨.٥	٥.٤	٣.٢	٧.٣	٧.٨	٧.٧	٤.٤	٧.٢	٦.٤٧	٧٧.٦٣
الشعبة والعقيق	٧.٧	١.٢	٧.٤	١٣.٣	٤.٦	٠.٦	١.٢	٠	٠.٤	٣	٩.٧	٥	٤.٥١	٥٤.١
أم البرك	٨.٩	٢.٧	٣.٤	١٢.٢	٠.٣	٠.٤	٠	٠.٨	١.١	١.٢	٨.٢	٨	٣.٩	٤٧.٢
م. السنوي	١٠.٠	٣.٢	٩.٨	١٨.٨	٦.٢٧	١.١	٠.٥	١.١	١.٨	٣.٣	١٢.١	٦.٥٧	–	٦.٢

المصدر : مصلحة الارصاد الجوية ، المملكة العربية السعودة ، بيانات غير منشورة.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٤).

شكل (٩) توزيع الفئات المطرية السنوية بمنطقة الدراسة

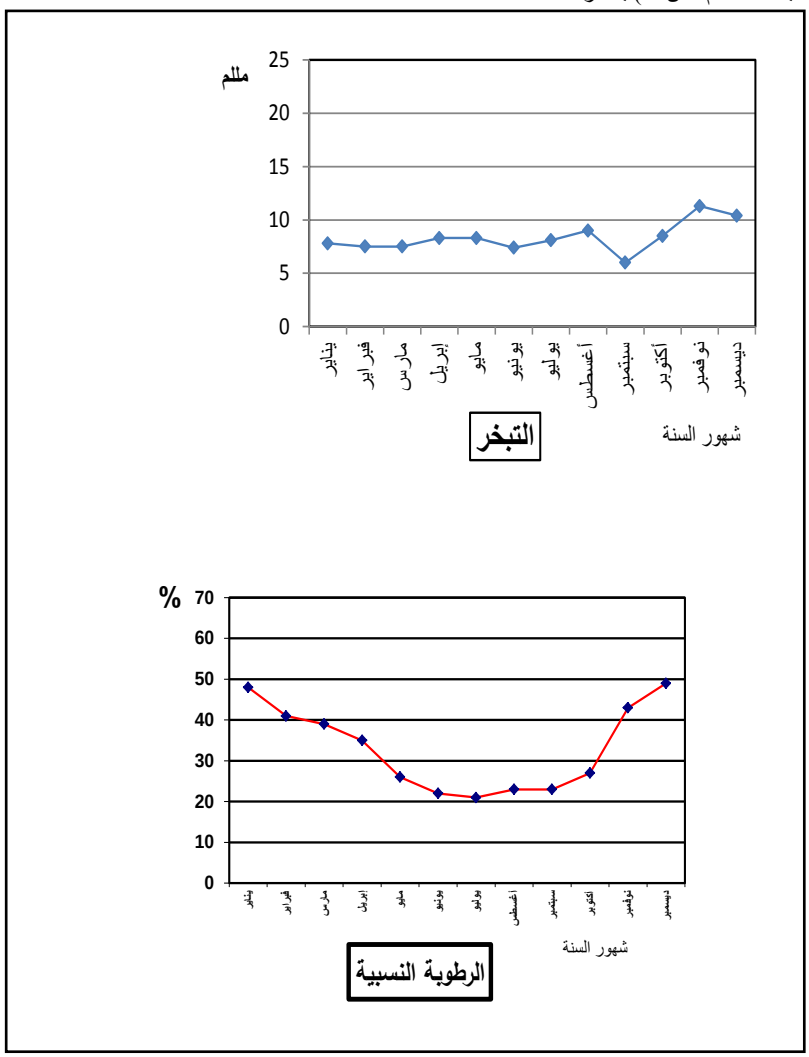
ج- الرطوبة النسبية والتبخر :

تقع منطقة الدراسة ضمن الإقليم الصحراوي الجاف الذي يتسم بقلة الأمطار والارتفاع الواضح في درجات الحرارة، ومن تحليل الجدول (٥) والشكل (١٠) يتضح الآتي:

جدول (٥) معدلات الرطوبة النسبية والتبخر بمنطقة الدراسة للمدة ما بين ١٩٧٠-٢٠١١ م

الشهر / البيان	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
معدل الرطوبة النسبية (%)	٣٨.٧	٣١.٩	٢٦.٣	٢٢.٧	١٧.٦	١٣.٢	١٤.٤	١٥.٦	١٣.٨	٢٠.٩	٣٧.٢	٤٢.٦
معدل التبخر (ملم)	٧.٨	٧.٥	٧.٥	٨.٣	٨.٣	٧.٤	٨.١	٩	٦	٨.٥	١١.٣	١٠.٤

المصدر: (طلبه، ٢٠٠٢م، ص٩٢) بتصرف



شكل (١٠) المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية والتبخر فيمنطقة الدراسة.

د- الرياح :

تتسم الرياح السائدة التي تهب علي منطقة المدينة المنورة بالرياح الشمالية الغربية، والتي من الممكن أن تتغير لتصبح جنوبية سواء جنوبية غربية أو جنوبية شرقية، وتتصف تلك الرياح بكونها جافة، كما تتعرض منطقة الدراسة لهبوب الرياح الشمالية والشمالية الغربية في فصل الشتاء، والتي تؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الهواء؛ وبالتالي انخفاض درجة حرارة سطح الأرض.

جدول (٦) النسب المئوية لاتجاهات هبوب الرياح في منطقة الدراسة خلال المدة من(١٩٧٠-٢٠١١) م.

الاتجاه	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون	متقلبة
المعدل السنوي	١٠.٦	٦.٣	٣.٩١	٩.٧٢	٥.٩٤	٢٤.١	٨.٣	٢٥.١	٣.٩	٢.١٣

المصدر: مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية، التقارير السنوية(١٩٧٠-٢٠١١)م.

يتضح من الجدول (٦) اختلاف النسب المئوية لهبوب الرياح في منطقة الدراسة، حيث يتضح أن الرياح الشمالية الغربية هي المسيطرة علي جو المنطقة بنسبة ٢٥.١%، وهى سمة من سمات الإقليم فتلك الرياح التجارية تهب من مركز الضغط المرتفع الآزوري المسيطر علي حوض البحر المتوسط، وبخاصة على المناطق الشمالية والشرقية من منطقة الدراسة. حيث تتعرض تلك المناطق في فصل الصيف لهبوب التيارات الحارة الجافة القادمة من الشمال محملة بذرات الرمال؛ وتصبح الرؤية رديئة (حيدر،١٩٧٨، ص٧٠) تليها الرياح الجنوبية الغربية بنسبة ٢٤.١%، التي تهب على منطقة الدراسة في معظم شهور السنة؛ وتؤدي إلى سقوط كميات كبيرة من الأمطار وبخاصة في فصل الربيع، وأوائل فصل الصيف،

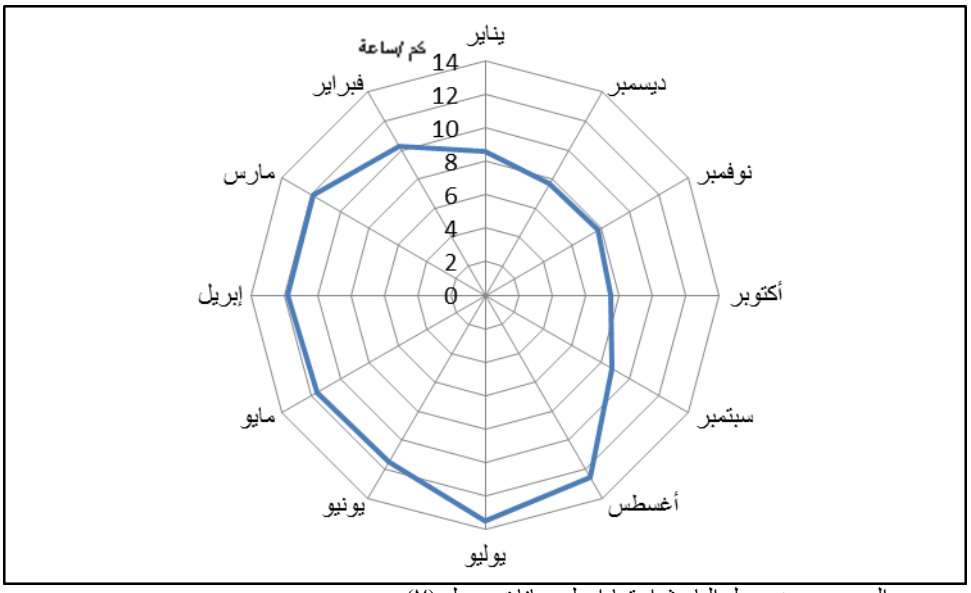
أي أن الرياح الشمالية الغربية والجنوبية الغربية يمثلان معًا ٤٩.٢%، أي تقريبًا تهب نصف أيام العام ككل، وإذا أضفنا لهما نسبة اتجاه الرياح الغربية يصبح المجموع ٥٧.٥%، أي ما يقترب من ثلثي أيام العام تسيطر عليه رياح الغربيات بصفة عامة (الشمالية الغربية – الغربية – الجنوبية الغربية).

ويظهر من الجدول (٧) والشكل (١١) أن المتوسط السنوي لسرعة الرياح في المنطقة يبلغ ١٠,٣ كيلومترًا في الساعة، وتتراوح المتوسطات الشهرية بين أدني قيمة لها ٧,٥ كم/ ساعة في شهر أكتوبر، و٧.٧ كم/ ساعة في ديسمبر، و١٣,٧ كم/ ساعة في شهر يوليو، ورغم ذلك يحدث أن تصل سرعتها في بعض الحالات إلى ١٠٣– ١٠٧ كم/ ساعة (طلبه، ٢٠٠٢م، ص٧٢).

جدول (٧) المتوسط الشهري والفصلي والسنوي لسرعة الرياح (كيلومتر/ساعة) في محطات أرصاد منطقة الدراسة للمدة (١٩٧٠– ٢٠١١) م.

الشهر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
السرعة (كم/ساعة)	٨.٦	١٠.٣	١١.٩	١١.٨	١١.٦	١١.٥	١٣.٧	١٢.٦	٨.٨	٧.٥	٧.٨	٧.٧	١٠.٣
متوسط السرعة الفصلي	١٠.٣	-	-	١١.٦	-	-	١١.٧	-	-	٧.٧	-	-	-

المصدر: مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية، التقارير السنوية (١٩٧٠-٢٠١١) م.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (٧).

شكل (١١) سرعة الرياح في منطقة الدراسة (كم/ساعة).

٦- التربة :

يؤثر التركيب الصخري المُكون لسطح منطقة الدراسة على وجود التربة بها وخصائصها، وقد اعتُمد في دراسة التربة في منطقة الدراسة علي وحدات النظام الأمريكي لتصنيف التربة بوزارة الزراعة الأمريكية، وفيما يلي عرض لوحدات التربة في منطقة الدراسة:

أ- تربة الأراضي الصخرية :

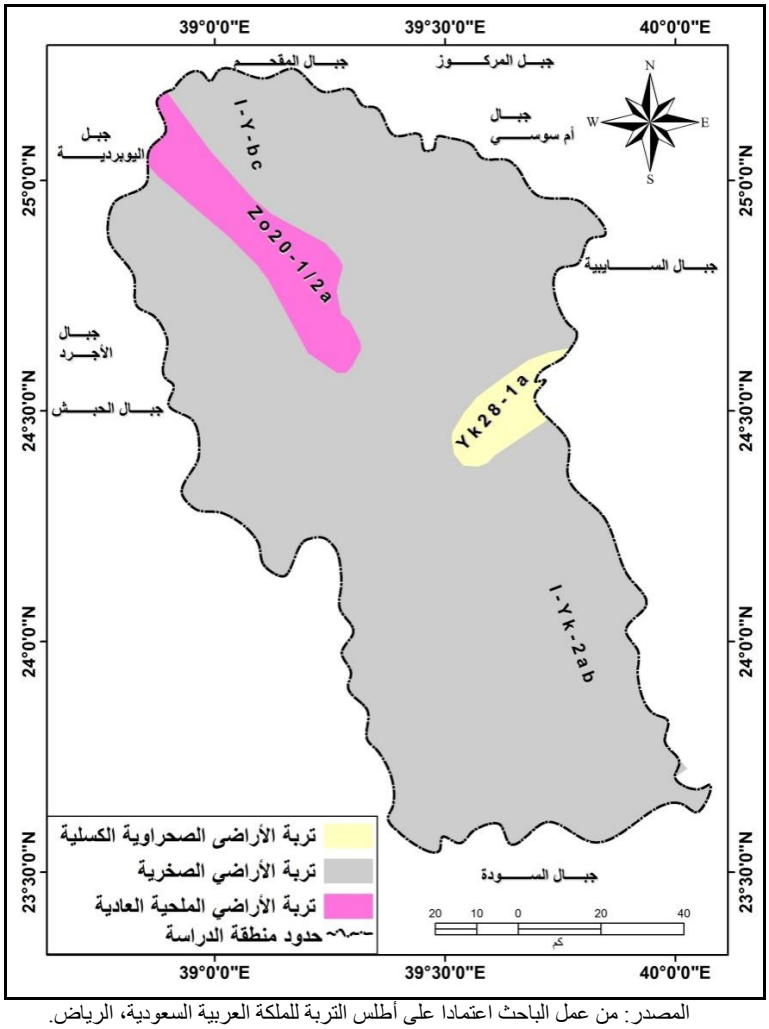
وهي أكثر الأراضي مساحةً بمنطقة الدراسة وتبلغ مساحتها (١٢٤٩٨.٤٩كم٢) بنسبة (٩١,٤ %) من مساحة منطقة الدراسة، حيث إنها أوسع الأراضي انتشارًا، وتوجد في القطاع الجنوبي والغربي من المنطقة، وكذلك في الشمال والشمال الشرقي، وهي تربة قليلة العُمق تقع فوق حجر صلب، لا يزيد عمقها عن ١٠ سنتيمترات.

ب–تربة الأراضي الملحية العادية:

وهي تربة طمييية عميقة مالحة هينة الانحدار تخترقها شبكة الأودية شمال غرب منطقة الدراسة، وتبلغ مساحتها (٨٦٠,٠٦ كم٢)بنسبة (٦,٢٩ %) من مساحة منطقة الدراسة، وهي أشبه بتربة نظام تصريف داخلي نظرًا لتجمع مياه الأحواض التصريفية بمنطقة الدراسة فى تلك المنطقة في حالة وجود سيول.

ت–تربة الأراضي الصحراوية الكلسية:

وهي أراضي ناتجة عن تصلب لافا البراكين علي هيئة مناطق صخرية بركانية (تسمي حرات)، وتحتوي على الحجارة في معظم مساحاتها، وتبلغ مساحتها (٣١٦,٥٢ كم٢)بنسبة (٢,٣١ %) من مساحة منطقة الدراسة.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على أطلس التربة للملكة العربية السعودية، الرياض.

شكل (١٢) أنواع التربات بمنطقة الدراسة

ثانياً : الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة

الموارد المائية هي أساس خطط التنمية في أي مكان، لذا يجب دراسة الخصائص الهيدرولوجية لمنطقة الدراسة، عن طريق دراسة أحواض التصريف بالمنطقة. مع الأخذ في الاعتبار التكوين الجيولوجي بكل حوض، صفة التسرب، معدلات سقوط الأمطار السنوية، التبخر، وطبيعة جريان الماء على سطح الأرض.

وتقتصر المياه السطحية فيالمنطقة على المياه الجارية على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار مباشرة عبر مجاري الأودية الرئيسة والثانوية، وسوف تجرى دراسة تفصيلية لكميات هذه المياه بشكل تفصيلي لاحقًا، وقد ساعد عامل الارتفاع، وتعرض المنطقة للرياح الموسمية في فصل الربيع نظرًا للارتفاع السريع في درجات الحرارة، وبخاصة في شرق وجنوب شرق منطقة الدراسة إلي وصول الرياح إلى تلك الجهات مبكرًا في بدايات فصل الربيع، وسقوط كميات كبيرة من الأمطار في بعض الأعوام على امتداد مرتفعات القسم الجنوبي والجنوبي الشرقي من المنطقة، وقد تعرضت المنطقة لأمطار غزيرة في الفترات المطيرة من الزمن الرابع؛ ويتضح هذا من المجاري الكثيرة على جوانب المنحدرات بالمنطقة، وتسقط الأمطار في الوقت الحاضر فتعمق وتنحت مجاري الأودية، وتنحدر الروافد على حسب انحدار سطح الأرض الغالب، ففي القسم الغربي من منطقة الدراسة تنحدر أغلب الروافد ناحية الشمال الشرقي والشرق، وفي القسم الشرقي من منطقة الدراسة تنحدر أغلب الروافد ناحية الشمال الغربي والغرب، وتتحكم عوامل منها درجة انحدار السطح وطبيعته الجيولوجية، وكمية الأمطار الساقطة، ومدى استمراريتها وشكل أحواض التصريف في تحديد مقدار الانسياب السطحي للمياه داخل مجاري الأودية.

ثالثا : درجات خطورة السيول فى منطقة الدراسة

تعتمد تلك الدراسة على إجراء عدد من القياسات المورفومترية الخاصة بالمنطقة، والتي يمكن تناولها كما يأتي:

١. الخصائص الشكلية لأحواض التصريف بالمنطقة:

تعتمد دراسة شكل أحواض التصريف على معرفة مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الهندسي سواء الدائري أو المستطيل، وكذلك معرفة المدة الزمنية اللازمة

لوصول السيل إلى مصبه وبالتالي تقدير مدى خطورته على ما قد يعترض جريان مياه الحوض من طرق أو منشآت وغيرها، حيث يؤثر شكل حوض التصريف على عملية الجريان، وقد تم دراسة بعض المعاملات المورفومترية لتحديد مدي تقارب أشكال الأحواض من الأشكال الهندسية كما يظهر في الجدول (٨). وفيما يلي عرض لأهم الخصائص الشكلية لأحواض التصريف بالمنطقة:

أ- مساحة أحواض التصريف:

بلغت مساحة أحواض التصريف بمنطقة الدراسة نحو ١١٨٤٠.٦٨كم٢، وتتكون من سبعة أحواض تصريف رئيسة، بجانب المجري الرئيس لوادي الحمض، وهى مساحة كبيرة نسبيا، ومما يزيد من خطورة السيول بها تركز بعض الأنشطة العمرانية والبشرية على مجارى الأودية، ووجود حركة بشرية كبيرة تتمثل فى الزائرين لمنطقة المدينة المنورة باعتبارها من الأماكن المقدسة مما أدي لنشاط السياحة الدينية بها، وزيادة أعداد الزائرين بشكل كبير للغاية فى بعض المناسبات الدينية من العام، مما قد يؤدي إلى خطورة تجمع كمية كبيرة من المياه فيالأحواض كبيرة المساحة، وقد تباينت مساحة الأحواض داخل منطقة الدراسة، حيث يعد حوض وادى العقيقأكبرها مساحةً حيث يبلغ٥١٢٥.٤٧ كم٢[١]، بينما كان أقل هذه الأحواض مساحةً هو حوض واديبواط، وتبلغ مساحته نحو ٤٠٥.٥٨كم٢. وقد بلغ متوسط مساحة أحواض منطقة الدراسة ١٦٤٧,٧٨ كم٢ جدول (٨).

[١] قام الباحث بقياس المساحة من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١:١٠٠٠٠٠.

جدول (٨) بعض المعاملات المورفومترية الشكلية لأحواض منطقة الدراسة

الحوض	المساحة كم٢	معامل الشكل	الاستدارة
وادي بواط	٤٠٥.٥٨	٠.٤٥	٠.٦٦
الوادي الشرقي	٥٩٧.٨٣	٠.٣٨	٠.٣١
وادي العاقول	٧٤٨.٣١	٠.٣٤	٠.٣٣
وادي ظلم	٨١٣.٦١	٠.٥٨	٠.٥٨
وادي ملل	١٨٠٨.٤٩	٠.٥١	٠.٤٣
وادي قناه	٢٠٣٥.١٩	٠.٩٣	٠.٥٤
وادي العقيق	٥١٢٥.٤٧	٠.٥١	٠.٤٧
المنطقة	١١٨٤٠.٦٨ كم٢	٠.٥٦	٠.٤٩

المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي(dem)والخرائط الطبوغرافية ١:١٠٠٠٠٠.

ب– معامل الشكل :

بلغ متوسط معامل الشكل لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة نحو ٠.٥٦، ويُظهر هذا المعامل العلاقة بين الحوض وعرضه، ومدى ما يتميز به الحوض من تناسق أو تعرج في خطوط تقسيم مياهه، وتدل القيمة العالية لمعامل الشكل علي تناسق شكل الحوض، وعلى زيادة الخطر السيلي في أحواض التصريف بمنطقة الدراسة، نظرًا لارتفاع احتمالية تجمع مياه السيل في المجري الرئيس فى وقت واحد، بينما يشير العكس إلى اقتراب الحوض من شكل المثلث، وعدم انتظام حدوده الخارجية؛ حيث تتجمع مياه السيول في مناطق محددة متباعدة، وقد تباينت هذه القيمة على مستوى المنطقة حيث وصلت إلى ٠.٩٣في حوض وادي قناه، مما يشير إلي تناسق شكل الحوض إلي حد كبير، وزيادة احتمالية التعرض لأخطار في حالة حدوث سيول، بينما وصل معامل الشكل إلى ٠.٣٤في حوض وادي رقم العاقول، مما يدل علي ابتعاد شكل الحوض عن الانتظام، واقترابه من شكل المثلث، وانخفاض احتمالية حدوث سيول كبيرة جدول (٨).

ج – نسبة الاستدارة :

بلغ متوسط معدل الاستدارة بمنطقة الدراسة٠.٤٩، وقد تباينت قيم هذا المعدل على مستوى أحواض التصريف بالمنطقة، وكان أعلى معدل استدارة قد بلغ٠.٦٦ في حوض وادى بواط، وأقلها في حوض الوادي الشرقي بنحو ٠.٣١، وتشير القيم المرتفعة لهذا المعامل إلي اقتراب شكل الحوض من الشكل الدائري، حيث أن الأحواض المستديرة تتجمع فيها مياه غالبية الروافد في منطقة واحدة مركزية، ويصل الجريان غالبًا إلى تلك المنطقة المركزية في آن واحد، وينجم عن ذلك الوصول إلى قمة تصريفية عالية مفاجئة، ويرتبط بها حدوث سيول سريعة ومدمرة (صالح، ١٩٨٢م، ص٣٥).

٢. <u>خصائص شبكة التصريف :</u>

سوف يتم عرض بعض الخصائص المرتبطة بشبكة التصريف مثل كثافة التصريف، وتكرار المجاري المائية، وتشعب المجاري، ورتب المجاري، كما يتضح من جدول (٩).

وفيما يلي عرض لتلك الخصائص كما يلي:

جدول (٩) بعض المعاملات المورفومترية المرتبطة بشبكة التصريف لأحواض منطقة الدراسة

الحوض	كثافة التصريف	تكرار المجاري	نسبةالتشعب	رتب المجاري
وادى بواط	١.١٧	٠.٩	٤.٣	٥
الوادي الشرقي	١.٠٦	٠.٧٩	٣.٤	٦
وادى العاقول	١.٥	١.٦٥	٥.٨	٥
وادى ظلم	٣.١٤	٦.٨	٨.٣	٦
وادى ملل	٤.٠٥	١١.٤	١١.٢	٧
وادى قناه	١.١	٠.٨	٤.٣	٦
وادى العقيق	٢.٦٦	٤.٩	٩	٦
المنطقة	٢.٠٩٧	٣.٨٩	٦.٦	–

المصدر : : من إعداد الباحث اعتمادًا علي نموذج الارتفاعات الرقمي (dem).

أ- **كثافة التصريف :**

بلغ متوسط كثافة التصريف في منطقة الدراسة (٢,٠٩كم/ كم٢)، وتباينت هذه القيمة داخل الأحواض بالمنطقة حيث وصلت إلى ٤,٠٥ كم / كم٢ في حوض وادي ملل، بينما كانت أدنى قيمة(١,٠٦كم/كم٢) لها في حوض الوادي الشرقي، وبصفة عامة ترتفع كثافة التصريف في المنابع العليا للأحواض، وتقل كلما اقتربنا من مصبات الأودية.

ب- تكرار المجاري المائية:

بلغ متوسط قيمة معدل تكرار المجاري في منطقة الدراسة (٣.٨٩) مجرى/كم، وتباينت هذه القيمة داخل الأحواض بالمنطقة حيث ازداد معدل التكرار في حوض وادي ملل ليصل إلى(١١.٤مجرى /كم٢)، ويمكن إرجاع ذلك إلى طبيعة سطح الحوض المنحدرة، مما نتج عنه زيادة عمليات النحت النهري الذي يمارسه الجريان المائي في الحوض، وفى المقابل يقلّ معدل التكرار في حوض الوادي الشرقي فيبلغ ٠.٧٩ مجرى /كم٢، وذلك لقلة الأمطار واستواء السطح النسبي.

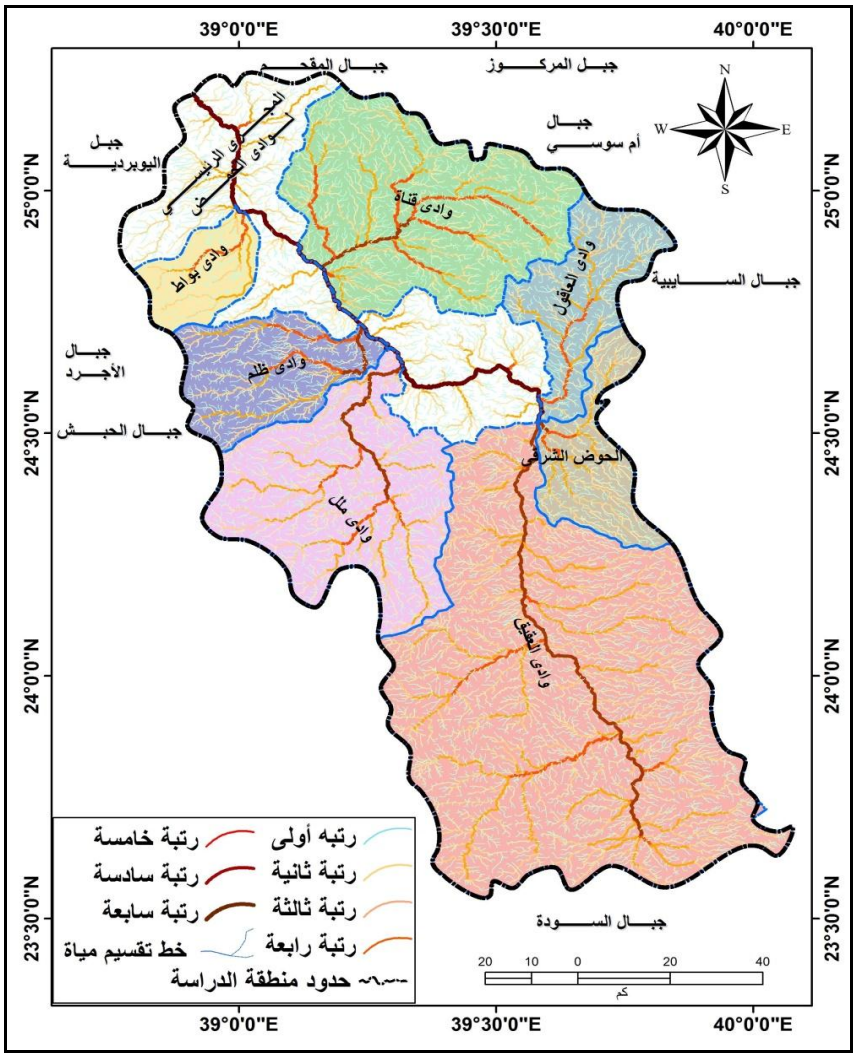
ت- نسبة تشعب المجاري:

وتفيد في معرفة التغير الذي تعرض له الوادي نتيجة لعمليات النحت التراجعي لمجاري الرتب الأولى والثانية باتجاه المنابع، وقد بلغت متوسط قيمة نسبة تشعب المجاري في منطقة الدراسة ٦.٦، وكان أعلاها فى حوض وادي ملل بنحو١١.٢، وكان أدناها فى حوض الوادي الشرقي بنحو٣.٤، وتعمل نسبة التشعب المرتفعة عند المنابع على استيعاب الهطول المتزايد للأمطار وانتظامها في قنوات مائية (wood,1983 ,p85Beven and) مما يؤدي إلي زيادة التصريف المائي

حيث يغذي الرتب العليا، ويزيد من احتمالية حدوث السيول في المنطقة.

ث- الرتب النهرية :

يزداد حجم التصريف المائي لأحواض التصريف بزيادة رتبتها؛ للتزايد المتوّقع في حجم التغذية المائية من الروافد التي تصب في روافد ذات رتبة أكبر منها، وتزيد فرص تشكل الفيضانات في الحوض في الرتب العليا وفي المجرى الرئيس؛ نتيجة لزيادة حجم تصريفها المائي(Weyman,.1975,p275)، وتتميز أحواض منطقة الدراسة بأن منها ما ينتهى بالرتبة السابعة مثل حوض وادي ملل، بينما كان أدناها بالرتبة الخامسة في أحواض بواط، والعاقول، ففي الغالب كلما كانت مساحة الحوض كبيرة زادت رتبة المجرى الرئيس.

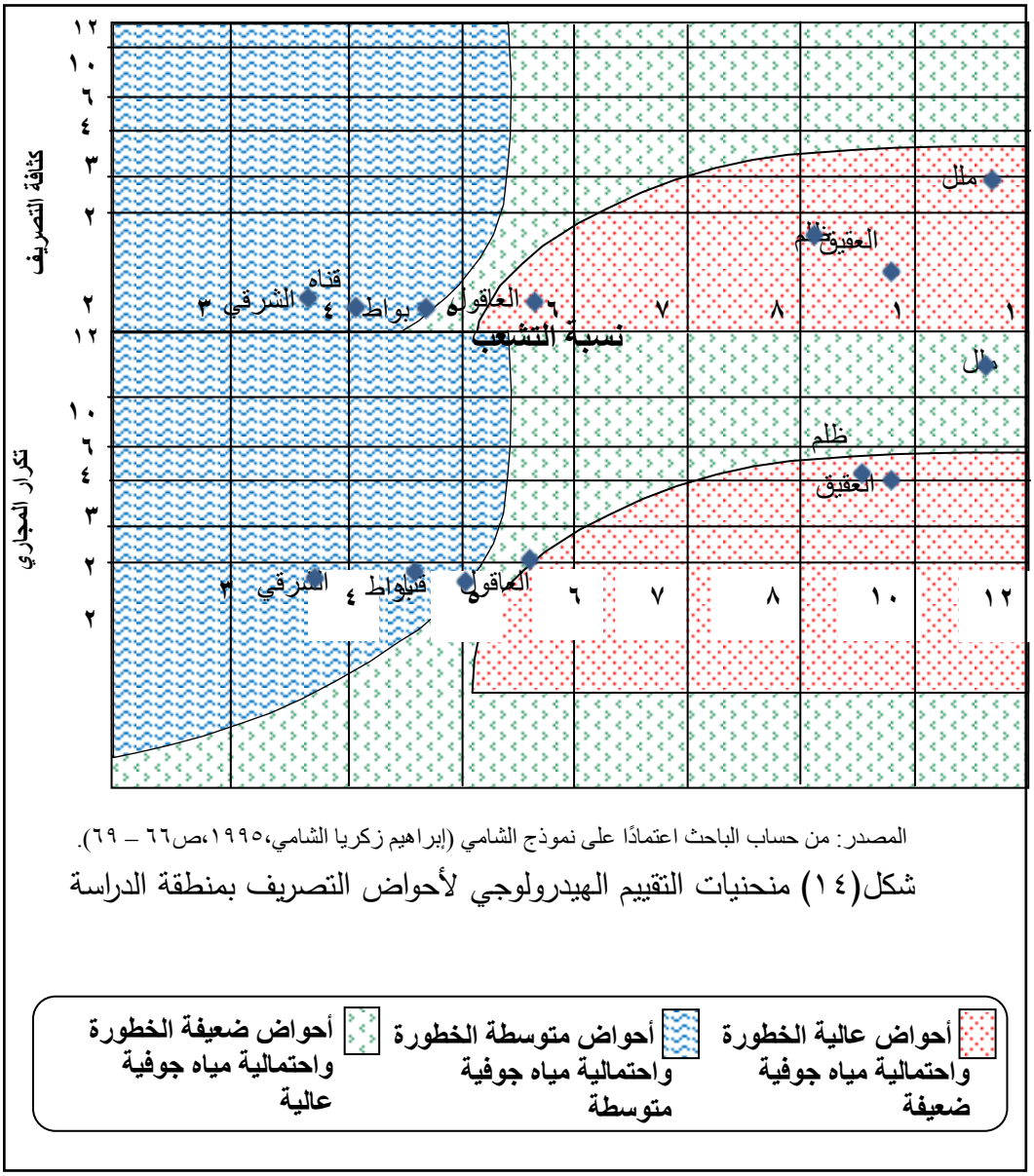


المصدر : من إعداد الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمي(dem)والخرائط الطبوغرافية ١:١٠٠٠٠٠.

شكل (١٣) شبكة أحواض التصريف بمنطقة الدراسة

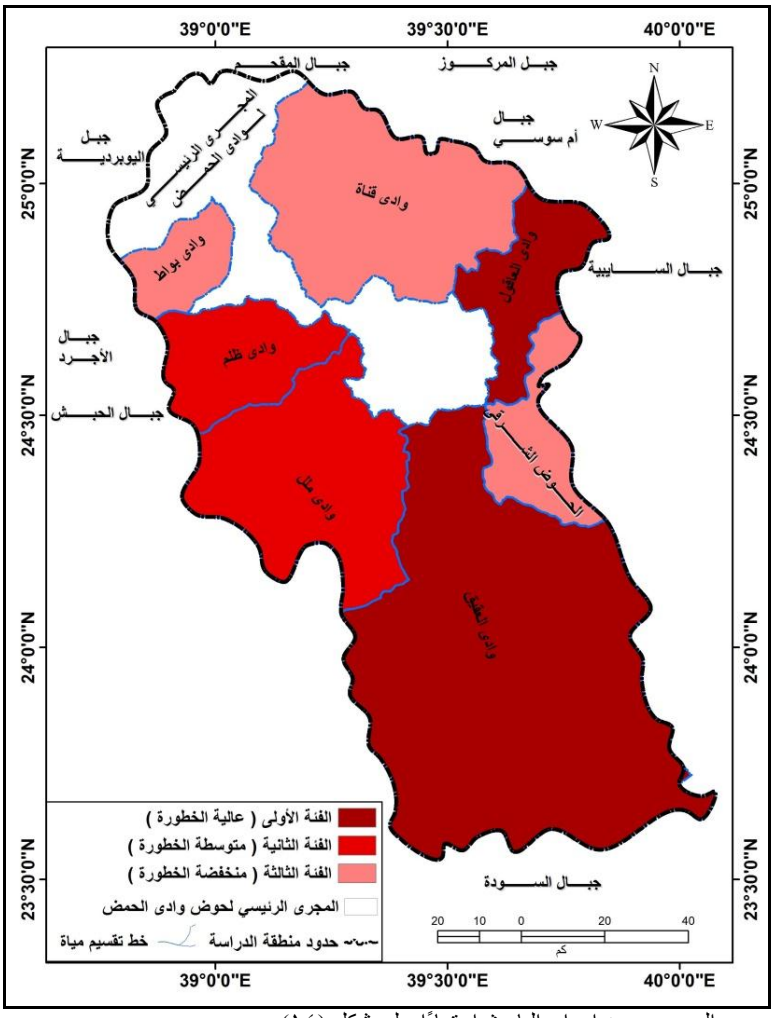
وبدراسة منحنى التقييم الهيدرولوجى لمنطقة الدراسة شكل (١٤)، يمكن القول أن بعض روافد أحواض التصريف بمنطقة الدراسة تقع ضمن فئة أحواض ذات احتمالية سيول كبيرة، وهي أحواض العقيق والعاقول، مما يعنى أن تلك

الأحواض بمنطقة الدراسة تتميز باحتمالات سيول كبيرة؛ وبالتالي قد يترتب عليها خطورة كبيرة، أما أحواض ملل وظلم فمتباينة بين الاحتمالية العالية والضعيفة، ويمكن اعتبارها تتميز باحتمالات سيول متوسطة، أما باقي أحواض التصريف فتقع ضمن فئة أحواض ذات احتمالية سيول ضعيفة، وهي أحواض بواط وقناه والشرقي.



المصدر: من حساب الباحث اعتمادًا على نموذج الشامي (إبراهيم زكريا الشامي،١٩٩٥،ص٦٦ – ٦٩).

شكل(١٤) منحنيات التقييم الهيدرولوجي لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة



المصدر : من إعداد الباحث اعتمادًا على شكل (١٤).

شكل(١٥) درجات خطورة السيول في منطقة الدراسة

٣. التحليل الهيدرولوجي لمنطقة الدراسة:

استخدم الباحث أكثر من معدل لقياس الخصائص الهيدرولوجية لأحواض التصريف كما في الجدول رقم (١٠)، ويمكن عرض تلك الخصائص كما يلي:

- **زمن الوصول :**

تـم اسـتخدام معادلـةزمن الوصـول لقيـاس معـدل الجريـان بـأحواض منطقـة الدراسـة، وهـو الـزمن الـلازم لجريـان قطـرة ميـاه مـن أبعـد نقطـة فـي حـوض التصـريف وصولا إلى منطقة المصب، وتتأثر قيمته بشكل رئيس بخصائص الحوض، وبخاصة طول الحوض، وطول المسافة بين مركز الحوض ومنطقة المنبع، كما تم دراسة أهم الخواص التي تؤثر علي التصريف المائي بالمنطقة في حالة حدوث عاصفة مطرية.

وقد بلغ زمن الوصول أقل وقت في وادي بواط حيث بلغ ٨,٨ ساعة، نظرًا لقلة طول الحوض، في حين بلغ زمن الوصول أعلي قيمة له في حوض وادي العقيق ١٩ ساعة، نظرًا لطول الوادي الكبير على الرغم من الفارق في مناسيب الحوض، الذي من المفترض أن يؤدي إلى سرعة مياهه، فبطبيعة الحال تصل مياه الأحواض القريبة من المصب أسرع من الأحواض التي منابعها بعيدة عن المصب.

جدول(١٠) القيم الهيدرولوجية لأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

الحوض	طول الحوض (L) كم	المسافة بين مركز الحوض ونقطة المصب(كم)	زمن الوصول (ساعة)	مساحة الحوض (كم٢)	حجم المياه مليون متر٣	زمن التباطؤ(ساعة)	زمن التركيز (ساعة)	كمية التدفق المائي (م٣/الثانية)
وادي بواط	٣٠.٠٢	١٢,٩	٨,٨	٤٠٥.٥٨	١,٨٣	١.٥	٢,٨٢	٧٦,٨٨
الوادي الشرقي	٢٠.٨٣	١١,٢	٧,٦	٥٩٧.٨٣	٢,٩	١,٩	٢,٣	١٣١,٢١
وادي العاقول	٤٦.٩٢	٢٣,٧	١٢,١	٧٤٨.٣١	٣,٤٢	١,٣	٣,٩	١٠٣,١٦
واديظلم	٣٧.٦٢	١٩,٥	١٠,٧	٨١٣.٦١	٣,٧٧	٤,٥	٦,٥	١٢٦,٨٣
واديملل	٥٩.٦٩	٢٦,٣	١٣.٥	١٨٠٨.٤٩	٨.٩٥	٣,١	٥	٢٢٣,٤٥

الحوض	طول الحوض (L) كم	المسافة بين مركز الحوض ونقطة المصب(كم)	زمن الوصول (ساعة)	مساحة الحوض (كم٢)	حجم المياه مليون متر٣	زمن التباطؤ(ساعة)	زمن التركيز (ساعة)	كمية التدفق المائي (م٣/الثانية)
وادي قناه	٤٦.٧٥	٢٨,٤	١٢,٨	٢٠٣٥.١٩	١٠	٣,٥	٦,٦٩	٢٦٥,٢١
وادي العقيق	١٠٠.٢	٤٩,٨	١٩	٥١٢٥.٤٧	٢٨,٦	٤,٢	٥,٢	٤٤٩,٩٦
م.المنطقة	٤٨,٨٦	٢٤,٥٤	١٢,٠٧	١٦٤٧.٧٨	٥٩,٤٧	٢,٨٦	٤,٦٣	١٩٦,٦٧١

المصدر:عمل الباحث اعتمادا على البيانات المناخية وجدول (١) ونموذج الارتفاعات الرقمي(dem) والخرائط الطبوغرافية ١:١٠٠٠٠٠.

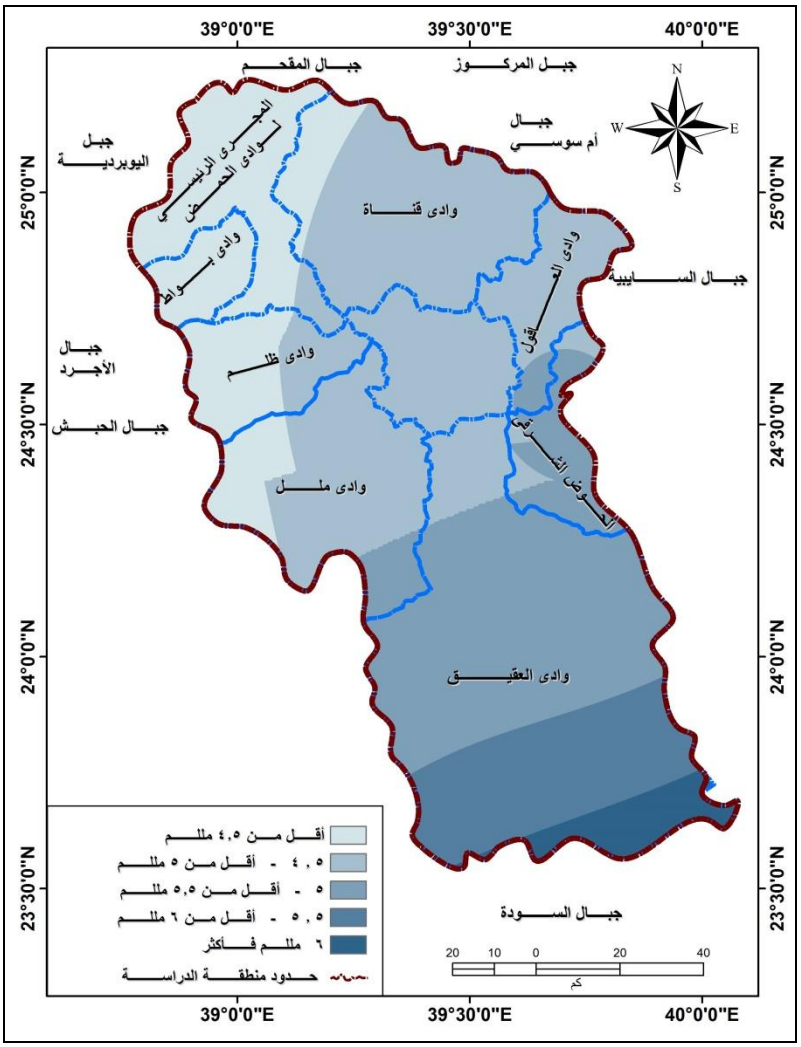
- **حجم المياه :**

أمكن للباحث الحصول على حجم المياه الساقطة على أحواض التصريف بمنطقة الدراسة وذلك من خلال ضربمساحة كل فئة مطرية داخل الحوض مع قيمة هذه الفئة وجمع حجم سقوط المطر الفئوي داخل الحوض وذلك من المعادلة التالية:

$Rm=Rb\times A$ ، حيث Rm تمثل حجم سقوط المطر للفئة داخل الحوض.

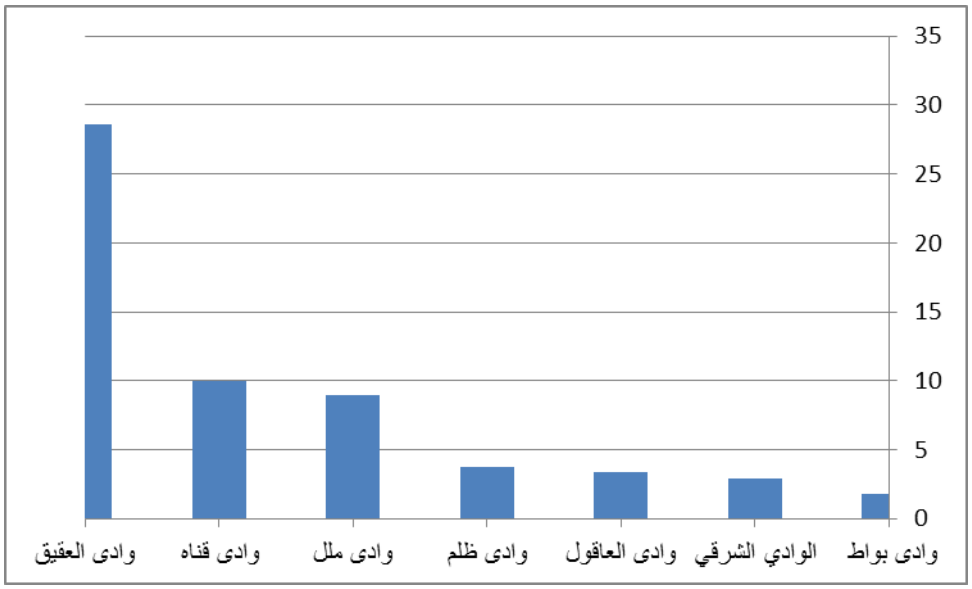
Rb- الفئة المطرية داخل الحوض

A- مساحة الفئة المطرية داخل الحوض



شكل (١٦) توزيع الفئات المطرية وعلاقتها بأحواض التصريف بمنطقة الدراسة

بلغ حجم المياه الساقطة على منطقة الدراسة نحو ٥٩,٤٧ مليون متر٣ ، موزعة على أحواض التصريف بالمنطقة، حيث كان أعلاها في حوض وادي العقيق بكمية ٢٨,٦ مليون متر٣، وأدناها في حوض وادي بواط بكمية ١,٨٣ مليون متر٣ شكل (١٦).



شكل(١٧) كميات المياه الساقطة على أحواض التصريف بمنطقة الدراسة (مليون م٣)

- **زمن التباطؤ :**

بلغت قيمةزمن التباطؤ في منطقة الدراسة٢,٨٦ ساعة، وإن اختلفت هذه القيمة في الأحواض داخل المنطقة، حيث تراوحت بين ٤,٥ساعة في حوض ظلم، و ١,٥ في حوض بواط، ويرجع ذلك إلى أن زمن التباطؤ يزيد في الأحواض شديدة الانحدار، ويقل في الأحواض هينة الانحدار، لذلك فزمن التباطؤ يزيد في الأحواض الجنوبية والغربية جدول (١٠).

- **وقت التركيز:**

يعد وقت تركيز المياه هو الوقت اللازم لمياه الأمطار الساقطة على أبعد أماكن فى حوض التصريف للوصول لمصب الوادي، وبدراسة ذلك داخل أحواض منطقة الدراسة، وُجد أن هناك تفاوت بين أحواض التصريف المختلفة حيث بلغ٦,٦٩ ساعة وذلك في حوض واديقناه، و٢,٣ في الحوض الشرقي، حيث يختلف حجم المياه

ووقت تركيز المياه من حوض لأخر، فيتم زيادة كمية المياه المنصرفةبمرور الوقت طالما ظلت الأمطار مستمرة.

- **كمية التدفق بالمجري:**

وقد تم استخدام معادلة لتقدير أقصي معدل جريان بأحواض منطقة الدراسة، وتمثل هذا في قيمة كمية التدفق بالمجري المائي جدول (١)، والتى بلغت في منطقة الدراسة١٩٦,٦٧١م٣/الثانية، وقد تباينت علي مستوى أحواض التصريف بمنطقة الدراسة، فقد بلغت أقصاها في حوض وادي العقيق بنحو ٤٤٩,٩٦ م٣/الثانية، نظرًا لاتساع مساحته وتشعب مجاريه العليا، في حين بلغت كمية التدفق أدني قيمة لها في حوض وادي بواط بنحو ٧٦,٨٨ م٣/الثانية نظرًا لمساحته الصغيرة.

جدول(١١) كميات صافى الجريان وكميات التبخر والتسرب (مليون م٣) في منطقة الدراسة

الحوض	وادي بواط	الوادي الشرقي	وادي العاقول	وادي ظلم	وادي ملل	وادي قناه	وادي العقيق	م. الدراسة
كمية المطر بالحوض	١,٨٣	٢,٩	٣,٤٢	٣,٧٧	٨.٩٥	١٠	٢٨,٦	٥٩,٤٧
كميات التبخر	٠,٦٦	٠,٥٦	٠,٧	٠,٧٦	١,٧	١,٩١	٤,٨١	١١,١
كميات التسرب	٠,١٥	٠,٢٨	٠,٢٤	٠,٩٢	١,٤	١,٧٨	٥,٣٨	١٠,١٥
مجموع الفاقد	٠.٨١	٠.٨٤	٠.٩٤	١,٦٨	٣,١	٣.٦٩	١٠.١٩	٢١.٢٥
صافى الجريان	١,٠٢	٢,٠٦	٢,٤٨	٢,٠٩	٥,٨٥	٦,٣١	١٨,٤١	٣٨,٢٢

المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على البيانات المناخية، هيئة الأرصاد الجوية مركز المعلومات الوثائق العلمية، إدارة المناخ.

صافى الجريان في الأحواض :

أمكن حساب صافى الجريان وقيمة الفاقد من المعادلتين التاليتين :

صافى الجريان = مجموع كمية الأمطار الساقطة – قيمة الفاقد.

وقيمة الفاقد = التبخر + التسرب.

التبخر :

بلغت قيمة معدل التبخر السنويبمنطقة الدراسة إلى ٧,٥مم.

ثم أمكن حساب كميات التبخر من المعادلة التالية:

كمية التبخر = ٣÷٢٤ × معدل التبخر .

وبالتالي تم حساب كمية المياه المفقودة بالتبخر من المعادلة التالية:

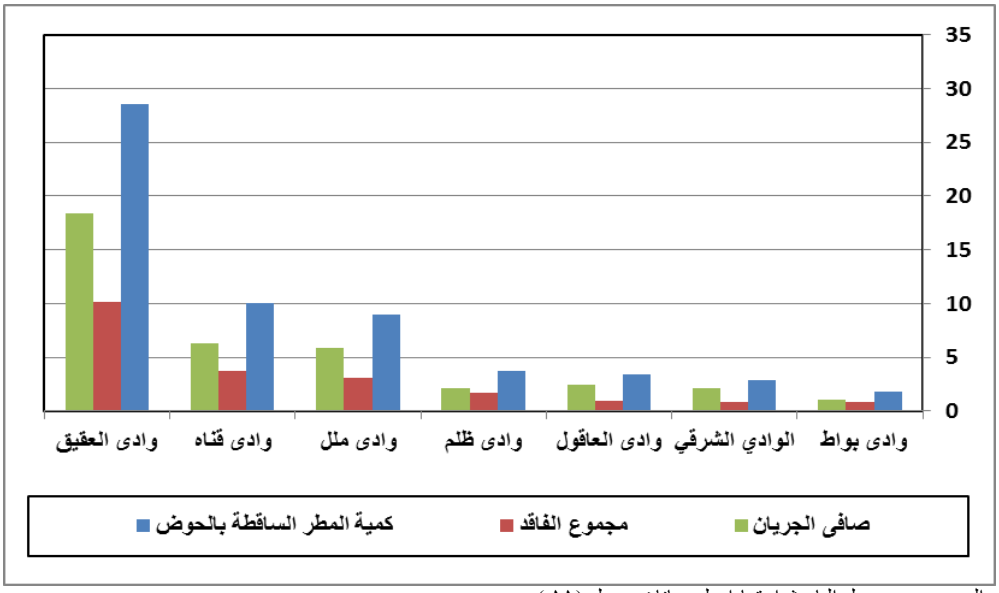
كمية المياه المفقودة بالتبخر= كمية التبخر × مساحة الحوض × ١٠٠٠

(صالح، ١٩٨٥م، ص ٢٢)

وقد بلغت كمية التبخر في منطقة الدراسة**١١,١** مليونم٣،حيث كان أعلاها في حوض العقيق نحو **٤,٨١** مليون م٣، وكذلك حوض قناه**١,٩١** مليون م٣، وبالرغم من أن قيم معدلات التبخر السنوية يجب أن تفوق معدلات الأمطار السنوية، وذلك نظراً لوقوع معظم منطقة الحوض في نطاق المطر القليل. إلا أن النتيجة هنا تختلف نظرا لوجود المرتفعات في القسم الجنوبي والغربي من منطقة الدراسة؛ مما ساعد على انخفاض درجات الحرارة، وقلل من كمية التبخر نسبيًا. جدول (١١).

معدلات التسرب :

تتضافر مجموعة من العوامل لتؤثر على التسرب في أحواض التصريف، ومنها خصائص السطح ورطوبة التربة والنبات الطبيعي، وقد وضع (Wilson.1980, p123) معادله لتحديد قيمة التسرب أثناء زمن التباطؤ جدول (٣)، حيث وصلت قيمة معدلات التسرب إلى ١٠,١٥ مليون م٣ فيمنطقة الدراسة، وكان أعلاها في حوض واديالعقيق٥,٣٨ مليون م٣، وأقلها فيحوض بواط٠.٨١ مليون م٣، مما يعني ارتفاع كمية التسرب عن كمية التبخر بصورة كبيرة جدول (١١).



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على بيانات جدول (١١).

شكل (١٨)كميات المياه الساقطة والمفقودة والصافية فيأحواض منطقة الدراسة(مليون م٣)

رابعاً : المقومات والمحددات الجيومورفولوجية المؤثرة في منطقة الدراسة:

تتنوع المقومات والمحددات الجيومورفولوجية فيا لمنطقة ويمكن تناولها كما يلي:

١- **المقومات الجيومورفولوجية :**

يمكن عرض المقومات الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة فيما يلي:

أ- **الجيومورفولوجيا والعمران :**

يتركز العمران في منطقة الدراسة في مدينة (المدينة المنورة) نظرًا لأهميتها الدينية، أما فيما عداها فتتميز المراكز العمرانية بالتبعثر في باقي منطقة الدراسة، وذلك أمر شائع في البيئات الصحراوية نظرًا لعدم تواجد مساحات زراعية ولسيادة التربات الصخرية غير الصالحة للزراعة، بجانب وجود المرتفعات التي لا تسمح بالتوسع العمراني في كثير من الأماكن، ويتم إنشاء المساكن في صورة تجمعات سكنية فى أماكن توفر المياه الصالحة للاستخدام البشري، يتم بناء المباني السكنية بمواد البناء المتوفرةبالبيئةالطبيعية، وهى الأحجار في المناطق الجبلية، والطين في

مناطق السيول بجوار مجاري الأودية، ويوجد بعض الاختلافات في حجم المباني تبعًا لاختلاف أحجام الأُسر، واختلاف المستوى المادي والاجتماعي والثقافي للسكان. وبدراسة شكل (١٩)، يتضح أن العمران في المنطقة يتأثر بالطبيعة التضاريسية والأودية بالمنطقة(عبد القادر، ١٩٨٣، ص١٠٩)ويمكن عرض العوامل المؤثرة في العمران كالآتي:

- أثرت طبوغرافية منطقة الدراسة علي توزيع المراكز العمرانية بها، فتبتعد تلك المراكز عن المرتفعات، وتميل للتركز في الجهات المنخفضة، حيث تمثل المناطق التي يقل ارتفاعها عن ٨٠٠ متر فوق مستوي منسوب سطح البحر أعلى المناطق تركزًا، بجانب ارتباط تلك المراكز بالقرب من مجاري الأودية الرئيسة، وعيون المياه التي قامت القري بالقرب منها أو حولها، أما المناطق التي يزيد ارتفاعها عن ١٨٠٠ متر فتكاد تختفي بها المراكز العمرانية؛ نظرًا لارتفاعها وشدة انحدار جوانبها ووعورتها.
- أما بالنسبة للمراكز العمرانية وعلاقتها بالأودية فنجد أن أغلب المراكز العمرانية بمنطقة الدراسة تتركز بجوار الأودية؛ نظرًا لصلاحية تربتها للزراعة ووجود مياه جوفية، وبخاصة عند روافد الأودية الرئيسة، وليس عند بطون الأودية رغم خصوبة تربتها حيث من الممكن أن تكون معرضة لخطر السيول، والتجمعات المائية الكبيرة في حالة حدوث أمطار مفاجئة شديدة، إلي جانب كونها مرتفعة الملوحة، لذلك يبتعد عنها السكان، وخير مثال علي ذلك شمال غرب منطقة الدراسة، حيث تسود التربة المالحة شكل (١٢)،وقد ارتبط تواجد السكان وبخاصة في تجمعاتهم الريفية حول الأودية حيث التكوينات الطمية الموجودة في بطون الأودية وروافدها، فقد كانت من أكثر التكوينات جذبًا للعمران، وذلك لما تحويه من تربة خصبة ومياه جوفية. ويلاحظ أن أسماء

المراكز العمرانية الريفية ارتبطت أسماؤها بأسماء الأودية الرئيسة وروافدها، وقد ظهرت تجمعات عمرانية على امتداد روافد وادي العقيق، ومن أهمها: اليتمة، آبار الماشي، الغصن، الباردية، الوادي، العشيرة، الراغبة، الشلايل، اللثامة. كما تتواجد تجمعات عمرانية في غرب منطقة الدراسة ومن أهمها: المليلح، المندسة، ملل، بواط ، وقد جذب وادي بواط عددًا من المراكز العمرانية نظرًا لكونه كان يمثل بعضًا من محطات سكة حديد الحجاز القديمة (الرويثي وخوجلي، ١٩٩٨، ص١١٦).

ب-**الجيومورفولوجيا والطرق:**

تعتبر شبكات الطرق والنقل أحد محاور التنمية في أي منطقة، والضوابط الجيومورفولوجية تؤثر بشكل كبير فى بنية شبكة الطرق البرية وتوجيهها، وتتمثل تلك الضوابط فى تضرس السطح بها، ودرجة الانحدار واتجاهه، وشبكات التصريف المائي بها.

ويمكن عرض أهم أنواع الطرق بالمنطقة فيما يلي:

<u>الطرق الرئيسة الإقليمية</u> :

تشغل الطرق الإقليمية الرئيسة ما يزيد عن ٦٤٦ كم بنسبة ٢٤% من إجمالي مساحات الطرق في منطقة الدراسة ويمكن حصرها فيما يلي:

- طريق يتجه نحو الغرب والجنوب الغربي، مارا بالمراكز العمرانية المسيجد باتجاه مدينة ينبع.
- طريق الهجرة يتجه جنوبًا نحو جدة ومكة والطائف.
- طريق متفرع من طريق الهجرة ناحية الشرق وصولاً إلى مدينة مهد الدهب.
- طريقان من المدينة يتجهان شمالا إلى خيبر ثم يتجه الأول إلى تبوك، والآخر إلي العلا.
- محور عرضي يبدأ من المدينة – الصويدرة–الحناكية – القصيم.

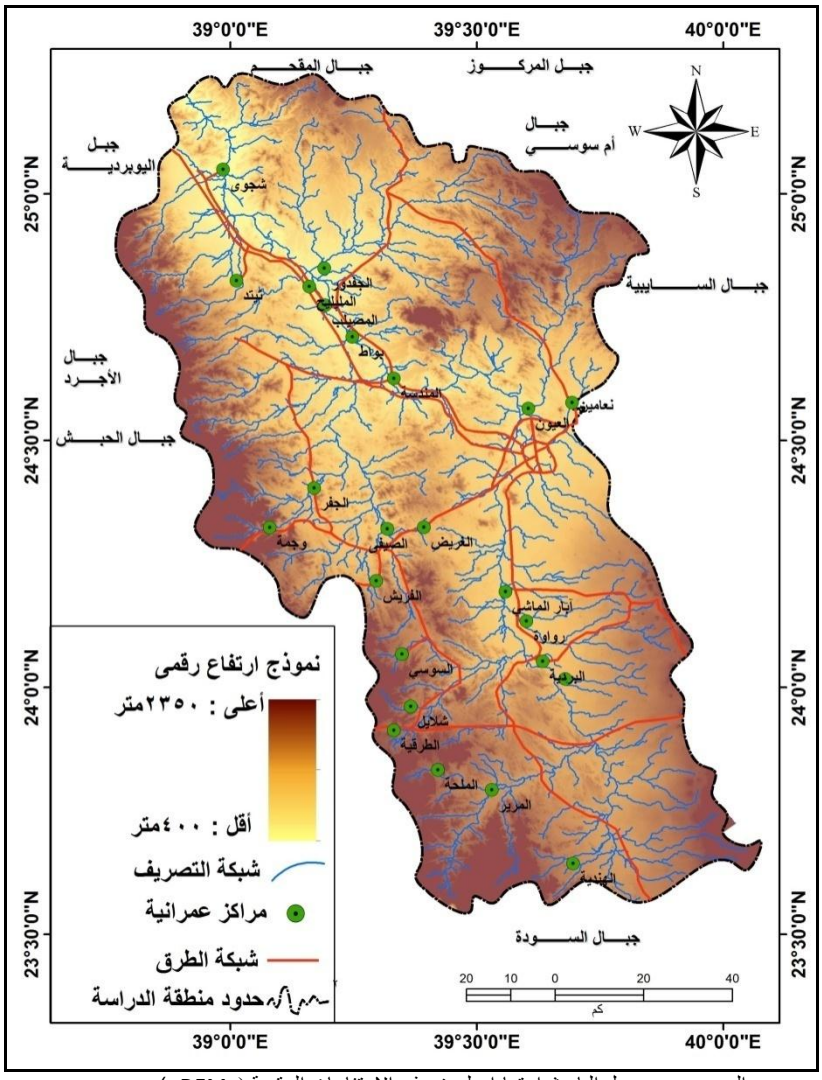
وتأتي المدينة المنورة في المرتبة الأولي بين جميع مدن المملكة العربية السعودية من حيث اتصالها بغيرها عبر شبكة الطرق الرئيسة يليها مدن مكة، وجدة، والرياض، والطائف في المرتبة الثانية (الرويثي وخوجلي، ١٩٩٨، ص٤٤٦).

الطرق المحلية :

وتشغل ما يزيد عن ٢٠٤٤ كم ما يعادل نسبة ٧٦% من جملة أطوال الطرق في المنطقة، وترجع زيادة نسبة الطرق المحلية نظرا لكثرة المخططات الحديثة، ومد الطرق لها، علاوة على رغبة الزائرين لإقليم المدينة المنورة في التنقل بين الأماكن التي شهدت أحداث دينية شهيرة مما أدي لمد عديد من الطرق لتمهيد حركة السياحة الدينية شكل(١٩).

الطرق الترابية:

مجموعة الطرق الواصلة بين التجمعات القروية والطرق المحلية.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM)

شكل (١٩)مراكز العمران وعلاقتها بشبكة الطرق وبالفئات التضاريسية في منطقة الدراسة

٢ – المعوقات الجيومورفولوجية للتنمية فى المنطقة :

تعد المحددات الهيدروجيومورفولوجية قيودًا على التنمية، وسوف يتم تناولها بصورة تحليلية كما يلي:

أ –الأودية ومخرات السيول:

يوجد بمنطقة الدراسة عديد من الأودية، التي تختلف في درجة انحدار سطحها، وسرعة جريان مياهها، ومن تلك المجاري ما هو مستقيم غير متعرج بالقدر الذي يسمح بالاحتفاظ بالمياه لمدة طويلة، ومنها ما هو قليل التعرج، وتمثل هذه الأودية محددات رئيسة للتنمية بالمنطقة، ويجب الأخذ في الاعتبار بعض الإجراءات الاحترازية لتفادي مخاطر السيول، وبخاصة في الركن الشمالي الغربي للمنطقة، والتي من الممكن أن تتجمع فيه مياه الأودية، ومنها ترك حرم للوديان لا يقل عن ٥٠ مترا من حدود الأودية، ويمكن زيادتها أو تقليلها حسب خطورة المنطقة، ويفضل عند تصميم سدود للحماية من السيول استخدام صخور المنطقة، وبخاصة الجرانيت والبازلت حيث لها القدرة على مقاومة العوامل في بناء عوائق السيول.

ب – ندرة المياه الجوفية:

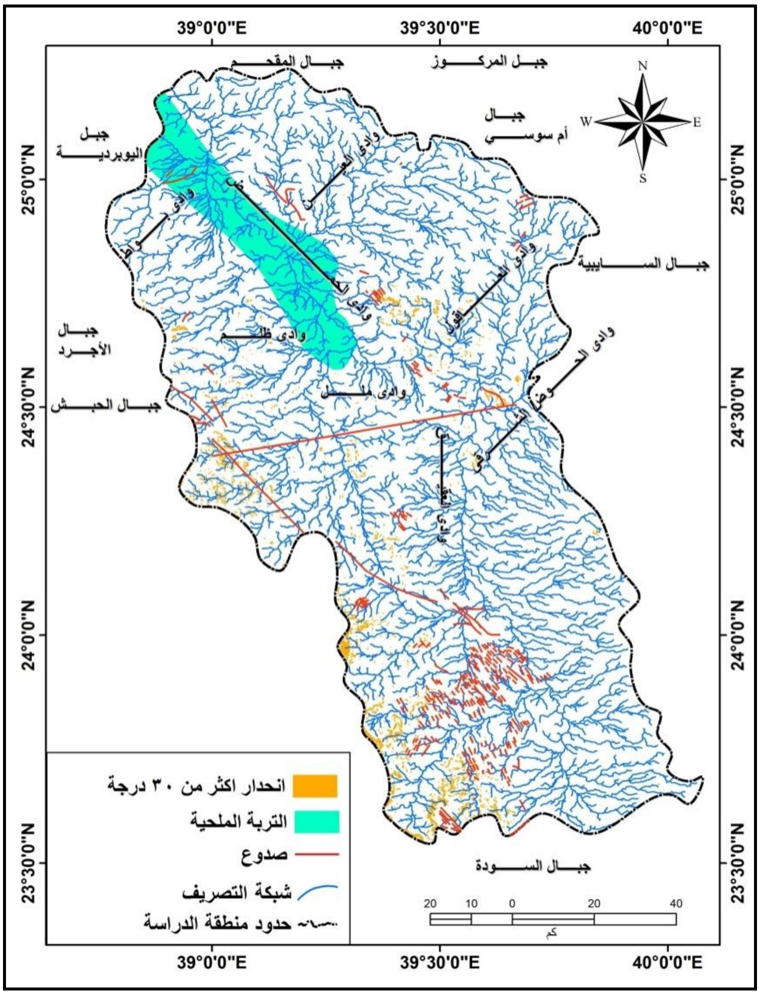
المياه الجوفية في المنطقة سطحية ومعرضة للنضوب نتيجة السحب المستمر من الآبار في بعض المناطق، وعدم تعويض المسحوب من مخزون المياه الجوفية بسبب استهلاكها في ري المزارع مع قلة الأمطار، لذا ينبغي دراسة مواقع السدود في أماكن تجمع الأودية في منطقة الدراسة لمواجهة استنزاف المياه، وأيضا إقامة بعض السدود على مجاري تلك الأودية مع الأخذ في الاعتبار عدم الاستهلاك عن حدود السحب الآمن بعد تقييم قدر الاحتياطي المائي فى الآبار، وذلك برصد مناسيب المياه تحت السطحية بشكل دوري، وتقييم نوعيات المياه، ونسبة الملوحة، واستخدام الطرق الحديثة في الري، والتي تتناسب مع نوع الزراعة، وطبيعة التربة المزروعة، والحد من الإسراف في استهلاك المياه الجوفية، وزيادة مساحات الزراعات قليلة الإستهلاك للمياه، وذلك للحفاظ على المخزون الاستراتيجي للمياه مع أخذ الاحتياطات اللازمة لحماية الخزانات الجوفية من النضوب قدر الإمكان.

ج- مشاكل جيولوجية:

الصدوع من المشاكل الجيولوجية التي قد تعيق العمليات الإنشائية في بعض نواحي المنطقة، وبخاصة في جنوب المنطقة، التي تنتشر فيها الصدوع بشكل واضح، وبخاصة في المنطقة الجنوبية الغربية من منطقة الدراسة، وقد بلغ عدد الصدوع بالمنطقة ٢٧٠ صدعًا مما يجب أخذه في الاعتبار أثناء محاولة استغلال المنطقة شكل (٢٠).

د-التربة الملحية :

تتواجد التربة الملحية بشكل كبير في شمال غرب منطقة الدراسة، حيث تتجمع مياه المجاري الرئيسة بالمنطقة مما قد يؤدي إلى ارتفاع نسبة الملوحة بشكل ملحوظ ويعوق عملية التنمية في تلك التربة، بجانب احتمالية تعرضها لسيول جارفة قد تدمر ما قد يزرع من زراعات في تلك المنطقة أو ما قد يبنى من منشآت.



المصدر : من عمل الباحث اعتمادا على أشكال البحث السابقة.

شكل (٢٠) المحددات الجيومورفولوجية للتنمية بمنطقة الدراسة

خامسا : المناطق الصالحة للتنمية :

لتحديد المناطق الصالحة للتنمية يجب تحليل ما تم دراسته مما سبق من معلومات تخص منطقة الدراسة سواء بالنسبة للمحددات أو للمقومات فضلا عن الدراسة الهيدروجيومورفولوجية للمنطقة بالاستعانة ببيئة نظم المعلومات الجغرافية من خلال وضع مجموعة من المعايير الطبيعية والبيئية والاقتصادية والعمرانية، وقد أمكن

تحديد هذه المعايير وشروطها كما يلي:

- الميل الطبيعي المسموح للأرض المتعامل معها لا يزيد عن ١٥%.
- حرم مجاري الأودية لا يقل عن ٥٠ مترًا من حدودها، قد تزيد أو تقل حسب خطورة الحوض.
- حرم الفوالق الأرضية النشطة لا يقل عن ٢٠٠ متر.
- حرم الطرق الرئيسة ٣٠ مترا.
- حرم الطرق المزدوجة ٥٠مترًا.
- حرم المطار لا يقل عن ١٠ كم.
- حرم الطرق الترابية ٢٠ أمتار.
- الحفاظ على المناطق العمرانية القائمة للمنطقة.

وقد تم تصميم نموذج باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحديد درجات التنمية في منطقة الدراسة، ويقوم النموذج على أساس معالجة بيانات المعوقات الجيومورفولوجية المدروسة في المنطقة مع بيانات الصور الفضائية والخرائط الطبوغرافية الرقمية باستخدام برنامجARCGIS 9.3، وذلك من خلال عدة خطوات وهى :

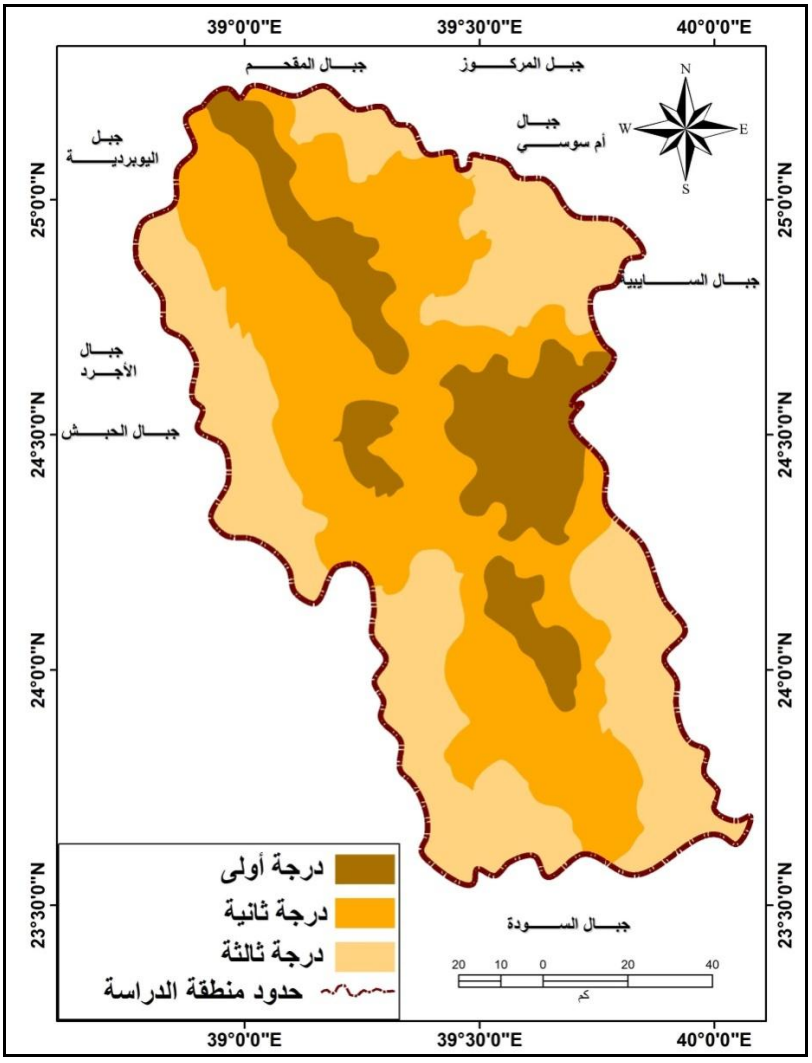
١- إدخال طبقة خطوط الكنتور وكذلك إدخال طبقة التكوينات الجيولوجية السطحية والبنية، بجانب طبقة معدلات الأمطار فى المنطقة.

٢- تم تحديد معاير خاصة بدرجات التنمية سواء درجة أولى أو ثانية أو ثالثة اعتماداً على معايير(حسانين، ٢٠٠٣، ص٦٢).

٣- الاستعانة بطبقات الارتفاعات ودرجات الانحدار وطبقة ظل السفوح وطبقة اتجاه الانحدار.

٤- بعد معالجة كل الطبقات يتم وضع وزن نوعى لكل طبقة.

٥- استخراج خريطة بدرجات التنمية فى منطقة الدراسة كما يتضح من شكل (٢١).



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على بيانات المقومات والمحددات الهيدروجيومورفولوجية وكذلك المعايير العامة للتنمية في المنطقة

شكل (٢١) درجات التنمية في منطقة الدراسة

تتركز المناطق الصالحة للتنمية بالدرجة الأولى في القسم الشرقي والأوسط والشمالي الغربي من المنطقة، وبعض المناطق المبعثرة في أنحاء المنطقة، وهى مناطق صالحة للتنمية العمرانية.

مناطق صالحة للتنمية درجة ثانية، وتتركز في القسم الغربي والشمالي الشرقي من المنطقة تتوفر بها بعض مقومات التنمية المكانية، ومنها بعض الثروات التعدينية، والتجمعات العمرانية المبعثرة.

مناطق صالحة للتنمية درجة ثالثة، تمثل باقي مساحة منطقة الدراسة، وتنتشر في مناطق متباينة من المنطقة، وتنتشر بها روافد الأودية العليا ويندر فيها الغطاء النباتي. كما تشمل مناطق الانحدارات الشديدة ومناطق الصدوع.

التحليل البيئي للضوابط الهيدروجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة SWOT (Analysis)

كلمة SWOT اختصار لأربعة مفردات (القوة Strength، الضعف Weakness، الفرص Opportunity، التهديدات Threats) ، ويفيد هذا التحليل في قياس البيئة الداخلية للدراسة (القوة والضعف)والبيئة الخارجية للدراسة (الفرص والتهديدات)، واستنتاج أهداف استراتيجية لزيادة فرص التنمية ومعالجة نقاط الضعف، ويمكن إجمال ذلك في النقاط التالية:

عناصر القوة

تتوفر عناصر القوة في المنطقة في البيئية الجبلية وبخاصة انها تتمتع بصفة دينية مثل جبل أُحد لذلك امتدت الطرق بين المزارات الدينية المهمة مما يزيد من فرص الاستثمار في المنطقة، وبالتالي العمل على صيانة هذه الطرق بصورة جيدة لاستيعاب الحركة الكبرى للزائرين في مواسم دينية متعددة على مستوي العام، كما تتميز المناطق الوسطي والشمالية الغربية باستواء السطح مما يساعد على زيادة أطوال شبكة الطرق، فضلا عن ان العمران المبعثر في النطاق الجبلي في جنوب وغرب المنطقة تزيد من فاعلية الطرق وأهميتها في المنطقة.

عناصر الضعف

لا شك في أن عناصر الضعف هي الأخطار الجيومورفولوجية في بعض المناطق مثل خطر السيول بجانب الصدوع التي قد تعيق العمليات الإنشائية وخاصة في القسم الجنوبي من المنطقة، والتربة الملحية في شمال غرب منطقة الدراسة.

فرص

مما لا شك فيه ان المنطقة تمثل البعد السياحي الديني للمملكة العربية السعودية حيث تزخر بالزحف السياحي طوال العام، مما يزيد من فرص الاستثمار في إنشاء الطرق من الدرجات المختلفة، فضلا عن انتشار التراث الثقافي المميز في نواحي المنطقة مما أدي لزيادة الاهتمام بشبكة الطرق بالمنطقة.

المخاطر

يمكن إيجاز بعض المخاطر الناتجة عن شق الطرق في منطقة جنوب وغرب المنطقة إلى التغير في البيئة الطبيعية في المنطقة، حيث ان شق الطرق بها وزيادة عدد السياح يؤدى إلى بعض الأثار البيئية السلبية، والتي يمكن ان تقاوم بصورة فعلية من خلال التوعية والتنبيه على زائرين تلك المناطق.

النتائج:

للخصائص الطبيعية للمنطقة دوراً كبيراً في تحديد ظروفها الهيدروجيومورفولوجية حيث سادت بها صخور البازلت والأنديسيت التي يرجع عمرها الجيولوجي إلى ما قبل الكمبري، وهذه الصخور من أوسع التكوينات انتشارًا، ويتواجد في معظمه على شكل تلال متوسطة الارتفاع. كما يتواجد بالمنطقة عديد من الأودية، التي تتسم في بعض أجزائها بالعمق، وتغطي مجاريها التربة الوديانية الحصوية، وبعض الكتل الصخرية، بينما كان الانحدار العام للمنطقة من الجنوب صوب الشمال والشمال الغربي حيث أثر ذلك بصورة كبيرة على المتغيرات الخاصة بشبكة التصريف، أما بالنسبة للخصائص المُناخية فتتميز منطقة الدراسة بصفة عامة بالمُناخ الصحراوي الجاف، وذلك نظرًا للموقع الفلكي للمنطقة ووقوعها ضمن المناطق الجافة المدارية. الذي يتسم بالارتفاع الواضح في درجات الحرارة وقلة الأمطار.

بدراسة الخصائص الهيدرولوجية للمنطقة من حيث المياه السطحية اتضح اختلاف درجات خطورة مياه السيول من حوض إلى آخر حيث كان أعلاها حوض وادي العقيق والعاقول وأقلها حوض وادي قناه وبواط.

بدراسة خريطة درجات التنمية في المنطقة تم تقسيمها إلى ثلاث درجات كان أولها المناطق الصالحة للتنمية تبعاً للمعايير الهيدروجيومورفولوجية، وتركزت في القسم الشرقي والأوسط والشمالي الغربي من منطقة الدراسة، فى حين كانت مناطق الدرجة الثالثة تتمثل في روافد الأودية العليا التي يندر فيها الغطاء النباتي. وتشمل – أيضًا – مناطق الانحدارات الشديدة ومناطق الصدوع.

أولا : المراجع العربية :

١. الرويثي، محمد؛ خوجلي، مصطفي، ١٩٩٨م: المدينة المنورة البيئة والإنسان، الطبعة الأولى، نادي المدينة المنورة الأدبي، دارة الواحة العربية، المدينة المنورة.

٢. السلاوى، محمد سعيد، ١٩٨٩م: هيدرولوجية المياه السطحية، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع والإعلان، طرابلس، ليبيا.

٣. الشريف، عبد الرحمن صادق، ١٩٩٨م: التضاريس، بحث مشارك في كتاب المدينة المنورة البيئة والإنسان، الطبعة الأولى، نادي المدينة المنورة الأدبي، دارة الواحة العربية، المدينة المنورة.

٤. العوضى، حمدينه عبد القادر، ٢٠٠٢م: أحواض التصريف بحوض المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية–دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٥. الوليعى، عبد الله، ١٩٩٧م: تغييرات المناخ في المنطقة الجافة: دراسة حالة المملكة العربية السعودية، الكتاب الجغرافي السنوي، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، الرياض

٦. حسانين، عطا الله فاروق، ٢٠٠٣م: التنمية السياحية المستدامة دراسة تقويمية لبعض معايير التخطيط بقطاع الغردقة سفاجا، رسالة ماجستير، كلية السياحة والفنادق، جامعة القاهرة، فرع الفيوم.

٧. حيدر، أحمد محمد، ١٩٧٨م: الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير، مطبوعات نادي أبها الأدبي.

٨. خضر، محمد محمود، ١٩٩٧م: الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية فى مصر، مع التركيز على السيول فى بعض مناطق وادى النيل، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

٩. سقا، عبد الحفيظ، ١٩٩٨م: أحواض التصريف المائي السطحي وعلاقته بجيومورفولوجية المنطقة الغربية بالمملكة العربية السعودية، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.

١٠. صالح، أحمد سالم، ١٩٨٩م: الأخطار الطبيعية على القطاع الشرقي من طريق نويبع / النفق الدولى، دراسة جيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد ٢١، القاهرة.

١١.طلبه، شحاته سيد أحمد، ٢٠٠٢م: مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية– دراسة علمية محكمة، كلية التربية، جامعة الملك عبد العزيز، من مطبوعات نادي المدينة المنورة الأدبي، المدينة المنورة.

١٢.عبد القادر، عائشة محمد الحاج أحمد، ١٩٨٣م: إقليم المدينة المنورة: دراسة في أحوال السكان وأنماط الاستيطان، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية التربية للبنات، جدة.

١٣.عزيز، محمد الخزامي، ٢٠٠٤م: نظم المعلومات الجغرافية أساسيات وتطبيقات للجغرافيين – الطبعة الثالثة – منشأه المعارف –الإسكندرية.

١٤.علي، متولي عبد الصمد، ٢٠٠٧م: الميزانية المائية لحوض وادي العقيق بالمدينة المنورة دراسة هيدروجيومورفولوجية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الخمسون، الجزء الثاني، القاهرة.

١٥.محسوب، محمد صبري،١٩٩٧م: جيومورفولوجية الأشكال الأرضية، دار الفكر العربي، القاهرة.

١٦.مصطفى، أحمد أحمد، ١٩٩٧م: الخرائط الكنتورية – تفسيرها وقطاعاتها، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

ثانيا : المصادر والتقارير :

١. الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة(١٩٩٩م): التوقعات الفصلية (شتاء وربيع ٢٠٠٠م)،الإصدار الخامس، مركز المعلومات الوثائق العلمية، إدارة المناخ.

٢. مصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية (٢٠١٢): مركز المعلومات، الوثائق العلمية، إدارة المناخ، التقارير السنوية (١٩٧٠-٢٠١١)م.

٣. وزارة الزراعة والمياه، (٢٠٠٢م): أطلس التربة للملكة العربية السعودية، الرياض.

٤. وزارة الزراعة والمياه، إدارة تنمية موارد المياه ، قسم الهيدرولوجيا(٢٠٠٥): تقارير عن السيول وهطول الأمطار. تقارير غير منشورة.

ثالثا : المراجع الأجنبية :

1- **ALhusban, Y, &Alzeriqat, D. (2015):** Morphometric characteristics of the Zarqa River Basin in Jordan using geographic information systems and DEM, Journal of Studies, Humanities and Social Sciences, Vol 42(1), pp: 1281-1294.

2- **Badr, H. (2012):**Morphomitri analysis of WadiAlmor, and current evaluation of the quality of water in it, Damascus University Journal of Science and Engineering, Vol28 (1), Damascus, Syria pp: 39-52.

3- **Beven, K. and Wood, E.F. , (1983) :** Catchment geomorphology and the dynamics of runoff contributing areas. Journal of Hydrology, 65: 139 – 158.

4- **Charave S, (2011):** Morphometric Analysis using GIS Techniques: a case study of Valheri River basin, tributary of Tapi River in Nandurbar District (M.S) International Referred Research Journal,Volume 3, No31, pp: 62-63.

5- **F. F. Snyder,(1938):** Predtion and Modeling of Flood Hydrology and Hydraulics1Jorgea.Ramires, Water Resources, Hydrologic and Environmental Sciences Civil Engineering Department Colorado State University Fort Collins, Colorado 80523-1372, USA.

6- **Hamdan, S, & Abu Amra, S. (2010):** Some characteristics morphometric part upper basin Aremeiman central west of the Jordan using traditional methods and GIS software (a comparative study), Al-Azhar University Journal in Gaza, a series of Humanities, V 12(2), pp: 595-620.

7- **HICHOCK, R. B. and others., (1959):**Hydrograph synthasis for Small Arid Land Water sheds. Agricultural of physical Geolog. 4th. Edition. Champmans, Hall. London.

8- **HORTON, R.E., (1945):** Drainage basin characteristic, geophysics. Union. Trans., V., 13, PP. 350-361.

9- **Jenita, M, &Zahid, H. (2011):** Morphometric analysis of the manas river basin using earth observation data and geographical information system, International journal of geometics and geosciences, Vol 2, No 2. PP: 647-654.

10- **Kldeep, P, &Upasana, P. (2011): Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS, International Journal of Geomatics Volume 2 ,No 1 , pp: 284-269.**

11- **Kusre, B. (2013): Hypsometric analysis and watershed management of diyung watershed in north Eastern India, Journal Geological society of India, Vol 82 . PP: 262-270, India.**

12- **Masarweh, T, (2015): The assessment of water resources and their effects on the environment in the basin of the valley Hasa using applications geographic information system, unpublished PhD thesis, University of Jordan, Amman, Jordan.**

13- **Miller, V., (1953):Aquantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area, project NR 389 – 042, Tech. Rept.3., Columbia uni**

14- **Weyman, D. R.(1975): Runoff processes and stream flow 9- modeling. Oxford University Press, London.**

15- **Wilson, E.M.(1980): Engineering Hydrology. Elbs and Macmillan, London.**

رابعا : البرامج المستخدمة والمواقع الالكترونية :

1 -Global Mapper .v 8.0 2002 .www. Global mapper.com.
2-ESRI (2004) Arc GIS 9.2 Redland California ESRI.Inc.USA
3 -www.nasa.gov.
4-www.wunderground.com
5 -https://ar.wikipedia.org/wiki