



الجمعية الجغرافية المصرية

الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير بالمدينة المنورة

الدكتور/ متولي عبد الصمد عبد العزيز علي

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المشارك بجامعة طيبة بالمدينة المنورة،

أستاذ الجغرافيا الطبيعية المساعد بجامعة القاهرة

سلسلة بحوث جغرافية

العدد الخامس والخمسون - 2012

فهرس المحتويات

صفحة	الموضوع
1	المقدمة.
2	- أهداف الدراسة.
4	- إشكالية الدراسة.
4	- فرضيات الدراسة.
5	- الدراسات السابقة.
5	أولاً : التوزيع الجغرافي للتكوينات الجيولوجية والرواسب.
12	ثانياً : أحواض الشعاب بجبل عير.
19	- الخصائص التضاريسية لشعاب جبل عير.
26	- الانحدار.
32	- خصائص شبكة التصريف بجبل عير.
49	الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير.
50	- الأشكال البنيوية.
50	- أشكال الانهيارات الأرضية.
54	مقترحات الدراسة.
55	ملحق المصفوفة الارتباطية لمتغيرات أحواض وشبكات التصريف بجبل عير.
57	ملحق الصور الفوتوغرافية.
62	المراجع والمصادر.

فهرس الأشكال

صفحة	عنوان الشكل	م
3	الموقع الجغرافى لجبل عير .	.1
7	التوزيع الجغرافى للتكوينات الجيولوجية بجبل عير .	.2
9	التوزيع النسبى للتكوينات الجيولوجية بجبل عير .	.3
18	أحواض التصريف الرئيسة بجبل عير بالمدينة المنورة.	.4
22	أنموذج الارتفاع الرقى لجبل عير .	.5
27	منظر مجسم لجبل عير .	.6
28	درجات الإنحدار بجبل عير .	.7
31	اتجاهات الإنحدار بجبل عير .	.8
33	شبكة التصريف بجبل عير بالمدينة المنورة.	.9
37	العلاقة بين الرتبة النهرية وأعداد المجارى وإجمالى أطوال المجارى ومتوسط أطوالها.	.10
51	الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير .	.11
53	المناطق التى اقتطعت من جبل عير خلال الفترة من 1990-2010م.	.12

فهرس الجداول

صفحة	عنوان الجدول	م
8	توزيع التكوينات الجيولوجية بجبل عير .	.1
15	الخصائص المساحية للشعاب بجبل عير .	.2
21	الخصائص التضاريسية لأحواض الشعاب بجبل عير .	.3
25	العلاقة درجات الوعورة لميلتون ونوع الجريان .	.4
29	خصائص درجات الانحدار بجبل عير .	.5
34	أعداد وأطوال شبكة التصريف بجبل عير بالمدينة المنورة .	.6
42	متغيرات شبكة التصريف .	.7
47	المصفوفة العاملة لمتغيرات أحواض التصريف وشبكاتها بشعاب جبل عير .	.8

فهرس الصور الفوتوغرافية

صفحة	عنوان الصورة	م
57	بانوراما لجبل عير.	1.
57	تكوينات الداوناك على الجانب الشرقي للجبل.	2.
58	تفكك الصخور النارية بفعل عوامل التجوية.	3.
58	مجرى أحد الشعاب الكبيرة على الجانب الغربي وينتهي إلى وادي العقيق.	4.
58	انتشار الحافات الصدعية على الجانب الجنوبي الغربي للجبل.	5.
59	الانحدارات الخفيفة على الجانب الغربي لجبل عير.	6.
59	إرسابات المراوح الفيضية ترتكز فوق الصخور النارية.	7.
59	تخطيط الأرض تمهيدا لإقامة المخططات السكنية على الجانب الغربي.	8.
60	الصخور المتساقطة على الحافة الجنوبية للجبل.	9.
60	إرسابات ركام الهشيم على الحافة الشرقية للجبل.	10.
60	ردم أحد مجاري الشعاب الصغيرة على الجانب الغربي.	11.
61	المخططات السكنية الحديثة (الخالية من السكان) على الأطراف الشرقية للجبل.	12.
61	عمليات التحجير على الجانب الشمالي الشرقي لجبل عير.	13.
61	قطع الحافة الغربية لإنشاء الطرق والمخططات السكنية.	14.

المقدمة

يعد جبل عَيْر⁽¹⁾ ثاني أشهر جبال المدينة المنورة بعد جبل أحد، فقد ورد ذكره في الحديث الشريف "المدينة حرم من عير إلى ثور وبين لابتيها"⁽²⁾، ويعد جبل عير الحد الجنوبي للحرم النبوي الشريف كما يجاوره ميقات ذي الحليفة من جهة الشمال الغربي. ومن الناحية الطبيعية فقد ظل جبل عير بعيدا عن اهتمام الجغرافيين على الرغم من أهميته الدينية والجغرافية.

ويقع جبل عير جنوبي المدينة المنورة وتبعد النقطة التي تتوسط الجبل نحو 9.8 كم عن الحرم النبوي، بينما يبعد طرفه الشمالي الشرقي عن الحرم بنحو 7.6 كم في خط مستقيم.

وبالنسبة للموقع الفلكي فيمتد الجبل شمالا حتى خط عرض $24^{\circ} 25' 05''$ شمالا، أما طرفه الجنوبي فيقع على خط عرض $24^{\circ} 21' 44''$ شمالا، ويمتد الجبل بين خطي طول $39^{\circ} 35' 42''$ شرقا، $32^{\circ} 32' 39''$ ، ويحده من الشرق والجنوب حرة رهط البركانية ويحده من جهة الغرب والشمال الغربي وادي العقيق (شكل 1).

وقد تم تحديد خط كنتور 650 فوق مستوى سطح البحر لتحديد الجبل من أجل أن تشمل الدراسة الجبيلات الصغيرة التي تقع في الشمال الشرقي للجبل والتي اقتطعت منه بفعل عوامل التعرية، ويبلغ أقصى منسوب للجبل نحو 1017 مترا فوق مستوى سطح البحر (صورة 1).

(1) جبل عير بفتح العين وتسكين الياء سمي بهذا الاسم لاستواء سطحه وتشبيها له بظهر الحمار الممتد باستواء.

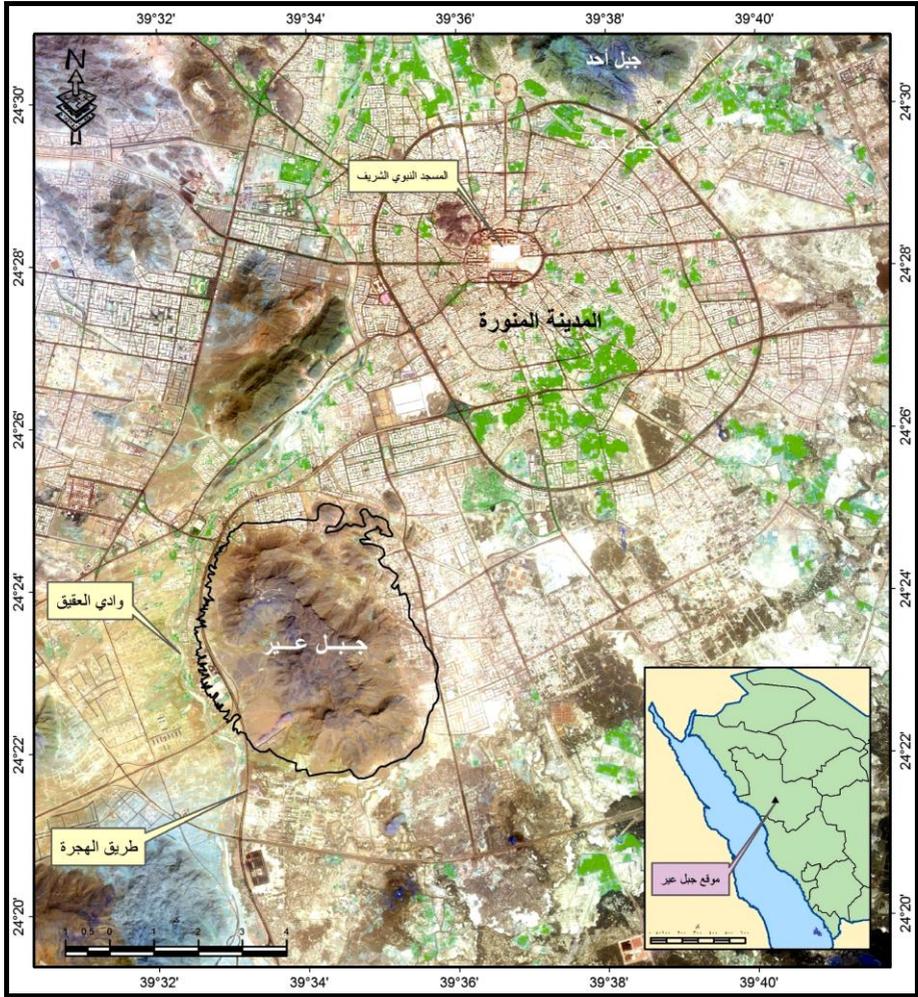
(2) لابتيها أي حرتيها، الحرة الشرقية الحرة الغربية.

وقد أدى امتداد جبل عير في الاتجاه - الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي - إلى انحراف وادي العقيق بزاوية مقدارها 23° جهة الشمال الغربي كي ينفادى جبل عير، واستطاع الوادي أن يكون ثنية نهرية يبلغ طولها نحو 8.3 كم، ويتجه الوادي خلال هذه الثنية نحو الشمال الغربي لمسافة 2.2 كم ثم يعود إلى الاتجاه الرئيسي نحو الشمال لمسافة 1.1 كم ثم يعاود الانحراف جهة الشمال الشرقي بزاوية مقدارها 14° جهة الشمال الشرقي لمسافة 4.5 كم ثم يعاود الوادي اتجاهه الرئيسي صوب الشمال.

أهداف الدراسة :

- دراسة الملامح العامة والجيولوجية لجبل عير.
- دراسة تفصيلية للشعاب الشرقية والغربية للجبل.
- دراسة شبكة تصريف الشعاب وخصائصها والظواهر المرتبطة بالشعاب.
- دراسة الأشكال الأرضية الأخرى كالمراوح الفيضية وأشكال الانهيارات الأرضية.
- دراسة التغيرات التي أحدثتها الأنشطة البشرية على الأشكال الجيومورفولوجية وخاصة على الأطراف الشرقية والغربية للجبل.
- كيفية الاستفادة من موقع الجبل ومكانته الدينية في تنمية وتطوير المنطقة المحيطة به.

وتعتمد الدراسة على المنهج الإقليمي إذ يعد جبل عير إقليمياً جيومورفولوجياً متميزاً يضم العديد من الأشكال الأرضية كالشعاب والمنحدرات والبروزات الجبلية وأشكال الانهيار الأرضي. وقد اعتمدت الدراسة على بعض الأساليب الإحصائية المتقدمة وخاصة التحليل العاملي لدراسة وتحليل العلاقات بين متغيرات الشعاب والوصول إلى مجموعة من العوامل الرئيسية التي أثرت في نشأة وتطور هذه الشعاب.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على صور القمر الصناعي 2012 Spot.

شكل (1) : الموقع الجغرافي لجبل عير.

كما اعتمدت الدراسة على تحليل المرئيات الفضائية لثلاث فترات زمنية وهي 1990، 2000، 2010م وذلك للوقوف على مدى التغير الذي اعترى جبل عير خلال هذه الفترات، كما كان للخرائط الطبوغرافية بمقياس 1 : 50000 دورها المهم

في الدراسة، كما اعتمدت الدراسة على نموذج الارتفاع الرقمي DEM لدراسة درجات الانحدار واتجاهه على الجبل.

كما أسهمت الدراسة الميدانية في رصد الكثير من الظواهر الجيومورفولوجية كمجاري الشعاب والمراوح الفيضية وكذلك تم رصد أحدث التغيرات العمرانية على الجبل.

إشكالية الدراسة :

يدور جدل علمي واسع بين الباحثين عن كيفية الاستفادة من الأشكال الأرضية فالبعض يفضل عدم الاقتراب من الظواهر الطبيعية وعدم تغيير معالمها الأصلية بينما يرى الآخرون استثمار هذه الأشكال في الأنشطة البشرية التي من أهمها التوسع العمراني والزراعي.

وبالنسبة لجبل عير فقد سجلت الدراسة زحفا عمرانيا كثيفا حول الجبل وعلى أطرافه وخاصة الشرقية منها، بل أن التوغل العمراني أدى إلى اقتطاع أجزاء من حافات الجبل من أجل مد الطرق وإقامة المخططات السكنية. وتحاول الدراسة الحالية توضيح الطريقة المثلى للاستفادة من جبل عير وهل ما يجري حاليا حول الجبل هو الطريقة المثلى للاستفادة منه أم لا.

فرضيات الدراسة :

- لم يغير النمو العمراني حول جبل عير من ملامحه ولا تأثرت الأشكال الأرضية بالمنطقة.
- لم تتأثر الشعاب الشرقية والغربية بالنمو العمراني حول الجبل.
- الاستخدام الحالي للمنطقة المحيطة بالجبل هو الاستخدام الأمثل ولا بد من إقامة المزيد من المخططات السكنية.

- لا يمثل جبل عير خطرا كامنا على المخططات السكنية التي أقيمت عند سفوحه.
- يتمثل توزيع المخططات السكنية على كلا جانبي الجبل.

الدراسات السابقة :

لم ينل جبل عير حظه من الدراسات الجغرافية التفصيلية ولكنه ورد ضمن بعض الدراسات الجغرافيا ومنها :

- دراسة (الشريف، 1998) ضمن مؤلف المدينة المنورة : البيئة والانسان، وقد تناولت الدراسة التركيب الجيولوجي للمدينة المنورة وتطور جبالها وأوديتها كما أشار الشريف إلى أن جبل عير يشكل منظرا مغايرا لبقية تلال المدينة المنورة من حيث قمته التي تتسم باستوائها.

- دراسة روبول (Roobol, 1998) عن الأطراف الشمالية لحره رهط والتي تناولت الخصائص الجيولوجية والتركيبية للحره وجبل عير وبعض تلال المدينة المنورة، واعتمدت الدراسة على العمل الميداني بصورة رئيسية لرصد هذه التكوينات وخصائصها.

أولا : التوزيع الجغرافي للتكوينات الجيولوجية والرواسب.

يقع جبل عير في نطاق انتقالي بين تكوينات البازلت في جنوبيه وشرقه والإرسابات الحديثة في شماله وغربه، أما جبل عير ذاته فيتألف من تكوينات البازلت الثلاثي Tertiary Basalt والتي تتركز بدورها فوق صخور ما قبل الكمبري بسطح عدم توافق (Roobol, 1998, p. 5).

كما تنتشر تكوينات داوناك التي ترجع لزمن الحياة الأولية الأعلى Upper Proterozoic والإرسابات الحديثة التي ترجع إلى الرباعي Quaternary، وفيما يلي عرض تفصيلي لهذه التكوينات والإرسابات من الأقدم إلى الأحدث :

* تكوينات داوناك :

تمثل هذه التكوينات القسم الأعلى من مجموعة صخور الفريخ التي تتركز بدورها فوق مجموعة صخور العيص بسطح عدم توافق، وترجع صخور الداوناك لزمن الحياة الأولية الأعلى Upper Proterozoic (1800-2500 مليون سنة قبل الآن).

وتتألف صخور الداوناك من الحجر الرملي والجرايوكي⁽¹⁾ والكونجلومرات والحجر الطيني والرخام (Pellaton, 1981) (صورة 2).

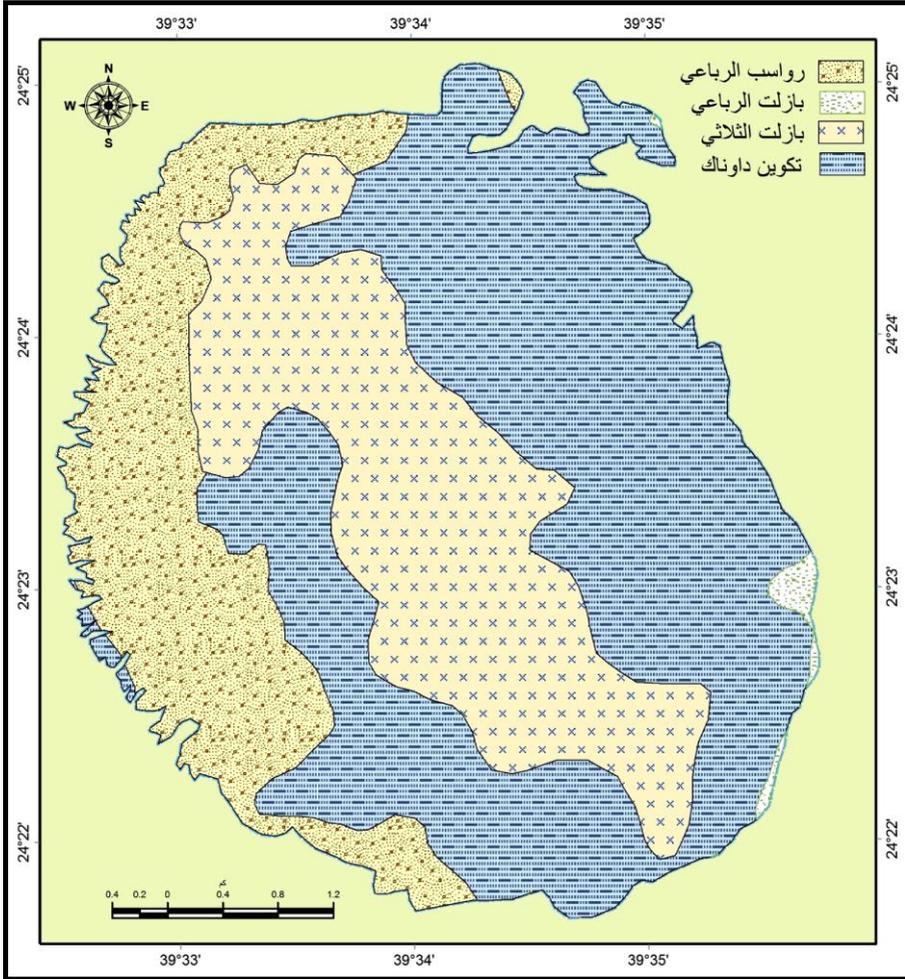
وفي دراسته على مكاشف الصخور بمنطقة جبل عير أوضح العوضي أن هذه الصخور تتألف من الحصى الذي تتراوح أقطاره بين 8، 15 سم تفصلها راقات من الحجر الرملي الرمادي كما تظهر بعض عدسات الرخام Marble Lenses (العوضي، 2002، ص 18).

وتشغل هذه الصخور نحو 12.4% من مساحة جبل عير بنسبة تبلغ نحو 50% (شكل 2)، وتظهر هذه الصخور في صورة حزام يحيط بصخور البازلت الثلاثي التي تتوسط الجبل والأحدث من صخور الداوناك عمرا، ويبلغ طول هذا النطاق نحو 11 كم ومتوسط عرضه نحو 0.63 كم، ولا —

(1) الجرايوكي عبارة عن حجر رملي ذو لون داكن غير متجانس الحبيبات وغير ناضج نسيجيا ويحتوى على الكوارتز والفلسبار وكمية كبيرة من المفتتات الزاوية.

ينقطع امتداد صخور الداوناك إلا في الجزء الشمالي الغربي للجبل ولمسافة 3.6 كم، ومن المحتمل أن صخور الداوناك تمتد أسفل تكوينات البازلت الثلاثي

التي تتوسط الجبل.



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الخريطة الطبوغرافية للمدينة 1981 بمقياس 1 : 250000.

شكل (2) : التوزيع الجغرافي للتكوينات الجيولوجية بجبل عير .

وتشير خصائص هذه التكوينات إلى ظروف ترسيب نهية إبان تكوين هذه الصخور مما قد يؤدي بدوره إلى احتمال وجود بعض المياه الجوفية وان كان

ذلك يحتاج إلى مزيد من الدراسات الجيولوجية والهيدروولوجية.

جدول (1) : توزيع التكوينات الجيولوجية بجبل عير.

النسبة المئوية	المساحة كم2	نوع الصخور
50.08	12.34	تكوينات الداوناك
0.65	0.16	بازلت الرباعي
21.36	5.26	إرسابات الرباعي
27.91	6.88	بازلت الثلاثي
100	24.64	الإجمالي

* صخور البازلت الثلاثي :

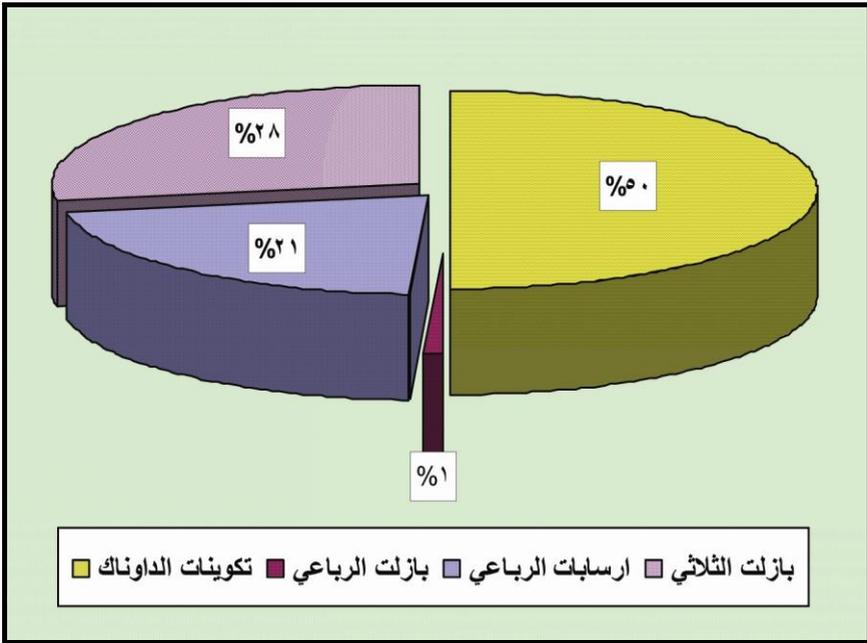
تكونت هذه الصخور بسبب النشاط البركاني خلال الزمن الثلاثي Tertiary والذي واكب عمليات الرفع في غربي الجزيرة العربية بسبب الأخدود الإفريقي العظيم Great Rift Valley، وتتألف هذه الصخور بصورة أساسية من البازلت والانديزيت التي اندفعت في منطقة الدرع العربي، وقد تأثرت المدينة المنورة بهذه المسكوبات البركانية والتي تغطي أغلب أرجائها فيما عدا الجزء الشمالي منها والذي يحتله جبل أحد (عبد الصمد، 2006، ص 5).

وبالنسبة لجبل عير فإن صخور البازلت الثلاثي تمتد بصورة متصلة بوسط الجبل تقريبا على هيئة نطاق يأخذ الاتجاه الشمالي الغربي الجنوبي الشرقي ويحيط بهذا النطاق صخور الداوناك من أغلب أرجائه، وكما وأشرنا فإنه من المحتمل أن صخور الداوناك تمتد أسفل صخور البازلت.

وتغطي صخور البازلت نحو 6.87 % بنسبة 28% من مساحة الجبل (جدول 1 وشكل 3)، إلا أنها تنتشر انتشارا كبيرا في المنطقة المحيطة بجبل

عير مما قد يوحي بأن الجبل قد شهد ارتفاعا بعد فترة النشاط البركاني التي كونت صخور الحرات، وقد ذكر (Pellaton, 1981) أن البازلت الثلاثي يرتكز أحيانا على طبقات من الحصى والرمل، بينما يتموضع في أماكن أخرى فوق صخور الأساس النارية، وفي دراسته عن صخور البازلت بالمدينة المنورة باستخدام النظائر المشعة أوضح أن صخور البازلت الموجودة بالجبل تنتمي إلى فترتين :

- * الأولى نتاج نشاط بركاني حدث منذ 11.1 مليون سنة.
- * الثانية نتاج نشاط بركاني حدث منذ 7.7 مليون سنة.



شكل (3) : التوزيع النسبي للتكوينات الجيولوجية بجبل عير.
وتتنتمي صخور البازلت بجبل عير للفترة الأولى ويرمز لها على الخرائط الجيولوجية بالرمز B1 (الهلال، 2007، ص 142).

ومن المعروف أن تكوينات البازلت الثلاثي تغطي سطح جبل عير ويصل أقصى ارتفاع لها نحو 1017 مترا، وقام الباحث برصد منسوب هذه التكوينات حول جبل عير وقد وصل منسوبها نحو 600 متر فقط في جبل مريخ الذي يبعد نحو 54 كم من جبل عير جهة الشمال الغربي، وبحساب فارق المنسوب والذي يبلغ 417 مترا خلال الفترة الزمنية لهذا الصخور والتي تصل لنحو 11 مليون سنة (الهلال، 2007، ص 142)، ومع اعتبار ثبات معدل التعرية بالمنطقة فيتضح أن معدل ارتفاع الجبل يبلغ نحو 37 متر/مليون سنة أو نحو 0.0037 سم/سنة، وربما كان معدل الارتفاع أسرع خلال الثلاثي من الوقت الحاضر. والاعتقاد السائد أن سبب الارتفاع يعود للغلاف المائع Asthenosphere⁽¹⁾ والذي يمد الدرع العربي بالحرارة تحت الخط البركاني الممتد من مكة المكرمة مرورا بالمدينة المنورة إلى صحراء النفود (Roobol, 1998, p. 5).

* البازلت الرباعي Quaternary Basalt :

وترجع هذه الصخور إلى نهاية الثلاثي وبداية الرباعي، وتتألف من الحمم البركانية السوداء المؤلفة من صخور البازلت، وتمثل هذه الصخور نحو 0.16% من مساحة الجبل، وتتركز في الأطراف الجنوبية الغربية للجبل — (1) Asthenosphere منطقة من الوشاح mantle تقع تحت القشرة، على عمق 100 إلى 350 كم تحت السطح، وتتميز بأن الصخور فيها تكون لدنة ولها درجة قليلة من الشدة ويسهل تشويهاها، وتكون سرعة الموجات الزلزالية فيها منخفضة بينما إعاقة attenuation الموجات الزلزالية تكون عالية.

في صورة شريط ضيق يبلغ طوله نحو 2 كم تقريبا ولا يتعدى متوسط عرضه بضعة عشرات من الأمتار (شكل 2).

ويشير الانتشار المحدود لهذه الصخور إلى أن عمليات الرفع التي أثرت بجبل عير قد بدأت منذ الثلاثي وبنهاية الزمن الثلاثي الجبل قد بدأ يأخذ شكله الحالي ومن ثم لم تستطع الطفوح البركانية الحديثة إلا أن تغطي مناطق محدودة من الجبل، كما نستطيع القول بأن النشاط البركاني الذي حدث خلال الثلاثي قد صاحبه حركة رفع كبيرة أثرت في غربي الجزيرة العربية عامة ومنطقة الدراسة على وجه الخصوص (العوضي، 2002، ص ص 6-7).

* إرسابات الرباعي Quaternary Deposits :

شهد الزمن الرباعي بعصره (البليستوسين والحديث) تغيرات مناخية عديدة وتكتونية محدودة إذ بدأ جبل عير يأخذ شكله الحالي وحدثت فترتين للنشاط البركاني لم تترك آثارهما على جبل عير، ولكن الصخور البركانية التي تنتمي للرباعي تغطي أغلب منطقة المدينة المنورة وخاصة أجزائها الغربية.

ونشطت التعرية المائية خلال الفترات المطيرة بعصر البليستوسين والتي حددها العوضي بفترتين كبيرتين، تتبع الأولى البليستوسين الأسفل والأخرى قرب نهاية البليستوسين (العوضي، 2002، ص ص 25-28).

وقد استطاعت هذه الفترات المطيرة أن تشكل الأودية العديدة التي توجد بالمنطقة كما أنها أسهمت بشكل فاعل في نشأة الشعاب العديدة التي ترصع جبل عير، وبنهاية عصر البليستوسين دانت الغلبة لعمليات التجوية والرياح والتي أسهمت في انتشار الرواسب على جانبي جبل عير وفي بطون الشعاب (صورة 3).

وتتمثل رواسب الرباعي فيما يلي :

أ. إرسابات بطون الشعاب ومصباتها (صورة 4).

وتتألف هذه الإرسابات بصورة أساسية من الرمل والصلصال والحصى وتقل أحجامها كلما اتجهنا صوب مصبات الشعاب.

ب. رواسب المنحدرات والمراوح الفيضية.

وتنتشر هذه الرواسب على المنحدرات الغربية للجبل وتكاد تختفي على المنحدرات الشرقية وربما يرجع ذلك إلى النشاط البركاني الذي تظهر آثاره شرقي الجبل والذي كان يغطي هذه الرواسب، بالإضافة إلى أن الانحدار الفجائي للمنحدرات الشرقية قلل من احتمال وجود هذه الرواسب على المنحدرات الغربية التي تتسم بتدرج انحداراتها، كما لا يمكن إغفال تأثير العامل البشري والذي عمل على تسوية الأجزاء الشرقية للجبل وأزال رواسب المراوح الفيضية، وأقام عليها الكثير من المخططات السكنية.

وتتألف هذه الرواسب من الحصى رديء التصنيف والرمل الخشن ويلاحظ أن هذه الإرسابات تقل أحجامها كلما اقتربنا من مجرى وادي العقيق الذي يجري غربي الجبل، وتزداد هذه الرواسب سمكا كلما ابتعدنا عن منحدرات جبل عير الغربية باتجاه وادي العقيق.

وتغطي الرواسب نحو 5.26% من سطح جبل عير بنسبة 21% تقريبا من إجمالي مساحة الجبل (جدول 1).

ثانياً : أحواض الشعاب بجبل عير.

اعتمدت الدراسة الحالية على استخراج أحواض التصريف وشبكة

التصريف للشعاب من عدة مصادر هي :

أ- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1 : 50000

ب- المرئيات الفضائية من نوع LandSat TM

ج- نموذج الارتفاع الرقمي Digital Elevation Model بدرجة وضوح 30 متر .

ويتضح من شكل (3) أن جبل عير يضم نحو 33 حوضا ولكن أغلبها أحوض لشعاب قزميه المساحة ومن ثم فقد اقتصرَت الدراسة الحالية على الشعاب الرئيسية كبيرة المساحة والتي يقدر عددها بستة أحواض، ثلاثة منها تقع شرقي الجبل وثلاثة في غربي الجبل وتتضح خصائصها المساحية في جدول (2) :

ومن خلال جدول (2) يتضح ما يلي :

- تتفاوت مساحات أحواض التصريف بين 3.6، 0.76 كم² وهي بصفة عامة تتدرج تحت فئة الأودية الصغيرة التي تسمى بالشعاب، وبلغ الانحراف المعياري نحو 1.29 ومعامل الاختلاف نحو 57%، وسجل شعب 1 شرق أعلى مساحة يليه شعب 2 غرب، ويشير صغر مساحة الشعاب بصفة عامة إلى عدم وصولها لمرحلة التوازن، وما من شك أن ظروف الجفاف التي تمر بها المنطقة بصفة عامة وجبل عير بصفة خاصة لها تأثير على عدم تطور هذه الشعاب وزيادة مساحاتها، إذ لا تتعدى كمية المطر التي تسقط على المنطقة نحو 48.4 ملم سنويا (طلبة، 2002، ص 100)، وما من شك أن المساحات الصغيرة لهذه الشعاب قد أثرت على المراوح الفيضية التي كونتها وخاصة على الجانب الغربي لجبل عير، وقد استطاعت الشعاب الغربية تكوين مراوح ذات مساحات أكبر وأكثر نضجا من نظيرتها على الجانب الشرقي.
- ويعتقد أن الشعاب الرئيسية بجبل عير قد شقت مجاريها على خطوط

الضعف الجيولوجي ومن ثم فإن التباين في مساحة أحواضها إنما يعزى للعامل الجيولوجي وليس للعامل المناخي أو التضاريسي.

- أما بالنسبة لأبعاد الأحواض الأخرى (المحيط - الطول - متوسط العرض) فيوضح من جدول (2) أن الأحواض تتباين نوعا ما من حيث طول خط تقسيم المياه (المحيط)، إذ سجلت الأحواض كبيرة المساحة (1 شرق - 1 غرب - 2 غرب) أعلى القيم وكانت (9.4 - 9.5 - 9.4 كم) للأحواض الثلاثة المذكورة، وبلغ الانحراف المعياري لقيم محيط الأحواض نحو 2.35 في حين سجل معامل الاختلاف نحو 31% مما يوحي بأن هناك شبه تجانس في قيم محيط الأحواض مع الأخذ في الاعتبار انه تم استبعاد الشعاب صغيرة المساحة كما سبق وذكرنا.

وتتعدد طرق قياس أطوال أحواض التصريف وقد اعتمدت الدراسة الحالية على قياس طول الحوض من نقطة المصب إلى أبعد نقطة تقع على محيط الحوض في خط مستقيم حيث أن هذه الطريقة تسهم أيضا في تحديد شكل الحوض (Chorly, 1969, p. 38).

وقد بلغ متوسط أطوال الأحواض نحو 2.48 كم وسجل شعب 1 شرق أكبر قيمة وبلغت نحو 3.1 كم وأقل الأحواض طولاً هو حوض 3 غرب إذ لا يتعدى طوله نحو 1.5 كم.

جدول (٢) : الخصائص المساحية للشعاب بجبل عير.

الاستدارة	الاستطالة	المحيط (خط تقسيم المياه) (كم)	متوسط العرض (كم)	الطول (كم)	المساحة (كم ^٢)	الوض
٠,٥١	٠,٦٩	٩,٤	١,١٦	٣,١	٣,٦	١ شرق
٠,٤٥	٠,٥٥	٦,٧	٠,٦٢	٢,٦	١,٦٢	٢ شرق
٠,٣٧	٠,٤٩	٥,١١	٠,٣٨	٢	٠,٧٦	٣ شرق
٠,٤٣	٠,٦٩	٩,٥	١,٠٧	٢,٩	٣,١	١ غرب
٠,٤٩	٠,٧٥	٩,٤	١,٢٤	٢,٨	٣,٤٧	٢ غرب
٠,٦٤	٠,٧٤	٤,٣٤	٠,٦٤	١,٥	٠,٩٦	٣ غرب
٠,٤٨	٠,٦٥	٧,٤١	٠,٨٥	٢,٤٨	٢,٢٥	المتوسط
٠,٠٩	٠,١١	٢,٣٥	٠,٣٥	٠,٦١	١,٢٩	الانحراف المعياري
١٩,٢١	١٦,٣٧	٣١,٦٦	٤١,١٦	٢٤,٦٢	٥٧,٢٧	معامل الاختلاف %

أما بالنسبة لعرض أحواض التصريف بجبل عير فقد تم الاعتماد على معادلة متوسط عرض الأحواض والتي قررها كل من جريجوري ووالنج⁽¹⁾ (Gregory and Walling, 1973, p. 39).

وجاء حوض 2 غرب في المرتبة الأولى من حيث متوسط العرض الذي بلغ 1.24 كم يليه حوض 1 شرق والذي بلغ 1.16 كم، وبلغت قيمة الانحراف المعياري نحو 0.35 في حين سجل معامل الاختلاف قرابة 41% مما يدل على التجانس النسبي في متوسط عرض الأحواض.

وتم تحديد شكل الأحواض عن طريق المقياسين الأكثر شيوعا واستخداما بين الباحثين وهما (نسبة الاستطالة⁽²⁾ ونسبة الاستدارة⁽³⁾)، وبالنسبة الاستطالة Elongation Ratio فإن هذا المقياس يعتمد على مقارنة شكل الحوض بشكل المستطيل، وقد آثر الباحث استخدام طول المجرى الرئيسي بدلا من طول الحوض عند حساب الاستطالة لان استخدام أقصى طول للحوض قد يكون به بعض الأخطاء إذ أنه في كثير من الأحيان يخرج خط أقصى طول للحوض خارج إطار حوض التصريف نفسه كما أن استخدام طول المجرى الرئيسي يكون أكثر تعبيراً عن الظروف الهيدرولوجية للحوض وخصائصه الجيومورفولوجية (عبد الصمد، 2008، ص ص 17-18).

(1) متوسط عرض الحوض = مساحة الحوض ÷ خط تقسيم المياه (المحيط)

(2) نسبة الاستطالة $E = (\sqrt{A} \div \pi) / L$

حيث A تمثل مساحة الحوض، L تمثل طول المجرى الرئيسي، π تمثل معامل ثابت = 3.14

(3) نسبة الاستدارة $C = 4\pi A \div p^2$

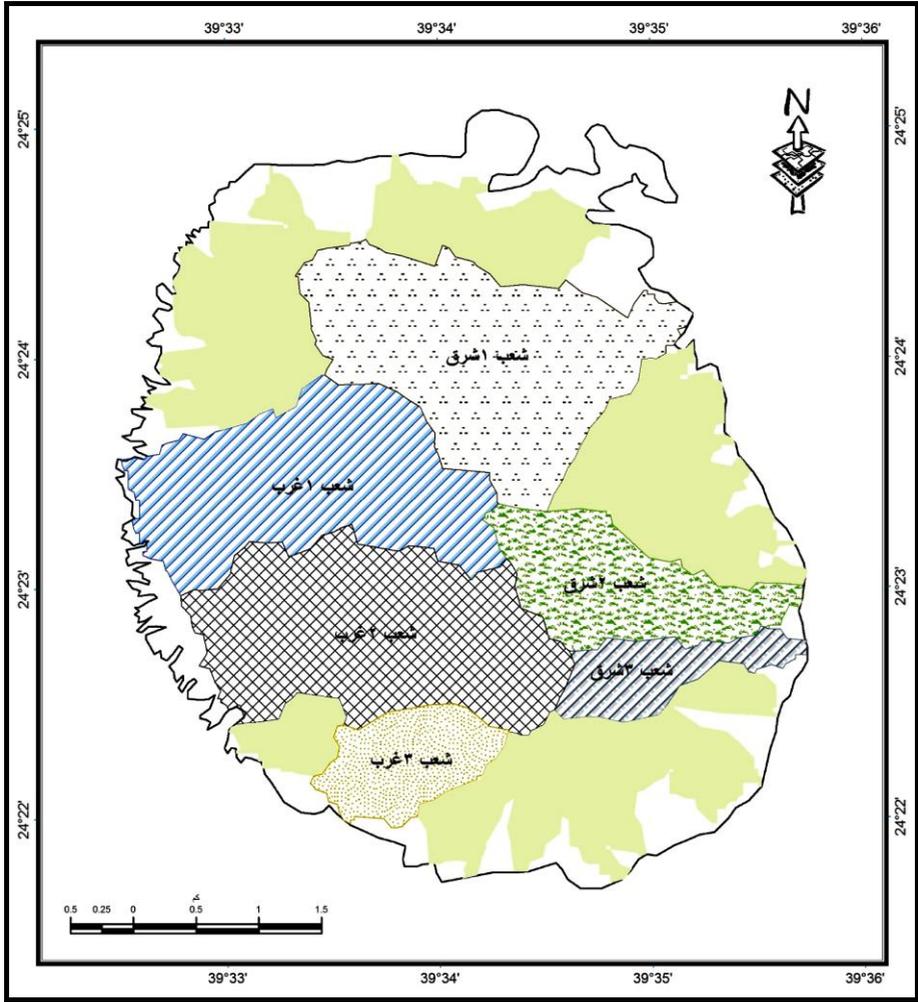
حيث A مساحة الحوض، P محيط الحوض، π معامل ثابت = 3.14

أما نسبة الاستطالة لشعاب جبل عير (جدول 2)، فقد بلغ متوسط نسبة

الاستطالة 0.60 مما يدل على أن الأحواض بصفة عامة متوسطة الاستطالة، إذ أن الأحواض تميل للشكل المستطيل كلما اقتربت القيمة من الصفر وتبتعد الأحواض عن الشكل المستطيل باقتراب القيمة من الواحد الصحيح، وسجل شعب 3 غرب أعلى قيمة وبلغت نحو 0.77 بينما سجل شعب 3 شرق أقل قيمة وبلغت 0.43، ويتضح من شكل (4) أن هذا الوادي بالفعل أقرب شعاب جبل عير للشكل المستطيل، وبلغ الانحراف المعياري نحو 0.12 ومعامل الاختلاف 20%.

والملاحظ أن جميع أحواض الجانب الشرقي تقل نسبة استطالتها عن 0.60، ويشير ستراهلر إلى أن الأحواض التي تقل نسبة استطالتها عن 0.60 تتسم بشدة التضرس، كما أن الصخور النارية تميل إلى تكوين أحواض شبه مستطيلة بسبب صلابة الصخور ومقاومتها لعمليات التعرية المائية بالإضافة لانتشار الانكسارات بالصخور النارية بصفة عامة (-Strahler, 1964, pp. 41-45).

أما الأحواض الغربية فقد سجلت قيما تربو على 0.60 وهذا يوحي بأن هذه الأحواض أكثر تقدما - نوعا ما - في مرحلتها الجيومورفولوجية من أحواض الجانب الشرقي والتي تتسم أيضا بشدة انحدراتها كما سيتضح فيما بعد. كما لاحظ الباحث أن خط تقسيم المياه بين الأحواض الشرقية والغربية يتجه جهة الشرق (بلغت المسافة بين خط تقسيم المياه والحد الغربي للجبل نحو 2.94 كم، في حين بلغت نفس المسافة بين خط تقسيم المياه والحد الشرقي للجبل نحو 2.01 كم) وهذا يعضد من أن الأودية الغربية استطاعت ان تقوم بالنحت التراجعي وهو ما أدى إلى تراجع خط تقسيم المياه جهة الشرق، وليس كما هو متوقع أن يسير خط تقسيم المياه في وسط الجبل.



شكل (4) : أحواض التصريف الرئيسية بجبل عير بالمدينة المنورة.

وقد تراوحت قيم الاستدارة للأحواض بين 0.37، 0.64، وبلغ المتوسط العام نحو 0.48 بينما بلغ الانحراف المعياري نحو 0.09 ومعامل الاختلاف 19%، ويشير ذلك إلى أن أحواض جبل عير متوسطة الاستدارة نسبياً باستثناء حوض 3 شرق فقد سجل استدارة بلغت 0.37 وهذا الوادي كما أشرنا من قبل

يميل إلى الاستطالة، وقد سجل وادي 3 غرب أعلى نسبة استدارة وبلغت نحو 0.64، وقد بلغت نسبة الاستدارة للأحواض الشرقية نحو 0.44 بينما سجلت الأحواض الغربية نحو 0.52.

وتشير القيم المرتفعة لنسبة الاستدارة إلى أحواض مائية مستديرة بينما تعنى القيم المنخفضة عدم انتظام وتعرج خط تقسيم المياه (سلامة، 1982، ص 6)، كما أن اقتراب أحواض التصريف من الشكل المستدير يوحى بتقدم المرحلة الجيومورفولوجية لهذه الأحواض إذ تعمل الأنهار على حفر وتعميق مجاريها في البداية ثم تعمل على توسيع أحواض تصريفها بعد ذلك (عبد الصمد، 2001، ص 89).

ومن ثم يمكن وصف الأحواض الغربية بأنها أكثر تقدماً في المرحلة الجيومورفولوجية من الأحواض الشرقية، وأنه في حالة سقوط الأمطار فإن الأحواض الشرقية لجبل عير ستكون أكثر نشاطاً وخطورة من الأحواض الغربية محاولة أن تكمل مرحلتها الجيومورفولوجية.

الخصائص التضاريسية لشعاب جبل عير :

يعد تضرس الأحواض المحصلة النهائية لعمليات التعرية بالإضافة إلى أن تضرس الأحواض يشير إلى المرحلة الجيومورفولوجية لهذه الأحواض (جودة، عاشور، 1991، ص ص 322-323)، ويعتقد شوم أن ثمة علاقة بين انحدار سطح الحوض ومعدلات التعرية وكذلك حجم وكمية الرواسب التي تحملها مجاري حوض التصريف (Schumm, 1977, pp. 21-22).

وتمثل شعاب جبل عير بعض الخطورة في حال سقوط وابل من المطر على الرغم من كونها شعاب صغيرة المساحة.

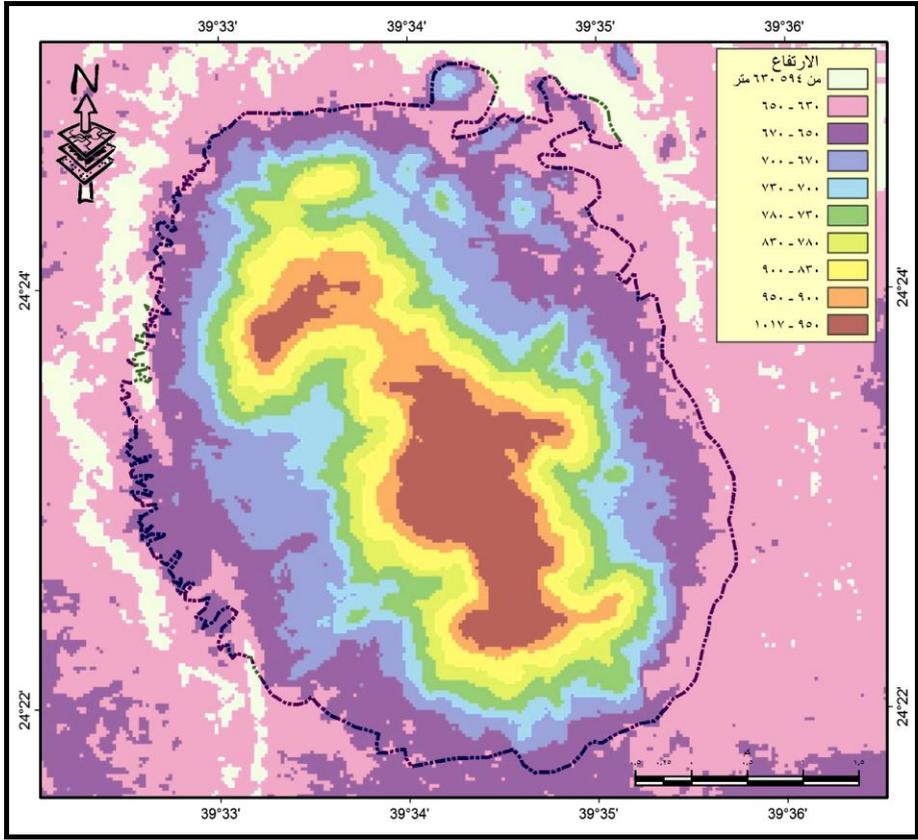
وتم استخراج معاملات تضرس الأحواض من خلال نموذج الارتفاع الرقمي لجبل عير والذي تبلغ دقته نحو 30 مترا (شكل 5)، وبصفة عامة بلغ المدى التضاريسي لجبل عير نحو 416 مترا إذ بلغ أدنى منسوب 601 مترا فوق مستوى سطح البحر ويقع غربي الجبل، في حين بلغ أقصى ارتفاع 1017 مترا وتقع النقطة التي تمثل هذا الارتفاع في منطقة المنابع العليا لوادي 2 غرب.

أما على مستوى شعاب جبل عير فقد تراوح المدى التضاريسي بين 341، 398 مترا بمتوسط عام بلغ 372 مترا وبلغ معامل الاختلاف نحو 5%، ويعد وادي 1 غرب أكبر الأودية من حيث المدى التضاريسي فيما يعد وادي 3 غرب أقل الأودية من حيث المدى التضاريسي. وقد تراوحت قيمة نسبة التضرس⁽¹⁾ على مستوى شعاب جبل عير نحو 0.15، وتتناسب قيمة هذا المعامل طرديا مع درجة تضرس الحوض، وقد تراوحت نسبة التضرس بين 0.10 ، 0.24 ، ويلاحظ أن قيم نسب التضرس للأحواض الغربية أكبر من نظيرتها الشرقية، إذ سجلت الأحواض الشرقية نسبة تضرس بلغت 0.13 في حين كانت نفس النسبة للشعاب الغربية نحو 0.16 ، وفي دراسته عن جبل أحد بالمدينة المنورة أوضحت دراسة (عبد الصمد، 2006، ص 126) أن نسبة التضرس تراوحت بين 0.16، 0.48، مما يدل على أن شعاب جبل أحد أكثر تضرسا من شعاب جبل عير.

(1) نسبة التضرس = $Rhl = H \div Lb$ حيث H تمثل المدى التضاريسي، Lb تمثل طول المجرى الرئيسي (Schumm, 1957).

جدول (٣) : الخصائص التضاريسية لأحواض الشعاب بجبل عير.

معامل الاختلاف	الانحراف المعياري	المتوسط	غرب ٣	غرب ٢	غرب ١	شرق ٣	شرق ٢	شرق ١	الوادي المعغير
٢,١٢	١٣,٤٨	٦٣٥	٦٤٨	٦٤٢	٦٠٩	٦٣٦	٦٣٨	٦٣٧	أدنى ارتفاع
١,٠٢	١٠,٣١	١٠٠٨	٩٨٩	١٠١٧	١٠٠٧	١٠٠٥	١٠١٦	١٠١٢	أقصى ارتفاع
٤,٩٤	١٨,٤٢	٣٧٢,٦٧	٣٤١	٣٧٥	٣٩٨	٣٦٩	٣٧٨	٣٧٥	المدى التضاريسي
٣٣,٢٨	٠,١٥	٠,١٥	٠,٢٤	٠,١٢	٠,١٢	٠,١٦	٠,١٤	٠,١٠	نسبة التضرس
٣١,٤١	١,٧٢	٥,٤٨	٧,٨٦	٣,٩٩	٤,١٩	٧,٢٢	٥,٦٤	٣,٩٩	النضاريس النسبية
٢٥,٣٦	٠,٠٤	٠,١٦	٠,٢٣	٠,١٣	٠,١٤	٠,١٨	٠,١٥	٠,١٢	نسبة التضحر
١٠,٥٠	٠,١٣	١,٢٧	١,١٠	١,١٧	١,٢٣	١,٣١	١,٤٦	١,٣٨	درجة الوعورة
٤,٣٤	٠,٠٢	٠,٣٧	٠,٣٤	٠,٣٧	٠,٤٠	٠,٣٧	٠,٣٧	٠,٣٧	مؤشر التقطع
٣٢,٢٠	٩٠,٨٨	٧٨٢,٢٢	٣٤٨,٠٣	٢٠١,٣١	٢٢٦,٠٥	٤٢٣,٢٧	٢٩٦,٩٨	١٩٧,٦٤	درجة الوعورة لميلتون
٥٥,٧٦	٠,٣٣	٠,٦٠	٠,٢٨	٠,٩٣	٠,٧٨	٠,٢١	٠,٤٣	٠,٩٦	التكامل الهيسومتري



المصدر: اعتمادا على أنموذج الارتفاع الرقمي من موقع: <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

شكل (5) : أنموذج الارتفاع الرقمي لجبل عير.

وبالنسبة للتضاريس النسبية⁽¹⁾ ترتفع قيمة هذا المعامل بارتفاع مجاري الرتبة الأولى، وعندما تنخفض قيمة التضاريس النسبية تنجح المجاري النهرية للإرساب (Knighton, 1984, p. 32).

$$(1) \text{ التضاريس النسبية } R_{hp} = H * 100 \div P$$

حيث H تمثل المدى التضاريسي، P تمثل محيط الحوض.

وأشار كل من جريجوري ووالنج إلى وجود علاقة عكسية بين مساحة حوض التصريف والتضاريس النسبية إذ تعمل الأحواض كبيرة المساحة على ضبط انحداراتها وتقليل مداها التضاريسي ومن ثم تنخفض قيمة التضاريس النسبية (Gregory and Walling, 1973, p. 42).

وتراوحت قيمة التضاريس النسبية بشعاب جبل عير بين 3.99، 7.86 بمتوسط عام بلغ 5.5 تقريبا وبلغ الانحراف المعياري نحو 1.72 وقد تقاربت الأحواض الشرقية والغربية في قيم التضاريس النسبية إذ سجل كل منهم 5.62 ، 5.35 للشعاب الشرقية والغربية على التوالي

ويعد مؤشر التقطع Dissection Index من المعاملات الحديثة التي قدمها كل من (Singh and Dubey, 1994) ويستخرج من العلاقة التالية :

$$Di = H \div Ra$$

حيث تمثل H المدى التضاريسي لحوض التصريف، Ra تمثل الارتفاع المطلق داخل الحوض، وتتراوح القيمة الناتجة بين (صفر - 1)، وكلما اقتربت القيمة من الصفر دل ذلك على قلة النحت والتآكل وضعف عمليات التعرية داخل حوض التصريف، وكلما اقتربت القيمة من الواحد الصحيح فإن ذلك يعد مؤشرا على شدة تقطع التضاريس ونشاط عمليات التعرية وتكوين الجروف والحافات شديدة الانحدار (Pareta and Pareta, 2011, p. 259).

وقد بلغت قيمة مؤشر التقطع لإجمالي شعاب جبل عير نحو 0.37 (جدول 3)، مما يدل على أن هذه الأحواض في مرحلة متوسطة من التقطع، وعلى مستوى أحواض الشعاب فقد تراوح المؤشر بين 0.34، 0.39 وسجل وادي 1 غرب أعلى القيم في حين سجل وادي 3 غرب أقل القيم، وبلغ معامل

الاختلاف نحو 4% مما يدل على التجانس بين أحواض الشعاب في هذا المؤشر وأن عوامل التعرية كانت تقوم بدور شبه متوازن داخل هذه الشعاب. وتعتبر نسبة التحدّر (1) Gradient Ratio مؤشراً على انحدار سطح الحوض وتضرسه ويمكن من خلال هذا المعامل تقدير حجم الجريان السطحي ويعد من المعاملات الحديثة (Sreedevi, 2004)، وقد بلغت نسبة التحدّر على مستوى شعاب جبل عير نحو 0.16، وسجل شعب 1 شرق أقل القيم 0.12، فيما سجل شعب 3 غرب أعلى قيمة وبلغت 0.23، وكلما ارتفعت قيمة نسبة التحدّر دل ذلك على قلة انحدار الحوض مقارنة بالقيم الأقل، أي أن أقل الشعاب انحداراً هو شعب 3 غرب وأكثرها انحداراً هو شعب 1 شرق.

وبالنسبة لدرجة الوعورة Ruggedness Number فقد تم الاعتماد على معادلة باتون وبيكر (Patton and Baker, 1976) وتستخرج من العلاقة التالية :

$$Rn = Dd \times (H \div 1000)$$

حيث Dd تمثل كثافة التصريف، H تمثل المدى التضاريسي

وقد استبعدت معادلة جريجوري ووالنج - شائعة الاستخدام - والتي تعتمد في حسابها على محيط الحوض والذي ليس له دلالة جيومورفولوجية كبيرة.

$$(1) \text{ تستخرج نسبة التحدّر من العلاقة التالية : } Rg = (Z-z) \div Lb$$

حيث (Z-z) تمثل المدى التضاريسي، Lb تمثل طول حوض التصريف

وتتراوح قيم درجة الوعورة لشعاب جبل عير بين 1.1، 1.46، بمتوسط عام 1.27، وقد أشار ستراهلر عند دراسته لبعض أودية الولايات المتحدة إلى أن درجة الوعورة تتراوح بين 0.06 للأحواض قليلة التضرس وأكثر من الواحد

الصحيح للأحواض شديدة التضرس (تراب، 1987، ص 88)، ومن خلال جدول (3) يتضح أن شعاب جبل عير تتسم جميعها بشدة التضرس بناء على ما قرره ستراهلر إذ أن جميع القيم تتعدى الواحد الصحيح، وان اختلفت الأحواض فيما بينها، حيث يعد شعب 3 غرب أقل الأحواض تضرسا بينما يعد وادي 2 شرق أكثرها تضرسا.

وقد قام (ميلتون) بتعديل درجة الوعورة واستخرجها معدلة من العلاقة التالية : $M_{rn} = H \div A^{0.5}$ ، حيث H تمثل المدى التضاريسي، A تمثل مساحة حوض التصريف (Melton, 1965).

وقد تراوحت قيم هذا المعامل لشعاب جبل عير بين 197، 423 بمتوسط عام بلغ 282، وطبقا لتصنيف ويلفورد وزملائه فإن أحواض التصريف بجبل عير تتسم بكونها أحواض تحمل مفتتات كبيرة الحجم في حال جريانها وبالتالي تمثل خطرا في حال وجود أنشطة بشرية عند مصباتها (Wilford et al., 2004).

جدول (4) : العلاقة درجات الوعورة لميلتون ونوع الجريان.

الحدث	قيمة معامل درجة الوعورة
فيضان هادر	أكبر من 0.3
فيضان + مفتتات	0.06 - 0.3
جريان + مفتتات	أقل من 0.06

المصدر: Wilford et al., 2004

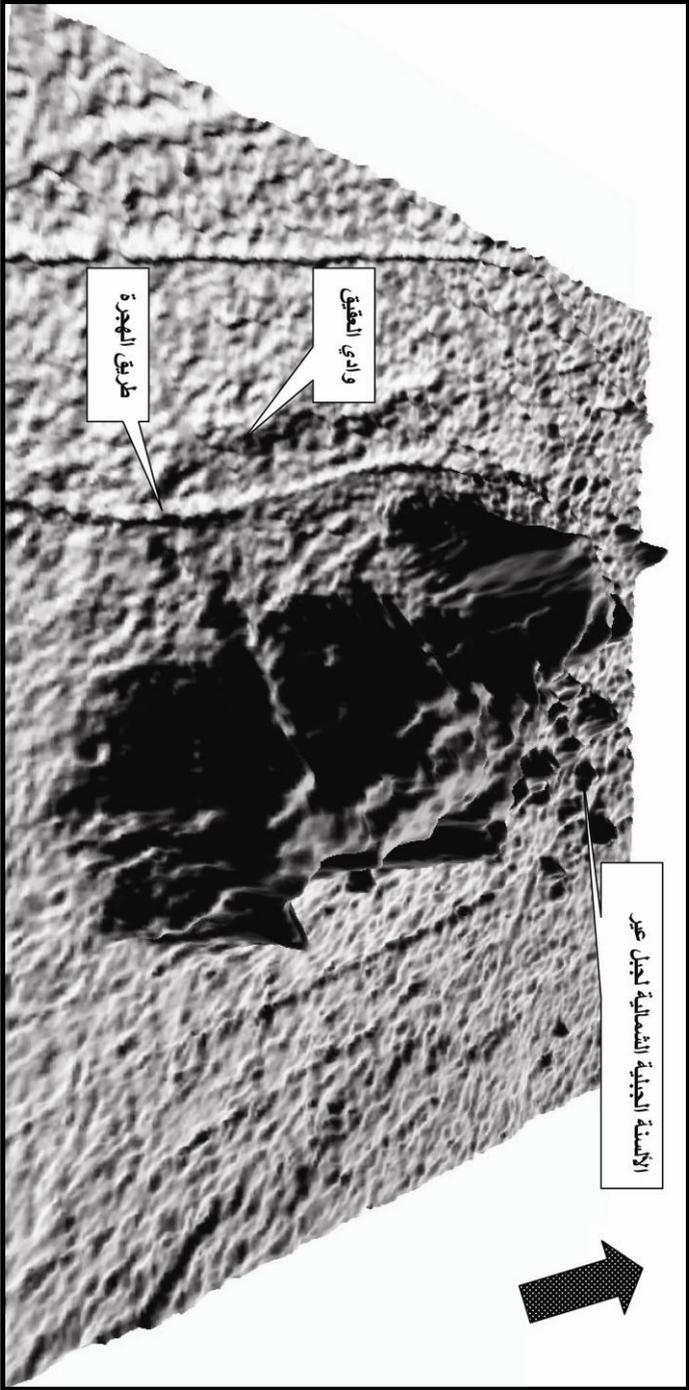
ويشير كوك ووارين (Cooke and Warren, 1975, p. 155) إلى أن التكامل الهيسومتري من أهم المعاملات لقياس العلاقات المورفومترية لحوض التصريف ولمعرفة تطور هذه الأحواض، والعلاقة طردية بين قيمة التكامل الهيسومتري والفترة الزمنية التي قطعها حوض التصريف.

وقد سجلت جميع شعاب جبل عير قيما منخفضة تقل عن الواحد الصحيح بمتوسط عام 0.60%، ويلاحظ وجود نوع من التجانس النسبي في درجة تكامل الأحواض إذ بلغ الانحراف المعياري نحو 0.33 ومعامل الاختلاف نحو 55%، وسجل حوض 1 شرق أعلى القيم وبلغت 0.96% وحوض شرق أقل القيم وبلغت 0.21%.

والواقع أن العامل الصخري والظروف المناخية كان لها تأثيرا كبيرا على شعاب الجبل وعلى مرحلتها الجيومورفولوجية، وأن الاختلافات بينها نسبية وربما ترجع للعامل البنيوي أو الخصائص الشكلية للأحواض، وعند مقارنة الشعاب الشرقية بالغربية نجد أن الأولى سجلت تكاملا بلغ 0.53% في حين سجلت الثانية نحو 0.66%، بمعنى أن هناك تقدم نسبي في المرحلة الجيومورفولوجية للأحواض الغربية.

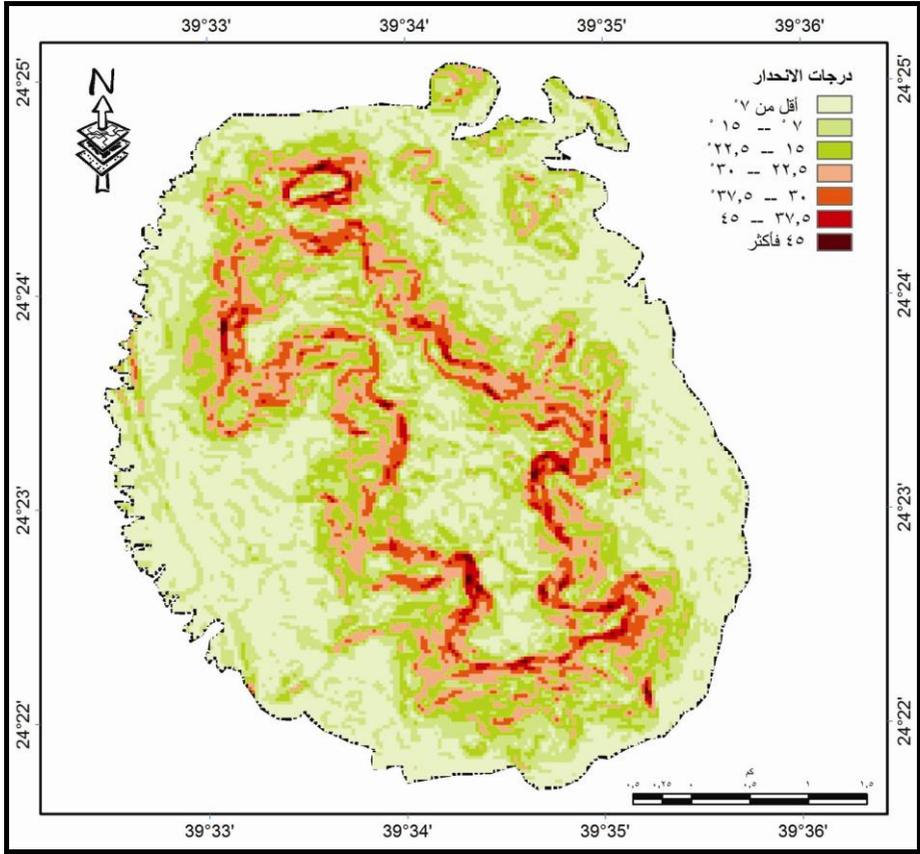
الانحدار :

تعد دراسة الانحدار من أهم عناصر تضاريس الحوض كما انه يمثل محصلة المرحلة الجيومورفولوجية التي يعيشها الحوض، وقد اعتمدت الدراسة التالية على قياس درجات الانحدار لجبل عير على مستوى الخلية Pixel إذ بلغت درجة وضوح الخلية نحو 29.8 مترا، وتم اشتقاق درجات الانحدار ونسبة الانحدار واتجاهات الانحدار Aspect من نموذج الارتفاع الرقمي، ويتضح من خلال شكل (6، 7) ما يلي :



المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على أنموذج الارتفاع الرقمي بدقة 30 متر.

شكل (6) : منظر مجسم لجبل عير .



المصدر: مشتقة من أنموذج الارتفاع الرقمي بدقة 30 متر.

شكل (7) : درجات الإنحدار بجبل عير.

تتراوح درجات الانحدار على جبل عير بين صفر، 51° وان سجل الباحث بعض الحافات الرأسية التي تربو درجة انحدارها عن 70 درجة، وربما تصل إلى أن تكون رأسية (صورة 5).

وقد اعتمدت الدراسة الحالية على تصنيف ينح لدرجات الانحدار (Young, 1972)، مع بعض التعديلات التي ادخلها تانج (Tang, 2000, p. 44).

جدول (5) : خصائص درجات الانحدار بجبل عير.

درجة الانحدار	شكل الانحدار	المساحة كم ²	نسبة المساحة	نسبة المساحة التراكمية %
أقل من 7	خفيف جدا	3.40	13.8	13.8
7 - 15	خفيف	3.89	15.8	29.6
15 - 22.5	متوسط	3.62	14.7	44.3
22.5 - 30	فوق المتوسط	3.62	14.7	59
30 - 37.5	شبه شديد	3.74	15.18	74.18
37.5 - 45	شديد	3.74	15.18	89.36
45 فأكثر	شديد جدا	2.64	10.72	100
الإجمالي		24.65	100	

المصدر: من عمل الباحث اعتمادا على الخرائط الرقمية.

ويتضح من جدول (5) وشكل (7) ما يلي :

تتركز الانحدارات الخفيفة جدا (أقل من 7 درجات) في الأجزاء التالية من الجبل.

- الأطراف الشرقية والغربية من الجبل وان كانت توجد بصورة أكثر اتساعا على الجوانب الغربية للجبل حيث تصل شعاب الجبل إلى مصباتها وحيث يجري وادي العقيق (صورة 6).
- سطح الجبل إذ تنتشر الانحدارات الخفيفة وهي ما أعطت جبل عير شكل قمته والتي تبدو على هيئة هضبة كبيرة، وتتركز هذه الانحدارات في الأجزاء الوسطى والجنوبية من سطح الجبل.
- أما الانحدارات الخفيفة (7-17°) فلا تمثل نطاقا متصلا كسابقتها وإنما توجد مصاحبة للنوع الأول من الانحدارات وتنتشر على جوانب الجبل وخاصة أسطح بعض المراوح الفيضية، كما سجلت على قمة الجبل.

- وتتركز الانحدارات المتوسطة (15-22.5°) عند مخارج الشعاب من الجبل وعلى جانبيه وتكاد تختفي عند أقدام الجبل، كما أن هذه الفئة تمثل نطاقا يلتف حول جبل عير والجبيلات الصغيرة المنفصلة عن جبل عير والقابعة في شماله الشرقي.
- وتوجد الانحدارات فوق المتوسطة (22.5 - 30°) في وسط الجبل وبعض الجبيلات الصغيرة.
- أما الانحدارات شبه الشديدة (30-37.5°) والشديدة (37.5-45°)، والشديدة جدا (45° فأكثر) فتبدو على هيئة حزام يلف وسط جبل عير وتشمل المنحدرات الشرقية والغربية ولكنها كما أشرنا من قبل تختفي من سطح الجبل وتترك مكانها للانحدارات الخفيفة والخفيفة جدا.

وبالنسبة لاتجاهات الانحدار Aspect والتي تستخدم من أجل :

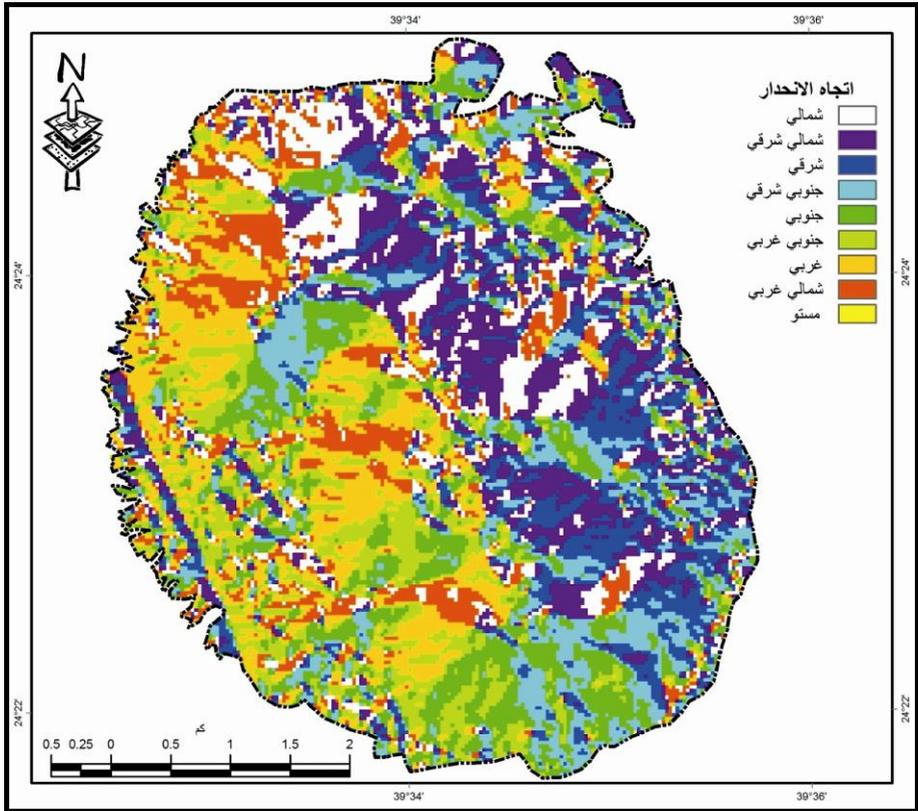
- تحديد البيئات النباتية المختلفة لان اتجاه الانحدار يحدد الاتجاه بالنسبة للشمس.
- تحديد المناطق الكامنة التوسع العمراني.
- تحديد أماكن الخطورة وخاصة السيول ومن ثم كيفية مواجهتها.

ومن خلال شكل (8) يتضح ما يلي :

تتركز الانحدارات التي تتجه صوب الشمال والشمال الشرقي والشرق على الجانب الشرقي من الجبل وبعض البقاع الصغيرة على الجانب الغربي للجبل، أما الانحدارات التي تتجه صوب الجنوب الشرقي والجنوب الغربي فتتركز في النصف الغربي للجبل ويعني ذلك أن هذا القسم أكثر استقبالا لأشعة الشمس من الجانب الشرقي كما تتركز الانحدارات التي تتجه صوب الغرب والشمال

الغربي غربي الجبل باستثناء بعض المناطق الصغيرة على الجانب الشرقي وخاصة في الوسط والشمال.

ويتضح أن الشعاب الشرقية تتجه انحداراتها صوب الشمال والشرق بصفة عامة، بينما تتجه انحدارات الشعاب الغربية صوب الجنوب والغرب. كما يشير تركيز الأراضي المستوية فوق سطح الجبل إلى إمكانية إنشاء مهابط للطائرات تستخدم في حالات الطوارئ.



المصدر: من عمل الباحث، وأستقافا من نموذج الارتفاع الرقى بدقة 30 متر.

شكل (8) : اتجاهات الإنحدار بجبل عير.

خصائص شبكة التصريف بجبل عير :

تمثل شبكة المجاري المائية بأي منطقة المحصلة النهائية لمجموعة الخصائص الجيولوجية والمناخية والنباتية وحتى البشرية، يضاف إلى ذلك أن شبكة التصريف تمثل انعكاسا للمرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها المنطقة.

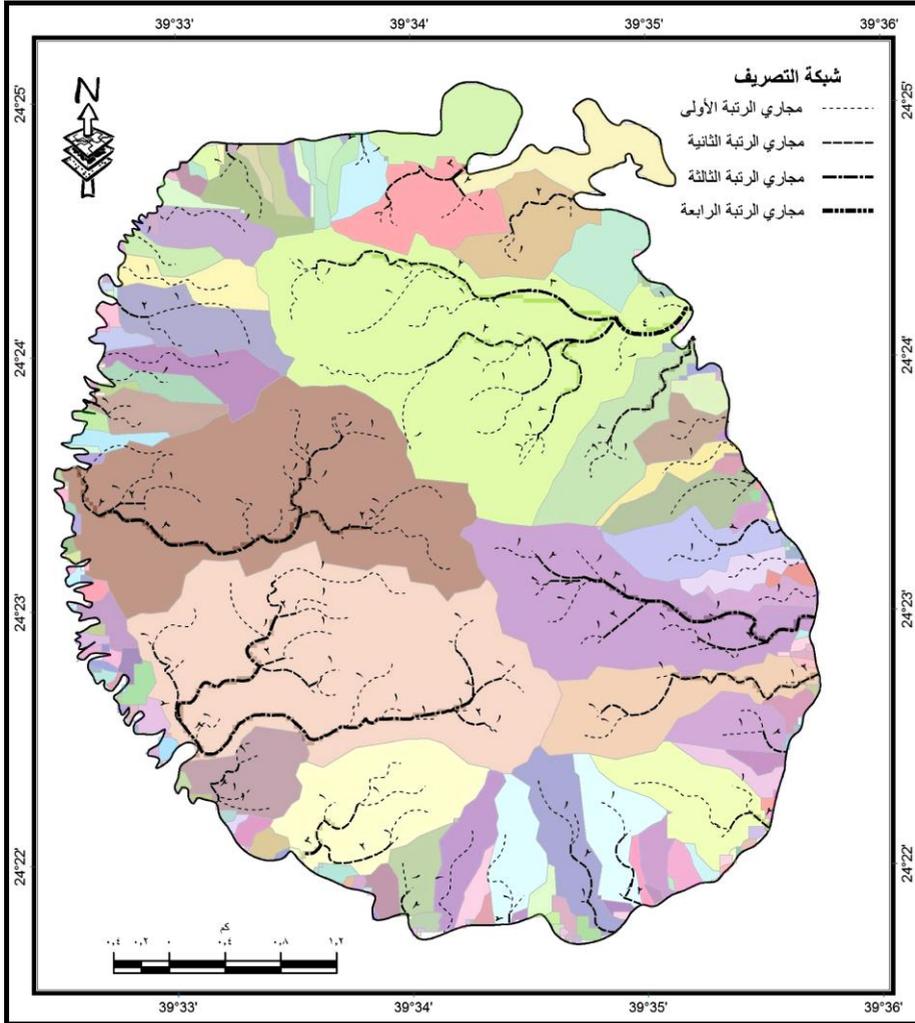
وقد قام الباحث بتحديد شبكة التصريف من خلال عدة مصادر هي :

- الخرائط الطبوغرافية بمقياس 1 : 50000.
- صور الأقمار الصناعية LandSat5 Tm.
- نموذج الارتفاع الرقمي بدقة تصل إلى 30 مترا تقريبا.
- الدراسة الميدانية بهدف التأكد من مواقع مصبات الشعاب باستخدام جهاز .GPS.

وتم تغذية الحاسوب بهذه البيانات ثم استخراج شبكة التصريف بجبل عير وتصنيفها طبقا لنموذج ستراهلر ويوضحها شكل (9)، وتتضح خصائص شبكة التصريف فيما يلي :

أعداد المجاري المائية :

يبلغ عدد المجاري المائية بجبل عير نحو 188 مجرى (جدول 6)، ويعد شعب 2 غرب أكثر الأودية استحواذا على المجاري النهرية إذ بلغ عدد مجاريه 34 مجرى، ويبلغ عدد مجاري الرتبة الأولى 137 مجرى بنسبة 73% تقريبا بما في ذلك مجاري الشعاب الصغيرة، ويعد شعب 2 غرب أكثر الشعاب من حيث عدد مجاري الرتبة الأولى.



المصدر: من إنشاء الباحث، اعتمادا على أنموذج الارتفاع الرقمي وصور الأقمار الصناعية.

شكل (9) : شبكة التصريف بجبل عير بالمدينة المنورة.

جدول (6) : أعداد وأطوال شبكة التصريف بجبل عير بالمدينة المنورة.

أعداد المجاري النهرية					
الوادي	عدد مجاري الرتبة الأولى	عدد مجاري الرتبة الثانية	عدد مجاري الرتبة الثالثة	عدد مجاري الرتبة الرابعة	الإجمالي
1 شرق	19	4	2	1	26
2 شرق	14	4	1		19
3 شرق	5	1			6
1 غرب	19	4	1		24
2 غرب	25	8	1		34
3 غرب	5	2	1		8
الشعاب الصغيرة	50	20	1		71
الإجمالي	137	43	7	1	188
المتوسط	14.5	3.83	1.2		
الانحراف المعياري	8.14	2.4	0.45		
معامل الاختلاف	56.16	62.64	37.27		
إجمالي أطوال المجاري النهرية (كم)					
الوادي	إجمالي أطوال الرتبة الأولى	إجمالي أطوال الرتبة الثانية	إجمالي أطوال الرتبة الثالثة	إجمالي أطوال الرتبة الرابعة	الإجمالي
1 شرق	6.93	4.09	1.53	0.68	13.22
2 شرق	2.65	1.58	2.04		6.26
3 شرق	0.73	1.97	0		2.7
1 غرب	5.79	2.06	1.73		9.58
2 غرب	6.4	2.82	1.62		10.84
3 غرب	1.77	1.18	0.15		3.1
الشعاب الصغيرة	18.89	6.8	0.14		25.83
الإجمالي	43.15	20.5	7.2		71.53
المتوسط	4.04	2.28	1.41	0.68	7.62
الانحراف المعياري	2.65	1.04	0.87	0.28	4.29
معامل الاختلاف	65.48	45.55	61.84	40.82	56.38

تابع جدول (6)

متوسط أطوال المجاري النهرية (متر)					
الوادي	متوسط أطوال الرتبة الأولى	متوسط أطوال الرتبة الثانية	متوسط أطوال الرتبة الثالثة	متوسط أطوال الرتبة الرابعة	
1 شرق	364.66	818.03	762.78	677.47	
2 شرق	189.06	394.68	2035.1		
3 شرق	145.59	1967.43			
1 غرب	304.6	515.05	1732.66		
2 غرب	256.08	352.07	1624.47		
3 غرب	353.41	591.68	145.5		
الشعاب الصغيرة	377	340	141		
الإجمالي					
المتوسط	268.9	773.16	1260.1	677.47	
الانحراف المعياري	88.69	608.02	782.04		
معامل الاختلاف	32.98	78.64	62.06		

أما عدد مجاري الرتبة الثانية فيبلغ عددها نحو 43 مجرى بنسبة 23% تقريبا، وتستحوذ الشعاب الصغيرة على أكبر نسبة من هذه الرتبة إذ بلغ عدد مجاري الرتبة الثانية بهذه الشعاب 20 مجرى يليها حوض وادي 2 غرب الذي يضم 8 مجاري من مجاري الرتبة الثانية، وتضم الرتبة الأولى والثانية نحو 96%، ويبلغ عدد مجاري الرتبة الثالثة 7 مجاري بنسبة 3%، ويبلغ عدد مجاري الرتبة الرابعة مجرى واحد فقط، والوادي الوحيد الذي يصل للرتبة الرابعة هو شعب 1 شرق على الرغم من أنه يأتي في المرتبة الثانية من حيث عدد المجاري النهرية.

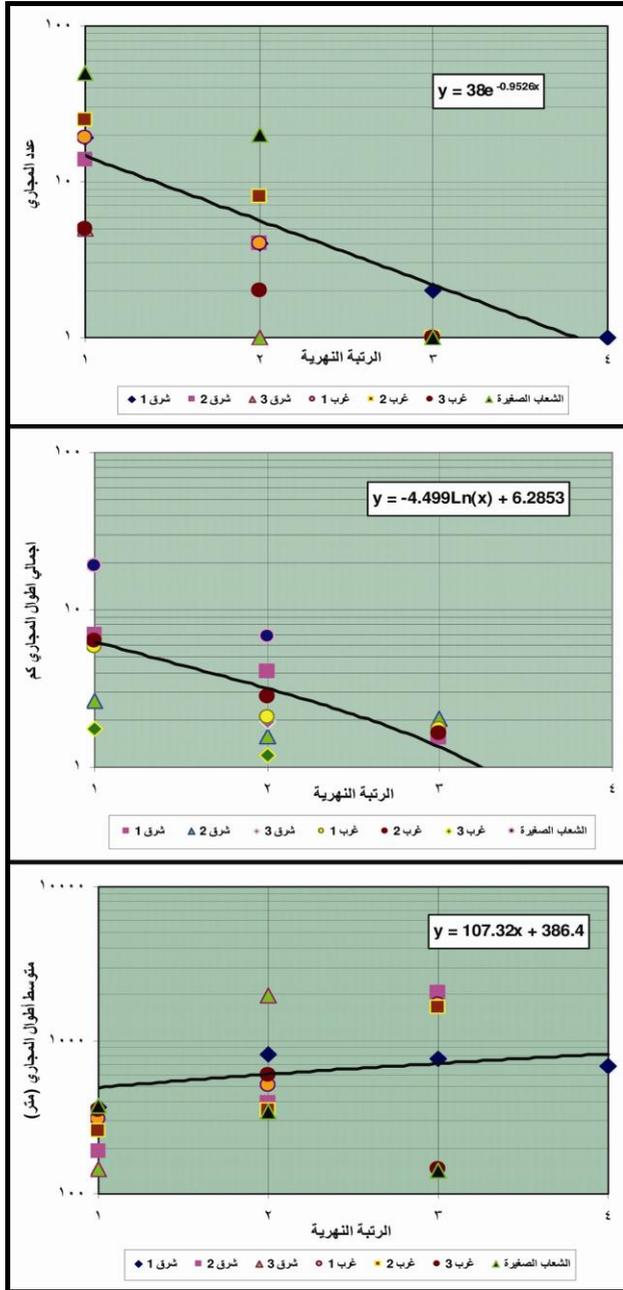
وقد أوضح ليوبولد وزملاؤه (Leopold et al., 1964, p. 136)، أن هناك علاقة خطية نصف لوغارتمية بين الرتبة النهرية وأعداد المجاري وتم توقع هذه العلاقة في شكل (10)، وتبين أن ثمة علاقة عكسية بين الرتبة النهرية وأعداد المجاري إذ بلغ معامل الارتباط نحو (-0.91) وهو ما يؤكد قوة العلاقة.

وقد اتضح أن الشعاب الرئيسية تستحوذ على أغلب المجاري، إذ تبلغ نسبة ما يضمه شعب 2 غرب نحو 18%، بينما يضم شعب 1 شرق نحو 14%، في حين تستحوذ الشعاب الصغيرة على نحو 37% من أعداد المجاري وأغلبها تقع في فئة الرتبة الأولى.

وبدراسة العلاقة بين مساحات أحواض الشعاب وأعداد المجاري النهرية اتضح أن هناك علاقة ارتباطيه موجبة قوية جدا إذ بلغ معامل الارتباط نحو (+0.94)، أي أن الأحواض كبيرة المساحة تستأثر بالعدد الأكبر من المجاري النهرية مقارنة بنظيرتها صغيرة المساحة.

نسبة التشعب :

ويقصد بها نسبة عدد مجاري رتبة ما منسوبا إلى عدد مجاري الرتبة التي تليها، وترتفع نسبة التشعب في الأحواض التي تتأثر بالعوامل الليثولوجية والبنوية وتقل في الأحواض التي يقل بها تأثير هذه العوامل وأشار سترالهر (Strahler, 1964)، إلى أن نسبة التشعب تتراوح بين 3، 5 لأغلب أحواض التصريف.



شكل (10) : العلاقة بين الرتبة النهرية وأعداد المجاري وإجمالي أطوال المجاري ومتوسط أطوالها.

تبلغ نسبة التشعب العامة لأحواض جبل عير نحو 5.44، ويرجع ذلك إلى زيادة مجاري الرتبة الأولى والثانية حيث تميل الأحواض التي تجري فوق الصخور النارية إلى تكوين مجاري من الرتبتين الأولى والثانية، وتبلغ نسبة التشعب في الأحواض الغربية نحو 4.06 بينما تقل في الأحواض الشرقية لتسجل نحو 3.9، أما الشعاب الصغيرة فترتفع فيها نسبة التشعب وتصل إلى 11.2، وهو ما أدى إلى ارتفاع النسبة الإجمالية للتشعب في أحواض جبل عير.

ويمكننا القول بأن الشعاب ذات المساحات الكبيرة نسبياً (1 شرق - 2 غرب) من الشعاب التي تزيد بها نسبة حدوث السيول في حالة سقوط وابل من الأمطار، ويعد شعب 2 غرب الأكثر احتمالاً لحدوث السيول إذ بلغت نسبة التشعب نحو 5.

وقد أشار سعد وزملاؤه (Saad et al., 1980, p. 822) إلى أن الأحواض التي تقل بها نسبة التشعب عن 3 تشكل خطراً كامناً وخاصة في المناطق الجافة، ومن ثم يمكن القول بأن وادي 1 شرقاً يشكل خطراً كامناً إذ بلغت نسبة تشعبه نحو 2.9.

أطوال المجاري :

بلغ متوسط أطوال المجاري بجبل عير للرتب من الأولى إلى الرابعة على التوالي ما يلي (267، 773، 1260، 677 متراً)، ويلاحظ أن الشعاب الكبيرة بجبل عير تميل على تكوين مجاري أطول من نظيرتها صغيرة المساحة، ولوحظ انخفاض متوسط طول الرتبة الرابعة والثانية ويرجع ذلك لأنه لا يوجد سوى مجرى واحد فقط ينتمي للرتبة الرابعة ويقع في وادي 1 شرقاً. ويلاحظ أن هناك نوع من التجانس في أطوال مجاري الرتبة الأولى إذ بلغ

معامل الاختلاف 32% ويزيد في الرتبة الثانية ليصل إلى 78%، وفي الثالثة 62%.

وبالنسبة لإجمالي أطوال المجاري فقد اتضح وجود علاقة عكسية قوية بين الرتبة النهريّة وإجمالي أطوال المجاري (شكل 10)، كما تتباين إجمالي أطوال المجاري النهريّة من رتبة لأخرى ومن شعب لأخر في نفس الرتبة النهريّة، وبلغ معامل الاختلاف للرتبة الأولى 65%، وسجل شعب 1 شرق نحو 6.9 كم لإجمالي أطوال الرتبة الأولى بينما سجل شعب 3 شرق نحو 0.73 كم فقط لنفس الرتبة.

وقد بلغ إجمالي أطوال الرتبة الثانية نحو 20 كم والثالثة نحو 7 كم والرابعة نحو 0.6 كم فقط.

وبدراسة العلاقة بين مساحة الشعاب وإجمالي أطوال المجاري اتضح أن هناك علاقة ارتباطية طردية قوية جداً إذ بلغ معامل الارتباط نحو (0.98)، وهو ما أشار إليه تشورلي (Chorley, 1957, p. 146)، من أن الأحواض كبيرة المساحة تحتوي على مجاري أطول من الأحواض صغيرة المساحة. وتعتبر تكرارية المجاري⁽¹⁾ عن النسبة بين أعداد المجاري المائية ومساحة الحوض بغض النظر عن أطوال هذه المجاري (Horton, 1932, p. 357)، (Horton, 1945, p. 285)، وكلما زادت قيمة هذا المعامل دل ذلك على إمكانية تجميع المياه داخل حوض التصريف ثم حدوث جريان سطحي فعال.

(1) يستخرج تكرارية المجاري من العلاقة التالية: $Sf = \{\sum Sn (n-1)\}/A$

حيث n تمثل الرتبة النهريّة، A تمثل المساحة

وقد بلغت تكرارية المجاري لجبل عير نحو 8.11 / كم²، وتزيد عدة شعاب

عن المتوسط العام وهى شعاب 2 شرق، 2 غرب، 3 غرب، بينما تقل بقية الشعاب عن المتوسط العام وبلغت نسبة الاختلاف بين الشعاب نحو 17% مما يدل على عدم وجود تباين كبير بين الشعاب.

بلغ هذا المعامل للشعاب الشرقية نحو 8.3 مجرى/كم² وللشعاب الغربية نحو 7.9 مجرى/كم²، ويرجع تقارب النسبة بين الشعاب الشرقية والغربية لتشابه ظروف النشأة، ويبدو أن هناك عوامل أخرى غير المساحة تتحكم في تكرارية المجاري ومنها العوامل البنوية والظروف المناخية والمرحلة الجيومورفولوجية (Horton, 1945, p. 286)، وتستخدم تكرارية المجاري كبديل لكثافة التصريف في حال تعذر الحصول على البيانات (Kamal et al., 1980, p. 824).

أما **معدل بقاء المجاري**⁽¹⁾ والذي يستخدم في الإشارة إلى مقدار المساحة اللازمة لإمداد مجاري شبكة التصريف بالمياه (Schumm, 1956, p. 607). وقد تراوحت قيمة هذا المعدل بين 0.26 ، 0.32 كم²/كم بمتوسط عام بلغ 0.29 كم²/كم بينما بلغ معامل الاختلاف نحو 9% فقط، ويتضح من خلال هذه القيم المنخفضة أن جبل عير لم تكتمل بعد شبكة تصريفه ويرجع ذلك بسبب ظروف الجفاف التي تجتاح الجزيرة العربية عامة ومنطقة الدراسة خاصة، ومن ثم يمكننا القول بأن شبكة التصريف بالجبل في حالة توقف نسبي عن التطور الجيومورفولوجي باستثناء مصبات هذه الشعاب التي تتعرض للتغير المستمر بسبب العوامل البشرية.

$$(1) \text{ يستخرج معدل بقاء المجاري من العلاقة التالية : } M = A / \sum L \text{ or } M = 1/Dd$$

حيث M تمثل معدل بقاء المجاري، A مساحة حوض التصريف، L مجموع أطوال شبكة التصريف، Dd كثافة التصريف.

وقامت موريساوا بتصنيف الأودية إلى عدة أقسام بحسب **معدل النسيج**

الطبوغرافي⁽¹⁾ والذي يقيس درجة تقطع محيط حوض التصريف بالمجري النهرية، وتشمل الفئة الأولى الأحواض ذات النسيج الخشن وهي التي يقل نسيجها الطبوغرافي عن 8 مجرى لكل كيلومتر، وتشمل الفئة الثانية الأحواض ذات النسيج المتوسط ويتراوح نسيجها الطبوغرافي بين 8 إلى 20 مجرى لكل كيلومتر، أما الفئة الثالثة فتشمل الأحواض ذات النسيج الناعم ويتراوح نسبة نسيجها الطبوغرافي بين 20 إلى 200 كيلومتر، وهو مدى شاسع يسمح بتشابه الأحواض في فئة واحدة بالرغم من التفاوت الكبير في قيمها، وتشمل الفئة الأخيرة الأحواض ذات النسيج الناعم جدا وفيها تزيد نسبة النسيج الطبوغرافي عن 200 مجرى لكل كيلومتر (Morisawa, 1968, p. 160).

وتقع شعاب المنطقة في فئة النسيج الخشن إذ تتراوح القيم بين 1.17، 3.40 مجرى/كم، بمتوسط عام بلغ 2.26، وتزيد الأحواض الغربية عن الشرقية في معدل نسيجها الطبوغرافي إذ بلغ معدل الأولى نحو 2.42، والثانية 2.11. ويقل المتوسط العام للأحواض عن نصف القيمة التي افترضها ستراهلر لوصف الأحواض بأنها ذات نسيج خشن، إذ أشار إلى أن الأحواض خشنة النسيج هي التي تقل نسبة النسيج الطبوغرافي بها عن 5 مجرى/كم (Strahler, 1957, p. 32). واغلب أحواض المناطق الجافة تسجل قيما منخفضة بسبب قلة الأمطار والنبات الطبيعي ونفاذية الصخور، كما تشير هذه القيم المنخفضة إلى كون شعاب جبل عير تمر بالمرحلة الأولى من مراحل التعرية كبقية أحواض المدينة المنورة (العوضي، 2002، ص ص 41-42)، إذ توقفت عمليات النحت والإرساب بتوقف الأمطار وأصبحت الهيمنة لعملية التجوية وعامل الرياح.

(1) يستخرج معدل النسيج الطبوغرافي من العلاقة التالية : $T = N / p$

حيث تمثل N عدد المجري، P تمثل طول محيط الحوض

وتعد **كثافة التصريف⁽¹⁾** من أهم مقاييس شبكة التصريف وأكثرها شيوعا

وذلك لكونها مرآة للظروف الجيولوجية والمناخية والتضاريسية والنبات الطبيعي بحوض التصريف، كما أنها تستخدم لفهم مدخلات ومخرجات حوض التصريف والعمليات الجيومورفولوجية السائدة بالحوض.

وتتأثر كثافة التصريف بعدة عوامل من أهمها العامل الجيولوجي، إلا أن شبكة التصريف بمنطقة الدراسة تعكس أثرا مناخيا أكثر منه لبيولوجيا حيث تنخفض كثافة التصريف في شعاب جبل عير جميعها لأقل من 4 كم²/كم² بمتوسط عام بلغ 3.4 كم²/كم² (جدول 7).

جدول (7) : متغيرات شبكة التصريف.

المتغير / الوادي	كثافة التصريف	تكرارية المجاري	معدل بقاء المجاري	نسبة النسيج الطبوغرافي	نسبة التشعب
1 شرق	3.67	7.22	0.27	2.77	2.92
2 شرق	3.86	9.88	0.26	2.39	3.75
3 شرق	3.55	7.89	0.28	1.17	5.00
1 غرب	3.09	6.13	0.32	2.00	4.38
2 غرب	3.12	9.22	0.32	3.40	5.56
3 غرب	3.22	8.33	0.31	1.84	2.25
المتوسط	3.42	8.11	0.29	2.26	3.98
الانحراف المعياري	0.32	1.35	0.03	0.77	1.26
معامل الاختلاف %	9.35	16.69	9.20	34.25	31.57

$$(1) \text{ تستخرج كثافة التصريف من العلاقة التالية : } Dd = \sum L / A$$

حيث تمثل L إجمالي أطوال المجاري النهرية بالحوض، A تمثل مساحة حوض التصريف وعلى الرغم من أن أغلب الباحثين قد ربط بين خصائص الصخور وكثافة

التصريف مثل (Morisawa, 1962)، (Fairbridge, 1964)، (Gregory and)، (Walling, 1973)، (Schumm, 1977)، (Summerfield, 1991)، إلا أننا في المناطق الجافة لابد من أن نعظم من أثر المناخ بكل عناصره وخاصة المطر والحرارة والتبخر والنتح، كما ربط ميلتون بين كثافة التصريف ومؤشر ثورنثويت لقياس المطر (Melton, 1957).

وتقترب كثافة التصريف للشعاب الشرقية (3.7 كم/كم²) مع الشعاب الغربية (3.15 كم/كم²) وبلغ معامل الاختلاف نحو 9%، ومرة أخرى تشير هذه الأرقام إلى أن أحواض الشعاب بجبل عير ما زالت في بداية مرحلة التعرية وأن العامل المناخي هو الأكثر تأثيراً وأن ذلك سيستمر طالما ظل الجفاف سائدا بالمنطقة.

ولدراسة العلاقات بين متغيرات الأحواض وشبكات التصريف بشعاب جبل عير فقد استخرجت المصفوفة الارتباطية (ملحق 1).

ومن خلال العلاقات الارتباطية بين 25 متغيراً للأحواض والشبكات تبين ما يلي :

- ترتبط بعض المتغيرات بغيرها ارتباطاً قوياً وهناك متغيرات أخرى ضعيفة الارتباط.
- هناك خمسة متغيرات (نسبة التضرس - التضاريس النسبية - نسبة التحدّر - محيط الأحواض - طول الأحواض) ترتبط ارتباطاً قوياً \pm 0.60 فأكثر بنحو خمسة عشر متغيراً.
- ترتبط نسبة التضرس ارتباطاً طردياً مع المتغيرات (التضاريس النسبية - نسبة التحدّر - درجة الوعورة) وهذا يعني أن قيم هذه المتغيرات تزيد بزيادة نسبة التضرس، وترتبط نسبة التضرس ارتباطاً عكسياً مع متغيرات (مؤشر

التقطع - التكامل الهيسومتري - المساحة - المحيط - الطول - متوسط العرض - طول المجرى الرئيسي - عدد المجاري النهرية - إجمالي أطوال المجاري - أقصى ارتفاع بالحوض - المدى التضاريسي) أي أن نسبة تضرس الأحواض تنخفض بزيادة مساحة الحوض وزيادة عدد وأطوال مجاريه وطول مجراه الرئيسي، وهذا يبدو منطقيا إذ تعمل الأحواض كبيرة المساحة على ضبط انحداراتها وتخفيض درجة تضرسها.

كذلك ترتبط التضاريس النسبية مع خمسة عشر متغيرا بعلاقات قوية، إذ ترتبط طرديا مع متغيرات (نسبة التحدّر - درجة الوعورة)، وترتبط عكسيا مع متغيرات (مؤشر التقطع - التكامل الهيسومتري - نسبة النسيج الطبوغرافي - المساحة - محيط الأحواض - الطول - متوسط العرض - طول المجرى الرئيسي - عدد المجاري النهرية-إجمالي أطوال المجاري - أقصى ارتفاع بالحوض - المدى التضاريسي).

أما نسبة التحدّر فتترتبط مع خمسة عشر متغيرا منها ثلاثة ارتباطا طرديا وهى (نسبة التضرس - التضاريس النسبية - درجة الوعورة)، أي أن نسبة تحدّر الشعاب تزيد بزيادة تضرس الشعاب ودرجة وعورتها، وترتبط عكسيا مع متغيرات (أقصى ارتفاع بالحوض-المدى التضاريسي - مؤشر التقطع - التكامل الهيسومتري - نسبة النسيج الطبوغرافي - المساحة - المحيط - الطول - متوسط العرض - طول المجرى الرئيسي - عدد المجاري النهرية - إجمالي أطوال المجاري النهرية).

ومن المتغيرات التي ترتبط ارتباطا قويا بغيرها من المتغيرات (محيط الحوض - طول الحوض) إذ يرتبط كل منهما مع نحو 15 متغيرا طرديا أو عكسيا (ملحق 1).

ومن المتغيرات التي ترتبط ارتباطا ضعيفا بغيرها من المتغيرات (كثافة التصريف - تكرارية المجاري - معدل بقاء المجاري - نسبة التشعب) وهى متغيرات تختص بشبكة التصريف ومن الجائز أن شبكة التصريف قد تحكمت فيها عوامل أخرى غير الأبعاد المورفومترية للحوض كالظروف المناخية. بينما يلاحظ أن هناك متغيرين من متغيرات الشبكة وهما عدد المجاري النهرية وإجمالي أطوالها يرتبطان مع المتغيرات الأخرى ارتباطا قويا، بينما لا يعبر متوسط أطوال المجاري النهرية عن ارتباط قوي مع غيره من المتغيرات.

التحليل العاملي لمتغيرات أحواض وشبكات الشعاب :

تتجه الدراسات الجغرافية الحديثة إلى استخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة لدراسة وتحليل المتغيرات الجغرافية، ويظل التحليل العاملي Factor Analysis والتحليل العنقودي Cluster Analysis وتحليل التمايز Discriminate Analysis على رأس هذه الأساليب المتقدمة.

وقد استخدمت الدراسة الحالية التحليل العاملي لتحليل العلاقات بين متغيرات أحواض وشبكات شعاب جبل عير والتي بلغ عددها 25 متغيرا، منها 16 متغيرا تختص بأحواض الشعاب و9 متغيرات تختص بشبكات التصريف.

وتم استخلاص أربعة عوامل (جدول 8)، تفسر نحو 98% من اختلاف البيانات، وبلغت قيمة الجذر الكامن للعامل الأول نحو 12.3 وبلغت نسبة التباين 49.4% أي أن هذا العامل يفسر نحو 49% من مجمل التغير في

شعاب جبل عير، ويتشعب هذا العامل بنسب عالية موجبة على المتغيرات التالية (أجمالي أطوال المجاري - التكامل الهيسوم تري - المساحة - عدد المجاري النهرية - محيط الأحواض - متوسط العرض - الطول - نسبة النسيج الطبوغرافي - طول المجرى - أقصى ارتفاع بالحوض)، ولهذا العامل حمولات Loading عالية سالبة على المتغيرات التالية (درجة الوعورة لميلتون - نسبة التحد - نسبة التضرس - التضاريس النسبية)، أي أن هذا العامل له حمولات عالية على أكثر من نصف عدد المتغيرات، وتبلغ عدد متغيرات شبكة التصريف التي تتشعب على هذا العامل 3 متغيرات فقط بينما تتشعب عليه 10 متغيرات من متغيرات الحوض ومن ثم من الممكن أن نطلق على هذا العامل اسم العامل التضاريسي.

ويفسر العامل الثاني نحو 23% من تباين الأحواض إذ بلغت قيمة الجذر الكامن نحو 5.2، وتتشعب عليه عدة متغيرات هي (متوسط أطوال المجاري - الاستدارة - نسبة التشعب - الاستطالة - مؤشر التقطع - المدى التضاريسي) ومن الممكن أن نطلق عليه عامل شكل الأحواض.

أما العامل الثالث فتبلغ قيمة الجذر الكامن نحو 4 بنسبة تباين بلغت 16%، وله حمولات عالية على المتغيرات التالية (معدل بقاء المجاري - كثافة التصريف - درجة الوعورة) ومن الممكن وصفه بمؤشر شبكات التصريف.

ويفسر العامل الرابع نحو 12% من اختلاف البيانات وله حمولات عالية على متغيرين فقط وهما (تكرارية المجاري النهرية - أدنى ارتفاع بالحوض).

جدول (٨) : المصفوفة العاملية لمتغيرات أحواض التصريف وشبكاتها بشعاب جبل عير.

العامل الرابع	العامل الثالث	العامل الثاني	العامل الأول	العامل	المتغير
٠,١٤٩-	٠,٠٤٤-	٠,٠٤٥-	٠,٩٨٠	إجمالي أطوال المجاري	متغيرات العامل الأول
٠,١١٩-	٠,١٣٢	٠,٠١٩-	٠,٩٧٧	التكامل الهيسومتري	
٠,١٦٧-	٠,١٣٤	٠,٠٠٩	٠,٩٧٣	المساحة	
٠,٠٩٤	٠,١٢١-	٠,١٣٦	٠,٩٧٠-	درجة الوعورة لميلتون	
٠,١٩٠	٠,١٣٥	٠,٠٥٩	٠,٩٧٠	عدد المجاري النهريّة	
٠,١٧٢	٠,٠٠٥-	٠,٢١٥-	٠,٩٦١-	التضاريس النسبية	
٠,٢٤٧-	٠,٠٨٦	٠,١٩٩	٠,٩٤٤	المحيط	
٠,١٠٠-	٠,٣١٠	٠,١٢٥-	٠,٩٣٥	متوسط العرض	
٠,٢٢٦-	٠,٢٢٨-	٠,٢٨٣	٠,٩٠٣	الطول	
٠,٤٤١	٠,١٠٥	٠,١١٤-	٠,٨٨٠	نسبة النسيج الطوبوغرافي	
٠,١٠٩	٠,٢٤٨	٠,٤٠٠-	٠,٨٧٤-	نسبة التحدّر	
٠,٢٥٦-	٠,٢٤٠-	٠,٣٢٤	٠,٨٧٤	طول المجرى	
٠,١٩٥	٠,٢٨٣	٠,٤٧٨-	٠,٨٠١-	نسبة التضرس	
٠,٢٣٠	٠,٣٤١-	٠,٥٧٩	٠,٦٩٩	أقصى ارتفاع	

تابع جدول (٨)

المتغير		العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع
متغيرات العامل الثاني	متوسط أطوال المجاري	٠,٠٥٥-	٠,٩٣٨	٠,٣٠١-	٠,١٥٣-
	الاستدارة	٠,٠٠٣-	٠,٩٢٤-	٠,٢٧٨	٠,٢٤٨
	نسبة التشعب	٠,١٨٣	٠,٩١٢	٠,٣٠٤	٠,١٦٨
	الاستطالة	٠,١٨٣	٠,٧٢٧-	٠,٦٢٢	٠,١٣٤
	مؤشر التقطع	٠,٤٤٤	٠,٦٣٤	٠,٠٠١	٠,٦٠٩-
متغيرات العامل الثالث	المدى التضاريسي	٠,٥٥٦	٠,٦٢٤	٠,١٠٧-	٠,٤٨٥-
	معدل بقاء المجاري	٠,١٠٥	٠,٠٣٥-	٠,٩٨٣	٠,١٣٨-
	كثافة التصريف	٠,٠٩٢-	٠,٠٤٢	٠,٩٧٧-	٠,١٨٩
متغير العامل الرابع	درجة الوعورة	٠,١٦٨	٠,٣٠٠	٠,٩٣١-	٠,٠٣٧-
	تكرارية المجاري التهرية	٠,٠٩٦-	٠,٠٦٥	٠,١٨٤-	٠,٩٢٧
	أدنى ارتفاع	٠,٢٢٦-	٠,٤١٠-	٠,١١٤-	٠,٨٣٩
	الجذر الكامن	١٢,٣٦٧	٥,٢٠٠	٤,٠٤٥	٢,٩٨٠
نسبة التباين العملي %		٤٩,٤٦٧	٢٠,٧٩٩	١٦,١٧٩	١١,٩٢٢
نسبة التباين العملي التراكمية %		٤٩,٤٦٧	٧٠,٢٦٦	٨٦,٤٤٥	٩٨,٣٦٧

وتفسر العوامل الأربعة السابقة كما أشرنا 98% من تباين أحواض الشعاب بجبل عير وأكثر من نصف هذه المتغيرات متعلق بالعامل التضاريسي مما يدل على أن متغيرات التضاريس هي المتحكمة وأن شبكات التصريف للشعاب لم تكتمل بعد وما زال أمامها الكثير حتى تستخدم للتمييز بين شعاب جبل عير.

الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير :

اعتمدت الدراسة الحالية على عدة مصادر لرصد وتمثيل الظواهر الجيومورفولوجية بجبل عير وهي :

1- المرئيات الفضائية من نوع LandSat TM لأعوام 1990، 2000، 2010م.

2- مرئية فضائية من نوع IKONOS عام 2005م.

3- الدراسة الميدانية والتي تمت خلال عام 2012م.

ويتجه الباحثون في الوقت الحالي لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية في إنشاء الخرائط الجيومورفولوجية ومنهم (Gustavsson et al., 2007)، (Minar & Evans, 2008)، (Siart et al., 2009)، (Bishop et al., 2012)، (Capitan & Dewiel, 2012)، وتحاول هذه الدراسات جميعها دمج قواعد البيانات المكانية Geospatial Database مع العمل الميداني واليدوي من أجل إنشاء قواعد بيانات رقمية للخريطة الجيومورفولوجية يمكن الاستفادة منها في مجالات عديدة وتحديثها باستمرار.

ويمكن تقسيم الأشكال الجيومورفولوجية بجبل عير إلى ما يلي :

* الأشكال البنيوية :

يتسم جبل عير بوجود بعض الانكسارات والتي أثرت في سطح الجبل وأثرت كذلك في اتجاه بعض شعاب الجبل ويرتبط بهذا الانكسارات الحافات الصدعية والتي تتركز شرقي وجنوبي الجبل وتأخذ اتجاهات متباينة أهمها الشمال الشرقي والشمال الغربي (شكل 11).

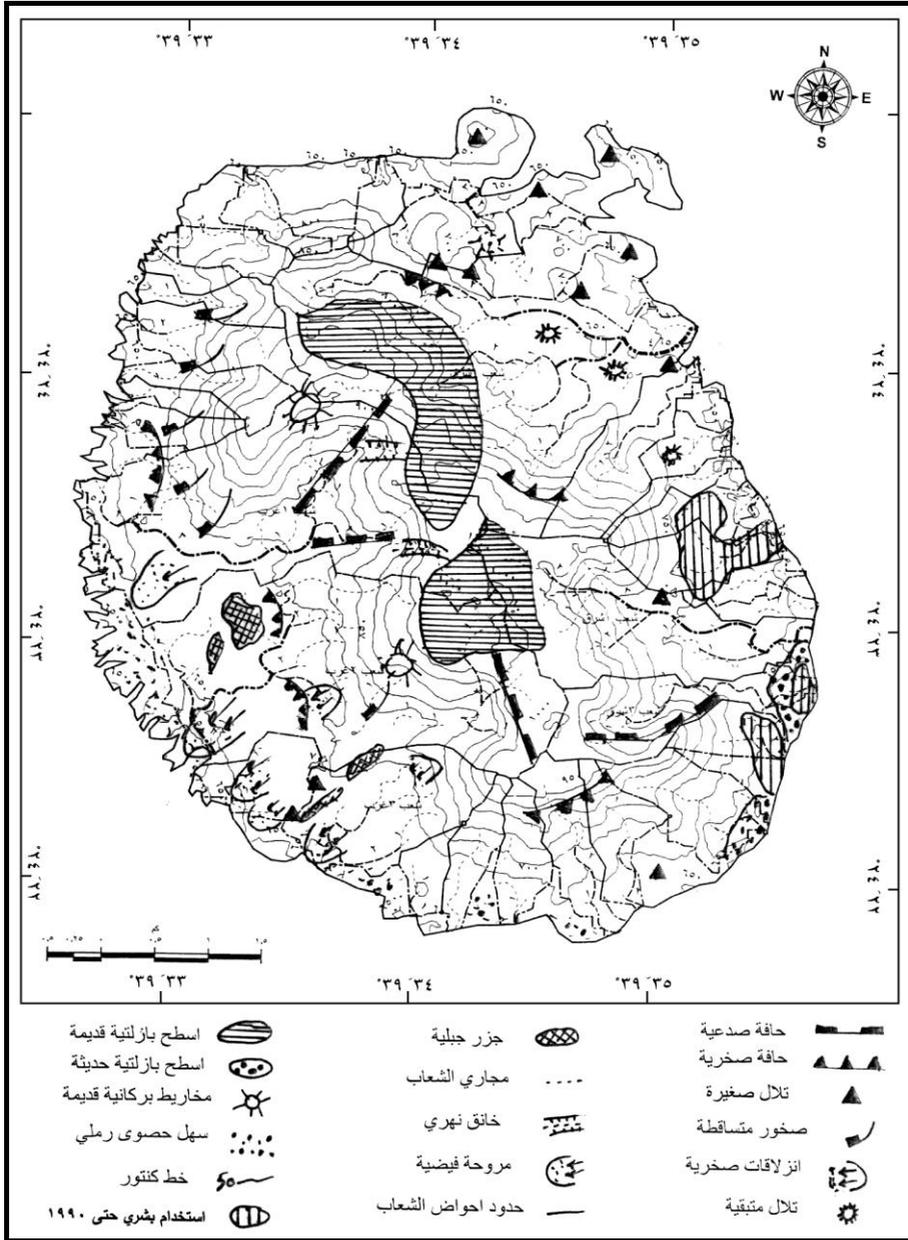
وتتراوح درجات الانحدار على أسطح هذه الحافات بين 50، 70°، كما تنتشر الحافات الصخرية على الهوامش الشرقية والغربية للجبل (صورة 5).

ويتسم جبل عير بوجود بعض التلال الصغيرة والتي انفصلت عن الجبل بفعل عوامل التعرية وتتركز في الجزء الشمالي الشرقي من الجبل وتتسم بانخفاض منسوبها وتراكم الرواسب والمفتتات على جوانبها ، إلا أن العمران بدأ يزحف صوب هذه التلال ومن المتوقع أن تتلاشى خلال الأعوام القليلة القادمة.

وقد تم دراسة الشعاب دراسة تفصيلية فيما سبق، أما عن مصبات هذه الشعاب فقد سجل الباحث بعض المراوح الفيضية على الجانب الشرقي ولكن تأثرت بالتدخل البشري وغيرت من ملامحها (صورة 7)، أما على الجانب الغربي فقد كان لاتساع المراوح الفيضية أكبر الأثر في تحويلها إلى مخططات سكنية وبدا بالفعل في تقسيم الأراضي من أجل إنشاء مخطط سكني جديد أطلق عليه مخطط جبل عير (صورة 8).

* أشكال الانهيارات الأرضية :

سجل الباحث بعض الكتل المتساقطة والمنزقة على منحدرات الجبل، وسجلت هذه الظاهرة فوق أسطح المنحدرات شديدة الانحدار وخاصة على الأجزاء الجنوبية للجبل (صورة 9)، وتتراوح أبعاد هذه الكتل بين 70 سم، 1.5 متر وتتسم بأنها حادة الزوايا وغير جيدة التصنيف.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية 1:50000، صور الأقمار الصناعية Landsat عام 1990، الدراسة الميدانية.

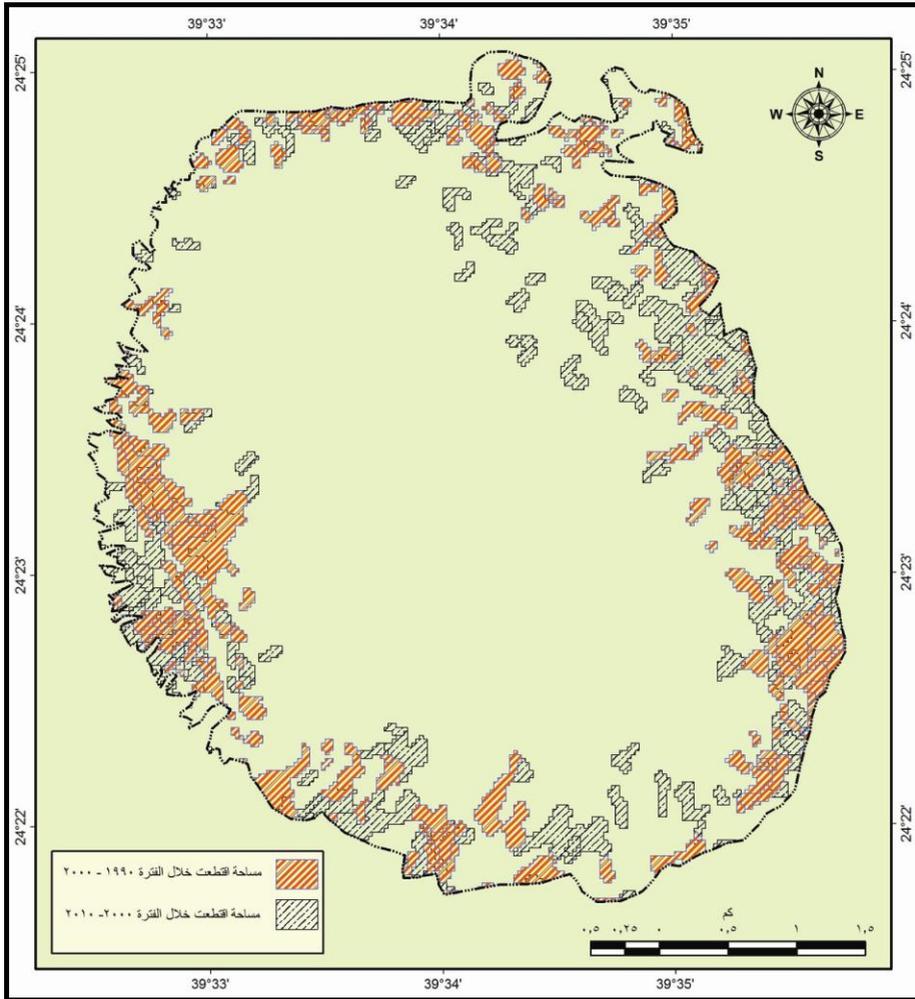
شكل (11) : الخريطة الجيومورفولوجية لجبل عير .

وقد أدت عمليات التجوية على منحدرات الجبل إلى تكوين رواسب ركام الهشيم Scree (صورة 10)، وتتسم هذه الرواسب بانتشارها على منحدرات الجبل حتى تصل لأعلى المنحدر، وتتراوح درجة الانحدار على هذه السطح بين 15° إلى 30°، ويزيد انحدارها كلما اتجهنا صوب أعلى المنحدر، وتتسم هذه الرواسب بعدم الاستقرار وقلة النبات الطبيعي باستثناء بعض الشجيرات والنباتات الصحراوية.

- وقد تم رصد المناطق التي اقتطعت من جبل عير خلال الفترة 1990-2010 (شكل 12)، ويتضح تأثير العامل البشري فيما يلي:
- 1- تم ردم بعض المجاري العليا للشعاب (صورة 11).
 - 2- الاعتداء على مصبات الأودية وتحويلها لمخططات سكنية (صورة 12).
 - 3- نحت وإزالة نهايات المراوح الفيضية وخاصة على المراوح الفيضية وتحويلها إلى مباني أو استخدام رواسبها في عمليات التحجير (صورة 13).
 - 4- قطع حافات الجبل من أجل مد الطرق وإنشاء المباني (صورة 14).
 - 5- تحول سهل أقدام الجبال إلى مناطق سكنية ومخططات وخاصة على الجزء الغربي.

وتشير الدراسة التفصيلية لرصد التغير في الأشكال الأرضية بجبل عير خلال الفترات المذكورة إلى :

- خلال الفترة (1990-2000) تغير استخدام مساحة تقدر بنحو 3.19 كم² من إجمالي مساحة الجبل بنسبة 13% تقريبا، وأغلب هذه المساحة تركزت على الجانب الشرقي من الجبل وتمثلت في انتشار العمران أما في الجانب الغربي فتمثل التغير في تجهيز أجزاء من أقدام الجبل لعمل المخططات السكنية ولكن تم التراجع عن ذلك لأغراض عسكرية، ونتج عن ذلك التغير تقلص مساحة المراوح الفيضية خاصة شرقي الجبل.



المصدر: من إنشاء الباحث اعتمادا على المرئيات الفضائية لأعوام 1990، 2000، 2010م.

شكل (12) : المناطق التي اقتطعت من جبل عير
خلال الفترة من 1990-2010م.

- خلال الفترة (2000-2010) بلغت المساحة التي اقتطعت من الجبل لحساب الاستخدامات البشرية نحو 2 كم² بنسبة 8%، ولا يرجع انخفاض هذه النسبة عن الفترة التي سبقتها بسبب قلة النمو العمراني ولكن بسبب وصول الاستخدام البشري إلى أقدام الجبل خاصة في الجانب الشرقي والذي تحول إلى مخططات سكنية تغزو الجبل من جوانب الشمالية والشرقية والجنوبية، ومن ثم فإن إجمالي مساحة ما اقتطع من الجبل خلال الفترة كلها (1990-2010) بلغ نحو 21% أي نحو خمس مساحة الجبل، بل أن أجزاء من سطح الجبل قد تغير استخدامها لحساب بعض المرافق الخدمية مثل أبراج الكهرباء - أبراج تقوية الإذاعة والهاتف).

وتفتتح الدراسة الحالية ما يلي :

- إحاطة المساحة المتبقية من جبل عير بسياج ومنع الامتداد العمراني خلف هذا السياج.
- زراعة الأشجار على المنحدرات الشرقية والغربية للجبل.
- إقامة الاستراحات والحدائق على أطراف الجبل للاستفادة من قيمته الدينية.
- إقامة قناة حول الجبل تحسبا لهطول المطر وجريان المياه في الشعاب وتهديدها للمجمعات السكنية التي أقيمت وخاصة على الجانب الشرقي، وقد تم بالفعل إقامة هذه القناة في قطاع صغير من الجانب الشرقي ولكن الدراسة توصي بتكملة هذه القناة حتى تلتف حول الجبل بكامله.
- إزالة المساكن البدائية التي أقيمت أسفل المنحدرات الشرقية للجبل
- إزالة المخلفات من قيعان الشعاب الغربية وتطهيرها وعدم الاعتداء عليها ورمدها.

ملحق الصور الفوتوغرافية



صورة (1) : بانوراما لجبل عير.



صورة (2) : تكوينات الداوناك على الجانب الشرقي للجبل.



صورة (3) : تفكك الصخور النارية بفعل عوامل التجوية.



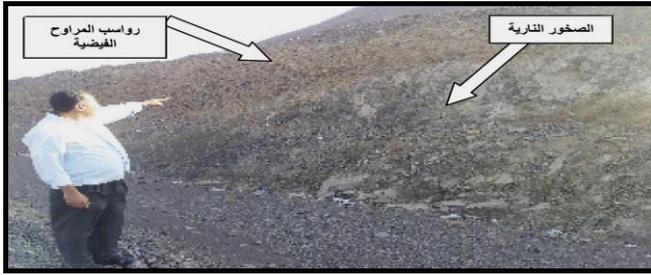
صورة (4) : مجرى أحد الشعاب الكبيرة على الجانب الغربي وينتهي إلى وادي العقيق.



صورة (5) : انتشار الحافات الصدعية على الجانب الجنوبي الغربي للجبل.



صورة (6) : الانحدارات الخفيفة على الجانب الغربي لجبل عير.



صورة (7) : إرسابات المراوح الفيضية ترتكز فوق الصخور النارية.



صورة (8) : تخطيط الأرض تمهيدا لإقامة المخططات السكنية على الجانب الغربي.



صورة (9) : الصخور المتساقطة على الحافة الجنوبية للجبل.



صورة (10) : إرسابات ركام الهشيم على الحافة الشرقية للجبل.



صورة (11) : ردم أحد مجاري الشعاب الصغيرة على الجانب الغربي.



صورة (12) : المخططات السكنية الحديثة (الخالية من السكان)
على الأطراف الشرقية للجبل.



صورة (13) : عمليات التحجير على الجانب الشمالي الشرقي لجبل عير.



صورة (14) : قطع الحافة الغربية لإنشاء الطرق والمخططات السكنية.

المراجع والمصادر

أولاً : المراجع باللغة العربية.

1. تزاب، محمد مجدي، (1987) : حوض وادي بدع جنوب غرب السويس فيما بين وادي حجول شمالا ووادي غويبة جنوبا، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
2. جودة، جودة حسنين، عاشور، محمود محمد (1991) : وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى. (بدون ناشر)
3. الدوعان، محمد إبراهيم، (1999) : الأودية الداخلة إلى منطقة الحرم بالمدينة المنورة، سلسلة بحوث جغرافية، رقم 38، جامعة الملك سعود، الرياض.
4. رجب، عمر الفاروق السيد رجب، (1979) : المدينة المنورة اقتصاديات المكان - السكان - المورفولوجية، الطبعة الأولى، دار الشروق، جدة.
5. سلامة، حسن رمضان، (1982) : الخصائص الشكلية ودلالاتها الجيومورفولوجية، مجلة الجمعية الجغرافية الكويتية، العدد 43.
6. الشريف، عبد الرحمن صادق، (1993) : التركيب الجيولوجي، في الرويثة (محمد أحمد)، خوجلي (مصطفى محمد)، محررين، المدينة المنورة : البيئة والإنسان، الطبعة الأولى، دراة الواحة العربية، المدينة المنورة.
7. الشنطي، أحمد محمود سليمان، (1993) : جيولوجية الدرع العربي، مركز النشر العلمي، جامعة الملك عبد العزيز، جدة.
8. طالبة، شحاتة سيد أحمد، (2002) : مناخ المدينة المنورة وآثاره الاقتصادية، مطبوعات نادي المدينة المنورة الأدبي، رقم 166.
9. عبد الصمد، متولي، (2001) : حوض وادي وتير شرق سيناء دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه أوصي بنشرها، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

10. عبد الصمد، متولي، (2006) : جبل أحد بالمدينة المنورة : دراسة جيومورفولوجية (بحث محكم ومنشور ضمن فعاليات الندوة التاسعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية، مارس 2006م.
11. عبد الصمد، متولي، (2008) : الأودية في قطاع من الساحل السعودي الجنوبي الغربي : دراسة تحليلية، المجلة الجغرافية العربية - العدد الثاني والخمسون - الجزء الثاني - الجمعية الجغرافية المصرية - القاهرة . 2008.
12. العوضي، حمدينه عبد القادر، (2002) : أحواض التصريف بحوض المدينة المنورة بالمملكة العربية السعودية دراسة جيومورفولوجية، مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
13. القلاوي، حسين محمد حسن، (1992) : حوض وادي العقيق بالمدينة المنورة، دراسة في معطيات المناطق الجافة، مجلة العقيق، نادي المدينة المنورة الأدبي، المجلد الأول، العدد (1، 2)، ص ص 35-69.
14. كعكي، عبد العزيز عبد الرحمن، (1998) : معالم المدينة المنورة بين العمارة والتاريخ، الجزء الأول (المعالم الطبيعية)، دار إحياء التراث العربي، بيروت.
15. الهلال، محمد الأحمد، (2007) : تقرير عن جيولوجية المدينة المنورة (ضمن حدود النطاق العمراني)، مجلة مركز بحوث ودراسات المدينة المنورة، العدد 17، ص ص 137-160.

ثانياً : المراجع باللغة غير العربية.

1. Bishop, M.P., James, L.A., Shroder, J.F., and Walsh, S.J. (2012): Geospatial Technologies and Digital Geomorphological Mapping: Concepts, Issues and research, Geomorphology, Vol. 137, pp. 5-26.
2. Capitan, R.D., & De Wiel, M.J. (2012): Regional Morphometric and Geomorphologic Mapping of Martian Landforms, Computer & Geosciences, Vol. 45, pp. 190-198.
3. Chorley, R.J. (1957): Illustrating the Laws of Morphometry, Geol. Magz., Vol. 94, No. 2, pp. 140-150.
4. Cooke, R.U., and A. Warren, (1975): Geomorphology in Deserts. Batsford, London, 394 p.

5. Fairbridge, R.W. (1968): *Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold Book Corporation, New York.
6. Gregory, K.J., Walling, D.E., (1973): *Drainage Basin –Form & Process: A Geomorphological Approach*, Edward Arnold, London.
7. Gustavsson, M., Seijmonsbergen, A., and Kolstrup, E. (2008): Structure and Contents of A new Geomorphological GIS Database Linked to a Geomorphological Map-with an Example from Liden,Central Sweden,*Geomorphology*, Vol. 95, pp. 335-349.
8. Horton, R.E. (1932): *Drainage Basin Characteristics*, Transactions of American Geophysical Union, Vol. 13, pp. 350-361.
9. Horton, R.E. (1945): *Erosional Development of Streams and their Drainage Basins- Hydrological Approach to Quantitative Morphology*, Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 56, pp. 275-370.
10. Kamal, F.S., El-Shamy, I.Z., & Sweidan, A.S. (1980): Quantitative Analysis of the Geomorphology and Hydrology of Sinai Peninsula, A.G.S.E., Vol. X, pp. 819-839.
11. Knighton, D., (1984) : *Fluvial Forma and Processes*, Edward Arnold, London.
12. Leopold, L.B. Wolman, M.G., & Miller, J.P. (1964): *Fluvial Processes in Geomorphology*, Freeman & Co., London.
13. Melton, M.A., (1965): The Geomorphic and Paleoclimatic Significance of Alluvial Deposits in Southern Arizona. *Journal of Geology*, 73, pp. 1-38.
14. Melton, M.A. (1957): *An Analysis of the Relations among Elements of Climate, Surface Prpperoties and Geomorphology*.Dept. Geol. Coumbia U., ONR Contract NONR 389-042, Tech. Rept., No. 11.
15. Minar, J., & Evans, I.S. (2008): *Elementray Forms for Land Surface Segmentation: the Teoritical Basis of Terrain Analysis and Geomorphological Mapping*,*Geomorphology*, Vol. 95, pp. 236-259.
16. Morisawa, M.E., (1968): *Streams 'their Dynamic and Morphology*, New York.
17. Morisawa, M.E. (1962): *Quantitative Geomorphology of some Watershed in the Appalachian Plateau*, Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 73, pp. 1025-1046.
18. Pareta, K., & Pareta, U. (2011): *Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER(DEM) Data and GIS*, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, Vol. 2, No. 1, pp. 248-269.

19. Patton, C. & Baker, V.R., (1976): Morphometry and Floods in Small Drainage Basins Subject to Diverse Hydrogeomorphic Controls, *Water Resources Research*, Vol. 12, No. 5, pp. 941-976.
20. Pellaton, G. (1981): Explanatory to the Geologic Map of the Al-Madinah Quadrangle, sheet no. 24D, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Riyadh.
21. Roobol, M.J., (1998): A One Day Field Excursion to Northern Harrat Rahat, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Jiddah.
22. Saad, K.F., El-Shamy I.Z., & Sweidan, A.S., (1980): Quantitative Analysis of the Geomorphology and Hydrology of Sinai Peninsula, *Annals of the Geo. Sur. Of Egypt*, Vol. 10, pp. 819-836.
23. Schumm, S.A. (1956): The Evaluation of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 67, pp. 597-646.
24. Schumm, S.A. (1977): *The Fluvial System*, John Wiley & Sons, New York.
25. Siart, C., Bubenzer, O., Eitel, B., (2009): Combining Digital Elevation Data (SRTM/ASTER), High Resolution Satellite Imagery (Quick Bird) and GIS for Geomorphological Mapping: A Multi-Component Case Study on Mediterranean Karst in Central Crete, *Geomorphology*, Vol. 112, pp. 106-121.
26. Singh, S. and Dubey, A., (1994): *Geo environmental Planning of Watersheds in India*. Allahabad, India: Chugh Publications, pp. 28-69.
27. Sreedevi, P.D., Subrahmanyam, K., and Ahmed, S., (2004). The Significance of Morphometric Analysis for Obtaining Groundwater Potential Zones in a Structurally Controlled Terrain. *Environmental Geology*, Vol., 47, pp. 412-420.
28. Strahler, A.N., (1957): Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology, *Amer. Geophys. Union*, Vol. 38, No. 6, pp. 913-920.
29. Strahler, A.N., (1964): Quantitative Geomorphology of Drainage Basin and Channel Network, In Chow, V.T., Editor, *Handbook of Applied Hydrology*, New York, pp. 39-76.
30. Summerfield, M.A., (1991): *Global Geomorphology "An Introduction to Study of Landforms"*, John Wiley, New York.
31. Tang, T., (2000): Slope Profile Analysis and Classification on Limestone Residual Hills in Guilin, China, *Middle States Geographers*, Vol. 33, pp. 40-53.
32. Wilford, D.J., Sakals, M.E., Innes, J.L., Sidle, R.C., and Bergerud, W.A. (2004): Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometric. *Landslides* 1(1): 61-66.
33. Young, A. (1972): *Slopes*, Oliver & Body, Edinburgh.

ثالثاً : الخرائط والأطالس.

1. مكي، محمد شوقي، (1985) : أطلس المدينة المنورة، قسم الجغرافيا -كلية الآداب - جامعة الملك سعود، لجنة الأطلس الوطني - الرياض.
2. وزارة البترول والثروة المعدنية، (1981) : الخرائط الطبوغرافية لمنطقة المدينة المنورة بمقياس 1:50.000، اللوحتان أرقام : (12-3924)، (24-3924).
3. وزارة البترول والثروة المعدنية، (1981) : الخريطة الجيولوجية لمربع المدينة بمقياس 1:250.000، لوحة رقم 24د، جدة.
4. وزارة البترول والثروة المعدنية، (1981) : الخريطة الطبوغرافية لمربع المدينة المنورة بمقياس 1:250.000، لوحة رقم 15-37-NG، الرياض.

* * *

الإصدارات السابقة لسلسلة البحوث الجغرافية

1. Dental Conditions of the Population of Maadi Culture as Affected by the Environment. (In English) by "F. Hassan et al." (1996).
2. هضبة الأهرام: أشكالها الأرضية ومشكلاتها، أ.د. سمير سامى، 1997.
3. القرى المدمرة فى فلسطين حتى عام 1952، أ.د. يوسف أبو مائلة وآخرون، 1998.
4. جيومورفولوجية منطقة توشكى وإمكانات التنمية، أ.د. جودة فتحى التركمانى، 1999.
5. موارد الثروة المعدنية وإمكانات التنمية فى مصر، د. أحمد عاطف دردير، 2001.
6. صورة الأرض فى الريف، د. محمد أبو العلا محمد، 2001.
7. القاهرة: الأرض والإنسان، أ.د. سمير سامى محمود، 2003.
8. الماء والأفلاج والمجتمعات العمانية، د. طه عبد العليم، 2004.
9. المناطق الخضراء فى القاهرة الكبرى، د. أحمد السيد الزامل، 2005.
10. التنمية السياحية بمدينة الغردقة وأثرها السلبى على البيئة، د. ماجدة محمد أحمد، 2005.
11. بين الخرائط التقليدية وخرائط الاستشعار عن بعد، د. هناء نظير على، 2006.
12. الواقع الجغرافى لمدينة سيوة، د. عمر محمد علي، 2006.
13. صادرات الموالح المصرية إلى السوق العربية الخليجية، أ.د. إبراهيم على غانم، 2006.
14. الجغرافيا الاقتصادية فى ضوء المتغيرات العالمية المعاصرة، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2006.
15. الأبعاد الجغرافية للسياحة العلاجية فى مصر، د. فاطمة محمد أحمد، 2006.
16. تحليل جغرافى لحركة النقل على مداخل مدينة المحلة الكبرى، د. عبد المعطى شاهين، 2007.
17. المقومات الجغرافية للتنمية السياحية فى محافظة الوادى الجديد، د. المتولى السعيد، 2007.
18. الهجرة العربية الدائمة إلى الولايات المتحدة الأمريكية من 1980 إلى 2004، د. أشرف على عبده، 2007.
19. مياه الشرب فى مدينة الجيزة، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2007.
20. الجيوب الريفية المحتواة فى التجمعات الحضرية المخططة بمدينة الجيزة، د. أشرف على عبده، 2007.
21. الأبعاد الجيومورفولوجية لانتخابات مجلس الشعب المصرى عام 2005، د. سامح عبد الوهاب، 2008.
22. الأوقاف الخيرية فى مصر، أ.د. صلاح عبد الجابر عيسى، 2009.
23. صناعة السيارات فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
24. المناخ والملابس فى مدينة الرياض، د. هدى بنت عبد الله عيسى العباد، 2009.
25. قضايا الطاقة فى مصر، أ.د. محمد محمود إبراهيم الديب، 2009.
26. الثروة المعدنية فى محافظة المنيا، د. أحمد موسى محمود خليل، 2009.
27. التباينات اليومية لدرجة الحرارة بمدينة مكة المكرمة، د. مسعد سلامة مسعد مندور، 2009.
28. التحليل الجغرافى لدلالة أسماء المحلات العمرانية بمنطقتي عسير وجيزان، د. إسماعيل يوسف إسماعيل، 2009.
29. تحليل جغرافى لمنطقتين عشوائيتين فى مدينة جدة، د. أسامة بن رشاد جستنية و أ. مشاعل بنت سعد المالكي، 2009.
30. الفقر فى غرب إفريقيا، د. ماجدة إبراهيم عامر، 2010.

31. بعض ملامح التنمية العمرانية في محافظة المجمعة (السعودية)، د. علاء الدين عبد الخالق علوان، 2010.
32. تنمية السياحة البيئية والأثرية بمنطقة حائل، د. عواطف بنت الشريف شجاع علي الحارث، 2010.
33. سكان سلطنة عُمان، د. جمال محمد السيد هنداوى، 2010.
34. التجديد العمراني للنواة القديمة بالمنصورة، د. مجدى شفيق السيد صقر، 2011.
35. تغير المعطيات المكانية وأثرها في التنمية السياحية بقرية البهنسا في محافظة المنيا، د. ماجدة جمعة، 2011.
36. الاتجاهات الحديثة في جغرافية الصناعة، أ.د. إبراهيم على غانم، 2011.
37. المعايير التخطيطية للخدمات بالمملكة العربية السعودية، د. نزهة يقظان الجابري، 2011.
38. تداخل المياه البحرية والجوفية بشمال الدلتا بين فرعي دمياط ورشيد، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2011.
39. أحجار الزينة في المملكة العربية السعودية، د. شريفة معيض دليم القحطاني، 2011.
40. التنوع الحيوى بإقليم الجبل الأخضر بالجمهورية العربية الليبية، د. عادل معتمد عبد الحميد، 2011.
41. التحليل المكاني للتغيرات العمرانية واتجاهاتها الحالية والمستقبلية في المدينة المنورة للفترة من (1369-1450هـ) الموافق (1950-2028م)، د. عمر محمد على محمد، 2011.
42. المرافق الفيضية وأثرها على طريق قفط - القصير، د. محمد عبد الحلیم حلمي عبد الفتاح، 2012.
43. أطالس فرنسية : عرض وتحليل، د. عاطف حافظ سلامه، 2012.
44. التنوع المكاني لأنماط النمو الريفي في المنطقة الغربية للمملكة العربية السعودية، د. محمد مشخص، 2012.
45. الحافة الحضرية لمدينة المحلة الكبرى : رؤية جغرافية، د. أحمد محمد أبو زيد، 2012.
46. الخصائص المكانية والخدمية للمجمعات التجارية، د. عبدالله براك الحربي، 2012.
47. أخطار التجوية الملحية على المباني الأثرية بمدينة القاهرة، د. أحمد إبراهيم محمد صابر، 2012.
48. تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لوادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة، د. محمد سعيد البارودي، 2012.
49. التساقط الصخري والتراجع الساحلي في منطقة عجيبة السياحية (1995-2012)، د. طارق كامل فرج خميس، 2012.
50. جغرافية التنمية الاقتصادية بمنطقة ساحل محافظة كفرالشيخ، د. محروس إبراهيم محمد المعداوى، 2012.
51. أثر الضوابط المناخية على الجفاف والعجز المائي المناخى فى شبه جزيرة سيناء، د. صلاح معروف عبده عماشة، 2012.
52. الضوابط البيئية للسياحة بمحافظة الفيوم، د. فاطمة محمد أحمد عبد الصمد، 2012.
53. مواقف السيارات والأزمة المرورية بمحافظة القاهرة، د. رشا حامد سيد حسن بندق، 2012.
54. ثلاثون عاما من النمو العمرانى الحضرى بمحافظة أسوان، د. أشرف أحمد على عبد الكريم، 2012.