مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- إبريل ٢٠٢٤م

العوامل الطبيعية وأثرها في تباين شدة التعرية المائية والريحية دراسة حالة: حوضا واديي ماجد وأم تنديبة

أ.د/ماجد محمد محمد شعلة[١] & د/محمد محمود علي الشرقاوي[٢] & مروه صبحى غريب محمد[٣]

المستخلص

تتعرض الأودية الجافة بالمناطق الجافة وشبه الجافة لرخات مطر فجائية ونادرة، تؤدى إلى جريان سطحي شديد وقصير الأمد، كما تتعرض تلك الأودية بشكل دائم لفعل الرياح، وهو ما يكون له أبلغ الأثر في تحديد معدلات التعرية وعمليات تشكيل سطح الأرض بتلك الأودية، وفي هذا الصدد يمكن أن يساعد التقييم الكمي للتعرية في فهم تشكيل التضاريس وتفسيرها وتطورها عبر الزمن.

وهدفت الدراسة إلى تأثير العوامل الطبيعية في عمليات التعرية، مع تقدير معدلات التعرية المائية والريحية السنوية. واعتمدت المنهجية على معادلات القابلية المناخية للتعرية ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) باستخدام برنامج ArcGIS 10.5، حيث تم تحليل الخرائط الجيولوجية وبيانات نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) دقة ١٢,٥ متر، مدعومة بالدراسة الميدانية.

كشفت النتائج تباينًا واضحًا في أنماط التعرية بين الحوضين؛ ففي الأول سادت التعرية المائية (٣٦,١ م^{٣}/كم^{٢}/سنة)، في حين هيمنت التعرية الريحية على الحوض الثاني بمعدل بلغ ١٥٣٥٠٧ طن/هكتار/سنة وفقًا لمعادلة Chepil. وتبين أن هذه الاختلافات تعزي إلى التباين في العوامل المناخية (الحرارة، سرعة الرياح، هطول الأمطار)، وخصائص الغطاء النباتي، إضافة إلى الخصائص الجيولوجية والتضاريسية.

الكلمات المفتاحية: التعرية الريحية، التعرية المائية، نمذجة التعرية، نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

Natural Factors and Their Influence on the Variation of Water and Wind Erosion Intensity Case Study: The Basins of Wadi Majid and Umm Tandiba

Abstract

Dry valleys in arid and semi-arid regions are usually susceptible to sudden and rare rain showers leading to intense and short-term surface runoff. Along with continued wind action, such sudden runoff has significant implications on erosion rates and shaping landform processes. In this respect, quantitative assessment of erosion can help in understanding, interpreting, and explaining landform development over time.

The study aimed to the influence of natural factors on erosion processes, with an estimation of annual rates of both water and wind erosion. For this purpose, the study applied a methodology that is relied on climatic erosivity equations and

١ أستاذ الجيومورفولوجيا، بكلية الآداب جامعة دمنهور.

٢ مدرس الجغرافيا الطبيعية، بكلية الآداب جامعة دمنهور.

٣ باحثة دكتوراه جغرافيا طبيعية، بكلية الآداب جامعة دمنهور.

Geographic Information Systems (GIS) using ArcGIS 10.5, where geological maps and Digital Elevation Model (DEM) data with a resolution of 12.5 m were analyzed. Moreover, the results were supported and validated by a field study.

The results revealed a clear variation in erosion patterns between the two basins: in the first basin, water erosion predominated (36.1 m^3/km^2/year), while in the second basin, wind erosion dominated with a rate of 153,507 tons/hectare/year according to the Chepil equation. These differences were found to be attributed to variations in climatic factors (temperature, wind speed, rainfall), vegetation cover characteristics, as well as geological and topographic features.

Keywords: Wind erosion, Water erosion, Erosion modeling, Geographic Information Systems (GIS)

مقدمة

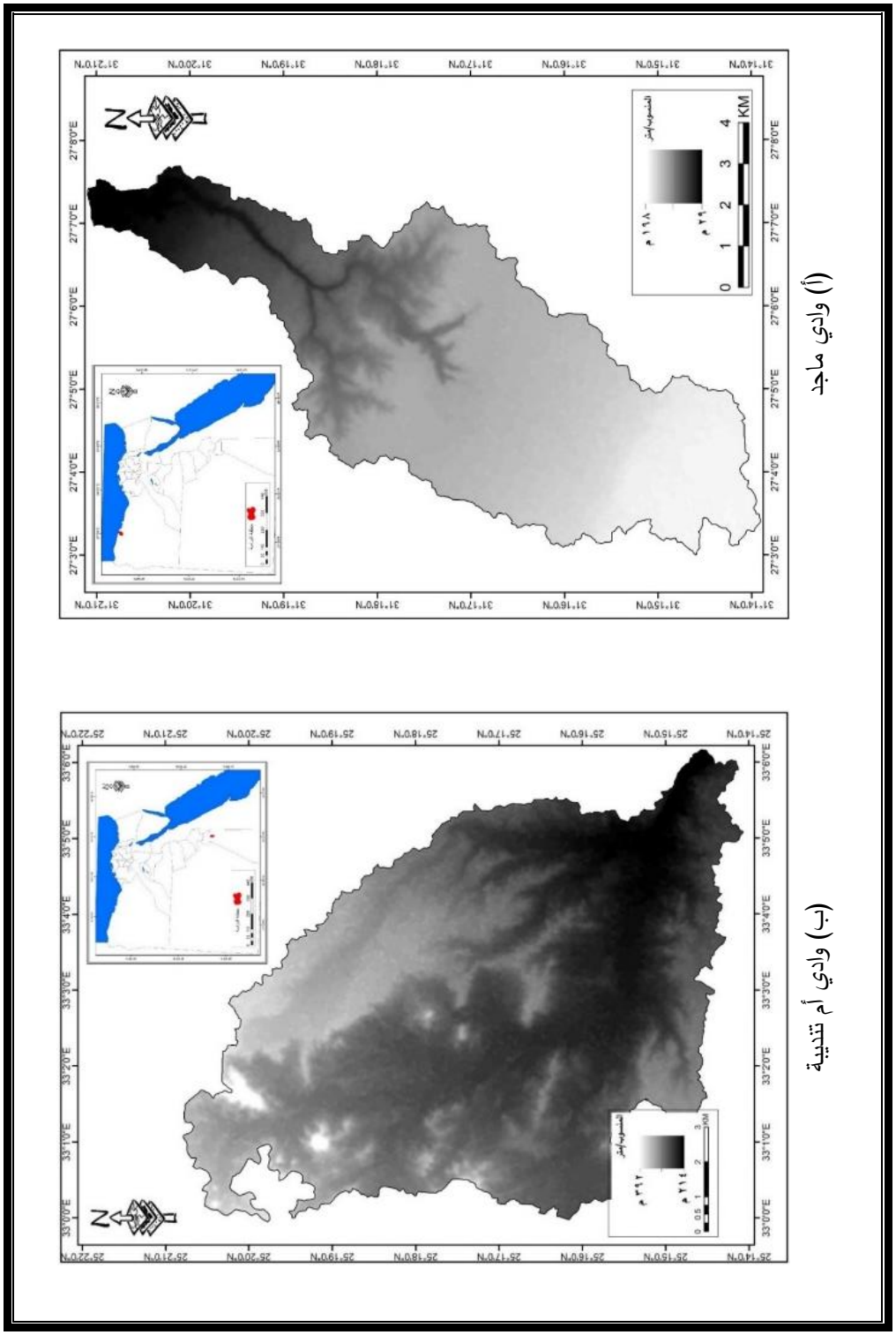
تُمثل التعرية إحدى أبرز التحديات البيئية المُهددة لاستدامة التربة، لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة؛ حيث تُسهم العمليات الجيومورفولوجية في تشكيل المظاهر السطحية للأرض عبر آليات مُتباينة. فالتعرية المائية تحدث نتيجة لتأثير المياه المتساقطة على السطح؛ حيث تعمل على نقل الرواسب السطحية وتغيير خصائصها، مما يؤدي إلى إزالة الطبقة السطحية لها.

ومن ناحية أخرى، تُمارس التعرية الريحية عمليات جيومورفولوجية تُظهر آثارًا واضحة على سطح الأرض.

وتتأثر شدة التعرية بعوامل متعددة، منها: طبيعة التكوينات الجيولوجية ومقاومتها للتعرية، وانحدار السطح، وطبيعة المناخ، والتضاريس، والغطاء النباتي. وفي هذا السياق تُستخدم المعادلات الرياضية في الدراسات الجيومورفولوجية لتقديم صورة واضحة عن العوامل المناخية التي لا يمكن قياس تأثيرها بشكل مباشر.

الاطار المكاني:

يقع حوض وادي ماجد في الجزء الشمالي الغربي من مصر في محافظة مطروح، وينحصر فلكيًا بين دائرتي عرض ١٤َ ٣١ْ ، ٢١َ ٣١ْ شمالًا، وبين خطي طول ٣٠َ ٢٧ْ ، ٨َ ٢٧ْ شرقًا، وتبلغ مساحته نحو ٤١,٦ كم٢، ويحده من الشمال قرية الكباشي التي تبعد نحو ٢,٧ كم عن البحر المتوسط، ومن الجنوب حافة الهضبة الميوسينية، ومن الشرق حوض وادي مدور، ومن الغرب حوض وادي الوشكة. في حين يقع حوض وادي أم تنديبة جنوب مصر في شمال شرقي أسوان، وهو يُعد أحد روافد وادي عبادي، وينحصر فلكيًا بين دائرتي عرض ١٤َ ٢٥ْ ، ٢١َ ٢٥ْ شمالًا، وبين خطي طول ١َ ٣٣ْ ، ٦َ ٣٣ْ شرقًا، وتبلغ مساحته نحو ٨٠ كم٢، ويحده من جميع الجهات مجموعة من أحواض روافد وادي عبادي، شكل رقم (١).



شكل (١) موقع حوضا واديي ماجد وأم تندبية

المصدر: عمل الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، باستخدام برنامج ArcGIS10.5.

مشكلة الدراسة:

تؤثر شدة عمليات التعرية (الريحية والمائية) على معدلات تعرية وانجراف التربة (الرواسب السطحية) في المناطق الجافة وشبه الجافة، والتي تتفاوت معدلاتها في ظل تباين الظروف البيئية السائدة وخصائص التربة. ويُعد تقدير قابلية سطح الأرض للتعرية أحد أهم المتطلبات الأساسية التي من شأنها ان تدعم عملية الحفاظ على التربة بتلك المناطق، وفي هذا السياق يمكن تقدير قابلية سطح الأرض للتعربة كدالة في مجموعة من العوامل ذات الصلة بالخصائص البيئية السائدة بالمناطق الجافة وشبه الجافة.

دراسات سابقة:

حظي موضوع الدراسة بعدد من الدراسات السابقة التي تناولت التقدير الكمي لنواتج عوامل التعرية، منها دراسة (أبو العينين، ١٩٧٥): لجيومورفولوجية منطقة مطروح وما يجاورها، ودراسة (عبد العاطي، ٢٠٠٩): لبعض الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة الممتدة من وادي شعيت جنوبًا إلى وادي عبادي شمالًا بصحراء مصر الشرقية، والتي ألقيت الضوء على الخصائص الطبيعية لمنطقة الدراسة، وأحواض التصريف وخصائصها المورفومترية وبعض الظاهرات الجيومورفولوجية، مع دارسة السجل التاريخي للسيول وآثارها، وتحديد درجة خطورتها.

ودراسة (جاب الله، ٢٠١١): التي تناولت الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية فيما بين أسوان وإدفو، وأوضحت الخصائص الطبيعية والمناخية، وألقت الضوء على أخطار السيول والانهيارات الصخرية وأماكن حدوثها، ودراسة (دندراوي، ٢٠١١): للأشكال الناتجة عن التغيرات الجيومورفولوجية الحديثة لوادي النيل فيما بين الأقصر وأسوان التي أظهرت ملامح المنطقة وأشكالها الجيومورفولوجية والعوامل المؤثرة في تشكيل المنطقة.

وأشارت دراسة (El-Nady , et al., 2017) بعنوان تقييم مخاطر انجراف التربة في حوض وادي ماجد بالساحل الشمالي الغربي لمصر باستخدام نموذج CORINE إلي خطر انجراف التربة المحتمل، وأن الغطاء الأرضي يلعب دورا مهما في تقليل خطر الانجراف.

ودراسة (محمد، ٢٠١٨): للمحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بمنطقة مرسى مطروح، وبينت تأثير الخصائص الجيولوجية والمناخية والمنحدرات في التنمية بمنطقة الدراسة، ودراسة (Salem, et al., 2018): التي تناولت بالدراسة معدلات تعرية التربة في بيئة زراعية قائمة على المطر بالساحل الشمالي الغربي بمصر، وقد أوضحت أسباب تأكل التربة وتدهورها في وادي الرملة بسبب عمليات الحرث، مع تقييم خسائرها بسبب تآكلها بالمياه والحرث، ودراسة (العوضي، ٢٠١٩): لهيدروجراف نظام الجريان السطحي وتقدير حجم التصريف المائي لأحواض الأودية بمنطقة مرسى مطروح باستخدام نموذج الهيئة الأمريكية لصيانة التربة، حيث تم تقدير حجم التصريف المائي لسبعة أحواض.

ودراسة (محمد، ٢٠٢١): التي تناولت توظيف تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في التقدير الكمي للتعرية المائية بحوض وادي العريش باستخدام نموذج جافريلوفيتش، والتي انتهت بإبراز العلاقة بين حجم الجريان السيلي وانجراف التربة وتقديرها كميًا باستخدام التقنيات الحديثة، ودراسة (حسانين، ٢٠٢٢): لحوض وادي عبادي شرقي إدفو، إذ كشفت عن خصائص المنطقة جيولوجيًا وجيومورفولوجيًا، مع دراسة الأشكال الأرضية وعلاقتها بالاستخدامات البشرية بالحوض، ودراسة (توفيق وآخرون، ٢٠٢٣): لأخطار انجراف التربة على الزراعة بحوض وادي النغاميش شرقي مدينة مرسى مطروح؛ حيث تم تحديد المزارع المتضررة من أخطار الانجراف.

ودراسة (هلالي، ٢٠٢٣): عن التقدير الكمي لحجم التعرية الريحية بمنطقة مرسي مطروح؛ حيث رصدت أخطارها على التربة، ودراسة (البنا، ٢٠٢٤): للنمذجة المكانية للتعرية المائية للتربة بحوض وادي سدر باستخدام تقنيات الجيوانفورماتيكس؛ وانتهت بتحديد مناطق التعرية المائية للتربة، مع إبراز أهم المتغيرات المكانية المؤثرة في التعرية المائية.

فروض الدراسة:

تفترض هذه الدراسة أن العوامل الطبيعية تُحدد قابلية سطح الأرض للتعرية (الريحية والمائية)، والتي يمكن أن تُقدر نواتجها وكمياتها باستخدام المعادلات الرياضية. كما تفترض أن هذه المعادلات قادرة على تقدير التعرية المائية والريحية بدقة، بناءً على المعطيات المؤثرة في الرواسب السطحية؛ حيث أن الشكل الأرضي هو نتاج تفاعل ضمن النظام البيئي فيما بين الخصائص الجيولوجية (المكاشف والرواسب السطحية) من جانب، والتي يرتبط بها العوامل الباطنية وطبيعة قابلية الصخور للتعرية، والخصائص المناخية – خاصة ما يتعلق بكمية التساقط – التي تمثل العوامل الخارجية من جانب آخر، وقد تم اختيار عينة مكانية متعمدة روعي فيها التباين في الخصائص الجيولوجية والمناخية في كلا الحوضين (الجداول ٣، ٤، ٥).

أهداف الدراسة:

يهدف البحث إلى الوصول لتقدير كمي لحجم التعرية المتوقع بحوضي وادي ماجد ووادي أم تنديبة. والوقوف على أثر بعض العوامل والعمليات الجيومورفولوجية التي تشكل معالم سطح الحوضين، وذلك من خلال دراسة مقارنة بينهما في ضوء المعطيات الطبيعية.

منهجية الدراسة وأساليبها:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي في رصد العوامل المؤثرة في التعرية، وتستعين بالمدخل التطبيقي، من خلال تطبيق الأسلوب الرياضي وبعض المعادلات الرياضية لقياس كمية التعرية ونواتجها في حوضي الدراسة، بالإضافة إلى الدراسة الميدانية ورصد آثار التعرية. وحيث تم الاعتماد على معادلة Chepil لحساب قابلية الرواسب السطحية للتعرية الريحية:

$$C = \frac{386 \times (V / 1.6)^3}{(PE)^2}$$

(Chepil & Sibboway, 1962, p163).

C = القدرة التحاتية للرياح (طن/هكتار/سنة).

V = معدل سرعة الرياح (كم/ساعة).

PE = المطر الفعال لثورنثويت، نستخرجه وفق المعادلة التالية:

$$PE = 115 \times \left[\frac{P}{56 + (T \times 4.6)}\right]^{1.11}$$

المصدر: (السيد، ٢٠٢٢، ص١٨٤).

P = التساقط السنوي للأمطار (مم)

T = المعدل السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية).

وبعد استخراج قيمة C بناءً على البيانات الفعلية للمنطقتين، يتم مقارنتها بالسلم التصنيفي الذي وضعه Chepil لتحديد القدرة التحاتية للرياح.

جدول (١): السلم التصنيفي لمؤشر النحث الريحي وفقاً لتصنيف (Chepil)

م	الدرجة	الوصف
١	صفر – ١٧	ضعيفة جداً
٢	١٨ – ٣٥	ضعيفة
٣	٣٦ – ٧١	متوسطة
٤	٧٢ – ١٥٠	عالية
٥	أكثر ١٥٠	عالية جداً

المصدر: (السيد، ٢٠٢٢، ص١٨٥).

ولحساب شدة التعرية المائية تم الاعتماد على معادلة فورنيه–أرنولدس Fournier–Arnolds:

$$F = \frac{PI^2}{P}$$

F= قدرة الأمطار على التعرية.

PI= متوسط الأمطار الشهرية (مم).

P= متوسط الأمطار السنوية. ولبيان قدرة الأمطار على التعرية فقد تم الاعتماد على السلم التصنيفي.

جدول (٢): السلم التصنيفي لمقدار التعرية المائية وفقاً لفورنيه–أرنولدس

الدرجة	قوة تعرية الأمطار
أقل من ٥٠	ضعيفة
٥٠ – ٥٠٠	معتدلة
٥٠٠ – ١٠٠٠	عالية
أكثر من ١٠٠٠	عالية جداً

المصدر: (Fournier, 1960, p201).

ولقياس حجم التعرية المائية تم الاعتماد على معادلة دوكلاس.

$$S = \frac{1.65\,(0.03937\,P)^{2.3}}{1 + 0.0007\,(0.03937\,P)^{3.3}}$$

المصدر: (محمود، ٢٠٢٤، ص٤١٣).

S= حجم التعرية (م^{٣}/كم^{٢}/سنة).

$$PE = 115 \times \left[\frac{P}{56 + (T \times 4.6)}\right]^{1.11}$$

المصدر: (السيد، ٢٠٢٢، ص١٨٤).

PE = المطر الفعال لثورنثويت، نستخرجه وفق المعادلة التالية:

P = التساقط السنوي للأمطار (مم). T = المعدل السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية).

ولتحقيق أهداف البحث، سوف يتم دراسة العناصر التالية:

أولًا: عوامل البيئة الطبيعية المؤثرة في قابلية التربة للتعرية في كلا الحوضين.

ثانيًا: تقدير القابلية المناخية لتعرية الرواسب السطحية في كلا الحوضين.

أولًا: عوامل البيئة الطبيعية المؤثرة في قابلية التربة للتعرية في كلا الحوضين

١- جيولوجية الحوضين

تؤثر جيولوجية الحوضين بشكل حاسم في استجابة سطح منطقة ما لعمليات التعرية؛ حيث يُسهم تباين صلابة الطبقات الصخرية وقوة تركيبها في تفاوت معدلات التعرية؛ إذ تُضعف أثر تلك العمليات بزيادة صلابة الصخور ومقاومتها. الجدولان رقما (٢،٣)، والشكل رقم (٢).

جدول (٣) مساحة التكوينات الجيولوجية في حوض وادي ماجد

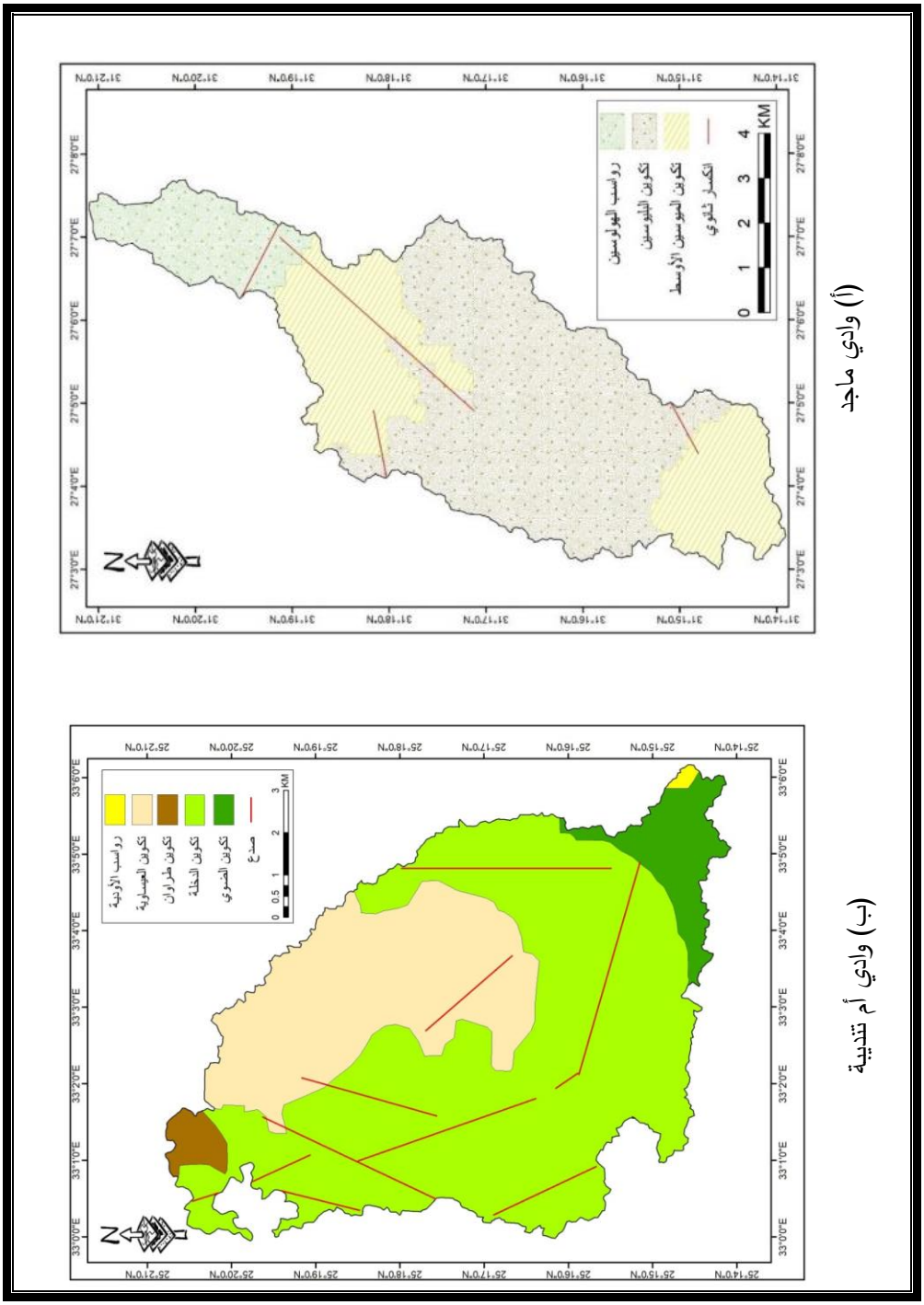
الزمن	العصر الجيولوجي	التكوين الجيولوجي	المساحة	
			كم٢	%
الرابع (Quaternary)	الهولوسين(Holocene)	رواسب فيضية (Alluvial Deposits) وهوائية (Aeolian Deposits) وساحلية (Coastal Deposits)	٥,٢	١٢,٥
الثالث (Tertiary)	البليوسين(Pliocene)	الحجيف (El-Hagif)	٢٣,٣	٥٦
	الميوسين الأوسط(Miocene middle)	مرماريكا(MarMarika)	١٣,١	٣١,٥
الإجمالي			٤١,٦	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على لوحة الإسكندرية لشركة كونكو كورال، بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ عام ١٩٨٦، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5.

جدول (٤) مساحة التكوينات الجيولوجية في حوض وادي أم تنديبة

الزمن	العصر الجيولوجي	التكوين الجيولوجي	المساحة	
			كم^{٢}	%
الرابع (Quaternary)	الهولوسين (Holocene)	رواسب قيعان الأودية	٠.٢	٠.٣
الثالث (Tertiary)	البليوسين (Pliocene)	العيساوية (Issawia)	٢١,٧	٢٧,١
	الباليوسين (Paleocene)	طروان (Tarwan)	١.٤	١.٧
		الداخلة (Dakhala)	٥١,٧	٦٤,٦
الثاني (Secondary)	الكريتاسي الأعلى (Upper Cretaceous)	الضوي (Duwi)	٥	٦,٣
الإجمالي			٨٠	١٠٠

المصدر: المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على لوحة جبل حماطة لكونكو كورال، بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠ عام ١٩٨٧، باستخدام ARC GIS 10.5.



(أ) وادي ماجد

(ب) وادي أم تنديبة

شكل (٢) جيولوجية حوضا واديي ماجد وأم تنديبة

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على لوحة الإسكندرية ولوحة جبل حماطة لشركة كونكو كورال، بمقياس ١:٥٠٠٠٠٠، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5

- **حوض وادي ماجد**

تغطي تكوينات الزمن الثالث (الميوسين والبليوسين) مساحة إجمالية تُقدر بحوالي ٣٦,٤ كم^{٢}، بنسبة ٨٧,٥٪ من جملة مساحة التكوينات الجيولوجية في الحوض. ويُعد تكوين مرماريكا (الميوسين الأوسط) أقدم التكوينات الصخرية بالحوض، وهي صخور جيرية غنية بالأحافير والطين، متداخلة مع طبقات من المارل، بمساحة تُقدر بنحو ١٣,١ كم^{٢}، بنسبة ٣١,٥٪ من جملة مساحة التكوينات

بالحوض. يليها تكوين الحجيف (البليوسين) الأكثر انتشارًا في حوض وادي ماجد؛ حيث تغطي ٥٦٪ من إجمالي مساحة التكوينات، ويتميز بصلابته المتوسطة.

أما رواسب الهولوسين فهي أحدث الرواسب السطحية في الحوض، وتُغطي نحو ١٢,٥٪ من جملة مساحتة، وتتشكل من خليط من الرواسب الفيضية والرواسب البحرية (رمال شاطئية وطمى بحري)، والرواسب الريحية.

كما توجد بالوادي أربعة انكسارات ثانوية يبل اجمالي طولها نحو ٩ كم، وتتخذ محور طولي يغلب عليه الاتجاه الجنوبي الغربي–الشمالي الشرقي، كما تسود نظم الفواصل في الحوض، مما قد يُسهم من زيادة فعل عمليات التعرية.

- **حوض وادي أم تنديبة**

أما التكوينات الجيولوجية لحوض وادي أم تنديبة تتألف من صخور تعود إلى فترات جيولوجية تمتد من الكريتاسي الأعلى إلى الهولوسين.

وتتمثل تكوينات الزمن الثاني (الكريتاسي الأعلى) في صخور الحجر الرملي النوبي، وترتبط غالبًا ببيئات بحرية ضحلة، يمثلها تكوينات الضوي التي تغطي مساحة قدرها ٥ كم^{٢}، أي بنسبة ٦,٣٪ من جملة مساحة التكوينات في الحوض. وتحتوي على طبقات الفوسفات والمارل والحجر الرملي. بينما تشغل تكوينات الزمن الثالث أكثر من ٩٣,٤٪ من إجمالي مساحة التكوينات في الحوض.

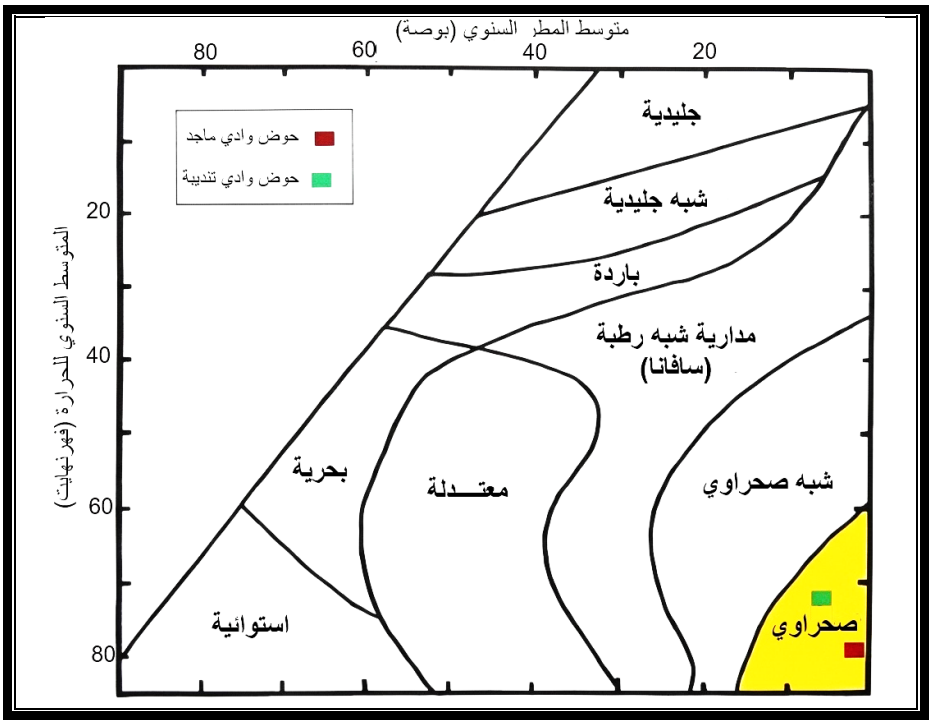
وتغطي تكوينات الباليوسين أكثر من ثلثي مساحة التكوينات في الحوض، وصخورها من الطباشير والمارل والطفل والحجر الجيري. وتمثل تكوينات الداخلة أقدم التكوينات لهذا العصر؛ حيث شغلت مساحة ٥١,٧ كم^{٢} بنسبة ٦٤,٦٪ من إجمالي مساحة الحوض. تليها تكوينات طروان تمتد بمساحة ١,٤ كم^{٢} بنسبة ١,٧٪ من جملة مساحة الحوض، وتتمثل تكوينات البليوسين في تكوين العيساوية الذي يشتمل على صخور الدولوميت والحجر الجيري والرواسب الرملية والحصوية بمساحة قدرها ٢١,٧ كم^{٢} بنسبة ٢٧,١٪ من إجمالي مساحة الحوض.

أما الزمن الرابع يمثله عصر الهولوسين التي تتألف رواسبه من الجلاميد والحصى والرمال والغرين، ورواسب الأودية، وذلك في الجزء الأدنى من الحوض حيث يشغل مساحة صغيرة تبلغ نحو ٠.٢ كم^{٢}. كما تمتد بالوادي عشرة انكسارات، بإجمالي طول بلغ نحو ٣٠ كم. أما عن الفواصل فهي تتركز في الحجر الرملي، مما يزيد من تعرضه للتعرية.

ومما سبق نستنتج أن حوض وادي ماجد تُهيمن عليه تكوينات الميوسين والبليوسين (٨٧,٥٪)، أما رواسب الهولوسين هي الأكثر عرضة للتعرية. بينما في حوض وادي أم تنديبة تُعد تكوينات الباليوسين هي الأكثر انتشارًا (٦٦,٣٪)، مع وجود صخور أقل مقاومة مثل الطفلة، وتكوينات العيساوية تزيد من أخطار التعرية الريحية لأنها تكوينات غنية بالرمال.

٢- مناخ الحوضين

يُعد المناخ من أبرز العوامل المؤثرة في تدهور التربة. وتنتمي منطقة الدراسة إلى الإقليم الصحراوي وفق تصنيف بالتير (١٩٥٠) للأقاليم المورفوجينية، شكل رقم (٣).



شكل (٣) الإقليم المورفوجيني لمنطقتي الدراسة حسب دراسات بالتير ١٩٥٠

ويُظهر من تحليل جدول (٥) ما يلي:

جدول (٥) متوسط العوامل المناخية لحوضا واديي ماجد وأم تندبية للفترة (٢٠٢٤-١٩٨٤)

الشهور		درجة الحرارة (°م)		كمية المطر (مم)		الرطوبة النسبية (%)		سرعة الرياح (م/ث)		اتجاه الرياح	
		وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية
الشتاء	ديسمبر	١٤,٢	١٦,٥	٢٥,٣	,٢	٦٨,٦	٤٤,٨	٤,٨	٣,٧	٢٩٧,٧	٣٠٤
	يناير	١٢,٣	١٤,٧	٢٧,٧	١,١	٦٩	٤٣,٦	٥,١	٣,٨	٢٨٨,٥	٣١٩
	فبراير	١٢,٧	١٦,٦	١٨,٩	,١	٦٧,٤	٣٥,١	٥,٢	٤	٢٩٥,٩	٣٣٤
الربيع	مارس	١٤,٦	٢١	١٩,٣	,٢	٦٦	٢٥,٦	٥	٤,٣	٢٩٥,٦	٣٤٢
	أبريل	١٧,٧	٢٦,٣	٥	,١	٦١,٣	١٨,٧	٤,٨	٤,٣	٢٥٦,٩	٢٩٥
	مايو	٢١,٣	٣٠,٨	١,٧	,٥	٥٨,٩	١٦,٢	٤,٦	٤,٥	٢٦١	٣١٨
الصيف	يونيو	٢٤,٧	٣٣	,١	٠	٥٨,٧	١٥,٤	٤,٨	٥	٣٤١,٢	٣٢٨
	يوليو	٢٦,٥	٣٣,٧	,١	٠	٦٠,٥	١٧,٣	٥,١	٤,٧	٣٣٦,٢	٣٢٥
	أغسطس	٢٦,٩	٣٣,٦	٠	,٤	٦١,٩	١٨,٨	٤,٧	٤,٩	٣٣٩,٥	٣٢٨
الخريف	سبتمبر	٢٥,٣	٣١,٥	,٧	٠	٦٢,٥	٢١,٥	٤,٥	٤,٧	٣٣٠,٧	٣٣٧
	أكتوبر	٢٢,١	٢٧,٧	٧,٨	,٢	٦٥,١	٢٧,٧	٤,٢	٤	٢٥٤,٢	٢٩٤
	نوفمبر	١٨	٢١,٣	٢٢,٤	,٧	٦٦,٩	٣٧,٧	٤,٢	٣,٧	٢٨٤,٣	٢٧١
المعدل السنوي /اجمالي المطر		١٩,٧	٢٥,٥	١٢٨,٩	٣,٥	٦٣,٩	٢٦,٩	٤,٧	٤,٣	٢٩٥,٥	٣١٦

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على بيانات موقع https://climate.nasapower.gov للفترة (٢٠٢٤-١٩٨٤).

أ- درجة الحرارة:

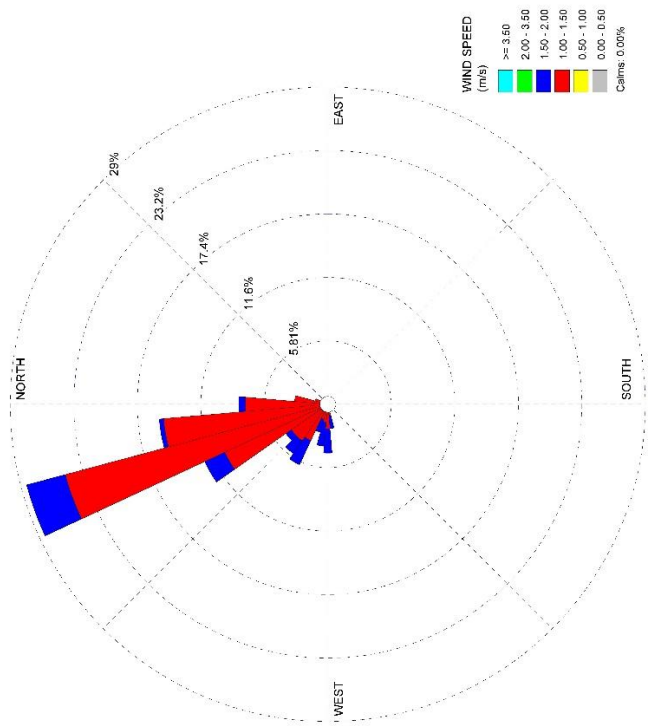
تعد الحرارة من العوامل المناخية الرئيسة المؤثرة في باقي العوامل المناخية، كما تُسهم بشكل واضح في تفتيت الصخور ميكانيكيًا؛ حيث يتصف مناخ حوض وادي ماجد بارتفاع درجة الحرارة، مع تباين واضح بين فصول السنة؛ حيث بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة ١٩,٧ْ م، وتصل أقصي معدلاتها في فصل الصيف (٢٦ْ م) خاصة في شهر أغسطس، في حين تصل أقل معدلاتها في فصل الشتاء (١٣,٥ْ م)، خاصة في شهر يناير، ويعمل التباين الكبير في درجات الحرارة على نشاط عمليات التمدد والانكماش في الصخور، مما يساهم في تفكك جزيئات التربة، وزيادة قابليتها للتعرية.

ويتصف وادي أم تنديبة بارتفاع درجات الحرارة طوال العام؛ حيث بلغ معدلها السنوي ٢٥,٥ْ م. وتصل أقصى معدلاتها في فصل الصيف (٣٣,٤ْ م) خاصة في شهر يوليو، في حين سجلت أقل معدلاتها في فصل الشتاء (١٦ْ م)، خاصة شهر يناير. ويُسرع هذا التباين الحاد من تفكك الصخور، وزيادة قابليتها للتعرية.

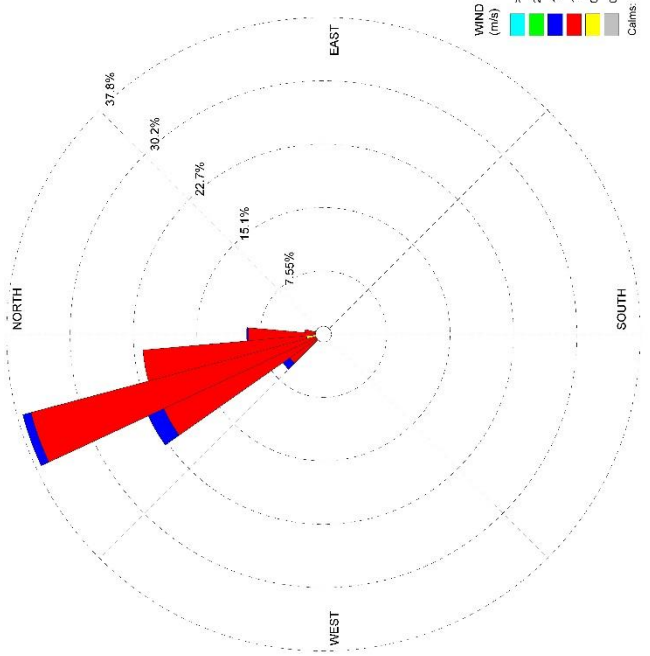
ب- الرياح:

تعد الرياح من العوامل المناخية المهمة خاصة في البيئات الجافة؛ حيث تؤثر تأثيرًا بالغًا في عملية التعرية الريحية. تبين أن المعدل السنوي لسرعة الرياح في حوض وادي ماجد ٤,٧ م/ث، تزداد في فصل الشتاء (٥ م/ث). في حين سجلت أدنى قيمة لها في فصل الخريف (٤,٢ م/ث) في شهر أكتوبر. وهذا التباين يهيأ التربة بأن تصبح مفككة وهشة يسهل نقلها، كما أن اتجاه الرياح السائدة هو الشمالي والشمالي الغربي (٢٨٨ْ ، ٢٩٦ْ).

بلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح في حوض وادي أم تنديبة ٤,٣ م/ث، وتصل أعلي سرعتها في فصل الصيف (٥ م/ث)؛ حيث سجلت في شهر أغسطس (٤,٩ م/ث). في المقابل، بلغت أدني سرعة للرياح في فصل الشتاء (٤,٩ م/ث)؛ حيث بلغت (٣,٧ م/ث) في شهر ديسمبر. وعليه زيادة سرعة الرياح مع جفاف التربة تزيد من عملية نقل الرواسب. كما تبين أن اتجاه الرياح السائدة هو الشمال الغربي (٣١٦ْ) شكل رقم (٤).



(أ) وادي ماجد



(ب) وادي أم تنديبة

شكل (٤) اتجاه وسرعة الرياح لحوضا واديي ماجد وأم تنديبة للفترة (١٩٨٤-٢٠٢٤)

المصدر: من عمل الباحثين اعتمادًا على جدول (٥) باستخدام برنامج Wrplot

ج- الرطوبة النسبية:

وفقًا للبيانات المناخية، بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في حوض وادي ماجد ٦٣,٩٪. ويتصف فصل الشتاء بأعلى نسب للرطوبة؛ حيث سجلت ٦٩٪ في شهر يناير، مما يعمل على تماسك التربة. أما في فصل الصيف فسجلت أدني معدلاتها في يونيو (٥٨,٧٪). ويعكس هذا التباين علاقة عكسية بين درجات الحرارة والرطوبة، يؤدي إلى ضعف تماسك التربة نسبيًا، مما يُسهل عملية التعرية الريحية.

بينما بلغ المعدل السنوي للرطوبة النسبية في حوض وادي أم تنديبة ٢٧٪. سجل فصل الشتاء أعلى معدلات للرطوبة (٤١,٢٪)، في حين سجل فصل الصيف أدني معدلاتها (١٧,٢). يشير هذا إلى ضعف تماسك التربة، ويزيد تعرضها للتعرية.

د- الأمطار:

تعد الأمطار من العوامل المؤثرة بشكل مباشر في تماسك التربة؛ حيث تسهم في زيادة الرطوبة داخلها، فتقلل من تعرضها للتعرية الريحية. ويتصف حوض وادي ماجد بندرة الأمطار؛ حيث بلغ مجموعها السنوي ١٢٨,٩ مم. وتسقط معظمها في فصل الشتاء؛ حيث سُجلت أعلى كمية مطر ٧٢ مم، خاصة في شهر يناير ٢٧,٧ مم، في حين يُسجل فصل الصيف أدني كمية للأمطار ٠.٢ مم في شهر يوليو ٠.١ مم.

بلغ المتوسط السنوي للأمطار في وادي أم تنديبة (٣,٥ مم)؛ حيث ينعدم طوال السنة. يعد هذا المعدل مؤشرًا على الجفاف الشديد في المنطقة، مما يعزز تعرض التربة للتعرية الريحية ويجعلها عرضة للتدهور خاصة في ظل سيادة التكوينات الرملية.

هـ- تحليل معامل الجفاف:

من خلال تطبيق معامل الجفاف السنوي وفقًا لمعيار لانج، يمكن حساب معامل الجفاف باستخدام المعادلة التالية:

معامل الجفاف= المجموع السنوي للأمطار(مم)/المعدل السنوي لدرجات الحرارة(ْم). (الخفاجي وآخرون، ٢٠٢٠، ص٧٤). تبين أن معامل الجفاف بلغ (٦,٦ مم لحوض وادي ماجد، و٢, مم لحوض وادي أم تنديبة) على التوالي، وهذا يوضح بأن حوض وادي أم تنديبة يعاني من الجفاف الشديد جدًا؛ بسبب ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع معدلات التبخر وندرة الأمطار وقلة الرطوبة النسبية مع هيمنة التكوينات الرملية التي تتفكك بسهولة في مثل هذه الظروف.

ومما سبق نستنتج تطابقًا بين قيم معامل الجفاف والخصائص المناخية لمنطقتي الدراسة. وأن درجات الحرارة تؤثر بشكل غير مباشر على القابلية المناخية للتعرية الريحية؛ حيث يؤدي ارتفاع

درجة الحرارة إلى زيادة معدلات التبخر، ومن ثم قلة الرطوبة في التربة، مما يعزز من تعرضها للتعرية الريحية، كما أن ارتفاع سرعة الرياح وقلة الغطاء النباتي وطبيعة التكوينات الصخرية في المنطقتين يعزز من عمليات التعرية.

٣- مظاهر السطح

يُعد السطح من العوامل الطبيعية المهمة المساهمة بشكل كبير في فهم التباين في انحدار سطح الأرض وتضرسه. ومن (جدول رقم ٦، وشكل رقم ٥) تبين ما يلي:

جدول (٦) فئات الارتفاعات لحوضي وادي ماجد ووادي ام تنديبة

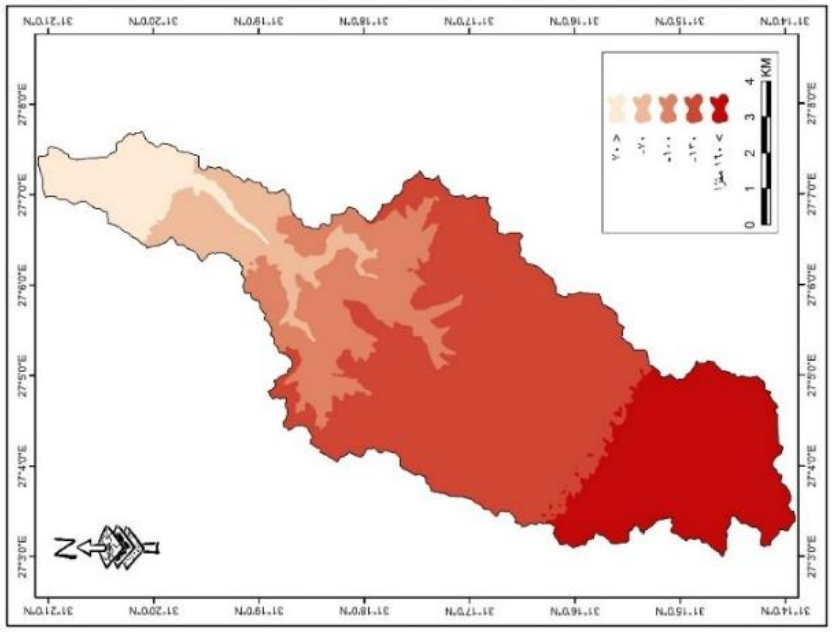
حوض وادي ماجد	فئة الارتفاع (متر)		٧٠>	-٧٠	-١٠٠	-١٣٠	١٦٠ <	المجموع
	المساحة	كم٢	٣,٢	٦,٤	٣,٥	١٩,٤	٩,١	٤١,٦
		%	٧,٧	١٥,٣	٨,٤	٤٦,٦	٢١,٩	١٠٠
حوض وادي أم تنديبة	فئة الارتفاع (متر)		٢٥٠>	-٢٥٠	-٢٨٠	-٣١٠	٣٤٠<	المجموع
	المساحة	كم٢	٢,٣	٢٩,٩	٣٢,٨	١٤,٢	,٨	٨٠
		%	٢,٩	٣٧,٣	٤١	١٧,٨	١	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر، للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5.

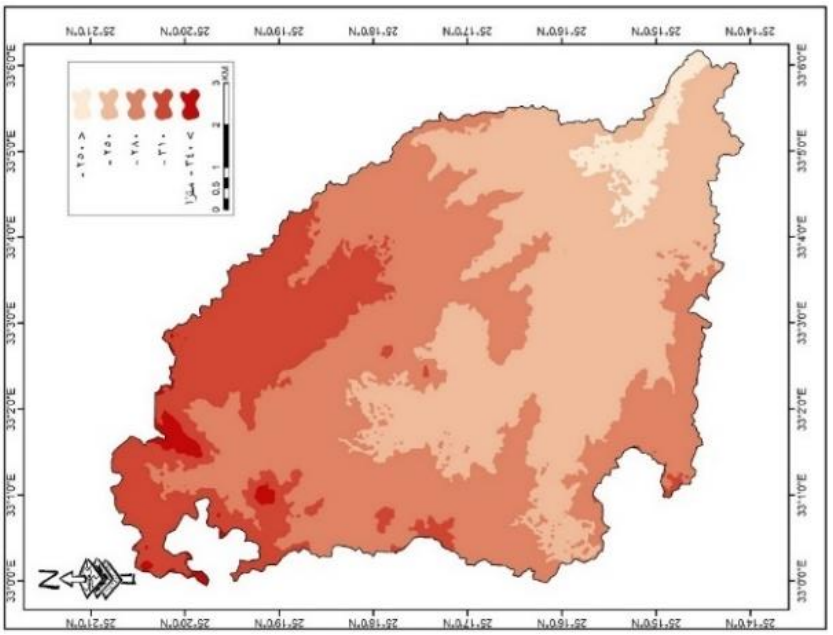
أ- فئات المناسيب:

- تستحوذ فئتا الارتفاع (١٣٠-، ١٦٠<) بحوض وادي ماجد على أكثر من ثُلثي مساحة المنطقة؛ حيث تمتد في نطاق الهضبة الميوسينية، وسط منطقة الدراسة وجنوبها، في حين أن الفئتين (٧٠-، ١٠٠- مترًا) تغطيان مساحة تُقدر بنحو ٩,٩ كم٢، بنسبة ٢٣,٧٪ من جملة مساحة المنطقة، وتمثل أقدام حافة الهضبة.
- تغطي المناطق ذات التضرس المنخفض (٧٠< مترًا) مساحة قدرها ٣,٢ كم٢، بنسبة ٧,٧٪ من جملة مساحة المنطقة، وتشمل الأجزاء السهلية للنطاق الساحلي بشمال الوادي.
- تتخذ المنطقة انحدارًا عامًا جنوبي غربي-شمالي شرقي؛ حيث بلغ أقصى ارتفاع لها (١٩٨ مترًا).
- في حين سجل أقل منسوب ٢٩ مترًا. بمعدل تضرس ١٦٩ مترًا، ويقل تدريجيًا نحو الشمال والشمال الشرقي؛ حيث يصل التضرس النسبي إلى حوالي ٠٩, م/كم، مما يشير إلى ضعف الانحدار، وأن الوادي قطع شوطًا كبيرًا في دورته الجيومورفولوجية.
- تستأثر الفئتان (أقل من ٢٥٠، ٢٥٠- مترًا) لحوض وادي أم تنديبة على أكثر من ثُلث مساحة المنطقة؛ وتتركز بجنوب منطقة الدراسة، في حين تشغل الفئتان (٢٨٠-، ٣١٠- مترًا) ما يُقارب من ثلثي المساحة الكلية؛ حيث تعد هذه المناطق الأكثر ارتفاعًا.
- تستحوذ المناطق ذات التضرس المحلي الأعلى من ٣٤٠ مترًا على مساحة محدودة، لا تتجاوز ٠.٨ كم٢، بنسبة ١٪ من جملة المساحة، وتتوزع في مناطق متفرقة بشمالي الوادي، في حين سجل أقل منسوب نحو ٢١٤ مترًا، ويقل تدريجيًا نحو الجنوب، وبمعدل تضرس قدره ١٧٨ مترًا،

وتضرس نسبي حوالي ٠.٠٨ م/كم، مما يشير إلى أن الوادي قد قطع مرحلة متقدمة في دورته الجيومورفولوجية.



(أ) وادي ماجد



(ب) وادي أم تندبية

شكل (٥) فئات الارتفاع في حوضي واديي ماجد وأم تندبية

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر، للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5

ب- درجات الانحدار واتجاهاته:

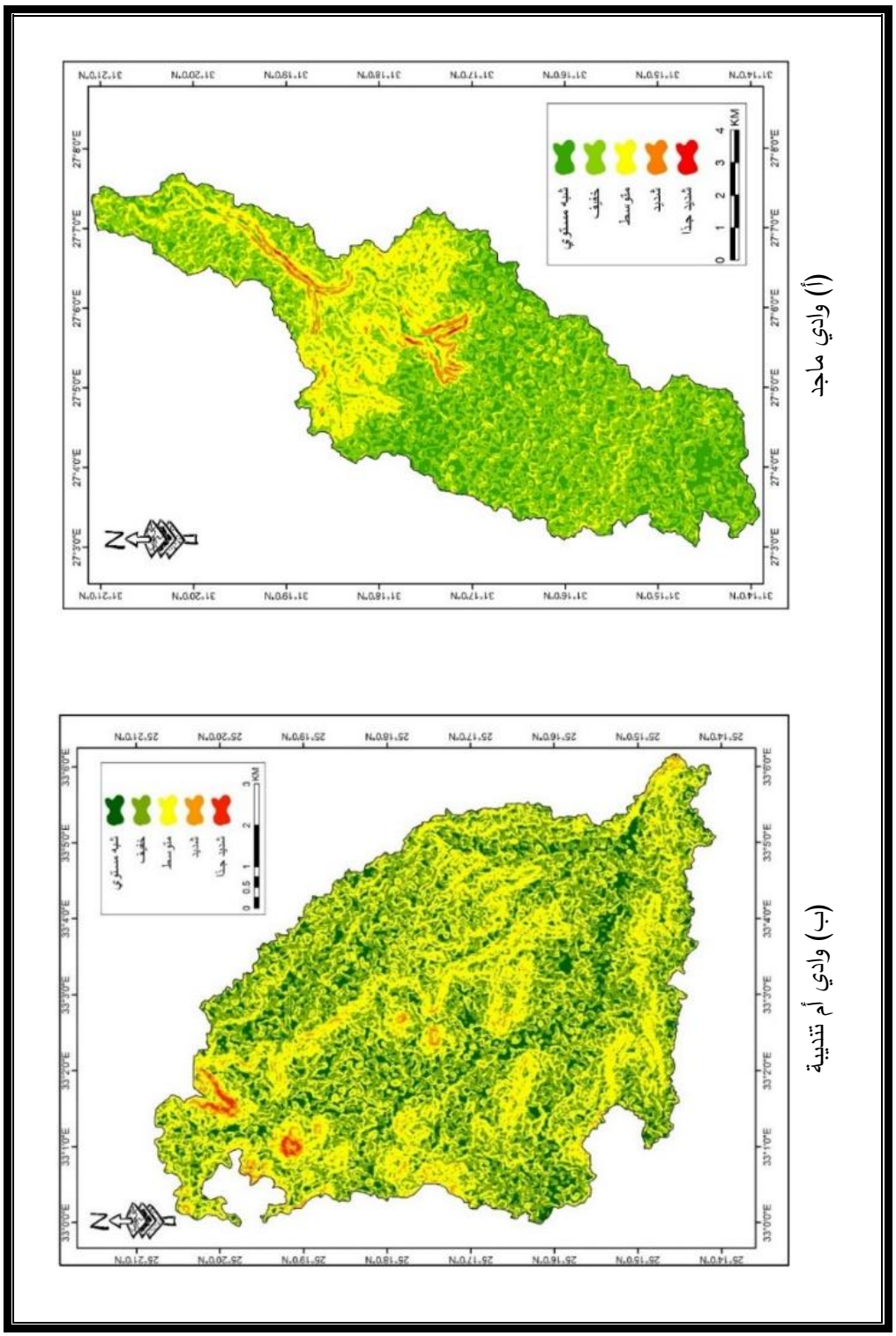
من جدول (٧)، وشكل (٦) يمكن تقسيم منطقة الدراسة تبعًا لتصنيف (Young,1972)، إلي ما يلي:

جدول (٧) فئات انحدار السطح في حوضا واديي ماجد وأم تنديبة

فئة الانحدار	طبيعة الانحدار	حوض وادي ماجد		حوض وادي أم تنديبة	
		المساحة (كم٢)	%	المساحة (كم٢)	%
٠° -	شبه مستوي	٩,٩	٢٣,٧	١١,٤	١٤,٣
٣° -	خفيف	١٩,٧	٤٧,٣	٣١,٢	٣٩
١١° -	متوسط	١١,٢	٢٦,٩	٣٦	٤٤,٩
١٨° -	شديد	,٨	١,٩	١,٢	١,٥
> ٣٥° -	شديد جدًا	,١	,٢	,٢	٠,٣
المجموع		٤١,٦	١٠٠	٨٠	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثين وفقًا لتصنيف (Young,1972) اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر، للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR

- تغطي الأراضي شبه المستوية والأراضي ذات الانحدار الخفيف في حوض وادي ماجد أكثر من ثلثي المساحة الكلية، وتنتشر على طول امتداد السهل الساحلي، وقاع مجرى الوادي، وأجزاء من منحدرات جوانب الوادي.
- وتمثل الأراضي متوسطة الانحدار ما يُقارب من ثلث المساحة الكلية، في حين أن الأراضي شديدة الانحدار لم تتجاوز نسبتها ٢,١٪ من المساحة الكلية، والتي تقتصر على حافة الهضبة، مما قد يشير إلى تأثير عوامل التعرية في الحوض.
- تغطي الأراضي شبه المستوية والأراضي ذات الانحدار الخفيف في حوض وادي أم تنديبة أكثر من نصف مساحة المنطقة؛ تنتشر في مناطق متفرقة من قاع مجرى الوادي، وأجزاء من منحدرات جوانب الوادي، وتتصف بتراكم الرواسب المفككة الناتجة عن عمليات التجوية والتعرية الريحية.
- تحتل الأراضي ذات الانحدار المتوسط ما يزيد على ثلث المساحة الكلية، في حين تمثل الأراضي ذات الانحدار الشديد، والشديد جدًا ١,٨٪ من جملة المساحة، وتقتصر على المناطق المجاورة لحافة الهضبة. شكل (٧).



(أ) وادي ماجد

(ب) وادي أم تندبية

شكل (٦) الانحدار في حوضي واديي ماجد وأم تندبية

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5.

(أ) القطاع الأعلي بوادي ماجد ناظراً صوب الجنوب

(ب) القطاع الأدني بوادي أم تنديبة ناظراً صوب الجنوب الشرقي

شكل (٧) الانحدار في حوضي واديي ماجد وأم تنديبة

المصدر: الدراسة الميدانية (مارس ٢٠٢٣)

- **اتجاهات الانحدار:**

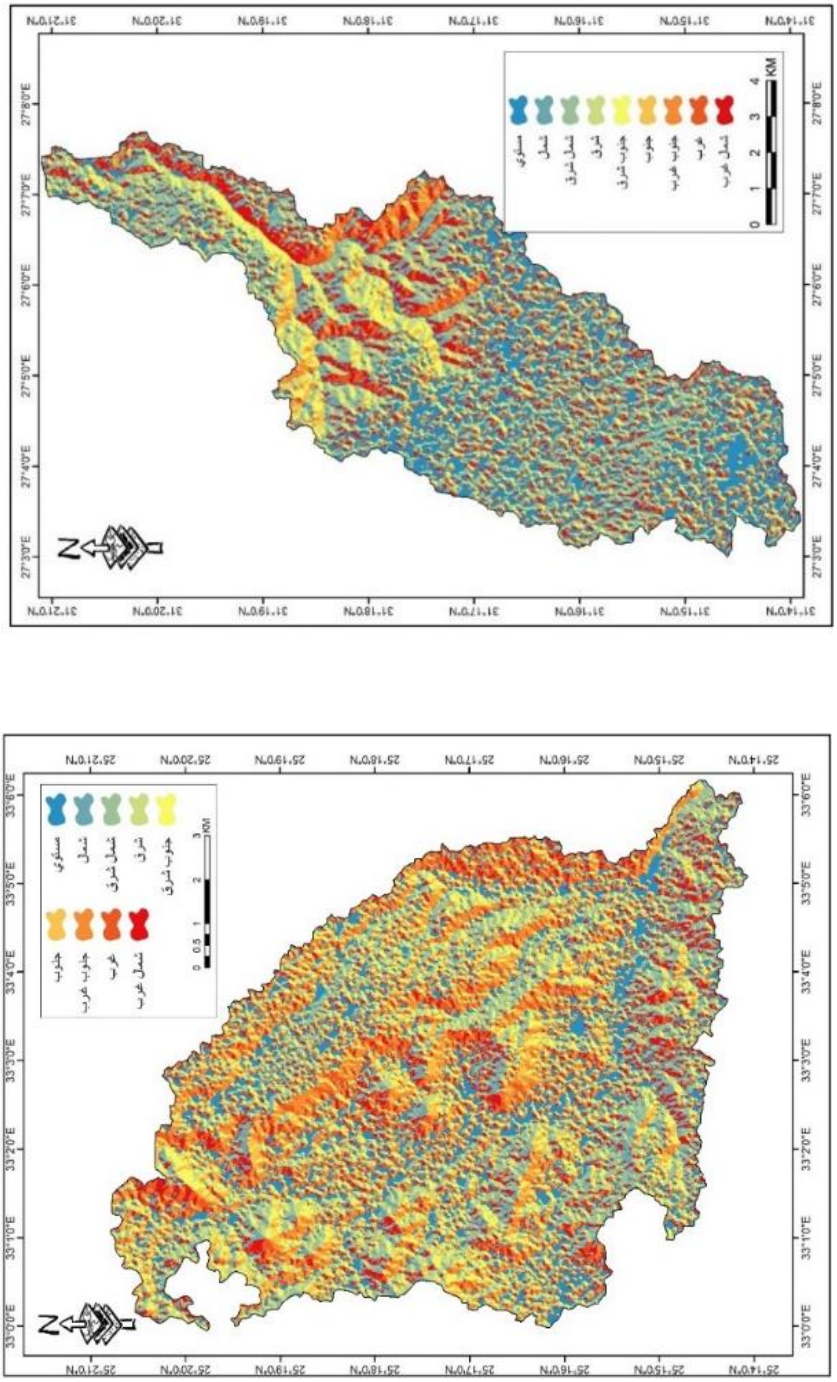
تُعد اتجاهات الانحدارات من العوامل الرئيسة المؤثرة في عمليات التعرية. ومن دراسة جدول (٨) وشكل (٨) تبين أن:

جدول (٨) الاتجاهات العامة للانحدار في حوضي وادي ماجد ووادي تنديبة

اتجاهات الانحدار		مستوي	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	المجموع
حوض وادي ماجد	المساحة (كم٢)	١٠,٢	٤,٨	٦,١	٤,٣	٤	٢,٢	٢,٣	٢,٧	٤,٩	٤١,٦
	%	٢٤,٥	١١,٥	١٤,٦	١٠,٤	٩,٧	٥,٤	٥,٥	٦,٥	١١,٧	١٠٠
حوض وادي أم تنديبة	المساحة (كم٢)	١٢	٦,٦	٩,٣	٨,٧	١٠,٢	٨,٦	١٠	٧,٣	٧,٣	٨٠
	%	١٥	٨,٢	١١,٦	١٠,٩	١٢,٨	١٠,٧	١٢,٥	٩,١	٩,١	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر، للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR باستخدام برنامج ARC GIS 10.5.

- الاتجاهات الشمالية (المواجهة للرياح الممطرة) هي السائدة في وادي ماجد؛ حيث تغطي أكثر من ثلث مساحة المنطقة، متفوقة على الاتجاه الشمالي الشرقي (الأكثر تعرضًا للتعرية المائية) والشمال الغربي بنسبة ١٤,٦٦٪، ١١,٧٪ لكل منهما على التوالي. وتأتي الاتجاهات الجنوبية (معرضة للجفاف والتعرية الريحية) في المرتبة الثانية حيث استحوذت على خمس مساحة الحوض، مع ملاحظة أن الاتجاهات الغربية هي الأقل تأثيرًا؛ حيث بلغت نسبتها ٦,٥٪ من جملة المساحة.
- ومن العرض السابق تبين أن الاتجاهات الشمالية والشمالية الغربية تستقبل كميات الأمطار خلال فصل الشتاء، مما يعزز تماسك التربة، ويسهم في نمو النباتات الطبيعية، التي تعمل على مقاومة التعرية الريحية، وبالرغم من ذلك، تظهر الأراضي المعرضة للتعرية الريحية بوضوح، حيث تقدر مساحتها بحوالي ٣٢ كم٢ بنسبة ٧٦,٧٪ من المساحة الكلية؛ نظرًا لموقعها في نطاق ظل المطر.



شكل (٨) اتجاهات الانحدار في حوضي واديي ماجد وأم تندبية

المصدر : إعداد الباحثين اعتمادًا على DEM دقته ١٢,٥ متر ، للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، باستخدام برنامج ARC GIS 10.5

أما في حوض وادي أم تندبية الاتجاهات الجنوبية هي السائدة؛ حيث تشغل مساحة أكثر من ثلث مساحة المنطقة، وتفوقت الاتجاهات الجنوبية الشرقية على الجنوبية الغربية. مع ملاحظة أن الأراضي ذات الانحدارت الجنوبية والمعرضة للتعرية الريحية قد بلغت نسبتها حوالي ٧٦,٦٪ من إجمالي المساحة.

مما سبق يتضح أن الاتجاهات الجنوبية هى الأكثر عرضة لساعات سطوع الاشعاع الشمسي، ومن ثم فمن الناحية النظرية والعلمية هى أكثر الرواسب المعرضة لعمليات التبخر، مما يعني أن النسبة الأكبر منها مفككة، وهى الظروف الطبيعية لدفع معدل التعرية الريحية بالتذرية والاكتساح، اضافة الى أن الفئات الحجمية للرواسب السطحية تؤثر هى الأخرى على معدل قابلية الرواسب السطحية للتعرية.

٤- الرواسب السطحية

تُعد الرواسب السطحية جزءًا أساسيًا من منظومة بيئية وتكتسب أهمية خاصة في الدراسات الجيومورفولوجية، فليست كل الرواسب السطحية تربة، في حين أن كل تربة هى رواسب سطحية، وهي تعد نتاج لعمليات التجوية والتعرية التي تتعرض لها الصخور، ويزداد أثر العوامل المؤثرة في الرواسب السطحية بالمناطق الجافة، خاصة تلك التي تعاني من قلة الغطاء النباتي. ومن دراسة جدول (٩) وشكل (٩) تم تصنيف الرواسب الطحية في حوض وادي ماجد إلى:

جدول (٩) تصنيف الرواسب السطحية في حوض وادي ماجد

التصنيف	الكثبان الرملية	السهل الفيضي	السهل شبه البيدمونت	الهضبة الميوسينية	الإجمالي
المساحة (كم٢)	,٦	٢,٥	٣,١	٣٥,٣	٤١,٦
%	١,٤	٦,١	٧,٦	٨٤,٩	١٠٠

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على شكل (٩ (أ)).

أ- رواسب الكثبان الرملية:

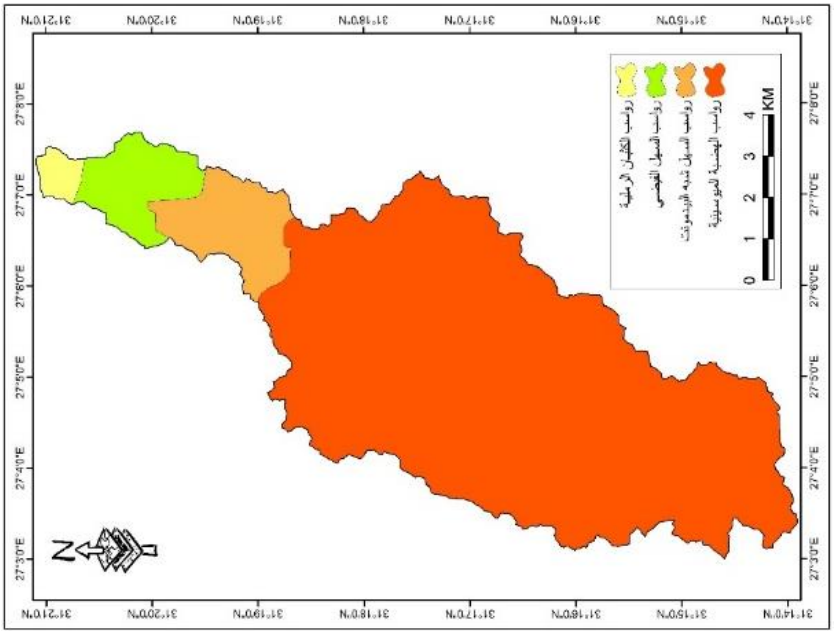
تتكون رواسب الكثبان الرملية في حوض وادي ماجد من الرمال الجيرية البطروخية، وتتميز بالتحام حبيباتها الرملية، وارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم، مما يجعل نفاذيتها بطيئة، وتشغل هذه الرواسب مساحة ,٦ كم٢، وهو ما يمثل ١,٤٪ من جملة مساحة الحوض.

ب-رواسب السهل الفيضي:

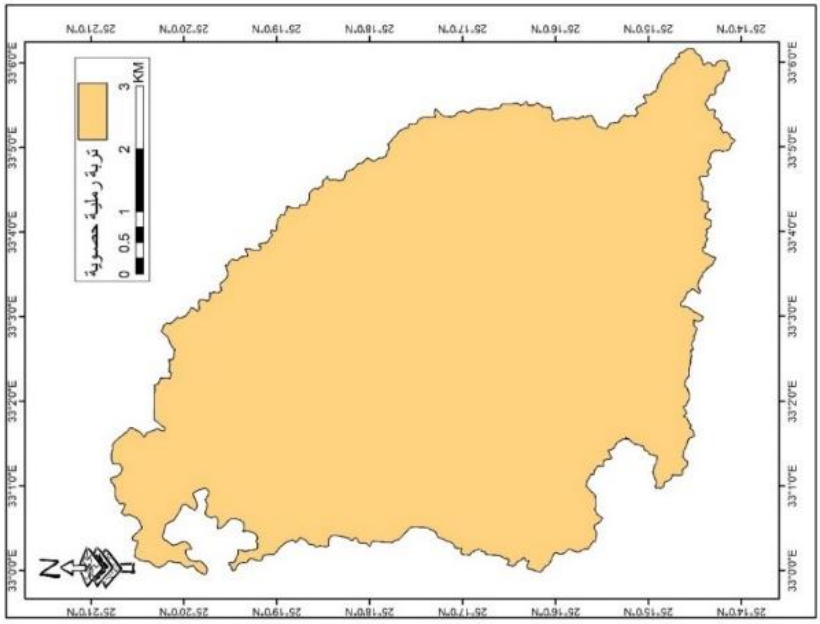
تعد رواسب السهل الفيضي احدى نتاج عمليات التفكك الصخري على جانبي الوادي؛ حيث يتم نقل المواد المفككة بفعل الجريان السطحي، ثم ترسبها في المناطق ذات المناسيب الضحلة. وتتصف هذه الرواسب بأنها لوميه غنية بالجير الكلسي ذات قوام يتراوح بين الرملي والرملي الطيني، وذات ملوحة منخفضة. تشغل مساحة قدرها ٢,٥ كم٢، بنسبة ٦,١٪ من مساحة الحوض.

ج- رواسب السهل شبه البيدمونت:

تعتبر رواسب السهل شبه البيدمونت رواسب حصوية غير ناضجة ضحلة؛ نتيجة للانحدارات الهينة وقوامها اللومي الرملي. وشغلت مساحة نحو ٣,١ كم٢، بنسبة ٧,٦٪ من مساحة الحوض، وهي تقع شمال الهضبة الميوسينية.



(أ) واديي ماجد



(ب) واديي أم تندبية

شكل (٩) الرواسب السطحية في حوضي واديي ماجد وأم تندبية

المصدر : إعداد الباحثين اعتمادًا على Hammad, 1975, Soil Association map of Egypt.

د- رواسب الهضبة الميوسينية:

تتصف رواسب الهضبة الميوسينية بأنها حصوية تحتوي على أكثر من ٣٥٪ من الحصى، ذات قوام لومي وتتكون من مفتتات الصخور الميوسينية. تشغل أكثر من ثلثي مساحة المنطقة، وهو ما يعادل ٨٥٪، من مساحة الحوض. (محمد، ٢٠١٨، ص٢٦٥-٢٧٣).

أما الرواسب السطحية في حوض وادي أم تنديبة فهى رواسب رملية حصوية تتكون بشكل رئيس من الحجر الرملي، وتتصف هذه الرواسب بأنها رملية جافة وسطحية ضحلة، تحتوي على الحصى، وهي غير كلسية وذات نفاذية عالية. تجعل قدرتها على الاحتفاظ بالمياه منخفضة، مما يحد من صلاحيتها لنمو النباتات الطبيعية، وهى توجد على منحدرات المرتفعات، ومنحدرات أراضي ما بين الأودية.

وكما اشرنا من قبل أن الفئات الحجمية للرواسب السطحية تؤثر هى الأخرى على معدل قابلية الرواسب السطحية للتعرية، وهو ما يتفق مع ما توصلت اليه دراسة (هلالي، ٢٠٢٣، ص ٣٢٨) أن هناك تباينا في قابلية التربة للتعرية؛ نتيجة لتباين محتوي الطبقة السطحية في نسب الحبيبات التي يزيد قطرها عن (١ مم)، وعليه يمكن القول بأن تربة السهل شبه البيدمونت أكثر التربات المعرضة للتعرية بحوض وادي ماجد، ويرجع ذلك إلي انخفاض نسبة حبيبات التربة غير قابلة للتعرية، يليها تربة المراوح الفيضية وتربة الكثبان الرملية وأخيرا تربة الهضبة الميوسينية التي يزيد حجم كليباتها عن (١ مم).

٥- الغطاء النباتي:

تؤثر العوامل المناخية في كثافة الغطاء النباتي، وبما أن كلا الحوضين يقعان ضمن المناخ الجاف؛ فإن الغطاء النباتي يعد نادرًا في وادي ماجد عدا بعض الأعشاب الصغيرة، أما في وادي أم تنديبة يكاد يكون الغطاء النباتي منعدمًا تمامًا.

يقلل الغطاء النباتي بشكل كبير من سرعة الجريان السطحي، وبالتالي يقلل من حدوث انجراف التربة، وقد تم تحديد الغطاء النباتي من المرئية الفضائية LANDSAT 8 OLI من خلال مؤشر NDVI بالمعاملة التالية: NDVI=(NIR−RED)/(NIR+RED)

وعليه قمنا بملائمة نتائجها في ضوء المعطيات التي حددها كل من (Zorn and Komac, 2008)، وذلك بحصر القيم الموجبة لمؤشر التغطية النباتية في ٠.٦ كأعلي قيمة، والتي تمثل المجالات ذات الكثافة العالية للغطاء النباتي بالحوض، والقيم السالبة في -٠.١٩ كأدني قيمة والتي توافق مجال الأراضي الجرداء، وذلك لتحديد مؤشر حماية التربة، (جدول رقم 10).

جدول (١٠) العوامل الوصفية لتحديد معامل حماية التربة

مؤشر حماية التربة	Xa
غابات مختلطة – ومتوسطة الكثافة	٠.٠٥ – ٠.٢
غابات صنوبرية وباقات نباتية مبعثرة علي جوانب القنوات المائية	٠.٢ – ٠.٤
مراعي وغابات	٠.٤ – ٠.٦
مزارع ومراعي متدهورة	٠.٦ – ٠.٨
أراضي جرداء	٠.٨ – ١

المصدر: (Zorn and Komac, 2008)

وتم تطبيق المعادلة: Xa= (XaNDVI – ,61) *(−1.25)

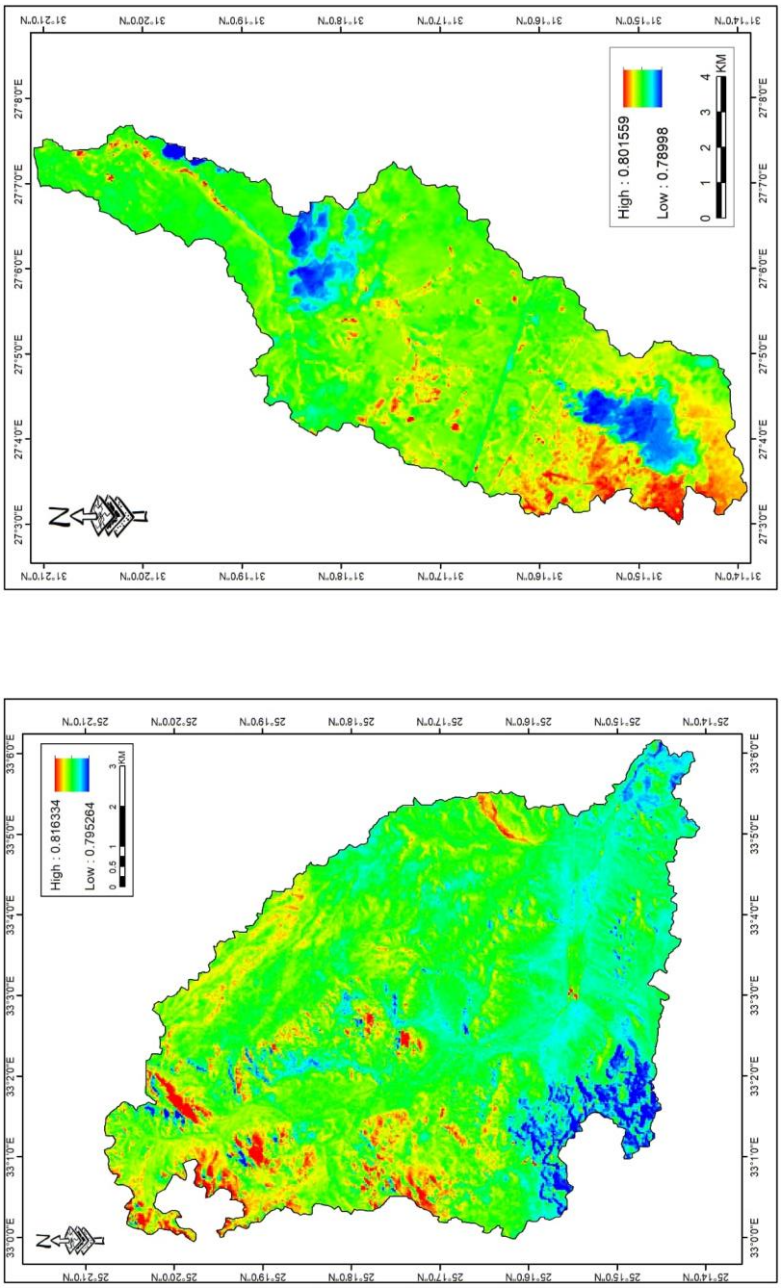
حيث أن Xa = معامل حماية التربة

XaNDVI= معامل التغطية النباتية المعدل لموائمة معايير مؤشر حماية التربة؛ حيث يتم حسابها من خلال تطبيق المعادلة:

XaNDVI= Min – ,19NDVI + MAX ,61 NDVI ، (شعوان، ٢٠١٥، ص٣٠٩)

وبهذا تصبح قيم مؤشر حماية التربة (٠.١) بالنسبة للمجالات ذات الكثافة النباتية العالية و(١) بالنسبة للأراضي الجرداء.

ومن خلال تطبيق هذه المعادلة تبين أن نحو ٩٩٪ من مساحة حوض وادي ماجد تقع ضمن فئة الأراضي الجرداء والمزارع والمراعي المتدهورة، ومن ثم يمكن القول بأن هذه النسبة من مساحة الحوض تقع ضمن فئة الحماية الضعيفة، بينما يقع نحو ٩٩.٦٪ من مساحة حوض وادي تنديبة ضمن الأراضي الجرداء والمزارع والمراعي المتدهورة، أي ضمن فئة الحماية الضعيفة أيضاً (شكل رقم ١٠).



(أ) وادي ماجد

(ب) وادي أم تندبة

شكل (١٠) معامل حماية التربة من التعرية في حوضي واديي ماجد وأم تندبة

المصدر: إعداد الباحثين اعتمادًا على المرئيات الفضائية Landsat 8 OLI بتاريخ ٢٨ / ١٢ / ٢٠٢٢

ثانيًا: تقدير القابلية المناخية لتعرية الرواسب السطحية في كلا الحوضين

وتشمل قابلية التربة للتعرية الريحية والتعرية المائية على النحو التالي:

أ- تقدير قابلية الرواسب السطحية للتعرية الريحية

ترتبط التعرية الريحية بحركة دقائق التربة بفعل الرياح، وتبدأ هذه الحركة عندما يكون ضغط الرياح على الرواسب السطحية أكبر من القوى الجاذبية المؤثرة عليها؛ حيث تتحرك الرواسب السطحية

بشكل أكبر عندما تكون جافة، مقارنة بحالتها الرطبة. ولحساب قابلية الرواسب السطحية للتعرية الريحية، تم الاعتماد على معادلة Chepil (Chepil & Sibboway, 1962, p163). وبناءً على نتائج المعادلة، وجدول (١١) يمكن تسجيل الآتي:

جدول (١١) تقييم التعرية الريحية في حوضا واديي ماجد وأم تنديبة للفترة (٢٠٢٤-١٩٨٤)

الوادي	متوسط التساقط (مم)	سرعة الرياح (كم/س)	الحرارة (°م)	التساقط الفعال PE	مؤشر التعرية	الوصف
ماجد	١٢٩	١٧	١٩,٧	٩٩,٨	٤٧	متوسطة
أم تنديبة	٣,٥	١٥,٥	٢٥,٥	١,٥	١٥٣٥٠٧	عالية جدًا

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على تطبيق معادلة Chepil. (Chepil & Sibboway, 1962, p163).

قدرة التعرية في حوض وادي ماجد (٤٧ طن/هكتار/سنة)، وهي درجة متوسطة من التعرية الريحية، وسبب ذلك أنه يمتاز بكميات أمطار معتدلة سنويًا مع زيادة الرطوبة، التي تعمل على تماسك التربة بإضافة إلى هيمنة الصخور المقاومة للتعرية (الحجيف ومرماريكا)، مما يقلل من سرعة الرياح، ويحد من قدرتها على التعرية.

أما في حوض وادي أم تنديبة بلغت قدرة التعرية (١٥٣٥٠٧ طن/هكتار/سنة)، وهي درجة عالية جدًا من التعرية، مما يؤدي لإزالة الرواسب السطحية وإعادة توزيعها ربما إلى مناطق خارج حوض التصريف، ويعزي ذلك إلى أن مناخ حوض وادي أم تنديبة يتصف بخاصية الجفاف الشديد وقلة الرطوبة مع ارتفاع درجات الحرارة وانعدام الأمطار، التي تعمل على تفكك التربة وعدم تماسكها، إضافة إلى هيمنة صخور ضعيفة (الداخلة والعيساوية الرملية) سريعة التآكل، مع زيادة الفواصل في الحجر الرملي، هذه الظروف تعزز من تأثير الرياح التي تصل سرعتها إلى ١٥,٥ كم/س، مما يسهم في تعرية التربة.

يتضح مما سبق أن قابلية الرواسب السطحية للتعرية الريحية في منطقتي الدراسة ترتفع بصورة كبيرة خاصة في حوض وادي أم تنديبة، بسبب الظروف المناخية الملائمة لحدوث التعرية الريحية، من خلال جفاف التربة وتفككها، وقلة الغطاء النباتي، وقلة الأمطار وارتفاع درجات الحرارة مع زيادة سرعة الرياح، إضافة إلى التكوينات الجيولوجية، ومن ثم يعد جفاف التربة مؤشرًا لقياس قابلية التربة للتعرية الريحية.

ب- تقدير قابلية الرواسب السطحية للتعرية المائية

بالاعتماد على معادلة فورنيه-أرنولدس Fournier – Arnolds لحساب شدة التعرية المائية (Fournier, 1960, p201)، نستنتج ما يلي:

كمية المطر في حوض وادي ماجد أكثر قليلًا من حوض وادي أم تندبية؛ حيث يعد وادي ماجد من المناطق الجافة، أما وادي أم تندبية من المناطق الجافة جدًا، لذا انعكست خصائص التساقط على ناتج المعادلة، مما يظهر أن النحت المائي ضعيف (جدول رقم ١٢).

جدول (١٢) مقدار شدة التعرية المائية في حوضا واديي ماجد وأم تندبية للفترة (٢٠٢٤-١٩٨٤)

الشهور	كمية المطر (مم)		مجموع المطر الشهري[٢]		مجموع المطر الشهري/ مجموع المطر السنوي[٢]	
	وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية	وادي ماجد	وادي أم تندبية
ديسمبر	٢٥,٣	,٢	٦٣٩,٢	,٠٤	٥	,٠١
يناير	٢٧,٧	١,١	٧٦٧	١,١	٥,٩	,٣
فبراير	١٨,٩	,١	٣٥٦,٩	,٠١	٢,٨	٠
مارس	١٩,٣	,٢	٣٧٢	,٠٢	٢,٩	,٠١
أبريل	٥	,١	٢٤,٧	,٠١	,٢	٠
مايو	١,٧	,٥	٣	,٣	,٠٢	,١
يونيو	,١	٠	,٠١	٠	٠	٠
يوليو	,١	٠	,٠١	٠	٠	٠
أغسطس	٠	,٤	٠	,٢	٠	,١
سبتمبر	,٧	٠	,٤	٠	٠	٠
أكتوبر	٧,٨	,٢	٦٠,٢	,١	,٥	٠
نوفمبر	٢٢,٤	,٧	٥٠١,٩	,٤	٣,٩	,١
قيمة التعرية	–	–	–	–	٢١,١	,٦
الوصف	–	–	–	–	ضعيفة	منعدمة

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على تطبيق معادلة فورنيه-أرنولدس (Fournier, 1960, p201).

ولقياس حجم التعرية المائية تم الاعتماد على معادلة دوكلاس (محمود، ٢٠٢٤، ص٤١٣). وبناءً على نتائج المعادلة نستنتج أن حجم التعرية المائية في حوض وادي ماجد ضعيف، بينما في حوض وادي أم تندبية منعدم، وذلك بسبب التباين بين الواديين في كمية الأمطار (جدول رقم ١٣).

جدول (١٣) مقدار حجم التعرية المائية في حوضا واديي ماجد وأم تندبية للفترة (٢٠٢٤-١٩٨٤)

الوادي	كمية المطر السنوي (مم)	معدل الحرارة السنوي (°م)	فاعلية المطر السنوي	حجم التعرية
ماجد	١٢٩	١٩,٧	٩٩,٨	٣٦,١
أم تندبية	٣,٥	٢٥,٥	١,٥	,٠٠٣

المصدر: إعداد الباحثين بالاعتماد على تطبيق معادلة دوكلاس (محمود، ٢٠٢٤، ص٤١٣).

النتائج والتوصيات

وقد توصلت الدراسة إلى عدد من نتائج وتوصيات عدة نوجزها فيما يلى:

أ. يعد وادي أم تنديبة أكثر عرضة للتعرية الريحية؛ حيث بلغ المجموع السنوي للقابلية المناخية لتعرية الرياح نحو ١٥٣٥٠٧ طن/هكتار/سنة وفقًا لمعادلة Chepil، لذا تقع ضمن المناطق التي تتسم بارتفاع معدلات التعرية، ويمكن تفسير ذلك بسيادة الصخور الهشة والتربة الرملية الضعيفة (الداخلة ٦٤,٦٪، العيساوية ٢٧,١٪)، إضافة إلى المناخ الجاف الشديد، وسهولة تفكك التربة والتضاريس متباينة الارتفاع ومتوسطة الانحدار (٤٤,٩٪) التي تأخذ الاتجاه الجنوبي المواجه للرياح الجافة، وانعدام الغطاء النباتي.

ب. أظهر وادي ماجد درجة خطورة أقل فيما يتعلق بالتعرية الريحية؛ حيث بلغ المجموع السنوي للتعرية الريحية نحو ٤٧ طن/هكتار/سنة، وتتركز في المنحدرات الجنوبية (٣٦٪)؛ وذلك بسبب هيمنة الصخور الجيرية الصلبة (الحجيف ٥٦٪، مرماريكا ٣١,٥٪)، بالإضافة إلى ارتفاع نسبي في كمية الأمطار السنوية (١٢٨,٩ مم/سنويًا)، وزيادة نسبة الرطوبة ٦٣,٩٪ مما يعزز من تماسك التربة، والتضاريس ذات الانحدار الخفيف (٧١٪ من المساحة)، واتجاه الرياح الشمالي المواجه للأمطار.

ج. على الرغم من انخفاض درجات الخطورة فيما يتعلق بالتعرية المائية التي سجلها كل من الحوضين والتي تراوحت مابين ضعيفة ومنعدمة، إلا أن الأنشطة الزراعية والتي تشغل مساحة كبيرة نسبياً من بطون تلك الأودية قد تعمل على زيادة ظروف الرطوبة وبالتالي زيادة إمكانية تعرية التربة وخاصة الأجزاء القريبة من جوانب المنحدرات.

وتوصي الدراسة بما يلي:

أ. فعالية استخدام النماذج الرياضية في تقدير التعرية وتصنيف قيمها، خاصة في البيئات الجافة، كما أن الاختلافات المناخية والجيومورفولوجية هي المحرك الرئيس للتباين في أنماط التعرية.

ب. إنشاء محطات رصد مناخي آلية لقياس سرعة الرياح ومعدلات التعرية السنوية في حوض وادي أم تنديبة، في حين يمكن إنشاء قنوات تصريف موسمية في حوض وادي ماجد، والتركيز على حماية هذه المناطق بالتشجير.

ج. الإشراف على الأنشطة الزراعية ببطون تلك الأودية وتوجيهها باستمرار وتقديم الدعم الفني لها من خلال الإرشاد الزراعي لضمان استدامة هذه الأنشطة وعدم تأثيرها سلباً على تعرية التربة بتلك الأودية (شكل رقم ١١).

د. العمل على إنشاء مجموعة من السدود لتخزين المياه بمجاري تلك الأودية وذلك لتعظيم الاستفادة من مياه السيول وحماية الأنشطة الزراعية ومراكز الاستقرار البشري ببطون تلك الأودية وخاصة في القطاعات الدنيا منها.

هـ. في هذا الإطار يجب الاعتماد على تحليل الملائمة متعددة المعايير لتحديد أنسب المواقع لإنشاء تلك السدود ويمكن الاستعانة في ذلك بالتقنيات الحديثة وخاصة نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.

(أ) القطاع الأدنى بوادي ماجد ناظراً صوب الغرب

(ب) القطاع الأدنى بوادي أم تنديبة ناظراً صوب الجنوب الشرقي

شكل (١١) الأنشطة الزراعية بحوضا واديي ماجد وأم تنديبة

المصدر: الدراسة الميدانية (مارس ٢٠٢٣)

أولًا: المراجع باللغة العربية

١- أبو العز، محمد صفي الدين (١٩٦٦): مورفولوجية الأراضي المصرية، دار غريب، القاهرة.

٢- أبو العينين، حسن سيد أحمد (١٩٧٥): منطقة مرسى مطروح وما يجاورها: دراسة جيومورفولوجية، http://search.mandumah.com/Record/252803.

٣- البنا، أميرة محمد (٢٠٢٤): النمذجة المكانية للتعرية المائية للتربة بحوض وادي سدر باستخدام تقنيات الجيوانفورماتيكس، جامعة بور سعيد: مجلة كلية الآداب، العدد (٢٩، الجزء الثاني) ص١-٦١.

٤- الخفاجي، سرحان نعيم طشطوش، والجياشي، جاسم وحوح شاني (٢٠٢٠): التعرية الريحية وآثرها على النشاط البشري، مجلة كلية آداب الكوفة، مج١٢، ع (٤٢)، جامعة الكوفة ص٦٣-١٠٢.

٥- العوضي، حمدينه عبد القادر السيد (٢٠١٩): هيدروجراف نظام الجريان السطحي وتقدير حجم التصريف المائي لأحواض الأودية بمنطقة مرسى مطروح: دراسة تطبيقية باستخدام نموذج الهيئة الأمريكية لصيانة التربة، المجلة الجغرافية العربية، العدد (٧٤)، الجمعية الجغرافية المصرية، ص١٠١-١٣٥.

٦- توفيق، سحر نور الدين، الغندور، سامي على أحمد، رحيل، فاطمة زايد (٢٠٢٣): مخاطر انجراف التربة على الزراعة بحوض وادي النغاميش شرقي مدينة مرسى مطروح-مصر باستخدام التقنيات الجيومكانية، مجلة كلية الآداب، العدد (١٧)، جامعة جنوب الوادي، ص١٦٩٨-١٧٢٦.

٧- جاب الله، حسام محمد (٢٠١١): الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في وادي النيل فيما بين مدينتي أسوان وأدفو، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة عين شمس.

٨- حسانين، أبو بكر زيدان (٢٠٢٢): حوض وادي عبادي شرقي أدفو "دراسة جيومورفولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

٩- دندراوي، محمد الراوي (٢٠١١): التغيرات الجيومورفولوجية المعاصرة لوادي النيل فيما بين أسوان والأقصر، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة جنوب الوادي.

١٠- شعوان، جمال (٢٠١٥) توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة التقييم الكمي للتعرية المائية بحوض أمزاز (الريف الأوسط) من خلال نموذج جافريلوفيك، رسالة دكتوراه، كلية الآداب والعلوم الإنسانية سايس فاس، جامعة سيدي محمد بن عبدالله، المغرب.

١١- عبد العاطي، منصور محمد (٢٠٠٩): بعض الظاهرات الجيومورفولوجية في المنطقة في المنطقة الممتدة من وادي شعيت جنوبًا إلى وادي العباد شمالًا بصحراء مصر الشرقية، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية البنات، جامعة عين شمس.

١٢- محمد، حمدي نبيه (٢٠١٨): المحددات الجيومورفولوجية للتنمية المستدامة بمنطقة مرسي مطروح، رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية الآداب، جامعة سوهاج.

١٣- ـــــــــــــــ (٢٠٢١): توظيف الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التقدير الكمي للتعرية المائية بحوض وادي العريش باستخدام نموذج جافريلوفيتش، مجلة كلية الآداب، العدد (٢٥)، جامعة جنوب الوادي، ص١٠٠٧-١٠٥٩.

١٤- محمود، زيد عبد (٢٠٢٤): تقويم حجم التعرية المائية والريحية لمنطقة جلولاء وأثرها على النشاط البشري، مجلة كلية التربية الأساسية، العدد (٣٠)، الجامعة المستنصرية، ص٤٠٤-٤٢٥.

١٥- هلالي، عبير علي فرغلي (٢٠٢٣): التقدير الكمي لحجم التعرية الريحية بمنطقة مرسي مطروح، المجلة الجغرافية العربية، العدد (٨١) الجمعية الجغرافية المصرية، ص٣٠٧-٣٤٠، القاهرة.

١٦- ياسر أحمد السيد، (٢٠٢٢): أسس الجغرافيا الطبيعية، مكتبة الرواد، دمنهور.

ثانيًا: المراجع باللغة الأجنبية

1- Belay, H.T, & Malede, D.A., (2020): Erosion Risk Potential Assessment Using GIS & RS for Soil and water Resource Conservation Plan: The Case of Yisir Watershed, Northwestern Ethiopia, Agriculture, Forestry and Fisheries. Vol. 9 (1). P.P. 1-13.

2- Chepil, W.S, & Sibboway, F.H, & Arambrast, D.V., (1962): Climatic Factor for Estimating Wind Wrodbility of from fidds, Soil and Water Conservation, p.p.162-165.

3- Cook, R.U, etal., (1985): Urban Geomorphology in Dry Lands, Oxford University press, Oxford.

4- Cook, R.U, & Andrew, Wm., (1977): "Geomorphology in Deserts" B.T. Bats ford Ltd. London.

5- Chapman, S, Birch, E.C, Galdos, V.M, Pope, E, and Davi, J., (2021): Assessing the impact of climate change on soil erosion in East Africa using a convection-permitting climate model, http://doi.org\10.1088\1748-9326\ac10el, Vol (16). ENVIRONMENT RESEARCH. 1-13.

6- El-Nady Manal A., and M. M. Shoman (2017): Assessment of Soil Erosion Risk in The Basin of Wadi Maged in Northern West Coast of Egypt Using Corine Model and Gis Techniques, Egypt. J. Soil Sci., Vol. 57, No.1, pp. 31 – 45.

7- Fournier, F., (1960): Climate Erosion La relation enters le erosion du sol par leau ET les perceptions Atmosphere, Ques, Paris.

8- Hammad, M.A., (1975): Soil Association map of Egypt, Geol. Survey, p.56.

9- Ollier, C.B., (1984): Weathering Geomorphic Texts, Longman, London, second edition.

10- Said, R., (1962): The Geology of Egypt, Elsevier, Amsterdam.

11- Salem, Awady and Wassif, El-Sahhar, (2018): Soil Erosion by Tillage in Rainfed N-W. Egyptian Coast, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo. Vol. 26 (1) P.P. 183-197.

12- Thornbury, W.D., (1969): Principles of Geomorphology, John Wiley and Sons, New York, Chapman and Hill, London.

13- Zorn, M, and Komac B., (2008). Response of soil erosion to land use change with particular reference to the last 200 year (Julian Alps, Western Slovenia). Presented at XXIV th Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia.

ثالثاً: مصادر البيانات

- **الخرائط الجيولوجية:** لوحة جبل حماطة رقمها NG 36 SE، مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠، إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية المصرية، أعدتها شركة كونكو ونشرتها الهيئة المصرية العامة للبترول١٩٨٧. ولوحة الإسكندرية رقمها NH 35 NE، مقياس ١: ٥٠٠٠٠٠، إنتاج هيئة المساحة الجيولوجية المصرية، أعدتها شركة كونكو ونشرتها الهيئة المصرية العامة للبترول ١٩٨٦.

- **موقع موارد الطاقة العالمية (POWER) التابع لمختبر ناسا لعلوم الغلاف الجوي(LARC):** المعدلات والمتوسطات المناخية، بيانات عن أحوال الطقس، Http://climate.nasa.gov.

- **المرئيات الفضائية للقمر الصناعي الأمريكي** Landsat 8 OLI بتاريخ ٢٨ / ١٢ / ٢٠٢٢ https://earthexplorer.usgs.gov

- **نماذج الارتفاعات الرقمية** DEM دقة ١٢,٥ متر للقمر الصناعي الياباني ALOS PALSAR، https://search.asf.alaska.edu.

رابعاً: شبكة المعلومات الدولية

1- Http://climate.nasapower.gov.
2- https://search.asf.alaska.edu.
3- https://www.mandumah.com.
4- https://www.researchgate.net.
5- https://earthexplorer.usgs.gov