خرائط دلتاوات[١] الساحل الشرقي للبحر الميت وخصائصها المساحية من منظور جيومورفولوجي

سميح عودة*
الجامعة الاردنية

Abstract

This research studies the areal characteristics of deltas as one of the important landforms in the eastern coast of the Dead Sea. Nineteen deltas were mapped by the use of aerial photographs to serve this purpose. The present areal characteristics as well as the factors contributing to their areal differences, including drainage area, streem length, relief ratio, stream gradiant, and sea depth were studied by use of simple regression. The study also examined the areal development of such deltas in a thirty-year span by comparing two different areial photography prints. In addition, the future areal expansion of the deltas caused by successive lowering of the Dead Sea level were studied by constructing analyzing profiles along the margins of the deltas, to delimit the marine cliffs and platforms in order to compare them with lowering sea levels, and estimate the rate of areal expansion caused by such changes.

ملخـــص

تناول الباحث في هذه الدراسة الخصائص المساحية لواحدة من الظاهرات الجيومورفولوجية الهامة على الساحل الشرقي للبحر الميت وهي الدلتاوات. وللتعرف على طبيعة هذه الخصائص تم اعداد خرائط لتسع عشرة دلتا باستعمال الصور الجوية كمصدر للمعلومات. وبعد ذلك تمت دراسة الخصائص المساحية الحالية لدلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت والعوامل التي اثرت في تفاوتها

* مدرس بكلية الآداب في قسم الجغرافيا، دكتوراة (جيومورفولوجيا تطبيقية)، جامعة الاسكندرية، ١٩٨٠.

١. على الرغم من أن تعبير دلتا قد استخدم اول مرة منذ ايام الاغريق للدلالة على دلتا نهر النيل، إلا أن مدلول هذا التعبير قد اتسع ليشمل كل السهول القارية (Subairial Plains) التي تتشكل بفعل ترسيب حمولة المجاري المائية عند مصباتها في المسطحات المائية بغض النظر عن ابعاد واشكال هذه السهول. وعلى ذلك فإن الاجسام الارسابية التي تجمعت عند مصبات أودية الساحل الشرقي للبحر الميت هي دلتاوات تبعاً لكونها حمولة نهرية تجمعت في وسط مائي هو البحر الميت. أنظر:١.
Fairbridge, R.W., Ed., The Encyclopedia of Geomorphology, Reinhold Book Corporation, New York, 1968, p. 255. This reference will be referred to later as: Fairbridge Encylopedia.

المساحي على ضوء مجموعة من المتغيرات وهي: مساحة حوض التصريف، وطول المجرى ومعامل التضرس، ودرجة إنحدار المجرى وعمق الماء ودرجة انحدار القاع واستخدم اسلوب الانحدار البسيط لتحديد قوة تأثير هذه المتغيرات. كما تعرضت الدراسة للتطور المساحي الذي طرأ على الدلتاوات خلال فترة زمنية مقدارها ثلاثين عاماً وذلك بمقارنة طبعتين من الصور الجوية مختلفتين في تاريخهما. أما الجزء الاخير من الدراسة فقد تناول مستقبل توسع الدلتاوات المساحي نتيجة لتوالي هبوط مستوى سطح البحر الميت وذلك من خلال دراسة مجموعة من المقاطع عند هوامش الدلتاوات وتحديد جروفها ومصاطبها ثم ربطها زمنياً بمستويات سطح البحر الميت من اجل حساب معدل توقع اكتساب المساحة بعد هبوط مستوى البحر الميت لمسافة رأسية معلومة.

المقدمة :ـ

حظي البحر الميت بنصيب وافر من الدراسات المختلفة منذ وقت مبكر وعلى الرغم من كثرة هذه الدراسات إلا ان نصيب الموضوعات الجيومورفولوجية محدود عددياً. ودلتاوات البحر الميت عامة، احدى الظاهرات التي لم تلق اهتماماً كبيراً من الباحثين باستثناء دراستين تناولت احداها دلتا نهر الاردن على الساحل الشمالي[٢]، أما الثانية فقد المحت الى بعض خصائص دلتا وادي الموجب على الساحل الشرقي[٣].

وتبرز اهمية انشاء واعداد خرائط دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت واستنتاج بعض دلالاتها المساحية من عدة نواحي، فهي الاولى من نوعها عن مثل هذا النمط من اشكال سطح الارض في المنطقة، إلى جانب تميز هذه الدلتاوات عن نظائرها في بيئات اخرى بعدة مميزات، لا لكونها تطورت في اكثر اجسام المياه على سطح الارض انخفاضاً وأشدها ملوحة فحسب وانما لتعقد **مورفوديناميكيتها الناجمة عن الطريقة الشاذة لتضافر مجموعة العوامل التي تطورت دلتاوات البحر الميت بتأثيرها، وبصفة خاصة تذبذب مستوى سطح البحر الميت بين الهبوط** والارتفاع والحركات التكتونية التي اصابت المنطقة، بالاضافة إلى حركة وكثافة المياه التي تنفرد بها مياه البحر الميت كما ورتابة، كما تتنوع الصخور التي اشتقت منها رواسب الدلتاوات، فهي تتراوح في عمرها بين ما قبل الكمبري وحتى البلايستوسين. وفوق ذلك فإن دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت لم تتأثر باوجه نشاط الانسان منذ القدم[٤]

٢. Shattner, I., The Lower Jordan Valley, A Study in The Fluviomorphology of an Arid Region, Hebrew University, Jerusalem, 1962, pp. 108-102. This reference will be referred to later as: Shattner, Lower.

٣. Nir, Y., Some Observation on the Morphology of the Dead Sea Wadis, Journal of Earth Sciences, Vol. 16., 1976., pp. 97-102. This reference will be referred to later as: Nir, Wadis.

٤. يعود سبب ذلك إلى صعوبة الوصول إلى منطقة الدراسة إذ أن الحافة الانكسارية التي تتاخم البحر الميت من الشرق تطل عليه بمنحدرات حادة تبلغ الزواية القائمة احياناً ولا تترك سهلا ساحلياً، باستثناء مناطق الدلتاوات التي تنفصل عن بعضها افقياً بجروف تعوق الاتصال وظل هذا الوضع حتى انشاء الطريق الساحلي.

باستثناء عمليات انشاء الطريق الساحلي الذي مد مع بداية الثمانيات لقسم من الساحل الشرقي، مما يجعلها نموذجاً نقياً من اشكال سطح الارض يعول كثيراً على دلالات خصائصه المورورفومترية. فضلاً عن أن أهمية موضوع الدراسة مرتبطة أيضاً بتمهيد السبيل امام فيض من الدراسات التي يمكن أن تعد حول الكثير من الخصائص الجيومورفولوجية لهذه الدلتاوات سواء كانت فرادي أم مجتمعة.

وبناء على ذلك فإن اهداف الدراسة قد انحصرت في اعداد خرائط الدلتاوات واستنباط جملة من القياسات عليها ثم اظهار مدلولها المساحي من خلال العوامل المؤثرة فيها وكذلك اظهار التطور المساحي الذي طرأ على الدلتاوات بين فترتين زمنيتين إلى جانب وضع تصور لما ستؤول اليه مساحاتها مستقبلا بعد توالي هبوط مستوى سطح البحر الميت وذلك على ضوء أدلة معينة.

وقد تم اختيار معظم الساحل الشرقي لحوض البحر الميت الشمالي البالغ طوله (٥٥ كم) واستبعدت الهوامش الشمالية والجنوبية منه البالغ طولها (٦ كم) بسبب تأثر هذه الهوامش بمنشآت الانسان التي غيرت معالمها. أما أسباب استبعاد الساحل الشرقي من الحوض الجنوبي للبحر الميت فتعود إلى عوامل كثيرة منها جفاف القسم الاكبر من هذا الحوض وضحالة مياهه وتأثر ارضيته بمنشآت الانسان خاصة في اعقاب استغلال البوتاس.

وتبلغ مساحة حوض تصريف الساحل الشرقي الذي اختير لمنطقة الدراسة نحو ١٠٠٠٠كم٢ أي نحو ٢٥٪ من جملة مساحة حوض تصريف البحر الميت، تتوزع على تسعة عشر وادياً، طور كل منها دلتا متميزة في خصائصها المساحية، (شكل ١).

اسلوب الدراسة ومنهجها:

أعتمد في جمع مادة البحث العلمية على مصدرين رئيسين وهما:-

١. تحليل الصور الجوية:-

نظراً لعدم توفر خرائط طبوغرافية بمقياس رسم يسمح باظهار تفاصيل الدلتاوات تم الاعتماد على الصور الجوية كأحد مصادر المعلومات، ووقع الاختيار على طبعتين من الصور تفصلهما فترة زمنية مقدارها ٣٠ عاماً وكانت هذه الفترة كافية لاظهار التطورات التي طرأت على الدلتاوات.

وقد ساعدت الصور على إظهار حدود الدلتاوات بل أظهرت حدود الدلتاوات تحت المائية (Subaqueous Deltas)وخطوط الشواطىء القديمة والارصفة البحرية، إلى جانب الفروع (Distributaries) النشطة وغير النشطة ثم خطوط التماس بين صخور القاعدة (Bed Rock)والدلتاوات. وقد جرى التحقق من صغر قيم ازاحة الاهداف (Image Displacement)على الصور فكانت ضمن الحدود المسموحة والتي تتفق مع اغراض الدراسة وهذا بديهي لكون فروق الارتفاعات بين السطوح العليا للدلتاوات

وسطح البحر لا تزيد على (٣٠م)[٥]. أما تثبيت مقياس الرسم فكان بالاعتماد على أكثر من ١٥ نقطة ربط ارضية محلية[٦] تم اختيارها بعناية مثل بعض الرؤوس ونقاط التقاء الروافد بالاودية واستعين على ذلك بنظائرها على الخرائط الطبوغرافية مقياس ١/ ٥٠٠٠٠.

وقد جرى ربط الصور التي استدعيت ذلك بطريقة الموزيك غير المربوط (Uncontrolled Mosaic)، وتم بعد ذلك ربط نتائج تحليل الصور للفترتين الزمنيتين بخرائط مركبة موحدة المقياس كما تم ترميز الظاهرات وفق الرموز المتعارف عليها وفي حدود ما تسمح به طبيعة الظاهرات.

٢. الدراسة الميدانية:ـ

أستعين بالدراسة الميدانية لتحقيق هدفين، الأول، **أختص** بالاغراض الفوتوجرامترية وتفسير الصور الجوية، كتحديد الارتفاعات **وقيم الانحدار** وتوثيق نقط الربط ثم التحقق من صحة التفسير ومعرفة ما غمض من ظاهرات. ومن ثم تعميمها على الصور.

أما الثاني فكان لدراسة التفاصيل التي لا تظهر على الصور الجوية. وشملت نواحي عديده هي: دراسة مجموعة من المقاطع العرضية وتحديد نوعية موادها، وكذلك ملاحظة بعض الشواهد التي تشير إلى عمليات متميزة وتعيين خطوط الجروف البحرية وربطها زمنياً بجداول منسوب سطح البحر الميت. واستخدمت في الدراسة اجهزة متنوعة مثل الستريسكوب ذي المرايا وميزان ابني وبارومتر والشريط وبلانيميتر بلا كوم.

وقد اعتمدت الاستنتاجات على التحليلات الاحصائية والكمية البسيطة لايجاد صلات الربط وحسابات التوقع وجاءت بعد ذلك عملية كتابة هذا البحث التي اشتملت إلى جانب اعداد خرائط الدلتاوات على دراسة النواحي التالية:ـ

أولاً: الخصائص المساحية الحالية والعوامل المؤثرة فيها.

---

٥. الحدود القصوى للازاحة كانت على النحو التالي:ـ
اقصى فرق ارتفاع (٣٠م)
اقصى مسافة عن النقطة الرئيسية (Principal Point) ٣ سم ارتفاع الطيران ٩٠٠٠م

$$\text{مقدار الازاحة القصوى} = \frac{٣٠ \times ٣٠}{٩٠٠٠} = ١,٠ \text{ سم} = ١ \text{ ملم}$$

أي ان احتمال ازاحة الهدف القصوى عن موقعه الحقيقي هو ٠,١ ملم.

٦ المقصود بنقطة الربط الارضية المحلية لاغراض هذه الدراسة، النقطة التي تم اختيارها للاستعانة بتحديد مقياس رسم الصورة وهي تختلف عن نقاط الربط الارضية الخاصة بالهيئات او المؤسسات القائمة عل ى شؤون المساحة التصويرية.

ثانياً: تطور دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت خلال الفترة من ١٩٥١-١٩٨١.
ثالثاً:- مستقبل توسع دلتاوات الساحل الشرقي.

أولاً: الخصائص المساحية الحالية للدلتاوات والعوامل المؤثرة فيها:-

طورت الاودية المنتهية الى الساحل الشرقي من البحر الميت دلتاوات متفاوتة في مساحاتها. ولهذه الدلتاوات خصائص جيومورفولوجية من حيث نظم الانحدار، والفروع، وترتيب المحتوى الرسوبي وملامح السطح[٧] ما يدل عليه تعبير دلتا الذي سبق ذكره. ويغلب على اشكال هذه الدلتاوات عامة، عنصر الاستطالة الذي تكون فيه هوامش الدلتا المتاخمة **للماء** اكبر من خمسة امثال محاورها كتوسط عام. ولعل أهم أسباب الاختلاف التي ترتب عليها عنصر الاستطالة هي: كمية التصريف المائي، اذ لوحظ أن قيم معامل الاستطالة تتناقص بتزايد مساحة حوض التصريف مثال ذلك أودية: الموجب، وزرقاء ماعين، **والمخيرص** بينما تتزايد قيم معامل الاستطالة بتناقص مساحة حوض التصريف (**الاشكال ٩-١٩**) وتفسير ذلك أن كمية التصريف المائي الكبيرة تتوغل في مياه البحر الميت لمسافة اطول، مما يجعلها قادرة على بناء جسور (**Levee**) **أو محاور أكثر طولاً من نظائرها التي تبينها كميات تصريف مائية اقل. وتجدر الاشارة إلى أن «شانتر» قد أورد عنصر فرق الكثافة المرتفع بين مياه البحر الميت ومياه الاودية والذي يعمل على ابطاء زمن ترسيب المواد الدقيقة كالسلت والصلصال[٨] وبالتالي تعلق الحمولة الدقيقة لفترة زمنية طويلة. وإذا اضيف إلى ذلك نشاط تيار مائي يسير من الجنوب إلى الشمال[٩] وبحذاء ساحل البحر الميت الشرقي لأصبح بالامكان الأخذ بعين الاعتبار تأثير هذا العامل في استطالة الدلتاوات مع ملاحظة أن هذا القول ينطبق على المختوى الدقيق من الحمولة الرسوبية ذات القوام السلتي والصلصالي وهي لا تشكل إلا نسبة ضئيلة من أجسام الدلتاوات.**

وتتفاوت مساحات هذه الدلتاوات من دلتا لاخرى إذ تتذبذب بين (٠١٦,-١,٢كم٢). والمقصود بالمساحة هنا ولاغراض هذه الدراسة الاجزاء السطحية من الرواسب المنقولة بفعل المجاري المائية والتي تراكمت في مياه البحر الميت على هيئة الدلتا بما فيها الرواسب تحت المائية للدلتا والتي ظهرت على السطح بعد هبوط مستوى سطح البحر الميت.

وللوقوف على أسباب التباين في مساحة الدلتاوات تم قياس مجموعة من العوامل التي افترض بأنها قد اثرت في نمو وتطور الدلتاوات هي:-

أولاً: مساحات احواض التصريف.
ثانياً: طول مجرى الوادي الرئيسي.

٧. تجدر الاشارة إلى أن الباحث بصدد اعداد دراسة لاحقة حول هذه الخصائص.

٨. **Shattner, Lower, Op.Cit.,** 115.

٩. Neev, D. and Emry, K.O.: **The** Dead Sea, Science Journal December, 1966, p. 53., **This reference will be referred** to later as: Emry, Dead Sea.

ثالثاً: معامل التضرس في حوض التصريف (فرق المنسوب بين أعلى نقطة والمصب).
رابعاً: درجة انحدار المجرى.
خامساً: اقصى عمق للماء قرب المصب.
سادساً: درجة انحدار القاع.

اعتبرت العوامل السابقة الذكر متغيرات مستقلة، بينما اعتبرت مساحة الدلتاوات متغيراً تابعاً، جدول (١). وقد تم استخدام اسلوب الانحدار البسيط (simple regression) لمعرفة أكثر المتغيرات تأثيراً وارتباطاً بمساحات الدلتاوات والذي تم تطبيقه على سبعة عشرة وادياً، واستثنى وادياً الموجب وزرقاء ماعين لشذوذهما عن باقي اودية الساحل الشرقي. وقد تم التوصل إلى النتائج التالية:ـ

جدول ـ ١ـ متغيرات الدراسة المستقلة والتابعة موزعة على اودية الساحل الشرقي **للبحر الميت**

اسم الوادي ورقمه	س١ مساحة الحوض التصريف كم	س٢ طول المجرى	س٣ معامل التضرس م	س٤ درجة الانحدار	س٥ عمق الماء م	س٦ انحدار القاع	س٧ مساحة الدلتا كم٢
١. خشم جعوان	١٧,٥	١٣,٠	٩٨٣	٤,٣	٤٠	٢,٢	,٢٣٢٤
٢. المخيرص	٤٧,٠	١٤,٥	١٢٤٥	٤,٩	٧٠	٤,٠	,٧٣٢٨
٣. الدردور	١٣,٠	١٠,٠	١١٧٥	٦,٧	٦٥	٣,٧	,٣٢٢٨
٤. المنشل	١٦,٠	١٠,٥	١١٧٠	٦,٣	١٦٠	**٩,٨**	,٢٢٥٩
٥. خمسة	٣,٠	٣,٠	٦٠٠	١١,٣	١٧٠	**٩,٦**	,١٢٢٦
٦. حمارة	٢١,٠	١١,٠	١١٠٠	٥,٧	١٨٠	١٠,٢٠	,١٩٦٩
٧. ثمانية	٠,٨	١,٢٥	٠١٢	٢٢,٥	١٧٠	٩,٦	,٠٦٧٧
٨. زرقاء ماعين	٢٧١,٠	٢٨,٠	١٢٨٠	٢,٦	٢٥٠	١٤,٠	,٢٤٥١
٩. ام خشبة	١٢,٢٥٠	٨,٠	١١٨٠	٨,٣	٢٠٠	١١,٠	,٠٦١٣
١٠. عطون	١٣,٥	٨,٥	١٢٥٠	٨,٣	٢١٠	١١,٨	,٠٦٢١
١١. الضبع	١٤,٥	٩,٥,	١٢٣٥	٧,٤	٢٠٠	١١,٠	,٠٦٤٥
١٢. الموجب	٦٥٩٦,٦٠	٧٥,٠	١٣٥٠	١,٠٣	٢٢٥	١٢,٦	,٤٧٣٠
١٣. سبع الودية	٤,٧٥	٤,٥	٩٦٠	١٢,٠	٢١٠	١١,٨	,٠٣٢٢
١٤. الحرباة	٣,٢٥	٥,٢٥٣٢	٩٢٠	١٠,٠	٢٠٠	١١,٠	,٠١٦١
١٥. الشقيق	٦٩,٧	١٨,٠	١٤٠٠	٤,٤	١٥٠	٨,٥	٢,١٤١
١٦. النسور	٣,١	٤,٣	١٠٧٥	١٤,٨	٧٠	٤,٠,	,٠٨٣٩
١٧. ثمانية عشر	١,٣٥	١,٢٥	٤٥٠	١٩,٧	٦٠	٣,٤	,٠٤١٩
١٨. الاجاويد	٥,٥	٥,٠	٢٢٠٠	١٢,٤	٣٥	٢,٠	,١٢٩١
١٩. ابو الضرات	٧,٥	٧,٠	١١٠٠	٨,٩	٣٠	١,٧	,٢٨٠٨

• الارقام الواردة في الخانات من ١ـ ٤ هي خلاصة حساب الباحث من الخرائط الطبوغرافية مقياس ١: ٥٠٠٠٠ والصور الجوية. أما الواردة في الخانتين ٥ و٦ فهي من حساب الباحث عن كنتورات الاعماق المرسومة على خريطة البعثة الجيولوجية الالمانية. وقد حسبت مساحات الدلتاوات من الخرائط التي اعدها الباحث من الصور الجوية.

•• اعطيت الارقام للاودية التي لا تحمل اسماء محلية.

١. هناك ارتباط ايجابي وقوي بين مساحة حوض تصريف الوادي ومساحة الدلتا التي طورها إذ بلغ معامل الارتباط (ر) (٠,٩٢) أي أن هذا المتغير قد فسر ٠,٨٥ من تشتت قيم المتغير التابع. وعلى ذلك فإن العلاقة بين مساحة حوض التصريف ومساحة الدلتا هي علاقة طردية (شكل ٢). وقد تذبذبت نسبة مساحة الدلتا إلى مساحة حوض التصريف بين ٤٤, ـ٨,٤٪ وهي نسبة عالية عند مقارنتها بالدلتاوات التي طورتها **احواض تصريف عدد من الانهار المعروفة، (جدول ٢) والتي تتراوح بين (٠,١ـ٢,٩٪)، الامر الذي يعكس تميز صفات وخصئص احواض تصريف اودية الساحل الشرقي للبحر الميت وبيئة مصبها عن نظائرها الاخرى. من حيث قوتها، وضعف التكوينات التي تطورت فوقها وكذلك ارتفاع كثافة مياه البحر الميت تبعاً لشدة ملوحتها.**

جدول ـ ٢ـ نسبة مساحة الدلتا إلى مساحة حوض التصريف لعدد من اودية الساحل الشرقي مقارنة بنظائرها من الانهار المعروفة•

الوادي	نسبة مساحة الدلتا إلى حوض التصريف		اسم النهر
خشم جعوان	١,٣٢	٠,٠٥	**الكنغو**
المخيرص	١,٥٥	٠,٨	**المسسبي**
الدردور	٢,٤٨	٠,٨	**لينا**
المنشل	١,٤٠	٠,٦	**النيل**
حمارة	٠,٩٣	٠,٠٩	**الاوب**
زرقاء ماعين	٠,٠٩	٠,٧	**الفولغا**
أم خشبة	٠,٤	٠,٥	**الزمبيزي**
عطون	٠,٤٦	٢,٥	**النيجر**
الضبع	٠,٤٤	٠,٤	**الدانوب**
سبع الودية	٦,٧	٢,٩	**الهوانجهو**
الحرباة	٤,٩	٠,٣	**الدون**
الشقيق	٣,٠٧	٠,١	**الراين**
النسور	٢,٧	٠,١	**الرون**
ابو الضرات	٣,٧		
الموجب	٠,٠٠٠٠٠٧		

• الارقام الخاصة بنسب انهار العالم من وضع الباحث عن: **Fairbridge, Encyclopedia p. 256.**

أما بالنسبة لكل من دلتا وادي الموجب ودلتا وادي زرقاء ماعين فلا يوجد تناسب بين مساحة الدلتا وحوض التصريف بحيث ينسجم مع باقي اودية الساحل الشرقي للبحر الميت. إذ أن مساحة الدلتا إذا قورنت بمساحة حوض التصريف، لا تكاد تذكر خاصة في وادي الموجب (٠,٠٠٠٠٠٧٪) وعلى الرغم من أن مساحة حوض تصريف وادي الموجب تزيد على مجموع مساحات احواض تصريف أودية الساحل الشرقي للبحر الميت بخمسة وعشرين ضعفاً، إلا ان مساحة الدلتا التي طورها (٤٣٧كم٢) تقل كثيراً عن مساحة دلتا طورها احد الاودية المتواضعة في ابعاد حوض تصريفها كدلتا وادي المخيرص مثلا (٧٣, كم٢). والاغرب من ذلك أن واديي الموجب وزرقاء ماعين دائما الجريان ويزيد تصريفهما على مجموع ما تصرفه باقي اوديه الساحل الشرقي مجتمعة. وقد قدر أن وادي الموجب لوحده قد نحت ونقل ورسّب ما يقرب من ٧٠كم٣ من الرواسب وهي كمية تعادل نصف حجم مياه البحر الميت[١٠] ولعل مثل هذا الشذوذ الكبير في العلاقة بين مساحة تصريف وادي الموجب ومساحة دلتاه بل وانكار وجود دلتا لوادي الموجب من قبل بوردون[١١] هي التي دفعت بوردون إلى اتخاذ هذه الملاحظة كأحد الدلائل التي تشير إلى حدوث زحزحة افقية نجم عنها نشأة غور الاردن والبحر الميت. غير أن هذا الدليل لا يبدو مقنعاً اذا كان المقصود دلتا وادي الموجب الحالية لانها موجودة فعلاً وان كانت مساحتها غير متناسبة مع حوض تصريف وادي الموجب مقارنة بالدلتاوات الاخرى التي تشكلت بفعل اودية الساحل الشرقي للبحر الميت والتي تتناسب مساحتها مع مساحات احواض التصريف الخاصة بها باستثناء دلتا وادي زرقاء ماعين. ولا شك بأن العوامل التكتونية قد عملت على ازالة دلتا وادي الموجب القديمة التي يفترض بأنها ذات أبعاد كبيرة (٧٠ كم٢). ومن بين هذه العوامل حدوث الحركة الافقية التي فسرت بها نشأة البحر الميت وصاحبها عمليات هبوط رأسية ومن انصارها كونل وبوردون وزاك وفروند[١٢]، وقدم الأخيران أدلة قيمة عليها تشير الى حدوث زحزحة افقية حديثة على امتداد المراوح الفيضية في وادي عربة. بينما يرى نير في هذه العوامل التكتوتية حدوث حركة هبوط رأسية لدلتا وادي الموجب تحت قاع البحر الميت على امتداد قطاع رأسي لبضع مئات من الامتار وارجع عمر هذه الحركة الى ما قبل اللسان[١٣]. وتدل طريقة التقاء الحافة الانكسارية بدلتا وادي الموجب على تأثير العامل التكتوني. اذ يكون الالتقاء على صورة الجرف الذي لا تظهر عليه خطوط شواطىء قديمة كان فيها البحر أعلى منسوباً مما يؤكد بأن ما كان يلفظه وادي الموجب من رواسب قد تعرض لعملية غوص. اما في حالات أودية الساحل الشرقي للبحر الميت الاخرى فان

---

١٠. Nir, Wadis, p. 101.

١١. Burdon, D.J., Hand Book of the Geology of Jordan, Colchester, 1959. p. 14. This reference will be referred to later as: Burdon, Geology.

١٢. أنظر: Quennel, A.N., "The Sturcutre and Geomorphic Evolution of the Dead Sea Rift," Quart. Journal Geol. Soc., London, 1958, pp. 11-16.

١٣. Nir, Wadis, pp. 100-107.

طريقة التماس بين الدلتاوات والحافة الانكسارية تكون أقل حدة في الانحدار الى جانب ظهور شواطىء قديمة عليها يصل ارتفاع بعضها إلى ما يزيد على ١٥٠ م فوق سطح البحر الميت الحالي كما هي الحال في اودية الشقيق وابو الضرات والاجاويد. (الشكلان ١٧، ١٩) وهو وضع قد ينم عن استقرار ساد قاع سلف البحر الميت بتلك المناطق وسمح بترسب المفتتات لتنمو وتتطور على هيئة الدلتا. ولا شك ان تغير مصب وادي الموجب الذي حدث بعد مرحلة اللسان قد اسهم في صغر مساحة دلتا وادي الموجب الحقيقية، حيث اشار «نير [١٤] الى انطمار مجرى الجزء الادنى من وادي الموجب قرب المصب برواسب اللسان وبعد هبوط مستوى سطح سلف البحر الميت الحالي (اللسان) وجدت مياه وادي الموجب مصباً يقع إلى الشمال من المصب القديم بنحو 2كم. أي ان عمر الدلتا الحالية التي طورها وادي الموجب امام مصبه الجديد لا تمتد لأبعد من ١٢٠٠٠ عام، شكل (١٥).

٢. يلي متغير طول المجرى، متغير المساحة في التأثير على تفاوت مساحات الدلتاوات إذ بلغ معامل الارتباط (ر) نحو (٠,٥٦) وبذلك فسر المتغير (٠,٣١) من تشتت قيم المتغير التابع. وهذا يعني وجود علاقة ايجابية قوية (شكل ٣). ويرجع سبب ذلك إلى أن تزايد طول المجرى، في منطقة ظروفها الجغرافية متماثلة، يدل على عدة مؤشرات، يأتي على رأسها: تفاوت اعمار المجاري المائية التي تتناسب طردياً مع الطول وهذا يعني تفاوت اعمار عمليات بناء الدلتاوات، فالمجاري الاكثر طولا سبقت المجاري الاقصر في عملية الترسيب، إلى جانب كونها اكثر استحواذاً على الروافد، مما زاد في مساحات احواض تصريفها.

وربما كانت اهم ميزة تميز المجاري الطويلة عن المجاري القصيرة، من حيث تأثيرها على مساحات الدلتاوات، هي خاصية التنوع الاكبر في الاوجه الظاهرة من الطبقات الصخرية ضمن احواض التصريف. ويشترك في تركيز هذه الخاصية، متغير معامل التضرس الذي يزيد معامل ارتباطه (ر) بمساحة الدلتاوات على (٠,٤٦). أي أن كبر قيم متغيري طول المجرى والتضرس، قد سمحا بتعدد اوجه الطبقات الصخرية الظاهرة ضمن احواض التصريف، بينما لم تساعد نظائرها الصغيرة في قيمها بمثل هذا التعدد. فعلى سبيل المثال تشكلت احواض تصريف اودية المخيرص، والشقيق ابو الضرات وغيرها من الاودية التي تزيد فيها قيم معامل التضرس والطول على (١٠٠٠م)، (٨كم) على التوالي، فوق تكوينات تتراوح في عمرها بين الكمبرى والبلايستوسين، وهي تتركب من الحجر الرملي باشكاله المختلفة، والحجر الجيري والدولوميت والمارل والطفل، إلى جانب غطاءات بازلتية[١٥]. بينما يلاحظ ان المجاري التي تقل فيها قيم المعاملين السابقي الذكر،

١٤. Nir, Wadis, p. 102.

١٥. راجع ملخصاً لتفاصيل هذه التكوينات في:-
عبد القادر عابد: جيولوجية البحر الميت، دار الارقم، عمان، ١٩٨٥، ص ٣٧-٤٧.
وسيشار لهذا المرجع عند وروده فيما بعد هكذا: عابد، البحر الميت.
وحول نوعية التكوينات التي تظهر ضمن حوض التصريف انظر:-
خريطة البعثة الجيولوجية للاردن مقياس ١/ ٢٥٠٠٠٠ لوحة عمان، اصدار ١٩٦٨.

قد تشكلت فوق نوع واحد من التكوينات احياناً. ولا شك أن اهمية تنوع الصخور، تكمن في اتاحة الفرصة لوجود تكوينات ضعيفة تسمح بامداد المجرى بالمفتتات الدقيقة بخلاف محدودية التنوع التي قد لا تسمح بوجود مثل هذه التكوينات.

٣. شذ متغير درجة انحدار المجرى عن باقي المتغيرات المستقلة، من حيث كون صلة الارتباط بينه وبين مساحات الدلتاوات، سالبة إذ بلغ معامل الارتباط (ر) (-٠,٣٨)، أي أن العلاقة بين درجة انحدار المجرى ومساحة الدلتا، هي علاقة عكسية (شكل ٤). وعلى الرغم من ان المجاري المائية الاكثر حدة في انحدارها، اقدر من غيرها على عمليات النحت والنقل والترسيب وبالتالي بناء الدلتاوات، إلا أن المجاري الاقل حدة في انحدارها قد طورت دلتاوات اكثر اتساعاً. ويعود سبب ذلك إلى ان المجاري الضعيفة الانحدار (نسبياً) اقدم في عمرها وهي بذلك قد تخطت مرحلة الانحدار الحاد، مما انعكس على قدم عملية بنائها للدلتاوات إذا قورنت بحداثة عمر عملية بناء الدلتاوات في المجاري الحادة الانحدار. وتنطبق هذه الحقيقة على كل الأودية في حالة بقاء المتغيرات التي تؤثر في تطور الدلتاوات ثابتة.

٤. أما متغيرا أقصى للعمق للماء ودرجة انحدار قاع البحر الميت عند بيئات مصبات الاودية، فلم يفسرا الا حالات محدودة إذ بلغ معاملا ارتباطهما (ر)، (٠,١٢) (٠,٩) **على التوالي، ويعود ذلك إلى صفر عدد الحالات التي كانت فيها قيم اقصى عمق للماء وقيم درجات انحدار القاع قليلة.. ومع ذلك يبدو تاثير** هذين المتغيرين واضحا للغاية وبصفة خاصة في المناطق الشمالية والجنوبية من الساحل الشرقي إذ يقل العمق والانحدار فيهما الامر الذي ادى إلى كبر مساحات الدلتاوات بهما كما هي الحال في دلتاوات المخيرص والدردور شمالا والاجاويد وابو الضرات جنوباً (شكل ٩، ١٠، ١٩).

ثانياً: تطور دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت المساحي خلال الفترة من ١٩٥١-١٩٨١.

توسعت دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت توسعاً ملحوظاً في مساحاتها خلال الفترة الممتدة بين عامي (١٩٥١-١٩٨١). ويستفاد من نتائج القياس على الخرائط (الاشكال من ٩-١٩) والتي يلخصها جدول (٢٣)، إن نسبة الزيادة التي طرأت على الدلتاوات قد تذبذبت بين (١٢,٦٪ - ٤٧٪). وهي نسبة كبيرة تدعو إلى التساؤل عن اسبابها، فلو استمر معدل نمو الدلتاوات على هذا النحو منذ بداية نشأتها، لكانت مساحاتها اكبر من ذلك بكثير، بحيث يمكن أن تزيد على مساحة سطح البحر الميت نفسه. كما يدل كبر معدل اتساع المساحة المكتسب على حساب البحر خلال هذه الفترة، على حقيقة هامة وهي عدم اتساع المساحة بفعل النمو الطبيعي المألوف، الذي تتطور به الدلتاوات من خلال

الجسور النهرية (Levee)ونوى النمو (Crevasses)ذلك لان مثل هذه العملية تستغرق آجالا طويلة، لا يمكن مقارنة الفترة الزمنية المدروسة بها.

جدول - ٣- تطور مساحات عدد من الدلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت (١٩٥١-١٩٨١)

الارقام م٢

الوادي	١٩٥١	١٩٨١	الزيادة	نسبة الزيادة٪
زرقاء ماعين	١٩٧٣٢٠	٢٤٥١٠٠	٤٧٧٨٠	٢٤,٢
عطون	٤٧٥٧٠	٦٢١٠٠	١٤٥٣٠٢	٣٠,٥
الضبع	٤٥٧٧٦	٦٤٥٠٠	١٨٧٢٤	٤٠,٠
أم خشبة	٤٦٠٤٥	٦١٣٠٠	١٥٢٥٥	٣٣,٠
النسور	٦٧٧٥٩	٨٣٩٠٠	١٦١٤١	٢٣,٨
ثمانية عشر	٣٠٢٧٨	٤١٩٠٠	١١٦٢٢	٣٨,٠
سبع الودية	٢٦٣٨٩	٣٢٢٠٠	٥٨١١	٢٢,٠
الحرباة	١٠٩٣٥	١٦١٠٠	٥١٦٥	٤٧,٠
الموجب	٣٦٣٢٣٨	٤٧٣٠٠٠	١٠٩٧٦٢	٣٠,٠
ابو الضرات	٢٤٩٢٨٤	٢٨٠٨٠٠	٣١٥١٦	١٢,٦
الاجاويد	١١١٤٢٠	١٢٩١٠٠	١٧٦٨٠	١٥,٨

• الارقام من وضع الباحث عن الخرائط الواردة في هذه الدراسة والتي اعدها من الصور الجوية ١٩٥١، ١٩٨١، ويعود سبب عدم شمول الدراسة لكل الاودية إلى تعذر الحصول على صور قديمة (١٩٥١) تغطي دلتاوات الاودية التي تقع إلى الشمال من وادي زرقاء ماعين.

ولا شك أن التزايد السريع في المساحة، مرتبط بهبوط مستوى سطح البحر الميت، الذي انخفض خلال الفترة المدروسة (١٩٥١-١٩٨٣) لمسافة رأسية مقدارها تسعة امتار[١٦]، فانحسر البحر الميت عن خليط من الرواسب الدلتاوية المعقدة في عمرها ونوعها، ويرجع

١٦. بلغ مستوى البحر الميت عام ١٩٥٠ (-٣٩٤,٥) راجع:

Klein, C.,: The Fluctuation of the level of the Dead Sea since the Beginning of the 19th Century., Hydrological Paper No 7, Jerusalem, 1961, p. 21.

كما بلغ منسوبه (-٤٠٣,٥م) عام (١٩٨٠)، راجع Brawer, M., Der Kanal Vom Mittelmeer Zum Toten Meer, Geographische Rundschau, 34, H. 12, 1982, P. 578. This Reference will be refered to later as: Brawer, Kanal. Neev, Dead Sea, p. 52.

سبب هذا التعقد إلى أن ظاهرة تذبذب مستوى البحر الميت شملت كل تاريخه الجيولوجي، إذ تجمع الدراسات على أن مستواه قد وصل إلى منسوب يرتفع عن المستوى الحالي بنحو ٢٢٠م خلال واحدة من فترات البلايستوسين المطيرة وتؤكد الادلة الجيولوجية والاركولوجية النباتية والوثائق التاريخية على ثبات مستوى البحر الميت عند منسوب ينخفض عن المستوى الحالي بنحو اربعين متراً لفترة زمنية طويلة شملت العصر الروماني والفتح الاسلامي، ولم يبدأ مستواه في الارتفاع إلا قبل فترة زمنية تتراوح بين ٤٠٠-٥٠٠ سنة مضت[١٨]، ووصل إلى مستواه الحالي في القرن التاسع عشر[١٩]. ومنذ تلك الفترة برزت عمليات القياس الدقيق لمستوى سطح البحر الميت والتي يوضحها (شكل ٦) ويبدو منه، التذبذب الواضح في المنسوب لما يزيد على اثني عشر متراً.

وقد أنعكس تأثير التذبذب في مستوى سطح البحر الميت على تطور الدلتاوات المساحي إذ توافق نمو التراكم الارسابي مع المستوى المرتفع الذي وصل اليه سلف البحر الميت الحالي والذي سمى ببحيرة اللسان (٢٢٠ م فوق المستوى الحالي) حيث تكدست كمية كبيرة من الرواسب الحصوية عند مصبات الاودية، وأمكن تحديد بقاياها على ارتفاع ١٥٠م فوق المستوى الحالي كما هي الحال في دلتاوات اودية أم خشبة، والشقيق وابو الضرات والاجاويد (الاشكال ١٤، ١٧، ١٩). وبعد انتهاء الفترة المطيرة وبدء هبوط مستوى سطح البحر الميت تعرض الجزء الاكبر من هذه الدلتاوات الحصوية لعمليات التعرية، تبعاً لضعفها خاصة بالقرب من الأودية الكبيرة والدائمة الجريان حيث تمكنت المجاري المائية من ازالة الركام الحصوي، برمته، وحتى حد يتفق مع مستوى سطح البحر الميت، في كل مرحلة من مراحل هبوطه ومن ابرز امثلة هذه الاودية، الموجب، وزرقاء ماعين، والمخيرص. وهناك حالات قليلة بقيت فيها الاجزاء الحصوية من الدلتاوات محتفظة بمعالمها، مثال ذلك دلتا ام خشبة والتي استغل قسم كبير من رواسبها في مد الطريق الساحلي حديثاً، أما سبب هذا الاحتفاظ فيعود إلى جنوح مجرى الوادي مع بداية هبوط مستوى البحر الميت بعيداً عن الدلتا، (شكل ١٤). كما ادى توالي هبوط منسوب سطح البحر الميت ووصوله إلى المنسوب الذي يقل عن المستوى الحالي باربعين متراً لانحسار المياه عن التكوينات الاكثر دقة مثل الرمال والسلت والصلصال مما سمح بتأثرها بالرواسب القارية التي كانت تنحط من اوجه المنحدرات على شكل خليط غير متجانس قوامه الحصى والحصباء والجلاميد المختلطة ببعض البقايا النباتية الامر الذي يؤكد سيادة الظروف القارية فوق هذه الدلتاوات لفترة زمنية طويلة. ومع بدء ارتفاع مستوى سطح البحر الميت في الفترة التي تعود الى مدة تتراوح بين ٤٠٠-٥٠٠ سنة مضت طغت مياه البحر الميت على قسم كبير من الدلتاوات

١٧. Neev, Dead Sea, p. 52.

١٨. لمزيد من التفاصيل حول هذه الادلة راجع: عابد البحر الميت ص ٨٣-٩١، ١٠٩-١١٢.

١٩. Baney, R.. Search for Sodom and Gomorrah, Gam Press, Kansas City, 1962, pp. 311-313

وبلغت ذروتها في الفترة الممتدة بين بداية القرن العشرين وحتى الثلاثينات من هذا القرن. ومنذئذ أخذ مستوى سطح البحر الميت في الهبوط الذي ادى إلى انحسار المياه عن دلتاوات كانت موجودة مما تسبب في اتساع المساحة المكتسبة.

ولعل أكثر قضايا التطور المساحي لدلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت تعقيداً هي مشكلة التفاوت الكبير في نسب النمو المساحي التي تراوحت بين (١٢,٦-٤٧٪) جدول (٣). ولتفسير اسباب هذا التفاوت، فحصت الصور الجوية بدقة، وتم استنتاج حقيقة تأثر نسب النمو بمستويات الدلتاوات تحت المائية (Subaqueous Deltas)التي بلغتها، إذ برزت مستويات الدلتاوات تحت المائية في الصور الجوية لعام ١٩٥١ إلى مستوى مرتفع بحيث لا ينخفض عن منسوب سطح البحر الميت انذاك بمترين ولشدة وضوحها امكن تحديد معالمها اسفل سطح الماء بدقة[٢٠] كما هي الحال في دلتاوات اودية الموجب، والحرباة والضبع (شكل ٧). أما الاودية التي لم تحقق نمواً مساحياً كبيراً في دلتاواتها، فلم تظهر لها دلتاوات تحت مائية مما يؤكد بان انخفاض مناسيبها قد حال دون ظهورها. أما اسباب تفاوت مناسيب الدلتاوات تحت المائية فهي لا تعدو أن تكون أكثر من مجموعة احتمالات عملت فرادى، أو متضافرة في التأثير على المناسيب ولعل أبرزها:-

١. تعرض الدلتاوات لتأثير عمليات الهدم بعد هبوط منسوب سطح البحر الميت إلى مستوى دون المستوى الحالي باربعين متراً ولفترة طويلة من الزمن كما سبق الذكر. وحيث أن هبوط مستوى سطح البحر يسمح عادة بتجديد نشاط المجاري المائية وبخاصة في مناطق تتميز تكويناتها بالضعف مثل الدلتاوات فإنه من السهولة بمكان تصور ازالة قسم كبير من رواسبها. وتنطبق هذه الحالة على الأودية التي جنحت مجاريها على اطراف الدلتاوات فلم تتعرض رواسب دلتاواتها إلى الازالة بنفس المعدل وتعطي دلتا وادي أم خشبة مثالا واضحاً لهذا النوع إذ يتخذ مجرى الوادي موضاً يقع على هامش الدلتا الجنوبي (شكل ١٤). وبعد ارتفاع مستوى سطح البحر الميت نشطت عمليات بناء الدلتاوات من جديد وكان من البديهي أن تسبق الدلتاوات تحت المائية في الحالة الثانية، نظيراتها في الحالة الاولى من حيث سرعة الظهور إلى السطح بغض النظر عن تفاوت قوة متغيرات الأودية التي تؤثر في بناء الدلتاوات.

٢. طالما أن أهم خاصية تميز الدلتاوات هي تغير المجاري المائية وتعدد الفروع (Distributaries) فمن المحتمل أن تكون عمليات البناء من خلال السنة النمو (Lobes) قد شهدت انتقالا واسعاً الامر الذي أدى إلى تشتيت الرواسب امام مصبات بعض الاودية وبالتالي ابطاء زمن ظهور الدلتاوات تحت المائية على السطح وفي ذات الوقت يمكن افتراض ثبات مواضع السنة النمو في بعض الاودية امام مصبات الاودية الاخرى

٢٠. ظهرت حدود الدلتاوات التحت المائية بوضوح على الصور الجوية لعام ١٩٥١ إذ كانت درجة دكونتها (Tone)مميزة عن المياه العميقة. بمثل تميزها عن المساحات غير المغطاة بالمياه Subaerial Plain

دون جدوث انتقال افقي، مما أدى إلى تراكم الرواسب بمعدل اكبر منومن ثم سرعة ظهور الدلتاوات تحت المائية على السطح.

٣. التفاوت الكبير في قوة الاودية والتي تم التعبير عنها بمجموعة من المتغيرات في مستهل هذه الدراسة. لكن مثل هذا الاحتمال لا يفسر الا حالات محدودة كما هي الحال بالنسبة لدلتا وادي الموجب.

ثالثاً: مستقبل توسع دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت.

يرتبط توسع دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت بمستوى سطحه الآخذ في الهبوط كنتيجة حتمية للتوسع في حجز المياه امام السدود بحيث اصبح معدل التبخر يزيد على ضعفي كمية المياه الواردة إلى البحر الميت[٢١] وتدل التوقعات على ضوء معدل الهبوط الحالي على أن مستوى الميت سينخفض إلى منسوب ٤٠٩م تحت سطح البحر بحلول عام ١٩٩٠[٢٢].

ولحساب معدل اكتساب المساحة المتوقع للدلتاوات الناجم عن توالي هبوط مستوى سطح البحر، درست مجموعة من القطاعات العرضية عند التقاء هوامش الدلتاوات بالبحر الميت، حيث تم تتبع الجروف البحرية الحالية والسابقة والتي ما زالت تحتفظ بمعالمها لحداثة عمرها الزمني، (٣٠ عاماً) وضعف عمليات كسح الامواج وكذلك تم تتبع المصاطب البحرية التي تفصل بين الجروف. وربطت الجروف البحرية والمصاطب زمنياً من خلال جداول قياسات مستوى سطح البحر الميت. ويوضح (شكل ٨) نموذجاً مثالياً لشكل التقاء هوامش الدلتا بمياه البحر الميت حيث أمكن تمييز اربع مصاطب تبدأ من عام ١٩٥٠ وتنتهي عند المستوى الحالي[٢٣]. ومن خلال تتبع رؤوس الجروف امكن تحديد سطح الانحدار الاصلي قبل هبوط مستوى الماء، كما تم قياس المسافات الافقية بين خطوط السواحل القديمة التي يمثلها حضيض كل جرف وخط الساحل الحالي وكذلك قياس المسافات الرأسية.

وبناء على ذلك فإن:

$$\text{مقدار المسافة المكتسبة على حساب البحر (ف)} = \frac{\text{مقدار هبوط سطح البحر (ع)}}{\text{ظا زاوية انحدار السطح الاصلي (}\alpha\text{)}}$$

٢١. عابد، البحر الميت، ص ١٩٨.

٢٢. Brawer, Kanal, P. 579.

٢٣. بعد رسم عدد من القطاعات التضاريسية من الميدان وبشكل دقيق تم معرفة فروق الارتفاعات التي تم مضاهاتها بواحدة من النقاط للمعروفة الارتبفاع ومن ثم دونت الارتفاعات الحقيقة على القطاع. وأصبح من السهل تحديدها زمنياً، بالرجوع الى جداول، مستوى سطح البحر الميت.

أي أن: ف= ع / ظا α.

وبمعلومية المسافة الافقية يمكن حساب المساحة التي يتوقع ان تكتسبها الدلتاوات عند هبوط سطح البحر (ح) بمعرفة طول محيط الدلتا الذي يتاخم البحر (م)

أي أن: ح= ع / ظا α × م

وبتطبيق هذه العلاقة أمكن حساب معدل توقع اكتساب المساحة على حساب البحر الميت عند هوامش الدلتاوات بعد اخذ متوسط زاوية انحدار هوامش الدلتا والتي بلغت ٢٥° وتدل النتائج التي يوضحها الجدول (٥) على أن مقدار المسافة الافقية المكتسبة يزيد على ضعفي معدل الهبوط، فلو انخفض مستوى البحر الميت بمقدار ١م لكانت المسافة الافقية التي سينحسر عنها البحر هي (٢,٢م) كمتوسط عام.

وتجدر الاشارة إلى أن طريقة التقدير هذه تعتمد على حساب المساحة المكتسبة في حدودها الدنيا وهي ترتبط بسطح الانحدار الاصلي لهوامش الدلتاوات دون الاخذ بعين الاعتبار بؤر والسنة النمو الخاصة بها لارتفاع منسوبها وهنة انحدارها، فعلى سبيل المثال انحسر البحر الميت قرب هذه البؤر لمسافات بعيدة بلغت: ١٢٥، ٥٠، ٤٠، ٣٠م أمام مصبات اودية الموجب، وزرقاء وماعين، عطون، والحرباة على التوالي، علماً بأن الهبوط الرأسي لمستوى البحر الميت خلال هذه الفترة (١٩٥٠-١٩٨٠) قد بلغ نحو تسعة امتار. وهي مسافات كبيرة إذا قورنت بالمسافة التي كان من المفروض ان ينحسر عنها البحر الميت بتطبيق العلاقة السابقة والبالغة ١٩م. لكن مناطق بؤر النمو هذه والتي لا يصدق عليها تطبيق العلاقة السابقة محدودة في طول محيطها. فضلاً عن أن مقدار الهبوط كان من الكبر بحيث أظهر كل هذه البؤر التي تشذ عن باقي هوامش الدلتاوات، ومن المتوقع أن يتناسب معدل اكتساب المساحة وفق العلاقة السابقة الذكر حتى امام مصبات الاودية. كما تجدر الاشارة ايضاً إلى ان مقدار التوسع في مساحات الدلتاوات الناجم عن هبوط مستوى سطح البحر الميت يرتبط بمقدار امتداد الدلتاوات اسفل سطح الماء وهي في غالب الاحيان مسافة محدودة لا تزيد على ٣٠٠ م والتي تتفق مع خط كنتور العمق ٥٠م. ومن غير المتوقع ان يهبط مستوى سطح البحر الميت هذه المسافة الراسية، إذ تشير الدراسات الحديثة إلى أن نسبة التبخر ستتناقص كثيراً لانكماش مساحة البحر الميت واقتصارها على الحوض الشمالي فقط بحيث تصبح متوازنة مع ما يرفده من مياه[٢٤].

٢٤. انظر: ـ عابد، البحر الميت، ص ١١٢. Brawer, Kanal, p. 6.

جدول -٤- مقدار المساحة المكتسبة بتطبيق العلاقة مقارنة بالمساحة الحقيقية من الصور الجوية ثم توقع اكتساب المساحة بعد هبوط البحر الميت

الوادي	طول هامش الدلتا ١٩٥١	المساحة المكتسبة بتطبيق ٥١-٨١م²	المساحة الحقيقية من الصور الجوية م²	بؤر الدلتا م²	طول هامش الدلتا ١٩٨١	توقع اكتساب المساحة بعد هبوط م²
	٩٨٨	١٩٠٦٨	-	-	١٠٥٦	٢٢٦٤
المخبرص	١٨١٨	٣٥٠٨٨	-	-	١٩١٥	١٤٠٦
الدردور	١٤٧٧	٣٨٥١٦	-	-	١٥١١	٣١٦٧
المنشل	١٤٨٨	٢٨٧١٩	-	-	١٥٩٠	٣٤٠٩
خمسة	١٠٥٦	٢٠٣٨١	-	-	١١١٣	٢٣٨٦
حمارة	١٣٦٣٠	-	-	١٤١١	٣٠٢٥	
ثمانية	٤٧٧	٩٢٠٦	-	-	٦٨١	١٤٦٠
زرقاء ماعين	١٢٦١	٢٤٣٣٨	٢٣٤٤٢	١٣٩٧	٢٩٩٥	
أم خشبة	٤٦٥	٨٩٧٤	١٥٢٥٥	٦٢٨١	٦٣٨	١٣٦٨
عطوان	٦٠٢	١١٦١٨	١٤٥٣٠	٢٩١٢	٦٢٤	١٣٣٨
الضبع	٤٥٤	٨٧٦٢	١٨٧٢٤	٩٩٦٢	٦٨١	١٤٦٠
الموجب	٢٢١٥	٤٢٧٥٠	١٠٩٧٦٢	٦٧٠١٢	٢٤٤٣	٥٢٣٢
سبع الودية	٣٦٣	٧٠٠٦	٩١٥٠	٢١٤٤	٤٠٩	٨٧٧
الحرباة	١٨١	٣٤٩٣	٥١٦٥	١٦٧٢	٣١٨	٦٨١
الشقيق	٣٤٠٩	٦٥٧٩٥	-	-	٣٦٣٦	٧٧٩٧
النسور	٥١١	٩٨٦٢	١٦١٤١	٦٢٧٩	٦٠٢	١٢٩٠
ثمانية عشر	٣٤٠	٦٥٦٢	١١٦٢٢	٥٠٦٢	٤٥٤	٩٧٣
الاجاويد	٧٧٢	١٤٩٠٠	١٧٦٨٠	٢٧٨٠	٩٠٩	١٩٤٩
ابو الضرات	١١٣٦	٢١٩٢٥	٣١٥١٦	٩٥٩١	١٢٢٧	٢٦٣١

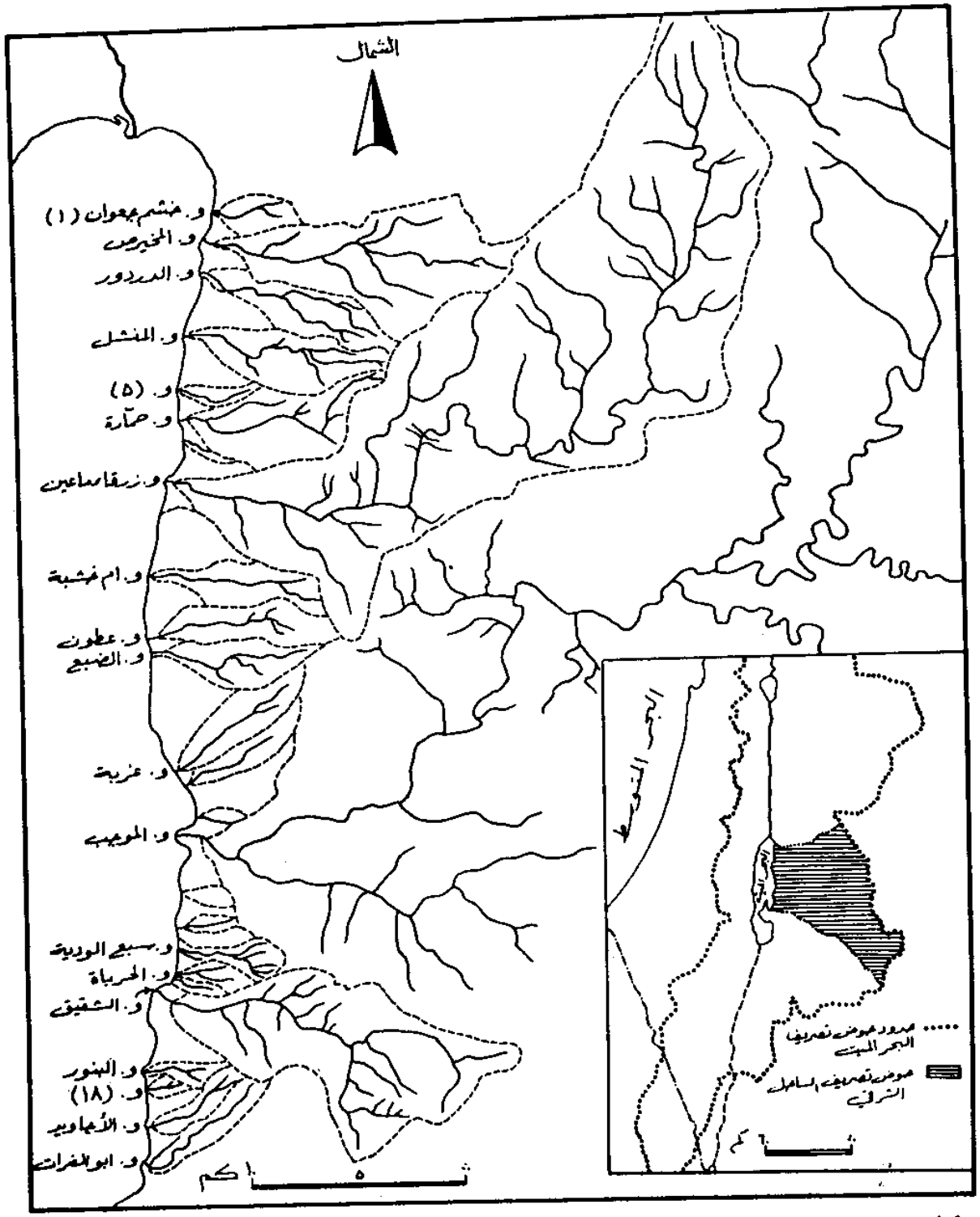
- الجدول من وضع الباحث.
- حسبت المساحة المكتسبة وطول هامش الدلتا للاودية من خشم جعوان وحتى ثمانية على ضوء معلومات الاودية الاخرى.
- يعود خلو بعض الخانات من البيانات إلى عدم توفر صور جوية قديمة لهذه الاودية كما سبق الذكر.

الخلاصة :-

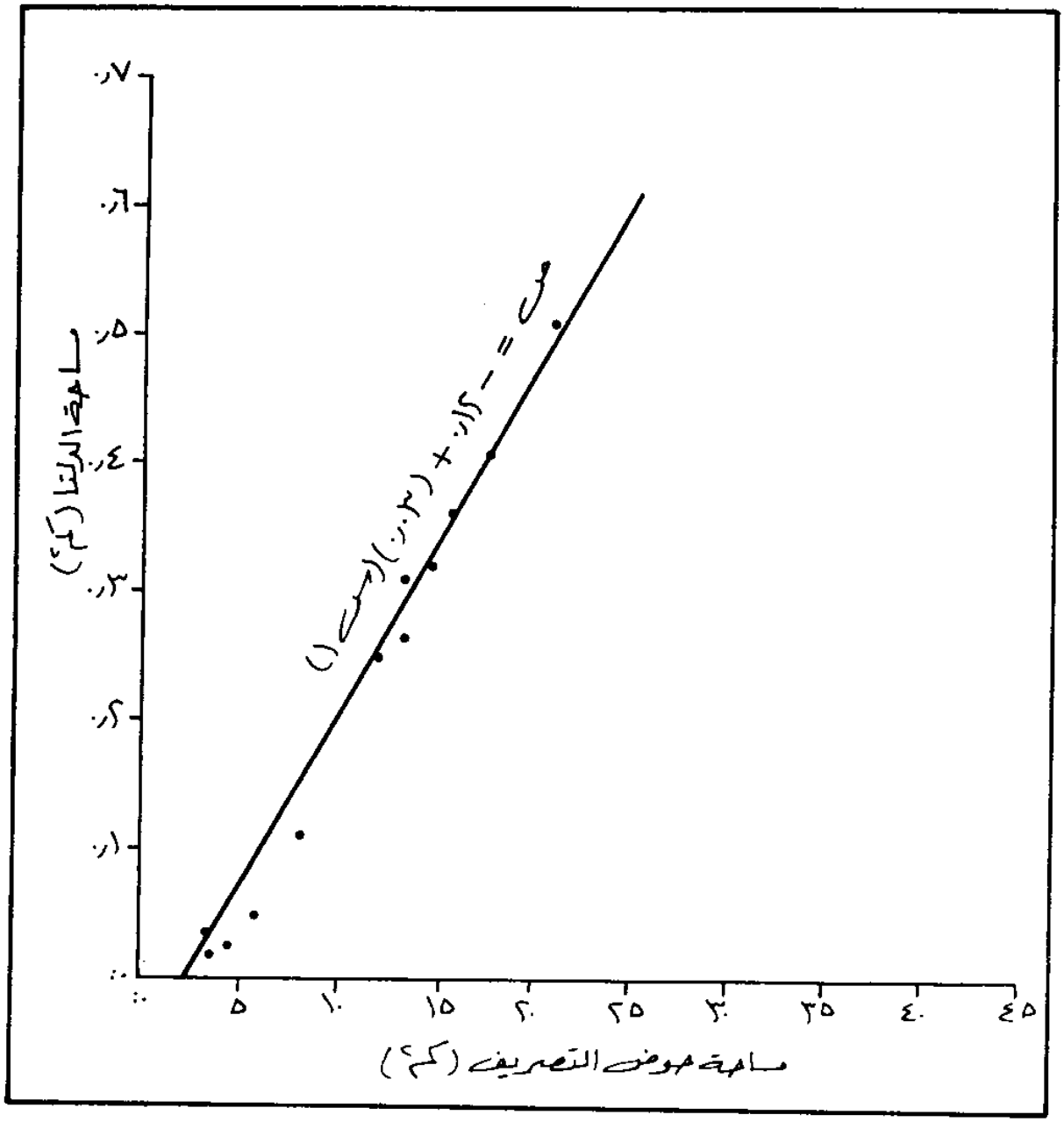
خضعت خصائص دلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت لظروف طبيعية، هي نفس الظروف التي تخضع لها الدلتاوات في المسطحات المائية الاخرى، غير أن حدة تأثير كل

عامل منها يختلف من حيث القوة ودرجة التركيز. فقد أكدت الدراسة على تأثير الخصائص المورفومترية لاحواض التصريف في تفسير التفاوت المساحي للدلتاوات، ويبرز من بين هذه الخصائص: مساحة الحوض، وطول المجرى، ومعامل التضرس ودرجة الانحدار، وذلك في حالة ثبات خصائص بيئة المصب المتمثلة بالعمق، ودرجة انحدار القاع «واستكاتيكية» قاع بيئة الترسيب. كما أظهرت الدراسة تأثير تذبذب متستوى سطح البحر في التوسع المساحي للدلتاوات. وإن كان هذا التوسع يتفاوت من دلتا إلى اخرى فإنما يعود بالدرجة الاولى إلى ديناميكية الفروع من حيث تركزها بمناطق محددة من الدلتا وقت هبوط مستوى سطح البحر سابق، إذ يؤدي وجودها في مناطق متوسطة من الدلتا إلى نشاط هدمها بمعدل اكبر مما لو كانت الفروع على اطرافها، مما ينعكس على عمليات البناء الجديدة التي تلي ارتفاع مستوى سطح البحر. وقد بينت الدراسة امكانية التنبؤ بالمساحة التي يمكن اكتسابها نتيجة لتوالي هبوط مستوى سطح البحر من خلال تقدير درجات انحدار السطوح الاصلية لهوامش الدلتا والتي يمكن تقديرها عن طريق الاستعانة برؤوس الجروف البحرية الحديثة والمصاطب التي تصلها.

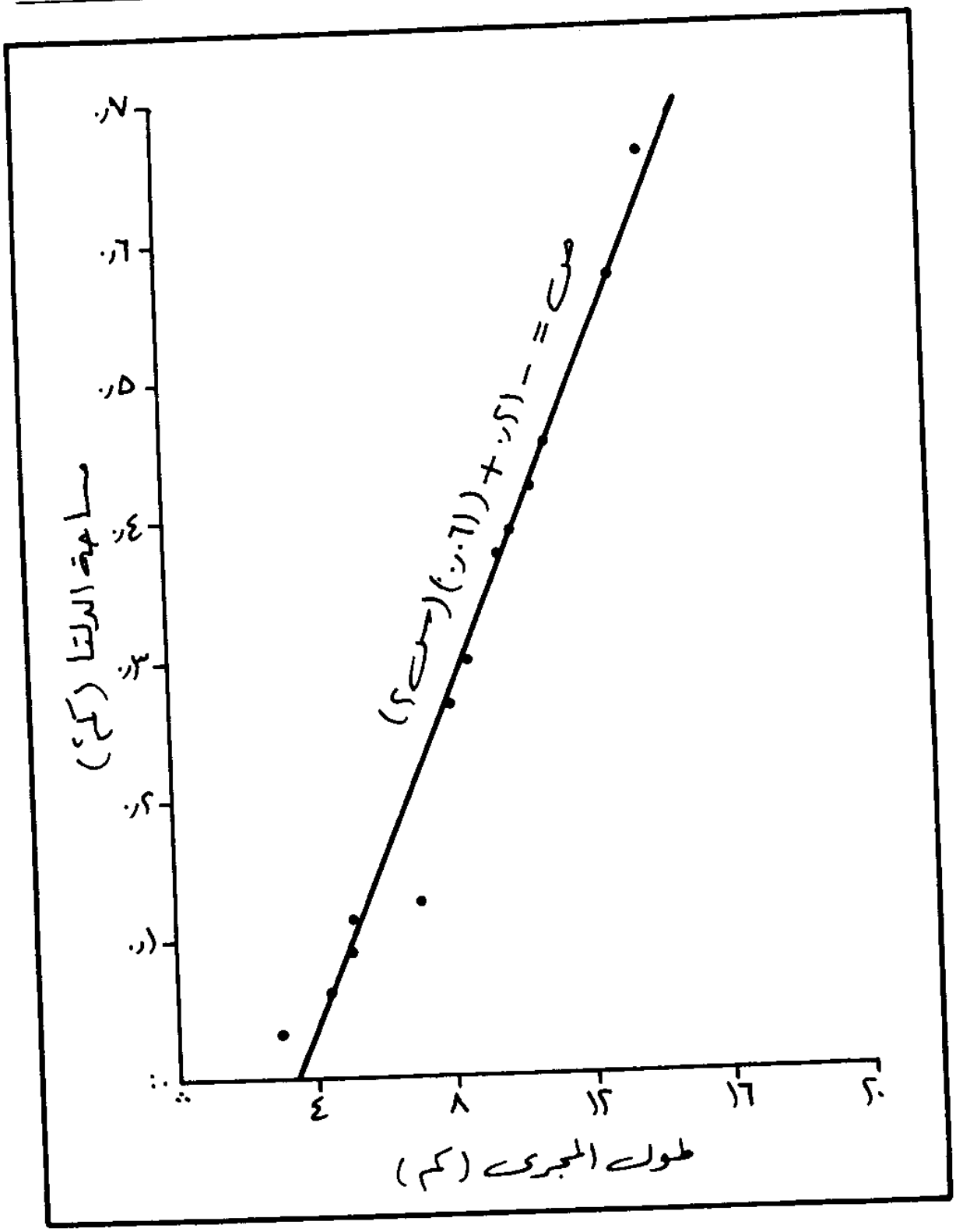
وتجدر الاشارة إلى أن عملية التطور السياحي لدلتاوات الساحل الشرقي للبحر الميت تصحبها عمليات هدم مستمرة تعمل على تناقض البعد الرأسي للدلتا أي المحتوى الحجمي من الرواسب تبعاً لنشاط تجديد او تصابي الاودية وهي قضية مرتبطة بالتطور المساحي ستعالج في دراسة اخرى.



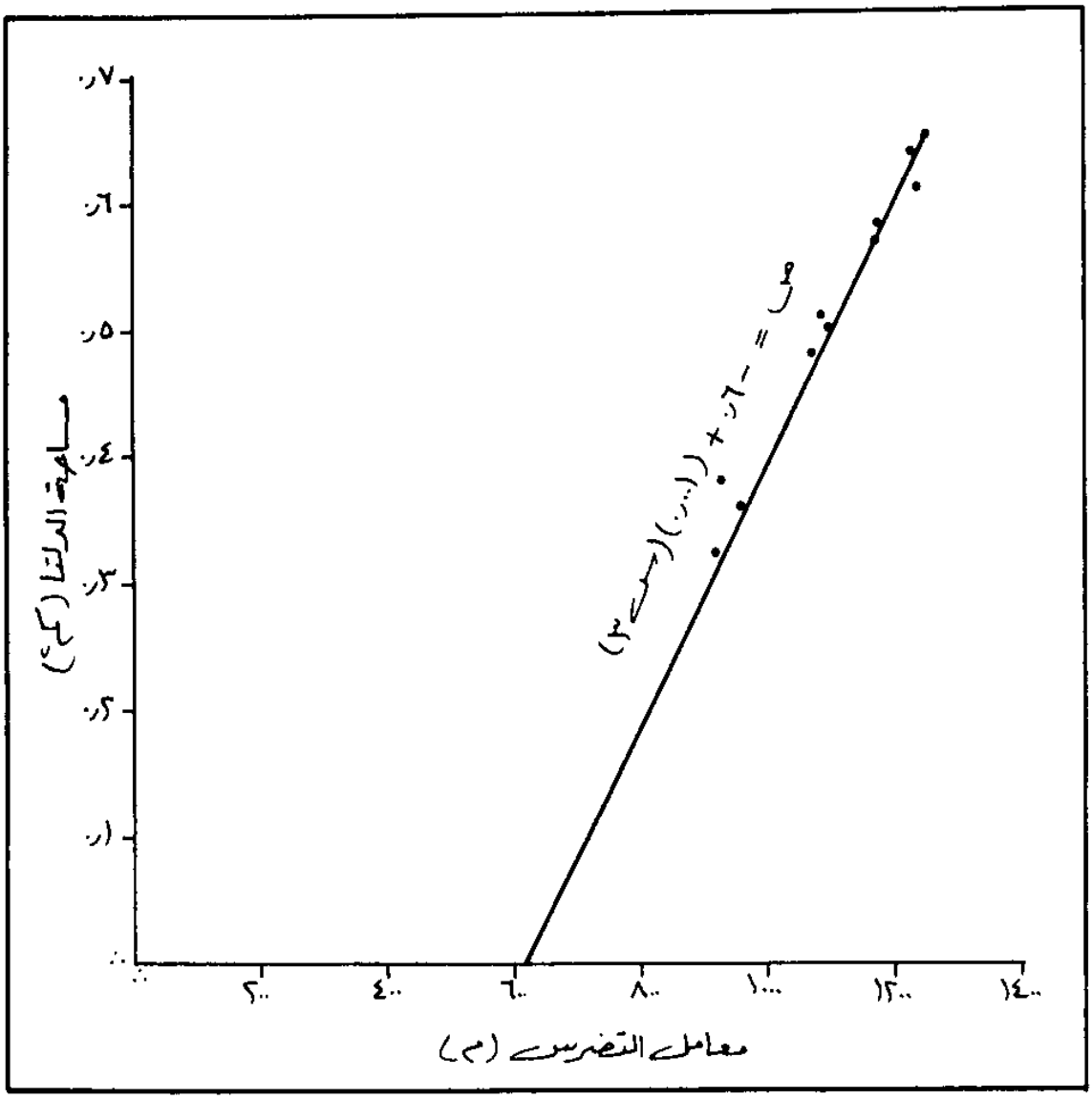
شكل ـ ١ـ احواض تصريف الاودية المدروسة وموقع منطقة الدراسة



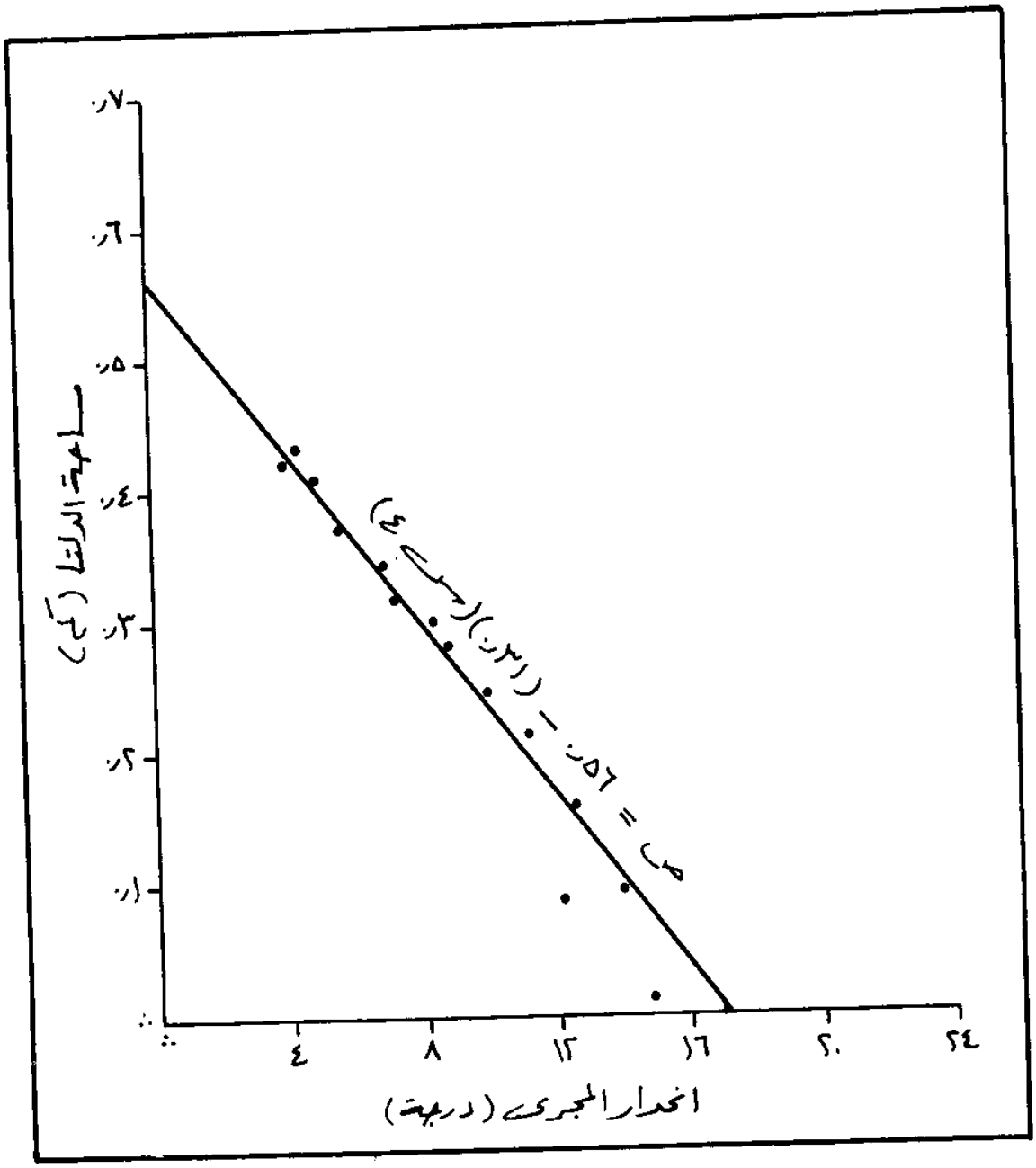
شكل ـ ٢ ـ العلاقة بين مساحة الدلتا ومساحة حوض التصريف



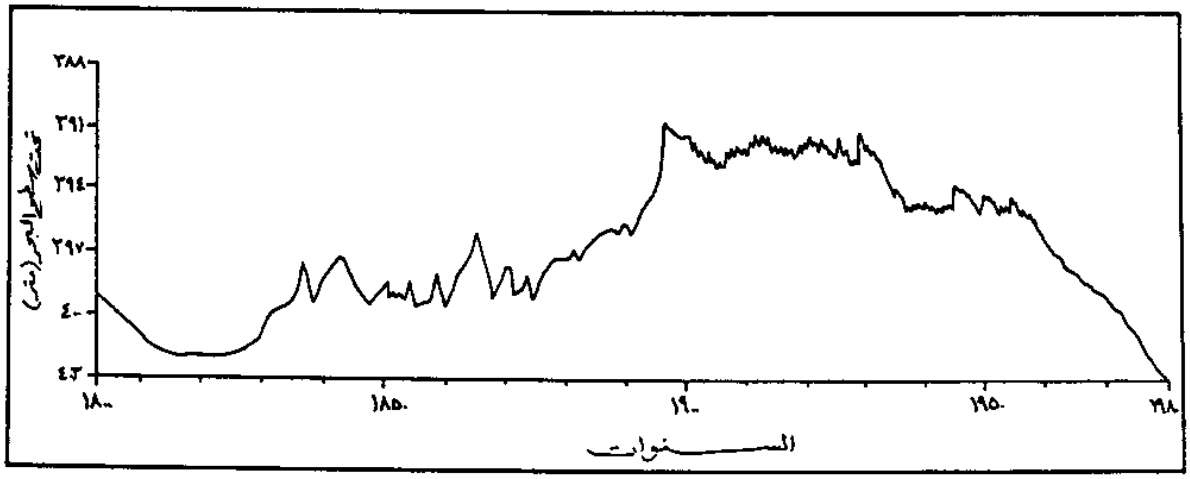
شكل-٣- العلاقة بين مساحة الدلتا وطول المجرى



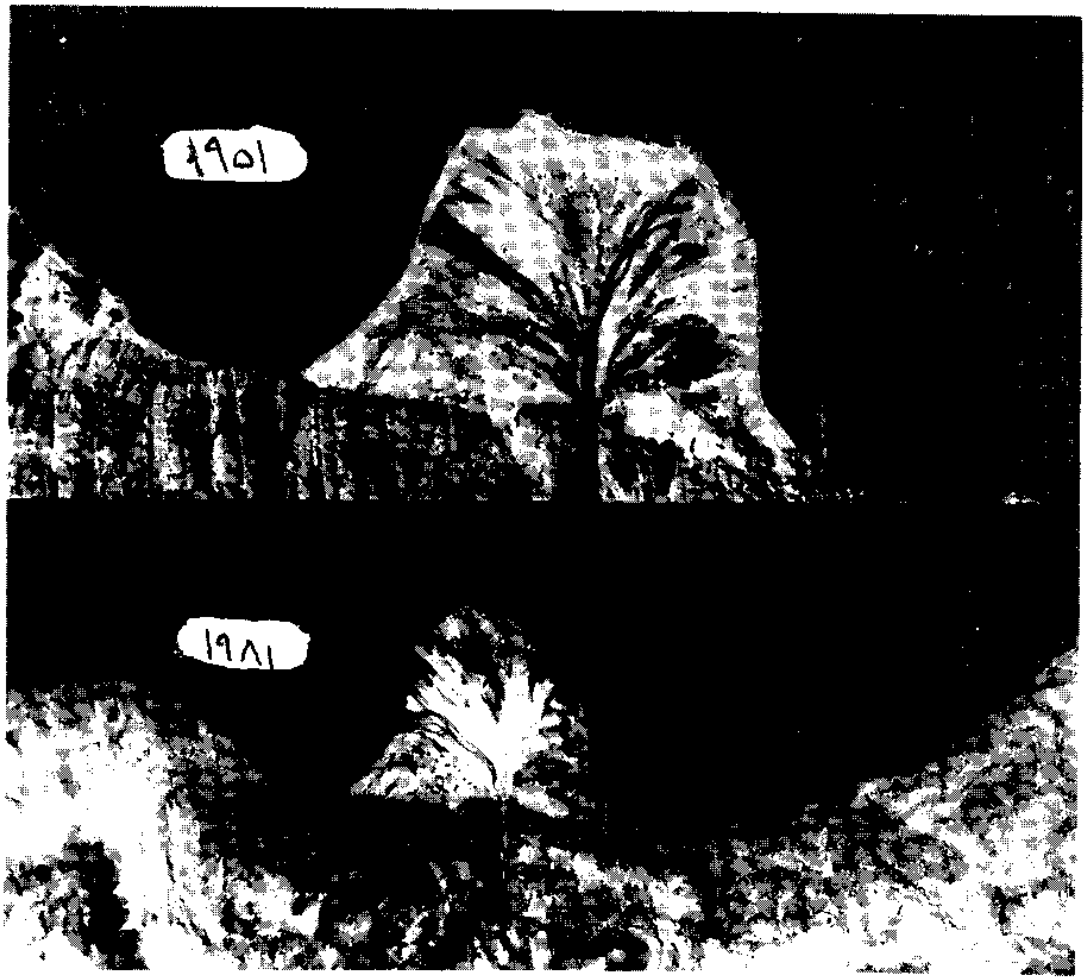
شكل ـ ٤ ـ العلاقة بين مساحة الدلتا ومعامل التضرس



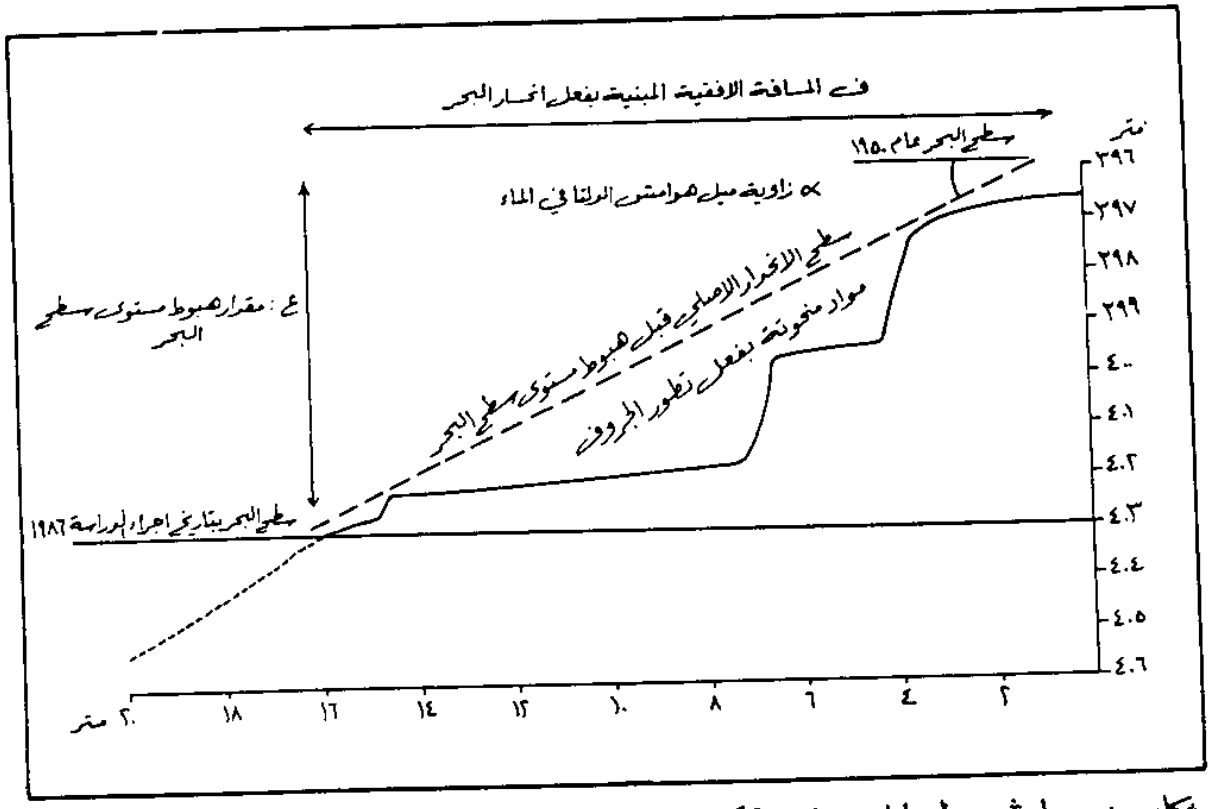
شكل -٥- العلاقة بين درجة انحدار المجرى ومساحة الدلتا



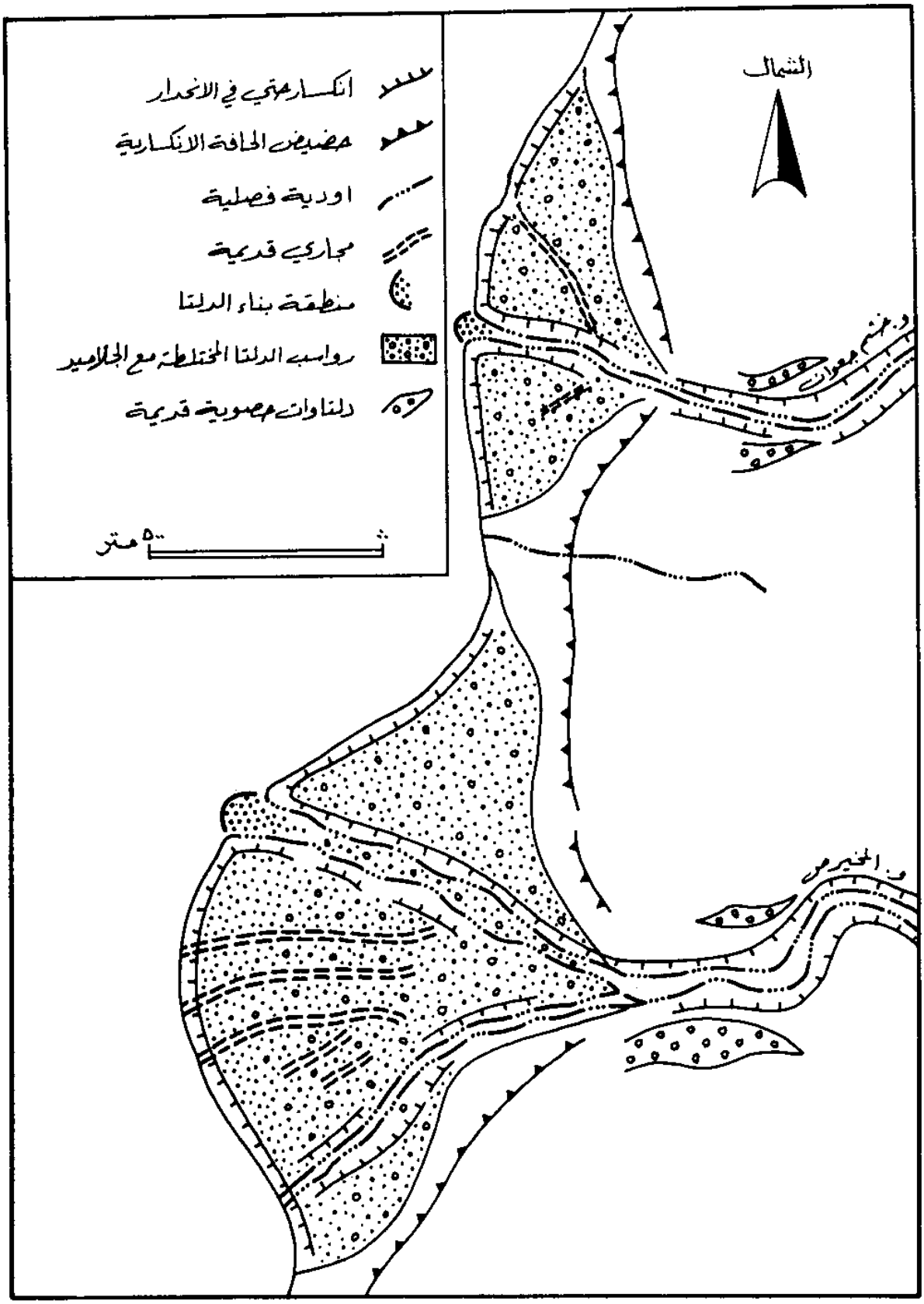
شكل ـ ٦ ـ تذبذب مستوى سطح البحر الميت (١٨٠٠ ـ ١٩٨٠)
(عن كلاين وبافي وبراور ، بتصرف)



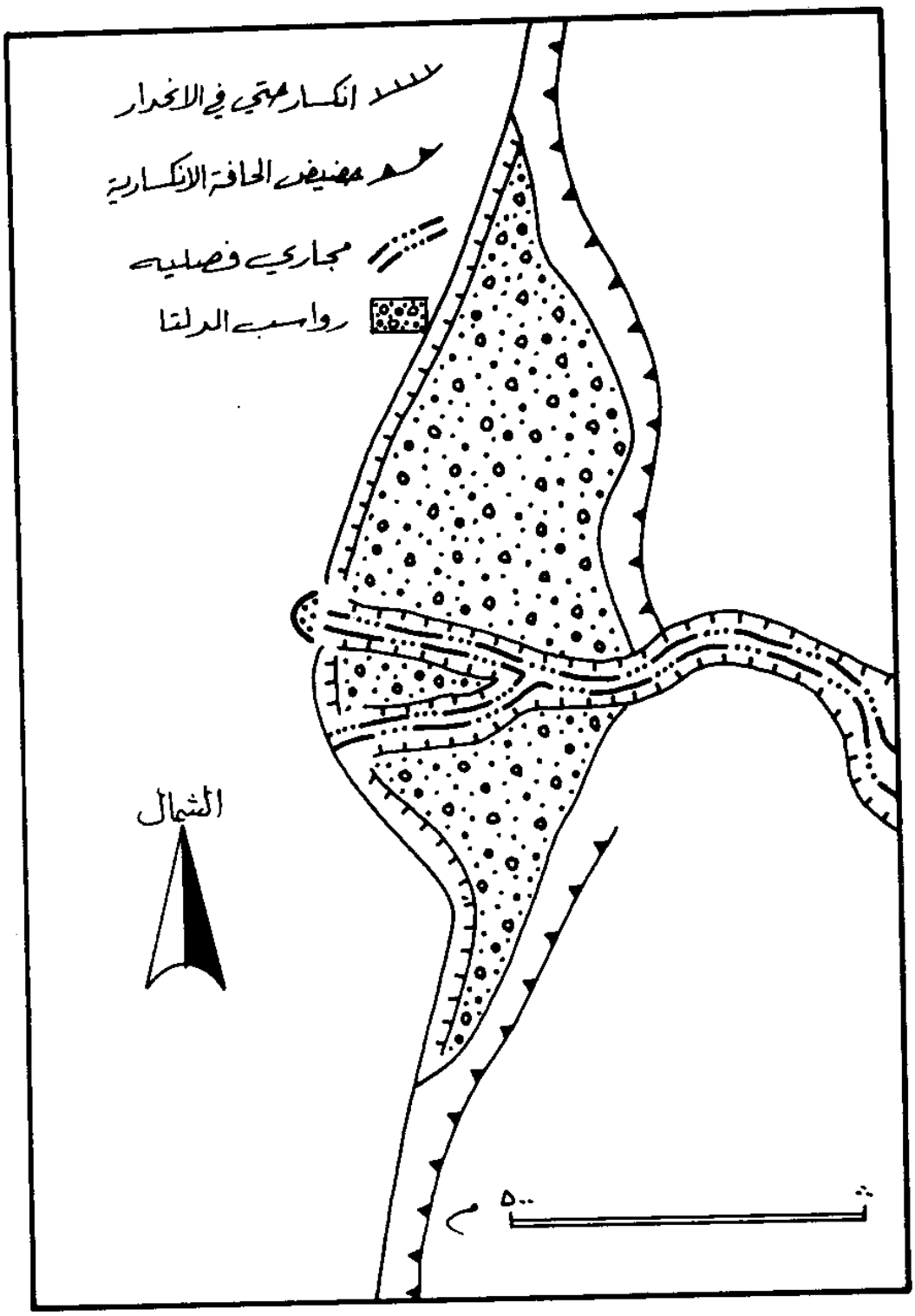
شكل ـ ٧ ـ تطور دلتا وادي الموجب المساحي (١٩٥١ـ١٩٨١) لاحظ حدود الدلتا تحت المائية عام (١٩٥١)



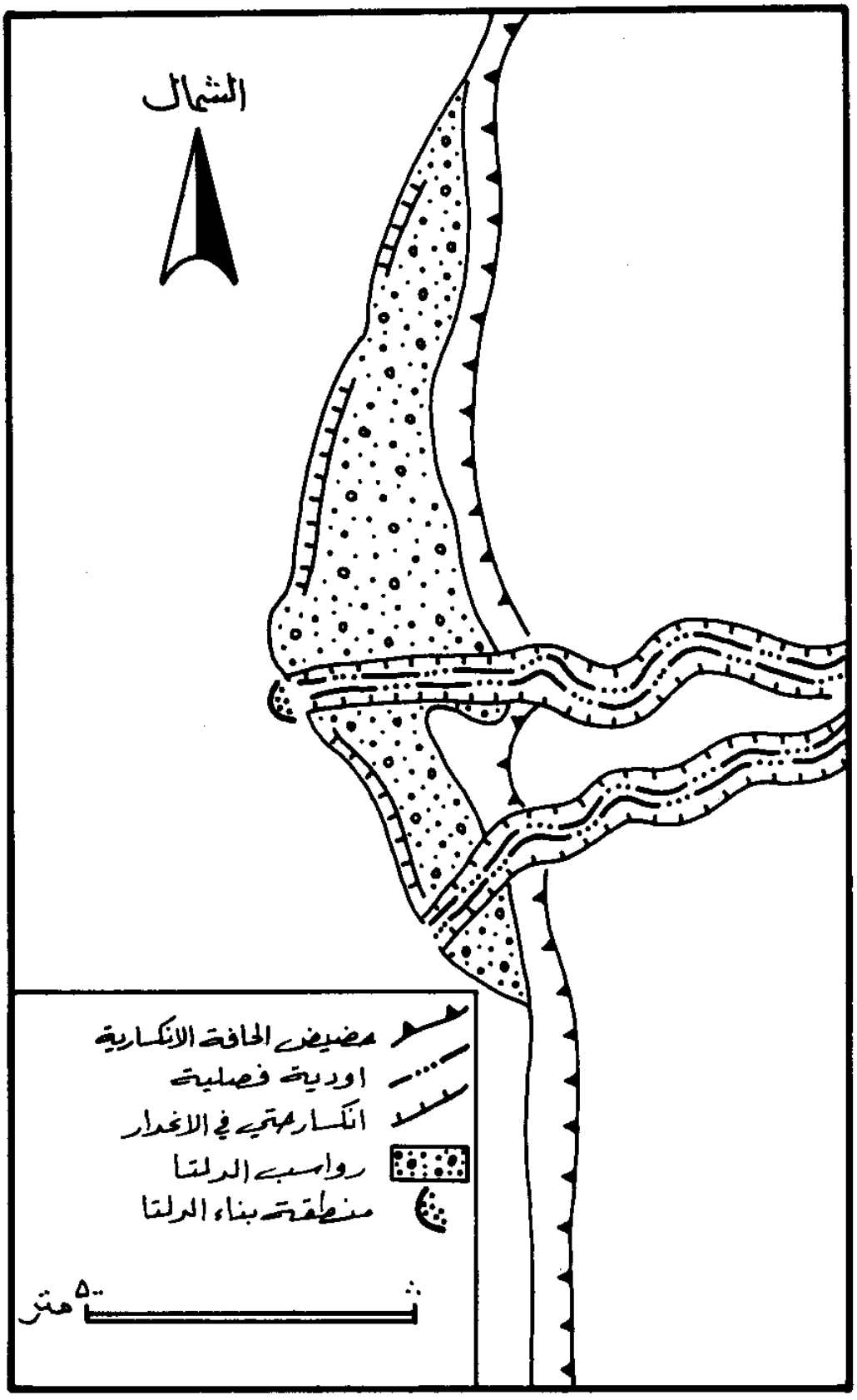
شكل ـ ٨ ـ هامش دلتا ام خشبة كنموذج للعلاقة بين الدلتا ومراحل هبوط مستوى سطح البحر الميت



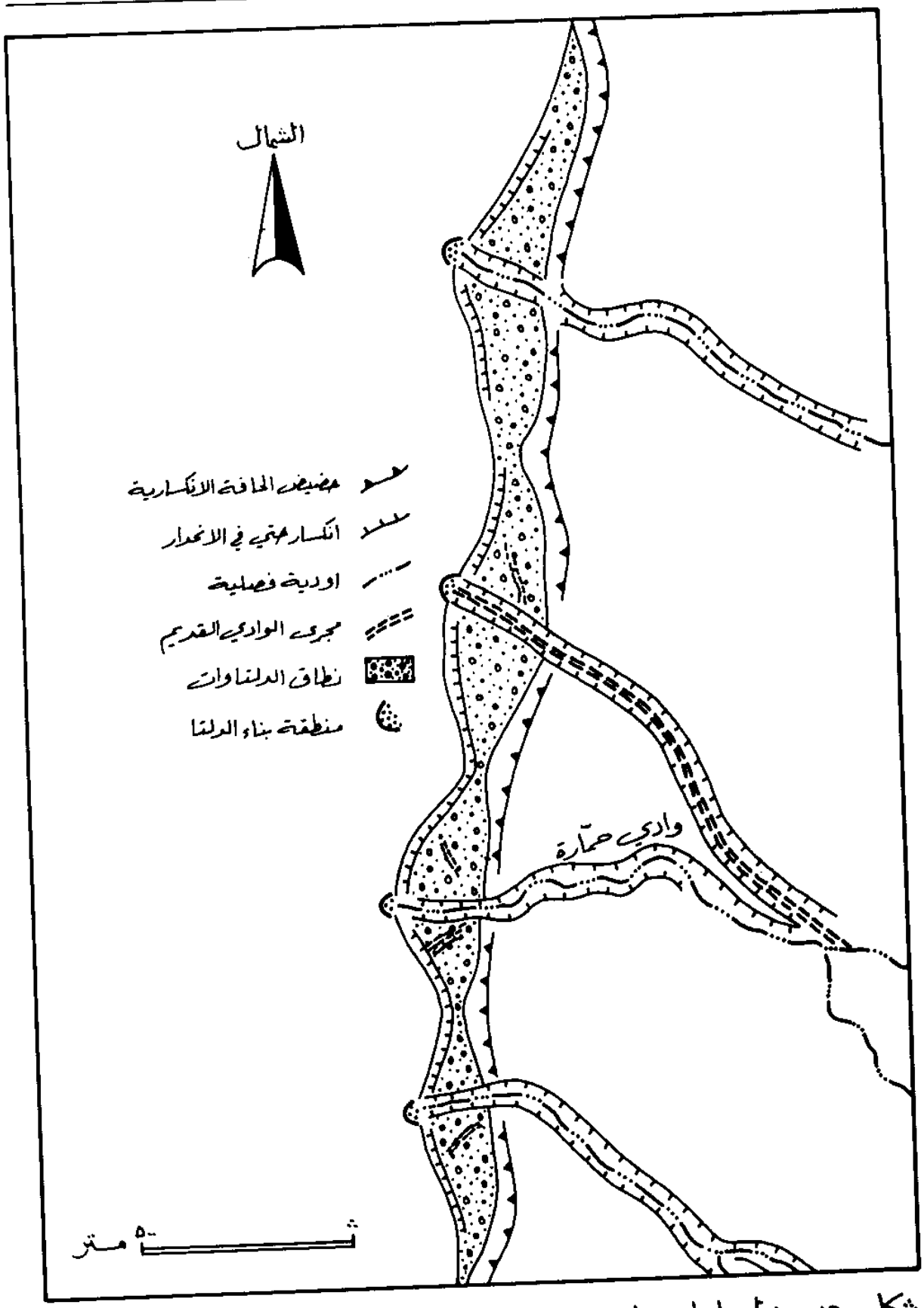
شكل ـ ٩ـ دلتا وادي خشم جعوان ودلتا وادي المخيرص



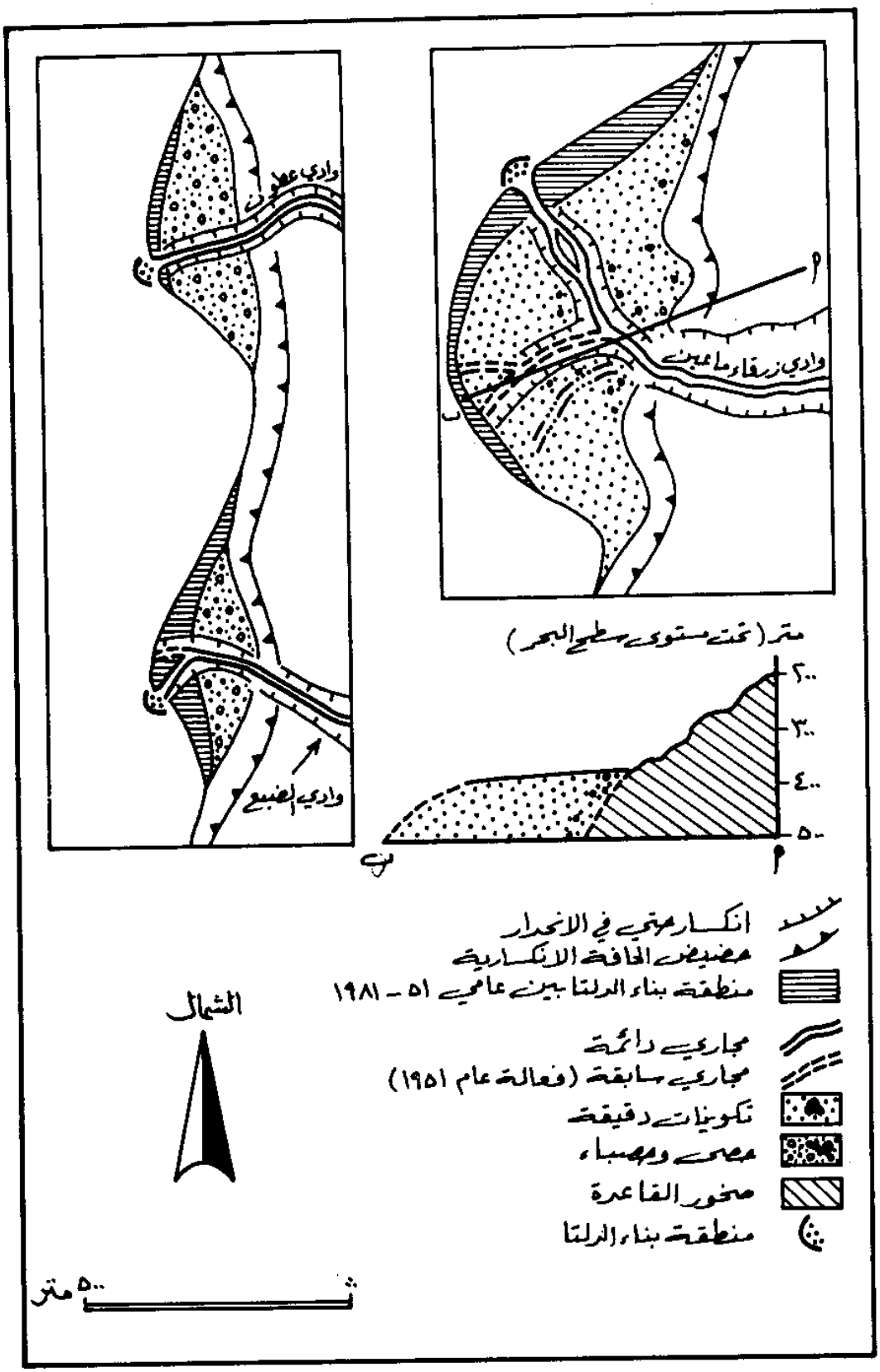
شكل - ١٠ - دلتا وادي الـــدردور



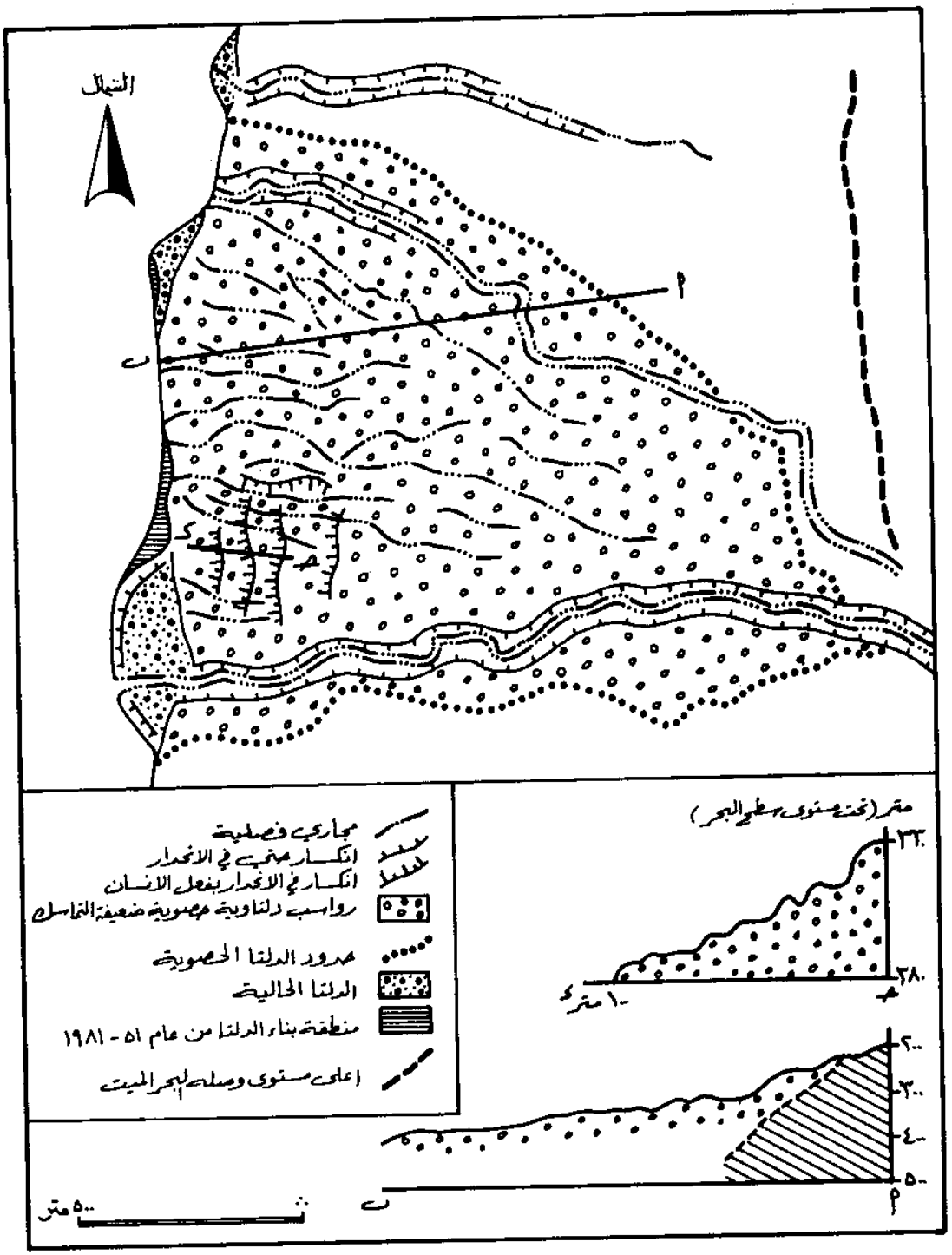
شكل ـ ١١ـ دلتا وادي المنشل



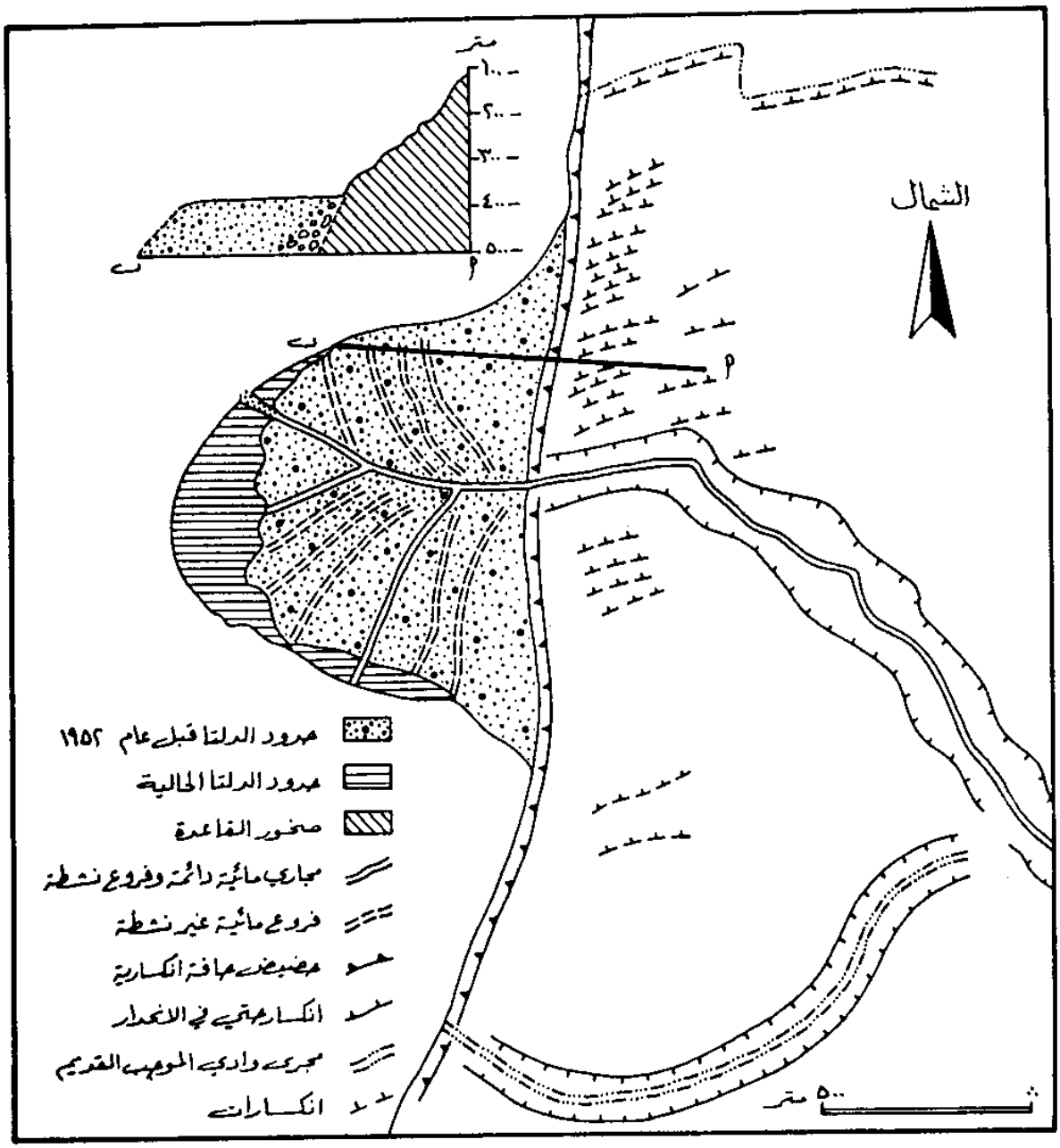
شكل-١٢- دلتاوات اودية حمّارة و ٥ ، ٨



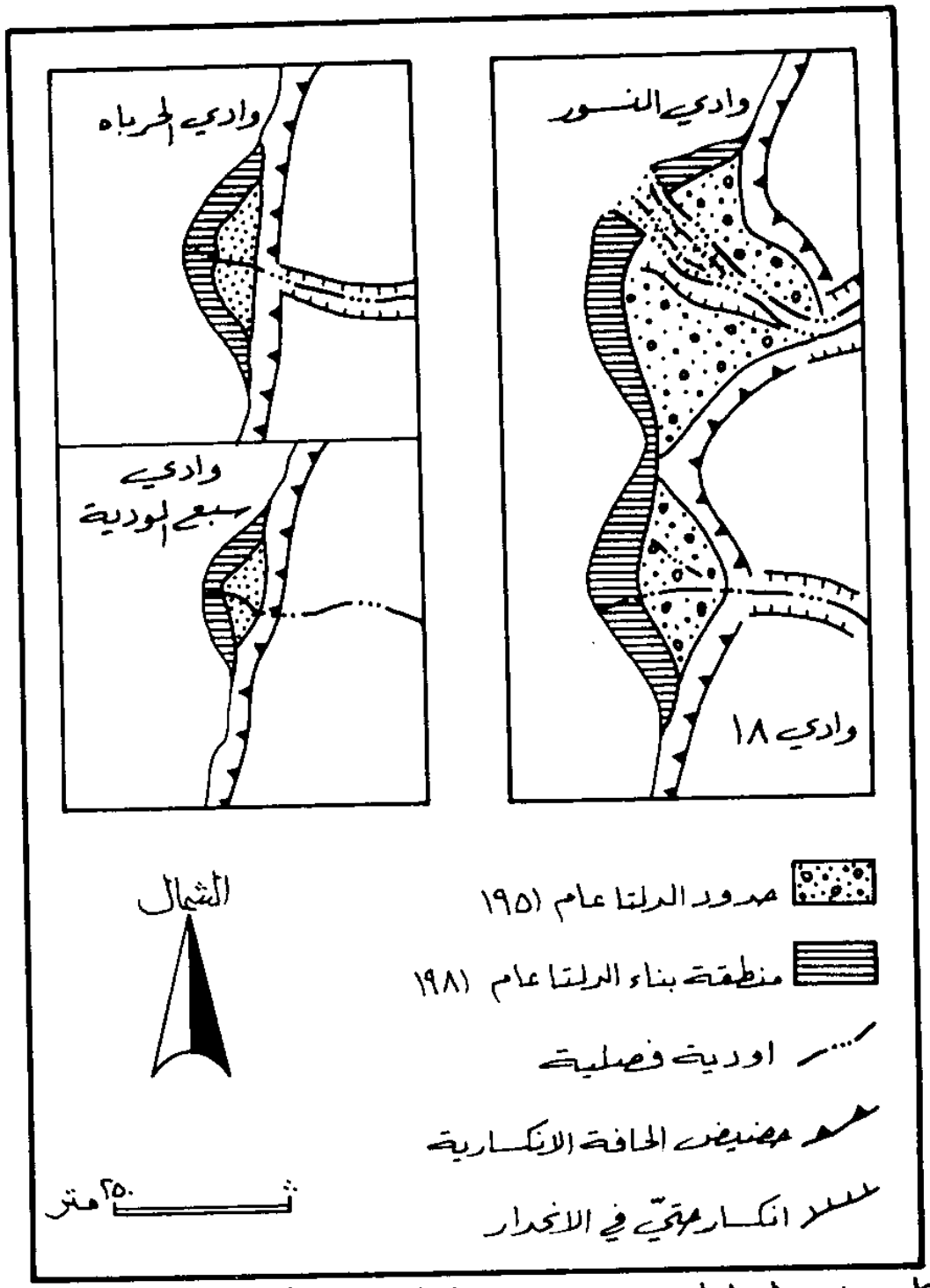
شكل ـ ١٣ ـ دلتاوات اودية زرقاء ماعين وعطون والضبـــــع



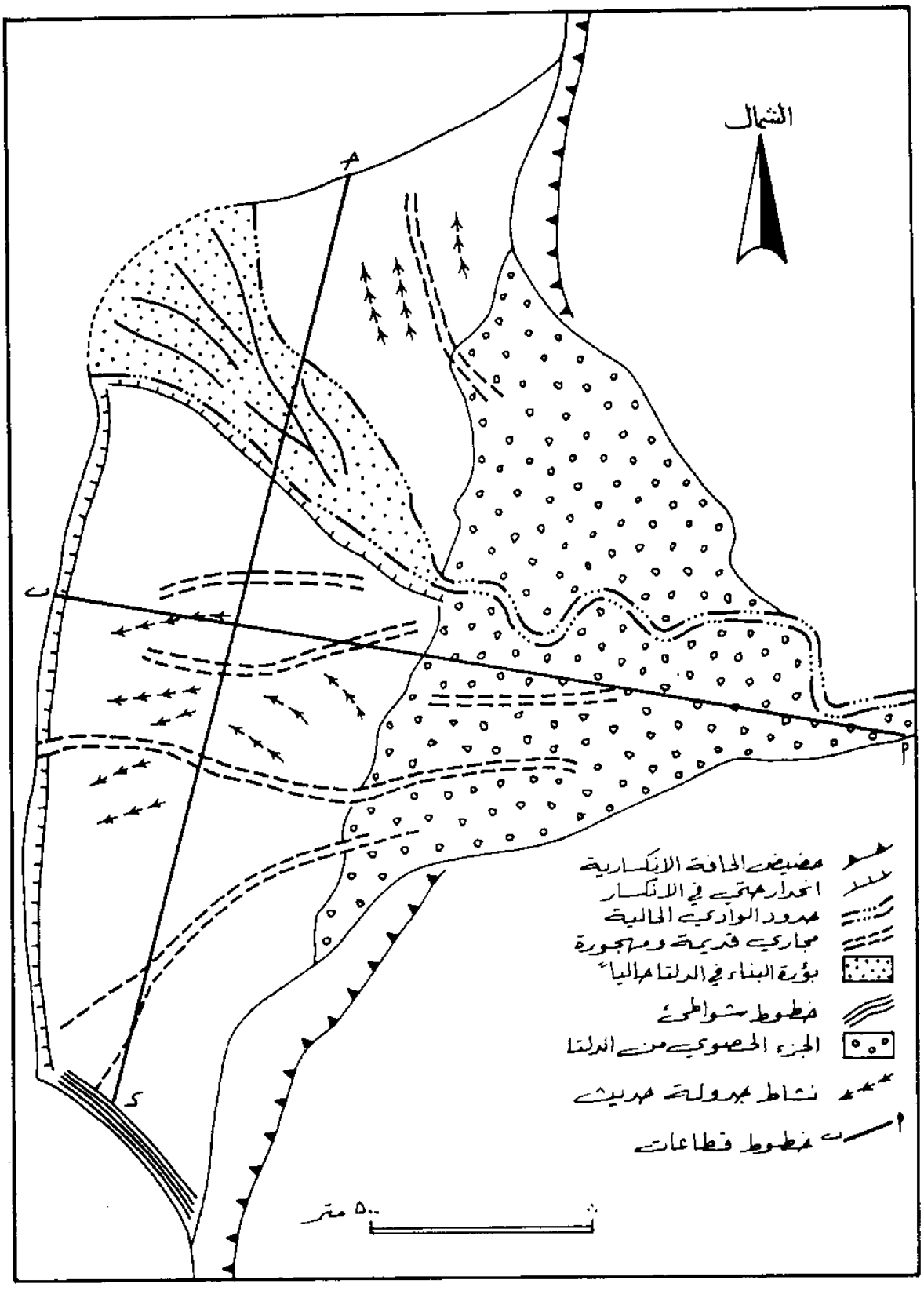
شكل - ١٤ - دلتا وادي ام خشبة الحصوية القديمة الى جانب الدلتا الحالية



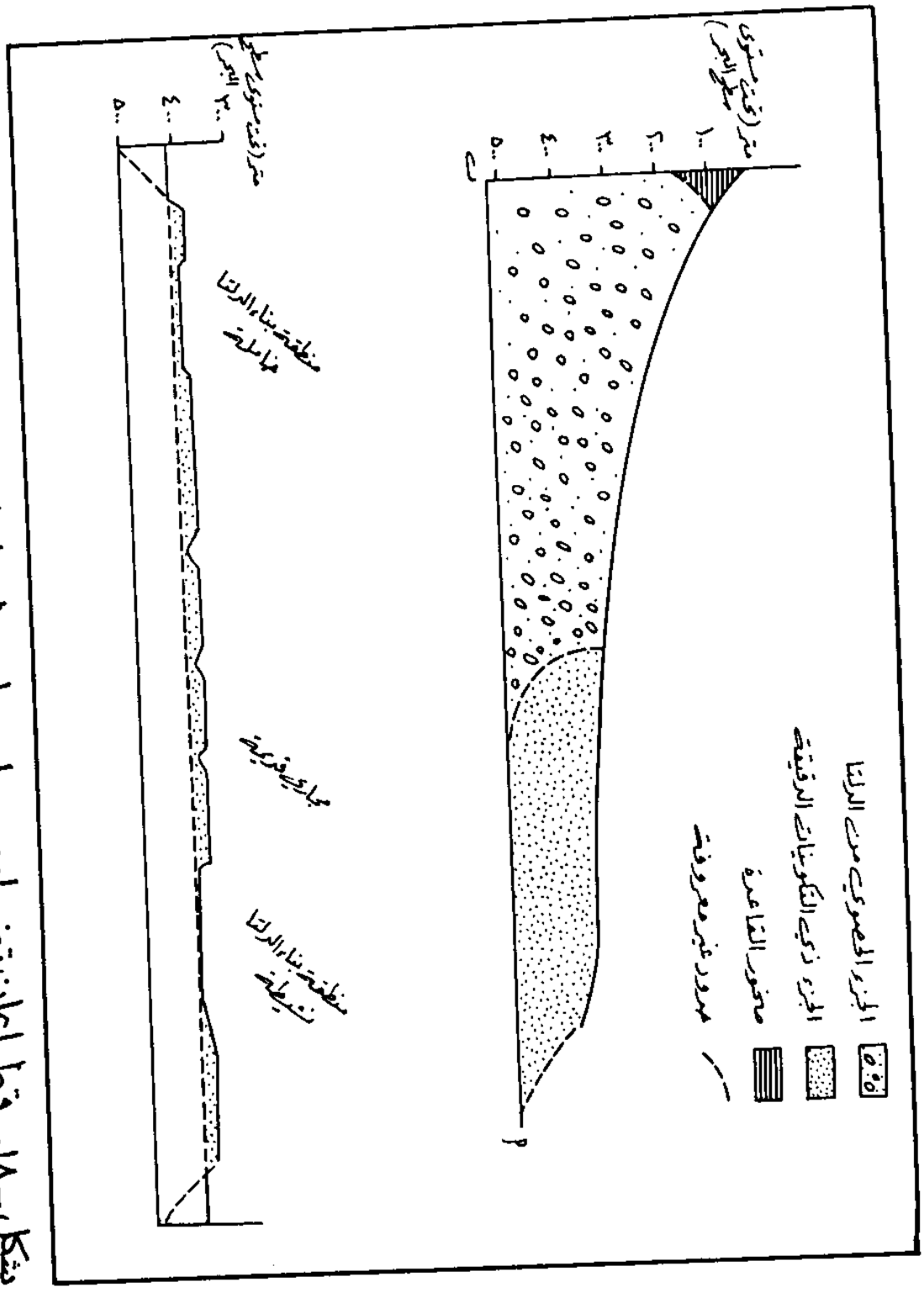
شكل ـ ١٥ ـ دلتا وادي الموجب



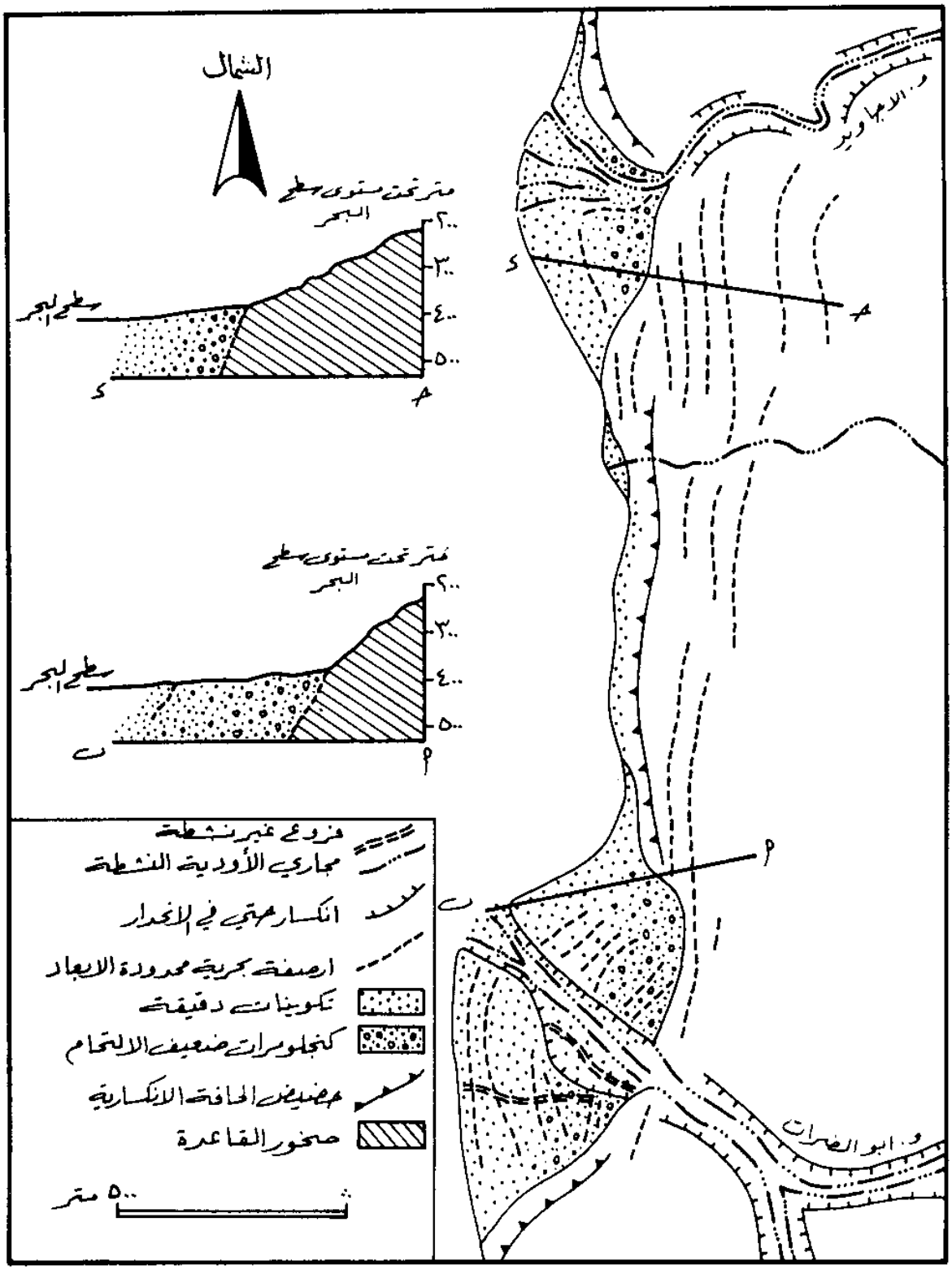
شكل - ١٦ - دلتاوات اودية سبع الودية، الحرباة، النمور و ١٨



شكل ـ١٧ـ دلتا وادي الشقيق



شكل - ١٨ - قطاعان تضاريسيان على دلتا وادي الشقيق



شكل - ١٩ - دلتا وادي الاجاويد ودلتا وادي ابو الضرات