

العلاقة بين تذبذب بعض الثلجات الألبية فى إيطاليا والنرويج وتطور ساحل دلتا النيل خلال القرن العشرين

أ.د. محمد مجدى تراب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب، جامعة دمنهور،

ورئيس الجمعية المصرية للتغيرات البيئية

e-mail: magdytorab@hotmail.com

RELATIONSHIP BETWEEN FLUCTUATION OF SOME ITALIAN AND NORWEGIAN ALPINE GLACIERS AND EVOLUTION OF THE NILE DELTA COAST DURING THE 20TH CENTURY

Dr. Magdy Torab*

* Department of Geography, Faculty of Arts,
Damanhour University, Egypt.
e-mail: magdytorab@hotmail.com

العلاقة بين تذبذب بعض الثلجات الألبية في إيطاليا والنرويج وتطور ساحل دلتا النيل خلال القرن العشرين

أ.د. محمد مجدى تراب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب، جامعة دمنهور،
ورئيس الجمعية المصرية للتغيرات البيئية
e-mail: magdytorab@hotmail.com

KeyWords: Alpine glaciers, Norwegian glaciers, Italian glaciers, Sea level rise, Climate changes, Global warming, Nile delta coast, Aswan High Dam.

Abstract:

More than 300 million people inhabit on world deltas, 10% of them live in the Nile Delta, but sea-level rise (SLR) estimates range from 0.5 to 1 meter by the end of 21st century, due to global warming, for that reason glaciers and ice sheets retreat and caused of rising the global sea level, in addition to some other local factors.

This paper aims to define the relationship between Nile delta coastal erosion and Some Alpine glaciers. Comparing Multi dates remote sensing images and topographic maps for the Nile delta coastline as well as field measurements. In other hand recent evolution of some hundreds of Italian and Norwegian Alpine glaciers has been analyzed of available fluctuation data collected on glaciers from 1908 to 2002. As well as field observation of Jostedal glacier in Norway as a case study.

الكلمات المفتاحية : ثلجات ألبية ، ثلجات نرويجية، ثلجات إيطالية، ارتفاع مستوى سطح البحر، تغيرات مناخية، الدفاء العالمى، ساحل دلتا النيل، السد العالى.

ملخص البحث :

يعيش فى دالات أنهار كوكبنا الأرضي أكثر من ٣٠٠ مليون نسمة ، ١٠٪ منهم يعيشون على أرض دلتا النيل ، ولكن تشير التوقعات إلى أن مستوى سطح البحر سيرتفع فيما بين نصف متر و متر كامل حتى نهاية القرن الحادى والعشرين ، وحدثت التغيرات المناخية نتيجة زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى للأرض ، ولهذا السبب بدأت الغطاءات والأودية الجليدية فى الإنصهار، مسببة إرتفاعا فى مستوى سطح البحر العالمى، إضافة إلى عدة عوامل محلية تسهم فى تفاقم مشكلة غرق ساحل دلتا النيل.

يهدف هذا البحث لدراسة العلاقة بين معدلات تذبذب الأودية الجليدية الألبية وبين معدلات تراجع ساحل الدلتا، بالإعتماد على مقارنة وتحليل مجموعة من الخرائط الطبوغرافية والمرئيات الفضائية المتعددة التواريخ، إضافة إلى المسح الميدانى لسواحل الدلتا، بهدف رصد تغيرات شكل خط الساحل منذ بداية القرن العشرين وحتى الآن.

ومن ناحية أخرى تم رصد التغيرات المورفولوجية التى ظهرت فى أكثر من ٢٠٠ وادي جليدي فى إيطاليا والنرويج فيما بين عامي ١٩٠٨ و ٢٠٠٢، بالإعتماد على الدراسات السابقة التى تناولت هذا الموضوع ، بالإضافة إلى الدراسة الميدانية التى قام بها الباحث عامي ٢٠٠٧ و ٢٠١٢ على أحد السنة ثلجة «جوستندالسبيرين Jostedalsbreen» بالنرويج التى تعد أكبر ثلجات قارة أوروبا.

* نموذج يعتمد على تحليل بيانات الأرصاد الجوية لحوض البحر المتوسط منذ عام ١٩٦٠ (Sea Atmosphere Mediterranean Model)

أ. مقدمة :

تعرضت معظم أجزاء سواحل دلتا النيل للنحر البحري مع بداية القرن العشرين ، وخاصة عند البروزات الساحلية للدلتا (مصب رشيد، مصب دمياط، ومدخل بحيرة البرلس) التي تعرضت للنحت البحري، ونقل رواسبها وإعادة ترسيبها عند مواضع أخرى من الشاطئ ، وتعدد أسباب تراجع سواحل الدلتا وأهمها مايلي:

I. التغيرات المناخية وظاهرة الاحتباس الحراري نتيجة تركيز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي التي حدثت مناخ كوكبنا الأرضي، حيث يتوقع الباحث "سوموت Somot" أن ترتفع درجة حرارة الغلاف الجوي بنطاق البحر المتوسط بنحو ٦ درجات في نهاية القرن الحادي والعشرين بناء على تطبيق نموذج Somot. et al. 2008 (SAMM)، وساهمت ظاهرة الاحتباس الحراري في إرتفاع مستوى سطح البحار العالمية وتهديد سواحل الدلتا بالفرق ، وتشير نتائج الدراسات إلى أن مستوى سطح البحر قد ارتفع خلال القرن العشرين بنحو ١٠ سم على أقل تقدير ، كما توقعت بتسارع وتيرة الارتفاع خلال القرن الحادي والعشرين نتيجة الأنشطة البشرية وزيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي (Nicholls, 2003) ، كما قدم الفريق الدولي للتغيرات المناخية Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC) عدة احتمالات لإرتفاع مستوى سطح البحر العالمي بما يتراوح بين ١٨،٠ و ٥٩،٠ سنتيمترا (IPCC, 2007) ، كما قدمت عدة احتمالات أخرى أكثر تشاؤماً لهذه الظاهرة ومن بينها دراسة (Shennan & Woodworth, 1992)، التي قدرت معدل إرتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن الحالي لنحو مليمتر واحد سنوياً بنسبة خطأ لا تتجاوز $\pm 0,15$ ملم سنوياً ، كما يتوقع (Tsimplis. et al., 2008) أن مستوى سطح البحر المتوسط سيرتفع خلال القرن الحالي بمعدل يتراوح بين ١،١-١،٨ مليمتر سنوياً بنسبة خطأ $\pm 0,2$ ملم سنوياً.

II. حدوث حركة هبوط أرضي غير متوازنة Tilting للهوامش الشمالية للدلتا يبلغ ذروته عند بحيرة المنزلة الذي قدر (Stanley, 1988) عمرها بحوالي ٧٥٠٠ سنة مضت بمعدل هبوط قدره ٥,٠ سنتيمتر سنوياً عند السواحل الشمالية الشرقية للدلتا في بحيرة المنزلة ويقبل تدريجياً بالإتجاه غرباً.

III. تأثير التيار البحري الغربي الذي يمر على سواحل جنوب البحر المتوسط ومساهمته في زيادة معدلات تآكل الجوانب الغربية لمصبى فرعى الدلتا بالمقارنة بجوانبها الشرقية، وهو ما تظهره المرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية خلال الفترة من ١٩٢٥-٢٠٠٥.

IV. تشييد السدود والخزانات والقناطر والأهوسة على مجرى النيل في مصر التي بدأت أواخر القرن التاسع عشر، والتحكم الهيدرولوجي في مياه النهر وحجز الرواسب النهريّة التي كانت تعمل على بناء الدلتا وخاصة قناطر إدفينا (١٨٦٨) وخزان أسوان (١٩٠٢) والسد العالى (١٩٦٤-١٩٧٠) الذي ساهم فيما يلي :

- إنخفاض قيمة التصريف المائي لنحو ثلث قيمته بعد إكمال بناء السد العالى نتيجة حجز المياه أمامه في بحيرة ناصر، حيث انخفض التصريف الكلي الوارد لفرع دمياط عند محطة القناطر الخيرية (كنموذج للتغير الذي حدث في قيمة التصريفات المائية) من ١٩,٥ مليار متر ٣ إلى أقل من ٧,٢٤ مليار متر ٣ سنوياً، كما تقلص متوسط التصريف الشهري إلى أقل من ٢٠,٥ مليون متر ٣ يومياً بعد أن كان ٥٤,٢ مليون متر ٣ يومياً قبل بناء السد (تراب ، ١٩٩٥ ص ١٩).

- انخفاض حجم الحمولة العالقة بالمياه عند محطة الجعافرة (٣٠ كم شمال أسوان) من حوالي ١٣٠ مليون طن سنوياً عام ١٩٦٣ إلى أقل من ٢ مليون طن سنوياً فقط بعد عام ١٩٦٧ ، كما قل متوسط تركيز الغرين بالمياه عند قناطر إسنا من ٣٢٥٠ جزء بالمليون إلى أقل من ٧٠ جزء بالمليون بسبب حجز الرواسب وإطوائها على قاع بحيرة ناصر نتيجة بناء السد العالى (تراب ، ١٩٩٥ ص ٢٢)، وكانت هذه الرواسب تشكل المصدر الرئيس لبناء سواحل الدلتا، ومصبي رشيد ودمياط ، ولكن هذه الرواسب تعرضت للتآكل وتراجع اليابس تدريجياً.

V. تسهم بعض الأنشطة البشرية لسكان شمال الدلتا في سرعة تراجع سواحلها مثل إزالة الكثبان الرملية الساحلية التي تعد خط الدفاع الأول أمام عوامل النحر البحري، لاستخدام رمالها في عمليات البناء ، والسحب غير المرشد للمياه تحت السطحية من الآبار التي يتم حفرها عشوائياً في الدلتا، وغمر الأراضي بالمياه عند زراعة بعض المحاصيل مثل الأرز مما ساهم في تغدقها وتملحها

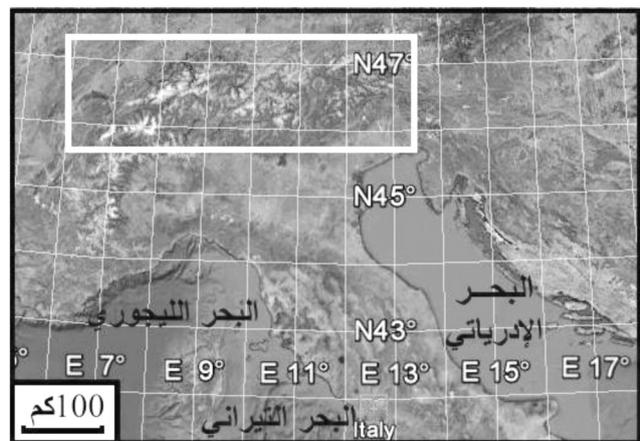
١-١ موقع منطقة الدراسة:

تتحصّر منطقة الدراسة في نطاقين جغرافيين أولهما سواحل دلتا النيل المحصورة فيما بين مصبى رشيد ودمياط بطول إجمالي ١٧٠ كم تقريبا (شكل ١) ، والنطاق الثانى هو عدد ٩٥ ثلاجة ألبية تقع في شمال إيطاليا، و١١٤ ثلاجة تتوزع في النرويج (شكل ٢).

(El-Gunidy, 1989 & GARE, 1992) ، إضافة إلى توغل مياه البحر المالحة تحت أراضي شمال الدلتا ، وارتفاع مستوى الماء الأرضي، وزيادة نسبة ملوحة مياه الري التي بلغت أكثر من ٣٠٠٠ جزءا في المليون (Kotb. et al., 2000) . كما يقوم بعض المزارعين بتضييق بعض أجزاء فرعى الدلتا والترع والقنوات المائية لاكتساب أراض جديدة لإستغلالها في بناء المنازل أو في الأنشطة الزراعية مما يؤدي إلى حدوث خلل في طاقة المجرى المائى وقدرته على حمل الرواسب.



شكل ١: موقع منطقة الدراسة في شمال دلتا النيل



شكل ٢: مواقع الثلجات المختارة في شمال إيطاليا والنرويج

٢-٢ أهداف البحث:

الإيطالية فيما بين عامي ١٩١٤ و ٢٠٠٣ (Citterio et al., 2007)، ومعدلات تراجع ١١٤ ثلاجة مختارة بالنرويج ، إضافة إلى الدراسة الميدانية التي قام بها الباحث للسان "نيجاردسبرن Nigardsbreen" الجليدي التابع لثلاجة "جوستدالسبرين Jostedalsbreen" بالنرويج، خلال شهر يوليو من عامي ٢٠٠٧ و ٢٠١٢، وقياس معدلات تراجع مقدماتها اعتمادا على تحديد مواضع ركاماتها النهائية منذ بداية القرن العشرين وحتى الوقت الحاضر، إضافة إلى تقدير أعمار رواسبها بكاربون ١٤ (After: Laumann.) (and Reeh.1993).

٢. نتائج الدراسة:

٢-١ معدلات تراجع ثلجات الألب الإيطالية:

بدراسة وتحليل معدلات تراجع وانحسار ٩٥ ثلاجة ألبية في شمال إيطاليا خلال الفترة من ١٩١٢ - ١٩٩٣ التي يوضحها (شكل ٢)، نلاحظ حدوث تراجع حاد في أطوال ومساحات معظم الثلجات خلال فترة الدراسة، وبلغ أوجه خلال أربعينيات القرن الماضي . وبمقارنة معدلات التراجع وفقا لأطوال الثلجات، نلاحظ أن الثلجات الطويلة (أطول من ٤ كم) قد تقلصت أطوالها بمعدل يصل لنحو ٢٥ مترا / السنة ، على حين لم يتجاوز معدل تقلص الثلجات التي تتراوح أطوالها بين ٢-٤ كم أكثر من ١٦ مترا/ سنة، وحوالي ١٧ مترا / السنة للثلجات التي تتراوح أطوالها بين ١-٢ كم ، و١٠ كم/ السنة للثلجات التي يقل طولها عن ١ كم. واعتبارا من أواخر أربعينيات القرن (العشرين) بدأت معدلات تقلص الثلجات في الانخفاض تدريجيا إلى أن بلغت حدها الأدنى في السبعينيات بل تقلصت أطوال الثلجات التي تتجاوز أطوالها أكثر من ٤ كم بمعدل حوالي ١٠ أمتار/السنة ، وحوالي ٢,٥ مترا /السنة للثلجات القصيرة فقد تقلصت بمعدل طفيف لايتجاوز مترا واحدا سنويا ، ثم عاودت الثلجات زيادة تقلصها تدريجيا حتى نهاية القرن (العشرين) بمعدلات تتراوح بين ١٠ و١٧ مترا سنويا .

يهدف هذا البحث إلى فهم وإدراك العلاقة بين تذبذب بعض الثلجات الألبية في إيطاليا والنرويج كاستجابة للتغيرات المناخية وارتفاع درجة حرارة الغلاف الجوى ، وتطور ساحل دلتا النيل خلال القرن العشرين، لمعرفة مدى مساهمة هذه التغيرات في تراجع سواحل الدلتا وتمييزها عن دور العوامل المحلية المؤثرة في نحر وتراجع سواحل دلتا النيل خلال القرن العشرين .

٣-١ الدراسات السابقة:

تناول العديد من الباحثين دراسة وحساب معدلات تراجع سواحل دلتا النيل اعتمادا على تحليل وتفسير المرئيات الفضائية والخرائط الطبوغرافية ، إلا أنه لم تدرس من قبل العلاقة بين معدلات تراجع الثلجات الألبية وتآكل سواحل دلتا النيل، وأهم الدراسات السابقة فهي:

(Lewis. 1931). (Lafond. 1939). (El-Ashry and Wantless. 1967). (Zenkovich. 1967) (Mohamed. 1968). (Moussa. 1973). (UNESCO DTR.1973&1976). (Frihy. 1975). (Manohar. 1976). (Misdorp and Sestini. 1976). (El-Fishawi. 1977). (Hamama. 1978). (Rashed. 1978). (Anwar et al..1979). (Abdela. 1987). (Frihy. 1988). and (El-Sayed. 2005). Torab & Azab. (2006) Torab & El Assal (2007).

٤-١ أساليب البحث ووسائله:

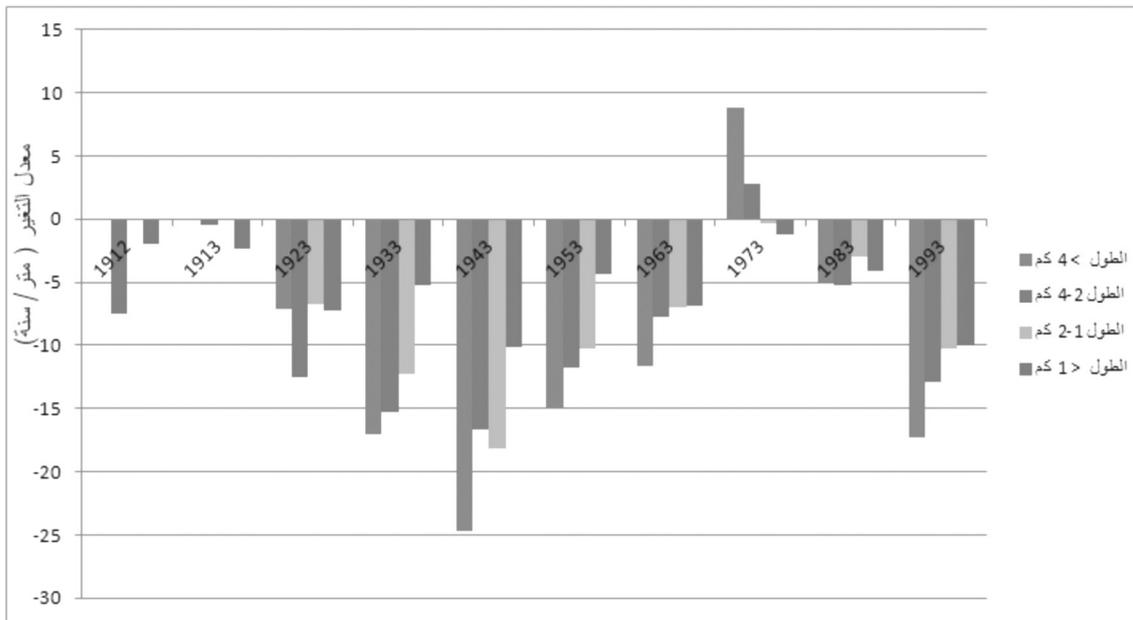
إعتمدت الدراسة على تحليل وتفسير ومقارنة المرئيات الفضائية المتعددة التاريخ ، والخرائط الطبوغرافية القديمة (عام ١٩٢٥ بمقياس ١:٥٠٠٠٠) ، إلى جانب الملاحظة والقياس الميداني باستخدام جهاز GPS لقياس تغيرات خط الساحل عند منطقة مختارة من مصب فرع رشيد فيما بين مارس وأغسطس ٢٠٠٧ . كما اعتمدت الدراسة على تحليل البيانات المنشورة لمعدلات تراجع الثلجات

١ اعتمدت الدراسة على القياس من المرئيات الفضائية الآتية لدلتا النيل:

- Mss (4bands) in date 1975.
- TM (7 bands - Thematic Mapper) in dates (1984.1985. 1987. 1990 and 1993).
- ETM + (9 bands) in dates (1997. 2002. 2003 . 2004.2005).

كما اعتمدت على القياس من المرئيات الفضائية الآتية للسان "نيجاردسبرن Nigardsbreen" :

- LANDSAT 5 - TM -Natural color- Path 201- Row017
- LANDSAT 7 -TM -Natural color- Path 201- Row017

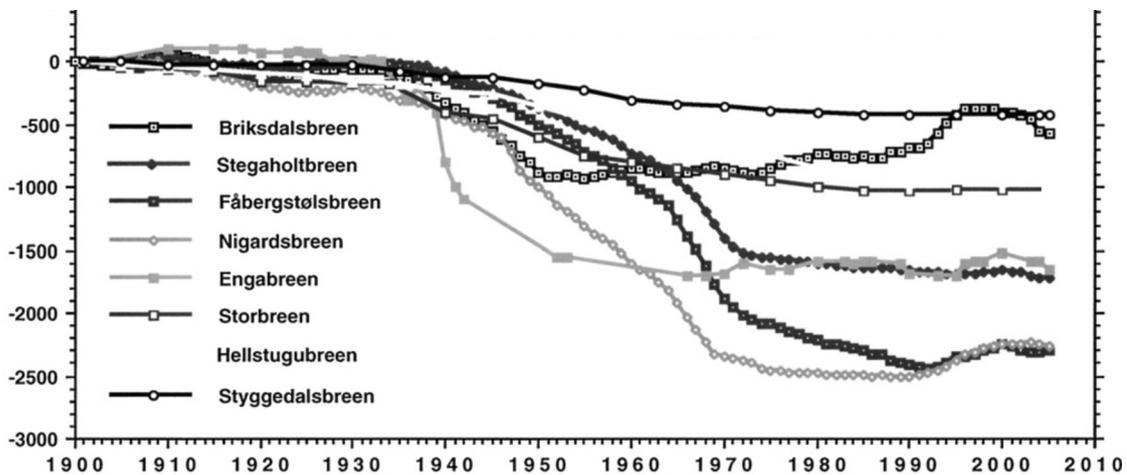


شكل ٢: معدلات تراجع ٩٥ ثلاجة ألبية مختارة في إيطاليا بالمتري/ سنة خلال القرن العشرين

سجلت بعض الثلجات تقدما طفيفا خلال تسعينيات القرن الماضي نتيجة هطول كميات أكبر من الأمطار، فقد سجلت ١١ ثلاجة من ٢٥ ثلاجة كبرى بالنرويج تقدما خلال فصل الشتاء عن معدلاتها المعتادة. ويوضح (شكل ٤) قيم التراجع في أطوال بعض ثلجات النرويج بالأمتار خلال القرن العشرين، ومن دراسته نلاحظ أن جميع الثلجات المدروسة قد بدأت في التراجع الحاد فيما بين عامي ١٩٤٠ و١٩٥٠ إلا أنها عاودت تقدمها المحدود بعد عام ١٩٩٠، وسوف نتناول معدلات تراجع ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» ولسان «نيجاردسبرين Nigardsbreen» الجليدي بالنرويج خلال القرن العشرين كدراسة حالة فيما يلي:

٢-٢ معدلات تراجع ثلجات النرويج:

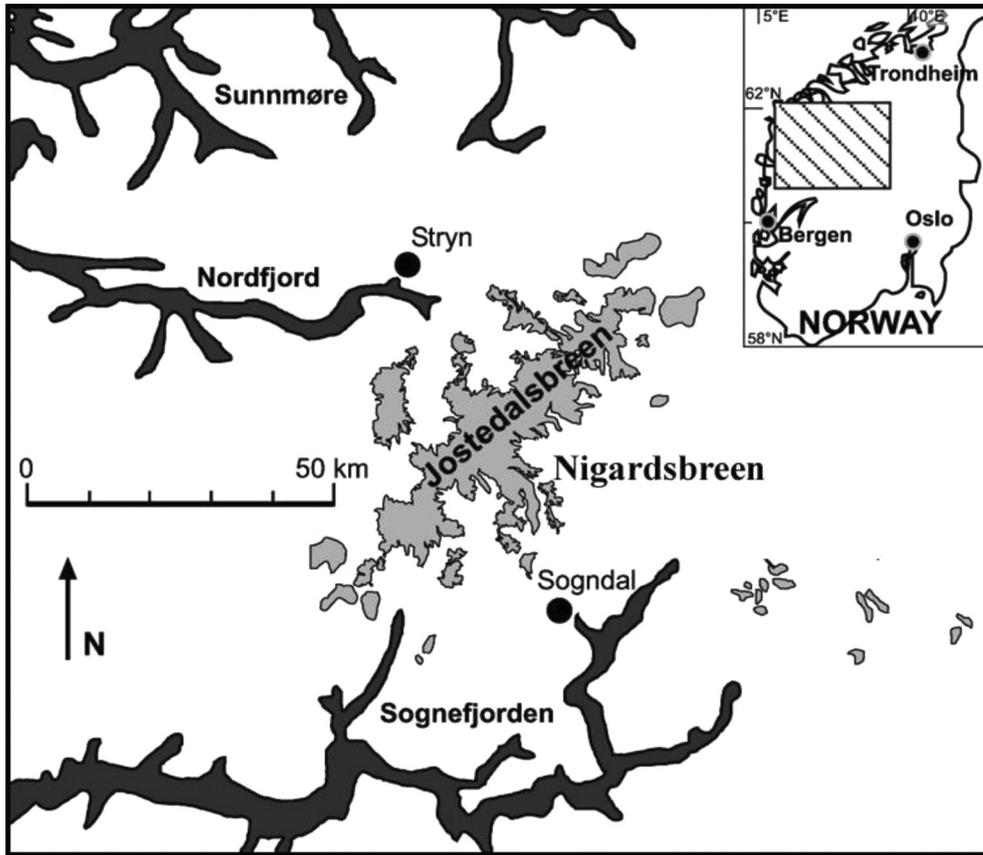
توجد في النرويج ١٦٢٧ ثلاجة؛ وتقع ٩٠٠ ثلاجة منها بالقسم الشمالي من الدولة، إلا أنه ٦٠٪ من مساحة الثلجات تقع بقسمها الجنوبي، وأكبر ثلجات النرويج وقارة أوروبا ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» التي تبلغ مساحتها حوالي ٤٨٧ كم^٢، ويتضرع منها ٦١ لسانا جليديا، وقد بدأ القياس والتسجيل المنتظم للثلجات النرويجية عام ١٩٠٠، ولوحظ أن مساحة الثلجات النرويجية قد تراجعت خلال القرن العشرين بصفة عامة، إلا أنها قد سجلت تقدما محدودا فيما بين ١٩١٠-١٩٢٥، أعقبه تراجعا حادا إعتبارا من عام ١٩٣٠ في معظم ثلجات النرويج، إلا أن



شكل ٤: قيم التناقص في أطوال بعض الثلجات في النرويج بالأمتار خلال القرن العشرين (After: Nesje, et al., 2008)

١-٢-٢ معدلات تراجع ثلجة «جوستندالسبرين»
« Jostedalsbreen » ولسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen »
الجليدى بالنرويج خلال القرن العشرين:
تقع ثلجة « جوستندالسبرين Jostedalsbreen » عند تقاطع خط طول $٦٠^{\circ} ٥٥' ٢٧'' E$ مع دائرة عرض $٤٢^{\circ} ٣٨' N$ ، وهى تعد أكبر الأودية الجليدية في اليابس الأوربي وتبلغ مساحتها حوالي ٤٧٨ كم^٢، ويبلغ طولها حوالي ٦٠ كم، وأقصى سمك لتراكم الجليد بها حوالي ٦٠٠ مترا، ويبلغ منسوب أعلى قممها ٢٠٨٣ مترا ، ويتفرع منها ٥٠ ذراعا جليديا ، أطولها ذراع أو لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » الجليدي الذي يتجاوز طوله ٣٠ كم

(Wold, et al., 1996) (شكل ٥، وصورة ١) ، وتقع نقطة التقائه بالوادي الرئيس عند تقاطع خط طول $١٢^{\circ} ٩٤' ٣٩'' E$ مع دائرة عرض $٦١^{\circ} ٤٩' ٣٢'' N$ ، ويوضح (شكل ٦) المساحة الإجمالية لتقلص الثلجة منذ عام ١٨٤٨ وحتى نهاية القرن العشرين، ومن دراسته نتبين أن الثلجة فقدت أكثر من ٢٠% من مساحتها خلال هذه الفترة، كما يشير (Wold, et al., 1996) إلى أن أحد ألسنتها «بريكسدالسبرين Briksdalsbreen» تراجع مسافة ٥٠ مترا خلال بضعة شهور من عام ٢٠٠٦ ، كما أنه مع حلول نهاية العام ذاته فقد حوالي ١٤٦ مترا من طوله نتيجة إنصهار الثلج مكونا شلالات من المياه .



شكل ٥: الموقع الجغرافي لثلجة « جوستندالسبرين Jostedalsbreen » فى النرويج ولسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » الجليدي المتفرع منها

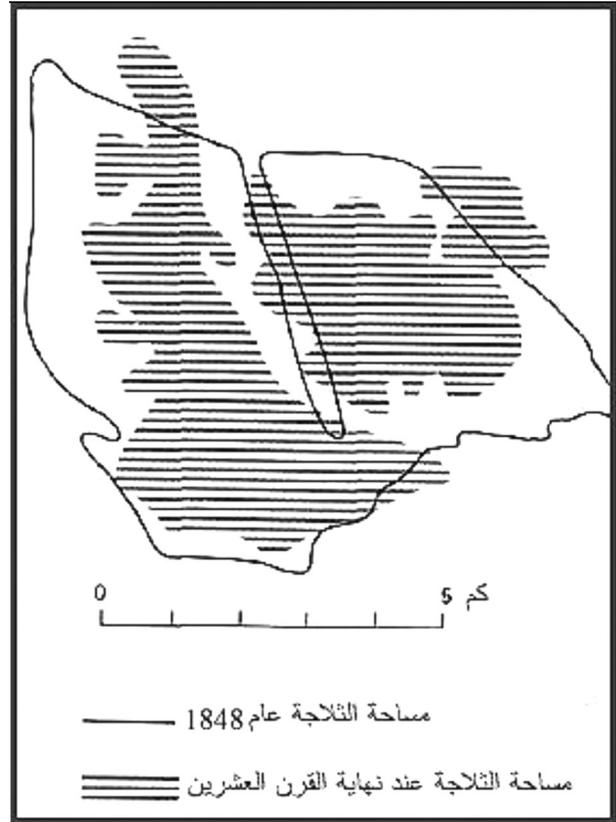
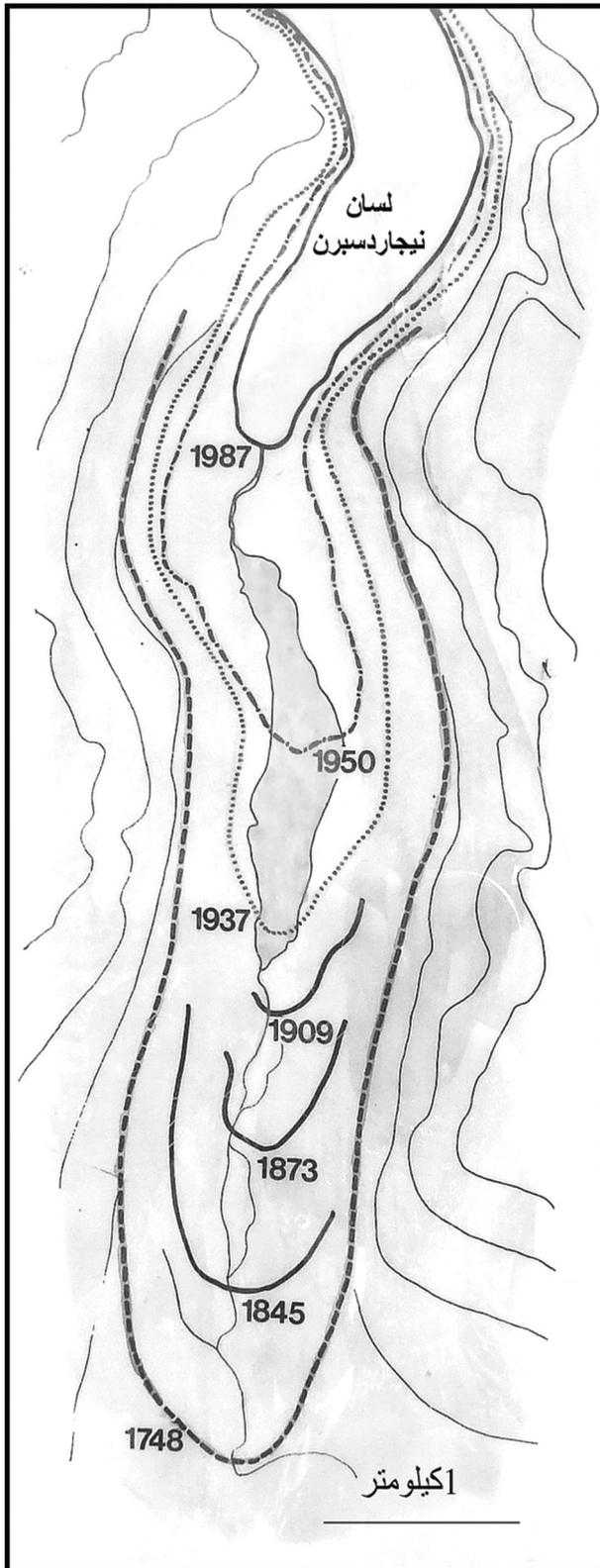


صورة ١: المظهر المورفولوجي لمقدمة لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » وتظهر أمامها بحيرة من المياه المنصهرة بالصورة اليمنى وبقايا الركام الأمامي بالصورة اليسرى (تصوير الباحث في ٨ يوليو ٢٠٠٧)

بدراسة (شكل ١٠) الذى يوضح معدلات التغير فى طول لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» الجليدى بالنرويج خلال القرن العشرين، نلاحظ أن الإتجاه العام لمعدلات التغير تتجه نحو الانكماش الطفيف ، وبمقارنة معدلات التغير تفصيليا نلاحظ حدوث تراجع فى طول اللسان على هيئة دورات متعاقبة من التقدم والتراجع لمسافات تتراوح بين ٣٠-٤٠ مترا، حيث بدأ القرن العشرين بإطاله اللسان أستمر لمدة عشر سنوات، أعقبه ثبات فى طوله فيما بين ١٩١٠-١٩٢٠، ثم تقدم آخر طفيف فى مقدمة اللسان فيما بين ١٩٢٠-١٩٣٠، وتقدم آخر محدود لمقدمته حتى عام ١٩٤٠. ولكن فى عام ١٩٤٥ تعرض اللسان الجليدى لتقلص ملحوظ فى طوله لمسافات تتراوح بين ٣٠-١٥٠ مترا ، واستمر في انكماشه حتى عام ١٩٧٠، بما يتفق مع تراجع معظم الثلجات النرويجية خلال هذه الفترة ، ثم عاود اللسان استتالته المحدودة حتى عام ١٩٩٠ متفقا فى ذلك أيضا مع الاتجاه العام للثلجات المدروسة فى النرويج الذى يوضحه (شكل ٤).

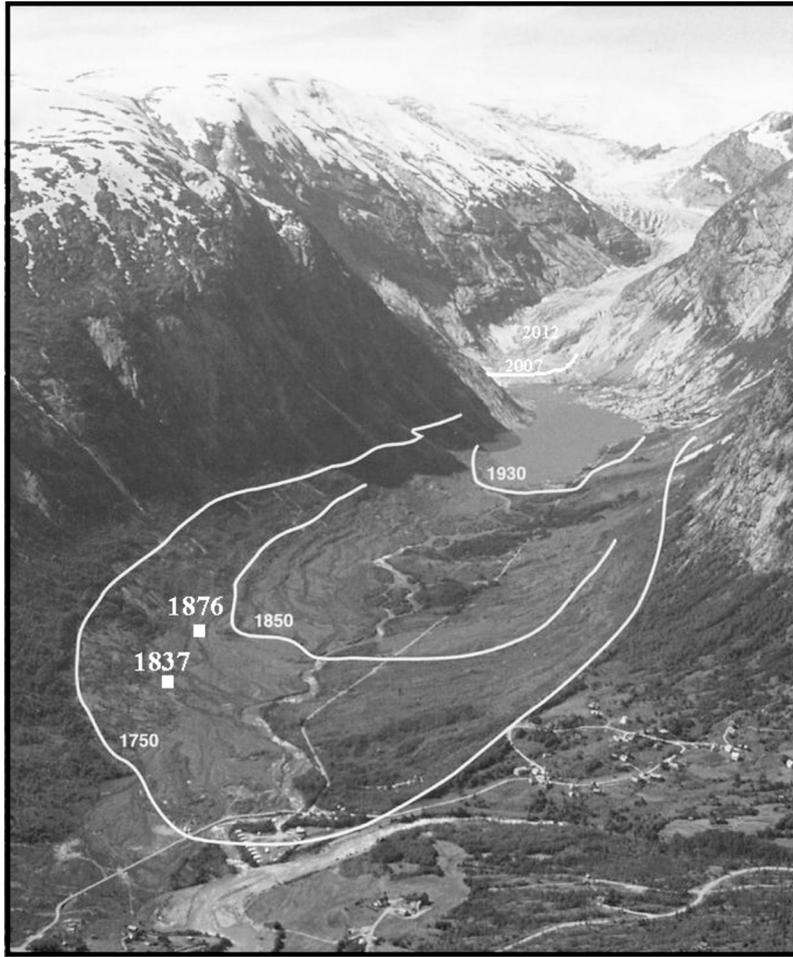
٢-٢-٢- تأثير الدفء العالمى على تقلص لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» بالنرويج خلال القرن العشرين؛

تأثر لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » بالدفء خلال القرن العشرين مما أدى إلى سرعة تراجعه وتقلصه وهو ما يوضحه (شكلا ٦ و٧)، ومن دراستهما نلاحظ أن إجمالى تقلص اللسان خلال القرن العشرين قد بلغ حوالي ٢٠٢١ مترا ، بمعدل قدره ٢٦,٢ مترا سنويا ، وبدأ تقلص طوله من أواسط الإربعينيات وأستمر حتى عام ١٩٧٠ ، وبدأ بعدها فى الزيادة التدريجية نظرا لزيادة كميات هطول الأمطار عن معدلاتها العادية، إلا أن الدراسة الميدانية التي أجريت عند مقدمة اللسان الجليدى عامى ٢٠٠٧ و٢٠١٢، وتحليل المرئيات الفضائية لعامى ٢٠٠٣ و٢٠١١ (شكلا ٨ و٩)، والتميز الميداني للركامات الأمامية القديمة الذي قام به الباحث عامى ٢٠٠٧ و٢٠١٢ (صورتا ٢ و٤)، وتأريخ المواد العضوية فى رواسبها بكاربون ١٤ (Laumann, and Reeh, 1993)، أوضحت أنه عاود تقلصه التدريجى مكونا بحيرة من المياه المنصهرة من الجليد بلغ طولها فى شهر يوليو عام ٢٠١٢ حوالي ١٨٤٥ مترا، كما توضح (صورة ٢) مظهره المورفولوجى العام مرسوما عليه تطور مقدمته فيما بين عامى ١٧٥٠-٢٠١٢، ومن دراسته نلاحظ زيادة معدل تقلص الثلجة خلال الثمانين سنة المحصورة بين عامى ١٨٥٠ و١٩٣٠ بمقارنتها بالمائة سنة السابقة لها (١٧٥٠-١٨٥٠).



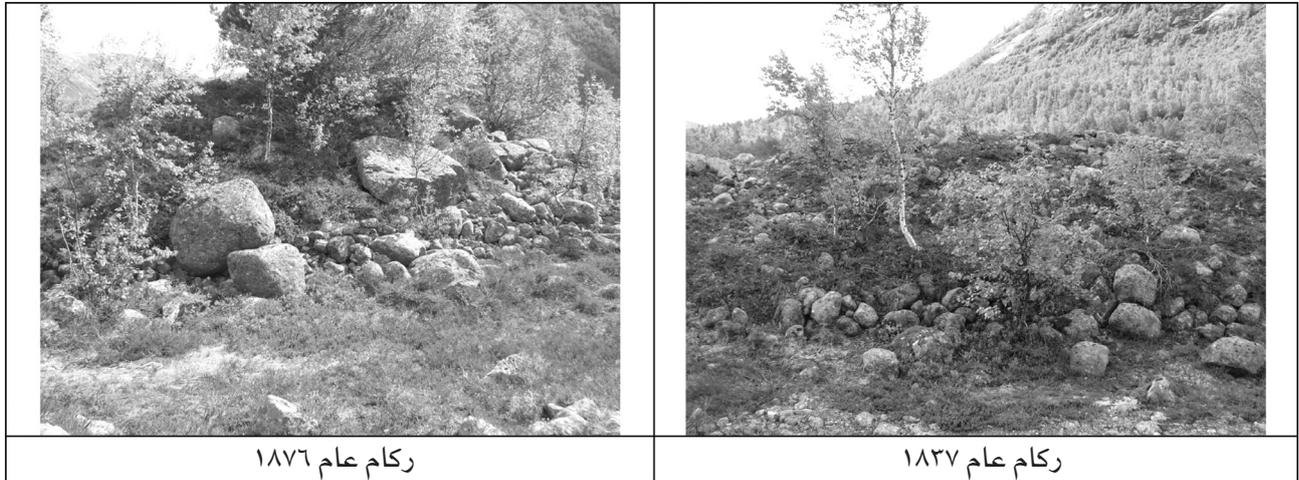
شكل ٦: تطور مساحة حوض لسان « نيجاردسبرن » خلال القرن العشرين (After: Osterm. 1960)

شكل ٧: معدلات إنحسار لسان « نيجاردسبرن » منذ عام ١٧٤٨ (After: Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. 1997)

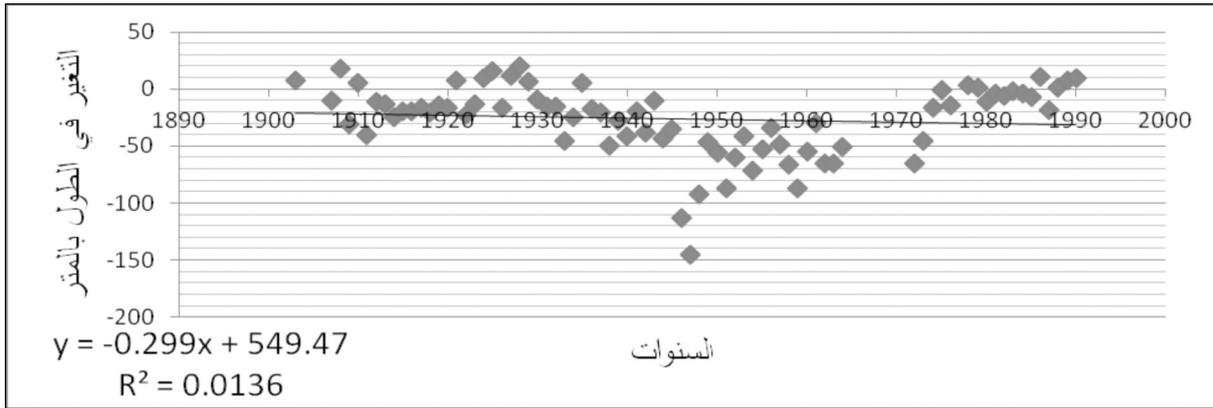


صورة ٢: تطور مقدمة لسان Nigardsbreen الجليدي بالترويج منذ عام ١٧٥٠
(After: <http://met.no/filestore/nigardsbreen.jpg>)

مع إضافة نتائج القياس الميداني عامي ٢٠٠٧ و ٢٠١٢ ومواقع الركامات الأمامية التي ميزها الباحث ميدانيا (تظهر على الصورة بالمربعات البيضاء) وتاريخ أعمارها بركبون ١٤ (After: Laumann. and Reeh.1993)



صورتا ٣ و ٤: ركامان أماميان ترسبا عند تراجع لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » الجليدي عامي ١٨٢٧ و ١٨٧٦ (تصوير الباحث في ٢٠ يوليو ٢٠١٢)



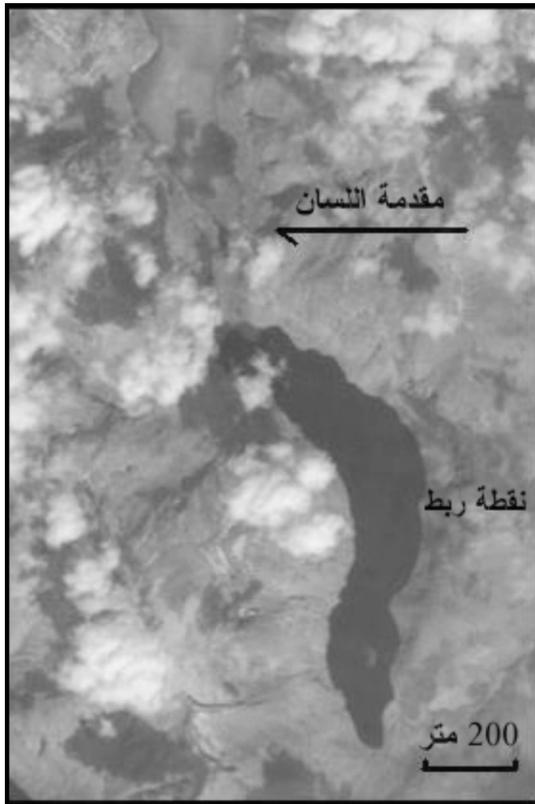
شكل ١٠: معدلات التغير في طول لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » الجليدى خلال القرن العشرين

٣-٢-٢- التغيرات المعاصرة للسان «نيجاردسبرن»

« Nigardsbreen » :

مترا خلال السنوات الثمانية بمعدل سنوي قدره ٦,٧٥ مترا، أي أقل من المعدل العام لتقلص الثلجة ذاتها المسجل خلال القرن العشرين وقدره ٢٦,٢ مترا / السنة ، مما يشير إلى إنخفاض معدلات تقلص الثلجة خلال بداية القرن الحالى.

بدراسة (جدول ١) الذى يوضح معدل التغير السنوي لمواقع مقدمة لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» فيما بين عامي ٢٠٠٣-٢٠١١ بالقياس من المرئيات الفضائية الموضحة (بشكلى ٨ و٩)، نلاحظ أن اللسان قد تراجع ٥٤



مأخوذة من مرئية فضائية بتاريخ ٦ أغسطس ٢٠١١
LANDSAT 7 -TM -Natural color- Path
201- Row 017



مأخوذة من مرئية فضائية بتاريخ ٦ يوليو ٢٠٠٣
LANDSAT 5 - TM -Natural color- Path
201 - Row 017

شكلا ٨ و٩: تطور المظهر المورفولوجى للسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen »

فيما عامي ٢٠٠٣-٢٠١١ من المرئيات الفضائية

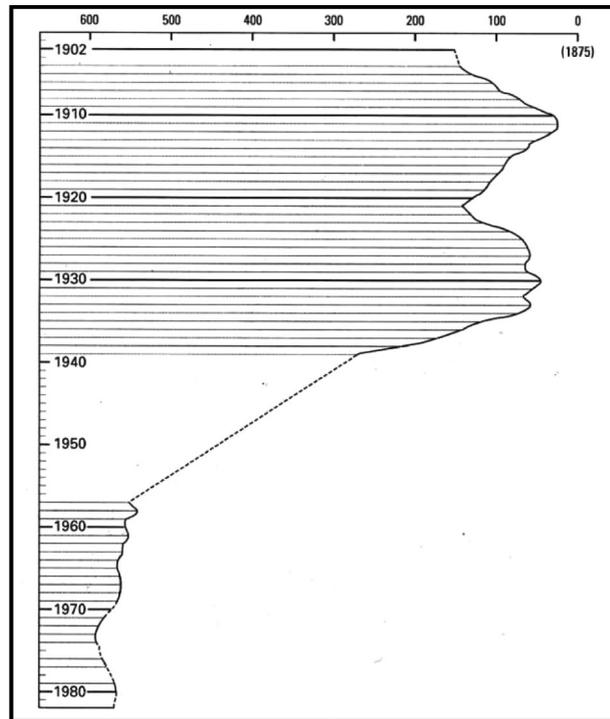
جدول ١: معدل التغير السنوي لمواقع مقدمة لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen »
فيما عامى ٢٠٠٣-٢٠١١ بالقياس من المرئيات الفضائية الموضحة (بشكلا ٨ و٩)

السنة	عدد السنوات	المسافة بين مقدمة اللسان ونقطة الربط الأرضى بالأمتار	مسافة تراجع اللسان الجليدى بالأمتار	معدل التراجع السنوى بالأمتار
٢٠٠٣	٨	٧٢٠	٥٤	٦,٧٥
٢٠١١		٧٧٤		

٢-٢-٤- معدلات تراجع ثلاجة «بوندهوسبرين Bondhusbreen» بالنرويج خلال القرن العشرين؛ ثلاجة « بوندهوسبرين Bondhusbreen » إحدى الثلجات القصيرة بالنرويج لايتجاوز طولها أربعة كيلومترات وتمتد بفاصل رأسي قدره ١١٠٠ مترا ، ويوضح (شكل ١١) معدلات تراجع هذه الثلاجة خلال القرن العشرين، ومن دراسته نلاحظ تقلص طول الثلاجة فيما بين عامى ١٩٤٠ و١٩٥٨ بحوالى ٣٥٠ مترا .



صورة ٥: مقدمة لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » الجليدي تظهر عليها آثار تراجع الجليد ونواتج إنصهاره وتجمع رواسبه (تصوير الباحث فى يوليو ٢٠٠٧)



شكل ١١: معدلات تراجع ثلاجة « بوندهوسبرين Bondhusbreen» بالنرويج خلال القرن العشرين (After: Ostem. 1960) بالأمتار

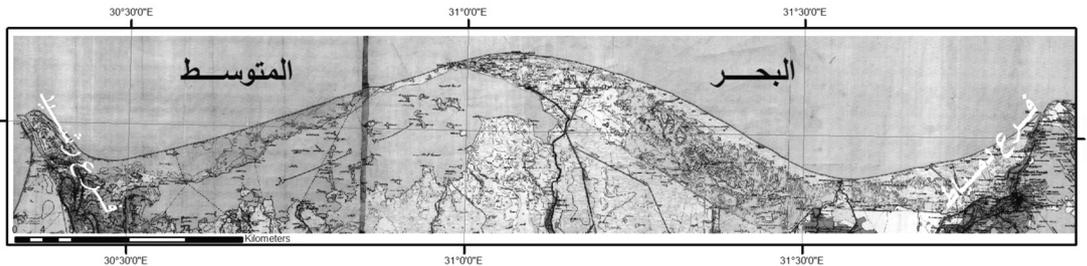


صورة ٦: رواسب غير مصنفة متبقية عن انصهار مقدمة لسان « نيجاردسبرن Nigardsbreen » مأخوذة من داخل كهف ناتج عن انصهار الثلج ناظرا صوب الجنوب (تصوير الباحث فى يوليو ٢٠٠٧)

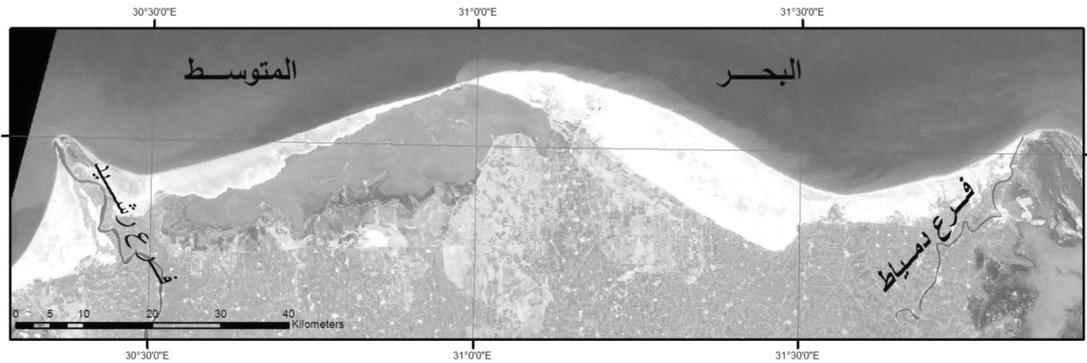
٢ كم سنويا ، ثم تنخفض مرة أخرى فيما بين ١٩٨٥-٢٠٠٥ إلى ١,١٢ كم سنويا . وبمقارنة معدلات الإرساب تفصيليا نلاحظ إنخفاض معدل الترسيب فيما بين ١٩٢٥-١٩٧٥ لحوالي ١,٠٠,٢ كم سنويا ، ثم يصل لذروته فيما بين ١٩٧٥-١٩٨٥ ليلبغ ١,٩٢,٢ كم سنويا مواكبا لفترة الحد الأقصى للنحت، مما يشير إلى حدوث إعادة ترسيب المواد التي سبق نحتها من مواضع أخرى، ثم قل معدل الترسيب مرة أخرى فيما بين ١٩٨٥-٢٠٠٥ نحو ١,٢٢,٢ كم سنويا على الرغم من ارتفاع معدلات النحت خلال تلك الفترة، مما يدل على نقل الرواسب بالتيارات البحرية لخارج سواحل الدلتا بعد الثبات النسبى لشكل خط الساحل .

٣-٢ معدلات تغير شكل خط ساحل دلتا النيل:

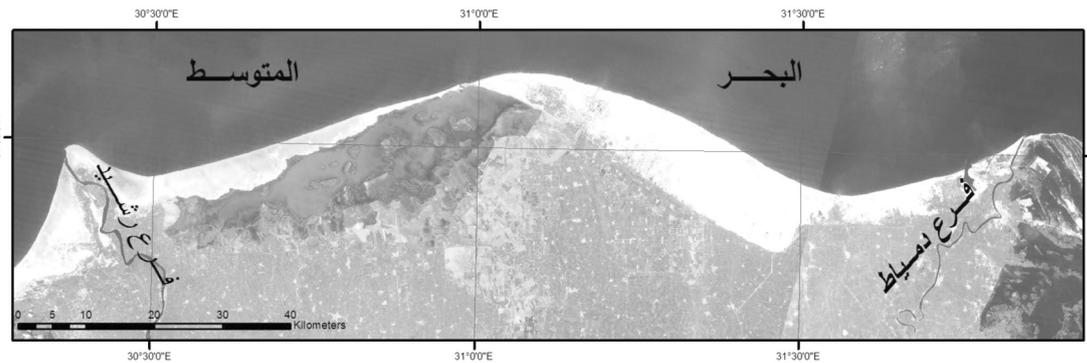
من دراسة (جدول ٢) الذي يوضح التغيرات المورفولوجية لساحل الدلتا فيما بين ١٩٢٥-٢٠٠٥ بتحليل ومقارنة خريطة طبوغرافية لعام ١٩٢٥ والمرئيات الفضائية أعوام ١٩٧٥ ، ١٩٨٥ ، ٢٠٠٥ (أشكال ١٢-١٥) ، نلاحظ أن سواحل الدلتا فقدت بالنحت حوالي ١,٤٠,٨٠ كم فيما بين ١٩٢٥-٢٠٠٥ بمعدل سنوي قدره ١,٠١,٢ كم، كما أكتسبت بالإرساب خلال الفترة ذاتها نحو ١٨,٥١ كم بمعدل ١,٢٣,٢ كم سنويا . وبمقارنة معدلات النحت خلال هذه الفترة تفصيليا نلاحظ زيادتها تدريجيا من ١,٩٢,٢ كم فيما بين ١٩٢٥-١٩٧٥ ، لتبلغ ذروتها فيما بين ١٩٧٥-١٩٨٥ بمعدل ١,٢٠,٢



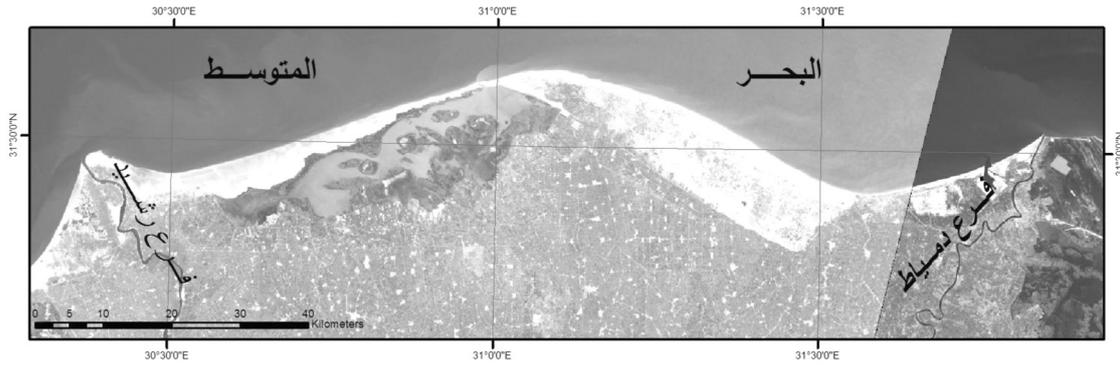
شكل ١٢: خريطة طبوغرافية لساحل دلتا النيل عام ١٩٢٥ (من خريطة طبوغرافية بمقياس ١:٥٠٠٠٠)



شكل ١٣: المظهر المورفولوجى لساحل دلتا النيل عام ١٩٧٥ (MSS. 4 bands.79 m)



شكل ١٤: المظهر المورفولوجى لساحل دلتا النيل عام ١٩٨٥ (TM. 7 bands.28.5 m)



شكل 15 : المظهر المورفولوجي لساحل دلتا النيل عام 2005
(ETM+, 9 bands. 14.25 m)

جدول 2: التغيرات المورفولوجية تحت وإرسابا لساحل الدلتا خلال الفترة من 1925 حتى عام 2005 بتحليل ومقارنة خريطة طبوغرافية لعام 1925 والمرئيات الفضائية أعوام 1975، 1985، 2005¹

الإرساب			النحت			الفترة الزمنية
المعدل السنوي بالكم ²	المساحة (كم ²)	عدد المناطق	المعدل السنوي بالكم ²	المساحة (كم ²)	عدد المناطق	
0,10	4,78	9	0,92	46,1	15	1925-1975
0,92	9,30	43	1,20	11,96	48	1975-1985
0,22	4,43	38	1,12	22,34	40	1985-2005
0,23	18,51	90	1,01	80,40	103	الاجمالي

عامي 1925 و 1984، وهي تمثل المظهر الجيومورفولوجي قبل إتمام بناء السد العالي، والفترة الثانية فيما بين عامي 1984 و 2001، وهي تمثل الفترة الزمنية بعد إتمام تشييده، وقد تم إنشاء هذا الجدول اعتمادا على نتائج تحليل ومقارنة خريطة طبوغرافية عام 1925 بمقياس 1:50000، ومرئيتين فضائيتين عامي 1984¹ و 2001، ومن دراسته نلاحظ أن

2-3-1 التغيرات المورفولوجية للوحدات الجيومورفولوجية لساحل الدلتا خلال القرن العشرين؛

يوضح (جدول 3) مظاهر التغيرات المورفولوجية لساحل الدلتا فيما بين عامي 1925 و 2001، بعد تقسيمه إلى عدد من الوحدات الجيومورفولوجية، وزمنيا لفترتين أولهما فيما بين

¹ المصدر: (نجلاء عريف، 2012)، نتائج أولية للمشروع البحثي المصري التونسي: أثر التحضر والأخطار الطبيعية على سواحل البحر المتوسط في مصر وتونس، مشروع ممول من وزارتي البحث العلمي في مصر وتونس. تم رسم خط الساحل من مرئيات فضائية (ETM+ - TM - MSS) عن طريق قياس مستوي العتبة Threshold لتحديد شواطئ المسطحات المائية وتميزها غيرها من المناطق المجاورة. وذلك عن طريق استخدام باند 4 الذي يستشعر نطاق الأشعة الحمراء القريبة. المعادلة (Finch, 1997):

$$PwRw+(1-Pw)ric<T$$

Rw = متوسط الانعكاس في الماء

Pw = احتكاك العنصر الأرضي حين يكون الماء في الأرض المغطاه

Ric = متوسط انعكاس الأرض المجاورة مباشرة للماء

T = العتبة المميزة بين الماء و غير الماء

¹ TM Data.7 bands. 28.5 m

² ETM+, 9 bands. 14.25 m

أن حركة الهبوط الأرضي غير المتوازن Tilting التي تتمركز في بحيرة المنزلة ليس لها دور فعلا في نحر سواحل الدلتا . وبمقارنة معدلات الترسيب على الجوانب الشرقية لمصب رشيد ودمياط نلاحظ زيادته خلال الفترة الأولى بمصب دمياط (٦, ٢٦ فدان سنويا) عن مصب رشيد (٤, ٢٣ فدان سنويا) ، وخلال الفترة الثانية وخلال الفترة الثانية أنخفض معدل الترسيب في مصب رشيد لنحو (٩, ١٥ فدان سنويا) وتوقف الترسيب تمام عند مصب دمياط، مما يشير إلى زيادة تأثير التيار البحري الغربي في نحت الجانب الغربي لمصب رشيد دون فرع دمياط .

معدل الإرساب السنوي خلال الفترة الأولى (٧, ٩٣ فدان سنويا) تجاوز معدل النحت السنوي (٦, ٩١ فدان سنويا) ، ولكن انعكس الوضع تماما خلال الفترة الثانية ليصل معدل النحت لحوالى (٨, ١٣٠ فدان /سنويا) بينما انخفض معدل الإرساب إلى (٧, ٢٩ فدان سنويا) . وبمقارنة معدلات النحت على الجانب الغربي لمصب رشيد ودمياط نلاحظ أنه خلال الفترة الأولى كان معدل النحت في رشيد أعلى عن قرينه في دمياط (٥٠, ٥٠ فدان سنويا) ، ولكن خلال الفترة الثانية تضاعفت معدلات النحت في الجانب الغربي لمصب رشيد (٩, ٩٨ فدان سنويا) ، وأنخفضت بالجانب الغربي لمصب دمياط (٨, ٣١ فدان سنويا) ، مما يشير إلى

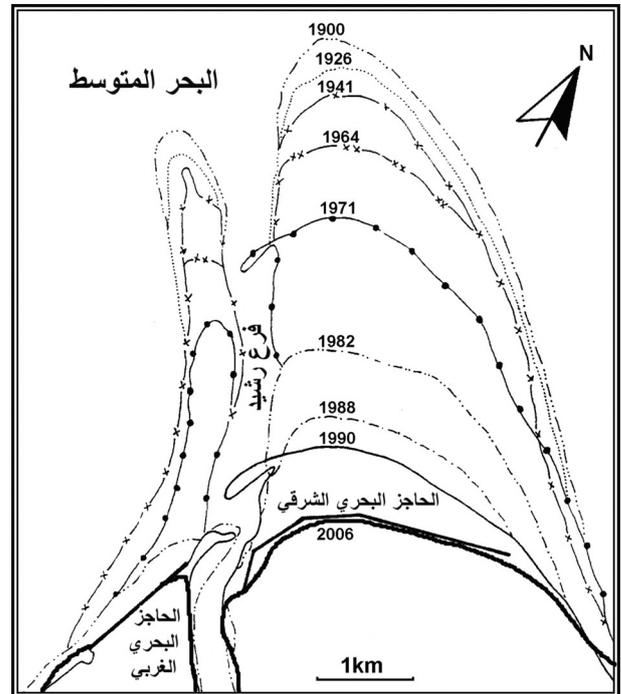
جدول ٣: التغيرات المورفولوجية للوحدات الجيومورفولوجية لساحل الدلتا خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ٢٠٠١ بالفدان

القطاع	نحت						إرساب					
	١٩٨٤-١٩٢٥		٢٠٠١-١٩٨٤		٢٠٠١-١٩٢٥		١٩٨٤-١٩٢٥		٢٠٠١-١٩٨٤		٢٠٠١-١٩٢٥	
	إجمالي النحت السنوي	معدل النحت السنوي	إجمالي النحت السنوي	معدل النحت السنوي	إجمالي الإرساب السنوي	معدل الإرساب السنوي						
غرب مصب رشيد	٢٩٥٢	٥٠	١٦٨٢	٩٨,٩	٤٦٣٤	٦١	-	-	-	-	-	-
شرق مصب رشيد	-	-	-	-	-	-	١٣٨١	٢٣,٤	٢٧٠	١٥,٩	١٦٥١	٢١,٧
غرب بحيرة البرلس	-	-	-	-	-	-	١١٢٦	١٩,١	-	-	١١٢٦	١٤,٨
شرق بحيرة البرلس	-	-	-	-	-	-	١٣٢٨	٢٢,٧	١٥٢	٨,٩	١٤٩٠	١٩,٦
غرب مصب دمياط	٢٤٥٠	٤١,٥	٥٤١	٣١,٨	٢٩٩١	٣٩,٤	-	-	-	-	-	-
شرق مصب فرع دمياط	-	-	-	-	-	-	١٥٧٢	٢٦,٦	-	-	١٥٧٢	٢٠,٧
أجزاء مختلفة من الساحل	-	-	-	-	-	-	١١٤	١,٩	٨٣	٤,٩	١٩٧	٢,٦
المجموع بالفدان	٥٤٠٢	٩١,٦	٢٢٢٣	١٣٠,٨	٧٦٢٥	١٠٠,٣	٥٥٣١	٩٣,٧	٥٠٥	٢٩,٧	٦٠٣٦	٧٩,٤

٢-٣-٢ معدلات نحت مصب فرع رشيد:

بدراسة (جدول ٤ وأشكال ١٦-١٨) نلاحظ أن مصب فرع رشيد فقد خلال القرن العشرين أكثر من خمسة كيلومترات من جانبه الغربي وأربعة كيلومترات من جانبه الشرقي، ولكن أكثر من ٦٠٪ من هذه المسافة تعرضت للنحر والتراجع بعد عام ١٩٧١، ويتركز معظمها خلال الفترة بين (١٩٧١-١٩٩٠)، ولكن لوحظ إنخفاض معدلات تراجع مصب فرع رشيد خلال العقد الأخير من القرن العشرين وأوائل القرن الحالي، بسبب تشييد منشآت حماية المصب، وربما يرجع ذلك إلى انخفاض وتيرة التغيرات المناخية المسؤولة عن

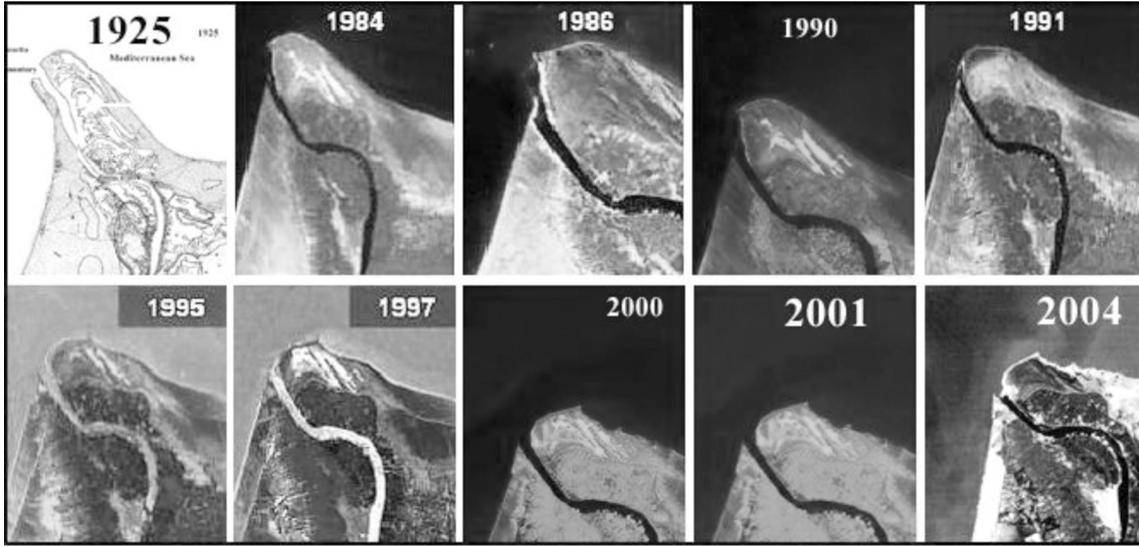
تناقص معدلات تراجع الثلجات الألبية في إيطاليا والنرويج خلال تلك الفترة، إلا أنه لم يتمكن الباحث من اختبار هذه الفرضية، نظرا لبناء عدد من السدود بمنطقة مصب رشيد أواخر القرن العشرين والعقد الأول من القرن الحالي، وساهمت في كبح معدلات النحت على الرغم من استمرارها عند الرأس رقم (٩) العمودي على الساحل، وتكوين خليج خلف الطرف الجنوبي الغربي للحاجز البحري الغربي (الحاجز الصيني)، مما يشير إلى استمرار عمليات النحر ولكن بمعدلات أقل بسبب منشآت حماية المصب (شكل ١٩).



شكل ١٦: التطور المورفولوجي لمصب رشيد خلال القرن العشرين وفقا لنتائج دراسات (Fanos.1995) وتوقيع الرفع الميداني لخط الساحل باستخدام GPS عام ٢٠٠٦



شكل ١٧: تغير المظهر المورفولوجي لمصب فرع رشيد خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ٢٠٠١ (بمقارنة خريطة طبوغرافية عام ١٩٢٥ بمقياس ١:٥٠٠٠٠ ومرئية فضائية عام ٢٠٠١ TM 7 bands.14.25 m)



شكل ١٨ : تطور المظهر المورفولوجى لمصب فرع رشيد فيما بين عامي ١٩٢٥ - ٢٠٠٤ باستخدام خريطة طبوغرافية عام ١٩٢٥ ومرئيات فضائية متعددة التاريخ

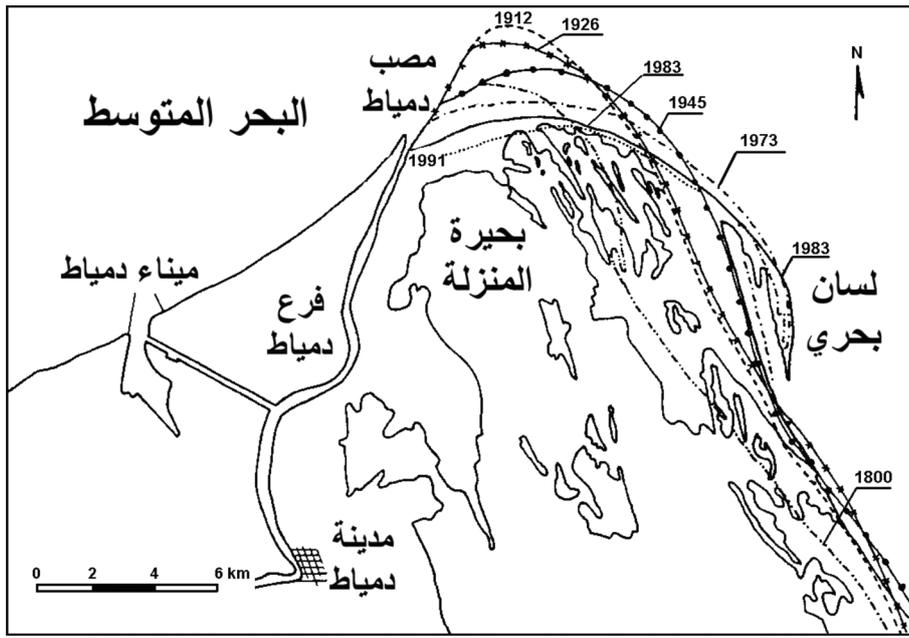


شكل ١٩: المظهر المورفولوجى للجانب الغربى لمصب فرع رشيد عام ٢٠١٢ وتظهر به آثار النحت البحرى المعاصر عند الطرف الجنوبى الغربى للحاجز الصينى وانكشاف الرأس الاصطناعى رقم ٩ (www.googleearth.com)

٣-٣-٢ معدلات نحت مصب فرع دمياط :

السد العالى، وساهم التيار البحرى الغربى فى نقل الرواسب من المصب وإعادة ترسيبها على الجانب الشرقى وبناء لسان بحرى بلغ طوله ٤,٥ كم عام ١٩٨٢ سجله (Frihy, 1988) من دراسته للصورة الجوية الملتقطة فى هذه السنة (شكلا ٢٠ و ٢١).

تعرض مصب دمياط للنحت والتراجع ، وقد بدأ تراجعها عام ١٩٠٠ أيضا بصورة مشابهة لما حدث لمصب رشيد ، حيث فقد مساحة تقدر بحوالى ٣٠٠٠ فدان خلال القرن العشرين (جدول ٣) ، وتراجع المصب مسافة تقدر بحوالى ٣,٧ كم خلال الفترة بين عامي ١٩٠٠ و ١٩٧٣ بمعدل يتراوح بين ٢٥ و ٤٠,٧ مترا/ السنة ، ولكنه تضاعف بعد تشييد



شكل ٢٠: تطور شكل مصب دمياط خلال الفترة بين عامي ١٨٠٠ و ١٩٨٣
(After: Frihy, 1988)



شكل ٢١: تطور المظهر المورفولوجي لمصب فرع دمياط خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ٢٠٠١
(بمقارنة خريطة طبوغرافية عام ١٩٢٥ بمقياس ١:٥٠٠٠٠
ومرئية فضائية عام ٢٠٠١ (TM 7 bands.14.25 m)

٣-٤ دور بناء السد العالي في تراجع سواحل الدلتا:

قبل بناء السد العالي كان نهر النيل يفيض بين شهري أغسطس وأكتوبر حاملا معه كميات كبيرة من الطمي يلقي بها أمام مصبيه في البحر المتوسط عند رشيد ودمياط، وتناقص حملته النهريه من ٣٤ بليون متر ٢ سنويا قبل الشروع في بناء السد إلى أقل من ثلث هذه الكمية بعد إتمام بنائه ، كما إنخفضت متوسطات التصرفات السنوية لنهر النيل خلال القرن العشرين من ١١٠ مليار م^٣/ سنة خلال الثلاثين سنة الأخيرة من القرن التاسع عشر إلى ٨٤ مليار م^٣/ سنة خلال القرن العشرين، مما ساهم في تناقص سرعة جريان مياهه وطاقته على نقل الرواسب ، وتناقصت كمية الرواسب المنقولة في النهر بعد حجز معظمها في بحيرة السد ، إذ كانت يتراوح متوسطها بين ٦٠-١٨٠ مليون طن سنويا ، وكان الطمي المترسب أمام المصبين يعد مصدرا أساسيا لرواسب بناء الدلتا وتقدمها الحثيث على حساب

البحر، إلا أنه بعد إتمام بناء السد عام ١٩٧٠ تناقصت كمية الرواسب المنقولة إلى أقل من ١٥ مليون طن سنويا ، وبذلك توقف بناء الدلتا وبدأت في التراجع والتآكل المستمر وخاصة عند مصبيها (Sharaf El Din, 1977) ، إضافة إلى تأثير عدد من العوامل البيئية الأخرى.

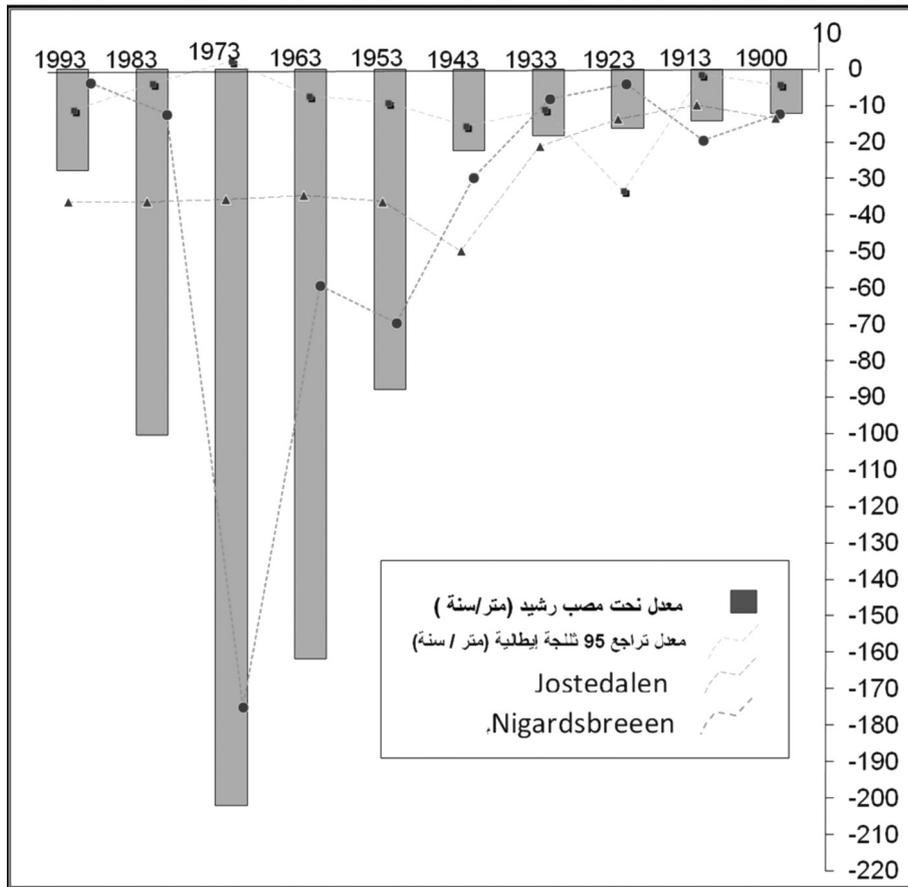
بدراسة (جدول ٤) الذي يوضح تأثير بناء السد العالي على التغير الطولي لجانبي مصب رشيد خلال الفترة من ١٩٠٠-٢٠٠٦ بالأمتار، ومجموعة الخرائط والمرئيات الفضائية التي توضح تطور المظهر المورفولوجي لمصب فرع رشيد خلال القرن العشرين (أشكال ١٦-١٨) ، نلاحظ أن معدل نحت مصب فرع رشيد قبل بناء السد العالي (١٩٠٠-١٩٧١) لا يتجاوز ٤٧،٢٧ مترا في السنة للجانب الغربي و٢،٢٣ مترا في السنة للجانب الشرقي. ولكن بعد بناء السد العالي (١٩٧١-٢٠٠٦) ارتفع المعدل لنحو ٤٢،٩٠ و٨٥،٧٢ مترا / السنة للجانبين الغربي والشرقي على التوالي، أي تضاعف معدل النحت ثلاثة أمثاله بعد بناء السد العالي.

جدول ٤: تأثير بناء السد العالي على التغير الطولي لجانبي مصب رشيد خلال الفترة من ١٩٠٠-٢٠٠٦ بالأمتار

الجانب الغربي		الجانب الشرقي		الفترة الزمنية	
معدل النحت بالمتر/سنة	مسافة النحت بالمتر	معدل النحت بالمتر/سنة	مسافة النحت بالمتر		
٨,٥	٢٢١	١٢,٧	٣٣٠,٢	١٩٢٦-١٩٠٠	قبل بناء السد العالي
٧,٣	١٠٩,٥	١٥,٣	٢٢٩,٥	١٩٤١-١٩٢٦	
٤٠	٩٢٠	٢٠,٤	٤٦٩,٢	١٩٦٤-١٩٤١	
١٠٠	٧٠٠	٨٩,٣	٦٢٥,١	١٩٦٤-١٩٧١	
٢٧,٤٧	١٩٥٠,٥	٢٣,٣	١٦٥٤	١٩٧١-١٩٠٠ المجموع الجزئي	
٢٨١,٢	٣٠٩٣,٢	١٠٦,٤	١١٧٠,٤	١٩٨٢-١٩٧١	
١١,٩	٧١,٤	٩٥,٨	٥٧٤,٨	١٩٨٨-١٩٨٢	
صفر	صفر	١١٧,٥	٢٣٥	١٩٩٠-١٩٨٨	
صفر	صفر	٣٥,٦	٥٦٩,٦	٢٠٠٦-١٩٩٠	
٩٠,٤٢	٣١٦٤,٦	٧٢,٨٥	٢٥٤٩,٨	٢٠٠٦-١٩٧١ المجموع الجزئي	
٤٨,٢٥	٥١١٥,١	٣٩,٦٦	٤٢٠٣,٨	المجموع الكلي	

٢-٤ العلاقة بين معدل تراجع الثلجات المختارة ومعدلات نحت سواحل الدلتا:

يوضح (شكل ٢٢) وجود علاقة ارتباط قوية بين معدلات تراجع الثلجات المختارة في إيطاليا والنرويج ومصب رشيد خلال القرن العشرين بالمتري/ سنة، وخاصة خلال الفترة الزمنية المحصورة بين منتصف الأربعينيات والثمانينات، حيث تزايد معدل تراجع الثلجات الإيطالية والنرويجية وسواحل الدلتا على السواء ، وهي تتزامن مع الثورة الصناعية وتزايد استخدام الوقود الأحفوري في العالم ، ولكن تناقصت معدلات تقلص الثلجات الألبية خلال العقد الأخير من القرن العشرين بصورة ملحوظة، وواكبت تناقص معدلات تراجع سواحل الدلتا، ولكن بسبب تشييد بعض المنشآت الصناعية لحماية خط الساحل، وخاصة عند بروزات الدلتا الثلاثة، وهي مصبي رشيد ودمياط وبوغاز بحيرة البرلس وشاطئ بلطيم .



شكل ٢٢: العلاقة بين معدل تراجع الثلجات المختارة ومعدلات نحت سواحل الدلتا خلال القرن العشرين بالمتري/ سنة

٣- الخلاصة:

نستخلص مما سبق أن ظاهرة تراجع الدلتا بدأت مع بداية القرن العشرين متزامنة مع التغيرات المناخية وإقامة عدد من مشروعات التحكم في مائية النهر، ولكن كان ساحل الدلتا يتراجع بمعدلات طفيفة تكاد تكون متوائمة مع معدلات تقلص الثلجات الألبية محل الدراسة، ولكن خلال الفترة المحصورة بين منتصف الأربعينيات والثمانينات، ساهمت التغيرات المناخية في تسارع وتيرة تقلص الثلجات الألبية المختارة في إيطاليا والنرويج وتراجع سواحل الدلتا على السواء، وساعد إنشاء السد العالي فيما بين منتصف الستينات والسبعينات في تفاقم مشكلة تراجع سواحل الدلتا لحددها الأقصى، حيث كانت سواحل الدلتا تتسم بالتوازن قبل إنشائه وكانت تعيد تعويض ماتفقده من أراض حتى إكمال بناء السد العالي، أي أن معدلات الإرساب (٧، ٩٣ فدان سنويا) كانت تساوي بل تزيد عن معدلات النحت (٦، ٩١ فدان سنويا)، على الرغم من تعرضها لظاهرة الدفء العالمي، ولكن ساهم حجز حمولة النيل من المواد الصلبة وإطمائتها على قاع بحيرة ناصر وتوقف بناء الدلتا في حدوث خلل في توازن سواحلها.

إلا أن معدلات تقلص الثلجات الألبية تناقص خلال العقد الأخير من القرن العشرين، مما قلل من معدلات تآكل سواحل دلتا النيل إضافة إلى بناء عدد من الأعمال الاصطناعية التي نجحت إلى حد كبير في حماية سواحلها، كما أوضحت الدراسة زيادة دور التيار البحري الغربي في سرعة نحر الجانب الغربي من مصب رشيد بمعدلات تفوق نحت مصب دمياط، ونقل رواسبه للشرق وإعادة ترسيبها واكتساب أراض جديد شرق المصبين، إلا أنه يكاد ينعدم تأثير حركة الهبوط الأرضي غير المتوازنة Tilting التي تتمركز عند قاع بحيرة المنزلة في زيادة معدلات نحت القسم الشرقي من ساحل الدلتا. أي تضافر تأثير التغيرات المناخية مع العوامل المحلية لدلتا النيل، وساهمت معا في تراجع سواحلها خلال القرن العشرين.

٤- قائمة المراجع:

١. تراب، محمد مجدى (١٩٩٥)، مقالات في تأثير بناء السد العالي على جيومورفولوجية فرع دمياط، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٨٦ ص.
2. Abdela, F.A., (1987), Hydrographic condition on the Eastern side of Rosetta mouth. M.Sc. Thesis. Alex. Univ. , 136 p.
3. Anwar, Y.M.; Gindy, A.R.; El-Askary, M.A. and El-Fishawi, N.M., (1979), Beach accretion and erosion, Brulus-Gamsa coast, Egypt, Marine Geol. Research. 30:M1-M7.
4. Citterio, M., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., D'Agata, C., Carnielli, T., Stella, G. and Siletto, G.B., (2007), The fluctuations of Italian glaciers during the last century: a contribution to knowledge about Alpine glacier changes. Geogr. Ann., 89 A (3): 167-184.
5. El-Ashry, M.T. and Wantless, H.R., (1967), Shoreline feature and their changes, Photogram. Eng., Vol.33, No. 2, pp.1849-.
6. El-Gunidy, S., (1989), Quality of drainage water in the Nile Delta, In: Amer, M.H., de Ridder, N.A (Eds.), Land drainage in Egypt, Drainage Research Institute. pp. 189 ± 206.
7. El-Fishawi, N.M., (1977), Sedimentological studies of the present Nile Delta sediments on some accretional and erosional areas between Burullus-Gamasa. M. Sc Thesis, Fac. Sci. Alex. Univ., pp.143 - 52.
8. El-Sayed H.A., (2005), Beach erosion and accretion between the mouth of Rosetta branch and Kitchener drain outlet, Nile Delta Coast, Egypt. Bul. Soc. Geog. Egypte, Vol. 78, pp. 27- 64.
9. Finch, J.w., (1997), Mentoring small dames in semi-arid regions using remote sensing and GIS . Journal of hydrology, Vol.203, pp.435 - 48.

20. Manohar, M., (1976), Beach profiles: Proceedings UNESCO seminar on Nile Delta sedimentology, Alexandria, pp.95 - 9.
21. Misdorp, R. and Sestini, G., (1976), Notes on a sediment map of the Endeavour Survey of 1919 - 1922. Proceedings UNISCO seminar on Nile Delta sedimentology, Alexandria, pp. 191 - 204.
22. Mohamed, M.A., (1968), Continental shelf sediments of the Mediterranean Sea north of the Nile Delta in U.A.R. M. Sc. Thesis, Univ. Alex., 90 p.
23. Moussa, A.A., (1973), Study of bottom sediments of Abu-Quir. Ph. D. Thesis, Univ. Alex., 129 p.
24. Nesje, A., Bakke, J., Dahl, S., Lie, O., and Matthews, J., (2008), Norwegian mountain glaciers in the past, present and future, *Global and Planetary Change*, V. 60, pp. 10–27.
25. Nicholls J. R., (2003). Case study on sea-level rise impacts. OECD Workshop on the Benefits of Climate Policy. 1 -32.
26. Ostrem, G. (1960), Breer og mourner I Jostedalsbreen : Norsk Geografisk Tidsskrift, no.17, pp. 210 - 243.
27. Rashed, M.A., (1978), Sedimentological and Mineralogical studies of the coastal samples of Abu Quir Bay, Alexandria, M. Sc. Thesis, Fac. Sci. Alex. Univ., 157 p.
28. Shennan, I., and Woodworth, P.L. (1992), A comparison of Holocene and twentieth-century sea-level trends from the UK and North Sea region, *Geophysical Journal International*, 109, pp. 96105-.
29. Somot S., Sevault, F., Déqué, M., Crépon, M., (2008), 21st century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled atmosphere–ocean regional climate model, *Global and Planetary Change* 63, pp. 112–126
10. Frihy, O.E., (1975), Geological study of Quaternary deposits between Abu Quir and Rosetta, M. Sc. Thesis, Fac. Sci., Alex Univ., 103 p.
11. -----, (1988), Nile Delta shoreline changes: aerial photographic study of a 28- year period, *Jour. Coast. Res.*, Vol. 4, pp.597606-.
12. Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, (1997), Forvaltningsplan for Nigardsbreen naturreservat, Rapport Nr. 2, Hermansverk, Norway.
13. Government of the Arab Republic of Egypt (GARE), (1992), Environmental action plan, Egypt. pp. 5 ± 29.
14. Hamama, H.H., (1978), Types and distribution of sediments and landforms in the Deltaic coastal zone between Ras El-Barr and Port Said. M. Sc. Thesis, Fac. Sci., Mansoura Univ. 52 P.
15. IPCC, (2007), Climate Change , Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK.
16. Kotb, T.H.S., Watanabe, T., Ogino, K. & Tanji, K.K. (2000), Soil salinization in the Nile Delta and related policy issues in Egypt, *Agricultural Water Management*, V.43, PP. 239 - 261
17. Lafond, E.G., (1939), Sand movement near the beach in relation to tides and waves. *Proc. 6 th Pacific Sci. Congr.* pp.795 - 9.
18. Laumann, T. and Reeh, N. (1993), Sensitivity to climate change of the mass balance of glaciers in Southern Norway, *Journal of Glaciology*, 39: 656–665.
19. Lewis, W. V., (1931), Effect of waves incidence on the configuration of a shingle beach. *Geog. Jour.* Vol. 78, pp.131 - 48.

30. Stanley,D.J. (1988), Subsidence in the Northeastern Nile Delta: Rapid Rates, Possible Causes, and Consequences, Science ,Vol. 240. no. 4851, pp. 497 – 500.

31. Torab, M. & Azab, M. (2006), A Modern shoreline changes along the Nile Delta coast as an impact of construction of the Aswan High Dam, Presented in: World Congress of Soil Science, Philadelphia, Pennsylvania, USA, Jul 915-.

32. Torab, M. & El Assal.,M., (2007), Recent geomorphic changes of The Rosetta mouth, Nile Delta coast, Egypt. Presented in: 12th Belgium-France-Italy-Romania Geomorphological Meeting, Climatic changes and related landscape, Savona, Italy, Sept. 26 - 29.

33. Tsimplis M., Marcos ,M., Somot S., Barnier, B., (2008), Sea level forcing in the Mediterranean Sea between 1960 and 2000, Global and Planetary Change 63 ,pp. 325–332.

34. UNESCO DTR., (1973), Arab Republic of Egypt, Project EGY/70581/. Coastal erosion studies. Tech. Rep. No.1., United Nations Development Corporation, Alexandria, Egypt, 66p.

35. Wold, Bjørn; Ryvarden, Leif (1996), Jostedalsbreen , Norway's Largest Glacier. Oslo, Norway: J. W. Cappelens Forlag AS.

36. Zenkovich, V. P., (1967), Processes of Coastal Development. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 738 p.