

العلاقة بين تذبذب بعض الثلاجات الألبيّة في إيطاليا والنرويج وتطور ساحل دلتا النيل خلال القرن العشرين

أ.د. محمد مجدى تراب

أستاذ الجغرافيا الطبيعية بكلية الأداب، جامعة دمنهور،

ورئيـس 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

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 Jostedalen glacier in Norway as a case study.

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

أ.د. محمد مجدى تراب

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

الكلمات المفتاحية : ثلوجات ألبية ، ثلوجات نرويجية،
ثلوجات إيطالية، ارتفاع مستوى سطح البحر، تغيرات
مناخية، الدفع العالمي، ساحل دلتا النيل، السد العالى.

ملخص البحث :

يعيش فى دلالات أنهار كوكبنا الأرضي أكثر من ٢٠٠ مليون نسمة ، ١٠٪ منهم يعيشون على أرض دلتا النيل ، ولكن تشير التوقعات إلى أن مستوى سطح البحر سيرتفع فيما بين نصف متر ومتراً كامل حتى نهاية القرن الحادى والعشرين ، وحدثت التغيرات المناخية نتيجة زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى للأرض ، ولهذا السبب بدأت الغطاءات والأودية الجليدية في الانصهار، مسببة إرتفاعاً فى مستوى سطح البحر العالمي، 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 التواريف، 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 التي 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 التي قام بها الباحث عامي ٢٠٠٧ و ٢٠١٢ على أحد ألسنة ثلاثة «جوسنديالسبرين» Jostedalsbreen بالنرويج التي تعد أكبر ثلوجات قارة أوروبا.

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

أ. مقدمة :

III. تأثير التيار البحري الغربى الذى يمر على سواحل جنوب البحر المتوسط ومساهمته فى 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 والأهosa على مجرى النيل فى مصر التى بدأت أواخر القرن التاسع عشر، والتحكم الهيدرولوجى فى مياه النهر وحجز الرواسب النهرية التى كانت تعمل على بناء الدلتا وخاصة قنطر إدفينا (١٨٦٨) وخزان أسوان (١٩٠٢) والسد العالى (١٩٦٤-١٩٧٠) الذى ساهم فيما يلى :

- انخفاض قيمة التصريف المائى نحو ثلث قيمته بعد إكمال بناء السد العالى نتيجة حجز المياه أمامه فى بحيرة ناصر، حيث انخفض التصريف الكلى الوارد لفرع دمياط عند محطة القنطر الخيرية (كمودج للتغير الذى حدث فى قيمة التصرفات المائية) من ١٩,٥ مليار متر٣ إلى أقل من ٧,٣٤ مليار متر٣ سنوياً، كما تقلص متوسط التصريف الشهري إلى أقل من ٢٠,٥ مليون متر٣ يومياً بعد أن كان ٢,٢٥ مليون متر٣ يومياً قبل بناء السد (تراب ، ص ١٩٩٥).

- انخفاض حجم الحمولة العاملة بـالمياه عند محطة الجعايرة (٢٠ كم شمال أسوان) من حوالي ١٢٠ مليون طن سنوياً عام ١٩٦٣ إلى أقل من ٢ مليون طن سنوياً فقط بعد عام ١٩٦٧ ، كما قل متوسط تركيز الغرين بـالمياه عند قنطر إسنا من ٢٢٥٠ جزء بـالمليون إلى أقل من ٧٠ جزء بـالمليون بسبب حجز الرواسب وإطمئنانها على قاع بحيرة ناصر نتيجة بناء السد العالى (تراب ، ص ١٩٩٥)، وكانت هذه الرواسب تشكل المصدر الرئيس لبناء سواحل الدلتا، ومصبى رشيد ودمياط ، ولكن هذه الرواسب تعرضت للتآكل وتراجعت تدريجياً.

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

تعرضت معظم أجزاء سواحل دلتا النيل للنهر 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 مواقع أخرى من الشاطئ ، وتنعدد أسباب تراجع سواحل الدلتا وأهمها ما يلى:

I. التغيرات المناخية وظاهرة الاحتباس الحراري نتيجة تركز الغازات الدفيئة في الغلاف الجوى التي حدثت لمناخ كوكبنا الأرضي، حيث يتوقع الباحث "Somot" أن ترتفع درجة حرارة الغلاف الجوى بنطاق البحر المتوسط بنحو ٦ درجات في نهاية القرن الحادى والعشرين بناء على تطبيق نموذج Somot. et al.. 2008 (SAMM)، وساهمت ظاهرة الاحتباس الحراري في ارتفاع مستوى سطح البحار العالمية وتهديد سواحل الدلتا بالغرق ، 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 الحادى والعشرين نتيجة الأنشطة البشرية وزيادة معدلات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوى (Nicholls. 2003) ، كما قدم الفريق الدولي للتغيرات المناخية Intergovernmental Panel on Climate Changes (IPCC) عدة إحتمالات لإرتفاع مستوى سطح البحر العالمي بما يتراوح بين ١٨،٠ و ٥٩ سنتيمتراً (IPCC. 2007) ، كما قدمت عدة احتمالات أخرى أكثر تshawماً لهذه الظاهرة ومن بينها دراسة Shennan & Woodworth. 1992 (Woodworth. 1992)، التي قدرت معدل إرتفاع مستوى سطح البحر خلال القرن الحالى نحو ملليمتر واحداً سنوياً بنسبة خطأ لا تتجاوز ± 15 مللم سنوياً ، كما يتوقع (Tsimplis. et al.. 2008) أن مستوى سطح البحر المتوسط سيارتفاع خلال القرن الحالى بمعدل يتراوح بين ١,١-١,٨ ملليمتر سنوياً بنسبة خطأ ± 2 مللم سنوياً.

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

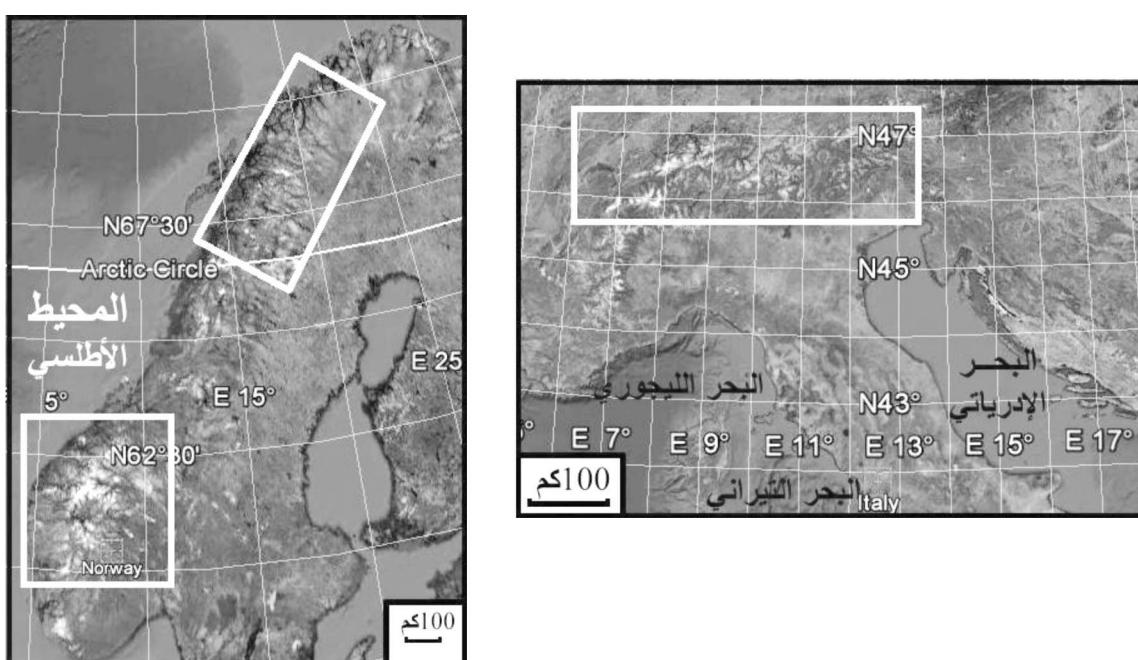
١- موقع منطقة الدراسة:

تحضر منطقة الدراسة في نطاقين جغرافيين أولهما سواحل دلتا النيل المحصورة فيما بين مصبى رشيد ودمياط بطول إجمالي ١٧٠ كم تقريباً (شكل ١)، والنطاق الثاني هو عدد ٩٥ ثلاجة ألبية تقع في شمال إيطاليا، و١٤٦ ثلاجة تتوسط في النرويج (شكل ٢).

El-Gunidy, 1989 & GARE, 1992) ، إضافة إلى توغل مياه البحر المالحة تحت أراضي شمال الدلتا ، وإرتفاع مستوى الماء الأرضي، وزيادة نسبة ملوحة مياه الرى التي بلغت أكثر من ٢٠٠٠ جزءاً في المليون (Kotb, et al., 2000). كما يقوم بعض المزارعين بتخصيب بعض أجزاء فرعى الدلتا والترع والقنوات المائية لاكتساب أراض جديدة لاستغلالها في بناء المنازل أو في الأنشطة الزراعية مما يؤدي إلى حدوث خلل في طاقة المجرى المائي وقدرته على حمل الرواسب.



شكل ١: موقع منطقة الدراسة في شمال دلتا النيل



شكل ٢: موقع الثلاجات المختارة في شمال إيطاليا والنرويج

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 لثلجة "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 بكربيون (١٤) After: Laumann. (1993) . (and Reeh. 1993

٢- نتائج الدراسة:

١- معدلات تراجع ثلوجات 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 الثلوجات خلال فترة الدراسة، وبلغ أوجه خلال أربعينيات القرن الماضي . وبمقارنة معدلات التراجع وفقاً لأطوال الثلوجات، نلاحظ أن الثلوجات الطويلة (أطول من ٤ كم) قد تقلصت أطوالها بمعدل يصل لنحو ٢٥ مترا / السنة ، على حين لم يتجاوز معدل تقلص الثلوجات التي تتراوح أطوالها بين ٤-٢ كم أكثر من ١٦ مترا / سنة، و حوالي ١٧ مترا / السنة للثلوجات التي تتراوح أطوالها بين ٢-١ كم ، و ١٠ كم / السنة للثلوجات التي يقل طولها عن ١ كم. واعتبارا من أواخر أربعينيات القرن (العشرين) بدأت معدلات تقلص الثلوجات في الانخفاض تدريجيا إلى أن بلغت حدتها الأدنى في السبعينيات بل تقلصت أطوال الثلوجات التي تتجاوز أطوالها أكثر من ٤ كم بمعدل حوالي ١٠ أمتر/السنة ، و حوالي ٢٠,٥ مترا / السنة للثلوجات التي تتراوح أطوالها بين ٤-٢ أمتر، أما الثلوجات القصيرة فقد تقلصت بمعدل طفيف لا يتجاوز مترا واحدا سنويا ، ثم عاودت الثلوجات زيادة تقلصها تدريجيا حتى نهاية القرن (العشرين) بمعدلات تتراوح بين ١٠ و ١٧ مترا سنويا .

a) MSS (4bands) in date 1975.

b) TM (7 bands - Thematic Mapper) in dates (1984.1985. 1987. 1990 and 1993).

c) ETM + (9 bands) in dates (1997. 2002. 2003 . 2004.2005).

كما أعتمدت على القياس من المركبات الفضائية الآتية لدلتا النيل :

a) LANDSAT 5 - TM -Natural color- Path 201- Row017

b) LANDSAT 7 -TM -Natural color- Path 201- Row017

٢- أهداف البحث:

يهدف هذا البحث إلى فهم وإدراك العلاقة بين تذبذب بعض الثلوجات الألبية في إيطاليا والنرويج كاستجابة للتغيرات المناخية وإرتفاع 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 نهر وتراجع سواحل دلتا النيل خلال القرن العشرين .

٣- الدراسات السابقة:

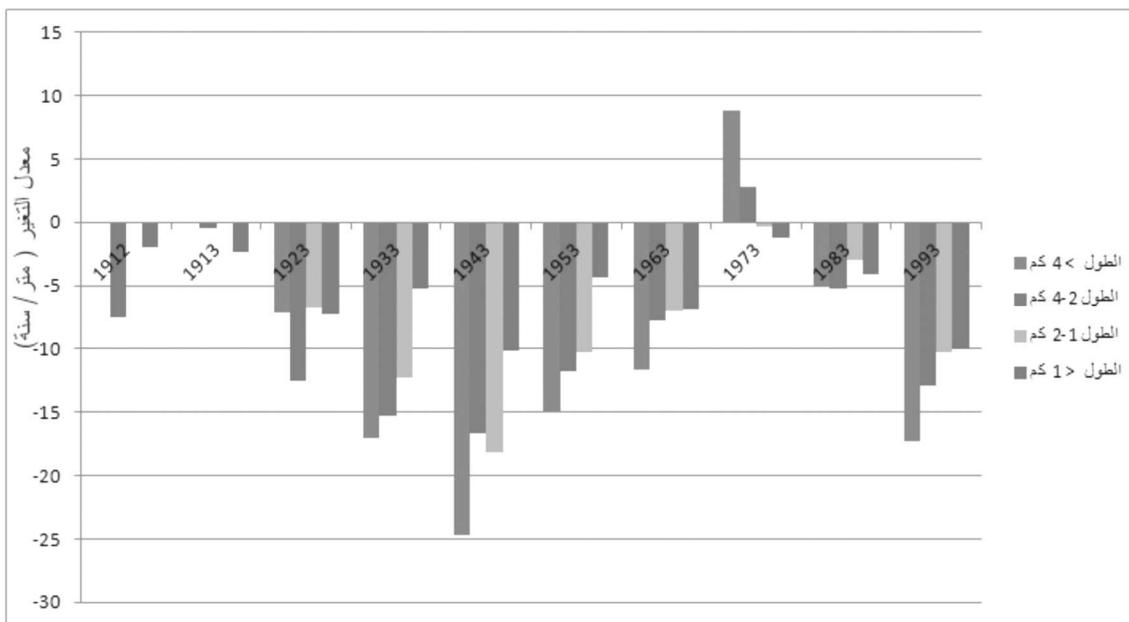
تناول العديد من الباحثين دراسة وحساب معدلات تراجع سواحل دلتا النيل إعتمادا على تحليل وتفسير المركبات الفضائية والخرائط الطبوغرافية ، إلا أنه لم تدرس من قبل العلاقة بين معدلات تراجع الثلوجات الألبية وتأكل سواحل دلتا النيل، وأهم الدراسات السابقة فهي :

(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- أساليب البحث ووسائله:

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

١ أعتمدت الدراسة على القياس من المركبات الفضائية الآتية لدلتا النيل:

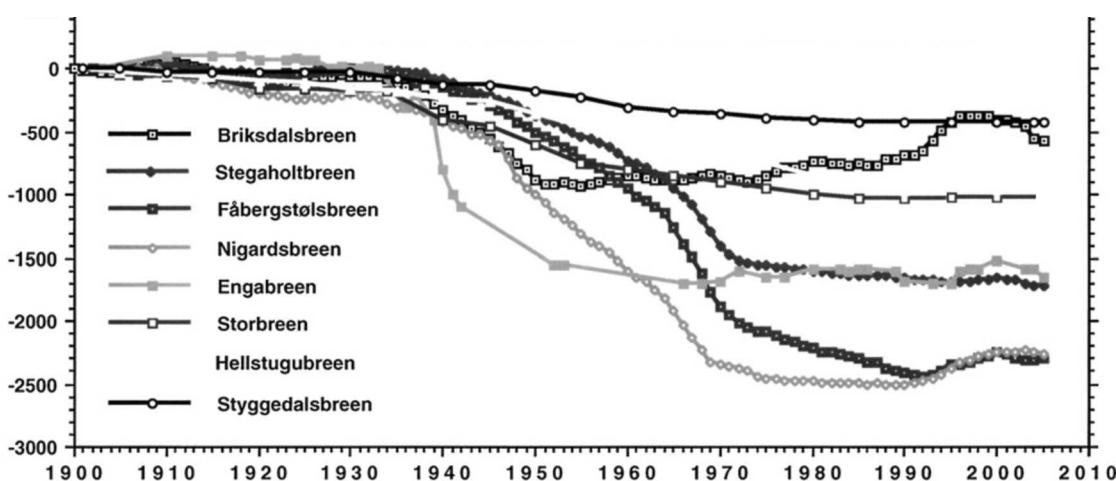


شكل ٢ : معدلات تراجع ٩٥ ثلاجة ألبية مختارة في إيطاليا بالمتر / سنة خلال القرن العشرين

سجلت بعض الثلاجات تقدما طفيفا خلال تسعينيات القرن الماضي نتيجة هطول كميات أكبر من الأمطار، فقد سجلت ١١ ثلاجة من ٢٥ ثلاجة كبيرة بالنرويج تقدما خلال فصل الشتاء عن معدلاتها المعتادة . ويوضح (شكل ٤) قيم التراجع في أطوال بعض ثلاجات النرويج بالأمتار خلال القرن العشرين، ومن دراسته نلاحظ أن جميع الثلاجات المدروسة قد بدأت في التراجع الحاد فيما بين عامي ١٩٤٠ و ١٩٥٠ إلا أنها عاودت تقدمها المحدود بعد عام ١٩٩٠ ، وسوف نتناول معدلات تراجع ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» ولسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» الجليدي بالنرويج خلال القرن العشرين كدراسة حالة فيما يلى:

٢-٢ معدلات تراجع ثلاجات النرويج:

توجد في النرويج ١٦٢٧ ثلاجة، وتقع ٩٠٠ ثلاجة منها بالقسم الشمالي من الدولة، إلا أنه ٦٠٪ من مساحة الثلاجات تقع بقسمها الجنوبي، وأكبر ثلاجات النرويج وقاربة أوروبا ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» التي تبلغ مساحتها حوالي ٤٨٧ كم٢، ويتفرع منها ٦١ لسانا جليديا، وقد بدأ القياس والتسجيل المنتظم للثلاجات النرويجية عام ١٩٠٠، ولوحظ أن مساحة الثلاجات النرويجية قد تراجعت خلال القرن العشرين بصفة عامة، إلا أنها قد سجلت تقدما محدودا فيما بين ١٩٢٥-١٩١٠، أعقبه تراجعا حادا اعتبارا من عام ١٩٣٠ في معظم ثلاجات النرويج ، إلا أن



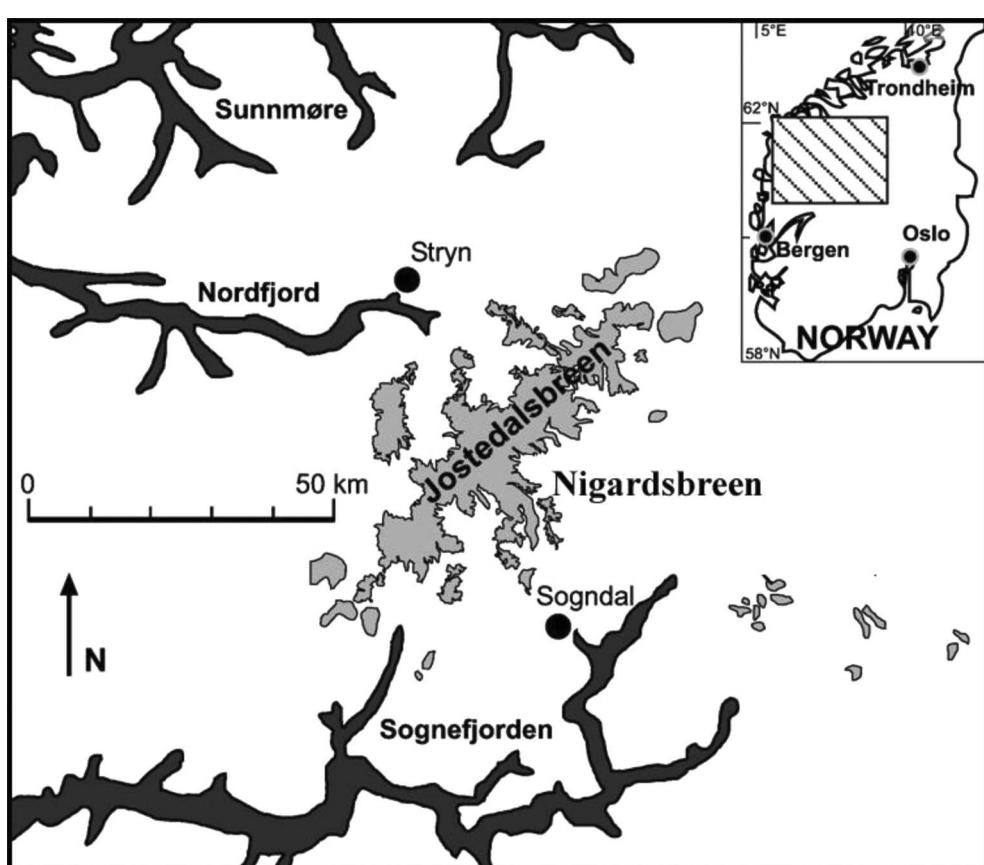
شكل ٤: قيم التناقص في أطوال بعض الثلاجات في النرويج بالأمتار خلال القرن العشرين

(After: Nesje. et al.. 2008)

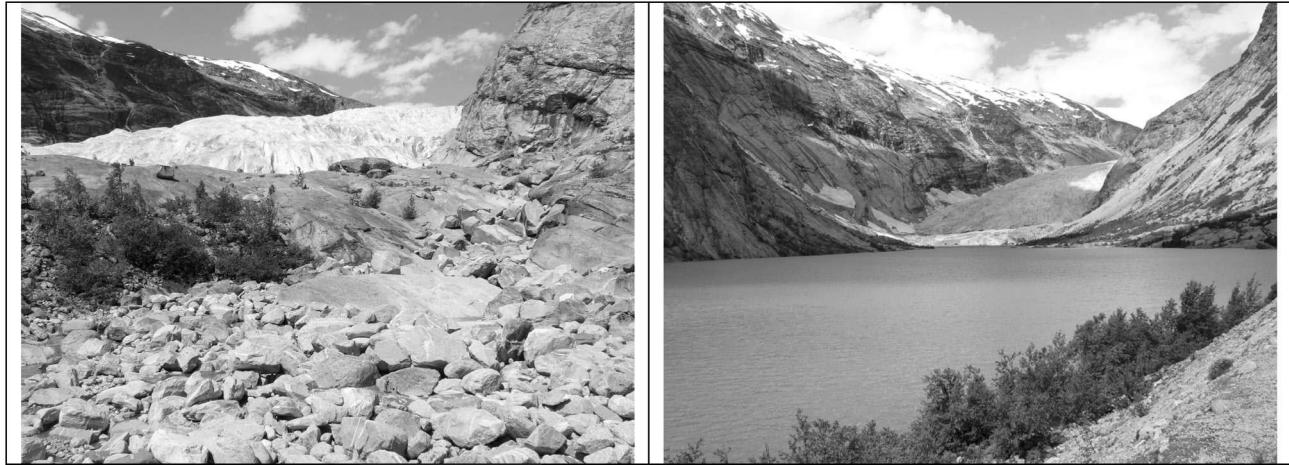
(Wold, et al..1996) (شكل ٥، صورة ١) ، وتقع نقطة التقائه بالوادي الرئيس عند تقاطع خط طول $12^{\circ} 94' 29'' E$ مع دائرة عرض $61^{\circ} 49' 22'' N$ ، ويوضح (شكل ٦) المساحة الإجمالية لتناقص الثلاجة منذ عام ١٨٤٨ وحتى نهاية القرن العشرين، ومن دراسته نتبين أن الثلاجة فقدت أكثر من ٢٠٪ من مساحتها خلال هذه الفترة، كما يشير (Wold, et al..1996) إلى أن أحد ألسنتها «بريكسدالسبرين Briksdalsbreen» تراجع مسافة ٥٠ متراً خلال بضعة شهور من عام ٢٠٠٦ ، كما أنه مع حلول نهاية العام ذاته فقد حوالي ١٤٦ متراً من طوله نتيجة إنصهار الثلج مكوناً شلالات من المياه.

١-٢-٢ معدلات تراجع ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» ولسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» الجليدي بالنرويج خلال القرن العشرين:

تقع ثلاجة «جوستندالسبرين Jostedalsbreen» عند تقاطع خط طول $61^{\circ} 55' 27'' E$ مع دائرة عرض $62^{\circ} 28' N$ ، وهي تعد أكبر الأودية الجليدية في اليابس الأوروبي وتبلغ مساحتها حوالي ٤٧٨ كم^٢، ويبلغ طولها حوالي ٦٠ كم، وأقصى س מק لتراكم الجليد بها حوالي ٦٠٠ متراً، ويبلغ منسوب أعلى قممها ٢٠٨٣ متراً ، ويترعرع منها ذراعاً جليدياً ، أطوالها ذراع أو لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» الجليدي الذي يتجاوز طوله ٣٠ كم



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

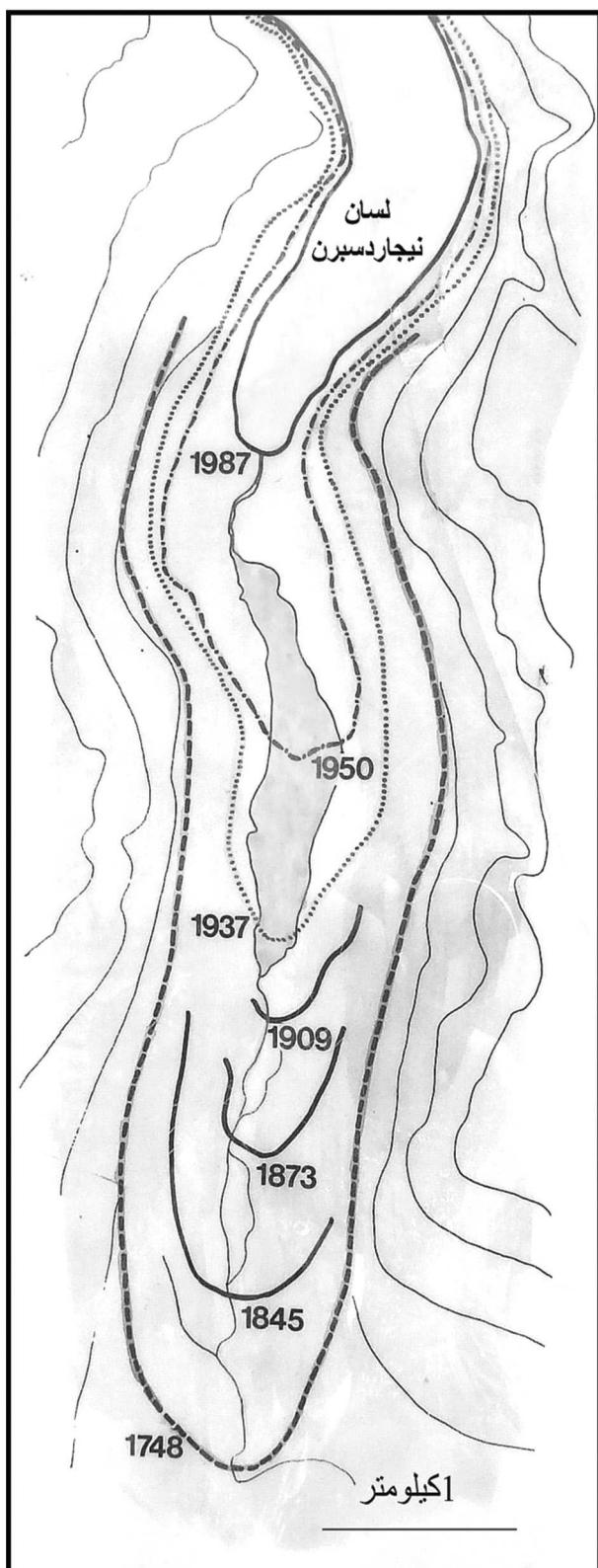


صورة ١: المظاهر المورفولوجي لمقدمة لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» وتظهر أمامها بحيرة من المياه المنصهرة بالصورة اليمنى وبقايا الركام الأمامي بالصورة اليسرى
(تصوير الباحث في ٨ يوليو ٢٠٠٧)

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 تأرجح فى طول اللسان على هيئة دورات متعاقبة من التقدم والتراجع لمسافات تتراوح بين ٤٠-٣٠ مترًا، 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 ، وتقديم آخر محدود لمقدمته حتى عام ١٩٤٠ . ولكن فى عام ١٩٤٥ تعرض اللسان الجليدى لنقلاص ملحوظ فى طوله لمسافات تتراوح بين ١٥٠-٣٠ مترًا ، واستمر في انكماسه حتى عام ١٩٧٠ ، بما يتفق مع تراجع معظم الثلوجات النرويجية خلال هذه الفترة ، ثم عاود اللسان استطالته المحدودة حتى عام ١٩٩٠ متقدماً في ذلك أيضاً مع الاتجاه العام للثلوجات المدروسة في النرويج الذي يوضحه (شكل ٤) .

٢-٢-٢-تأثير الدفع العالى على تقلص لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» بالنرويج خلال القرن العشرين:

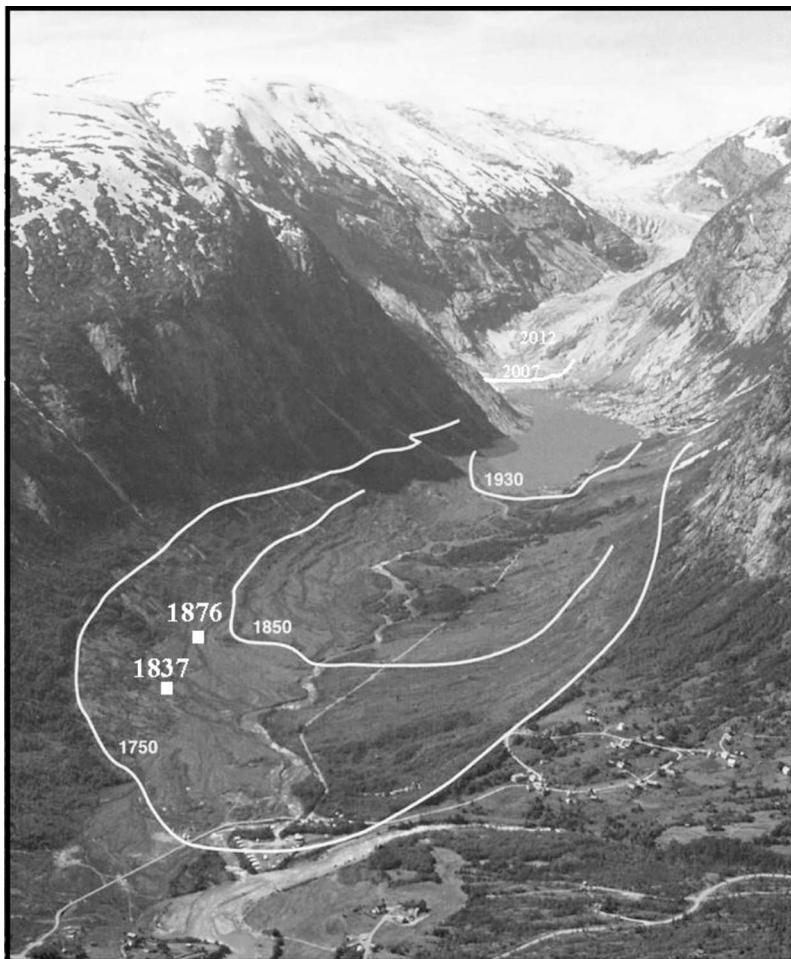
تأثير لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» بالدفع خلال القرن العشرين مما أدى إلى سرعة تراجعه وتقلصه وهو ما يوضحه (شكلا ٦ و٧)، ومن دراستهما نلاحظ أن إجمالي تقلص اللسان خلال القرن العشرين قد بلغ حوالي ٢٠٢١ مترًا ، بمعدل قدره ٢٦,٢ مترًا سنويًا ، وبدأ تقلص طوله من أواسط الأربعينيات وأستمر حتى عام ١٩٧٠ ، وبدأ بعدها في الزيادة التدريجية نظراً لزيادة كميات هطول الأمطار عن معدلاتها العادلة، إلا أن الدراسة الميدانية التي أجريت عند مقدمة اللسان الجليدى عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٢، وتحليل المرئيات الفضائية لعامي ٢٠٠٣ و٢٠١١ (شكلا ٨ و٩)، والتمييز الميداني للركامات الأمامية القديمة الذي قام به الباحث عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٢ (صورتا ٢ و٤)، وتاريخ المواد العضوية في رواسبها بكربون ١٤ (Reeh.1993)، أوضحت أنه عاود تقلصه التدريجي مكوناً بحيرة من المياه المنصهرة من الجليد بلغ طولها في شهر يوليو عام ٢٠١٢ حوالي ١٨٤٥ مترًا، كما توضح (صورة ٢) مظاهر المورفولوجي العام مرسوماً عليه تطور مقدمته فيما بين عامي ١٧٥٠-٢٠١٢ ، ومن دراسته نلاحظ زيادة معدل تقلص الثلاجة خلال الثمانين سنة المحسوبة بين عامي ١٨٥٠ و ١٩٣٠ بمقارنتها بمائتها سنة السابقة لها (١٨٥٠-١٨٥٠).



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

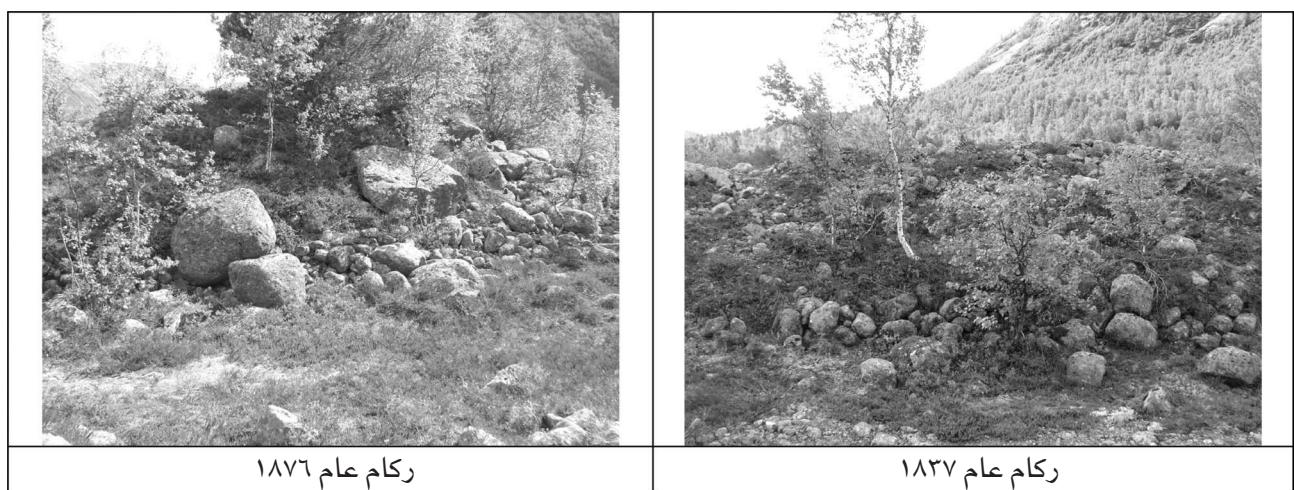


شكل ٦: تطور مساحة حوض لسان « نيجاردسبرن
خلال القرن العشرين Nigardsbreen
(After: Osterm. 1960)



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

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



صورتا ٢ و٤: ركامان أماميان تربسا عند تراجع لسان «نيجاردسبرن Nigardsbreen» الجليدي
عامي ١٨٣٧ و ١٨٧٦ (تصوير الباحث في ٢٠ يوليو ٢٠١٢)

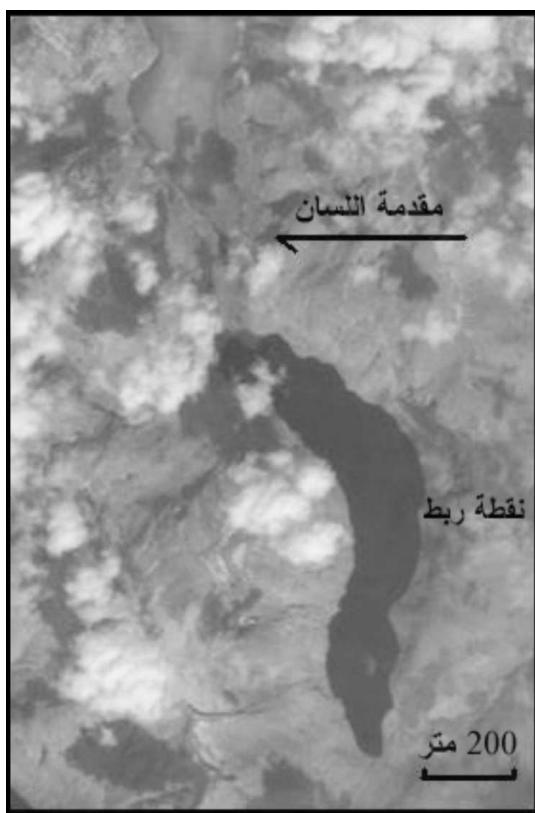


شكل ١٠: معدلات التغير في طول لسان «نيجاردسبرن» الجليدي خلال القرن العشرين

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

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

بدراسة (جدول ١) الذي يوضح معدل التغير السنوي لمواضع مقدمة لسان «نيجاردسبرن» Nigardsbreen فيما بين عامي ٢٠١١-٢٠٠٣ بالقياس من المرئيات الفضائية الموضحة (بشكلى ٨ و ٩)، نلاحظ أن اللسان قد تراجع ٥٤



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



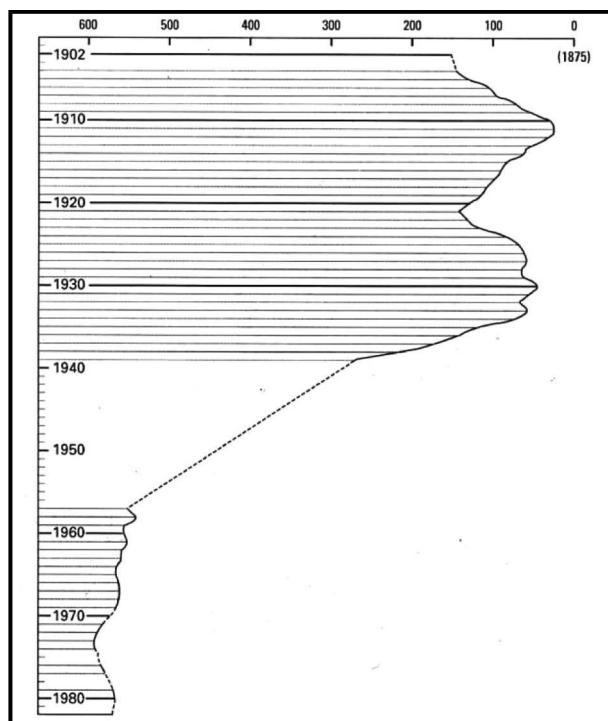
مأخوذة من مرئية فضائية بتاريخ ٦ يوليو ٢٠٠٣
LANDSAT 5 - TM -Natural color- Path 201 - Row 017

شكل ٨ و ٩ : تطور المظهر المورفولوجي للسان «نيجاردسبرن» Nigardsbreen فيما عامي ٢٠١١-٢٠٠٣ من المرئيات الفضائية

جدول ١: معدل التغير السنوي لموضع مقدمة لسان «Nigardsbreen» فيما عامي ٢٠١١-٢٠٠٣ بالقياس من المركبات الفضائية الموضحة (بشكل ٨ و٩)

السنة	عدد السنوات	المسافة بين مقدمة اللسان ونقطة الربط الأرضي بالأمتار	مسافة تراجع اللسان الجليدي بالأمتار	معدل التراجع السنوي بالأمتار
٢٠٠٣	٨	٧٢٠	٥٤	٦,٧٥
٢٠١١		٧٧٤		

٤-٢-٢- معدلات تراجع ثلاجة «بوندھوسبرین» بالنرویج خلال القرن العشرين: ثلاجة «بوندھوسبرین» Bondhusbreen «إحدى الثلاجات القصيرة بالنرویج لا يتجاوز طولها أربعة كيلومترات وتمتد بفواصل رأسية قدره ١١٠٠ متراً، ويوضح (شكل ١١) معدلات تراجع هذه الثلاجة خلال القرن العشرين، ومن دراسته نلاحظ تقلص طول الثلاجة فيما بين عامي ١٩٤٠ و١٩٥٨ بحوالى ٢٥٠ متراً.



شكل ١١: معدلات تراجع ثلاجة «بوندھوسبرین» بالنرویج خلال القرن العشرين «Bondhusbreen» (After: Ostem, 1960) بالأمتار



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

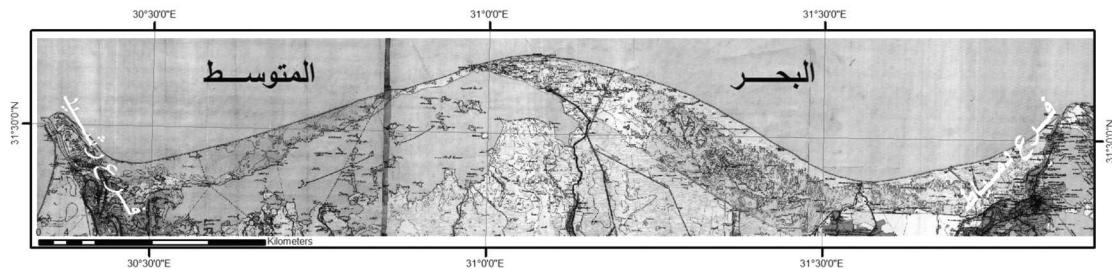


صورة ٦: رواسب غير مصنفة متبقية عن انهيار مقدمة لسان «Nigardsbreen» مأخوذة من داخل كهف ناتج عن انهيار الثلج ناظراً صوب الجنوب (تصوير الباحث في يوليو ٢٠٠٧)

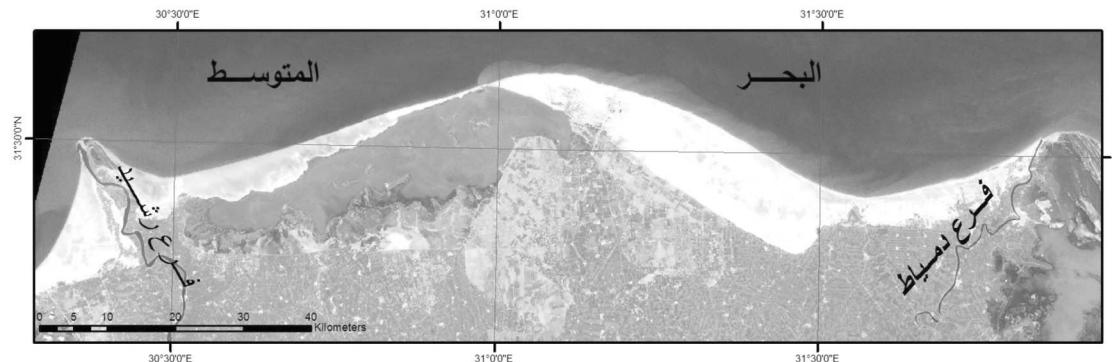
كم ٢ سنويا ، ثم تتحفظ مرة أخرى فيما بين ١٩٨٥-٢٠٠٥ إلى ١٢ كم ٢ سنويا . وبمقارنة معدلات الإرساء تفصيلا نلاحظ إنخفاض معدل الترسيب فيما بين ١٩٢٥-١٩٧٥ ، لحوالي ١٠،٠ كم ٢ سنويا ، ثم يصل لذروته فيما بين ١٩٧٥-١٩٨٥ ليبلغ ٩٣،٠ كم ٢ سنويا مواكبا لفترة الحد الأقصى للنحت، مما يشير إلى حدوث إعادة ترسيب المواد التي سبق نحتها من مواضع أخرى، ثم قل معدل الترسيب مرة أخرى فيما بين ١٩٨٥-٢٠٠٥ لنحو ٢٢،٠ كم ٢ سنويا على الرغم من ارتفاع معدلات النحت خلال تلك الفترة، مما يدل على نقل الرواسب بالتيارات البحرية لخارج سواحل الدلتا بعد الثبات النسبي لشكل خط الساحل.

٢-٣ معدلات تغير شكل خط ساحل دلتا النيل:

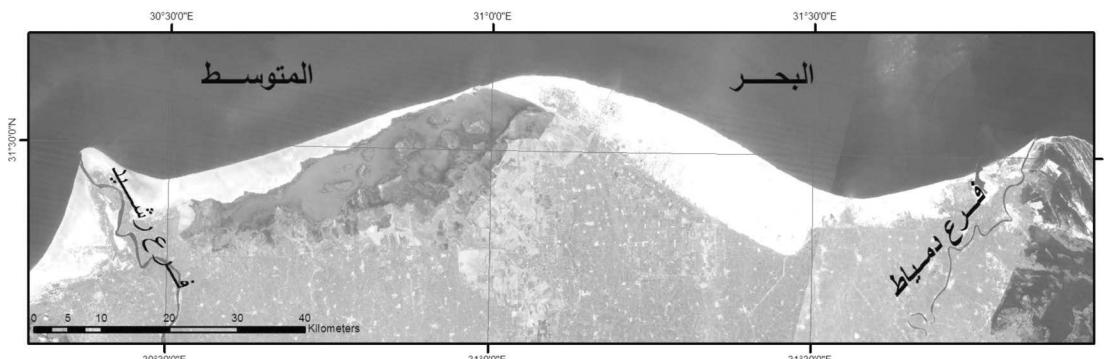
من دراسة (جدول ٢) الذي يوضح التغيرات المورفولوجية لساحل الدلتا فيما بين ١٩٢٥-٢٠٠٥ بتحليل ومقارنة خريطة طبوغرافية لعام ١٩٢٥ والمرئيات الفضائية أعوام ١٩٧٥ ، ١٩٨٥ (أشكال ١٥-١٢) ، نلاحظ أن سواحل الدلتا فقدت بالنحت حوالي ٨٠،٤٠ كم ٢ فيما بين ١٩٢٥-٢٠٠٥ بمعدل سنوي قدره ١،٠١ كم ٢، كما أكتسبت بالإرساء خلال الفترة ذاتها نحو ١٨،٥١ كم ٢ بمعدل ٠،٢٢ كم ٢ سنويا . وبمقارنة معدلات النحت خلال هذه الفترة تفصيلا نلاحظ زيادتها تدريجيا من ٩٢ كم ٢ فيما بين ١٩٢٥-١٩٧٥ ، لتبلغ ذروتها فيما بين ١٩٨٥-١٩٧٥ بمعدل ١،٢٠



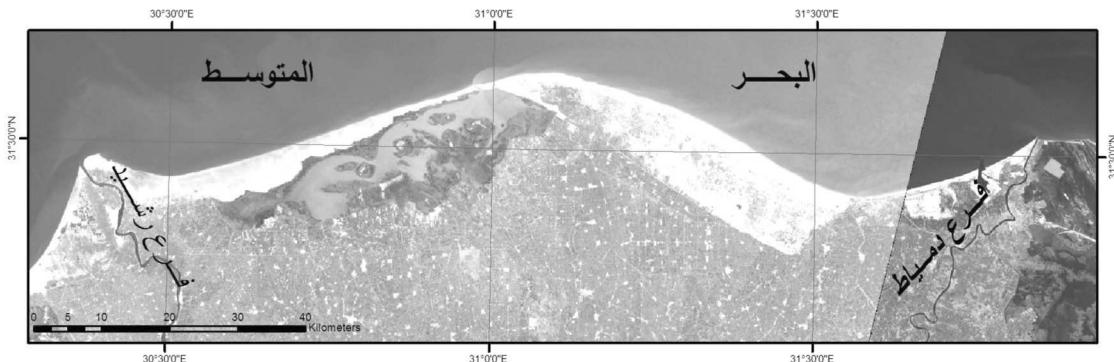
شكل ١٢: خريطة طبوغرافية لساحل دلتا النيل عام ١٩٢٥
(من خريطة طبوغرافية بمقاييس ١:٥٠٠٠٠)



شكل ١٢ : المظهر المورفولوجي لساحل دلتا النيل عام ١٩٧٥
(MSS. 4 bands. 79 m)



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



شكل ١٥ : المظاهر المورفولوجية لساحل دلتا النيل عام ٢٠٠٥
(ETM+. 9 bands. 14.25 m)

جدول ٢: التغيرات المورفولوجية تحت وإرساءاً لساحل الدلتا خلال الفترة من ١٩٢٥ حتى عام ٢٠٠٥ بتحليل^١
ومقارنة خريطة طبوغرافية لعام ١٩٢٥ والمرئيات الفضائية أعوام ١٩٧٥ ، ١٩٨٥ ، ١٩٨٥ ، ٢٠٠٥

الإرساء			النحت			الفترة الزمنية
المعدل السنوي بالكم²	المساحة (كم²)	عدد المناطق	المعدل السنوي بالكم²	المساحة (كم²)	عدد المناطق	
٠,١٠	٤,٧٨	٩	٠,٩٢	٤٦,١	١٥	١٩٧٥-١٩٢٥
٠,٩٣	٩,٣٠	٤٣	١,٢٠	١١,٩٦	٤٨	١٩٨٥-١٩٧٥
٠,٢٢	٤,٤٣	٢٨	١,١٢	٢٢,٣٤	٤٠	٢٠٠٥-١٩٨٥
٠,٢٣	١٨,٥١	٩٠	١,٠١	٨٠,٤٠	١٠٣	الاجمالي

عامي ١٩٢٥ و ١٩٨٤ ، وهي تمثل المظاهر الجيومورفولوجية قبل إتمام بناء السد العالى، والفتررة الثانية فيما بين عامي ١٩٨٤ و ٢٠٠١ ، وهي تمثل الفترة الزمنية بعد إتمام تشبيده، وقد تم إنشاء هذا الجدول اعتماداً على نتائج تحليل ومقارنة خريطة طبوغرافية عام ١٩٢٥ بمقاييس ١:٥٠٠٠٠، ومرئيات فضائيتين عامي ١٩٨٤^١ و ٢٠٠١^٢، ومن دراسته نلاحظ أن

١-٣-٢ التغيرات المورفولوجية للوحدات الجيومورفولوجية لساحل الدلتا خلال القرن العشرين :

يوضح (جدول ٢) مظاهر التغيرات المورفولوجية لساحل الدلتا فيما بين عامي ١٩٢٥ و ٢٠٠١ ، بعد تقسيمه إلى عدد من الوحدات الجيومورفولوجية، وزمانيًا لفترتين أولهما فيما بين

¹ المصدر: (نجلاء عريف ، ٢٠١٢)، نتائج أولية للمشروع البحثي المصري التونسي : أثر التحضر والأخطار الطبيعية على سواحل البحر المتوسط في مصر وتونس، مشروع ممول من وزارة البحث العلمي في مصر وتونس. تم رسم خط الساحل من مرئيات فضائية (ETM+- TM- MSS) عن طريق قياس مستوى العتبة Threshold لتحديد شواطئ المسطحات المائية وتمييزها عن المناطق المجاورة . وذلك عن طريق استخدام باند ٤ الذي يستشعر نطاق الاشعة الحمراء القريبة . المعادلة (Finch. 1997) :

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

Rw = متوسط الانعكاس في الماء

Pw = احتكاك العنصر الأرضي حين يكون الماء في الأرض المغطاة

Ric = متوسط انعكاس الأرض المجاورة مباشرة للماء

T = العتبة المميزة بين الماء وغير الماء

¹TM Data.7 bands. .28.5 m

²ETM+. 9 bands. 14.25 m

أن حركة الهبوط الأرضي غير المتوازن Tilting التي تتمركز في بحيرة المنزلة ليس لها دور فعال في نحر سواحل الدلتا . وبمقارنة معدلات الترسيب على الجوانب الشرقية لمصب رشيد ودمياط نلاحظ زيادة زيادته خلال الفترة الأولى بمصب دمياط (٢٦,٦ فدان سنويا) عن مصب رشيد (٤,٤ فدان سنويا) ، وخلال الفترة الثانية وخلال الفترة الثانية انخفض معدل الترسيب في مصب رشيد لنحو (١٥,٩ 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 الإرساء السنوي خلال الفترة الأولى (٩٣,٧ فدان سنويا) تجاوز معدل النحت السنوي (٩١,٦ فدان سنويا)، ولكن انعكس الوضع تماماً خلال الفترة الثانية ليصل معدل النحت لحوالي (١٢٠,٨ فدان / سنويا) بينما انخفض معدل الإرساء إلى (٢٩,٧ 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 فدان سنويا) ، ولكن خلال الفترة الثانية تضاعفت معدلات النحت في الجانب الغربي لمصب رشيد (٩٨,٩ فدان سنويا) ، وأنخفضت بالجانب الغربي لمصب دمياط (٣١,٨ فدان سنويا) ، مما يشير إلى

جدول ٢: التغيرات المورفولوجية للوحدات الجيومورفولوجية لساحل الدلتا
خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ٢٠٠١ بالفدان

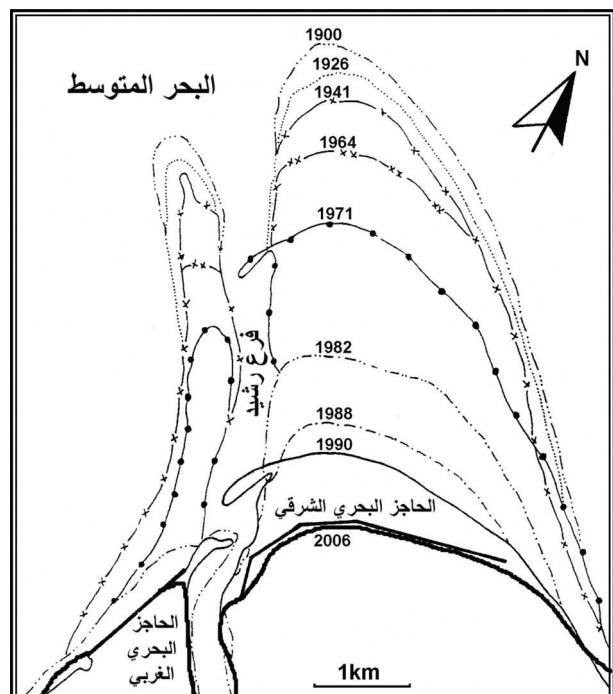
إرساء						نحت						القطاع	
٢٠٠١-١٩٢٥		٢٠٠١-١٩٨٤		١٩٨٤-١٩٢٥		٢٠٠١-١٩٢٥		٢٠٠١-١٩٨٤		١٩٨٤-١٩٢٥			
معدل الإرساء السنوي	إجمالي الإرساء	معدل الإرساء السنوي	إجمالي الإرساء	معدل الإرساء السنوي	إجمالي الإرساء	معدل النحت السنوي	إجمالي النحت	معدل النحت السنوي	إجمالي النحت	معدل النحت السنوي	إجمالي النحت		
-	-	-	-	-	-	٦١	٤٦٣٤	٩٨,٩	١٦٨٢	٥٠	٢٩٥٢	عرب مصب رشيد	
٢١,٧	١٦٥١	١٥,٩	٢٧٠	٢٢,٤	١٢٨١	-	-	-	-	-	-	شرق مصب رشيد	
١٤,٨	١١٢٦	-	-	١٩,١	١١٢٦	-	-	-	-	-	-	غرب بحيرة البرلس	
١٩,٦	١٤٩٠	٨,٩	١٥٢	٢٢,٧	١٢٣٨	-	-	-	-	-	-	شرق بحيرة البرلس	
-	-	-	-	-	-	٣٩,٤	٢٩٩١	٣١,٨	٥٤١	٤١,٥	٢٤٥٠	غرب مصب دمياط	
٢٠,٧	١٥٧٢	-	-	٢٦,٦	١٥٧٢	-	-	-	-	-	-	شرق مصب فرع دمياط	
٢,٦	١٩٧	٤,٩	٨٣	١,٩	١١٤	-	-	-	-	-	-	أجزاء مختلفة من الساحل	
٧٩,٤	٦٠٣٦	٢٩,٧	٥٠٥	٩٣,٧	٥٥٣١	١٠٠,٣	٧٦٢٥	١٣٠,٨	٢٢٢٣	٩١,٦	٥٤٠٢	المجموع بالفدان	

تناقص معدلات تراجع الثلاجات الألبية في إيطاليا والنرويج خلال تلك الفترة ، إلا أنه لم يتمكن الباحث من اختبار هذه الفرضية، نظراً لبناء عدد من السدود بمنطقة مصب فرع 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، وتكون خليج خلف الطرف الجنوبي الغربي للحاجز البحري الغربي (الحاجز الصيني)، مما يشير إلى استمرار عمليات النهر ولكن بمعدلات أقل بسبب منشآت حماية المصب (شكل ١٦).

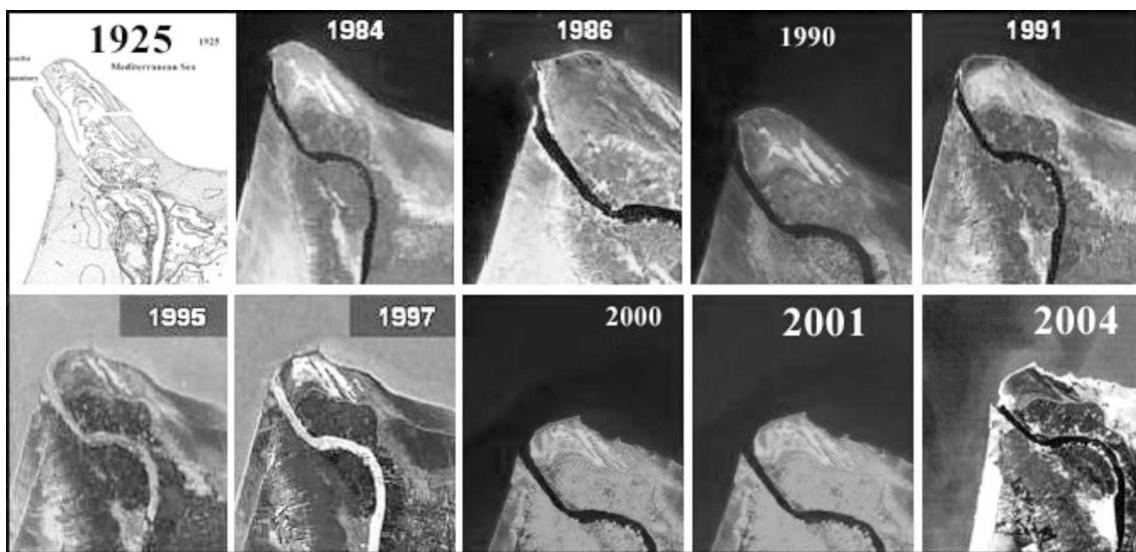


شكل ١٦: تغير المظهر المورفولوجي لمصب فرع رشيد خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ٢٠٠١
بمقاييس خريطة طبوغرافية عام ١٩٢٥ بمقاييس ١:٥٠٠٠٠ (TM 7 bands. 14.25 m ٢٠٠١) ومرئية فضائية عام ٢٠٠١

٢-٣-٢ معدلات نحت مصب فرع رشيد:
بدراسة (جدول ٤ وأشكال ١٨-١٦) 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 للنهر والتراجع بعد عام ١٩٧١ ، ويتركز معظمها خلال الفترة بين (١٩٧١-١٩٩٠) ، ولكن لوحظ انخفاض معدلات تراجع مصب فرع رشيد خلال العقد الأخير من القرن العشرين وأوائل القرن الحالي، بسبب تشبيب منشآت حماية المصب، وربما يرجع ذلك إلى انخفاض وتيرة التغيرات المناخية المسئولة عن



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



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

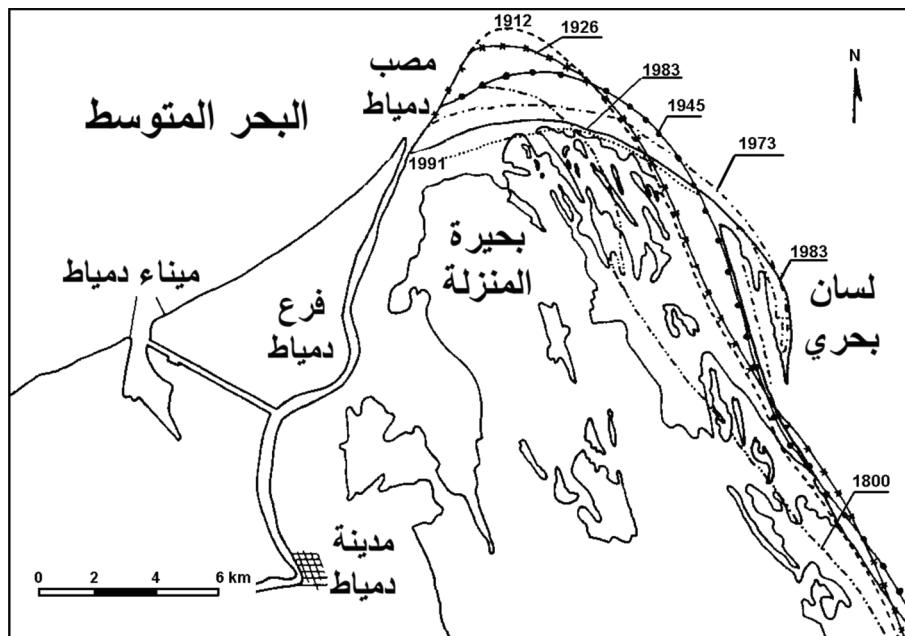


شكل ١٩: المظاهر المورفولوجى للجانب الغربى لمصب فرع رشيد عام ٢٠١٢ وتظهر به آثار
النحت البحري المعاصر عند الطرف الجنوبي الغربى للحاجز资料 for the Chinese
الاكتشاف الرأس (www.googleearth.com رقم ٩)

السد العالى، وساهم التيار البحري الغربى في نقل الرواسب
من المصب وإعادة ترسيبها على الجانب الشرقي وبناء لسان
بحري بلغ طوله ٤,٥ كم عام ١٩٨٣ سجله (Frihy, 1988)
من دراسته للصورة الجوية المتقطعة في هذه السنة (شكلا
٢٠ و ٢١).

٣-٣-٣ معدلات نحت مصب فرع دمياط:

تعرض مصب دمياط للنحت والتراجع ، وقد بدأ تراجعه
عام ١٩٠٠ أيضا بصورة مشابهة لما حدث لمصب رشيد ،
حيث فقد مساحة تقدر بحوالي ٢٠٠٠ فدان خلال القرن
العشرين (جدول ٢) ، وتراجع المصب مسافة تقدر بحوالي
٢,٧ كم خلال الفترة بين عامي ١٩٠٠ و ١٩٧٣ بمعدل يتراوح
بين ٢٥ و ٤٠,٧ مترًا / 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 بمقاييس ١:٥٠٠٠٠ وخرائط فضائية عام ٢٠٠١ TM 7 bands 14.25 m)

البحر، إلا أنه بعد إتمام بناء السد عام ١٩٧٠ تناقصت كمية الرواسب المنقولة إلى أقل من ١٥ مليون طن سنويًا ، 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 لجاني 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 ٢٧,٤٧ متراً في السنة للجانب الغربي و ٢٢,٣ متراً في السنة للجانب الشرقي. ولكن بعد بناء السد العالي (١٩٧١-١٩٧١) أرتفع المعدل لنحو ٤٢,٨٥ و ٩٠,٤٢ متراً /السنة للجانبين الغربي والشرقي على التوالي، أي تضاعف معدل النحت ثلاثة أمثاله بعد بناء السد العالي.

٤-٣-٢ دور بناء السد العالي في تراجع سواحل الدلتا:

قبل بناء السد العالي كان نهر النيل يفيض بين شهرى أغسطس وأكتوبر حاملاً معه كميات كبيرة من الطمي يلقى بها أمام مصبيه في البحر المتوسط عند رشيد ودمياط، وتناقص حمولته النهرية من ٣٤ بليون متر^٣ سنويًا قبل الشروع في بناء السد إلى أقل من ثلث هذه الكمية بعد إتمام بناءه ، 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 ١٨٠-٦٠ مليون طن سنويًا ، وكان الطمي المترسب أمام المصبين يعد مصدرًا أساسياً لرواسب ببناء الدلتا وتقديمها الحيث على حساب

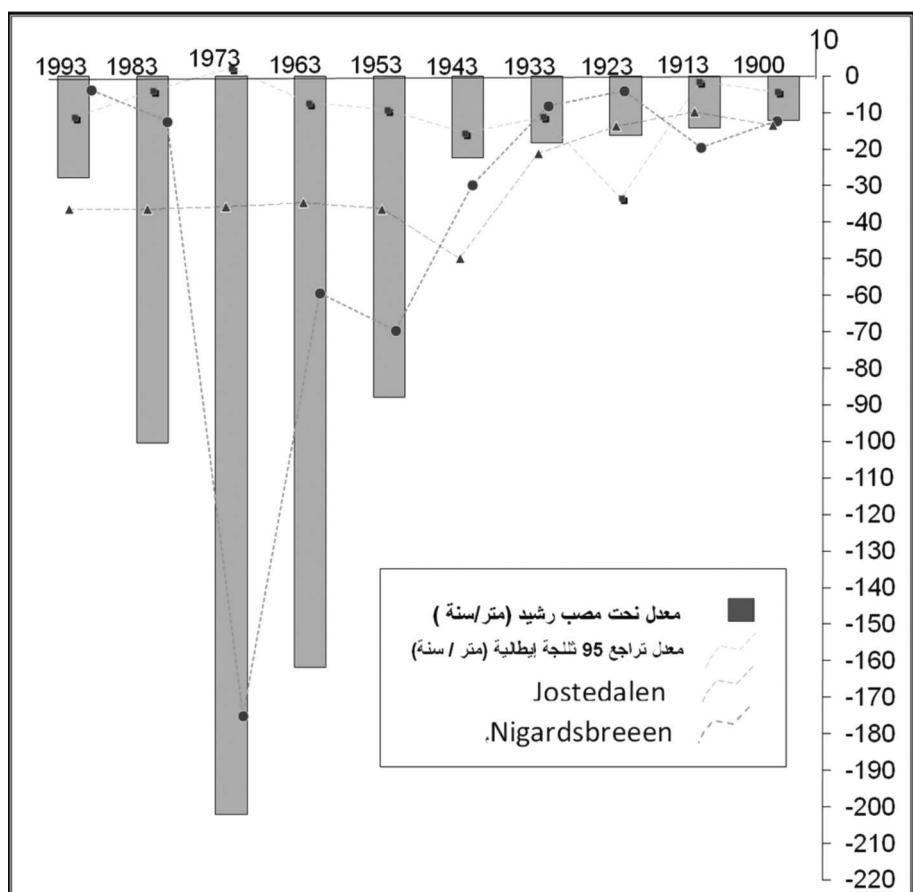
جدول ٤: تأثير بناء السد العالي على التغير الطولي لجاني مصب رشيد خلال الفترة من ١٩٠٠-٢٠٠٦ بالأمتار

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	٢٢٠,٢	١٩٢٦-١٩٠٠
٧,٣	١٠٩,٥	١٥,٣	٢٢٩,٥	١٩٤١-١٩٢٦
٤٠	٩٢٠	٢٠,٤	٤٦٩,٢	١٩٦٤-١٩٤١
١٠٠	٧٠٠	٨٩,٣	٦٢٥,١	١٩٧١-١٩٦٤
٢٧,٤٧	١٩٥٠,٥	٢٣,٣	١٦٥٤	١٩٧١-١٩٠٠
٢٨١,٢	٣٠٩٣,٢	١٠٦,٤	١١٧٠,٤	١٩٨٢-١٩٧١
١١,٩	٧١,٤	٩٥,٨	٥٧٤,٨	١٩٨٨-١٩٨٢
صفر	صفر	١١٧,٥	٢٢٥	١٩٩٠-١٩٨٨
صفر	صفر	٣٥,٦	٥٦٩,٦	٢٠٠٦-١٩٩٠
٩٠,٤٢	٣١٦٤,٦	٧٢,٨٥	٢٥٤٩,٨	٢٠٠٦-١٩٧١
٤٨,٢٥	٥١١٥,١	٣٩,٦٦	٤٢٠٣,٨	المجموع الكلي

قبل بناء السد
العاٰي

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

يوضح (شكل ٢٢) وجود علاقة إرتباط قوية بين معدلات تراجع الثلوج المختارة في إيطاليا والنرويج ومعدل نحت مصب رشيد خلال القرن العشرين بالمتر/ سنة، وخاصة خلال الفترة الزمنية المحسورة بين منتصف الأربعينيات والثمانينات، حيث تزايد معدل تراجع الثلوج الإيطالية والنرويجية وسواحل الدلتا على السواء ، وهي تتزامن مع الثورة الصناعية وتزايد استخدام الوقود الأحفوري في العالم ، ولكن تناقصت معدلات تقلص الثلوج الآلية خلال العقد الأخير من القرن العشرين بصورة ملحوظة، وواكب تناقص معدلات تراجع سواحل الدلتا، ولكن بسبب تشييد بعض المنشآت الصناعية لحماية خط الساحل، وخاصة عند بروزات الدلتا الثلاثة، وهي مصبب رشيد ودمياط وبوغاز بحيرة البرلس وشاطئ بطيم .



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

٣- الخلاصة:

٤- قائمة المراجع:

١. تراب ، محمد مجدى (١٩٩٥) ، مقالات فى تأثير بناء السد العالى على جيومورفولوجية فرع دمياط ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٨٦ ص.
٢. Abdela, F.A., (1987), Hydrographic condition on the Eastern side of Rosetta mouth. M.Sc. Thesis. Alex. Univ. , 136 p.
٣. 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.
٤. 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.
٥. El-Ashry, M.T. and Wantless, H.R., (1967), Shoreline feature and their changes, Photogram. Eng., Vol.33, No. 2,pp.1849-.
٦. 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.
٧. 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.
٨. 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.
٩. Finch, J.w., (1997), Mentoring small dams in semi-arid regions using remote sensing and GIS . Journal of hydrology, Vol.203,pp.435 - 48.

نستخلص مما سبق أن ظاهرة تراجع الدلتا بدأت مع بداية القرن العشرين متزامنة مع التغيرات المناخية وإقامة عدد من مشروعات التحكم في مائة النهر، ولكن كان ساحل الدلتا يتراجع بمعدلات طفيفة تكاد تكون متوازنة مع معدلات تقلص الثلاجات الألبية محل الدراسة، ولكن خلال الفترة المحصورة بين منتصف الأربعينيات والثمانينيات، ساهمت التغيرات المناخية في تسارع وتيرة تقلص الثلاجات الألبية المختارة في إيطاليا والنرويج وتراجع سواحل الدلتا على السواء، وساعد إنشاء السد العالى فيما بين منتصف السبعينيات والثمانينيات في تفاقم مشكلة تراجع سواحل الدلتا لحدتها الأقصى ، حيث كانت سواحل الدلتا تتسم بالتوازن قبل إنشاءه وكانت تعيد تعويض ما فقدته من أراض حتى إكمال بناء السد العالى، أي أن معدلات الإرساب (٩٣,٧ فدان سنويا) كانت تساوى بل تزيد عن معدلات النحت (٩١,٦ فدان سنويا)، على الرغم من تعرضها لظاهرة الدفع العالمي، ولكن ساهم حجز حمولة النيل من المواد الصلبة وإطماءها على قاع بحيرة ناصر وتوقف بناء الدلتا في حدوث خلل في توازن سواحلها .

إلا أن معدلات تقلص الثلاجات الألبية تناقص خلال العقد الأخير من القرن العشرين، مما قلل من معدلات تأكل 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 رواسه للشرق وإعادة ترسيبها واكتساب أراض جديدة شرق المصبات، إلا أنه يكاد ينعدم تأثير حركة الهبوط الأرضي غير المتوازنة Tilting التي تتركز عند قاع بحيرة المنزلة في زيادة معدلات نحت القسم الشرقي من ساحل الدلتا. أي تضافر تأثير التغيرات المناخية مع العوامل المحلية لدلتا النيل ، وساهمت معاً في تراجع سواحلها خلال القرن العشرين.

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.