الفصل 6: القطب الجنوبي

Ryan L. Fogt, Editor

ترجمة: فاطمة الزهراء احديدو

a) نظرة عامة - R. L. Fogt and T. A. Scambos

بالمقارنة مع مناطق العالم الأخرى فإن تفصيل تغيرات المناخ في القطب الجنوبي ليست بالأمر الهين, وهذا راجع بالأساس إلى نوعية وكمية المعطيات المتوفرة. إن معطيات إعادة تحليل الغلاف الجوي- التي تملأ الفراغ الكبير الذي تعرفه البيانات المكانية في القطب الجنوبي – تعتمد بقوة على معطيات الساتل (Bromwich et al. 2007) وهذا ما يجعل تحليل المناخ الواسع النطاق بالنسبة لخطوط العرض العليا الجنوبية مقتصر على ما بعد 1979. في ضوء هذا السجل القصير نسبيا، تم وصف مجموعة من حالات شذوذ المناخ المهمة في القطب الجنوبي خلال سنة 2008 في هذه الفقرة.

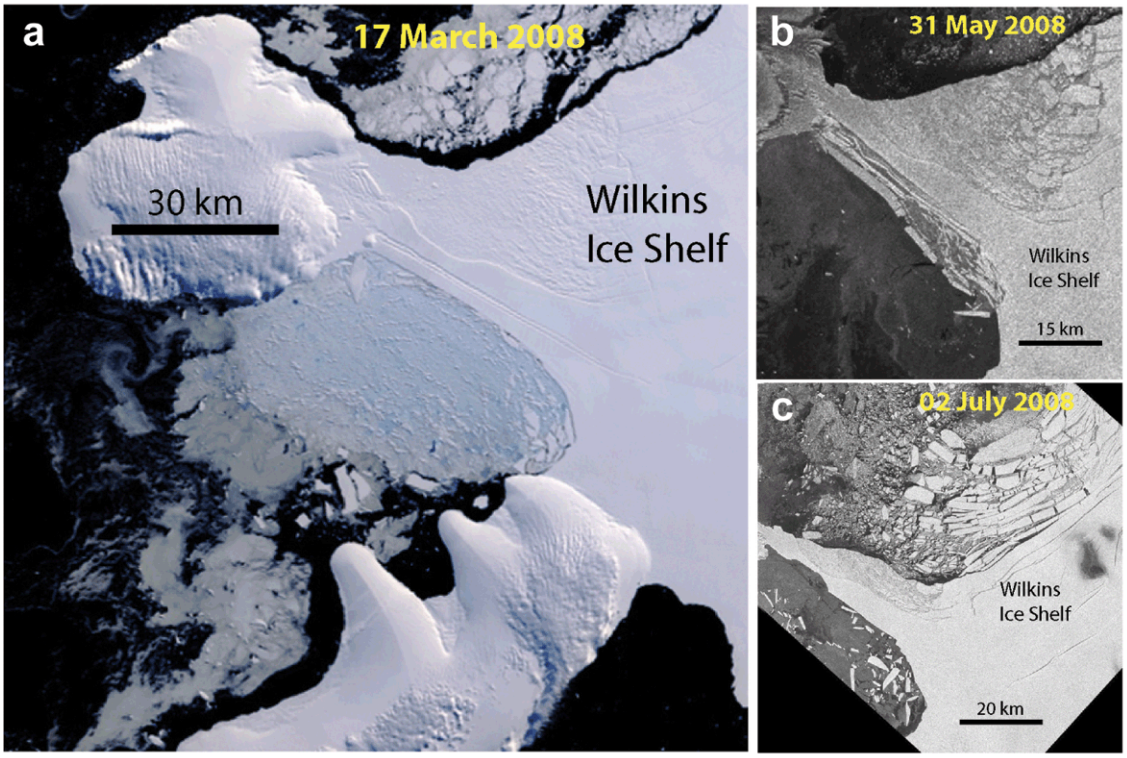
على العموم، فقد استحوذ على السنة طور إيجابي للنمط الحلقي للنصف الجنوبي للكرة الأرضية (SAM). عرفت سنة 2008 سخونة شديدة على طول شبه جزيرة القطب الجنوبي والقطب الجنوبي الغربي، وبشكل جد ملحوظ في شهري شتنبر و دجنبر، كما كانت جيوب سخونة أخرى على طول السواحل الشرقية للقطب الجنوبي. لقد برزت أحداث النينيا المعتدلة في الصيف الجنوبي لسنة 2007-2008 و 2008-2009. وقد أدى تزامن هذه الأحداث مع الأطوار الإيجابية لSAM إلى تضخيم الاستجابة الجهوية في غرب و شبه جزيرة القطب الجنوبي (e.g Fogt and Bromwich 2006). و قد تمت ملاحظة هذا بشكل خاص في تغيرات تركيز الجليد البحري في بحري أموندسين و بلنجشوسن و الذي استمر في الانخفاض خلال سنة 2008، متناسقا مع سخونة المنطقة وربما مساهما فيها. .كان أيضا شذوذ التساقطات أكثر من المعتاد في أجزاء من شبه جزيرة القطب الجنوبي في الشتاء الجنوبي بسبب تأثيري النينيا و النمط الحلقي (SAM). أدى الطور الايجابي ل SAM إلى تسجيل أعلى امتداد إجمالي للجليد البحري في القطب الجنوبي في كثير من مطلع سنة 2008 من خلال تعزيز نقل إكمن نحو خط الاستواء. ومع درجات الحرارة القارية الأكثر برودة في هذا الوقت، عرف موسم ذوبان الثلوج في صيف 2007-2008 الجنوبي ضعفا كبيرا, جاعلة منه ثاني أقصر موسم ذوبان منذ 1978, تاريخ بداية السجل. كان الستراتوسفير السفلي القطبي باردا بشذوذ في الليل واعتبر ثقب الأوزون لعام 2008 هو السادس الأسوأ في السجل و المستمر على غير العادة.

كان تفكك وتراجع الجرف الجليدي ويلكنز في جنوب غرب شبه الجزيرة حدثا إضافيا مهما في سنة 2008 (شكل 6.1). وقعت ثلاثة أحداث تكسر: الأول في آخر موسم الذوبان الصيفي (29 فبراير- 6 مارس, شكل 6.1a) و الحدثين الآخرين في خريف و شتاء 2008 (من 27 مايو إلى 31 مايو ، شكل 6.1b؛ من 28 يونيو إلى منتصف يوليوز, شكل 6.1c). فقد خسر الجرف الجليدي 431 كلم^2 في الحدث الأول و 160 كلم^2 في الحدث الثاني في حين شهد انشعابا و تصدعا بحوالي 6000 كلم^2 في حدث الشتاء (من أصل مساحة إجمالية تقدر ب 13.680 كلم^2 قبل أحداث التكسر, شكل 6.1). إن تحليل التكسر و تطور الجرف الجليدي ويلكنزالمؤدي لهذه الأحداث يقترح إما أن تكون طبقة الذوبان والملوحة المسببة في تعزيز الانكسار تؤذي إلى التراجعات أو أن الذوبان القاعدي للطبقة الساخنة القريبة من السطح و طبقة الجرف الجليدي العميقة للمحيط هو السبب في ضعف صفيحة الجليد

(Scambos et al. 2009; Pedman et al., in press; Braun et al., 2008) . تعتبر حركة الموج في المحيط عاملا مساهما إضافيا مشكوك فيه. إن الفترة الممتدة لحالة انعدام الجليد قرب ويلكنز قد عرضت واجهة الجرف مباشرة لتماوج المحيط المفتوح في كثير من النصف الأول من السنة. تشير كل

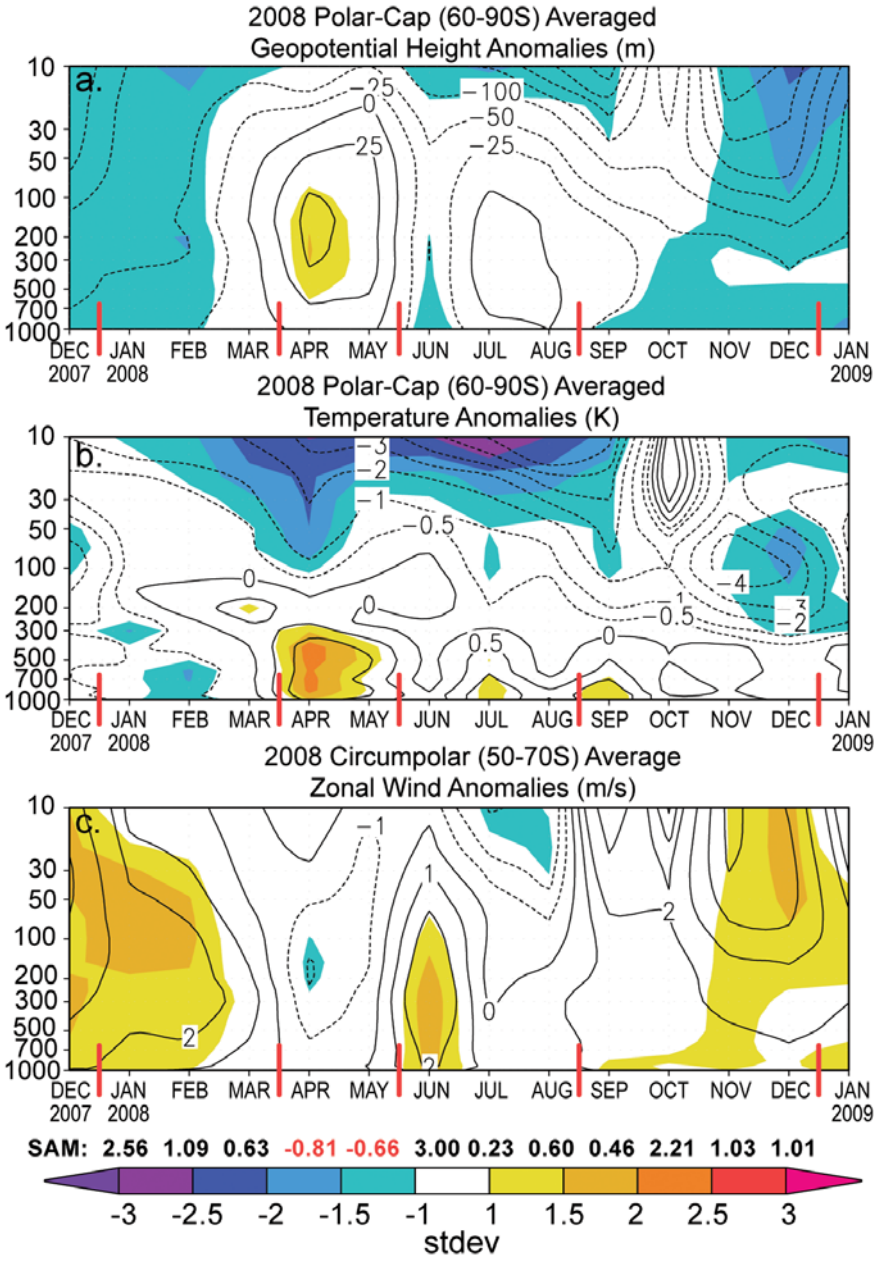
هذه النماذج و الفرضيات إلى عواقب استمرار سخونة المناخ و تراجع الجليد البحري على الجليد في منطقة شبه الجزيرة.

عرفت سنة 2008 تطورات جديدة في علم مناخ القطب الجنوبي, أهمها تم نشره في مجلات بارزة في *Nature Geoscience* من طرف Gillett et al. (2008) و *Nature* من طرف Gillet et al. (2009). حلل Gillett at al. (2008) محاكاة نموذج المناخ المقارن بدقة و أثبت أن النشاط الإنساني يساهم في سخونة ليس فقط القطب الشمالي بل و الجنوبي على حد سواء. برهن Steig et al. (2009) أن السخونة المرتفعة منذ السنة الجيوفيزيائية العالمية (IGY, 1957-1958) - و التي كان يعتقد سابقا أنها مقتصرة على شبه جزيرة القطب الجنوبي- هي أكثر اتساعا في الامتداد الفضائي, ممتدة نحو غرب القطب الجنوبي و تقريبا نحو شرق القطب الجنوبي. بالإضافة إلى ذلك, ظهر مؤخرا تقرير ملخص (Mayewski et al. 2009) عن الآليات المهمة والتغيرات الطويلة المدى لنظام المناخ الكامل بالقطب الجنوبي. ساعدت هذه المخطوطات و أخرى مثلها في تخصيص مكانة لتغيرات مناخ القطب الجنوبي الحديثة الموصوفة هنا داخل إطار تغير المناخ العالمي. إلا أن التغاير الواسع من سنة إلى أخرى بالنسبة لخطوط العرض العليا الجنوبية عقد الأمر من خلال جعل كشف الاتجاه أمرا صعبا. لذلك فإن القيم القصوى للتسجيل الموسمي لامتداد الجليد البحري في القطب الجنوبي في بداية و آخر 2008, على سبيل المثال, ليست دليلا على التغير العالمي للمناخ مادام لا يمكن استخلاص الاتجاهات الطويلة المدى لامتداد الجليد البحري للنصف الجنوبي للكرة الأرضية انطلاقا من الرصدات الشهرية الموسمية المنبثقة من السياق الفضائي و الزمني.



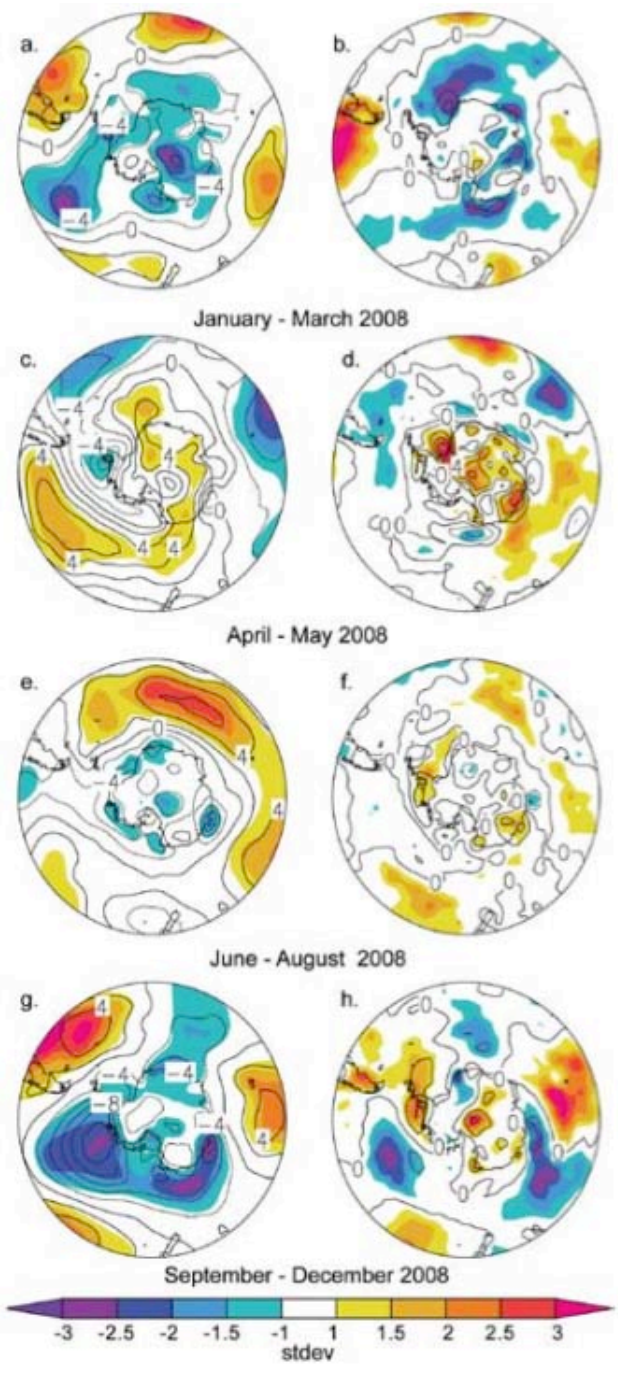
الشكل 6.1: أحداث تكسر الجرف الجليدي ويلكنز في سنة 2008 a) صورة مقياس طيف الأشعة المعتدل الاستبانة (MODIS) في النطاق 1 و ذلك 10 أيام بعد نهاية الحدث الأول ؛ b) صورة Envisat ASAR أثناء الحدث الثاني ؛ c) صورة Envisat ASAR أثناء الحدث الثالث. حق المؤلف بالنسبة لصور Envisat ASAR هو لوكالة الفضاء الأوروبية.

b) حركة الغلاف الجوي - R. L. Fogt and S. Barreira



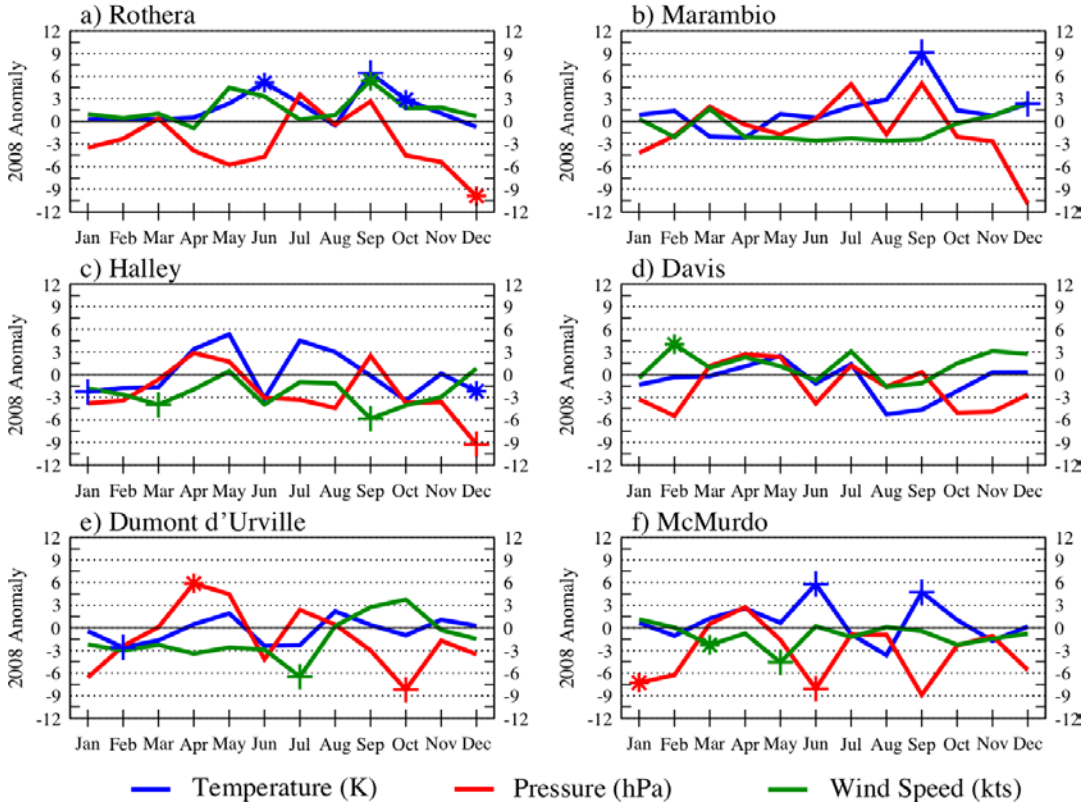
الشكل 6.2: شذوذ المتوسط النطاقي لمتغيرات المناخ في القطب الجنوبي لسنة 2008 بالنسبة إلى الفترة 1979-2007. a) شذوذ متوسط الارتفاع جهد أرضي في الحد الأعلى القطبي (متر) ؛ b) شذوذ متوسط درجة الحرارة (كلفن) ؛ c) شذوذ متوسط الرياح (متر في الثانية). القيم المطلقة للشذوذ محاطة, والرسوم مظللة وفقا لعدد الانحرافات القياسية للشذوذ عن متوسط الفترة 1979-2007 (العمود الملون في الأسفل يمثل المقياس). تشير الأعمدة العمودية الحمراء إلى الأربع فترات المتفرقة التي تبين الشذوذ المكاني للمناخ في سنة 2007 في الشكل 6.3. فاصل الخطوط الأولي هو a) 50 متر b) 1 كلفن و 2 متر في الثانية في c) مع خطوط إضافية بالنسبة ل 25±متر, 0.5±كلفن, 1±متر/الثانية في a), b) وc) على التوالي. قيم

المؤشر SAM مبينة في الأسفل بالأسود والأحمر (http://www.antarctica.ac.uk/met/gjma/sam.html). البيانات هي مأخوذة من إعادة تحليل NCEP-NCAR.



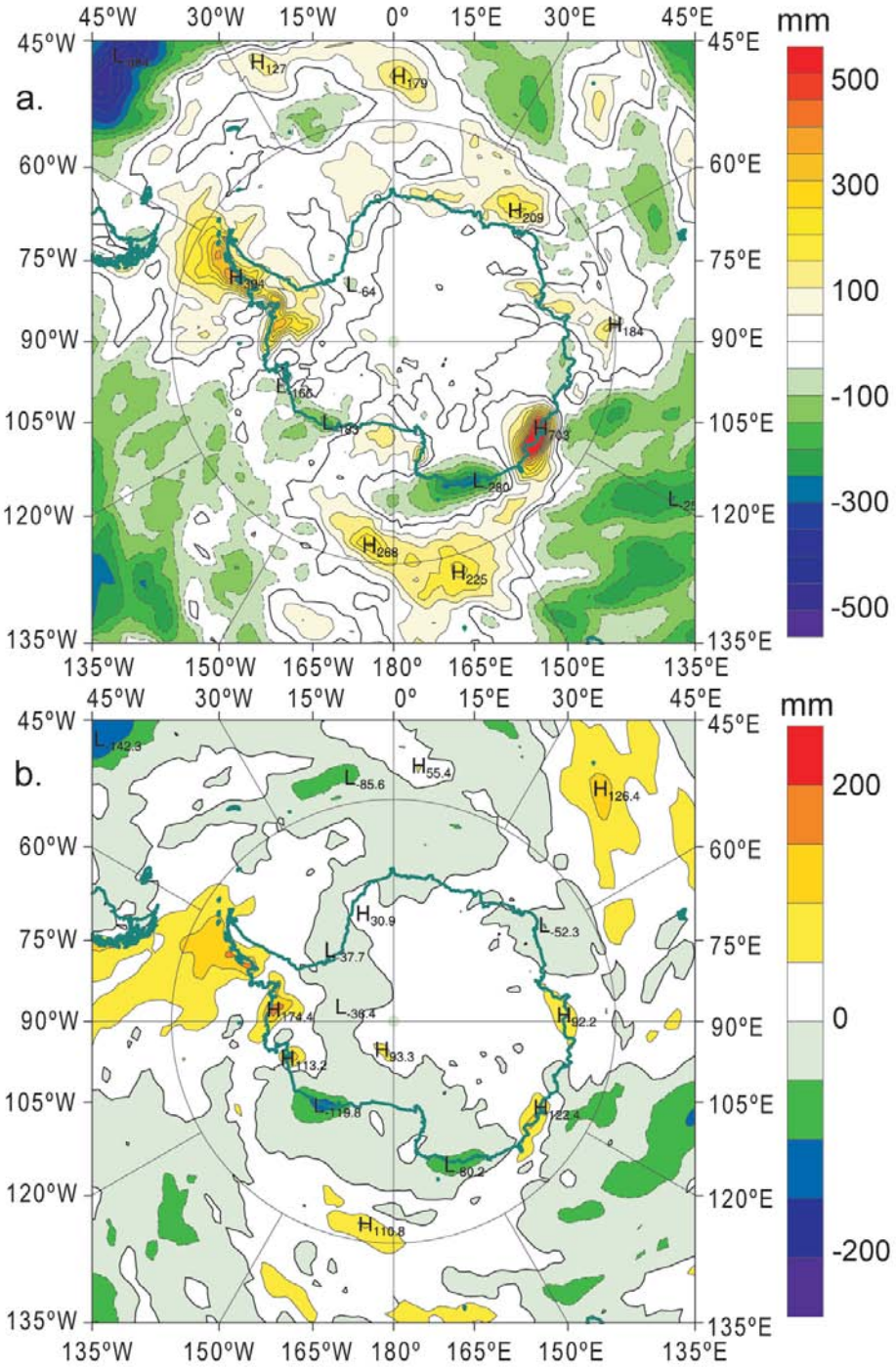
الشكل 6.3: خطوط شذوذ الضغط السطحي (يسار) وشذوذ درجة الحرارة السطحية (يمين) بالنسبة لمناخ 1979-2007 لأربع فترات مختلفة. المناطق المظللة تمثل عدد الانحرافات القياسية للشذوذ عن متوسط الفترة 1979-2007, كما هو مبين في الشكل 6.2. البيانات هي مأخوذة من إعادة تحليل NCEP-NCAR.

c) رصدات المحطات السطحية - S.Colwell and J.Turner



الشكل 6.4: شذوذ محطات القطب الجنوبي في سنة 2008. شذوذ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة (كلفن), MSLP(هكتوباسكال) وسرعة الرياح (متر في الثانية) مبين بالنسبة لست محطات تمثيلية. العلامات (+) تشير إلى الأرقام القياسية للشذوذ لكل الفترة, في حين تشير العلامات النجمية (*) لثاني أعلى شذوذ لكل محطة. بيانات المحطات المناخية بدأت في سنة 1976 لروثيرا ؛ 1970 لمرابيو (1983 بالنسبة لسرعة الرياح في مرابيو) و 1956-1957 بالنسبة للمحطات الأخرى. الفترة الأساس المستعملة لحساب الشذوذ هي 1979-2007 بالنسبة لكل المحطات باستثناء روثيرا التي كانت فترتها الأساس هي 1976-2007.

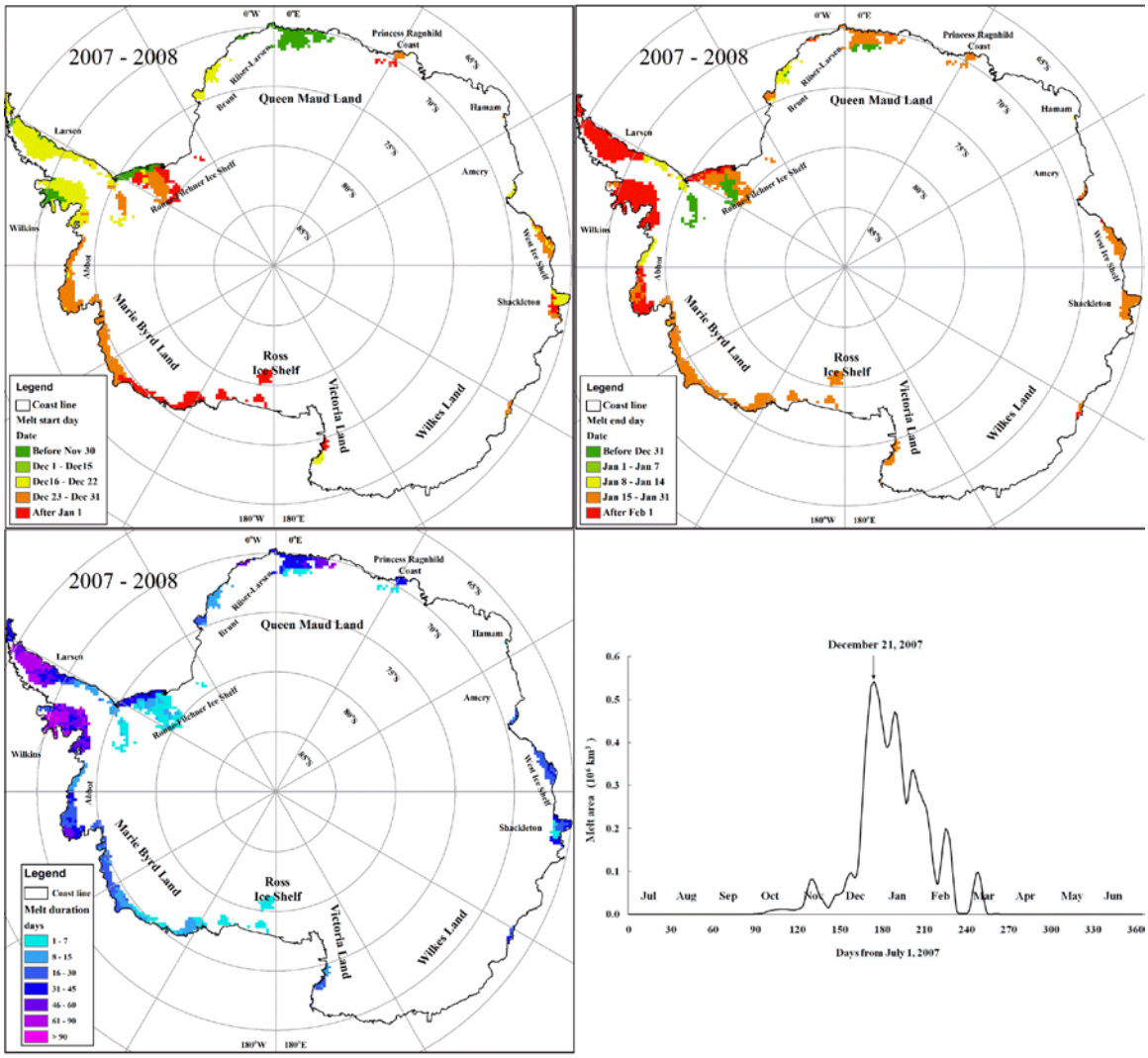
d) توازن الكتلة السطحية - D. H. Bromwich, S. H. Wang, and A. J. Monaghan



الشكل 6.5: شذوذ

التساقطات ناقص التبخر ل JRA سنة 2008 (P-E بملم) بالنسبة لمتوسط 1980-2007 a) السنوي و b) للشتاء (شتنبر-أكتوبر-نونبر SON).

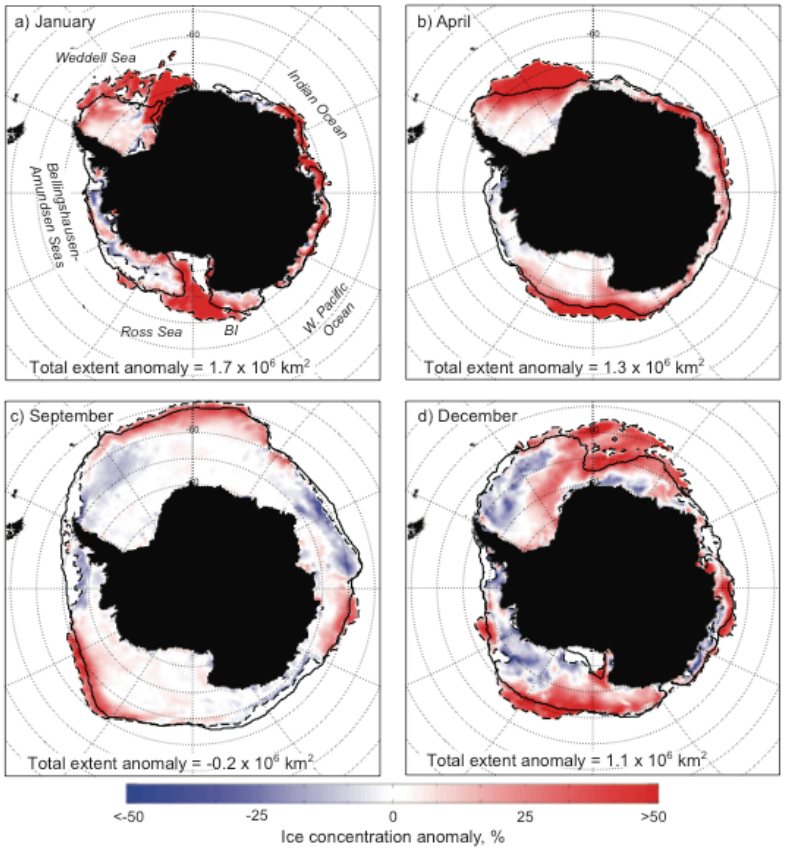
e) امتداد الذوبان الموسمي ومدته - L. Wang and H. Liu

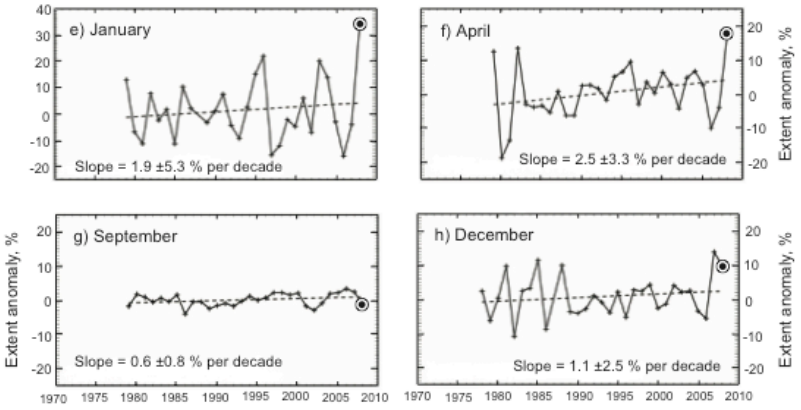


الشكل 6.6: الثلج السطحي a) تاريخ البداية, b) تاريخ النهاية, c) المدة بالأيام و d) منطقة ذوبان الثلج بالنسبة لموسم الذوبان الجنوبي ل 2007-2008.

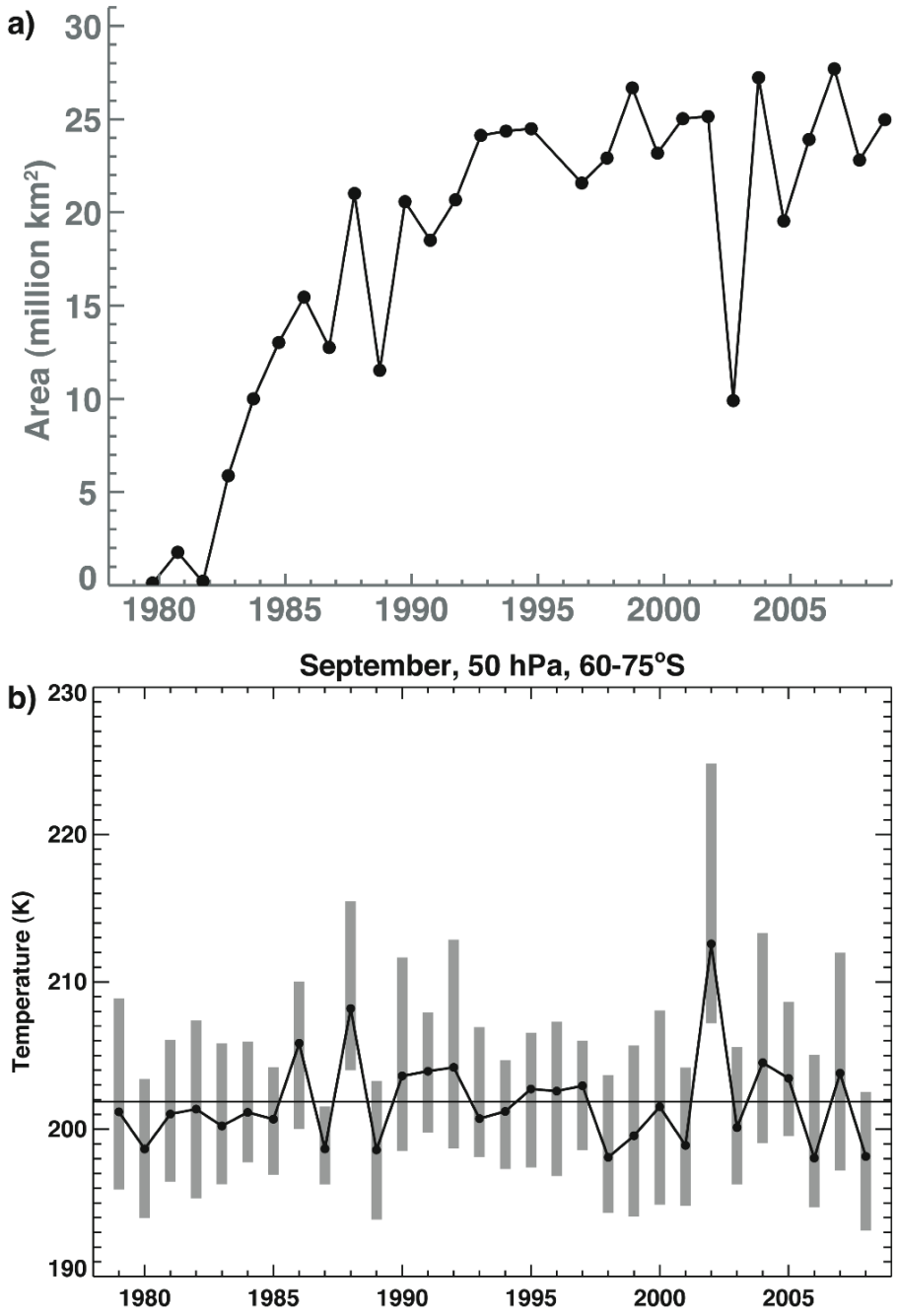
f) امتداد و تركيز الجليد البحري - R. A. Massom, P. Reid, S. Stammerjohn, and S. Barreira

(g





الشكل 6.7: شذوذ امتداد و تركيز الجليد البحري للقطب الجنوبي a) يناير, b) أبريل, c) شتنبر و d) دجنبر و الاتجاهات المتماكنة لامتداد الجليد البحري (e-h)، الكل بالنسبة ل 2008. الخط الأسود الواضح يمثل المتوسط الشهري الطويل المدى لامتداد الجليد البحري 1979-2000 بالنسبة لذلك الشهر بالخصوص، بينما يمثل الخط الأسود المتقطع المتوسط الشهري بالنسبة للشهر في سنة 2008 (كلاهما يعادلان خط تساوي تركيز الجليد 15٪). حسب شذوذ تركيز الجليد من خلال مقارنة المتوسط الشهري لتركيز الجليد مع المتوسط الطويل المدى (1979-2000) بالنسبة لنفس الشهر. يحسب شذوذ تركيز الجليد فقط بالنسبة للمنطقة المغطاة بالجليد البحري بالنسبة للشهر الذي نحن بصدده (في 2008). BI هي جزر باليني.



استنفاذ الأوزون (h

P. A. - Newman

الشكل 6.8: a) منطقة ثقب الأوزون, 1979-2008. تم حساب هذه المنطقة أولا بحساب المنطقة المحاطة بالقيمة 220 وحدة دوبسون في SH لكل يوم ابتداءا من 21 شتنبر و إلى غاية 30 منه ثم بحساب المتوسط على تلك الأيام العشرة. منطقة القارة الأمريكية الشمالية مشار إليها بالعمود الأفقي (24.71 مليون كلم^2). b) درجة الحرارة في 50 هكتوباسكال من 60 إلى 75 درجة جنوبا خلال شهر شتنبر 1979-2008. الأعمدة العمودية تمثل سلسلة قيم الأيام الفردية لشهر شتنبر. معدل شهر شتنبر للفترة 1979-2008 مشار إليه بخط أفقي.