المناخ العالمي - P.W Thorne, Ed.

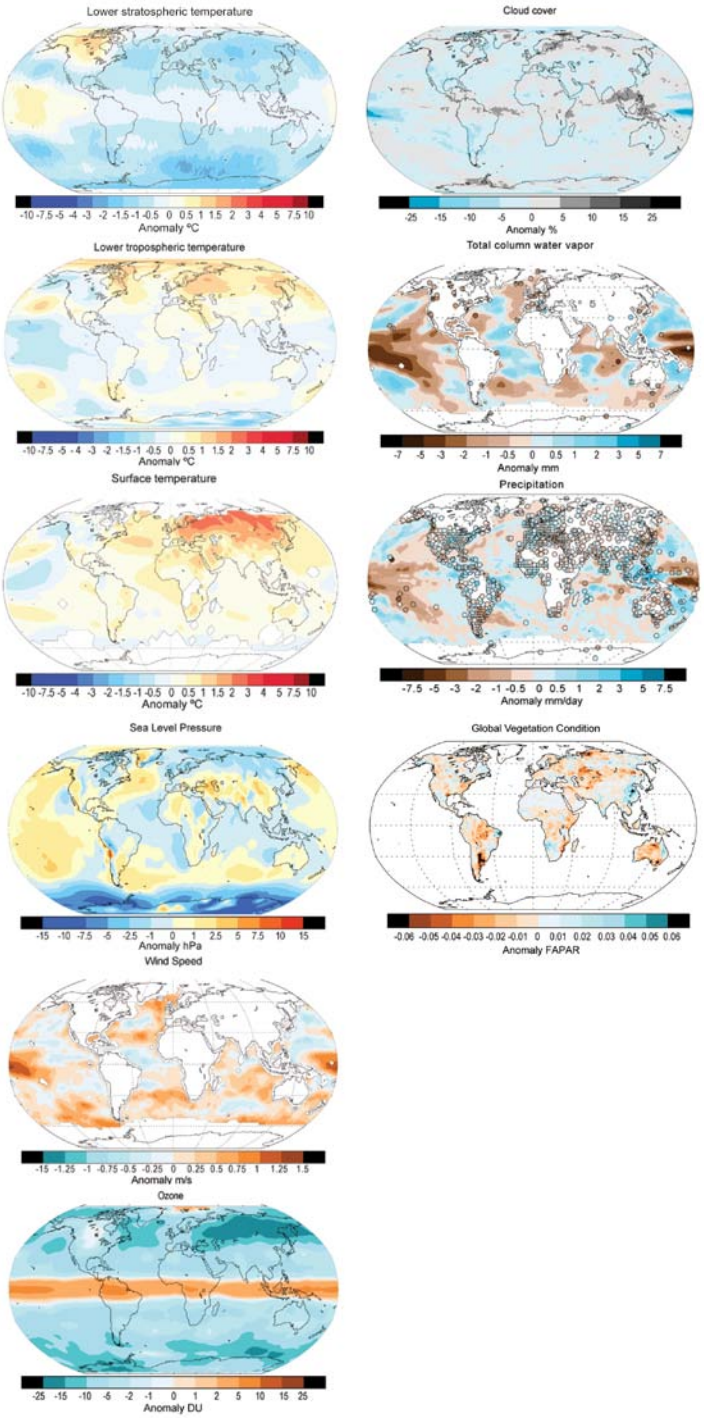
ترجمة حسن بوقسيم وخديجة كبدي

1. موجز - P.W Thorne

تعتبر سنة 2008 باردة، ولكن فقط مقارنة مع الأعوام القليلة الماضية التي تميزت بطقس جد حار. وهي لا تزال ضمن عشر سنوات الأشد حرارة في السجل. ويعود السبب الرئيسي إلى أن ظاهرة لانينيا كانت معتدلة إلى قوية. سنة 1999، آخر عام سجل ظاهرة لانينيا كبيرة مماثلة، كان أكثر برودة ب 0.1°م. وامتدت برودة السطح خلال 2008/2007. ولأن الرد التروبوسفيري يعزل السطح فإن عام 2008 احتل مرتبة خارج السنوات العشر الأوائل التي تميزت بأحر تروبوسفير بغض النظر عن اختيار مجموعة البيانات. هذا الاختلاف في التصنيف لا يعكس، كما كان يطرح بأشكال مختلفة، مسألة أساسية لتجانس سجل السطح.

الفصل العام لتقرير هذه السنة يتضمن العديد من المتغيرات المناخية مقارنة مع التقارير السابقة. وقد تم رسم شذوذ تلك المتغيرات، حيثما أمكن ذلك، في اللوحة 2.1 وكذا في البيانات الفردية لكل قسم، على شكل موحد للمساعدة على المقارنات. وقد استخدمنا أيضا، المزيد من البيانات الفرعية المستقلة. هذا التوسع يقدم توجيهات بشأن مدى إمكاننا وصف تطور النظام المناخي. فهناك أسئلة جوهرية حول مدى قدرتنا على فهم الاتجاهات الطويلة الأجل في كثير من المتغيرات على الخصوص. ولكن، من الواضح أنه على مدى 30 سنة من الرصد العالمي الدقيق عن طريق الأقمار الصناعية، فإن العالم عموما قد أصبح أكثر دفئا، وأكثر رطوبة، وربما أشد عصفا.

لوحة 2.1 تبين أن العامل المهيمن لجميع المتغيرات المناخية في عام 2008 هو ظاهرة النينيا. مجموع عمود بخار الماء، وغطاء السحب والأمطار تقدم صورة متسقة للمناطق الرطبة والجافة النموذجية لظاهرة النينيا. إشارة الضغط على مستوى سطح البحر لظاهرة النينيا أيضا جلية واضحة، كما هي إشارات درجات حرارة السطح والتروبوسفير. كما أن الثلوج التي تغطي النصف الشمالي من الكرة الأرضية على مدى هذه السنة كان أقل بكثير من المتوسط على الرغم من تسجيل أقصى قدر من الغطاء الثلجي في كانون الثاني / يناير. وتدل بيانات إشعاع الغلاف الجوي العلوي، على أن 2008 شهدت تلقيا صافيا للإشعاع داخل النظام المناخي، ولكن هذه البيانات تتطلب مزيدا من العمل لذا ينبغي أن تعتبر على أنها مؤقتة. واستمرت تركيزات غازات الاحتباس الحراري في الارتفاع، مع زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) بأكثر من المتوقع استنادا إلى اتجاه 1979 إلى 2007. في حين واصلت تركيزات الغازات التي تسبب تآكل طبقة الأوزون الانخفاض. ولا تزال تركيزات عمود الأوزون الكلي أدنى بكثير من مستوياتها ما قبل عام 1980، وكان ثقب الأوزون الممتد فوق القطب الجنوبي، متسعا ودام مدة طويلة على وجه الخصوص. وتدل البيانات الأولية المحدودة، على أنه في عام 2008، واصلت الجبال الجليدية فقدان كتلتها، كما أن البيانات الكاملة لعام 2007 تبين أن هذه السنة كانت هي 17 على التوالي للخسارة. إن الاستخدام الجديد للأراضي والمنتجات الجديدة للغطاء النباتي تسلط الضوء على مدى تغييرنا المنتظم لخصائص سطح الأرض بصورة مباشرة وغير مباشرة على حد سواء. إن البيانات المستخدمة في هذا الفصل، والتي هي متاحة للعموم، مشار إليها في الجدول 2.5 في نهاية الفصل.



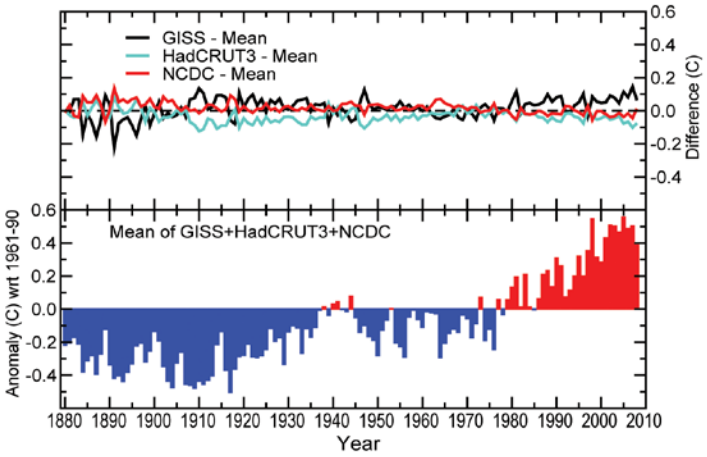
لوحة 1 . 2 خرائط الشذوذ العالمي السنوي لتلك المتغيرات والتي كان من الممكن إيجاد تقدير لها ذو معنى للشذوذ. تختلف المناخيات بين المتغيرات ولكن الأنماط المكانية ينبغي أن تهيمن بشكل كبير على مدى اختيارات فترة المناخ. مصادر البيانات والمناخ وردت على شكل (اسم البيانات / مصدر البيانات، بداية السنة-نهاية السنة) بالنسبة لكل متغير. للمزيد من التفاصيل، انظر نص المادة والأشكال ذات الصلة. انخفاض درجة حرارة الستراتوسفير (RSS MSU 1981-1990)؛ انخفاض درجة الحرارة في التروبوسفير (UAH MSU 1981-1990)؛ درجة الحرارة السطحية (NCDC 1961-1990)؛ غطاء السحب (PATMOS-X 1982-2008)؛ مجموع عمود بخار الماء (SSM/I/GPS 1997-2008)؛ الأمطار (RSS/GHCN 1989-2008)؛ متوسط الضغط على مستوى سطح

البحر (HadSLP2r 1961-1990)؛ سرعة الرياح (SSM/I/GPS 1988-2007)؛ عمود الأوزون الكلي (المتوسط السنوي للشذوذ الإجمالي العالمي للأوزون لسنة 2008 من SCIAMACHY. المتوسط السنوي للشذوذ حُسب عن طريق البيانات الشهرية للشبكة 1°X1.25° بعد إزالة المتوسط الموسمي المحسوب من GOME (1996-2003) و SCIAMACHY(2003-2007)؛ حالة الغطاء النباتي (الشذوذ السنوي FAPAR بالنسبة للفترة الممتدة من 01/1998 إلى 2008/12 من المنتجات الشهرية FAPAR بشبكة 0.5x0.5 درجة (الآتية من بيانات SeaWiFS (NASA) و MERIS (NASA)).

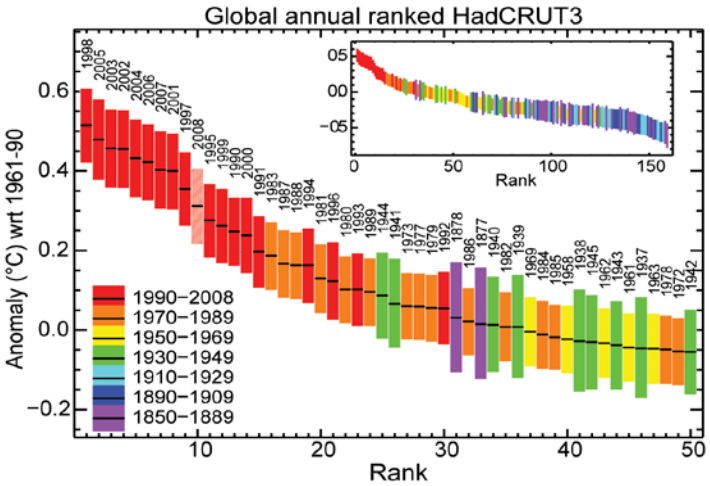
2. درجات الحرارة

2.1 درجات الحرارة العالمية السطحية في عام 2008 –

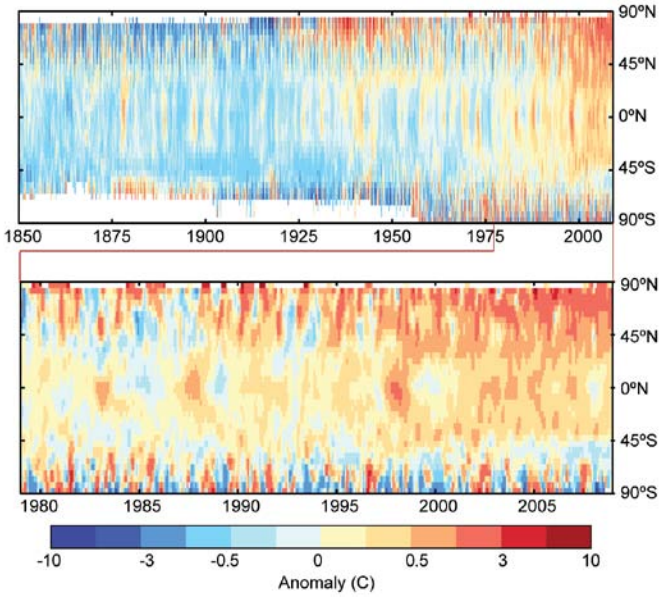
M.J Menne and J.J Kennedy



شكل 2.1 الشذوذ العالمي لدرجة حرارة السطح بالنسبة لعام 1961 إلى 1990 في المتوسط. اللوحة السفلى : متوسط GISS، HadCRUT3 و NCDC؛ اللوحة العليا: الفرق بين GISS ، HadCRUT3 ، NCDC والمتوسط.



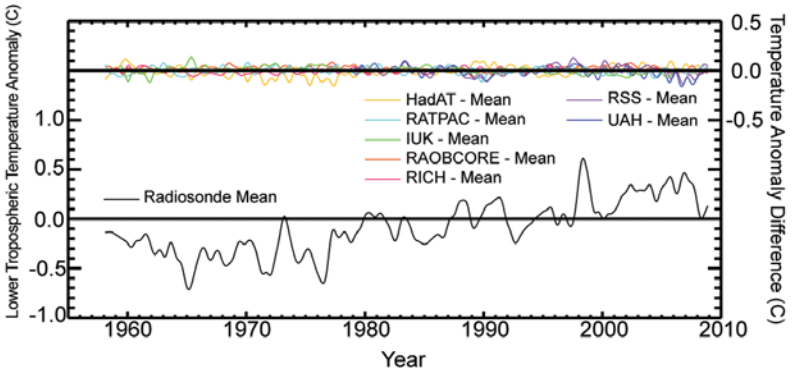
شكل 2.2 ترتيب درجات الحرارة عاما بعد عام و حدود الثقة بنسبة ٪95 لتحليل درجة الحرارة من سلسلة HadCRUT3. تبين اللوحة الرئيسية السنوات 50 الأشد حرارة، وتدل اللوحة المصغرة على التسجيل الكامل خلال 159 عاما.



شكل 2.3 شذوذ المتوسط الشهري لدرجة الحرارة من سلسلة HadCRUT3 حسب خطوط العرض للفترة من 1850 إلى 2008. سهلت البيانات في المكان والزمان، باستخدام مصفاة 1:2:1. تشير المناطق البيضاء إلى البيانات الناقصة.

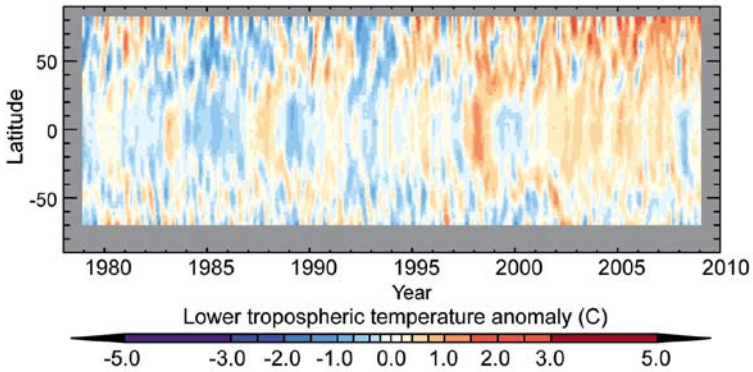
2.2 درجات حرارة أسفل التروبوسفير–

John Christy, Dian Seidel, Carl Mears, Leo Haimberger



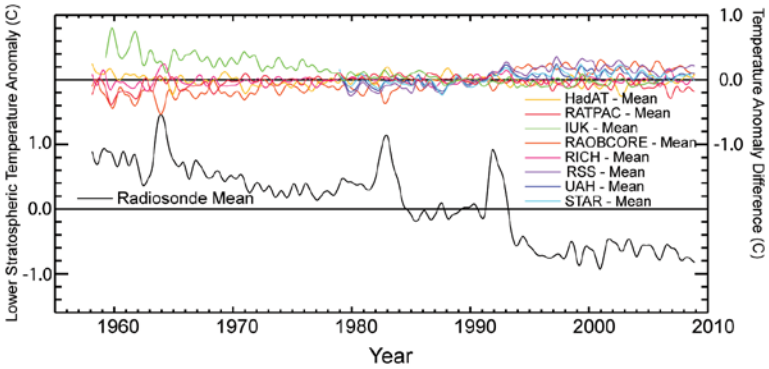
شكل 2.4 المتوسط العالمي لدرجة حرارة أسفل التروبوسفير (1958-2008) استنادا الى قواعد بيانات متعددة، تحتوي على خمس بيانات للمسبار اللاسلكي (راديوسوند) (HadAT، IUK، RAOBCORE، RATPAC و RICH) واثنين من بيانات وحدة السبر بالموجات الدقيقة (MSU) للأقمار الصناعية (RSS،UAH). جميع السلاسل الزمنية هي لأخذ عينات من قبل طبقة MSU استرجاع 2LT، تمتد على ارتفاع 0-8 كلم. المنحنى الأسود هو معدل كل بيانات المسبار اللاسلكي (راديوسوند) المتاحة، والمنحنيات الملونة تبين الفروق بين مجموعات البيانات الفردية وهذا المتوسط. مراجع بيانات المسبار اللاسلكي (راديوسوند) هي (Thorne et al. 2005, Sherwood et al. 2008, Haimberger 2007, Free et al. 2005, Haimberger et al. 2008)

وبالنسبة لمجموعة بيانات MSU هي (Mears and Wentz 2009a, Christy et al. 2003).

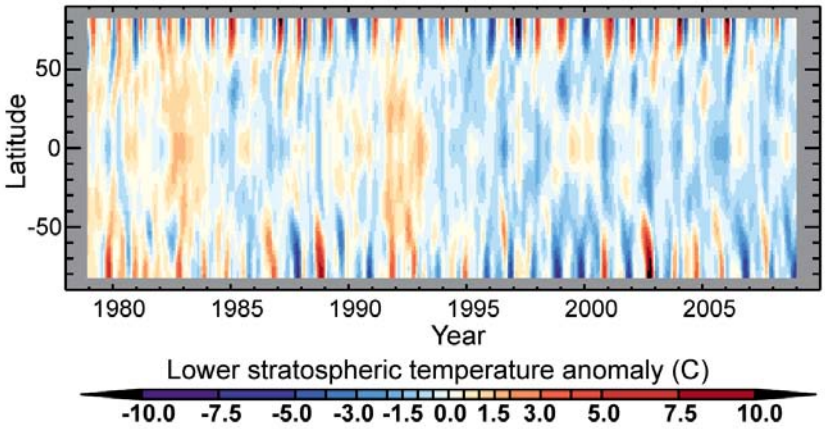


شكل 2.5 شذوذ متوسط عروض درجة حرارة أسفل التروبوسفير (1979-2008) بالنسبة لمتوسط 1979-1988. يعتمد الشذوذ على بيانات قناة 2LT لوحدة السبر بالموجات الدقيقة، التي تجهز نظم الاستشعار عن بعد (Mears و Wentz 2009a).

2.3 درجات الحرارة الستراتوسفير –Dian Seidel, John Christy, Carl Mears



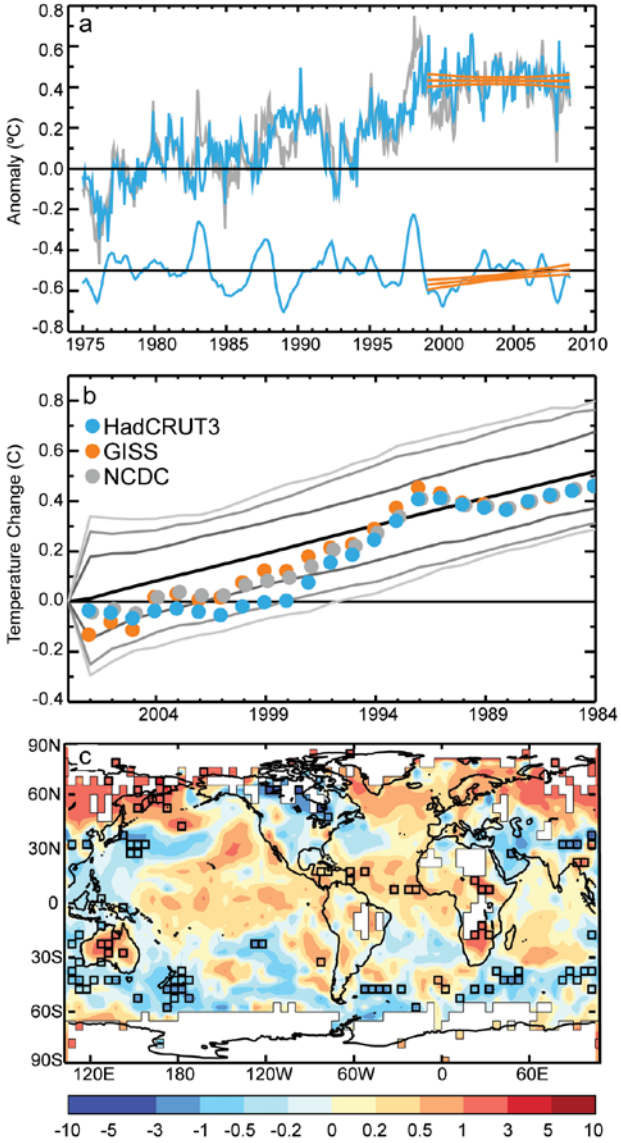
شكل 2.6 كما الشكل 2.4. ولكن كل السلاسل الزمنية تتعلق بالطبقة المختارة بواسطة القناة 4 لوحدة السبر بالموجات الدقيقة (MSU)، وتمتد إلى ارتفاع 10-25 كلم، مع ذروة بالقرب من 18 كلم. بيانات إضافية من STAR (Zou et al.، 2008) والقناة 4 RSS وردت في Mears و Wentz (2009b).



شكل 2.7 كما الشكل 2.5 ولكن بالنسبة لقناة أسفل الستراتوسفير (Mears و Wentz، 2009b).

مربع : هل اتجاهات درجات الحرارة العالمية على مدى العقد الماضي تكذب التنبؤات المناخية؟

Jeff Knight, John J. Kennedy, Chris Folland, Glen Harris, Gareth S. Jones, Matthew Palmer, David Parker, Adam Scaife, and Peter Stott

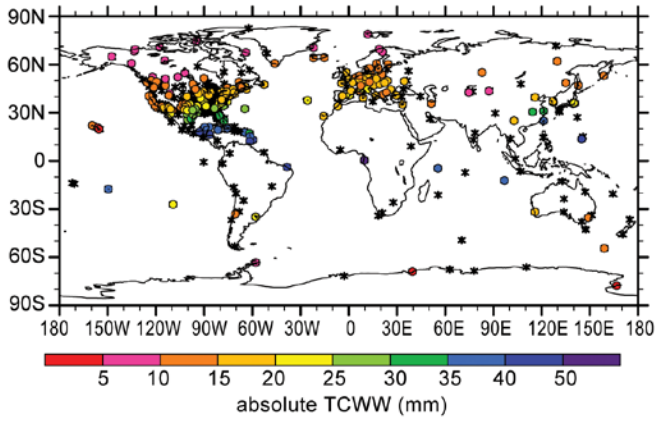


شكل 2.8 تغيرات المتوسط العالمي لدرجة الحرارة على مدى العقد الماضي في السياق. أ- شذوذ المتوسط العالمي الشهري لدرجة الحرارة (فيما يتعلق بمناخ 1961-1990) منذ عام 1975، والمستمدة من مجموعة البيانات HadCRUT3 لدرجة الحرارة المشتركة بين الأرض والمحيط (المنحنى الرمادي). ويظهر أيضا المتوسط العالمي بعد طرح تأثير ظاهرة ENSO (المنحنى الأزرق العلوي)، مع مساهمة ظاهرة ENSO نفسها (المنحنى الأزرق الأسفل، مقابل 0.5 درجة مئوية). الاتجاهات الخطية للمربعات الصغرى في ظاهرة ENSO وENSO- مع إزالة عناصر 1999-2008 وانحرافهما المعياري الشكوك مبينة باللون البرتقالي. ب- المتوسط العالمي لدرجة الحرارة لظاهرة ENSO-المعدلة المتغيرة إلى 2008 بوصفه وظيفة بدءا من عام HadCRUT3، بيانات معهد Goddard للدراسات الفضائية (GISS) (Hansen وآخرون 2001) و بيانات المركز الوطني لمعطيات المناخ (NCDC) (Smith وآخرون 2008) (النقط). متوسط التغييرات على جميع الفترات الطويلة المماثلة في محاكاة النموذج المناخي للقرن 21 مبين بالأسود، معقوفة بمسافة 70٪، 90٪ و 95٪ من مجال الاتجاهات (منحنيات رمادية). ج- توزيع اتجاهات 1999-2008 في بيانات

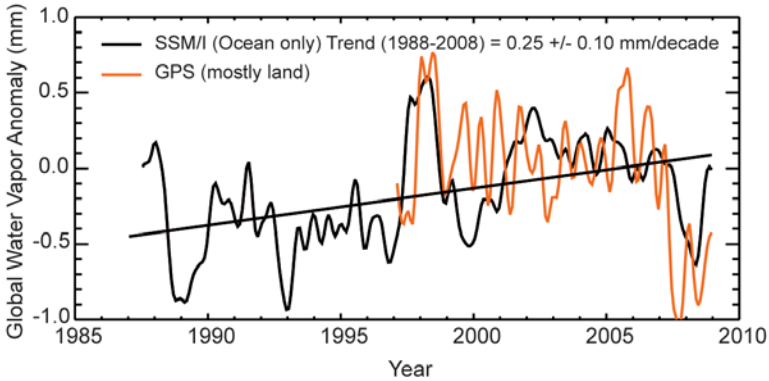
HadCRUT3(درجة مئوية في العقد). المربعات السوداء تشير إلى الاتجاهات التي لا تتفق على مستوى الانحراف المعياري (2) مع الاتجاهات في العقود 17 المحاكاة (انظر النص).

3. الدورة الهيدرولوجية

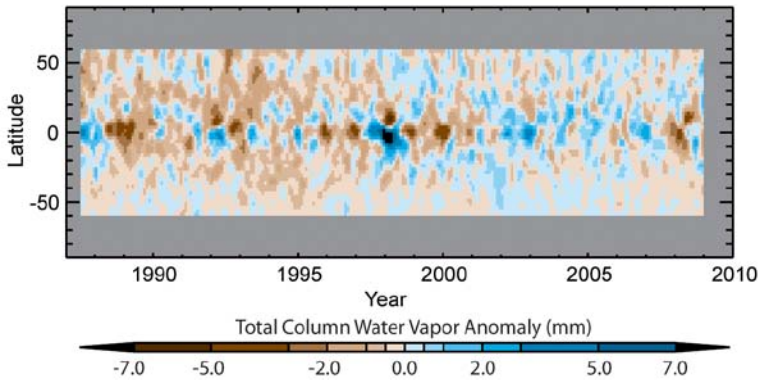
3.1 مجموع عمود بخار الماء –
Carl Mears, Junhong Wang, Liangying Zhang



شكل 2.9 المتوسط السنوي TCWV لعام 2008 (مم) في 252 محطة (الدوائر الملونة) و308 محطة (مشار إليها بالنجمة) التي لديها بيانات في عام 2008، لكنها ليست كافية لحساب المتوسط السنوي.



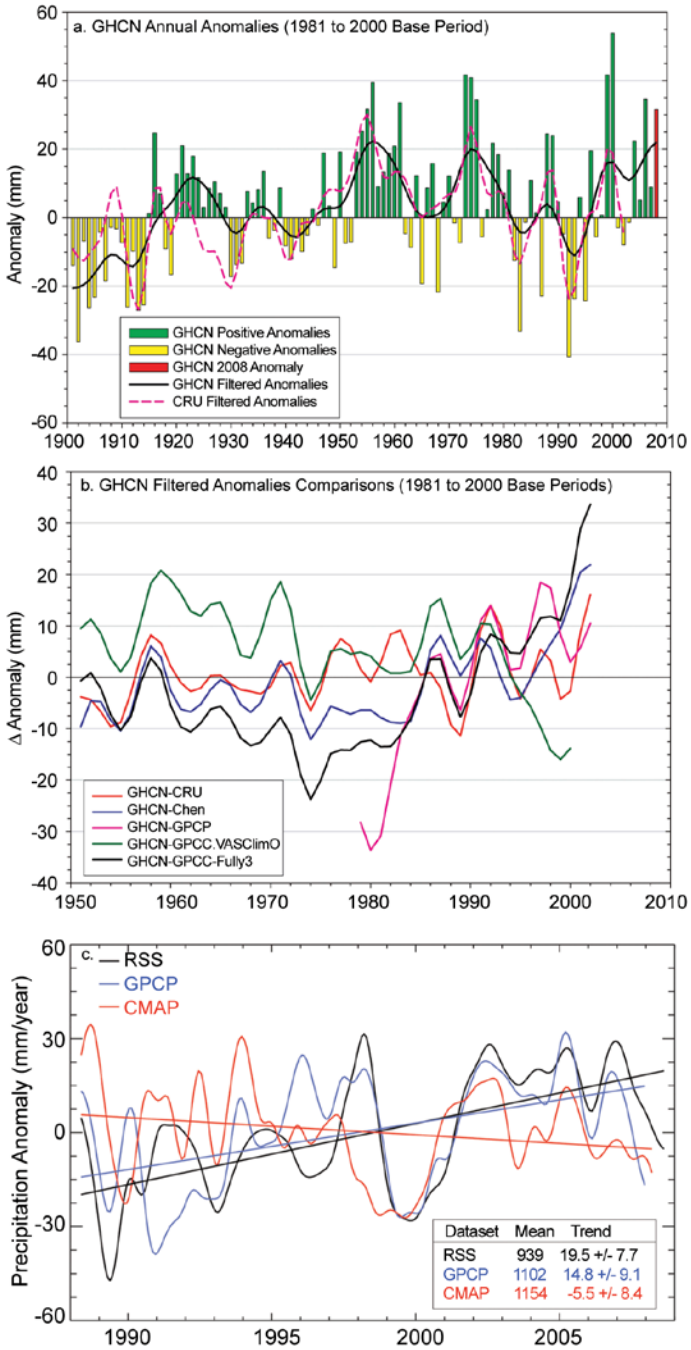
شكل 2.10 شذوذ السلاسل الزمنية لTCWV من SSM/I ومتوسط محطاتGPS . السلاسل الزمنية كانت ممهدة لإزالة التباين الذي يقل عن 6 أشهر على جداول الزمن. ويظهر أيضا المنحى الخطي الذي يوافق بيانات SSM/I التي تشير إلى اتجاه متزايد في بخار الماء خلال الفترة 1988-2008.



شكل 2.11 شذوذ TCWV حسب خطوط العرض والزمن محسوب باستخدام الفترة المرجعية 1988-2007. البيانات سويت في الاتجاه الزمني لإزالة التباين الذي يقل عن 4 أشهر على الجداول الزمنية.

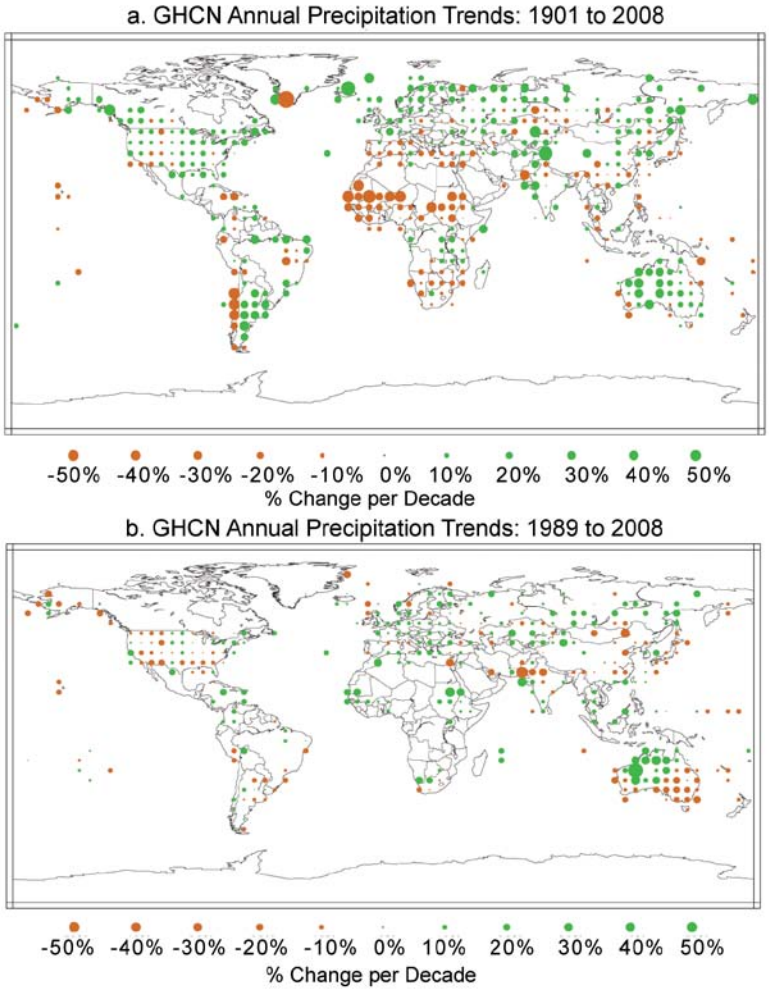
3.2 التساقطات العالمية-

D. H. Levinson, K. A. Hilburn and M. C. Kruk

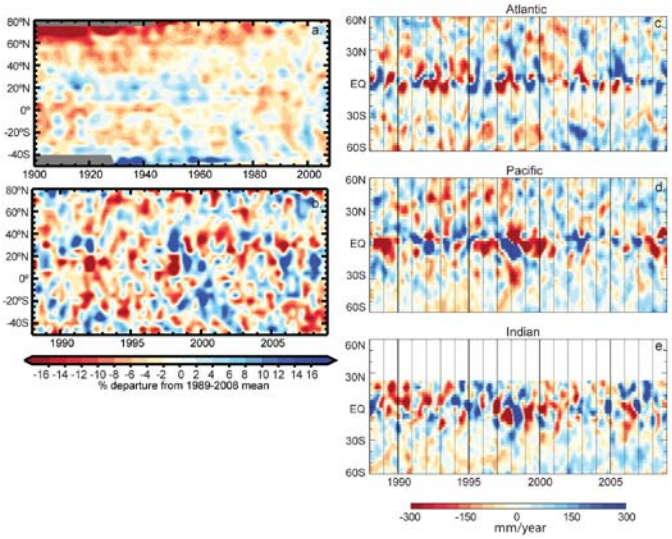


شكل 2.12 أ) شذوذ التساقطات العالمية السنوية على سطح الأرض (مم) خلال الفترة 1901-2008 من بيانات GHCN (Vose وآخرون 1992). شذوذ التساقطات حسبت باعتبار 1981-2000 (Trenberth وآخرون 2007) : القضبان الخضراء = شذوذ إيجابي، القضبان الصفراء = شذوذ سلبي، والشريط الأحمر = شذوذ 2008. تم تمهيد GHCN و إنشاء القيم السنوية ل (V.3) CRU باستخدام مرشح ازدواجي ذو 13 نقطة. ب) السلاسل الزمنية للفرق بين شذوذ GHCN الممهد السنوي والشذوذ السنوي فوق مناطق أرضية عالمية من خمس بيانات مختلفة من التساقطات العالمية للفترة 1951-2008 : Chen CRU V.3 وآخرون (2002)، ومشروع مناخ الأمطار العالمية (GPCP)، واثنان من مركز مناخ الأمطار العالمية (VasClimO and Full v.3). ج) شذوذ التساقطات على المحيط بالنسبة للفترة 1988-2008. المتوسطات تهم المحيط العالمي ما بين خطي العرض 60° جنوبا و

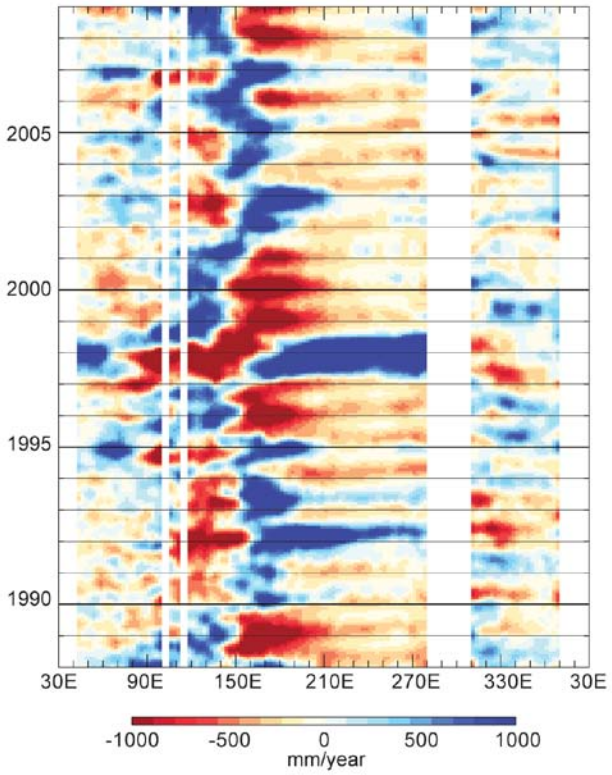
60° شمالا باستخدام تعريف مشترك "المحيط". الدورة السنوية قد أزيلت، والسلاسل الزمنية تم تصفيتها بتمرير منخفض عبر التفاف يستخدم توزيع Gauss، مع عرض 4 أشهر في قدرة نصف الذروة. علما بأن بيانات RSS متاحة من خلال عام 2008 كله، في حين أن بيانات GPCP وCMAP متاحة من خلال نيسان / أبريل وتموز / يوليه 2008، على التوالي. و يعطي الرسم البياني المدرّج متوسط 1988-2008 (بالملم في السنة)، والاتجاه الخطي (بالملم في السنة في العقد) مع مسافة الثقة 95 ٪. الخطوط المستقيمة تدل على الاتجاهات الخطية، ومسافة الثقة قدرت على أساس الانحرافات عن الخط المنطبق على الشكل، ولا تتضمن "خطأ" خاص في البيانات.



شكل 13 . 2. الاتجاهات في التساقطات السنوية المحسوبة من بيانات GHCN الشهرية لفترات زمنية مختلفة : (أ) 1901-2008 (النسبة المئوية للتغيير في القرن)، و (ب) 1989-2008 (النسبة المئوية للتغيير في العقد). حساب اتجاهات خلية الشبكة تتطلب ثلثي السنوات (66 ٪) على الأقل، دون فقدان البيانات خلال كل من فترتي تحليلها.

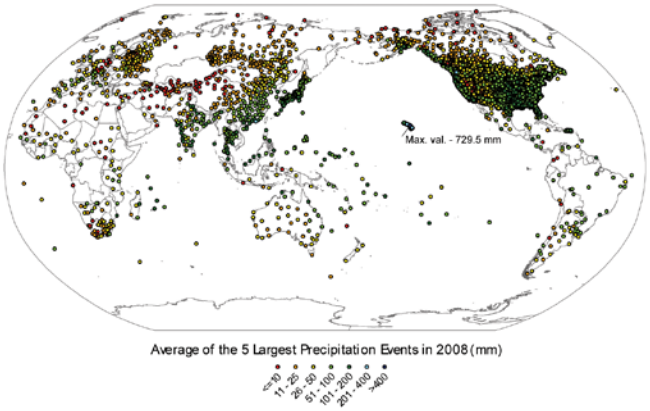


شكل 14 . 2. أ) خريطة هطول الأمطار السنوية GHCN حسب خطوط العرض والزمن باعتبار ٪الانحراف عن متوسطات فترة الأساس من 1989 حتى 2000، مع متوسطات نطاقيه محددة فوق شريط خط العرض 5° التي تغطي الفترة 1901-2008. الظلال الرمادية عند خطوط العرض العليا في مطلع القرن 20 ترجع إلى عدم وجود بيانات جنوب خط العرض 40 جنوبا وشمال خط العرض 75 شمالا. ب) بالطريقة نفسها لكن بالنسبة لسجل عصر الأقمار الصناعية. ج ، د ، ه) شذوذ هطول الأمطار مجزأ حسب خط العرض والزمن (ملم في السنة) مرجح فوق أحواض المحيط الأطلسي (ج)، الهادئ (د)، و الهندي (ه) كما لوحظ من قبل المتوسط الشهري لبيانات RSS. حسب الشذوذ باستعمال الفترة الأساس 1988-2008 عن طريق إزالة تعلق الدورة السنوية بخطوط العرض.



شكل 15 . 2. شذوذ هطول الأمطار مجزأ حسب خط الطول والزمن مرجح فوق المحيط المداري (5° جنوبا إلى 5° شمالا) كما لوحظ من قبل المتوسط الشهري لبيانات RSS. حدد

الشذوذ باستعمال الفترة الأساس 1988-2008 عن طريق إزالة تعلق الدورة السنوية بخطوط الطول. المناطق الناقصة ناتجة عن الأقنعة الأرضية: بين 10°-40° شرقا بسبب إفريقيا، والمناطق القريبة من 100° و115° شرقا بسبب سومطرة وبورنيو، والمناطق الواقعة بين 280° و310° شرقا بسبب أمريكا الجنوبية.



شكل 2.16. الخريطة العالمية للتساقطات اليومية القصوى الملاحظة في عام 2008 من خلال بيانات GHCN. القيم المرسومة هي متوسط الخمسة الأوائل من بين أكبر أحداث الأمطار اليومية (مم) بكل محطة.

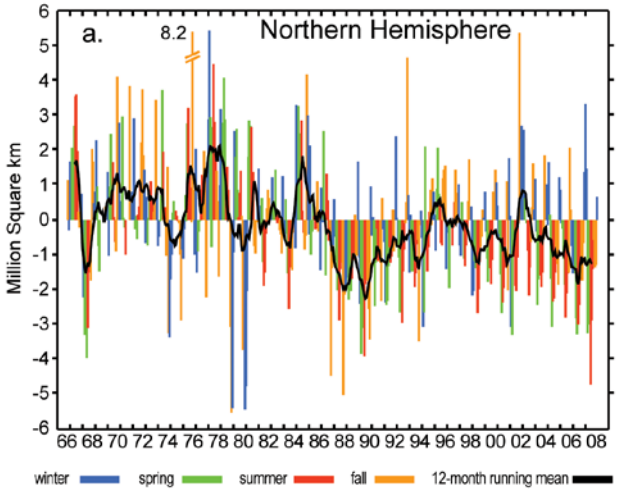
3.3 في مدى الغطاء الثلجي القاري للنصف الشمالي من الكرة الأرضية

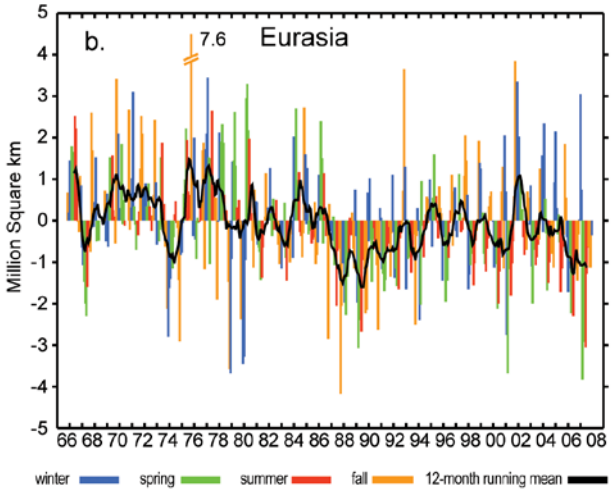
David A. Robinson.

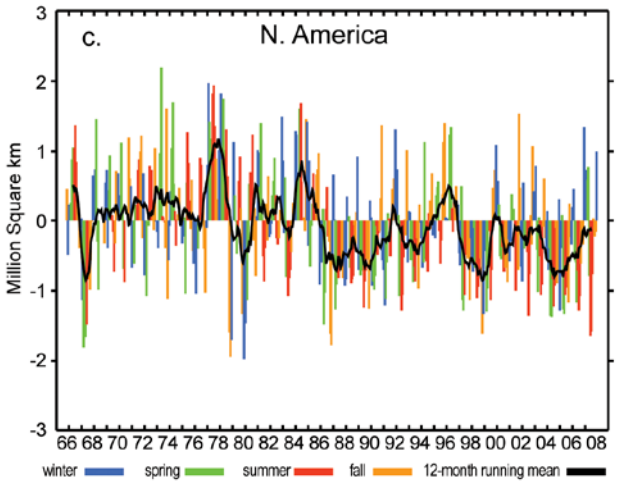
الجدول 2.1. المعلومات المناخية الشهرية والسنوية في نصف الكرة الشمالي ورقعة الثلوج القارية بين نوفمبر 1966 وكانون الأول / ديسمبر 2008. وتشمل عددا من السنوات مع البيانات المستخدمة في عمليات الحساب، والمتوسطات، والانحرافات المعيارية، وقيم وتصنيف 2008. المناطق بملايين كيلومتر مربع. سنوات 1968، 1969، و 1971 تفتقد إلى 1 و 5 و 3 أشهر على التوالي، وبالتالي ليست مدرجة في الحسابات السنوية (Ann). تشمل أمريكا الشمالية (N.Am.) جرينلند. التصنيف من الأوسع (1) إلى الأدنى (ويتراوح من 39 إلى 43 تبعا للشهر).

	Yrs	Mean	Std. Dev.	2008	2008 N.Hem. rank	Eurasia rank	N. Am. rank
Jan	42	47.0	1.6	50.1	1	1	13
Feb	42	45.9	1.8	47.4	11	13	10
Mar	42	40.9	1.9	37.9	39	42	7
Apr	42	31.3	1.7	29.4	36	42	9
May	42	20.3	1.9	17.7	38	38	34
Jun	41	10.8	2.2	6.6	41	41	41
Jul	39	4.7	1.5	2.4	39	39	39
Aug	40	3.4	1.0	2.4	35	38	34
Sep	40	5.6	1.0	5.1	26	30	17
Oct	41	18.3	2.6	16.8	33	31	26

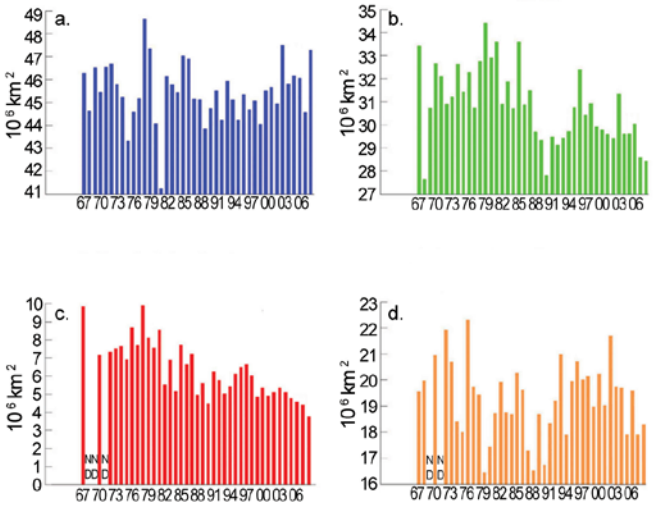
Nov	43	34.1	2.0	32.8	32	32	25
Dec	43	43.5	1.8	43.9	22	32	7
Ann	39	25.5	1.0	24.4	36	36	25







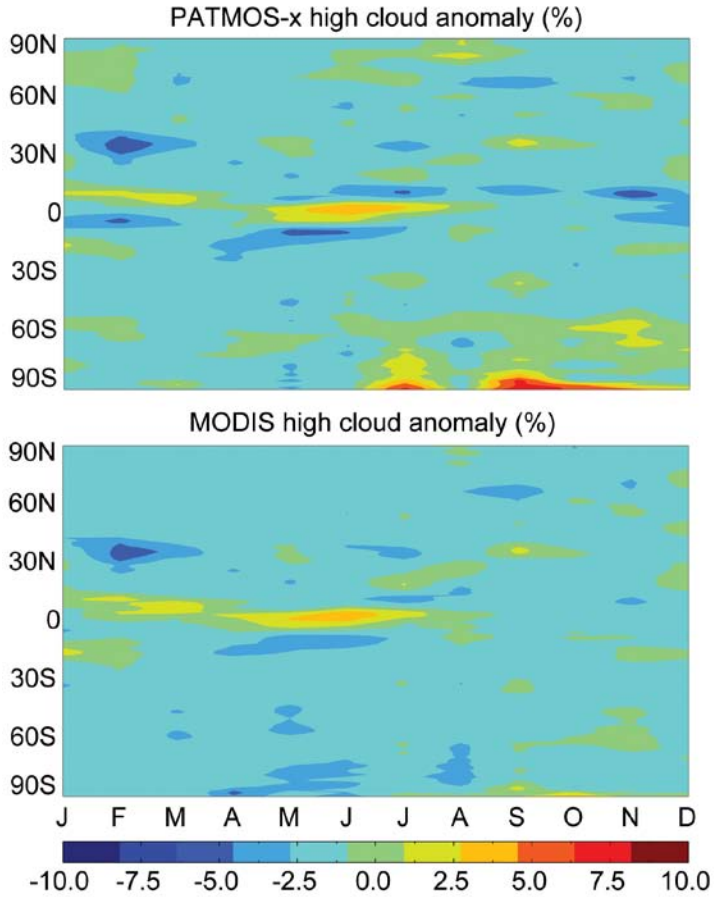
شكل 2.17. شذوذ رقعة الغطاء الثلجي الشهري فوق نصف الكرة الأرضية الشمالي (بما فيها جرينلند) بين تشرين الثاني / نوفمبر 1966 وكانون الأول / ديسمبر 2008. تم حساب الشذوذ من خرائط NOAA للثلوج. متوسط رقعة الثلج في نصف الكرة الأرضية هو 25.5 مليون كيلومتر مربع. لكامل الفترة من السجل. المتوسطات الشهرية لفترة التسجيل تستخدم ل 9 أشهر المفقودة بين عامي 1968 و 1971 من أجل إقامة سلاسل متواصلة من المتوسطات الجارية. تقع الأشهر المفقودة بين حزيران / يونيو وتشرين الأول / أكتوبر، أي أن أشهر الشتاء غير مفقودة.



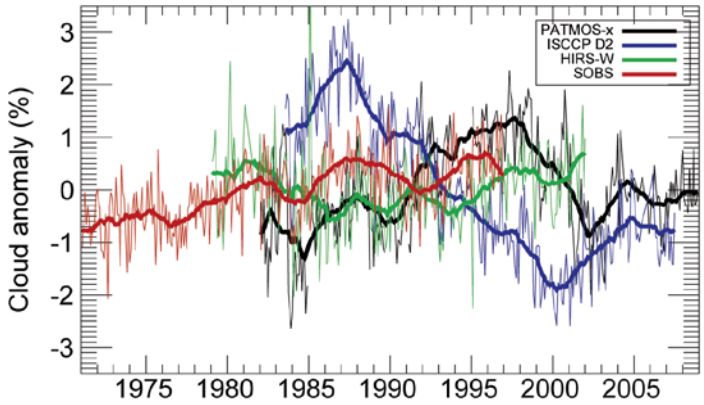
شكل 2.18. رقعة الغطاء الثلجي الموسمي على النصف الشمالي من الكرة الأرضية (بما فيها جرينلند)، بين شتاء (ديسمبر - فبراير) 1966-67 وخريف (سبتمبر - نوفمبر) 2008. محسوب من خرائط NOAA للثلوج.

3.4 التغيم العالمي –

M.J Foster, S.A. Ackerman, R. Bennartz, A.K. Heidinger, B.C. Maddux, W.B Rossow



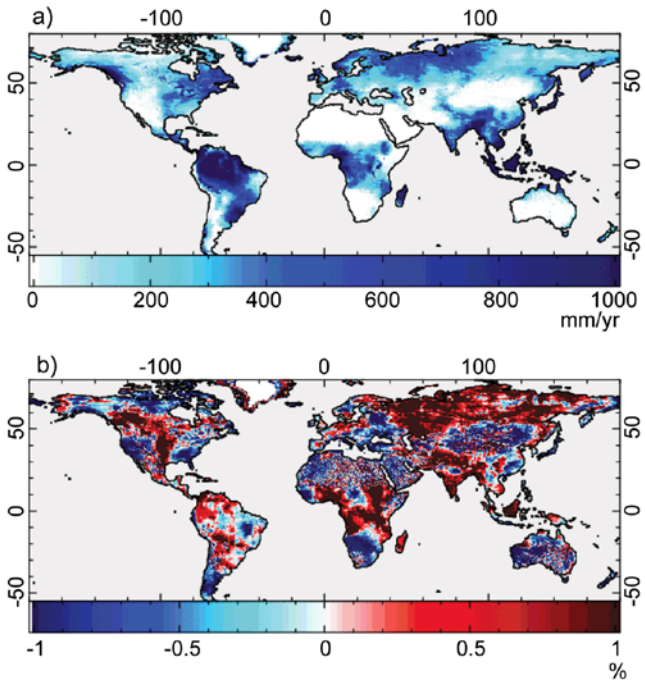
شكل 2.19. أ) شذوذ PATMOS-x المتوسط الشهري ألنطاقي من لغطاء السحب العليا(ضغط قمة السحب < 440 hPa) في عام 2008 ، بالمقارنة مع مناخ 2003-8 على أساس الاسترجاع من الأقمار الصناعية NOAA-16 و NOAA-18. اختيار الفترة المرجعية 2003-8 للمطابقة مع MODIS(لوحة ب) لتسهيل المقارنة. ب) مثل أ) ولكن بالنسبة إلى MODIS (ضغط قمة السحب < 440 hPa) على أساس الاسترجاع من الأقمار الصناعية Aquaو Terra.



شكل 2.20. شذوذ كمية السحب الشهرية بين كانون الثاني / يناير 1971 وكانون الأول / ديسمبر 2008 اتخذت من أربع مجموعات بيانات. الخطوط السميكة الصلبة تمثل تسوية بواسطة مرشح boxcar مع نافذة 2 سنوات. وهناك ستة أشهر مفقودة من سلاسل PATMOS-x الزمنية بين العاشر من كانون الثاني/يناير 1985 وشباط/فبراير 1991، فضلا عن وجود فجوة في الفترة من كانون الثاني/يناير 1994 إلى شباط/فبراير 1995.

جدول 2 . 2 : تقديرات متوسط طويل المدى للجريان السطحي السنوي العالمي (كم3 في السنة) في معظم أحواض المحيطات. نسبة التغير هي قياس التفاوت بين مختلف التقديرات، وهي تساوي الانحراف المعياري مقسوما على متوسط 100 مرة. الصفوف 1-5، 3 و 7 هي مقتبسة من جدول رقم 4 ل Dai و Trenberth (2002) الذي ينص على أن تستبعد قيم الجريان السطحي لأنتاركتيكا في المحيط الجنوبي والتي تقدر بحوالي 2614 كم3 في السنة بحسب Jacobs وآخرون (1992) (انظر مراجعهم). الصفوف 4 و 6 و 8 مقدرة من GRDC (2004). و تشمل فقط تلك التقديرات التي أنشئت في العقد الأخير والتي تقلص ٪ التباين في التقديرات إلى 16 ٪، 6 ٪، 8 ٪، 42 ٪، 10 ٪ و 4 ٪ بالنسبة للأعمدة من 1 إلى 6 ، على التوالي.

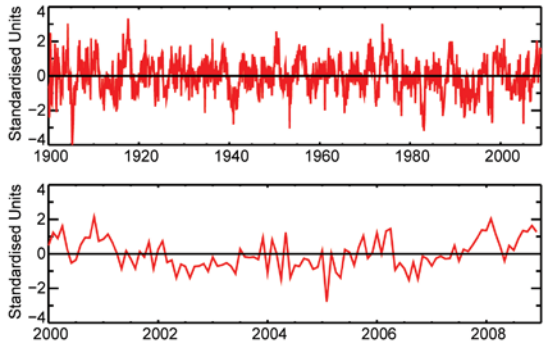
	Arctic	Atlantic	Indian	Med. & Black Seas	Pacific	TOTAL
Baumgartner and Reichel (1975)	2,600	19,300	5,600	0	12,000	37,713
Korzun et al. (1977)	5,220	20,760	6,150	0	14,800	46,930
Oki (1999)	4,500	21,500	4,000	0	10,000	40,000
Shiklomanov (1999)	4,281	19,799	4,858	0	12,211	41,149
Fekete et al. (2000)	2,947	18,357	4,802	1,169	11,127	38,402
Fekete et al (2002)	3,268	18,506	4,858	475	10,476	37,583
Dai and Trenberth (2002)	3,658	19,168	4,532	838	9,092	37,288 ±662
GRDC (2004)	3,863	20,373	5,051	0	11,245	40,533
Average, Standard Deviation and % Variation of Above Values	3,792 ±863 23%	19,720 ±1,102 6%	4,981 ±653 13%	827 ±347 42%	11,369 ±1724 15%	3,9950 ±3176 8%



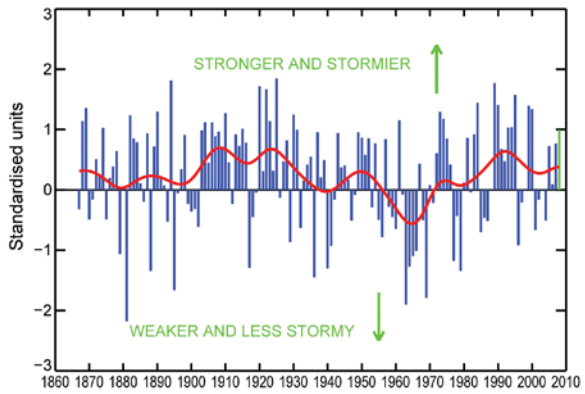
شكل 2.21 التقديرات لعام 2007 أ) الجريان السطحي و ب) و شذوذه اعتمادا على نتائج نموذج الهيدروميتيولوجيا (الأرصاد الجوية المائية) باستخدام قياسات هطول الأمطار لمشروع المناخ العالمي للأمطار (GPCP).

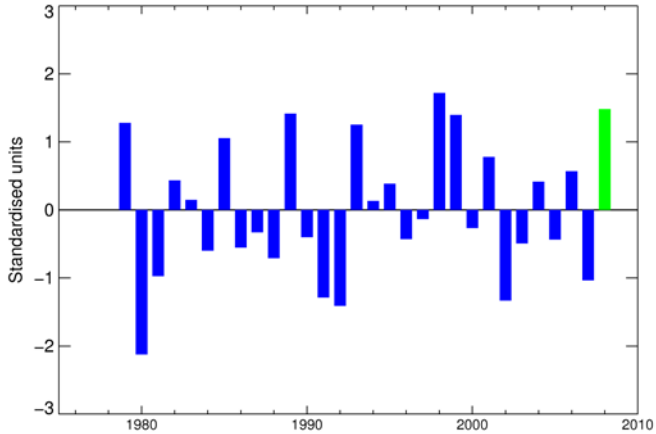
4. دوران الغلاف الجوي

4.1 متوسط الضغط الجوي على مستوى سطح البحر (MSLP) - Rob Allan



شكل 2.22 SOI بالنسبة إلى (أ) من 1900 إلى الآن و (ب) من 2000-2008 ارتباطا بفترة الأساس 1876 إلى 2008.

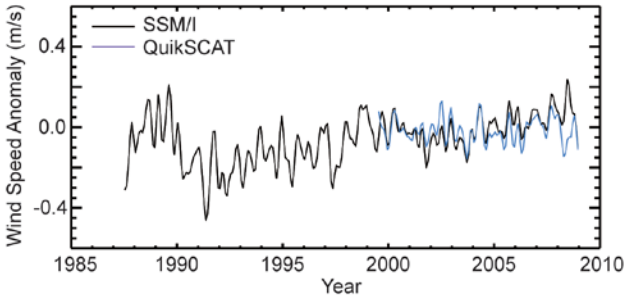




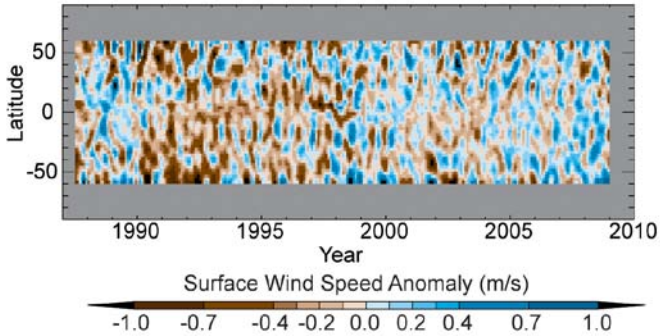
شكل 2.23 (أ) سلاسل NAO السنوية التاريخية الالية (بونتا ديلجادا (جزر الازور) ناقص ستيكيشولمور (أيسلندا)، مطبّعة حسابيا) من منتصف 1860 إلى الآن (الأزرق)، المرشح ألازدواجي ذو 21 نقطة شُغل ثلاث مرات من خلال البيانات (الأحمر). ويظهر الشريط الأخضر، متوسط الشتاء الشمالي 08/2007. (ب). قيمة متوسط 3 أشهر الموحد الجاري للنسق الحلقي الجنوبي (SAM) أو مؤشر تذبذب أنتاركتيكا (AAO) لعام 1979. يُعرف النمط المحمل من AAO/SAM بأنه النسق الموجه لتحليل الدالة المتعامدة التجريبية (EOF) للمتوسط الشهري لارتفاع 700hPa خلال الفترة 1979-2000. المؤشر الشهري AAO/SAM تم بناؤه من خلال إسقاط شذوذ المتوسط الشهري لارتفاع 700hPa على النسق الموجه (EOF). السلاسل الزمنية الناجمة تم توحيدها بالانحراف المعياري للمؤشر الشهري (فترة الأساس 1979-2000). المصدر:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/aao/aao.shtml

4.2 سرعة الرياح السطحية - Carl Mears



شكل 2.24 شذوذ سرعة الرياح على سطح الأرض مرجح على نطاق محيطات الكرة الأرضية الخالية من الجليد. وقد تم صقل السلسلة الزمنية لإزالة التغييرات في المقاييس الزمنية الأقل من أربعة أشهر. فترة الأساس التي اعتمدت كمرجع لقياسات SSM/I هي 1988-2007. أما بالنسبة لقياسات QuikSCAT فقد اعتمدت الفترة 2000-2007 كمرجع، مع تعديل للمتوسط حتى تُقارن مع شذوذ SSM/I للفترة 2000-2007.



شكل 2.25 : شذوذ سرعة الرياح حسب خط العرض (الفترة المرجعية 1988-2007) على نطاق المحيطات الخالية من الجليد. وقد تم صقل المعطيات على مستوى الزمن لإزالة التغييرات في المقاييس الزمنية الأقل من أربعة أشهر.

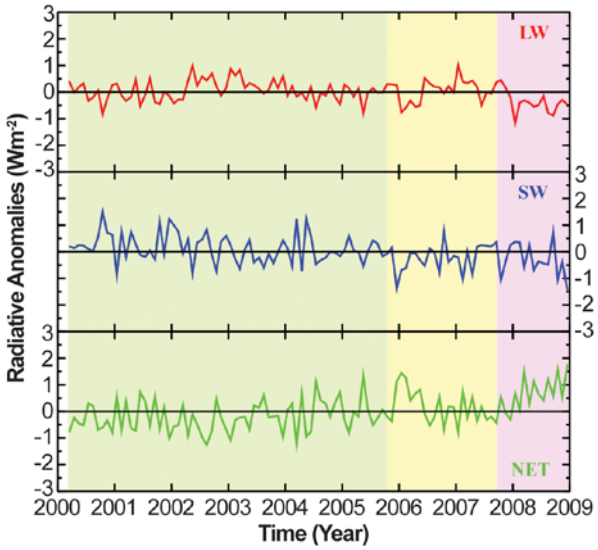
5. حصيلة الإشعاع الأرضي عند قمة الغلاف الجوي-

Takmeng Wong, Paul W. Stackhouse, Jr., David P. Kratz and Anne C. Wilber

جدول 2.3: المتوسط السنوي العالمي لتغيرات التدفق الإشعاعي عند قمة الغلاف الجوي ما بين 2007 و 2008، المتوسط السنوي العالمي لشذوذ التدفق الإشعاعي لسنة 2008 بالنسبة لما يوافقها من القيم المناخية المتوسطة للفترة 2001-2008 ولتغيرات الانحراف المعياري ذو قيمة مابين –σ و +σ داخل السنوات للمتوسط السنوي العالمي للتدفقات (الوحدات ب $W.m^{-2}$) للفترة 2001-2008.

متغيرات ما بين السنين	شذوذ سنة 2008	تغير لسنة واحدة	

	(2008 ناقص 2007)	(متعلق بعلم المناخ)	(2001 إلى 2008)
الموجة المتوسطة	-0.75	-0.54	±0.56
الموجة القصيرة	-0.14	-0.26	±0.41
الصافي	+0.89	+0.80	±0.82



.

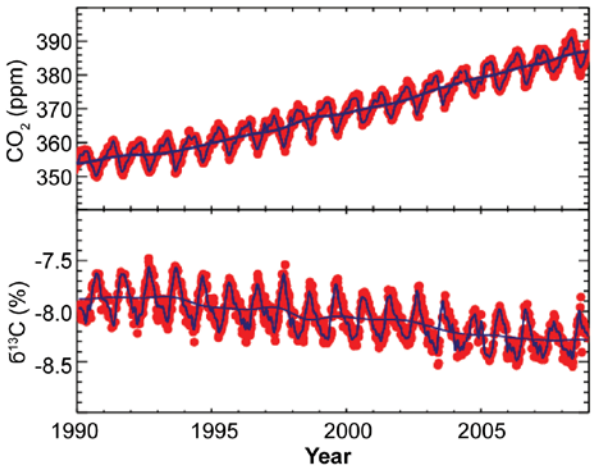
شكل 2.26 : المتسلسلة الزمنية للمتوسط الشهري العالمي دون موسمية الشذوذ لحصيلة الإشعاع الأرضي عند قمة الغلاف الجوي للموجة الطويلة (الخط الأحمر)، للموجة القصيرة (الخط الأزرق) والإشعاع الصافي (الخط الأخضر) للفترة مابين مارس 2000 إلى ديسمبر 2008. حساب الشذوذ يتم بالنسبة إلى قائمة مناخيات الشهر مستخلصة من الفترة مابين مارس 2000 إلى ديسمبر 2008. تبين المساحة المظللة بالألوان الأخضر/الأصفر/البنفسجي جزء المتسلسلة الزمنية المنشأ باستعمال المعطيات المدخلة على التوالي في CERES EBAF (من 2000/03 إلى 2005/10)/ CERES ERBE-like (من 2005/11 إلى 2007/08)/ FLASHFlux (من 2007/09 إلى 2008/12). جميع هذه المعطيات الثلاث المدخلة مستمدة من قياسات CERES مباشرة. بالنسبة ل EBAF فقد تم إعادة توحيدها حتى يكون الإشعاع الصافي عند قمة الغلاف الجوي المرجح على نطاق الكرة الأرضية متماشيا مع قيمة المخزون الحراري للمحيط (Willis et al., 2004; Hansen et al., 2005; Wong et al., 2006) المساحتين المظللتين بالأخضر (EBAF) والأصفر (ERBE-like) تبين معطيات مناخية ذات جودة عالية مع تتبع استقرار جهاز القياس على الارتفاع والمدار. أما البنفسجية (FLASHFlux) فتبين معطيات مناخية أولية مع إمكانية وجود تعديلات في استقرار جهاز القياس. وقد أزيل متوسط الاختلافات بين المعطيات المدخلة باستعمال المعطيات المتداخلة المتاحة. أما السلسلة الزمنية ل ERB المدمجة فقد تم إسقاطها إلى القيمة المطلقة لEBAF قبل إزالة التغير الفصلي.

6. تركيبة الغلاف الجوي

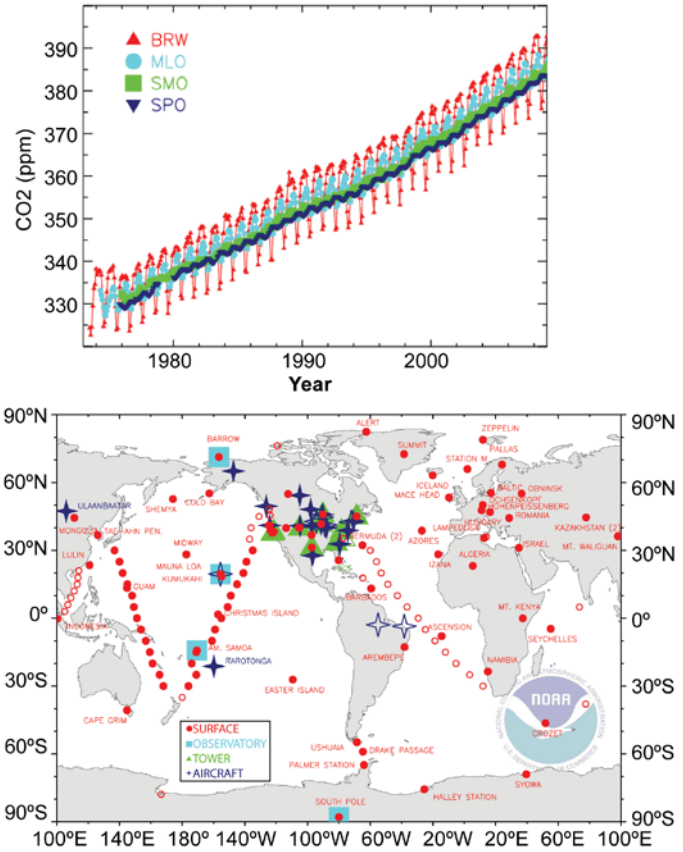
6.1 التركيبة الكيميائية للغلاف الجوي- R. C. Schnell

ثاني أكسيد الكربون،غاز الميثان و أحادي أكسيد الكربون- E. J. Dlugokencky

(i) ثاني أكسيد الكربون



شكل 2.27 : مجتزأ المول من الهواء الجاف لثاني أكسيد الكربون (أعلى: NOAA ESRL ونسبة $\delta^{13}C$ في CO_2 (أسفل : جامعة كولورادو، INSTAAR، بترخيص من James White) حسب عينات أسبوعية مأخوذة من رأس كوموكاشي في هاواي.



شكل 2.28 : لوحة a. المتوسط الشهري لمجتزأ المول لثاني أكسيد الكربون، محدد من طرف مراصد NOAA ESRL في باراو، ألاسكا، مونا لاو، هاواي، أمريكان سموا وساوث بول، التي تنتمي إلى أكبر شبكة عالمية لتتبع دورة الكربون المبينة في اللوحة b. نتائج سنة 2008 تعتبر أولية. المعطيات أخذت بموافقة Kirk Thoning، NOAA ESRL.

يمكن متابعة التغيرات الحالية لثاني أكسيد الكربون في مونا لاو على الرابط الآتي:

http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/

كما يمكن الحصول على منحنيات إضافية على الروابط الآتية:

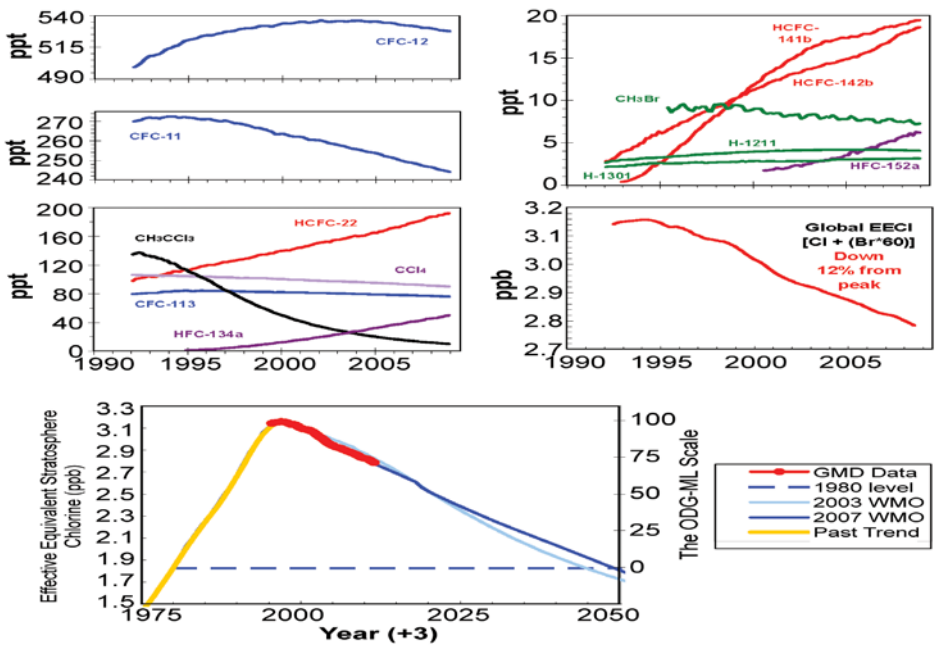
http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/iadv/

http://www.esrl.noaa.gov/gmd/Photo_Gallery/GMD_Figures/ccgg_figures/.

(ii) غاز الميثان (CH4)

(iii) أحادي أكسيد الكربون

الغازات المستنزفة للأوزون و بدائلها- S. A. Montzka.



شكل 2.29 بين التغيرات في المتوسط العالمي التروبوسفيري لنسب خلط الغازات الأكثر توفرا CFCs, HCFCs, HFCs المذيبات المكلورة و الغازات المبرومة. تظهر اللوحة الوسطى على اليمين تغيرات كبيرة في الكلور المعادل داخل الغلاف الجوي (EECl ب ppb أو ب $nmol\ mol^{-1}$) الذي يعطي قيمة تقريبية للقوة الإستنزافية لهذه الهالوكربونات الجوية لغاز الأوزون. يستمد EECl من نسب الخلط المقاسة للغازات المستنزفة للأوزون المبينة في الأشكال الأربعة الأخرى، من مجموع [Cl + (Br×60)] الموجود في هذه الغازات. كما تبين اللوحة السفلى التغيرات الحديثة في الكلور الستراتوسفيري الفعلي المعادل (EESC)، الذي رصد من طرف الشبكة العالمية NOAA/GMD ، وذلك بالنسبة إلى التغيرات الكبيرة التي لوحظت في الماضي والمقدرة في المستقبل، مع الأخذ بعين الاعتبار المستوى الذي لوحظ في عام 1980 عندما اكتشف ثقب الأوزون لأول مرة. ويستنتج مؤشر الغاز المستنفذ للأوزون لمنطقة خطوط العرض الوسطى (المحور الأفقي) من إعادة تجزيء EESC. أما EESC فيستمد من EECl بإضافة 3 سنوات لمحور الزمن لتوضيح الانحراف المرتبط بخليط الهواء من التروبوسفير إلى وسط الستراتوسفير، حيث توجد طبقة الأوزون. [المصدر: Montzka et al. (1996, 1999.)]

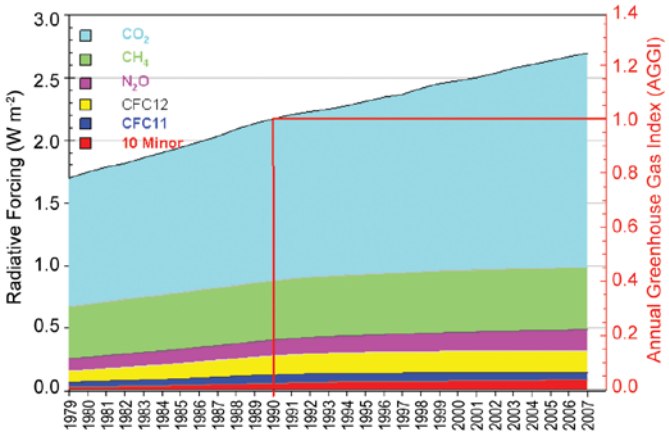
التأثير المركب للغازات النزرة الطويلة الأمد على التوازن الإشعاعي للغلاف الجوي- S. A. Montzka

جدول 2.4 : الفعالية الإشعاعية وأمد الحياة للمركبات الكيميائية المعتبرة في AGGI و OGDI.

الاسم الصناعي أو التسمية العامة	التركيبة الكيميائية	AGGI	ODGI	الفعالية الإشعاعية (Wm^{-2} $ppbv^{-1}$) *	نسبة الخلط [تتغير من 2006 إلى 2007][a]	أمد الحياة
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	Y	N	$1.41x10^{-5}$	382.6[1.7]	
الميثان	CH_4	Y	N	$3.7x10^{-4}$	1781.4[6.0]	12.0
أكسيد النتروجين	N_2O	Y	N	$3.03x10^{-3}$	321.9[0.7]	114
الكلوروفليوروكربونات						
CFC-11	CCl_3F	Y	Y	0.25	247.3[-2.3]	45
CFC-12	CCl_2F_2	Y	Y	0.32	530.6[-1.8]	100
CFC-113	CCl_2FCClF_2	Y	Y	0.30	77.4[-0.8]	85
الهيدروكلوروفليوروكربونات						
HCFC-22	$CHClF_2$	Y	Y	0.20	182.9[7.7]	12.0
HCFC-141b	CH_3CCl_2F	Y	Y	0.14	18.7[0.6]	9.3
HCFC-142b	CH_3CClF_2	Y	Y	0.20	17.2[1.2]	17.9
الهيدروفليوروكربونات						
HFC-134a	CH_2FCF_3	Y	N	0.16	43.2[4.3]	14
HFC-152a	CH_3CHF_2	N	N	0.09	5.3[0.7]	1.4
الكلوروكربونات						
كلوروفورم الميثيل	CH_3CCl_3	Y	Y	0.06	12.9[-2.5]	5.0
رابع كلوريد الكربون	CCl_4	Y	Y	0.13	92.1[-1.2]	26
كلوريد الميثيل	CH_3Cl	N	Y	0.01	548[7.3]	1.0
البروموكربونات						
بروميد الميثيل	CH_3Br	N	Y	0.01	7.6[0.0]	0.7
هالون 1211	$CBrClF_2$	Y	Y	0.30	4.1[-0.03]	16.0
هالون 1301	$CBrF_3$	Y	Y	0.32	3.1[0.03]	65
هالون 2402	$CBrF_2CBrF_2$	N	Y	0.33	0.47[-0.01]	20
المركبات تامة التفلور						
سادس فلوريد الكبريت	SF_6	Y	N	0.52	6.16[0.26]	3,200

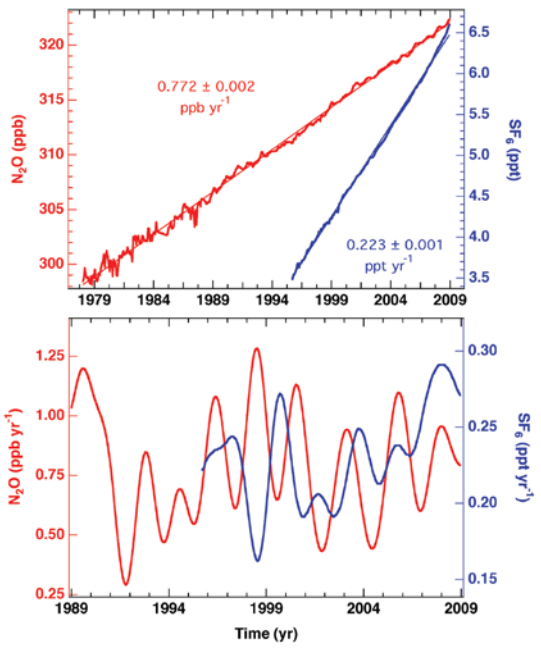
*أخذ القسر الإشعاعي وأمد الحياة من
Daniel and Velders et al. (2007) and Clerbaux and Cunnold et al. (2007).

[a] قيست نسب الخلط كمتوسطات لجميع مساحة الأرض من طرف التعاونية NOAA العالمية لشبكة أخذ العينات (Hofmann et al., 2006). التغيرات التي بين قوسين تعبر بكل بساطة عن الفرق بين المتوسط السنوي العالمي لنسب الخلط بين سنة 2006 و 2007 الوحدات ب ppm بالنسبة ل CO_2، ppb ل CH_4 و N_2O، ثم ppt للباقي.



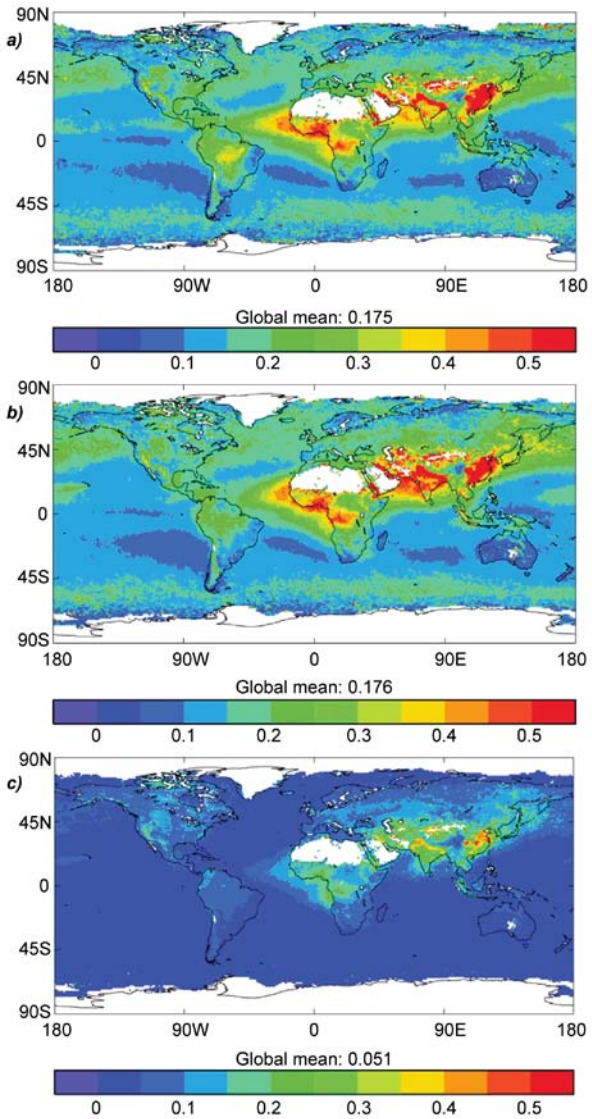
شكل 2.30: يظهر مؤشر NOAA السنوي للغازات الدفيئة(AGGI) قسرا إشعاعيا بالنسبة إلى 1750 لجميع الغازات الدفيئة المعمرة مؤشرة من 1 لسنة 1990. منذ سنة 1990، ارتفعت قيمة القسر الإشعاعي للغازات الدفيئة ب 24%.

أكسيد النيتروجين وسادس فلوريد الكبريت - J. W. Elkins and G. S. Dutton

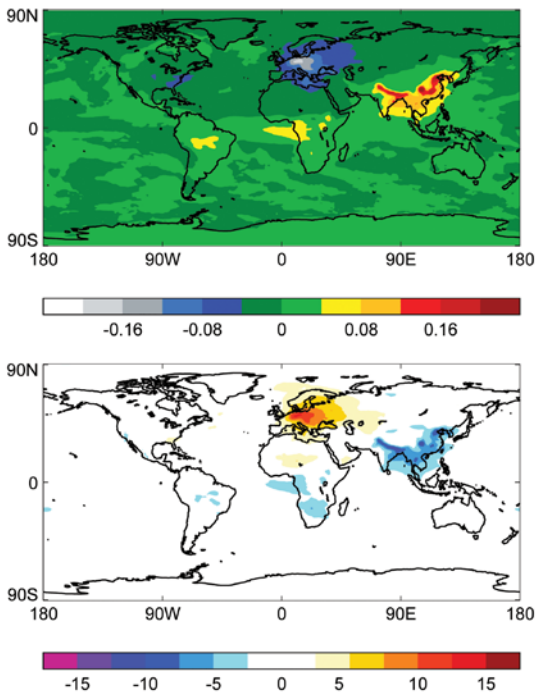


شكل 2.31: الشكل العلوي: المتوسط الشهري على مستوى الكرة الأرضية في موازاة التقديرات حسب نسبة نمو خطية لأكسيد النيتروجين في الغلاف الجوي (N_2O ،أحمر) ب ppb وسولفات سداسي الفليوريد (SF_6، أزرق) ب ppt من طرف شبكة NOAA/ ESRL للهالوكربونات. الشكل السفلي : نسبة النمو اللحظية لأكسيد النيتروجينN_2O و سولفات سداسي الفليوريد SF_6 باستعمال طريقة للصقل ذات فلتر من سنتين؛ علما أن سرعة ارتفاع نسبة نمو SF_6 في الغلاف الجوي بعد سنة 2003. وقد تمت معالجة معطيات الغلاف الجوي ل N_2O لما قبل سنة 1989 ول SF_6 لما قبل 1999 باستعمال البالونات عوض أجهزة قياس تعمل بصورة مستمرة في مراصد NOAA/ESRL.

6.2 الهباء الجوي على مستوى الكرة الأرضية - Jim Haywood, Nicolas Bellouin, and Andy Jones

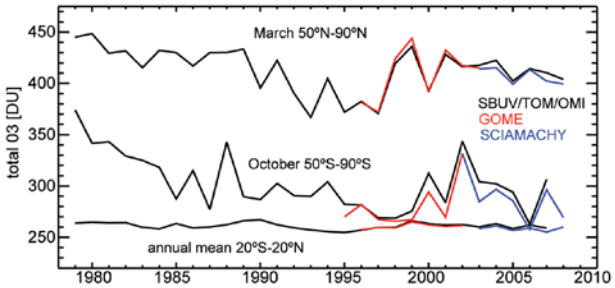


شكل 2.32: المتوسط السنوي الكلي للسمك البصري للهباء الجوي مستمد من مجسات MODIS AQUA لسنوات أ) 2007، ب) 2008. اللوحة c) تبين السمك البصري للهباء الجوي بفعل الإنسان مستمد من السمك البصري للهباء الجوي لMODIS ومن طريقة تجزيئية دقيقة لسنة 2008، حسب Bellouin et al. (2008).
المناطق ذات لون أبيض لا تتوفر على معطيات.

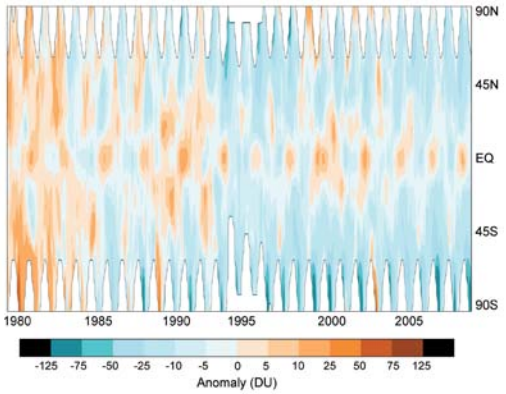


شكل 2.33: أ)التغير في السمك البصري للهباء الجوي حسب محاكاة منجزة من طرف النموذج العالمي لمركز هادلي لمكتب الأرصاد الجوية البريطانية (HadGEM1) خلال الفترة مابين 1980 إلى 2000. اللون الأزرق والرمادي يظهران تناقص في السمك البصري للهباء الجوي فوق أوربا و شرق الولايات المتحدة الأمريكية وذلك بسبب المراقبة الصارمة لإنبعاثات الغازات في حين أن اللون الأحمر والأصفر يظهران انبعاثات من مناطق في تطور صناعي. ب) التغير المنمذج في ضوء الشمس الوارد إلى سطح الأرض (ب Wm-2) لنفس الفترة- اللون الأصفر إلى البرتقالي يظهر اللمعان في حين أن الألوان الزرقاء تدل على المناطق الباهتة.

6.3 الأوزون الستراتوسفيري - Mark Weber



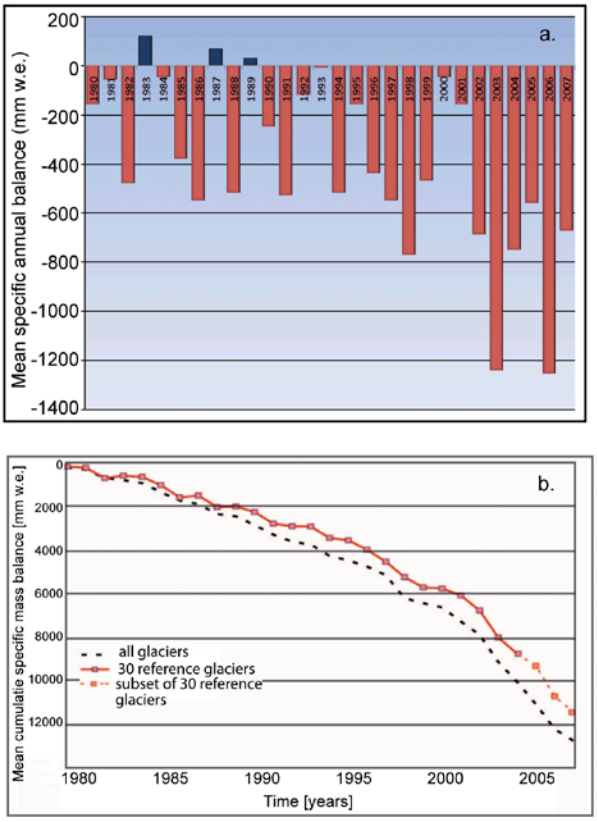
شكل 2.34: السلسلة الزمنية ل SBUV/TOMS/OMI (الأسود)، GOME (الأحمر) و SCIAMACHY (الأزرق) للأوزون الكلي داخل الأحزمة 50°N-90°N خلال شهر مارس، 20°S-20°N (المتوسط السنوي) و 50°S-90°S خلال شهر أكتوبر. وقد تم حساب الشذوذ من خلال متوسط المتوسط الشهري النطاقي المرجح لمعطيات منطقة عند كل 5° من خط العرض وذلك بإزالة المتوسط الموسمي من الفترة 1979-1989.



شكل 2.35: التغير الزمني (1979-2008) للشذوذ النطاقي الكلي للأوزون. هذا الشذوذ مبني على اندماج SBUV/TOMS/OMI بعد يونيو 1995(Frith و آخرون 2004)، GOME من يوليوز 1995 إلى مايو 2003 و معطيات SCIAMACHY من يونيو 2003 إلى ديسمبر 2008(Weber وآخرون 2007).

7.خاصيات سطح الأرض

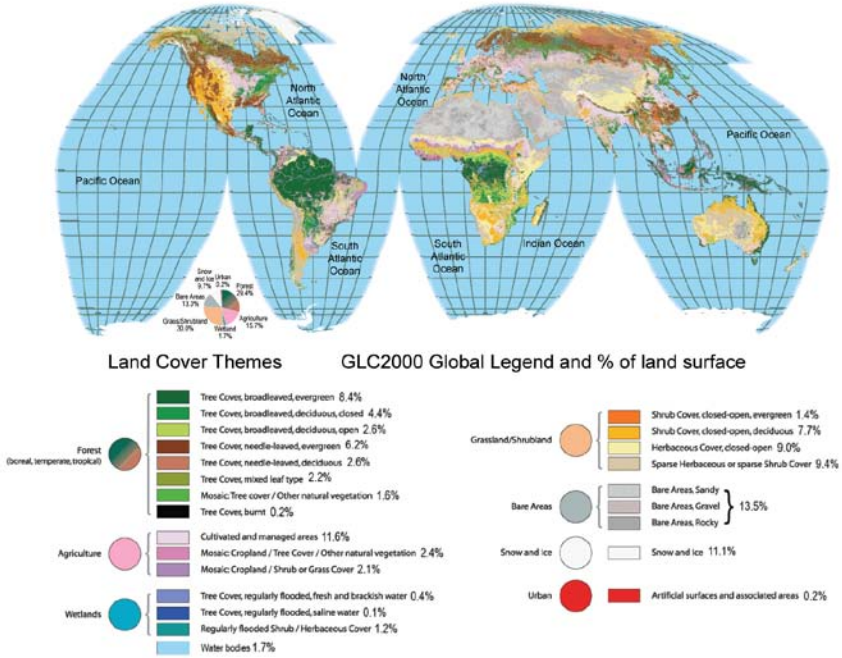
7.1 جليد جبال الألب وصفائح الجليد- Mauri S. Pelto



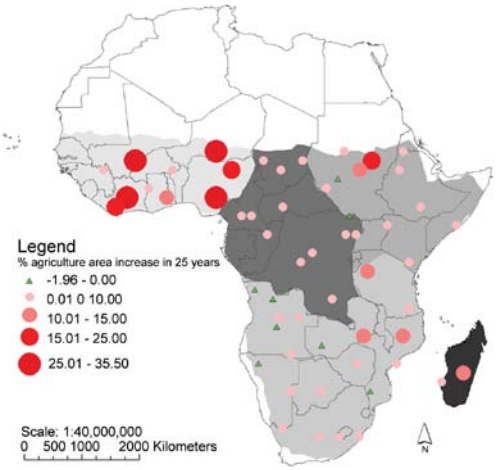
شكل 2.36: أ) المتوسط السنوي لوزن كتلة (مليمترات من الماء المعادل) 30 WGMS من الجليد المرجعي، 1980-2007. ب) المتوسط التراكمي لوزن كتلة 30 من الجليد المرجعي و

جميع الجليد المراقب. الخط المتقطع يرجع إلى مجموعة من ضمن 30 من الجليد المرجعي، وذلك لأنه ليس كل 30 من قطع الجليد لديها معطيات تامة خلال السنوات الأخيرة.

7.2 غطاء الأرض -A.S. Belward, E. Bartholomé, F. Achard, A.B. Brink

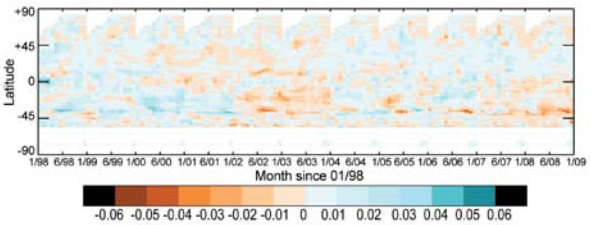


شكل 2.37: الغطاء الأرضي العالمي خلال دورة الألفية: 22 صنفا من الغطاء الأرضي، المفتاح متوافق مع نظام تصنيف الغطاء الأرضي للمنظمة العالمية للتغذية والزراعة (Di Gregorio and Jansen 2000). تم اعتماد الإسقاط المقطوع Goode Homolosine، التصنيف مستمد من الصور اليومية للأقمار الاصطناعية SPOT VGT، الوحدة الأساسية للشبكة 1x1km، للفترة مابين نوفمبر 1999 و ديسمبر 2000 ، تتلائم الخريطة والمعطيات ذات مصدر مستقل مع 68.6% من الزمن (Mayaux وآخرون 2006). 22% من المناطق الغير مصنفة موجودة في أصناف مختلطة، على سبيل المثال بعض المناطق معروفة من طرف مصادر المعطيات كونها مهجورة على نطاق واسع، الغابات التي تزول أشجارها في موسم معين صنفت كغابات مختلطة.



شكل 2.38: تحول النبات الطبيعي إلى فلاحي ثم الرجوع إلى النبات الطبيعي داخل إفريقيا ما بين 1975 إلى 2000، تتراوح النسب مابين 1.96%- إلى 35.5%.

7.3 حالة النباتات الأرضية - N. Gobron and A.S. Belward



شكل 2.39: شذوذ المعدل النطاقي FAPAR للفترة مابين 1998-2008. القيم تتراوح مابين 0.06%- إلى 0.06%.

شكروتقدير

لمجموعة مؤلفي مركز هادلي لمكتب الأرصاد الجوية البريطانية مدعومين من طرف وزارة الطاقة وتغير المناخ (DECC) في المملكة المتحدة، وزارة البيئة والغذاء والشؤون القروية (Defra) و وزارة الدفاع(MoD) وبرنامج المناخ المتكامل- (DECC/Defra (GA01101)، MoD (CBC/2B/0417_Annex C5).

جدول 5 . 2 مصادر المعطيات المستعملة في هذا الفصل و هي متاحة للجمهور لأغراض البحث الجادة.

ملاحظات	المعطيات	المصدر
المزيد من المعطيات الإضافية متوفر	HadCRUT3 (درجة حرارة السطح), HadAT (درجات الحرارة بالمسبار اللاسلكي), HadSLP2r (الضغط عند سطح البحر والمؤشرات المستمدة)	www.hadobs.org
	NCDC (درجة حرارة السطح)	http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html
	GISS (درجة حرارة السطح)	http://data.giss.nasa.gov/gistemp/
	RATPAC (درجات الحرارة بالمسبار اللاسلكي)	http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ratpac/index.php
ربما قد يغير صاحب الموقع المقر	IUK (درجات الحرارة بالمسبار اللاسلكي)	http://earth.geology.yale.edu/~sherwood/radproj/
	RAOBCORE and RICH (درجات الحرارة بالمسبار اللاسلكي)	http://www.univie.ac.at/theoret-met/research/raobcore/
	UAH MSU record (درجات الحرارة بالأقمار الإصطناعية)	http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/
جميع SSM/I تسجل فقط المعطيات المتاحة في القرص الصلب	RSS MSU record (درجات الحرارة بالأقمار الاصطناعية), RSS SSM/I record (الرياح والتساقطات و إجمالي بخار الماء الموجود داخل عمود فوق سطح المحيطات), TMI and AMSR-E (التساقطات)	http://www.remss.com
	STAR MSU record (درجات الحرارة بالأقمار الاصطناعية)	http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/mscat/mscatmain.htm
	إجمالي بخار الماء الموجود داخل عمود فوق سطح الأرض باعتماد تقنية GPS	On request from junhong@ucar.edu
	معطيات حول توازن الكتلة الجليدية	http://www.geo.unizh.ch/wgms/mbb/mbb10/sum07.html
المزيد من المعطيات حول الأرض الإضافية متوفر	الغطاء الأرضي العالمي	http://gem.jrc.ec.europa.eu/index.php
متغيرات أخرى متوفرة	GHCN شهريا (التساقطات)	http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-monthly/index.php
متغيرات أخرى متوفرة	GHCN يوميا	http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/
	GPCC (VasClimO and Full v.3) (التساقطات)	http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.gpcc.html
	GPCP (التساقطات)	http://precip.gsfc.nasa.gov
	CMAP (التساقطات)	http://www.cpc.noaa.gov/products/global_precip/html/wpage.cmap.html

	امتداد الغطاء الثلجي	http://climate.rutgers.edu/snowcover
	رصد لحالة الجو على سطح الأرض السحاب(SOBS)	http://www.atmos.washington.edu/~ignatius/CloudMap
	HIRS-Wالسحاب	http://www.ssec.wisc.edu/~donw/PAGE/CLIMATE.HTM
	ISCCP D2السحاب	http://isccp.giss.nasa.gov
	PATMOS-xالسحاب	http://cimss.ssec.wisc.edu/patmosx
	MODISالسحاب	http://ladsweb.nascom.nasa.gov
	NCEP/NCARإعدة التحليل	http://www.cdc.noaa.gov/data/reanalysis
	معطيات الثلج الذائب فوق سطح الأرض	http://www.gth-h.net
	Global Runoff Data Centre	http://grdc.bafg.de
المزيد من المعطيات الإضافية متوفرة; وتتضمن السحب والهباء الجوي	CERES EBAF, CERES ERBE-like, and FLASHFlux معطيات الأقمار الصناعية لحصيلة الموجة; الإشعاع الأرضي خلال النهار الموجة القصيرة المنعكسة, الطويلة المرتدة والإشعاع الصافي)	http://eosweb.larc.nasa.gov/
	مؤشر الغاز الدفيء	http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/
	تتبع غاز ثاني أكسيد الكربون	http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/
	ESRLتتبع غاز أحادي أكسيد الكربون	www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/towers/
	مؤشر الغاز المستنفذ للأوزون	http://www.cmdl.noaa.gov/odgi/
	ESRL شبكة الهالوكربون	http://www.esrl.noaa.gov/gmd/dv/ftpdata.html
	SBUV/TOMS/OMI, GOME, SCIAMACHY ozone	http:// www.iup.uni-bremen.de/gome/wfdoas/
	FAPAR	http://fapar.jrc.ec.europa.eu/