



الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ



تغير المناخ، والماء

حرر الورقة الفنية

Shaohung Wu

أكاديمية العلوم الصينية
الصين

Zbigniew W.Kundzewicz

أكاديمية العلوم البولندية، بولندا
ومعهد بوتسدام المعني ببحوث تأثير المناخ،
ألمانيا

Bryson Bates

منظمة البحوث العلمية
والصناعية التابعة لمنظمة
الكومنولث (CSIRO)
أستراليا

Jean Palutikof

مركز هادلي بدائرة الأرصاد الجوية
المملكة المتحدة

أعدت هذه الورقة الفنية الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ استجابة لقرار صادر عن الهيئة. وقام خبراء واختصاصيون حكوميون بمراجعة المادة المنشورة في الورقة، لكن الهيئة لم تنتظر فيها من أجل إمكان قبولها أو الموافقة عليها.

حزيران/ يونيو 2008

أعدت هذه الورقة تحت إدارة الفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية
المعنية بتغير المناخ (IPCC)
وحدة الدعم الفني

يُرجى الإشارة عند الاستشهاد بهذه الورقة الفنية، إلى ما يلي:

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

ISBN: 9784-123-9169-92-
© 2008, Intergovernmental Panel on Cbinate change

صورة الغلاف: © حقوق التأليف والنشر محفوظة
© Simon Fraser/Science Photo Library

المحتويات

vii	تقديم
viii	كلمة شكر
1	ملخص تنفيذي
5	1 - مقدمة لموضوع تغير المناخ والماء
7	1.1 معلومات أساسية
7	1.2 النطاق
8	1.3 سياق الورقة الفنية: الأحوال الاجتماعية - الاقتصادية والأحوال البيئية
8	1.3.1 التغيرات المرصودة
10	1.3.2 التغيرات المسقطة
11	1.4 عرض مجمل
13	2- التغيرات المرصودة والمسقطة في المناخ بحسب صلتها بالماء
15	2.1 التغيرات المرصودة في المناخ بحسب صلتها بالماء
15	2.1.1 الهطول (بما في ذلك الأحوال المتطرفة) وبخار الماء
19	2.1.2 الثلج والجليد الأرضي
20	2.1.3 مستوى سطح البحر
21	2.1.4 التبخر - النتح
22	2.1.5 رطوبة التربة
22	2.1.6 الجريان وتصريف الأنهار
22	2.1.7 أنماط التقلبية الواسعة النطاق
24	2.2 التأثيرات والتأثيرات التفاعلية للتغيرات الهيدرولوجية على المناخ
24	2.2.1 تأثيرات سطح الأرض
24	2.2.2 التأثيرات التفاعلية عن طريق التغيرات في دوران المحيطات
25	2.2.3 الانبعاثات والبالوعات المتأثرة بالعمليات الهيدرولوجية أو التأثيرات التفاعلية الكيميائية الحيوية الأرضية
25	2.3 التغيرات المسقطة في المناخ من حيث صلتها بالماء
26	2.3.1 الهطول (بما في ذلك الأحوال الجوية المتطرفة) وبخار الماء
29	2.3.2 الثلج والجليد الأرضي
29	2.3.3 مستوى البحر
30	2.3.4 التبخر - النتح
31	2.3.5 رطوبة التربة
31	2.3.6 الجريان وتصريف الأنهار
32	2.3.7 أنماط التقلبية واسعة النطاق
33	3- ربط تغير المناخ وموارد المياه: التأثيرات والاستجابات
35	3.1 التأثيرات المرصودة لتغير المناخ
35	3.1.1 تأثيرات مرصودة بسبب تغيرات في الغلاف الجليدي
35	3.1.2 الهيدرولوجيا وموارد المياه
40	3.2 التغيرات في المستقبل في توافر المياه والطلب عليها بسبب تغير المناخ
40	3.2.1 العوامل المحركة ذات الصلة بالمناخ لنظم المياه العذبة في المستقبل
44	3.2.2 العوامل الدافعة غير المناخية لنظم المياه العذبة في المستقبل
45	3.2.3 تأثيرات تغير المناخ على توافر المياه العذبة في المستقبل
45	3.2.4 تأثيرات تغير المناخ على طلب المياه العذبة في المستقبل

46	3.2.5 تأثيرات تغير المناخ على الإجهاد المائي في المستقبل
46	3.2.6 تأثيرات تغير المناخ على التكاليف والجوانب الاجتماعية - الاقتصادية الأخرى للمياه العذبة
48	3.2.7 مناطق وقطاعات المياه العذبة المعرضة لخطر تغير المناخ بدرجة عالية
48	3.2.8 جوانب عدم اليقين في التأثيرات المسقطة لتغير المناخ على نظم المياه العذبة
50	3.3 التكيف المتصل بالمياه مع تغير المناخ: نظرة عامة
55	4- تغير المناخ وموارد المياه في النظم والقطاعات
57	4.1 النظم الإيكولوجية والتنوع الأحيائي
57	4.1.1 الإطار
57	4.1.2 التغيرات المسقطة في مجال الهيدرولوجيا والتأثيرات فيما يتعلق بالتنوع الأحيائي العالمي
58	4.1.3 تأثيرات التغيرات في مجال الهيدرولوجيا على الأنواع الرئيسية من النظم الإيكولوجية
61	4.2 الزراعة والأمن الغذائي، واستخدام الأراضي والحراجة
61	4.2.1 السياق
63	4.2.2 الرصدات
63	4.2.3 الإسقاطات
67	4.2.4 التكيف وقابلية التأثر والتنمية المستدامة
71	4.3 الصحة البشرية
71	4.3.1 السياق
72	4.3.2 الرصدات
73	4.3.3 الإسقاطات
73	4.3.4 التكيف، وسرعة التأثر والتنمية المستدامة
73	4.4 إمدادات المياه ومرافق النظافة الصحية
73	4.4.1 السياق
73	4.4.2 ملاحظات
73	4.4.3 الإسقاطات
75	4.4.4 التكيف، وسرعة التأثر والتنمية المستدامة
77	4.5 المستوطنات والبنية الأساسية
77	4.5.1 المستوطنات
77	4.5.2 البنية الأساسية
78	4.5.3 التكيف
79	4.6 الاقتصاد: التأمين، والسياحة، والصناعة، والنقل
79	4.6.1 السياق
79	4.6.2 التكاليف الاجتماعية - الاقتصادية، التكيف، سرعة التأثر، التنمية المستدامة
81	5- تحليل الجوانب الإقليمية لتغير المناخ وموارد المياه
83	5.1 أفريقيا
83	5.1.1 السياق
84	5.1.2 الرصدات الحالية
87	5.1.3 التغيرات المسقطة
89	5.1.4 التكيف وسرعة التأثر
90	5.2 آسيا
90	5.2.1 السياق
90	5.2.2 التأثيرات المرصودة لتغير المناخ على المياه
92	5.2.3 التأثير المسقط لتغير المناخ على المياه، ومواطن الضعف الرئيسية
93	5.2.4 التكيف وسرعة التأثر
95	5.3 أستراليا ونيوزيلندا
95	5.3.1 السياق
96	5.3.2 التغيرات المرصودة
96	5.3.3 التغيرات المسقطة
98	5.3.4 التكيف وسرعة التأثر
98	5.4 أوروبا

98	5.4.1 السياق
98	5.4.2 التغيرات المرصودة
99	5.4.3 التغيرات المسقطة
101	5.4.4 التكيف وسرعة التأثير
102	5.5 أمريكا اللاتينية
102	5.5.1 السياق
102	5.5.2 التغيرات الملحوظة
104	5.5.3 التغيرات المسقطة
106	5.5.4 التكيف وسرعة التأثير
108	5.6 أمريكا الشمالية
108	5.6.1 السياق والتغيرات الملحوظة
108	5.6.2 التغيرات المسقطة ونتائجها
111	5.6.3 التكيف
113	5.7 المنطقتان القطبيتان
113	5.7.1 السياق
113	5.7.2 التغيرات المرصودة
114	5.7.3 التغيرات المسقطة
115	5.7.4 التكيف وسرعة التأثير
116	5.8 الجزر الصغيرة
116	5.8.1 السياق
116	5.8.2 الاتجاهات المناخية الملحوظة والإسقاطات في المناطق الجزرية
119	5.8.3 التكيف، وسرعة التأثير، والاستدامة
123	6- تدابير التخفيف من تغير المناخ، والماء
125	6.1 مقدمة
125	6.2 التخفيف المحدد قطاعياً
125	6.2.1 احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS)
125	6.2.2 محاصيل إنتاج الطاقة الأحيائية
127	6.2.3 كهرباء الكتلة الأحيائية
127	6.2.4 الطاقة الكهرمائية
127	6.2.5 الطاقة الحرارية الأضية
128	6.2.6 استخدام الطاقة في المباني
128	6.2.7 تغير استخدام الأراضي وإدارتها
128	6.2.8 إدارة الأراضي الزراعية (المياه)
129	6.2.9 إدارة الأراضي الزراعية (تقليل حرائق الأراضي)
129	6.2.10 التشجير أو إعادة التشجير
130	6.2.11 تفادي/تقليل إزالة الغابات
130	6.2.12 إدارة النفايات الصلبة؛ معالجة المياه المستعملة
130	6.2.13 النفط غير التقليدي
130	6.3 آثار سياسات وتدابير إدارة المياه على انبعاثات غاز الدفيئة والتخفيف منها
131	6.3.1 السدود المائية
132	6.3.2 الري
132	6.3.3 عائد البقايا
132	6.3.4 عمليات الصرف في الأراضي الزراعية
132	6.3.5 معالجة المياه المستعملة
133	6.3.6 إزالة الملوحة
133	6.3.7 الطاقة الحرارية الأرضية
133	6.4 المناخات المحتملة بشأن موارد المياه بين التكيف والتخفيف
135	7- الانعكاسات على السياسة والتنمية المستدامة
137	7.1 الانعكاسات على السياسة بحسب القطاع

139	7.2 الآثار الرئيسية المسقطة ذات الصلة بالمياه بحسب المناطق
141	7.3 الانعكاسات على سياسة التخفيف من آثار تغير المناخ
141	7.4 الانعكاسات على التنمية المستدامة
143	8- الثغرات في المعارف والمقترحات من أجل العمل اللاحق
145	8.1 الاحتياجات في مجال الرصد
145	8.2 فهم الإسقاطات المناخية وانعكاساتها
145	8.2.1 فهم تغير المناخ وإسقاطاته
146	8.2.2 التأثيرات المتصلة بالمياه
146	8.3 التكيف والتخفيف
149	المراجع
175	التذييل الأول: أوصاف النماذج المناخية
177	التذييل الثاني: مسرد المصطلحات
197	التذييل الثالث: المختصرات، والرموز الكميائية، والوحدات القياسية العلمية
199	التذييل الرابع: قائمة بأسماء المؤلفين
201	التذييل الخامس: قائمة بأسماء المستعرضين
205	التذييل السادس: الإذن بالنشر
207	الفهرس

قام المؤلفون الرئيسيون بكتابة الصيغة النهائية للورقة الفنية وبعدها أذن المكتب بإصدارها لاطلاع الجمهور عليها.

وأنا ندين بالفضل الكبير والامتنان للمؤلفين الرئيسيين (الذين ترد أسماءهم في الورقة) لأنهم خصصوا الكثير من وقتهم بسخاء وأنجزوا الورقة الفنية في المواعيد المحددة. ونود أن نوجه الشكر إلى الدكتورة جان بالوتيكوف (Jean Palutikof) رئيسة وحدة الدعم الفني التابعة للفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، لما اتسمت به من ريادة ماهرة واقتدار لدى إعداد هذه الورقة.



Rajendra K. Pachauri

رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)



Renate Christ

أمينة الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)



Osvaldo Canziani

رئيس مشارك للفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)



Martin Parry

رئيس مشارك للفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)

تعتبر الورقة الفنية الصادرة عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بشأن تغير المناخ، والماء الورقة السادسة في سلسلة الأوراق الفنية الصادرة عن هذه الهيئة، وقد صدرت استجابة لاقتراح من أمانة برنامج المناخ العالمي – الماء (WCP-Water) واللجنة التوجيهية الدولية للحوار بشأن الماء والمناخ في الدورة العامة التاسعة عشرة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المعقودة في جنيف في نيسان/أبريل 2002. وعقد اجتماع تشاوري بشأن تغير المناخ والماء في جنيف في تشرين الثاني/نوفمبر 2002 وأوصى بإعداد ورقة فنية بشأن تغير المناخ والماء بدلاً من إعداد تقرير خاص لمعالجة هذا الموضوع. وكان لا بد أن تستند وثيقة من هذا القبيل أساساً إلى النتائج التي توصل إليها تقرير التقييم الرابع الذي أصدرته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، ليس هذا فحسب، بل وأن تستند أيضاً إلى مطبوعات أصدرتها الهيئة (IPCC) من قبل. وقررت الهيئة أيضاً أن يعامل الماء كموضوع شامل في تقرير التقييم الرابع.

وتعالج الورقة الفنية قضية المياه العذبة. ولا تعالج ارتفاع مستوى سطح البحر إلا بقدر ما يمكن أن يحدثه هذا الارتفاع من تأثيرات على المياه العذبة في المناطق الساحلية وما وراءها. فالمناخ والمياه العذبة والنظم الفيزيائية الحيوية والنظم الاجتماعية - الاقتصادية مترابطة بطرق معقدة. ومن ثم، فإن أي تغيير يحدث في أي من هذه الأمور يمكن أن يستحث تغييراً في أي أمر آخر منها. وتعتبر القضايا ذات الصلة بالمياه العذبة غاية في الأهمية فيما يتعلق بتحديد مواطن سرعة التأثير الإقليمية والقطاعية الرئيسية. وبالتالي، فإن العلاقة بين تغير المناخ وموارد المياه العذبة يمثل شاغلاً أساسياً للمجتمع البشري كما أن لها تأثيرات أيضاً على جميع الأجناس الحية.

وقد اختارت مكاتب الأفرقة العاملة الثلاثة التابعة للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ فريقاً متعدد التخصصات لكتابة هذه الورقة الفنية بهدف تحقيق التوازن الإقليمي والمواضيعي. وتستند هذه الورقة أيضاً شأنها في ذلك شأن جميع الأوراق الفنية الصادرة عن الهيئة (IPCC)، إلى المواد الواردة في تقارير الهيئة التي سبق إقرارها/قبولها/اعتمادها من قبل، وعرضت في الوقت نفسه على خبراء واختصاصيين حكوميين لمراجعتها، وتلا هذا استعراض حكومي نهائي للورقة الفنية. وقام مكتب الهيئة (IPCC) بمهمة مجلس التحرير لضمان أن يكون المؤلفون الرئيسيون قد تناولوا بشكل واف، الملاحظات الناجمة عن الاستعراض والمرجع لدى وضع الصياغة النهائية للورقة الفنية.

واجتمع المكتب في دورته السابعة والثلاثين في بودابست في نيسان/أبريل 2008. ونظر في التعليقات الرئيسية الواردة أثناء الاستعراض الحكومي النهائي. وعلى ضوء ملاحظات المكتب وما قدمه من طلبات،

كلمة شكر

نشكر وحدة الدعم الفني للفريق العامل الثاني التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وخصوصاً نورا بريتشارد (Norah Pritchard) وكلاير هانسون (Clair Hanson) لمثابرتهما وما بذلاه من جهد لا يعرف الكلل من أجل إعداد هذه الورقة الفنية.

وقد تكرمت حكومة كندا بالموافقة على استضافة الاجتماع الثاني للمؤلفين الرئيسيين، وإننا نوجه الشكر إلى تيري براوز (Terry Prowse) لاضطلاعها بالعمل الشاق المتمثل في التنظيم في فيكتوريا، كولومبيا البريطانية.

وقد حضر الاجتماع الثاني للمؤلفين الرئيسيين موريس روس (Maurice Roos) من إدارة الموارد المائية بولاية كاليفورنيا، وبيل جيرلينغ (Bill Girling) من مانيتوبا هيدرو (Manitoba Hydro) من أجل تقديم المشورة والاقتراحات من وجهة نظر المستعملين.

وأعدت ماريلين أندرسون (Marilyn Anderson) الفهرس، وقامت نانسي بوستون (Nancy Boston) بتحرير نسخة النص.

ونزجي جزيل الشكر إلى جميع المؤلفين، وأسراهم، ومؤسساتهم، وحكوماتهم، من أجل إسهاماتهم في إصدار هذه الورقة.

23 حزيران/يونيو 2008

Bryson Bates
Zbyszek Kundzewicz
Shaohong Wu
Jan Palutikof

تغير المناخ والماء

طلبت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ في جلسة عامة إعداد هذه الورقة الفنية استجابة لمقترحات برنامج المناخ العالمي – الماء (WCP-Water)، والحوار بشأن الماء، ومنظمات أخرى معنية بتوفير المياه. وقد أعدت الورقة تحت رعاية رئيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الدكتور ر.ك. باشاوري (R.K. Pachauri)

المؤلفون الرئيسيون المنسقون

Bryson Bates (Australia), Zbigniew W. Kundzewicz (Poland) and Shaohong Wu (China)

المؤلفون الرئيسيون

Nigel Arnell (UK), Virginia Burkett (USA), Petra Döll (Germany), Daniel Gwary (Nigeria), Clair Hanson (UK), BertJan Heij (The Netherlands), Blanca Elena Jiménez (Mexico), Georg Kaser (Austria), Akio Kitoh (Japan), Sari Kovats (UK), Pushpam Kumar (UK), Christopher H.D. Magadza (Zimbabwe), Daniel Martino (Uruguay), Luis José Mata (Germany/Venezuela), Mahmoud Medany (Egypt), Kathleen Miller (USA), Taikan Oki (Japan), Balgis Osman (Sudan), Jean Palutikof (UK), Terry Prowse (Canada), Roger Pulwarty (USA), Trinidad and Tobago), Jouni Räisänen (Finland), James Renwick (New Zealand), Francesco Nicola Tubiello (USA/IIASA/Italy), Richard Wood (UK) and Zong-Ci Zhao (China)

المؤلفون المساهمون

Julie Arblaster (Australia), Richard Betts (UK), Aiguo Dai (USA), Christopher Milly (USA), Linda Mortsch (Canada), Leonard Nurse (Barbados), Richard Payne (Australia), Iwona Pinkswar (Poland) and Tom Wilbanks (USA)

