

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG**

**Xây dựng phương án chi tiết thử nghiệm  
ứng dụng công nghệ dự báo và cảnh báo  
sớm hạn hán ở Việt Nam**

**TS. Nguyễn Văn Thắng  
TTNC Khí tượng Khí hậu**

HÀ NỘI 8/2008

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ MÔI TRƯỜNG**

**Xây dựng phương án chi tiết thử nghiệm  
ứng dụng công nghệ dự báo và cảnh báo  
sớm hạn hán ở Việt Nam**

**TS. Nguyễn Văn Thắng  
TTNC Khí tượng Khí hậu**

HÀ NỘI 8/2008

# MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	1
1. Xây dựng bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán.....	2
1.1. Tổng quan về các bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán ở một số nước	3
1.2. Nội dung bản tin giám sát và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam .....	7
2. Xây dựng bản tin dự báo hạn hán.....	9
2.1. Tổng quan về các bản tin dự báo hạn hán ở một số nước.....	10
2.2. Nội dung bản tin dự báo hạn hán ở Việt Nam .....	12
2.3. Quy trình ra bản tin dự báo hạn hán ở Việt Nam.....	13
3. Quy trình, công nghệ dự báo hạn hán .....	16
3.1. Quy trình, công nghệ dự báo hạn khí tượng.....	16
3.1.1. Quy trình xây dựng công nghệ dự báo hạn khí tượng.....	16
3.1.2. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn khí tượng.....	19
3.1.3. Thử nghiệm dự báo hạn khí tượng .....	20
3.2. Quy trình dự báo hạn nông nghiệp.....	22
3.3. Quy trình dự báo hạn thủy văn .....	33
4. Xây dựng trang thông tin về giám sát, cảnh báo sớm và dự báo hạn hán ...	33
4.1. Trang thông tin giới thiệu.....	33
4.2. Trang thông tin về giám sát và dự báo hạn hán.....	33
4.3. Trang bản đồ hiện thị hạn hán.....	34
1. Các loại bản đồ .....	34
2. Dạng hiện thị bản đồ.....	34

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1: Kết quả dự báo chỉ số SPI các mùa năm 2006 - 2007.....	21
Bảng 3.2: Kết quả dự báo chỉ số SPI các tháng mùa ít mưa năm 2007.....	21
Bảng 3.3. Cấu trúc tệp dữ liệu chuẩn.....	23

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Công cụ giám sát hạn hán ở Mỹ .....	6
Hình 1.2. Bản tin thông báo hạn hán và lũ lụt ở Trung Quốc.....	6
Hình 1.3. Thông tin hạn hán và thiếu hụt lượng mưa ở Úc .....	6
Hình 1.4. Thông tin giám sát hạn hán ở Bắc Mỹ, tháng 5 năm 2006 .....	7
Hình 1.5. Các sản phẩm liên quan đến khí hậu và hạn hán của ICPAC.....	7
Hình 1.6. Các Bản đồ SPI Nam Mỹ: tháng 11, 9-11 và 6-11 của SAWS .....	7
Hình 1.7. Sơ đồ thực trạng kế hoạch hạn và bản đồ dự báo hạn hán mùa ở Mỹ .....	11
Hình 1.8. Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Mỹ .....	11
Hình 1.9. Bản đồ dự báo dòng chảy và chỉ số PDSI ở Mỹ.....	11
Hình 1.10. Bản đồ dự báo độ ẩm đất ở Mỹ.....	12
Hình 1.11. Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Úc và ASEAN.....	12
Hình 1.12. Bản tin dự báo hạn hán ở Trung Quốc.....	12
Hình 3.1. Bản đồ tương quan giữa chỉ số PSI tháng 1 khu vực ĐBNB.....	17
với trường OLRa.....	17
Hình 3.2. Xây dựng mô hình dự báo bằng phần mềm SYSTAT 10.....	18
Hình 3.3. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn mùa .....	19
Hình 3.4. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn tháng .....	20
Hình 3.4. Bản đồ dự báo hạn mùa và tháng cho 7 vùng khí hậu Việt Nam .....	22
Hình 3.5. Tạo lập chương trình grads.....	24
Hình 3.6. Các file có đuôi GS và TXT phù hợp với chương trình Grads.....	25
Hình 3.7. Minh họa chạy chương trình PC Grads .....	26
Hình 3.8. Minh họa việc tạo lập tập hợp các file.....	26
Hình 3.9. Minh họa download tự động bằng phần mềm Free Download Manager .....	27
Hình 3.10. Minh họa form cho phép cập nhật các kết quả tính toán .....	29
Hình 3.11. Giao diện công cụ hỗ trợ dự báo Prescott.....	30
Hình 3.12. Minh họa bước thứ nhất của việc dự báo chỉ số Prescott .....	30
Hình 3.13. Minh họa giao diện tạo lập các bản đồ .....	31
Hình 3.14. Minh họa giao diện thành lập các bản đồ tổng hợp .....	31
Hình 3.15. Minh họa bản đồ dự báo chỉ số Prescott.....	32

## Lời nói đầu

Hạn hán một hiện tượng dai dẳng và nguy hại nhất trong những hiện tượng kịch tính mà thiên nhiên làm ma thuật. Nó có thể kéo dài hơn và trải rộng trên suốt những khu vực lớn hơn nhiều so với bão, lốc tố, lũ lụt và động đất... gây nên những thiệt hại hàng trăm triệu đô la và làm suy giảm nhiều niềm hy vọng và ước mơ.

Phó Đô đốc Conrad C. Lautenbacher, Jr, Thứ trưởng Bộ Thương mại về Đại dương và Khí quyển; Trưởng Cơ quan Đại dương và Khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA) đã nhấn mạnh rằng: " Với hạn hán đang gây ra những thiệt hại trực tiếp theo ước tính khoảng 6,0 đến 8,0 tỷ đô la hàng năm đối với nền kinh tế Mỹ và những ảnh hưởng nghiêm trọng đến xã hội, chúng ta không thể bỏ qua sự cần thiết về những kiến thức để dự báo, giám sát và giảm thiểu hiện tượng này. Bằng cách tạo ra một mạng lưới thông tin hạn hán tổng hợp và thiết lập một tổ chức do nhà nước quản lý về chính sách hạn hán hàng đầu cho toàn quốc, chúng ta có thể cung cấp cho các nhà quản lý và đưa ra các quyết định những công cụ tốt nhất để quản lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên của chúng ta và bảo đảm sự cung cấp thích hợp về nước sạch cho quốc gia. Giám sát và dự báo hạn hán là điều chủ yếu đối với hệ thống quan sát trái đất như được các nhà lãnh đạo trên thế giới hình dung. Ở đâu có nước ở đó có cuộc sống. Chúng ta phải mang lại những hiểu biết tốt nhất và chương trình hợp tác tốt nhất để có thể nói về những thách thức này. Hệ thống thông tin hạn hán tích hợp quốc gia (NIDIS) sẽ cung cấp một khuôn khổ nguyên lý để giải quyết các vấn đề liên quan đến các điều kiện hạn đã tàn phá đất nước chúng ta trong những năm gần đây. Hệ thống NIDIS là một hệ thống cảnh báo sớm quốc gia cho thế kỷ 21 và nó sẽ nâng cao những khả năng hiện tại của chúng ta trong việc giám sát và dự báo hạn hán".

Trong hệ thống thông tin hạn hán tích hợp quốc gia quốc gia (NIDIS) có 2 hợp phần chủ yếu được nhấn mạnh: 1) nâng cao và mở rộng việc biên soạn những số liệu tin cậy về các chỉ báo hạn khác nhau, kể cả số liệu vật lý/thủy văn (ví dụ mạng lưới quan trắc quốc gia) kết hợp với những tác động đối với kinh tế - xã hội và môi trường (ví dụ những thiệt hại về nông nghiệp và những tác động của đám

cháy hoang dã); và 2) tích hợp và giải lý giải những số liệu đó bằng những công cụ dễ xử lý và dễ hiểu nhằm cung cấp kịp thời những thông tin có ích đối cho những người đưa ra các quyết định và công chúng.

Một chính sách hạn hán quốc gia toàn diện cần phải thành lập, bao gồm sự tăng cường giám sát, dự báo hạn hán (NIDIS), sự hợp tác và hợp nhất các chương trình chính phủ, thiết lập nguồn tài trợ chắc chắn cho việc phòng chống hạn và các hoạt động thích ứng và tạo điều kiện cho các chương trình phòng chống và giảm thiểu hạn hán dựa trên các bang là các chương trình sẽ đưa đến những đầu tư hiệu quả.

## **1. Xây dựng bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán**

Các hệ thống cảnh báo sớm hạn hán được thiết kế để nhận biết các điều kiện khí hậu trong thời gian hạn hán và các xu hướng cung cấp nước và do đó để phát hiện sự nguy cấp hoặc xác suất xuất hiện và mức độ khắc nghiệt của hạn hán. Sự hiểu biết về các nguyên nhân gây nên tính dễ tổn thương cũng là một hợp phần quan trọng trong quản lý hạn hán vì mục tiêu cao nhất là giảm thiểu rủi ro cho từng vùng cụ thể và cho một nhóm người chuyên dùng hoặc một ngành kinh tế.

Có rất nhiều các chỉ báo hạn hán (drought indicator) tự nhiên mà chúng có thể được giám sát đều đặn để xác định sự bắt đầu và kết thúc của hạn hán và các đặc trưng không gian của chúng. Tính khắc nghiệt cũng cần được đánh giá dựa theo các bước lặp lại về mặt thời gian. Mặc dầu tất cả các loại hạn hán đều bắt nguồn từ sự thiếu hụt giáng thủy (mưa), sẽ thiếu sót nếu chỉ dựa vào yếu tố khí hậu để đánh giá mức độ khắc nghiệt và các tác động có thể xảy ra dựa theo các nhân tố đã được xác định trước đó. Các hệ thống cảnh báo sớm có hiệu quả cần phải tích hợp lượng giáng thủy và các tham số khí hậu khác với các thông tin về nước như dòng chảy, các trữ lượng tuyết (nếu có), mực nước ngầm, các mực nước trong hồ và lưu vực sông và độ ẩm đất thành một đánh giá tổng hợp về các điều kiện hạn hán và cung cấp nước hiện tại và tương lai.

Cho đến nay, các hệ thống giám sát và cảnh báo sớm đã và đang dựa vào chỉ báo đơn hoặc chỉ số khí hậu. Những cố gắng trong những năm gần đây nhằm cải thiện việc giám sát và cảnh báo sớm hạn hán ở Mỹ và một số nước đã đưa ra các

công cụ và phương pháp mới về cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định nhằm trợ giúp việc lập kế hoạch phòng chống và phát triển các chính sách hạn hán. Những bài học rút ra được có thể trở thành những mô hình hữu ích cho các nước khác làm theo vì họ đang cố gắng giảm thiểu các tác động của hạn hán trong tương lai. Một hệ thống giám sát, cảnh báo sớm và phân phát thông tin hạn hán có hiệu quả, liên tục theo dõi các chỉ báo chủ yếu của hạn hán và cung cấp nước và các chỉ số dựa vào khí hậu và phân phát các thông tin này cho các nhà lập chính sách sẽ cho phép phát hiện sớm các điều kiện hạn hán và kịp thời khởi động các giải pháp giảm thiểu và ứng phó khẩn cấp hạn hán.

Nhìn chung, để giám sát hạn hán một cách hiệu quả và cung cấp thông tin cảnh báo sớm, thì cần phải có một cách tiếp cận đầy đủ và tổng hợp. Đồng thời, việc phân tích dữ liệu khí hậu và nước cần tập trung vào một tổ chức có thực quyền. Tổ chức đó có thể là một Cục, hoặc Bộ, hoặc tổ chức quyền lực liên Cục và chịu trách nhiệm phân tích số liệu và đưa ra các sản phẩm hữu ích cuối cùng, hoặc các công cụ hỗ trợ, tạo quyết định để phân phát thông tin đến người sử dụng.

Theo Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), các thành phần quan trọng trong việc giám sát hạn hán có hiệu quả là các hệ thống kiểm soát và cảnh báo sớm hạn hán được cải thiện. Điều đó được thể hiện trong tài liệu No.1006 của WMO: "Giám sát và Cảnh báo sớm hạn hán: quan điểm, phát triển và thách thức trong tương lai"

### ***1.1. Tổng quan về các bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán ở một số nước***

Những xu hướng gần đây về sự gia tăng của dao động khí hậu và sự tổn thương với hạn hán đã nhấn mạnh sự cần thiết phải tiến hành thiết lập và thực hiện một hệ thống giám sát và dự báo tích hợp. Những người sử dụng nước trên toàn quốc - nông dân, các chủ trại chăn nuôi (rancher), các bộ lạc, các nhà quản lý đất đai, các hộ kinh doanh, những người tham gia các hoạt động giải trí, các nhà quản lý các khu hoang dã và các nhà lập chính sách ở các cấp của chính quyền cần phải biết kịp thời xử lý những rủi ro do hạn hán gây ra trước khi hạn hán bắt đầu để đưa ra những giải pháp thông báo.

Công cụ giám sát hạn hán Hoa Kỳ (The US Drought Monitor) được thành lập năm 1999 để tích hợp tốt hơn các dữ liệu về các điều kiện hiện tại là một công

cụ mới và quan trọng trong việc giám sát hạn hán. Công cụ này là sự liên kết những nỗ lực của Bộ Nông nghiệp Mỹ, Trung tâm Quốc gia giảm thiểu hạn hán, Trung tâm Dự báo Khí hậu (CPC) của NOAA và Trung tâm Dữ liệu Khí hậu Quốc gia (NCDC) và trở thành sản phẩm nghiệp vụ từ ngày 18 tháng 8 năm 1999 (Hình 1.1). Nội dung của Hệ thống giám sát hạn (<http://www.drought.unl.edu/dm>) bao gồm một số chỉ số và chỉ báo chủ yếu như chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (PDSI), chỉ số chuẩn hoá lượng mưa (SPI), dòng chảy, trạng thái sinh trưởng của cây trồng và thực vật, độ ẩm đất và các tác động; các chỉ báo phụ trợ (ancillary) như chỉ số hạn Keetch-Byran, các mực nước lưu vực, chỉ số cung cấp nước mặt,... Bộ phận Nhận định hạn hán mùa Hoa Kỳ (The US Seasonal Drought Outlook), được thành lập năm 2000 đang phấn đấu nhằm dự báo hạn hán tốt hơn.

Cơ quan được giao trách nhiệm phát triển hệ thống giám sát hạn hán ở Trung Quốc là Trung tâm Khí hậu Bắc Kinh (Trung tâm Khí hậu Quốc gia) thuộc Cục Khí tượng Trung Quốc. Hệ thống giám sát và cảnh báo sớm hạn hán Trung Quốc (<http://www.bcc.cma.gov.cn/en>) đã được phát triển và đưa vào nghiệp vụ từ năm 1999. Kết quả giám sát hạn được phát hành qua bản tin "Thông báo hạn hán và lũ lụt ở Trung Quốc" (Hình 1.2) với các chỉ số Tỷ chuẩn lượng mưa; Tỷ chuẩn sai lệch lượng mưa; chỉ số SPI và phát triển chỉ số toàn diện (CI) dựa vào chỉ số SPI và bốc thoát hơi tiềm năng tương ứng. Ngoài ra, còn có thêm các chỉ số viễn thám, ...

Bản tin thông tin hạn hán và thiếu hụt lượng mưa ở Úc (Hình 1.3) do Trung tâm Khí hậu Quốc gia (NCC) thuộc Cục Khí tượng Úc (BOM) phát hành từ 1965 (<http://www.bom.gov.au/climate/drought>), chủ yếu dựa vào lượng mưa tích lũy dưới phần thứ 10 hoặc thứ 5 của phần trăm lượng mưa 1 tháng, 3 tháng hoặc thời kỳ dài hơn. Sau đó đã thành lập thêm Hệ thống Giám sát Nông nghiệp Quốc gia (NAMS) thuộc Hội đồng Bộ Công nghiệp Chủ yếu Úc (<http://www.nams.gov.au>).

Ngoài ra còn có thể tham khảo một số các bản tin cảnh báo hạn sau:

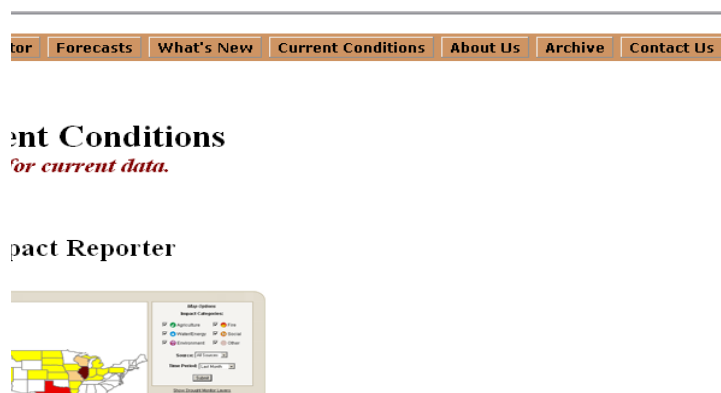
- Giám sát hạn Bắc Mỹ (NADM) là kết quả dự án hợp tác giữa Mỹ, Mexico và Canada bắt đầu từ năm 2002. Bản tin giám sát hạn vùng Bắc Mỹ được cập nhật trên web site <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm> và được thể hiện trên Hình 1.4.

- WMO và UNDP (Chương trình phát triển Liên hiệp quốc) đã thiết lập Trung tâm Giám sát hạn khu vực (DMC) cho Vùng Sừng lớn Châu Phi (Greater Horn of Africa) vào năm 1989. Sau đó đến năm 2003, DMC tại Nairobi trở thành Viện đặc biệt của Cơ quan quyền lực Liên chính phủ về phát triển (IGAD) và đổi tên thành Trung tâm dự báo và ứng dụng khí hậu của IGAD (ICPAC). Trung tâm này có trách nhiệm về giám sát, dự báo, cảnh báo sớm và ứng dụng thông tin khí hậu nhằm giảm thiểu các tai biến liên quan đến khí hậu cho Vùng Sừng Lớn châu Phi. Bản tin của ICPAC được cập nhật trên web site <http://www.icpac.net> và thể hiện trên hình 1.5.

- Cơ quan thời tiết Nam Mỹ (SAWS) đã thành lập đơn vị giám sát hạn. Các thông tin về mức độ và vùng hạn được phản ánh thông qua bản đồ SPI theo các khung thời gian khác nhau trên trang web Giám sát hạn của SAWS (<http://www.weathersa.co.za/DroughtMonitor/DMDesk.jsp>) và thể hiện trên Hình 1.6.

Nhìn chung, hạn hán tác động đến nhiều người hơn các thiên tai khác và gây ra thiệt hại nghiêm trọng cho kinh tế, xã hội và môi trường. Phát triển một hệ thống giám sát, cảnh báo sớm và phát tin hiệu quả là một cố gắng nỗ lực do những đặc trưng độc nhất của hạn hán.

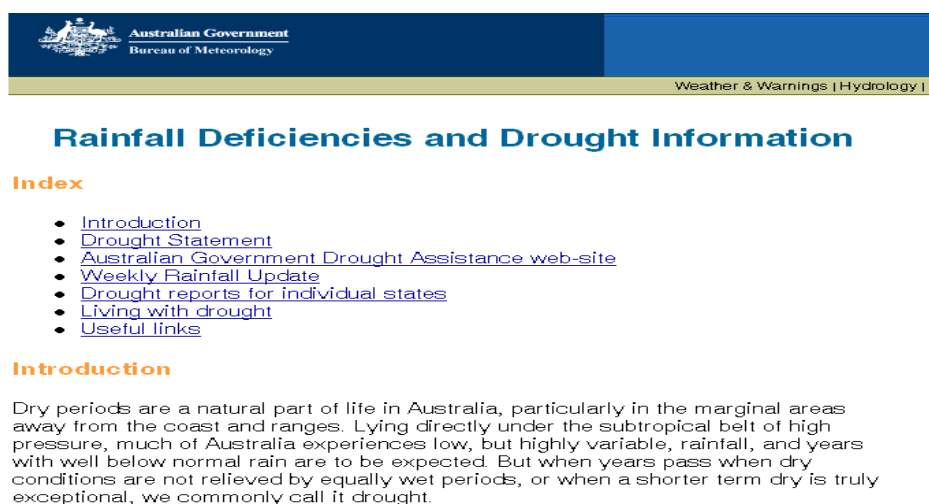
Đến nay đã có những bước tiến dài trên con đường cải thiện hiệu quả của các hệ thống này. Do tần suất và cường độ hạn hán ở nhiều khu vực trên thế giới tăng lên và đồng thời tăng khả năng gây tổn hại đối với xã hội mà (1) cần phải tăng cường vai trò phát triển kế hoạch phòng chống hạn hán theo phương châm tích cực hơn bị động (phòng hơn chống) và nhấn mạnh các biện pháp quản lý rủi ro; (2) coi cải thiện giám sát hạn là chìa khoá của kế hoạch phòng chống hạn và là một chính sách hạn quốc gia; (3) hệ thống cảnh báo sớm cần cung cấp kịp thời và tin cậy cho các nhà hoạch định truy cập thông tin, dựa vào đó để đưa ra các biện pháp giảm nhẹ; và (4) đã có nhiều cố gắng nhằm cải thiện các hệ thống trên, nhưng cần phải có cách tiếp cận đầy đủ và tổng hợp đối với giám sát khí hậu và cấp nước để cung cấp một cách hiệu quả và thành công ở nhiều quốc gia.



Hình 1.1. Công cụ giám sát hạn hán ở Mỹ  
(nguồn <http://www.drought.unl.edu.dm>)



Hình 1.2. Bản tin thông báo hạn hán và lũ lụt ở Trung Quốc



Hình 1.3. Thông tin hạn hán và thiếu hụt lượng mưa ở Úc

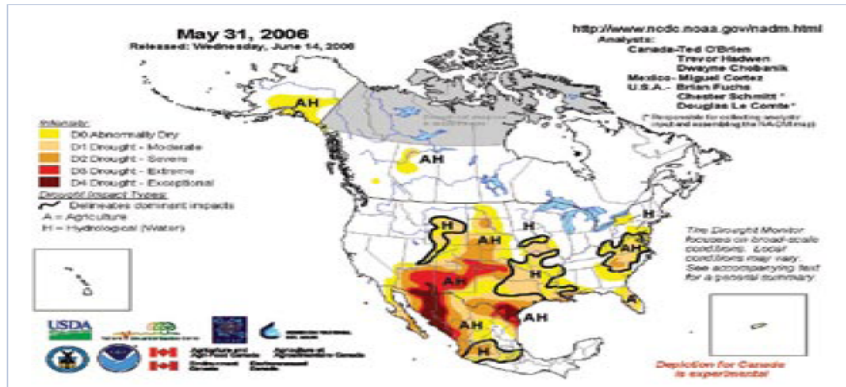


Figure 8. North American Drought Monitor, May 2006. (Source: North American Drought Monitor, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm/index.html>)

Hình 1.4. Thông tin giám sát hạn hán ở Bắc Mỹ, tháng 5 năm 2006

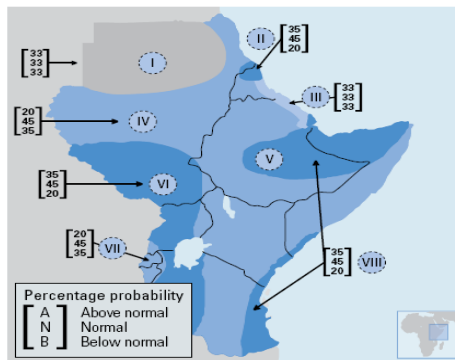


Figure 13. Climate outlook for the Greater Horn of Africa, March to May 2006. (Source: ICPAC)

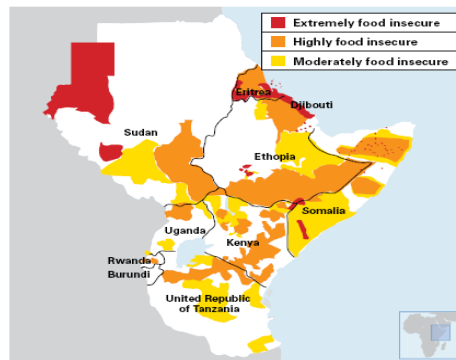


Figure 14. Food security outlook for the Greater Horn of Africa, September to December 2005. (ICPAC)

Hình 1.5. Các sản phẩm liên quan đến khí hậu và hạn hán của ICPAC

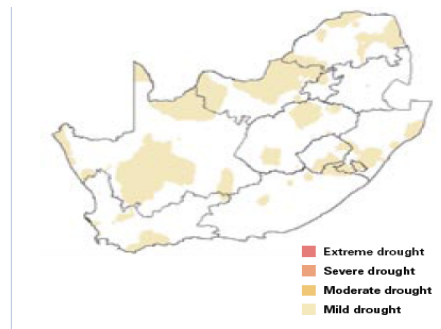
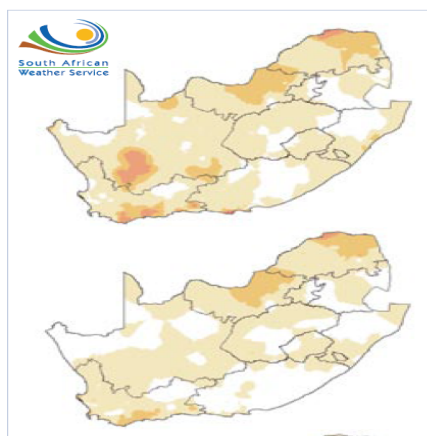


Figure 15. Standardized Precipitation Index (SPI) for South Africa, November 2005 (top); September to November 2005 (middle); June to November 2005 (bottom). (Source: South African Weather Service)

Hình 1.6. Các Bản đồ SPI Nam Mỹ: tháng 11, 9-11 và 6-11 của SAWS

## 1.2. Nội dung bản tin giám sát và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam

Tham khảo và phân tích chi tiết các thông tin từ nội dung và hình thức các bản tin về giám sát, cảnh báo sớm hạn hán và thông tin hạn hán của các Cơ quan, tổ

chức giám sát hạn và các Trung tâm Khí hậu Quốc gia của các nước, dựa vào tiềm năng hiện có, cơ sở dữ liệu từ mạng lưới quan trắc khí tượng thuỷ văn Việt Nam và trình độ hiện tại của đội ngũ cán bộ khí tượng thuỷ văn nước ta, chúng tôi đề xuất xây dựng bản tin sẽ gồm các nội dung dự kiến như sau:

1) Thông tin về El Nino - La Nina/ Dao động Nam bán cầu (ENSO) trong thời gian 3 tháng đã qua, dao động của Chỉ số Dao động Nam (SOI) và các Chỉ số Nino (chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển các vùng Nino);

2) Thông tin về Hoàn lưu khí quyển và hoàn lưu gió mùa khu vực;

3) Thông tin chung và bản đồ về các chỉ số hạn mùa (3 tháng), tháng và tuần (10 ngày) đã qua trên phạm vi cả nước gồm:

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn khí tượng:

+ Tỷ chuẩn lượng mưa (TC);

+ Chỉ số khô (K);

+ Chỉ số chuẩn hoá lượng mưa (SPI).

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn nông nghiệp:

+ Chỉ số Prescott ( $A_{pres}$ );

+ Chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (PDSI) cho một số vùng;

+ Chỉ số ẩm mùa vụ (CMI) cho một số vùng;

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn thuỷ văn:

+ Lưu lượng dòng chảy;

+ Chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ );

+ Hệ số cạn ( $K_{cạn}$ );

+ Chỉ số hạn ( $K_{hạn}$ ).

4) Ngoài ra còn các thông tin bổ sung thể hiện tần suất hạn, các bảng biểu và đồ thị thể hiện diễn biến các chỉ số hạn.

Các nội dung trên cần miêu tả được diễn biến của các điều kiện khí hậu khu vực và Việt Nam, nêu lên được trạng thái hạn hán (vùng nào không xảy ra hạn, vùng nào hạn xuất hiện, mức độ thế nào,...) thông qua các chỉ số hạn trong 3 tháng đã qua, tháng cuối và 10 ngày cuối cùng trước khi phát hành bản tin để cảnh báo. Bản tin giám sát và cảnh báo sớm sẽ được trình bày ngắn gọn, sinh động, dễ hiểu thông qua các bản đồ màu, các hình vẽ, đồ thị và các bảng biểu cần thiết. Bản tin sẽ được xuất bản thường xuyên (hàng tháng) dưới dạng bản tin giấy để gửi cho các cơ quan, tổ chức theo yêu cầu và cập nhật trên web site của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường và kết nối với web site của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Do điều kiện số liệu hiện tại, trong một vài năm tới, các thông tin và bản đồ về giám sát và cảnh báo sớm hạn nông nghiệp và thủy văn trên phạm vi cả nước sẽ chỉ bao gồm:

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn nông nghiệp:

+ Chỉ số Prescott ( $A_{pres}$ );

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn thủy văn:

+ Chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ );

+ Hệ số cạn ( $K_{can}$ );

+ Chỉ số hạn ( $K_{han}$ );

Dựa vào các bản tin giám sát hạn hán, tùy vào tình hình thực tế mức độ hạn theo các chỉ số hạn được giám sát tại thời điểm đó mà cung cấp cho cơ quan quản lý hạn để đưa ra "thông báo hạn" (drought watch), "cảnh báo hạn" (drought warning) hoặc "hạn khẩn cấp" (drought emergency).

## **2. Xây dựng bản tin dự báo hạn hán**

Bản tin dự báo hạn (Drought Watch hoặc Drought Outlook) có một mối quan hệ chặt chẽ với bản tin dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở mỗi nước, trong đó bản tin dự báo khí hậu làm nền cơ sở cho bản tin dự báo hạn và nhiều khi sử dụng bản tin dự báo khí hậu để phát tin dự báo hạn trong điều kiện không xây dựng được các mô hình dự báo các chỉ số hạn cho vùng đó.

## 2.1. Tổng quan về các bản tin dự báo hạn hán ở một số nước

Một kế hoạch về hạn hán đầy đủ phải bao gồm các thành phần chính như: Giám sát, dự báo và cảnh báo sớm hạn hán; Đánh giá rủi ro và tác động; Kế hoạch giảm nhẹ và ứng phó.

Trong kế hoạch hạn hán ở Mỹ (Hình 1.7) cũng đã phân loại ra được 5 vùng với những kế hoạch ưu tiên khác nhau gồm: vùng có kế hoạch tập trung ứng phó; vùng có kế hoạch tập trung giảm nhẹ; vùng phát triển kế hoạch lâu dài; vùng với kế hoạch hạn hán được giao cho chính quyền địa phương; và những vùng không có kế hoạch hạn hán. Để có được sự phân vùng như vậy cần có hệ thống giám sát, cảnh báo sớm, đánh giá rủi ro và tác động. Trên cơ sở bản tin dự báo về tình hình hạn hán sắp tới mà đề ra các biện pháp giảm nhẹ hoặc ứng phó. Một số bản tin dự báo hạn được tham khảo sau đây:

a) *Bản tin dự báo hạn hán ở Mỹ gồm nhiều loại bản đồ khác nhau như:*

- Bản đồ dự báo hạn hán mùa (U. S. Seasonal Drought Outlook) được thể hiện trên Hình 1.7, trong đó thông báo vùng có khả năng hạn hán được duy trì hoặc nặng thêm; vùng hạn hán đang tiếp diễn nhưng được cải thiện hơn; vùng hạn hán được cải thiện và không phải lo đối phó; và vùng phát triển hạn hán;

- Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook), trong đó dự báo trước nửa tháng về xác suất nhiệt độ và lượng mưa 1 tháng và 3 tháng. Trên Hình 1.8 thể hiện bản tin dự báo thực hiện vào 18 tháng 10 năm 2007 dự báo xác suất nhiệt độ và lượng mưa tháng 11 năm 2007 và 3 tháng gồm tháng 11, 12, 01 năm 2007/08: EC nghĩa là bằng nhau cho các khả năng A, N và B; A - trên trung bình; N - gần trung bình; và B - dưới trung bình.

- Bản đồ dự báo dòng chảy và dự báo chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (Hình 1.9);

- Bản đồ dự báo chuẩn sai độ ẩm đất 1 tuần, 1 tháng và 3 tháng (Hình 1.10);

b) *Bản tin hạn hán của Úc* lại sử dụng bản đồ khả năng lượng mưa vượt trung bình (Hình 1.11): Dự báo lượng mưa mùa quốc gia với các xác suất 3 tháng (National Seasonal Rainfall Outlook).

c) *Bản tin hạn hán của Trung tâm khí tượng đặc biệt ASEAN* tại Singapore (Hình 1.11) cũng sử dụng bản đồ dự báo xác suất lượng mưa mùa cho các nước ASEAN (Seasonal Rainfall Outlook for ASEAN region).

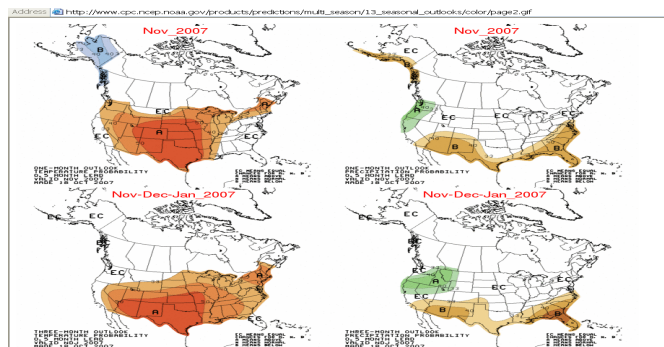
d) Bản tin dự báo hạn ở Trung Quốc là bản tin theo dõi hạn hán (Drought Watch)

Kết hợp bản tin dự báo hạn cùng với bản tin giám sát hạn, các cơ quan công bố hạn hán cần có một thuật ngữ chung về từng giai đoạn của hạn hán. Điều đó rất quan trọng để ngăn chặn hoặc giảm thiểu nỗi hoảng loạn của công chúng. Ví dụ: tại lưu vực sông Susquehanna (thuộc bang Maryland và New York) đã thành lập Ủy ban điều phối

hạn hán (Drought Coordinating Committee để báo cáo về số liệu giám sát hạn, đưa ra kiến nghị về giai đoạn (trạng thái) hạn và phạm vi hạn, đề xuất và đưa ra các hành động ứng phó [96]. Các bang tham gia Ủy ban hạn thống nhất rằng, có 3 giai đoạn hành động thích hợp đối với lưu vực sông Susquehanna là giám sát hạn (monitoring), hành động nhanh (triggering) và công bố hạn (declaration). Đồng thời, dựa vào mức độ hạn hán từ nhẹ đến rất nặng mà chia ra làm 3 giai đoạn: "thông báo hạn" (drought watch), "cảnh báo hạn" (drought warning) và "hạn khẩn cấp" (drought emergency). Trong đó, "thông báo hạn" đưa ra thông tin về một đợt hạn đang phát triển, kiến nghị kế hoạch ứng phó và kêu gọi tự nguyện tiết kiệm sử dụng nước từ 5 đến 10%; "cảnh báo hạn" giai đoạn thông báo trước về khả năng xảy ra tình trạng hạn nặng, kêu gọi tiết kiệm sử dụng nước từ 10 đến 15% và chuẩn bị các biện pháp ứng phó khẩn cấp; và "hạn khẩn cấp" là giai đoạn khắc nghiệt nhất, Ủy ban công bố tình trạng hạn khẩn cấp, thực hiện các biện pháp hạn chế sử dụng nước, có thể cắt giảm nhu cầu sử dụng nước từ 15 đến 25%,... [106].



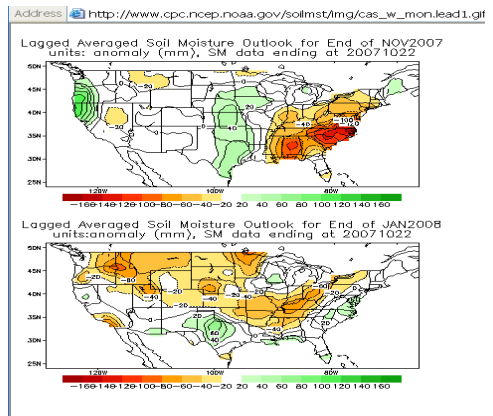
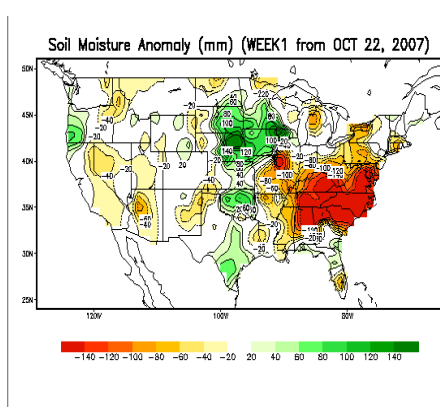
Hình 1.7. Sơ đồ thực trạng kế hoạch hạn và bản đồ dự báo hạn hán mùa ở Mỹ



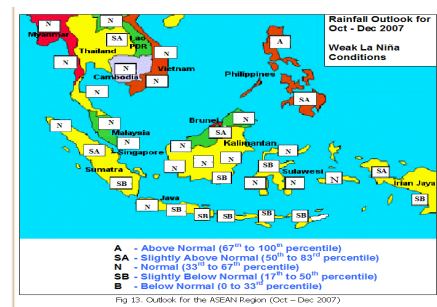
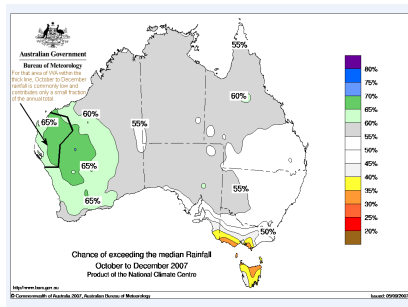
Hình 1.8. Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Mỹ



Hình 1.9. Bản đồ dự báo dòng chảy và chỉ số PDSI ở Mỹ



Hình 1.10. Bản đồ dự báo độ ẩm đất ở Mỹ



Hình 1.11. Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Úc và ASEAN

**干旱监测与展望 DROUGHT WATCH**

2007年第7期 (总第13期)

中国气象局 北京气候中心  
Beijing Climate Center  
China Meteorological Administration

No.7(Serial: 13) 12 Jul 2007

- 南美南部、非洲东北部、欧洲东部、南亚、中国北方等地干旱得到不同程度缓解；南美中部、北美西部局部、非洲西部和南部、欧洲南部、西亚和中亚局部等地干旱持续或发展。
- Droughts in southern South America, northeastern Africa, eastern Europe, South Asia, and northern China have improved to varying degrees, while droughts in central South America, part of western North America, northwestern and southern Africa, southern Europe, West Asia, and part of central Asia persisted or intensified over the past 30 days.
- 预计未来三十天，南美南部、非洲北部和南部、欧洲南部、西亚、中亚干旱将持续或发展；南美中部、欧洲东部、中国东北部分干旱将得到缓解。
- During the following 30 days, it is predicted that droughts will persist or intensify in southern South America, northern and southern Africa, southern Europe, West Asia, and central Asia, while the drought condition in central South America, eastern Europe, and northeastern China will improve.

Fig 1. Global Drought Monitoring on Jul 10, 2007

**三、中国**

最近30天(2007年6月11日-7月10日)，中国黄淮大部、江淮以及重庆西北部、四川东部、湖北北部、陕西南部、宁夏、内蒙古中西部、甘肃中部、宁夏东部、新疆南部、海南西部等地降水明显比常年同期偏多5成至2倍；东北北部、江淮以及云南西部和北部、四川西南部、西藏西南部、新疆东北部、内蒙古东部和西部、山西西南部等地一般偏少3-8成，局部地区偏少8成以上。目前，中国干旱主要分布在江淮流域以及湖北、湖南东部、海河流域、山西西南部、四川西部等地，西藏西南部、新疆东北部等地(图4)。

根据中国气象局气候中心动力趋势预测，未来30天(2007年7月11日-8月9日)，内蒙古东北部、西北东部和南部、西藏东部等地降水、四川西部、江淮南部、海南西部降水偏多的概率较高，美国其余大部分地区降水偏多的概率较高，其中东北部、内蒙古西部、华北北部、西北北部、长江中下游、淮河流域、华南西北部、云南西部降水偏多的概率明显较高。

**III China**

Over the past 30 days (11 June - 10 July 2007), the precipitations were 50-200% more than normal in most Huanghai, Jianghai, most Chongqing, eastern Sichuan, most Hubei, southern Shaanxi, Ningxia, most central and western Inner Mongolia, central China, eastern Qinghai, southern Xinjiang, and southwestern Hainan, while they were 30-80% less than normal in northern Northeast China, Jiangnan, western and northern Yunnan, southwestern Sichuan, southeastern Tibet, northeastern Xinjiang, eastern and western Inner Mongolia, and southeastern Shaanxi, with at least 80% less than normal in some regions. Currently, the droughts occurred mainly in northern Jiangnan, Hologang, eastern Hubei, eastern Inner Mongolia, southeastern Shaanxi, part of western Sichuan, southwestern Tibet, and northeastern Xinjiang (Fig. 4).

During the following 30 days (11 July - 9 August 2007), the ICCMCA Monthly Dynamic Extension Model predicts that northeastern Inner Mongolia, southwestern Northwest China, part of eastern Tibet, western Sichuan, southern Jiangnan, and eastern South China will have high probability for less-than-normal precipitation, while the other regions, in particular most of Northeast China, western Inner Mongolia, northern North China, most of Northwest China, the lower and middle reaches of Yangtze River, the reaches of Hui River, northwestern South China, eastern Yunnan, and eastern Tibet, will have high probability for more-than-normal precipitation.

Fig. 4. Drought Monitoring over China on Jul 10, 2007

编写人员: 高荣 李强 支振勇  
英文编辑: 王立  
审: 高 英 姜明娟 舒晓斌  
北京气候中心  
中国气象数据网  
2007年7月12日  
http://www.cma.gov.cn

Contributor: Gao, X. L., Li, W. Ai  
English Editor: L. Wu  
Censor: G. Cao, L. Chen, P. Ren  
Beijing Climate Center  
China Meteorological Administration  
Jul 12, 2007  
http://www.cma.gov.cn

Hình 1.12. Bản tin dự báo hạn hán ở Trung Quốc

## 2.2. Nội dung bản tin dự báo hạn hán ở Việt Nam

Tham khảo những bản tin dự báo hạn hán của các nước (ở Mỹ là U. S. Seasonal Drought Outlook; ở Trung Quốc là Drought Watch), chúng tôi đề xuất bản tin dự báo hạn hán Việt Nam có tên gọi theo tiếng Anh là Viet Nam Drought Outlook với các phần nội dung cơ bản sau:

- Thông tin về dự báo khí hậu mùa (Seasonal Climate Outlook) cho 7 vùng khí hậu gồm xác suất chuẩn sai mùa nhiệt và mưa với thời hạn dự báo trước 3,5 tháng theo 3 loại: trên trung bình (A); gần trung bình (N) và dưới trung bình (B) được chuyển giao từ kết quả đề tài "Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo khí hậu cho Việt Nam dựa trên kết quả của mô hình động lực toàn cầu" do Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng - Khí hậu chủ trì;

- Thông tin về dự báo chỉ số SPI mùa và bản đồ phân cấp màu theo giá trị dự báo chỉ số SPI mùa (Seasonal Drought Outlook) cho 7 vùng khí hậu và đánh giá về khả năng hạn của mỗi vùng;

- Dự báo chỉ số SPI tháng và bản đồ phân cấp màu theo giá trị dự báo SPI tháng cho 7 vùng và đánh giá khả năng hạn đối với từng vùng;

- Bản tin dự báo chỉ số Prescott ( $A_{pres}$ );

- Bản tin dự báo chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ );

### ***2.3. Quy trình ra bản tin dự báo hạn hán ở Việt Nam***

Bản tin dự báo hạn sẽ thực hiện cho thời kỳ ít mưa ở Việt Nam, từ tháng 11 năm này đến tháng 5 năm sau. Như vậy sẽ tiến hành dự báo cho tháng 11 và mùa 11, tháng 12 và mùa 12, tháng 1 và mùa 1, tháng 2 và mùa 2, tháng 3 và mùa 3, tháng 4 và tháng 5. Để dự báo SPI mùa 11 và tháng 11 với lag = 4 thì số liệu sử dụng làm nhân tố là trường SST và EOF tháng 7. Sau đó đến tháng 10 lấy số liệu tháng 9 để hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 11 (lag = 2) và tháng 11 lấy số liệu tháng 10 hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 11 (lag = 1). Như vậy, vào đầu tháng 8 bắt đầu công tác chuẩn bị dự báo hạn với sơ đồ cụ thể như sau:

#### ***a) Bản tin số 1:***

- Từ ngày 10 - 12 tháng 8 lấy số liệu trường nhân tố tháng 7 để chạy mô hình dự báo mùa và tháng 11 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 8 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán;

- Ngày 15 tháng 8 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 11.

#### ***b) Bản tin số 2:***

- Từ ngày 10 - 12 tháng 9 lấy số liệu trường nhân tố tháng 8 để chạy mô hình dự báo mùa và tháng 12 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 9 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán;

- Ngày 15 tháng 9 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 12.

*c) Bản tin số 3:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 10 lấy số liệu trường nhân tố tháng 9 để chạy hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 11 ( $\text{lag} = 2$ ) và chạy mô hình dự báo mùa 1 và tháng 1 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 10 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 10 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 1.

*d) Bản tin số 4:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 11 lấy số liệu trường nhân tố tháng 10 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 11 ( $\text{lag} = 1$ ), hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 12 ( $\text{lag} = 2$ ) và chạy mô hình dự báo mùa 2 và tháng 2 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 11 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 11 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 2.

*e) Bản tin số 5:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 12 lấy số liệu trường nhân tố tháng 11 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 12 ( $\text{lag} = 1$ ), hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 1 ( $\text{lag} = 2$ ) và chạy mô hình dự báo mùa 3 và tháng 3 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 12 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 12 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 3.

*f) Bản tin số 6:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 1 lấy số liệu trường nhân tố tháng 12 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 1 ( $\text{lag} = 1$ ), hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 2 ( $\text{lag} = 2$ ) và chạy mô hình dự báo mùa 4 và tháng 4 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 1 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 1 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 4

*g) Bản tin số 7:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 2 lấy số liệu trường nhân tố tháng 1 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 2 ( $\text{lag} = 1$ ), hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 3 ( $\text{lag} = 2$ ) và chạy mô hình dự báo mùa 5 và tháng 5 (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 2 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 2 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 5

*h) Bản tin số 8:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 3 lấy số liệu trường nhân tố tháng 2 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 3 ( $\text{lag} = 1$ ) và hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 4 ( $\text{lag} = 2$ ) (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 3 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 3 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 6.

*k) Bản tin số 9:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 4 lấy số liệu trường nhân tố tháng 3 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 4 ( $\text{lag} = 1$ ) và hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 5 ( $\text{lag} = 2$ ) (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 4 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ các mô hình;

- Ngày 15 tháng 4 phát hành bản tin và đưa lên mạng. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 7.

*l) Bản tin số 10:*

- Từ ngày 10 - 12 tháng 5 lấy số liệu trường nhân tố tháng 4 để chạy tiếp tục hiệu chỉnh dự báo SPI tháng 5 ( $\text{lag} = 1$ ) (xem qui trình chạy mô hình dự báo);

- Ngày 13 - 14 tháng 5 vẽ bản đồ mức độ hạn hán và nhận định tình hình hạn hán theo kết quả nhận được từ mô hình;

- Ngày 15 tháng 5 phát hành bản tin, đưa lên mạng và kết thúc các bản tin dự báo hạn. Phát cùng bản tin dự báo khí hậu mùa 8.

Tháng 6 và tháng 7 chủ yếu phát bản tin dự báo khí hậu mùa 9 và mùa 10.

### **3. Quy trình, công nghệ dự báo hạn hạn**

#### **3.1. Quy trình, công nghệ dự báo hạn khí tượng**

##### *3.1.1. Quy trình xây dựng công nghệ dự báo hạn khí tượng*

a) Phương pháp tiếp cận:

- Kế thừa, tiếp thu, ứng dụng tối đa và có chọn lọc các kết quả (phương pháp và sản phẩm) của các nghiên cứu về dự báo hạn hạn trong và ngoài nước, nhất là những thành tựu gần đây (cơ sở số liệu và các kết quả dự báo của các loại mô hình).

- Cách tiếp cận như sau: Coi các chỉ số hạn khí tượng như là các yếu tố khí hậu cần dự báo và ứng dụng các phương pháp dự báo khí hậu vào dự báo hạn, có nghĩa là sử dụng các phương pháp thống kê thuần túy, tìm các mối quan hệ giữa chỉ số hạn với các yếu tố khí hậu để xây dựng mô hình dự báo; sử dụng phương pháp downscaling thống kê tìm mối quan hệ giữa chỉ số hạn với các trường khí tượng toàn cầu để xây dựng mô hình dự báo.

- Phương pháp xây dựng các bản đồ hạn hạn theo công nghệ GIS.

- Bản chất của phương pháp downscaling thống kê: Sử dụng kết quả mô hình GCM, dựa vào mối quan hệ thực nghiệm (thông qua phương pháp thống kê) giữa các kết quả của GCM với các yếu tố khí hậu của vùng khí hậu cụ thể để lập phương trình dự báo.

b) Lựa chọn nhân tố dự báo, yếu tố dự báo và phân cấp hạn hạn

Chúng tôi mong muốn sử dụng một chỉ số tổng hợp để đánh giá mức độ khô hạn của toàn lãnh thổ Việt Nam thay cho việc đánh giá tổng hợp thông qua một số yếu tố khí hậu như lượng mưa, số ngày mưa, số tháng khô, hạn, kiệt, ... chỉ số tổng hợp được sử dụng ở đây là chỉ số chuẩn hóa giáng thủy (SPI) tháng và mùa. Đây là chỉ số được áp dụng khá rộng rãi ở một số nước tiên tiến như Mỹ, Úc và được đánh giá khá cao.

Chỉ số SPI là một chỉ số tương đối mới dựa trên cơ sở xác suất lượng giáng thủy trong một thời gian nào đó do McKee T. B., Doesken N. J. và Kleist J., Đại học Tổng hợp Bang Colorado đề xuất năm 1993. Nó được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng giáng thủy thực tế  $R$  so với trung bình nhiều năm và chia cho độ lệch chuẩn  $\sigma$ :

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\sigma}$$

Mức độ khô hạn được phân thành 5 cấp khác nhau dựa trên giá trị của chỉ số SPI như sau:

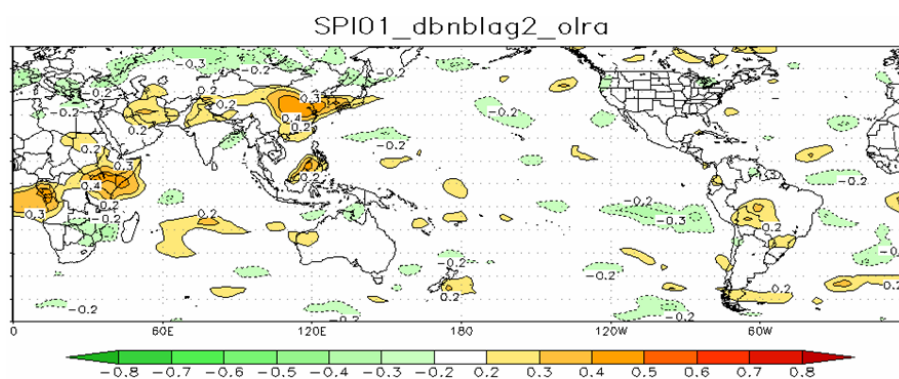
Phân cấp hạn	Khoảng giá trị SPI
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	-0,49 ÷ 0,25
Hạn vừa	-0,99 ÷ -0,5
Hạn nặng	-1,44 ÷ -1,0
Hạn rất nặng	-1,99 ÷ -1,5
Hạn rất nghiêm trọng	< -2,0

Các nhân tố dự báo được sử dụng bao gồm 12 trường trực giao chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (EOF<sub>i</sub>,  $i = 1 \div 12$ ), bộ số liệu phân tích lại theo ô lưới từ năm 1950 - 2000 về chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (SSTa) và chuẩn sai bức xạ sóng dài (OLRa) do NOAA chuyển giao. Tùy vào từng loại nhân tố dự báo mà ứng dụng các phương pháp thích hợp để xây dựng các mô hình dự báo hạn khí tượng với các thời gian trễ khác nhau, tính bằng tháng (lag = 1, 2 hoặc 4 tháng). Số liệu SPI và nhân tố dự báo thời kỳ 1950 - 2000 được coi là dãy số liệu phụ thuộc dùng để lập phương trình dự báo, còn số liệu thời kỳ 2001 - 2006 được coi là dãy số liệu độc lập dùng để thử nghiệm mô hình dự báo.

c) Quy trình xây dựng các mô hình dự báo

Để xây dựng các mô hình dự báo hạn khí tượng, chúng tôi đã tiến hành những bước sau:

**Bước 1:** Tính và hiển thị dưới dạng bản đồ hệ số tương quan giữa nhân tố dự báo (SPI của 7 vùng khí hậu) với các trường khí tượng toàn cầu (OLRa, SSTa). Bước này được thực hiện bởi một chương trình được viết trong ngôn ngữ lập trình Grads. Hình 3.1. minh họa kết quả tính hệ số tương quan giữa nhân tố dự báo và yếu tố dự báo được hiển thị trên bản đồ.



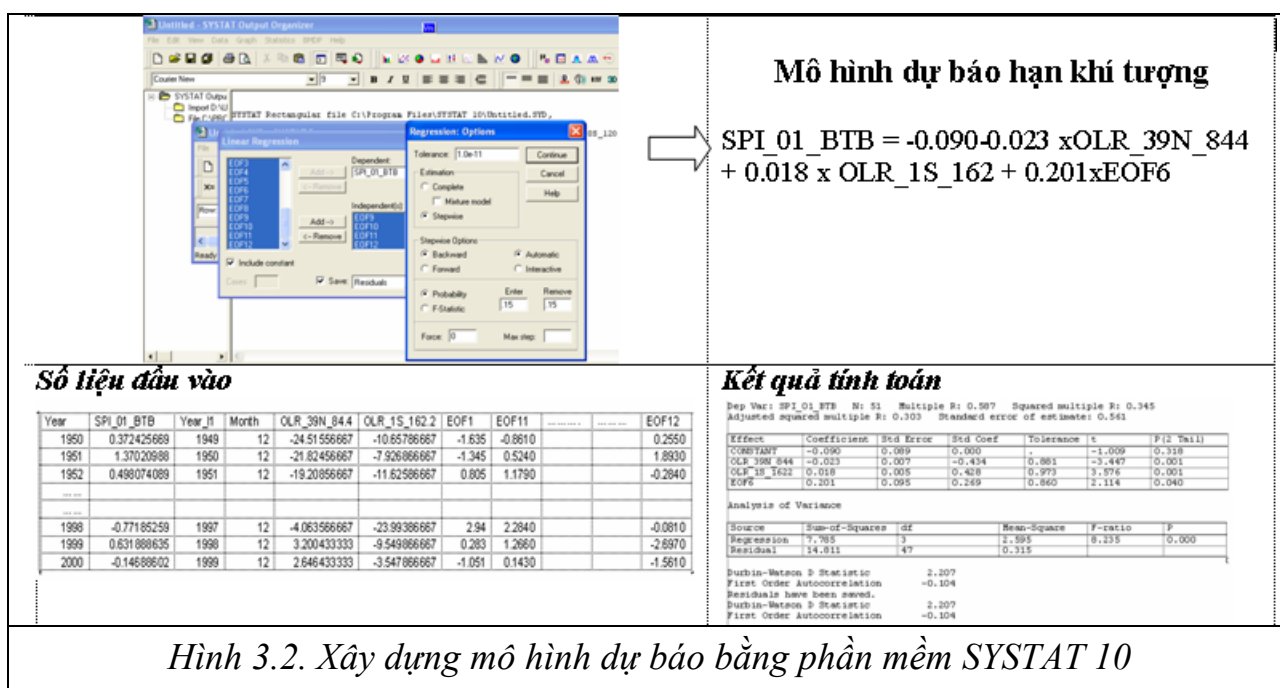
Hình 3.1. Bản đồ tương quan giữa chỉ số PSI tháng 1 khu vực ĐBNB với trường OLRa

**Bước 2:** Lựa chọn và xác định tọa độ của những điểm có hệ số tương quan lớn dùng làm yếu tố dự báo. Sau khi đã hoàn thành bước 1, chúng ta xác định và

liệt kê tọa độ các điểm có tương quan tốt nhất (có trị tuyệt đối  $\geq 0.2$ ) trên các bản đồ đã được xây dựng (Hình 3.1).

**Bước 3:** Download số liệu SST, OLR tại những điểm đã được lựa chọn từ bước 2, số liệu 12 trường EOF và tính độ lệch tiêu chuẩn SSTa, OLRa. Sau khi đã xác định được tọa độ những điểm có tương quan tốt nhất ở bước 2, bước tiếp theo là download số liệu SST và OLR tại những điểm đã được lựa chọn này. Bộ số liệu SST và OLR có thể được download về từ trang web <http://www.cdc.noaa.gov/cgi-bin/Timeseries/timeseries1.pl>. Bộ số liệu 12 trường EOF được download về từ trang web [http://www.bom.gov.au/climate/ahead/sst\\_data\\_table12.txt](http://www.bom.gov.au/climate/ahead/sst_data_table12.txt). Các bộ số liệu này đều được cập nhật hàng tháng trên internet. Tiếp đó cần tính hành tính toán độ lệch tiêu chuẩn SSTa và OLRa.

**Bước 4:** Xây dựng các mô hình dự báo dựa trên mối quan hệ giữa nhân tố dự báo (SPI của 7 vùng khí hậu) với các trường khí tượng toàn cầu đã được thu thập từ bước 3 (SSTa, OLRa và 12 trường EOF). Sau khi hoàn thành bước 3 chúng ta đã có các bộ số liệu SSTa, OLRa và 12 trường EOF. Các bộ số liệu này tiếp tục được sử dụng làm các nhân tố dự báo để xây dựng các mô hình dự báo SPI. Ở đây, phần mềm SYSTAT 10 được sử dụng để xây dựng các mô hình dự báo (Hình 3.2). Các mô hình dự báo được xây dựng bằng phương pháp hồi quy tuyến tính nhiều biến lọc từng bước (step wide) bằng cách sử dụng modul linear Regression.

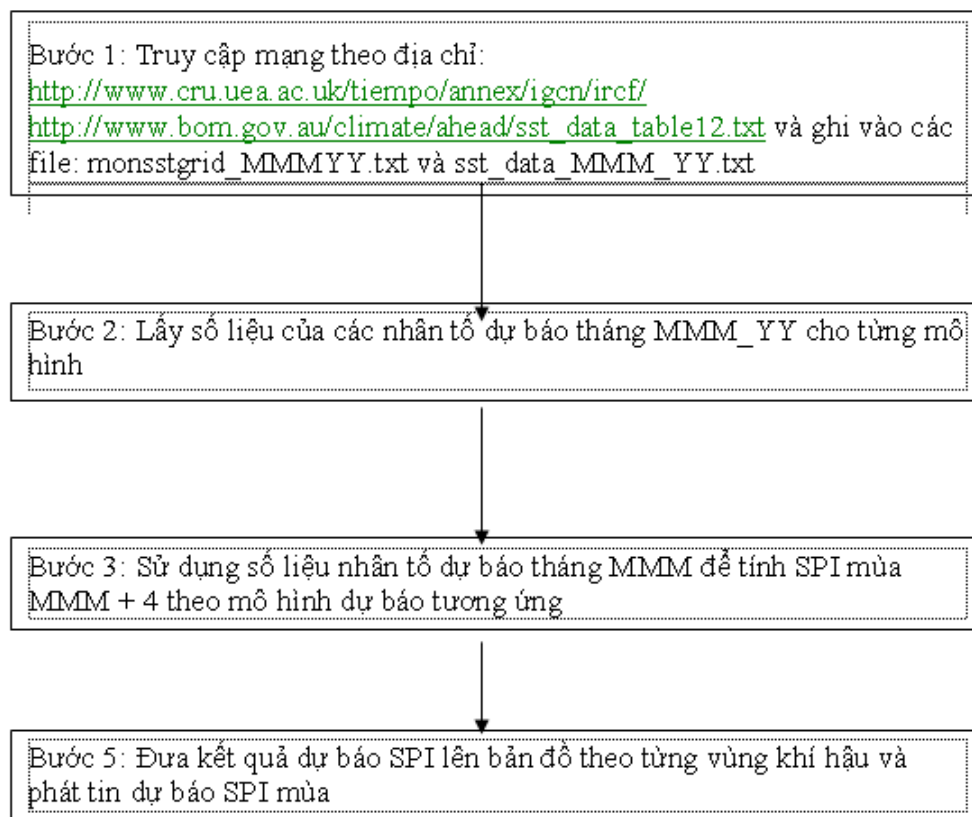


Sau khi hoàn thành các bước tính toán trên, chúng tôi đã thành công trong việc xây dựng các mô hình dự báo hạn khí tượng cho 7 vùng khí hậu của Việt Nam. Việc thẩm định và đánh giá chất lượng của các mô hình dự báo được thực hiện theo hướng dẫn của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO). Các chỉ tiêu để đánh giá, thẩm định mô hình dự báo thời tiết, khí hậu bao gồm: độ chính xác, độ tinh xảo và độ tin cậy. Nhìn chung, các mô hình đều cho chỉ số Bias nhỏ gần bằng 0 và chỉ số MSSS cao. Tuy nhiên, các mô hình dự báo SPI tháng có các chỉ số MSSS cao hơn mô hình dự báo SPI mùa.

### 3.1.2. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn khí tượng

#### 3.1.2.1. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn mùa

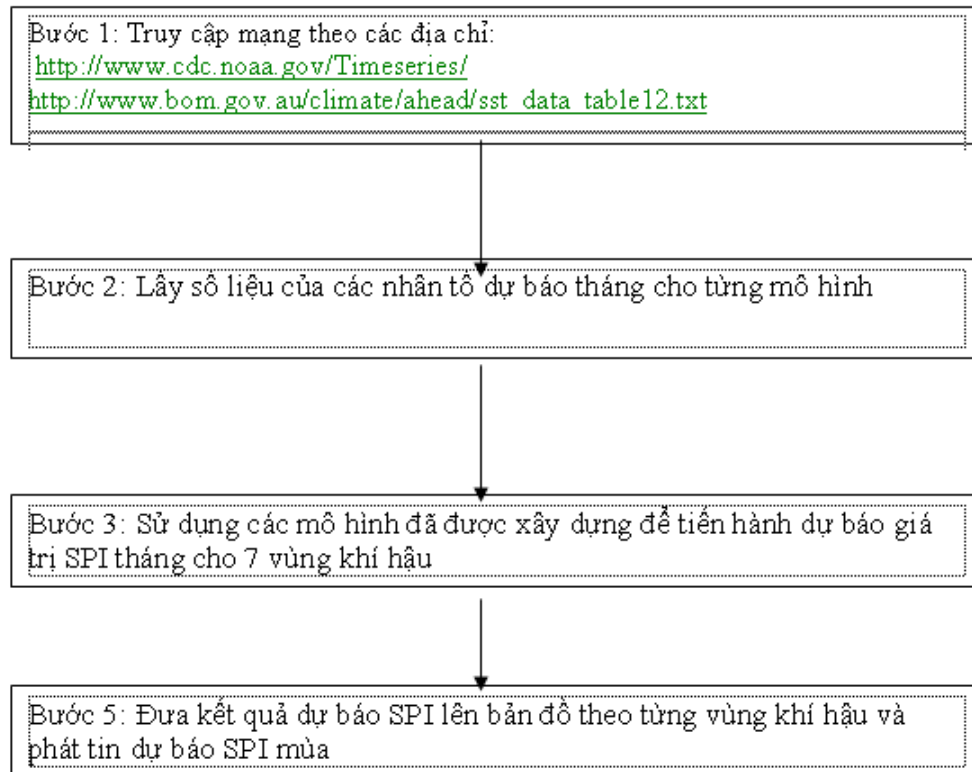
Sau khi xây dựng được các mô hình dự báo, cần cập nhật số liệu của các nhân tố dự báo theo yêu cầu của mô hình để thực hiện dự báo thời gian thực. Các số liệu này là kết quả của các mô hình toàn cầu theo ô lưới được truy cập trên mạng internet hàng tháng. Việc dự báo nghiệp vụ hạn mùa được thực hiện theo sơ đồ trên hình 3.3.



Hình 3.3. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn mùa

### 3.1.2.2. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn tháng

Cũng giống như quy trình dự báo SPI mùa, để dự báo SPI tháng, các bộ số liệu của nhân tố dự báo cần được cập nhật hàng tháng trên mạng internet. Việc dự báo nghiệp vụ hạn tháng được thực hiện theo sơ đồ trên hình 3.4.



Hình 3.4. Quy trình dự báo nghiệp vụ hạn tháng

### 3.1.3. Thử nghiệm dự báo hạn khí tượng

Trên cơ sở các mô hình và các quy trình dự báo hạn khí tượng đã được xây dựng, chúng tôi đã tiến hành áp dụng và đưa ra các kết quả dự báo. Dưới đây là một vài kết quả minh họa:

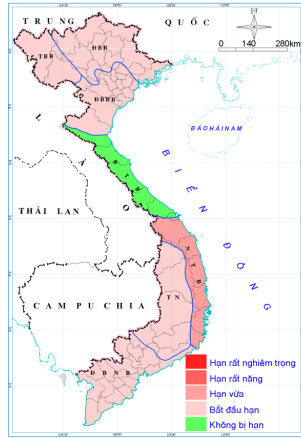
- Giá trị dự báo chỉ số SPI mùa và tháng (Bảng 3.1 và 3.2);
- Bản tin dự báo hạn tháng và mùa (Hình 3.4)

Bảng 3.1: Kết quả dự báo chỉ số SPI các mùa năm 2006 - 2007

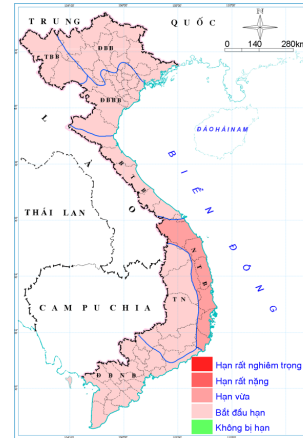
Khu vực	Dự báo Chỉ số SPI cho các mùa 2006					
	SPI mùa1	SPI mùa2	SPI mùa3	SPI mùa4	SPI mùa5	SPI mùa6
Tây Bắc Bộ	0.50	0.35	<b>0.49</b>	0.61	-0.34	<b>0.07</b>
Đông Bắc Bộ	-0.11	-0.38	<b>-0.40</b>	0.00	-0.79	<b>-0.17</b>
ĐB Bắc Bộ	-0.48	-0.05	<b>-0.17</b>	-0.68	-0.33	<b>-0.53</b>
Bắc Trung Bộ	-0.01	0.12	<b>0.13</b>	-0.37	0.06	<b>-0.15</b>
Nam Trung Bộ	0.93	0.87	<b>0.13</b>	-0.40	-0.17	<b>-0.04</b>
Tây Nguyên	-0.05	0.16	<b>0.36</b>	0.12	0.02	<b>0.41</b>
ĐB Nam Bộ	0.37	0.62	<b>0.02</b>	0.21	0.28	<b>-0.46</b>
Khu vực	Dự báo Chỉ số SPI cho các mùa 2006					
	SPI mùa7	SPI mùa8	SPI mùa9	SPI mùa10	SPI mùa11	SPI mùa12
Tây Bắc Bộ	0.48	0.40	<b>-0.11</b>	-0.55	0.23	<b>-0.61</b>
Đông Bắc Bộ	0.02	0.12	<b>-0.45</b>	-0.23	-0.09	<b>-0.09</b>
ĐB Bắc Bộ	0.06	0.33	<b>-0.07</b>	-0.28	0.19	<b>-0.32</b>
Bắc Trung Bộ	-0.19	-0.18	<b>0.30</b>	0.05	-0.12	<b>-0.23</b>
Nam Trung Bộ	-0.19	0.04	<b>0.18</b>	0.17	0.02	<b>0.36</b>
Tây Nguyên	0.30	-0.52	<b>0.74</b>	-0.19	0.13	<b>-0.70</b>
ĐB Nam Bộ	0.07	-0.03	<b>0.14</b>	-0.32	0.03	<b>0.33</b>
Khu vực	Dự báo Chỉ số SPI cho các mùa 2007					
	SPI mùa1	SPI mùa2	SPI mùa3	SPI mùa4	SPI mùa5	SPI mùa6
Tây Bắc Bộ	-0.11	-0.02	<b>0.13</b>	0.76	0.29	<b>0.00</b>
Đông Bắc Bộ	-0.76	-0.22	<b>-0.46</b>	-0.30	-0.51	<b>0.06</b>
ĐB Bắc Bộ	0.04	-0.02	<b>-0.50</b>	-0.31	0.48	<b>-0.29</b>
Bắc Trung Bộ	-0.19	0.05	<b>-0.06</b>	-0.34	-0.30	<b>0.87</b>
Nam Trung Bộ	0.92	0.21	<b>-0.16</b>	0.06	-1.10	<b>-0.18</b>
Tây Nguyên	-0.32	-0.17	<b>0.09</b>	0.43	0.08	<b>0.21</b>
ĐB Nam Bộ	-0.66	0.25	<b>-0.01</b>	0.12	0.48	<b>-0.27</b>
Khu vực	Dự báo Chỉ số SPI cho các mùa 2007					
	SPI mùa7	SPI mùa8	SPI mùa9	SPI mùa10	SPI mùa11	SPI mùa12
Tây Bắc Bộ	0.25	0.11	<b>-0.42</b>	-0.67	-0.84	<b>-0.10</b>
Đông Bắc Bộ	0.26	-0.02	<b>-0.51</b>	0.15	-1.23	<b>0.36</b>
ĐB Bắc Bộ	0.38	0.35	<b>0.23</b>	1.32	-0.49	<b>0.44</b>
Bắc Trung Bộ	-0.34	-0.03	<b>-0.26</b>	0.12	-0.24	<b>-0.39</b>
Nam Trung Bộ	0.25	-0.28	<b>-0.08</b>	0.16	-0.41	<b>0.06</b>
Tây Nguyên	0.16	-0.44	<b>-0.12</b>	0.72	0.03	<b>-0.18</b>
ĐB Nam Bộ	0.67	0.30	<b>0.36</b>	0.04	-0.34	<b>0.31</b>

Bảng 3.2: Kết quả dự báo chỉ số SPI các tháng mùa ít mưa năm 2007

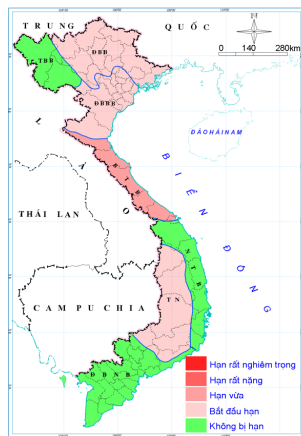
	Dự báo SPI tháng cho các vùng khí hậu năm 2007 với lag = 4						
	SPI_th1	SPI_th2	SPI_th3	SPI_th4	SPI_th5	SPI_th11	SPI_th12
Tây Bắc Bộ	-1.22	-1.07	-0.46	-0.33	-0.02	-0.52	
Đông Bắc Bộ	0.24	-0.53	0.24	-0.14	-0.63	0.04	
ĐB Bắc Bộ	-0.49	-0.73	0.60	-0.32	-0.44	0.41	
Bắc Trung Bộ	-0.77	0.09	0.57	0.08	0.21	-0.18	
Nam Trung Bộ	-0.20	0.43	-0.49	-0.07	0.07	-0.10	
Tây Nguyên	0.17	-1.03	-0.18	-0.13	0.10	0.64	
ĐB Nam Bộ	-0.35	-0.50	-0.08	-0.50	0.19	-0.02	



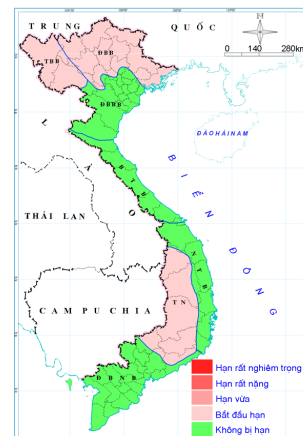
Bản đồ dự báo hạn mùa 6 năm 2008



Bản đồ dự báo hạn mùa 7 năm 2008



Bản đồ dự báo hạn tháng 2 năm 2008, lag=2



Bản đồ dự báo hạn tháng 5 năm 2008, lag=4

Hình 3.4. Bản đồ dự báo hạn mùa và tháng cho 7 vùng khí hậu Việt Nam

### 3.2. Quy trình dự báo hạn nông nghiệp

Quy trình dự báo hạn nông nghiệp bằng chỉ số Prescott được thực hiện theo các bước sau:

- **Chuẩn bị**

Để thực hiện dự báo chỉ số Prescott bằng phương pháp Downscaling, ngoài việc máy cần được kết nối Internet, cần thiết phải cài đặt các công cụ hỗ trợ sau:

1. Chương trình Free Download Manager
2. PC Grad
3. Arcview 3.2
4. Systat
5. Bộ công cụ hỗ trợ do Trung tâm NC KTNN phát triển

- **Dự báo chỉ số Prescott được thực hiện theo hai quy trình.**

1) Quy trình thứ nhất là quy trình thành lập cơ sở dữ liệu và thuật toán để dự báo

2) Quy trình 2: Quy trình dự báo chỉ số Prescott theo nghiệp vụ

a) *Quy trình 1: Thành lập database và các thuật toán dự báo:*

**Bước 1. Tạo tệp dữ liệu chuẩn.**

Tệp dữ liệu chuẩn là tệp dữ liệu được chuẩn bị để tính toán các mối quan hệ với trường toàn cầu, từ đó có thể xác định được các phương trình tốt cho dự báo.

Các dữ liệu trong tệp chuẩn cần được xem xét cụ thể, không được chứa các dữ liệu lỗi hoặc các ký hiệu xác định dữ liệu lỗi (-9999)

Các dữ liệu này được thành lập trên file XLS với cấu trúc như sau (Bảng 3.3):

*Bảng 3.3. Cấu trúc tệp dữ liệu chuẩn*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	BANDON	Bản Đôn	1977	LUULUONG	0.14	15.33	37.88	53.83	49.00	39.46
2	1	BANDON	Bản Đôn	1978	LUULUONG	4.59	31.22	42.67	44.82	4.49	0.09
3	1	BANDON	Bản Đôn	1979	LUULUONG	0.00	8.56	27.10	28.07	3.01	1.18
4	1	BANDON	Bản Đôn	1980	LUULUONG	0.00	0.35	19.81	27.83	11.11	0.00
5	1	BANDON	Bản Đôn	1981	LUULUONG	0.00	0.00	11.08	17.89	5.70	0.00

**Cột A:** Lần lượt từ A1.... đến hết số liệu, là số thứ tự của vùng hoặc trạm cần tính, mỗi vùng hoặc trạm có một số thứ tự lần lượt từ 1.

**Cột B:** tương ứng là mã của Trạm hoặc Vùng (Viết không dấu, không khoảng cách, không có ký tự đặc biệt, bắt đầu bằng ký tự)

**Cột C:** tên của trạm hoặc vùng

**Cột D:** Các năm của số liệu. Cần lưu ý là các năm này phải liên tục, không ngắt quãng hoặc chứa các ký tự đặc biệt. Chúng phải được định dạng dưới dạng số.

**Cột E:** Tên của chỉ số cần dự báo. Tốt nhất nên viết ở dạng ngắn gọn, tiếng Việt không dấu.

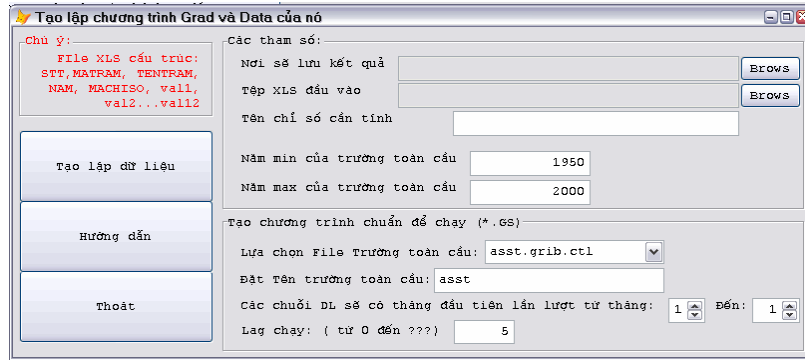
**Từ cột F đến cột Q** là giá trị tương ứng của 12 tháng (hoặc chúng ta có thể quy định các tháng dương lịch tương ứng với chỉ số được gán tên file dữ liệu đầu vào. Có thể có 12 hoặc ít hơn, không thể nhiều hơn 12 cột dữ liệu này)

Sau khi chuẩn bị dữ liệu, lưu chúng lại ở dạng XLS, tất cả các dữ liệu này phải nằm trên Sheet đầu tiên của Workbook, không được nằm ở các sheet sau.

**Bước 2. Tạo các tệp chương trình của PC Grad và dữ liệu của nó.**

Mục tiêu của bước này là tạo ra các file chuẩn theo chương trình Grads và dữ liệu đi kèm.

Trong bộ công cụ của KTNN, chọn nút lệnh "Tạo lập chương trình Grads" sẽ xuất hiện một Form cho phép thành lập được chương trình chạy Grads và tạo ra dữ liệu đầu vào cho Grads (Hình 3.5).



Hình 3.5. Tạo lập chương trình grads

- 1) Trong nút "Brows" đầu tiên cạnh hộp thoại "Nơi sẽ lưu kết quả", lựa chọn đường dẫn đến thư mục mà bạn sẽ lưu các file Grad và các dữ liệu.
- 2) Nút "Brows" tiếp theo - cạnh hộp thoại "Tập XLS đầu vào", lựa chọn tập dữ liệu đã chuẩn bị ở bước 1.
- 3) Hộp thoại "Tên chỉ số cần tính", đưa tên của dữ liệu cần tính vào, ví dụ: "LUULUONG", "PRESCOT".... các tên này sẽ liên quan đến tên file nên bắt buộc phải tuân thủ các yêu cầu: không có khoảng cách, không có các ký tự đặc biệt, không bắt đầu bằng số.

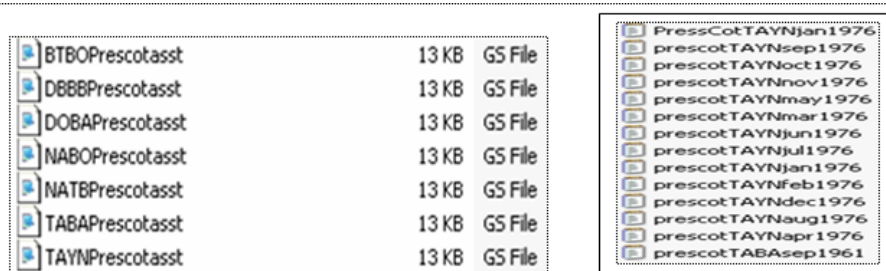
Trong hai hộp TEXT "Năm Min của trường toàn cầu" và "Năm Max của trường toàn cầu" là năm mà dữ liệu được tích hợp trong các file CTL của Grad. Default của chương trình là bắt đầu từ 1950, kết thúc là 2000 ( do Grad đã tích hợp dữ liệu của bản thân chương trình). Không nên thay đổi hai giá trị này.

Trong hộp "Lựa chọn file trường toàn cầu" cần thiết lựa chọn một trong hai trường: SST hoặc OLR. Riêng trường CLIM không thực hiện. Mỗi khi lựa chọn trong hộp này, lập tức ở hộp "Tên trường toàn cầu" tự động thay đổi phù hợp với yêu cầu. Không nên thay đổi giá trị mặc định trong hộp "Tên trường toàn cầu".

Trong hai hộp Spinner, "Chuỗi DL sẽ có các tháng lần lượt từ", lựa chọn các tháng có dữ liệu. Nếu có các tháng lần lượt từ 1-12, chọn bắt đầu bằng 1, kết thúc: 12.

Trong hộp "LAG chạy", Default của chương trình là 5, tuy vậy có thể thay đổi. Số LAG có thể thay đổi từ 1-6.

Sau khi đưa đầy đủ các thông tin, nhấn nút tạo lập dữ liệu, chương trình sẽ tự động tạo ra các file có đuôi GS và các file có đuôi là TXT tương ứng phù hợp với chương trình PC GRAD. Chương trình PC Grad mới được tạo ra ở đây đã có sự thay đổi cho phù hợp với công việc. Nó cho phép khi chạy, chương trình chạy liên tục và mỗi LAG sẽ dừng lại, cho phép người dùng chọn điểm và tự động lưu lại kết quả chọn điểm đó.



Hình 3.6. Các file có đuôi GS và TXT phù hợp với chương trình Grads

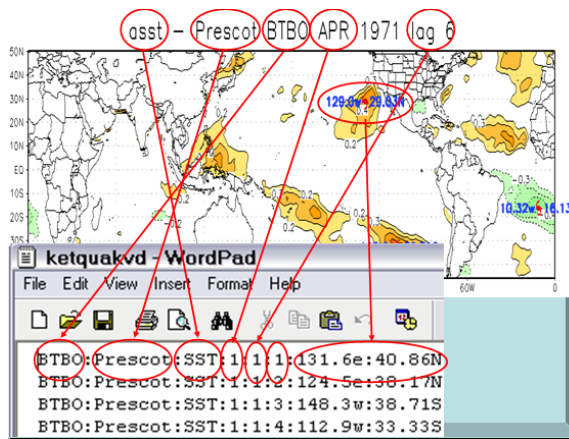
### **Bước 3. Chạy chương trình PC GRAD**

Để có thể thực hiện được bước này, yêu cầu cần thiết phải có chương trình PC Grad được cài đặt trên máy. Copy toàn bộ dữ liệu vừa tạo ra tại bước 2 vào thư mục Win32e của PC Grad.

Chạy chương trình Grads.exe với mặc định màn hình là 8.6\*11 inch. Mỗi lần chạy sẽ xuất hiện kết quả là các bản đồ về mối quan hệ của trường toàn cầu và dữ liệu cần dự báo. Khi xuất hiện màn hình này, cho phép người dùng sử dụng chuột chọn điểm. Mỗi lần chọn, trong thư mục Win32e, file ketquaKVD.txt được mở ra và bổ sung thêm tọa độ điểm vừa chọn. Cấu trúc file này như sau:

Các giá trị khi chọn, trong mỗi lần chọn là 01 hàng; trong mỗi hàng, các thông số cách nhau bằng dấu ":". Các giá trị đó lần lượt là:

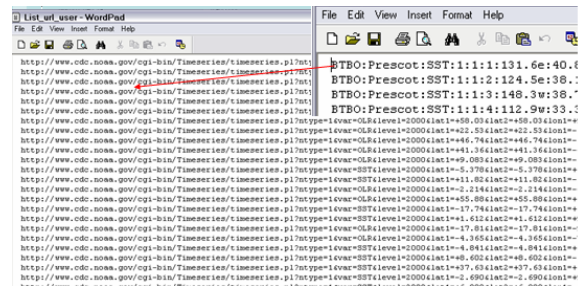
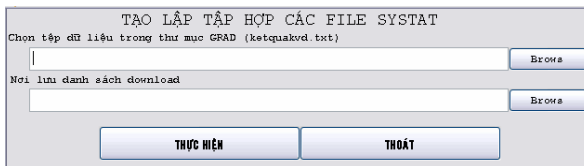
- [Mã vùng hoặc khu vực]
- [Tên chỉ số cần dự báo]
- [Tên trường toàn cầu]
- [Tháng]
- [Bước dự báo]
- [Số thứ tự chọn- số click chuột trên mỗi bản đồ]
- [Kinh độ]
- [Vĩ độ]



Hình 3.7. Minh họa chạy chương trình PC Grads

**Bước 4. Tạo lập danh sách địa chỉ Download, Download dữ liệu.**

Từ màn hình chính của "Công cụ hỗ trợ", chọn nút "Tạo lập danh sách", sẽ xuất hiện một màn hình mới cho phép điền các tham số cần thiết. Trong hộp Chọn tệp dữ liệu, lựa chọn tệp dữ liệu KetquaKVD.TXT vừa tạo ra ở trên.



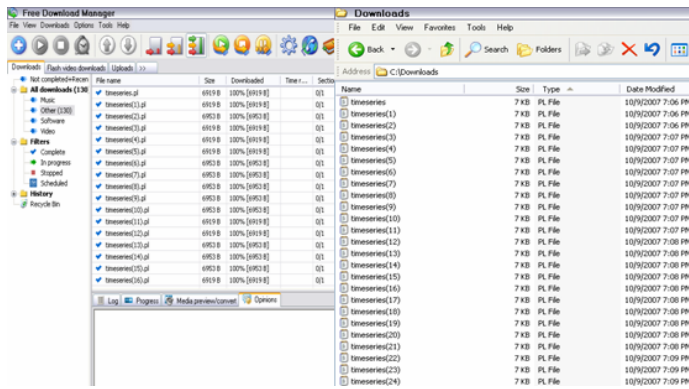
a

b

Hình 3.8. Minh họa việc tạo lập tập hợp các file

Trong hộp "Nơi lưu danh sách download", chọn nơi dự định lưu file kết quả. Kết quả của chương trình này là tạo ra một file mà dữ liệu của chúng là các địa chỉ cần download. Mỗi địa chỉ này khi download sẽ cho ra một file dữ liệu tại ô lưới mà ta chọn bằng chuột ban đầu với toàn bộ dữ liệu cho 12 tháng từ năm 1950 đến thời điểm thực.

Sử dụng chương trình Free Download Manager và Import file, ngay lập tức chương trình sẽ tự động download dữ liệu thành các file có định dạng ASSI. Các file đó thông thường có đuôi là .PL với thứ tự lần lượt từ 0. Cấu trúc tên file là "Timeseries(i).PL", trong đó i là số thứ tự của từng dòng trong file KETQUAKVD.TXT tính từ 0.



Hình 3.9. Minh họa download tự động bằng phần mềm Free Download Manager

Bước 5. Tạo lập File cho chương trình Systart

1) Sau khi đã download được dữ liệu, có file dữ liệu Input ban đầu, sử dụng công cụ hỗ trợ tiếp theo của TT NCKTNN sẽ cho phép kết hợp các dữ liệu này lại để chạy chương trình Systat.

2) Từ màn hình chính của các công cụ hỗ trợ, chọn menu Tạo lập tạo file chạy Systat sẽ xuất hiện 1 form (Hình 3.8.a) cho phép tạo lập dữ liệu cần thiết.

3) Trong hộp Chọn tệp kết quả KVD, chọn file KetquaKVD.TXT mới được tạo ra trong Win32e của PC Grad.

4) Trong hộp nơi lưu các dữ liệu mới download, chọn thư mục vừa download dữ liệu.

5) Nhấn nút "THỰC HIỆN", các dữ liệu sẽ được tập hợp lại theo yêu cầu của Systat và nằm trong thư mục "OUT\_to\_Systat" dưới thư mục gốc của công cụ hỗ trợ.

6) Chạy chương trình Systat sẽ cho phép xây dựng được các phương trình dự báo chỉ số cần xác định đã được kiểm tra về các tiêu chuẩn thống kê.

Chương trình này thực hiện công việc xây dựng các phương trình hồi quy nhiều biến theo phương pháp hồi quy từng bước. Chương trình tự lọc các trường có tương quan kém so với chỉ số cần dự báo và giữ lại các trường có quan hệ tốt. Bước này đưa ra được phương trình hồi quy có dạng:

$$Ki = \begin{cases} a \times SST^j(i-LAG) + \\ b \times SST^l(i-LAG) + \\ \dots\dots\dots \\ q \times OLR^j(i-LAG) + C \end{cases}$$

Trong đó:

Ki là giá trị cần dự báo ở tháng thứ i

a,b,..., q, c là các hệ số

$SST^j_{(i-LAG)}$ ,  $SST^l_{(i-LAG)}$ ,  $OLR^j_{(i-LAG)}$  là giá trị của trường SST và OLR ở các vị trí được chọn tại các thời điểm muộn hơn so với giá trị cần dự báo là i-LAG.

7) Tiến hành COPY kết quả này ra và chỉnh sửa chúng theo định dạng dưới đây của XLS (Bảng 3.4):

Cột A,B tương tự bước 1

Cột C là tên các trường. SST, OLR hoặc CON (CON=Constant là hệ số tự do của phương trình)

Bảng 3.4. Minh họa định dạng file dưới dạng XLS

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	STT	id_vung	name_down	mon	lag	npoint	val_hs	r
2	1	BANDON	CON	1	1	0	27.08	0.43
3	1	BANDON	OLR	1	1	1	-0.11	0.43
4	1	BANDON	CON	1	2	0	4.03	0.33
5	1	BANDON	SST	1	2	1	0.46	0.33
6	1	BANDON	CON	1	3	0	19.4	0.47
7	1	BANDON	SST	1	3	1	-1.22	0.47
8	1	BANDON	SST	1	3	2	0.75	0.47
9	1	BANDON	CON	1	4	0	20.48	0.3
10	1	BANDON	SST	1	4	2	-1.13	0.3
11	1	BANDON	CON	1	5	0	20.18	0.32
12	1	BANDON	SST	1	5	2	-1.29	0.32
13	1	BANDON	CON	1	6	0	-36.44	0.55
14	1	BANDON	SST	1	6	3	-1.54	0.55

Cột D: tháng ( phương trình dự báo của tháng)

Cột E: LAG(Cho biết phương trình dự báo của tháng với bước trễ trong cột E)

Cột F: Npoint cho biết các trường được chọn trong tháng; LAG tương ứng là lần chọn theo click chuột (bước 2). Với các hệ số Constants, Npoint = 0

Cột G: Giá trị hệ số của các biến trong trường toàn cầu

Cột H: Hệ số tương quan của phương trình được thành lập.

#### Bước 6. Cập nhật kết quả vào chương trình

Từ kết quả của bước 5, tiến hành dự báo thử nghiệm lại và đánh giá chất lượng của dự báo của các phương trình theo các chỉ số:

- Độ lệch trung bình giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế (bias) được xác định theo công thức:

$$bias = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_i - o_i)$$

Trong đó:

N là độ dài của chuỗi

$f_i$  là giá trị dự báo

$O_i$  là giá trị thực tế

- Sai số tuyệt đối trung bình (MAE).

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (|f_i - o_i|)$$

- Sai số bình phương trung bình (MSE).

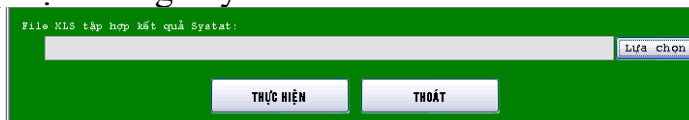
$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (f_i - o_i)^2$$

- Ngưỡng xác định dự báo đúng (%correct):

Khi độ lệch giữa giá trị dự báo và giá trị thực tế ở trong khoảng  $\pm$  MAE thì dự báo được xem là đúng.

Sau khi thực hiện xong công việc kiểm tra, tiến hành loại bỏ các phương trình không đảm bảo chất lượng dự báo. Số phương trình bảo đảm chất lượng dự báo được cập nhật vào cơ sở dữ liệu để có thể tiến hành dự báo thử nghiệm và dự báo nghiệp vụ.

Từ màn hình chính của Công cụ hỗ trợ KTNN, chọn mục "Tập hợp phương trình sau Systat" sẽ xuất hiện một form cho phép cập nhật các kết quả tính toán vào cơ sở dữ liệu của mô hình là nền tảng cho quy trình thứ 2 (Hình 3.10): Quy trình dự báo nghiệp vụ chỉ số Prescott. Người sử dụng nhấn nút "Lựa chọn" và chọn file đã thực hiện trong bước 5. Sau khi lựa chọn đúng yêu cầu, nhấn nút thực hiện lập tức các kết quả và phương trình sẽ được cập nhật vào trong cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc dự báo nghiệp vụ thường xuyên.



Hình 3.10. Minh họa form cho phép cập nhật các kết quả tính toán

Việc thực hiện cập nhật phương trình này nhằm cung cấp cho mô hình biết các thông số cần thiết khi có yêu cầu dự báo cho một tháng, năm cụ thể bao gồm:

- Có bao nhiêu LAG có thể của tháng lựa chọn?
- Toạ độ và các trường cần download;
- Phương trình cụ thể của tháng (lag).

Việc thành lập Database và các thuật toán được thực hiện tuần tự theo 6 bước cơ bản trên. Đối với việc dự báo nghiệp vụ, người sử dụng không cần thiết phải thực hiện các bước trên. Tuy nhiên các công cụ hỗ trợ cần phải có bao gồm:

1. Chương trình Free Download Manager

2. Arcview 3.2

3. Bộ công cụ hỗ trợ do Trung tâm NC KTNN phát triển.

b) Quy trình 2: Quy trình dự báo chỉ số Prescott nghiệp vụ

Chúng tôi đã tiến hành xây dựng một module tách ra khỏi mô hình hỗ trợ dự báo chỉ số hạn nhằm mục đích thuận lợi cho người sử dụng. Người sử dụng chỉ cần quan tâm đến:

- Đã cài đủ công cụ hỗ trợ chưa
- Máy tính có kết nối Internet hay không?
- Đã thực hiện có đúng các bước yêu cầu chưa?



Hình 3.11. Giao diện công cụ hỗ trợ dự báo Prescott

Dưới đây là toàn bộ quy trình dự báo nghiệp vụ cần tiến hành:

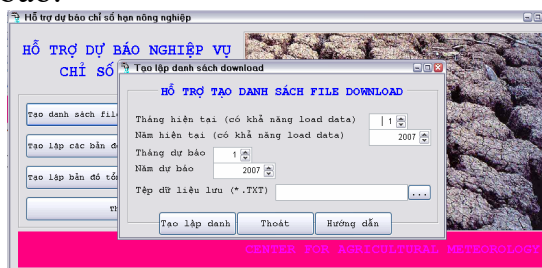
**Bước 1. Tạo tập hợp file download và download các file dữ liệu.**

1) Từ công cụ hỗ trợ chính, chọn nút: Dự báo nghiệp vụ sẽ xuất hiện màn hình chính của dự báo nghiệp vụ.

2) Chọn nút tạo lập File download sẽ xuất hiện form cho phép đưa các thông tin cần thiết để download data.

Trên Form này, người sử dụng bắt buộc phải điền các thông tin:

- Tháng hiện tại
- Năm hiện tại
- Tháng cần dự báo
- Năm cần dự báo.



Hình 3.12. Minh họa bước thứ nhất của việc dự báo chỉ số Prescott

3) Nhấn vào nút "..." của Form đặt một tên cho tệp dữ liệu lưu ( danh sách các địa chỉ và tên file tương ứng cần thiết phải download)

4) Khi đã đưa đủ các thông tin, nhấn nút Tạo lập danh sách, lập tức một file (\*.TXT) được thành lập. Trong file này chứa các thông tin cho phép chương trình Free Download Manager có thể download được dữ liệu và tạo lập ra các tên file tương ứng.

Cần phải hết sức lưu ý: Khoảng cách từ tháng năm hiện tại đến tháng năm dự báo tối đa là 6 tháng (default của chương trình - từ bước 1 của quy trình 1)

5) Sau khi có tệp dữ liệu (thông thường là User\_Download.txt), mở Free Download Manager và import file vừa có, cho thông tin nơi lưu dữ liệu, chương trình lập tức download các dữ liệu về. Cần lưu ý: thư mục chứa các file download mới không được phép chứa bất kỳ file dữ liệu nào (thư mục rỗng).

### **Bước 2. Thành lập các bản đồ dự báo**

1) Từ màn hình của "Dự báo nghiệp vụ", chọn menu Tạo lập các bản đồ. Ngay lập tức xuất hiện màn hình yêu cầu nhập dữ liệu. Với màn hình này, người sử dụng cần thiết đưa các thông tin:

- Nơi lưu dữ liệu vừa Download
- Nơi lưu các bản đồ.

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ DỰ BÁO CHỈ SỐ HẠN NÔNG NGHIỆP

Nơi lưu DL vừa Download

Nơi lưu các bản đồ

Hình 3.13. Minh họa giao diện tạo lập các bản đồ

2) Khi đưa đầy đủ các thông tin trên, nhấn nút "Thực hiện yêu cầu", chương trình tự động tạo ra các tệp dữ liệu chuẩn theo Arcview trên đó chứa các thông tin về bản đồ.

Tạo lập bản đồ tổng hợp

Hình thức lựa chọn:  Tự lựa chọn  Auto by Computer

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỔNG HỢP

Vùng: Tây Bắc

	Giá trị Prescott
F 6	-4.227
F 5	2.222
F 4	27.248
F 3	2.778
F 2	-0.973
F 1	-29.237

Nơi lưu bản đồ tổng hợp

Hình 3.14. Minh họa giao diện thành lập các bản đồ tổng hợp

Chương trình sẽ xuất hiện câu hỏi có xem hay không. Nếu xem, lập tức chương trình sẽ xuất hiện màn hình của Arcview và mở tệp dữ liệu đó ra. Nếu không, người sử dụng có thể dùng Arcview để mở lại các bản đồ.

Về mặt cấu trúc, chương trình sẽ cho phép hiển thị các bản đồ thành phần và các bản đồ tổng hợp.

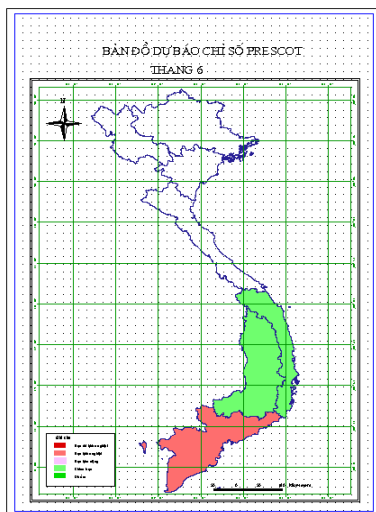
Nếu chọn là bản đồ tổng hợp, chương trình sẽ căn cứ vào mối quan hệ tốt nhất của từng phương trình ở từng LAG cụ thể mà lựa chọn ra phương trình tốt nhất và giá trị của nó để đưa lên bản đồ.

Mặt khác, nếu người dùng muốn tự lựa chọn, chương trình cũng hiển thị bảng kết quả cho phép người sử dụng có thể thay đổi các giá trị đó và thành lập các bản đồ.

Tuy nhiên, cách tốt nhất là nên thành lập tổng thể các bản đồ thành phần, các bản đồ tổng hợp dạng tự động. Sau đó nhóm và chuyên gia đánh giá để thành lập bản đồ dự báo cuối cùng.

Như vậy đối với dự báo nghiệp vụ, có thể tóm tắt quy trình thực hiện bao gồm:

- Lựa chọn tháng năm hiện tại, tháng năm cần dự báo
- Tạo lập File dữ liệu cần download
- Download các file dữ liệu
- Thành lập các bản đồ thành phần, bản đồ tổng hợp theo tự động của mô hình
- Đánh giá, quyết định chỉ số từng vùng
- Chạy lại thành lập bản đồ theo yêu cầu, chuyển sang mức tự điều chỉnh và điều chỉnh các dữ liệu, thành lập bản đồ tổng hợp cuối cùng
- Phân tích ra bản tin.



Hình 3.15. Minh họa bản đồ dự báo chỉ số Prescott

### **3.3. Quy trình dự báo hạn thủy văn**

Quy trình dự báo hạn thủy văn bằng chỉ số Q cũng được thực hiện hoàn toàn giống như quy trình dự báo chỉ số Prescott đối với hạn nông nghiệp. Ở đây chỉ cần thay thế chỉ số Prescott bằng chỉ số Q và tiến hành các bước hoàn toàn tương tự.

## **4. Xây dựng trang thông tin về giám sát, cảnh báo sớm và dự báo hạn hán**

Trang thông tin về giám sát, cảnh báo sớm và dự báo hạn hán sẽ được thiết kế kết nối với Website của Viện KTTV&MT hoặc Trung tâm Thông tin Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Ngôn ngữ: Việt/Anh

### **4.1. Trang thông tin giới thiệu**

- Thông tin chung về hạn hán (Trên thế giới cũng như ở Việt Nam)
- Định nghĩa hoặc mô tả sơ bộ về hạn hán, các chỉ tiêu hạn hán (hạn khí tượng, hạn thủy văn, hạn nông nghiệp) được sử dụng trong mô hình giám sát và dự báo hạn hán.

### **4.2. Trang thông tin về giám sát và dự báo hạn hán**

- Các bản tin về lượng mưa
- Các bản tin về tình hình thủy văn
- Các bản tin về tình hình sản xuất nông nghiệp
- Các bản tin về tình hình hạn hán, bao gồm phân bố hạn hán theo thời gian và không gian, tần suất xuất hiện hạn hán
- Bản tin về dự báo hạn hán theo các ngưỡng thời gian (tuần, tháng, mùa...)
- Các bản tin khác

#### ***Yêu cầu kỹ thuật:***

- Mô tả chi tiết các mẫu bản tin về format biên tập ban đầu (thí dụ: doc, htm) và format hiển thị trên trang web)
- Quy trình hình thành bản tin về các loại thời gian, các bước thực hiện (biên tập và duyệt tin)
- Yêu cầu lưu trữ bản tin (hình thức, thời gian)
- Yêu cầu về tìm kiếm bản tin (nếu có)
- Yêu cầu gửi bản tin cho các đối tượng sử dụng qua email....
- Các yêu cầu khác

### ***4.3. Trang bản đồ hiện thị hạn hán***

#### ***1. Các loại bản đồ***

- Các bản đồ phân bố lượng mưa
- Các bản đồ về chuẩn sai lượng mưa (so với TBNN)
- Các bản đồ về tình hình thủy văn
- Các bản đồ về chỉ số thực vật (NDVI)
- Các bản đồ về hạn hán
- Các bản đồ về dự báo hạn hán theo các ngưỡng thời gian (tuần, tháng, mùa...)

#### ***2. Dạng hiện thị bản đồ***

- Bản đồ được lưu tại thư mục cố định dưới dạng bitmap (\*.BMP), JPEG hoặc GIF.
- Ảnh bản đồ được đăng ký tự động vào (CSDL) phục vụ tra cứu trên web.
- Yêu cầu về thời gian lưu trữ ảnh bản đồ trên web và các yêu khác nếu có.

# CHƯƠNG I: TÌNH HÌNH HẠN HÁN TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

## I.1. Tình hình hạn hán ở một số vùng trên trái đất

### I.1.1. Nhu cầu về sử dụng nước tại một số vùng và quốc gia

Theo thống kê của tổ chức Khí tượng Thế giới và cơ quan phát triển liên hợp quốc (UNDP), châu Á là vùng bị thiên tai nặng nề nhất, trong đó thiệt hại do hạn hán gây ra đứng thứ 3 sau lũ lụt và bão. Tài nguyên nước của châu Á thuộc loại dồi dào so với diện tích tự nhiên, lượng dòng chảy hàng năm khoảng 132.06,7 tỷ mét khối, song do dân số đông nên bình quân chỉ đạt mức 3.819 m<sup>3</sup>/đầu người. Theo số liệu của cơ quan Liên hợp quốc và Ngân hàng Thế giới, thì từ 1988, châu Á đã khai thác và sử dụng 1633,88 tỷ m<sup>3</sup> nước, đạt tỷ lệ 12% so với tổng lượng dòng chảy sản sinh hàng năm. Trong đó Nông nghiệp là ngành có nhu cầu sử dụng nước cao nhất chiếm 85%, các ngành công nghiệp sử dụng 9% và 6% dành cho sinh hoạt.

Những nước có nền nông nghiệp, công nghiệp phát triển và dân số đông là những nước sử dụng nhiều nước nhất như: Trung Quốc sử dụng 450 tỷ m<sup>3</sup>/năm đứng thứ hai trên thế giới sau Hoa Kỳ. Ấn Độ mỗi năm sử dụng 380 tỷ m<sup>3</sup>/năm đứng thứ ba, Pakistan sử dụng 153 tỷ m<sup>3</sup>/năm đứng thứ tư, Nhật Bản sử dụng 90 tỷ m<sup>3</sup>/năm đứng thứ sáu trên thế giới.

Theo kết quả nghiên cứu của Viện quản lý nước Quốc tế cho biết đến năm 2025, Trung Quốc là một trong những nước thiếu nước trầm trọng, mặc dù đã áp dụng các biện pháp tiết kiệm nước, vẫn không đủ nước để sản xuất lương thực, nên sẽ phải nhập khẩu từ 170 đến 300 triệu tấn lương thực.

Tài nguyên nước ở châu Phi thuộc loại thấp nhất so với mức trung bình toàn thế giới, tổng lượng nước sử dụng năm 1995 là 145,14 tỷ m<sup>3</sup>, mới chỉ chiếm 4% so với tổng lượng nước sản sinh ở châu lục này là 3.996 tỷ m<sup>3</sup>. Nhưng do tài nguyên nước phân bố rất không đều, đặc biệt ở vùng sa mạc Samara, nên vùng này luôn bị hạn hán đe dọa, nhất là từ năm 1960 trở lại đây.

### I.1.2. Hạn hán trên thế giới và những ảnh hưởng do hạn hán gây ra

Thế giới mà chúng ta đang sống, từ nhiều đời nay, những đợt hạn hán liên tiếp xảy ra ở mọi nơi, vào bất cứ thời gian nào, đã gây ra cho nhân loại những thiệt hại vô cùng to lớn. Sau đây là một số ví dụ điển hình về ảnh hưởng của hạn hán tại một số vùng:

Tại Ấn Độ: vào những năm đầu thế kỷ 18 thiên tai hạn hán đã gây tổn thất hoàn toàn mùa vụ, dẫn đến nạn đói khủng khiếp ở nước này trong các năm từ 1702 đến 1704. Tiếp đó lại có hạn từ năm 1769 đến 1770 làm cho 5 triệu người chết vì đói và dịch bệnh. Gần đây, năm 1987 lại xảy ra hạn hán thảm khốc, kèm theo nạn đói lan rộng. Cũng từ năm này Chính phủ Ấn Độ đã đề ra quy chế nhà nước về quản lý hạn và ban hành các luật về phòng chống và giảm nhẹ thiên tai hạn hán.

Ở Trung Quốc: sử sách còn ghi lại vào năm 1876 và 1879 do lụt bão và hạn hán hoành hành đã xảy ra nạn đói lịch sử làm cho từ 9 đến 13 triệu người thiệt mạng. Vào các năm 1958 đến 1961 do có những đợt mưa lớn gây nên lũ lụt ở nhiều vùng, tiếp theo là hạn hán kéo dài, mùa màng thất bát, sản lượng ngũ cốc toàn quốc giảm từ 25 đến 30%, nạn đói đã gây nên tử vong 16,5 triệu người [1], đây là nạn đói khủng khiếp nhất trong lịch sử được ghi chép lại.

Theo tác giả Xu-Nan [8] cho biết, trong các năm 1994, 1995 mỗi năm Trung Quốc đã có từ 27 triệu đến 55 triệu ha đất nông nghiệp bị ảnh hưởng do thảm họa tự nhiên. Riêng năm 1994 đã làm tổn thất 25 triệu tấn lương thực.

Đợt hạn từ giữa tháng 9 năm 1994 đến tháng 4 năm 1995, khu vực xung quanh thành phố Bắc Kinh chỉ có mưa 34 mm đó là đợt hạn hán lớn thứ 2 kể từ năm 1949. Đợt hạn mùa xuân 1995 hạn hán lan rộng ra cả một vùng rộng lớn ngay từ tháng giêng. Tại phần lớn các tỉnh phía Bắc Trung Quốc lượng mưa giảm từ 50 – 80% so với những năm bình thường, một số vùng hoàn toàn không có mưa hoặc tuyết. Mặt khác gió mạnh và nhiệt độ cao đã làm cho hạn càng thêm nặng nề. Kết quả là nhiều vùng thuộc tỉnh Hà Bắc, phía Bắc tỉnh Sơn Tây và Thiểm Tây, phía Đông tỉnh Cam Túc, phía Tây vùng Nội Mông, miền Trung và Đông tỉnh Sơn Đông, một số vùng tại tỉnh Giang Tây, tỉnh An Huy tại miền Đông Trung Quốc đều bị hạn nặng. Đến đầu tháng 5/1995 đã có hơn 10 triệu người và hơn 5 triệu gia súc thiếu nước sinh hoạt, tại một số địa phương người dân phải đi xa nhiều km mới kiếm được nước.

Theo Bộ Bảo vệ nguồn nước Trung Quốc có 14 tỉnh và vùng bị hạn tại Hà Bắc, Hà Nam, Thiểm Tây, Sơn Tây, Bắc Kinh và một số vùng khác. Để chống hạn cho 11,3 triệu ha tại một số vùng bị hạn nặng, các địa phương đã phải huy động trên một triệu máy bơm và 20 triệu lao động. Riêng tỉnh Sơn Tây phải sử dụng tới 400.000 kw công suất cho việc phòng chống hạn [8].

Gần đây nhất, vào mùa hè năm 2000 hạn hán ở Trung Quốc kéo dài 3 tháng liên tục tại nhiều địa phương đã làm cho tổng sản lượng lương thực của cả nước giảm 9%.

Tại Nhật Bản: năm 1994 đã có một đợt sóng nhiệt cao kéo dài, lan rộng từ Mỹ qua Nhật. Nhiệt độ trung bình lên tới 37°C (cao nhất lên đến 40°C) và kéo dài nhiều ngày tại Nhật Bản, đã gây nên hạn nặng trên 1/3 lãnh thổ của nước này. Nhiều vùng phải vận chuyển nước từ xa đến.

Trong những năm 1997, 1998 do ảnh hưởng của hiện tượng El- Nino, các nước trong khu vực Đông Nam Á (trong đó có Việt Nam) hầu như không có mưa, nhiệt độ không khí cao đã gây cháy rừng ở nhiều nơi, điển hình là Indônêxia và Malaysia.

Indônêxia là quốc đảo nằm ở vành đai phía Tây nơi tác động của hiện tượng “El-Nino – Southern Oscillation” (ENSO). Phần lớn diện tích của Indônêxia nằm trong vùng xích đạo, khí hậu nhiệt đới nóng và ẩm. Hai năm 1982 – 1983, hiện tượng ENSO xảy ra đồng thời với hạn hán ở nước này, đã làm cho 420.000 ha ruộng lúa bị ảnh hưởng do thiếu nước và 158.000 ha bị mất trắng. Ngoài ra phải kể

đến 3,7 ha rừng gỗ tái sinh bị cháy trụi. Năm 1991, hiện tượng ENSO cùng với nắng nóng đã gây nên hạn hán ảnh hưởng trên diện tích 483.000 ha trong đó có 190.000 ha lúa bị huỷ hoại hoàn toàn [9]. Hạn nặng xảy ra hầu như chưa có trong lịch sử đã gây tổn thất lớn cho sản xuất nông nghiệp, buộc chính phủ phải nhập khẩu khẩn cấp 600.000 tấn lương thực. Trước đó, nước này đã tự túc được lương thực. Cũng do hạn hán 1991, ở Indônêsi-a đã xảy ra cháy 88.000 ha rừng tại Kalimantan cùng lúc với hiện tượng ENSO năm 1991 – 1992. Rừng cháy đã tạo ra một lớp khói dày đặc bao phủ bầu trời đảo Kalimantan sau đó lan tới Singapore và Malaysia trong tháng 9 và tháng 10 năm 1991. Các đám cháy ở Kalimantan vẫn tiếp tục xảy ra đến ngày 29/4/1992 do ENSO gây ra từ 1991. Nhiệt độ trung bình tháng cao nhất theo thống kê từ các thành phố Jakarta và Semarang (Java, Indônêsi-a) trong năm 1991 là 29,1°C [9].

Châu Phi là một trong những khu vực điển hình về hạn hán gây ra nghèo đói và chiến tranh. Trong đó có nhiều cuộc chiến tranh bởi tranh giành nguồn nước. Ở châu lục này nguồn nước phân bố không đều, nên nhiều vùng hạn hán mang tính thường xuyên. Theo tác giả Lennart Olsson [10], sự suy giảm nguồn lương thực, năng lượng và nước là những nét phổ biến do hạn hán ở châu Phi. Những thông báo gây sự lo ngại cho nhiều người trên thế giới về nền kinh tế và môi trường đang suy giảm ở châu lục này đang là chủ đề của các phương tiện thông tin đại chúng tại nhiều quốc gia.

Theo OTA (Office of Technology Assessment), do hạn hán kéo dài, sản xuất lương thực trong thời kỳ từ 1975 đến 1985 tại Tây Phi đã giảm sút 25%. Cũng trong thời kỳ này, cộng đồng Quốc tế đã phải trợ giúp cho vùng Tây Phi tới 15 tỷ USD nhưng vẫn không giúp được các nước ở vùng này ngăn cản được tình hình sa sút của nền kinh tế.

Một trong những điển hình về tính chất nghiêm trọng của hạn hán ở châu Phi đó là cộng hoà Sudan: Vào mùa xuân năm 1984, một tin đặc biệt được phát đi toàn thế giới đó là tình trạng hạn hán ở châu Phi và Sudan, tiếp đó là nạn đói lan rộng ở nước này; Vùng bị nghèo đói nặng nề nhất thuộc ba tỉnh. Trong đó có Kordofan và Darfur ở miền Tây và tỉnh Red Sea (Biển Đỏ) ở miền Đông Sudan. Tại nước này, tình trạng thiếu đói đã ảnh hưởng đến một nửa dân số vào khoảng 20 – 25 triệu người và làm chết khoảng 3% dân số trong vòng một tháng. Khoảng 2,5 triệu người phải di cư ra thành phố hoặc đến các khu vực phía Nam.

Người ta đã khẳng định do thiếu nước mưa nên sinh ra hạn hán và nghèo đói. Theo tờ Newsweek ngày 19 tháng 11 năm 1984 thì đợt hạn tại Sahel năm 1974 đã làm chết tới 300.000 người, ngoài ra còn ảnh hưởng đến 150 triệu người còn lại trên châu lục do đói kém và suy dinh dưỡng. Trước đó những đợt hạn liên tiếp trong thời gian 6 năm (1968 – 1974) đã làm cho số người bị chết ước tính từ 100.000 đến 300.000 người.

Trong thời gian 1984-1985 hạn hán ở Sudan, tờ Times ra ngày 27 tháng 6 năm 1985 đã tiết lộ có thể khoảng một nửa triệu người đã chết vào hai tháng liên tiếp. Chỉ riêng vùng Waal thuộc tỉnh Darfur người ta đã thống kê được có gần 100.000 người bị thiệt mạng. Tại tỉnh Kordofan, sa mạc đã tiến về hướng Nam

khoảng 90 – 100 km trong vòng 17 năm trung bình mức sa mạc hoá từ 5 đến 6 km hàng năm [10]. Tương tự Sudan, tại Mali, sa mạc Sahara tràn xuống phía Nam khoảng 350 km trong vòng 20 năm, kết quả là đã có 1,5 tỷ ha vốn là đất canh tác biến thành hoang mạc.

Ở Hoa Kỳ, sản xuất công nghiệp, nông nghiệp và dịch vụ phát triển cao, đồng thời cũng là Quốc gia sử dụng nước nhiều nhất trên thế giới. Do vậy, những năm bị hạn hán, thiệt hại về kinh tế ở nước này là rất nghiêm trọng. Hoa Kỳ cũng là nước quan tâm nhiều đến hạn hán và có nhiều cơ quan nghiên cứu về hạn hán, theo kết quả thống kê về những thiệt hại do bão, lũ lụt và hạn hán gây ra trong thời gian 100 năm gần đây, người ta đã nhận thấy mức thiệt hại bình quân hàng năm do hạn hán gây ra là lớn nhất từ 6 – 8 tỷ USD, do lũ lụt là 2,41 tỷ USD, do bão trung bình từ 1,2 đến 4,8 tỷ USD/năm. Cũng theo số liệu thống kê, thiệt hại về kinh tế do hạn hán năm cao nhất lên đến 39,4 tỷ USD (năm 1988). Chứng tỏ ở Hoa Kỳ, hạn hán đã gây nên những tổn thất cực kỳ to lớn so với các loại thiên tai khác.

Về thời gian, hạn hán cũng hết sức dai dẳng, có thể kéo dài hàng tháng, hàng năm, thậm chí hàng thập kỷ. Theo tài liệu thống kê của cơ quan quản lý lưu vực sông và khí quyển đại dương quốc gia Hoa Kỳ (Bảng I.1) cho thấy, tại một số nơi liên tục có hạn trong cả 100 năm, lưu vực sông Missouri có đến 90 năm bị hạn có ở mức độ khác nhau.

Hạn hán ở Hoa Kỳ đã trực tiếp gây tử vong. Các chuyên gia cho rằng tử vong do hạn hán liên quan đến các nước đang phát triển và cả các nước phát triển, chủ yếu do việc phá vỡ nguồn cung cấp thức ăn, thiếu dinh dưỡng và nghèo đói. Tuy nhiên những số liệu liên quan đến số người bị chết do hạn thông thường rất khó thu thập được. Những thông tin này được xuất bản trong cuốn sách: “Nghiên cứu và đánh giá thảm họa hạn hán ở Hoa Kỳ” (1975) đã nhấn mạnh rằng ở Hoa Kỳ, sự tử vong liên quan đến sự suy dinh dưỡng kéo dài từ năm 1800 đến 1900. Nhưng đến năm 1930 sự tử vong lại do nguyên nhân chính là do việc cắt giảm viện trợ cho các khu vực bị hạn. Mặc dù, Douglac R. Hurt viết trong cuốn sách của ông: “Lỗi bại: Lịch sử xã hội và nông nghiệp” (năm 1981) đã nhận xét rằng trong năm 1930 có nhiều sự tử vong liên quan đến hạn do bụi nhưng sự tử vong đã được hạn chế tích cực do những cố gắng ngăn chặn của các tổ chức chính phủ và phi chính phủ [2].

Ngày nay, thông qua những tài liệu trước đây người ta biết được rằng phần lớn số người tử vong ở Hoa Kỳ là do nhiệt. Nhiều thông tin về nhiệt trong cơ thể được nêu trong cuốn sách “Ảnh hưởng của nhiệt độ cao” do Chirostopler Adams làm việc tại Viện hợp tác nghiên cứu khí quyển và cuốn sách “Sóng nhiệt, vấn đề quốc gia” của cơ quan nghiên cứu khí quyển và đại dương quốc gia (Hoa Kỳ).

Bản tin của trung tâm điều khiển thảm họa cho rằng: nhiệt độ cao là nguyên nhân làm ít nhất 240 người chết trong một năm chứ không phải do sóng nhiệt.

Trung tâm số liệu khí hậu quốc gia dự đoán nhiệt liên quan đến sự thiệt mạng của 5000 ÷ 10.000 người trong vòng 100 năm. Các chuyên gia cho rằng số liệu này là số liệu thống kê lấy từ các nguồn khác nhau, nên nó là số liệu chính xác nhất. Dự đoán tổng thiệt hại cho những sự kiện này đánh giá hàng tỷ USD và nhiều

mạng sống. Dự đoán mang tính chất định kỳ, do đó nhiều sự kiện và thông tin trở nên thay đổi.

Số người thiệt mạng do hạn từ năm 1980 – 1989 là hàng nghìn người và năm 1930 cũng có số liệu tương tự. Hạn những năm 1930 xảy ra nhanh và nghiêm trọng được xem là hạn gây thiệt hại nặng nhất. Riebsame trong cuốn sách “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên và hạn” ở Mỹ cho rằng trong những năm 1930, 1931, 1934, 1936, 1939, 1940: thiệt hại ảnh hưởng đến những vùng mà người ta không thể phục hồi đầy đủ được trước khi có đợt hạn khác bắt đầu. Quá trình hạn diễn ra nhanh, các giai đoạn hạn thì điển hình. Người ta đã không tính hết được tổng số người thiệt mạng năm 1930. Tuy nhiên Douglas R. Hurt cho rằng cái chết do bụi liên quan đến hít thở bụi và bụi độc silicat vào cơ thể dẫn đến giảm khả năng kháng bệnh và xuất hiện bệnh viêm phổi. Mùa xuân năm 1935, hội chữ thập đỏ đã mở 6 bệnh viện cấp cứu ở Colorado, Texas và Kansas đồng thời sản xuất 17.700 mặt nạ và cử 1.631 nhân viên y tế đến từng nhà. Bụi đã liên quan đến ốm đau của hàng nghìn con người. Cùng thời gian đó bệnh sỏi ở Kansas đã ảnh hưởng đến 40.000 người và 145 người đã chết trong 4 tháng đầu.

Người ta phân vân rằng liệu điều kiện sống, chất dinh dưỡng, sự thiếu thốn các phương tiện y tế có phải là hệ quả của hạn hay không.

Về mặt dinh dưỡng, cuốn sách “Đánh giá và nghiên cứu thảm họa hạn ở Mỹ” cho rằng việc cung cấp thức ăn không liên quan đến vấn đề thiệt hại của năm 1930 và không có sự ảnh hưởng của mối quan hệ giữa cung cấp lương thực và sức khỏe con người. Trong quá khứ không có sự thiệt hại do suy dinh dưỡng, do nhiệt và các vấn đề khác liên quan đến sức khỏe.

Năm 1997, Trung tâm dữ liệu khí hậu quốc gia xuất bản cuốn “Thảm họa hàng tỷ đô la do thời tiết ở Mỹ” ước tính hạn năm 1988 mất 40 tỉ USD.

Cuốn sách “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên và hạn hán ở Mỹ: ảnh hưởng và liên quan của hạn năm 1987 – 1989” cho rằng tổng giá trị thiệt hại do hạn năm 1988 là 39,2 tỉ USD.

Bang Texas dự đoán rằng hạn năm 1996 làm mất 5 tỉ USD liên quan đến nông nghiệp.

Lốc bụi năm 1930 và hạn 1988 – 1989 đều khẳng định là thiệt hại lớn nhất về kinh tế ở Mỹ.

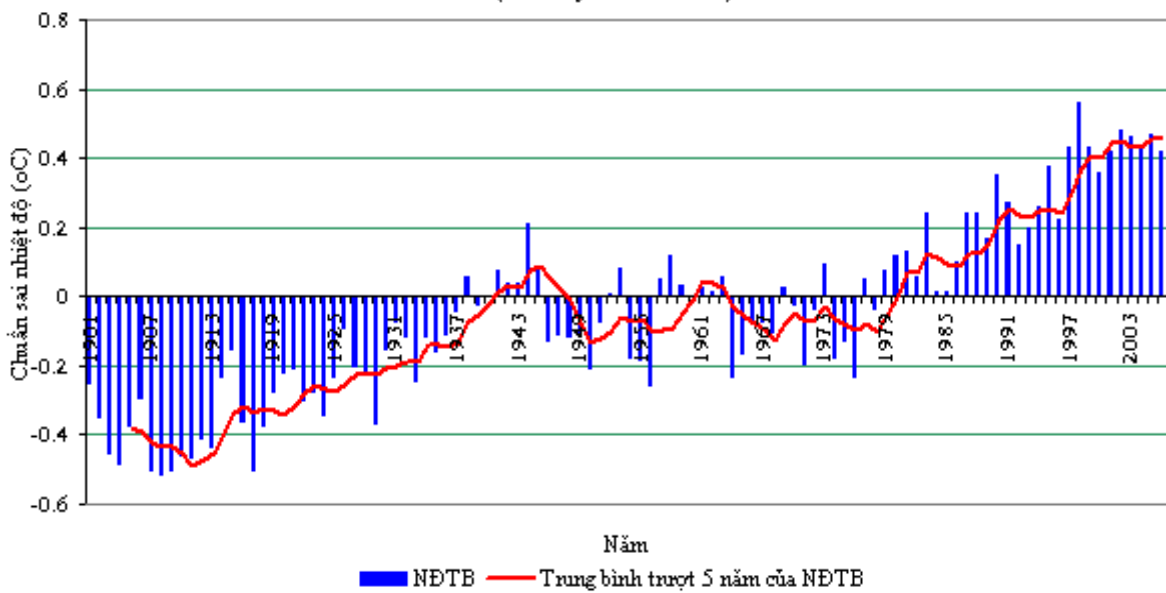
Sự mất mát về kinh tế là thường khó tính toán và so sánh do một số lý do sau:

- + Do thiếu những số liệu trước đây

- + Nhưng giá cả trong quá khứ và hiện tại thường khác nhau. Ví dụ ngày nay có rất nhiều tổn thất bao gồm những mất mát về kinh tế, thiệt hại năng lượng, khủng hoảng về mua bán... nhưng chúng không điển hình và có sự liên quan đến trước đây nên khó đánh giá một cách chính xác.

Bảng I.1: Khu vực xảy ra hạn hán nghiêm trọng và mức độ hạn hán ở Hoa Kỳ

Lưu vực/vùng	>0 %	>10 %	>25 %	>33 %	>50 %	>66 %	>75 %	>90 %	100 %
Toàn Liên bang	100	72	43	13	1	0	0	0	0
Upper Mississippi	77	55	43	30	19	12	9	3	1
Mid-Atlantic	69	49	32	24	12	5	4	0	0
South Atlantic/Gulf	79	47	25	15	9	3	3	0	0
Ohio	67	51	34	28	16	12	9	4	3
Missouri	90	70	43	33	17	10	4	3	0
Pacific Northwest	86	61	42	33	23	14	9	1	0
California	53	45	40	30	14	9	5	3	3
Great Basin	71	65	43	37	19	6	3	1	1
Lower Colorado	56	54	35	28	16	11	10	4	3
Upper Colorado	50	50	42	34	27	25	16	9	8
Rio Grande	58	47	32	24	15	8	5	2	2
Texas Gulf Coast	49	48	38	26	22	13	10	9	7
Arkansas-White-Red	65	48	27	23	14	7	4	0	0
Lower Mississippi	56	38	19	15	4	1	0	0	0
Souris-Red-Rainy	66	57	38	29	19	10	8	5	2
Great Lakes	73	58	32	23	9	3	2	2	0
Tennessee	31	31	27	24	21	16	13	5	5
New England	56	44	27	13	8	5	4	0	0
Great Plains	93	62	23	16	7	4	2	0	0



Hình I.1: Diễn biến của chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu thời kỳ 1900 - 2006

Theo cuốn sách có tiêu đề: “Nghiên cứu đánh giá thảm họa ở Mỹ” của Richard A. Warick đã viết: “Hạn hán năm 1930 được xem như là thiệt hại lớn nhất ở Mỹ”. Sau đợt hạn năm 1988 – 1989, một cuốn sách có tiêu đề “Quản lý nguồn tài nguyên thiên nhiên ở Mỹ” tác giả William (1991) cho rằng tổng giá trị thiệt hại năm 1998 do hạn bao gồm mất mát về nông nghiệp, năng lượng, nước, sinh thái và các vấn đề khác... chiếm hơn 39 tỉ USD là thiệt hại lớn nhất đối với quốc gia. Tuy nhiên như đã biết số liệu mất mát do hạn tương tự năm 1930 không được tính toán và công bố cụ thể.

Ở Uruguay trong các năm 1988 – 1989, hạn hán làm giảm khả năng sản xuất điện bởi vì nó phụ thuộc vào dòng chảy. Giảm năng lượng đòi hỏi Chính phủ nước này phải đầu tư mạnh hơn vào các dạng năng lượng khác như nhiệt điện chạy dầu, than v.v...[2].

### ***1.1.3. Thiên tai và hạn hán trên thế giới trong những năm gần đây***

Thông báo ngày 16 tháng 12 năm 1999 của WMO phân tích diễn biến của khí hậu toàn cầu đã cho thấy: thế kỷ XX là thế kỷ nóng nhất trong thiên niên kỷ vừa qua trong đó thập kỷ 90 là thập kỷ có nhiệt độ cao nhất. Sự nóng lên của thập kỷ 90 lại tập trung chủ yếu vào 5 năm 1995 - 1999 và năm 1998 được coi là năm nóng nhất của trái đất từ trước tới nay. Chuẩn sai nhiệt độ trung bình của 5 năm 1995-1999 khoảng  $+0,4^{\circ}\text{C}$  và riêng năm 1998 là  $+0,58^{\circ}\text{C}$ . Cũng theo WMO, từ thời điểm bắt đầu thế kỷ XX, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng lên xấp xỉ  $0,7^{\circ}\text{C}$  nhưng sự tăng này không đều. Từ năm 1976, nhiệt độ trung bình toàn cầu tăng nhanh, khoảng  $0,18^{\circ}\text{C}$  cho một thập kỷ. Mười năm gần đây (1997 - 2006), trừ năm 2000, là những năm nóng nhất trong lịch sử. Điều này cho thấy xu hướng nóng lên toàn cầu đã và đang diễn ra với tốc độ ngày một cao (Hình I.1). Biến đổi khí hậu do nóng lên toàn cầu làm sâu sắc thêm các cực trị khí hậu, cũng như thiên tai, trong đó có hạn hán và nắng nóng. Những thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn được Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng - Khí hậu, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường cập nhật thường xuyên và thông tin trên "Thông báo khí hậu năm". Hạn hán là một trong những thiên tai tự nhiên gây nên những thảm họa lớn cho con người. Thiên tai hạn hán thường gắn liền với các thiên tai khác trên toàn cầu (nơi này hạn hán, nắng nóng, nơi kia lũ lụt, bão tố băng giá,...). Những thông tin sau đây sẽ cung cấp về tình hình thiên tai tự nhiên, nói chung và thiên tai hạn hán, nói riêng trong các năm gần đây xảy ra trên thế giới:

- Năm 1999 có chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm là  $+0.33^{\circ}\text{C}$ , được xếp vào một trong 5 năm có nhiệt độ cao nhất của thế kỷ XX. Diễn biến trên của khí hậu đã làm xuất hiện các thiên tai nguy hiểm trên nhiều vùng của trái đất trong năm 1999. Hai cơn bão lớn đổ bộ liên tiếp vào Đông Ấn Độ đã gây lũ lớn và nước dâng phá hủy nhiều công trình, làm 10.000 người chết và mất tích. Tuyết tan gây lũ lớn trên sông Danuyp làm thiệt hại hàng tỷ Mác; mưa lớn gây lũ lụt trên sông Hoàng Hà làm hàng trăm người chết và trên 2 triệu người phải di chuyển nơi ở. Mưa to cũng dẫn đến lũ lụt gây thiệt hại lớn cho Triều Tiên, Philippin, Việt Nam, tây Sahara.... Năm 1999 bão và vòi rồng đã gây nhiều thiệt hại cho Hoa Kỳ. Chỉ riêng tháng II/1999, ở

đây đã xuất hiện tới 200 vòi rồng, gấp 14 lần trung bình nhiều năm, phá huỷ nhiều công trình, gây thiệt hại lớn.

Thiếu mưa dẫn đến hạn nặng đã xảy ra ở phần Tây nước Nga vào đầu mùa hè. Khô hạn cũng đã xảy ra ở Trung Đông, Sahara vào nửa đầu năm. Trên các khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp của La Nina, lượng mưa tăng lên rõ rệt. Ngoài ra ở Trung Quốc nửa cuối năm lại mưa to dẫn đến lũ lớn trên sông Hoàng Hà; lượng mưa cũng vượt trung bình nhiều năm tại trung tâm Châu Âu, kết hợp tuyết tan gây lũ lớn nhất trong vòng 50 năm gần đây.

- Năm 2000 mặc dù có ảnh hưởng của La Nina, một phần rộng lớn của TBD xích đạo có chuẩn sai âm song nhiệt độ trung bình toàn cầu vẫn vượt chuẩn  $0,36^{\circ}\text{C}$ . Cùng với sự tăng nhiệt độ đã nêu, diễn biến của lượng mưa trong năm 2000 diễn ra khá phức tạp. Trên nhiều khu vực lượng mưa cao hơn chuẩn như Australia, phần lớn Nam và Đông Nam Á, bán đảo Triều Tiên, Nam Châu Âu... Lượng mưa tăng mạnh trong một số thời kỳ đã gây lũ lụt nghiêm trọng trên các khu này mà điển hình là lưu vực sông Mê Kông, bán đảo Triều Tiên, Trung Mỹ, Đông Bắc Mỹ... Trong khi đó Tây Á, trung tâm Bắc Mỹ, một phần của Đông Phi... mưa lại giảm, thấp hơn chuẩn đáng kể, gây ra hiện tượng khô hạn khá nghiêm trọng.

Các hiện tượng khí hậu dị thường xuất hiện trong năm 2000 trên hầu khắp các châu lục như: Mùa đông ấm nhất tại Mỹ trong 105 năm qua.; Mùa bão - ẩm ướt (tháng IX-XII) tại Xứ Uên nước Anh, Đông Nam Na Uy, Nam Thụy Điển, Tây Bắc Tây Ban Nha, lũ lụt nghiêm trọng trên dãy An-pơ; Bão tuyết kéo dài (tháng II-III) tại quần đảo Xvan-ba-dro. Khô kéo dài (tháng IV-XII) và mùa hè nóng tại Rumania, Hungari; Cực lạnh, gây hại (tháng I-II) tại Nga, Mông Cổ; Rất khô, hạn mưa gay gắt (tháng II-VII) tại Nhật Bản và bán đảo Triều Tiên; Năm ẩm ướt tiếp theo do La Nina tại Philippin, Nam và Đông Ấnônêxia, Bắc Australia, Trung và Tây Nam Việt Nam, Nam Thái Lan; Khô nóng (tháng I-X) gây hạn hán kéo dài tại Iran và một số nước Tây Á; Năm nóng nhất tại Đông và Bắc Âu (cao hơn chuẩn  $2-4^{\circ}\text{C}$ ); Hạn hán kéo dài từ tháng V-1998 đến tháng XII-2000 tại Hoa Kỳ; Rất nóng và khô (tháng VII-IX) tại Bắc Mỹ gây hại cho mùa màng, hoả hoạn; Bốn mùa bão mạnh trong 5 năm qua ở Tây Đại Tây Dương; Khô bất bình thường (tháng V-X) ở Sahara; 13 cơn bão đổ bộ vào đất liền từ Việt Nam đến bán đảo Triều Tiên; Ẩm ướt (tháng X-XII) tại Đông Nam Trung Quốc; Mưa lũ lớn (tháng V-VI) tại Trung Mỹ... ; Lũ lụt tháng XI ở Đông Australia; Nóng gần suốt năm, ẩm ướt hơn bình thường 3-7 lần ở nhiều nơi ở Braxin; Lạnh hơn bình thường  $1-2^{\circ}\text{C}$  ở Chi Lê; Ẩm ướt, mưa vượt chuẩn 200-600mm ở Bắc và Tây Australia; Ẩm ướt, mưa vượt chuẩn 200-700mm gây lũ lụt nghiêm trọng tại Môzambích, Zimbabuê và Nam Phi; Ẩm ướt, mưa vượt chuẩn 200-500mm, có nơi 500-1500mm gây lũ lụt nghiêm trọng tại Paraguay, Achentina.

- Năm 2001 có nhiệt độ trung bình toàn cầu cao hơn trung bình thời kỳ chuẩn (1961-1990) tới  $0,42^{\circ}\text{C}$  và là năm nóng thứ hai (sau năm 1998) kể từ năm 1861 do không còn tác động làm giảm nhiệt độ do hiện tượng La Nina, nên trong năm 2001 vành đai nhiệt đới cũng có nhiệt độ tăng mạnh, chỉ sau năm 1998. Vùng ngoại nhiệt đới Bắc Bán Cầu (bắc vĩ tuyến  $20^{\circ}\text{N}$ ) có chuẩn sai nhiệt độ trung bình tới

0,67°C và là năm nóng nhất từ trước tới nay (năm 2001). Chuẩn sai nhiệt độ trung bình của vùng ngoại nhiệt đới Nam Bán Cầu là 0,30°C, tương đương với năm 1998 là năm nóng nhất. Rõ ràng hiện tượng "nóng lên toàn cầu" đã và đang diễn ra khá mạnh mẽ với xu thế tăng lên rõ rệt trong những năm gần đây.

Các dị thường khí hậu trong năm 2001 (WMO-số 940) như: Mùa đông quá lạnh ở Siberi-Mông Cổ nhiệt độ thấp nhất xuống tới -60°C trên một vùng rộng lớn; Tương tự, mùa đông quá lạnh ở Bắc Ấn Độ đã làm 130 người chết; 5 cơn bão lớn từ khu vực Tây Bắc TBD đã làm hơn 500 người chết; Bão cát lớn xuất hiện ở Bắc Trung Quốc gây nhiều thiệt hại; Hạn ở Nam Á tiếp tục kéo dài nhiều năm, từ EL Nino 1987-1988 đến 2001; Hạn nặng ở Bắc Á vào tháng III-V; Hàng triệu người ở Việt Nam và Campuchia bị ảnh hưởng của lũ lớn (VII-X); Lũ lớn ở Java (Indonesia) vào tháng II làm 100 người chết, hàng nghìn người mất nhà cửa; Năm thứ 3 liên tiếp Hunggari bị lũ lớn trên sông Tisza; Lũ tề hại nhất kể từ 1997 xuất hiện ở Tây Nam Ba Lan, Cộng hoà Séc; Ở Châu Âu - Trung Đông nhiệt độ tăng 1-2 °C; Ở Pháp rất ẩm ướt (X-III). Mưa rất lớn ở Anh; Lũ nghiêm trọng ở Angiêri vào tháng XI; Lũ nghiêm trọng vào tháng II-IV làm hàng trăm nghìn người bị ảnh hưởng ở Môzambic, Zambia, Zimbabuê, Malawi; Tại Canada ấm hơn bình thường 18 mùa liên tục trong đó có 3 năm ấm nhất; Mùa đông ấm nhất (chuẩn sai >5°C) tại Alaska và Yukon (Hoa Kỳ); Một năm hoạt động mạnh của bão ở Đại Tây Dương, trong đó có cơn bão mạnh nhất kể từ 1952 đổ bộ vào Cu Ba; Mùa bão mạnh ở Đông Bắc TBD trong đó cơn bão Juliette có khí áp ở tâm xuống tới 923mb; cơn bão Allison gây thiệt hại lớn nhất, với 41 người chết; cơn bão Adolph mạnh nhất của tháng V với sức gió 233km/h; Trung Mỹ xảy ra hạn nghiêm trọng nhất vào mùa hè; Lũ nghiêm trọng ở Bolivia vào tháng I-II; Ở Achenina cực kỳ ẩm ướt vào tháng VIII-X; Hạn xảy ra vào mùa mưa (XII-V); Ở Tây Australia lạnh và ẩm ướt hơn bình thường, khô nhất từ trước tới nay ở Peth vào tháng IV-X; Ở New Zealand mùa hè khô nhất từ trước tới nay.

- Năm 2002 có chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu là 0,48°C. Giá trị này cho thấy năm 2002 là năm nóng thứ 2, sau năm 1998 và năm 2001 là năm nóng thứ 3 kể từ năm 1861. Điều đó có nghĩa là hiện tượng El Nino 2002 đã làm gia tăng sự "nóng lên toàn cầu" đã và đang diễn ra với xu thế tăng lên rõ rệt trong những năm gần đây. Các dị thường và thiên tai khí hậu quan trọng nhất là: Mùa thu và năm nóng nhất ở Alaska (Mỹ); Cháy - thảm họa thứ 2 trong 50 năm gần đây, ba triệu ha rừng cháy dữ dội, thiếu hụt ẩm tàn khốc ở miền Tây nước Mỹ. Thảm họa ở phía Tây, ít hơn ở phía Đông; Lũ quét nghiêm trọng vào tháng VII ở Bang Texas, Mỹ; Cơn bão Kenna – mạnh thứ 3 đổ bộ vào Mexico từ TBD; Hạn hán liên tiếp ở một số khu vực Trung Mỹ; Lượng băng đáng kể bị tan ở Greenland; Lượng mưa ngày (24h) đạt kỷ lục mới ghi được ở Iceland; Tây Bắc Châu Âu, bão táp trong tháng X, tốc độ gió cực đại lớn hơn 140km/h; hơn 30 người chết; Trung Âu, tháng VIII - lũ lụt nghiêm trọng nhất trong 100 năm qua; hơn 100 người chết; Maroc, lũ lụt trong tháng XI nghiêm trọng nhất trong 30 năm qua; Mùa bão ở Đại Tây Dương thường có 12 cơn, nhưng năm 2002 chỉ có 4 cơn; tháng XI là tháng bão hoạt động mạnh nhất; Hạn hán kéo dài, tình trạng khẩn cấp được công bố vào tháng IX ở Mauritania; Scandinavia, mùa hè nóng kỷ lục đối với Sweden và Norway, khô đặc

biệt từ sau mùa hè; Miền Nam Liên Bang Nga, lũ lụt nghiêm trọng trong tháng VI, hơn 100 người chết; nắng nóng lan rộng, chuẩn sai năm lớn hơn 2 °C ở Nga; Miền Bắc Trung Quốc, khô hạn kéo dài; bão cát lớn trong tháng III – tháng IV, đi thẳng về phía Đông qua bán đảo Triều Tiên và Nhật Bản; Đông Nam Trung Quốc khô hạn mùa đông - mùa xuân; bão Sinlaku và bão Hagupit đổ bộ gây lũ lụt nghiêm trọng; hơn 100.000ha trang trại bị tàn phá; Bão Dima, tổng lượng mưa 24h là 745mm đo được ở Manritius; Ấn Độ - nắng nóng tháng IV/tháng V, hơn 1.000 người chết; lượng mưa gió mùa hè giảm 19% so với bình thường; Lượng tuyết rơi tháng X bao phủ Bán Cầu Bắc rộng lớn nhất lần thứ hai trong ít nhất 35 năm qua; Biển Bắc Cực mức băng biển đạt thấp kỷ lục; Bão Rusa, cơn bão tồi tệ nhất kể từ năm 1959 và gây thiệt hại lớn nhất trong lịch sử Cộng hòa dân chủ nhân dân Triều Tiên; Bão Pongsona – bão rất mạnh, tốc độ gió cực đại là 240 km/h và lượng mưa tháng XII đạt kỷ lục ở Guan; Sông Mê Kông và sông Trường Giang, lũ lụt lớn tháng VIII – tháng X, hơn 200 người chết; Tình trạng khô hạn lan rộng ghi được ở tất cả những nơi có nhiệt độ tối cao trung bình cao tại Australia; cháy trong tháng XI và tháng XII ở xung quanh Sydney; Bão Zoe, tốc độ gió cực đại đạt kỷ lục gần 290km/h, sự nguy hiểm lan rộng ở miền Đông Nam đảo Solomon; Nam cực, lỗ hồng tầng ô dôn nhỏ nhất ở cuối thập kỷ; sự rạn nứt thành 2 lỗ hồng riêng rẽ chưa từng thấy.

- Năm 2003 là năm nóng thứ 3 kể từ năm 1861 và cũng là năm nóng thứ 3 trong hơn một thế kỷ qua, với chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu là 0,46°C, đứng sát ngay sau năm 2002 (0,48°C). Năm nóng nhất vẫn là năm 1998 (0,55°C). Năm năm nóng nhất xếp theo thứ tự giảm dần là: 1998, 2002, 2003, 2001 và 1995. Các dị thường và thiên tai quan trọng nhất là: Chuẩn sai nhiệt độ ở Canada năm 2003 là từ 1 đến 2°C; Ở Hoa Kỳ: Alaxca cả 4 mùa đều ấm hơn trung bình; Vùng Đông Bắc có bão tuyết trong tháng II và có nhiều kỷ lục mới về bão tuyết trong 24 giờ; miền Đông ẩm ướt kéo dài; miền Tây liên tiếp xảy ra hạn hán trong nhiều năm, hơn 300.000 ha rừng bị cháy trong tháng X; ở miền Nam Bang Caliphocnia, cơn bão Marty đã làm 12 người chết và gần 4.000 ngôi nhà bị tàn phá; Pêru, nhiệt độ xuống dưới -20°C tại miền Nam trong tháng VII; Brazil, mưa lớn kéo dài và lũ lụt ở Rio de Jannerio trong tháng I; Áchentina, lũ lụt trong tháng IV/V, có một số ngày mưa cực lớn, mực nước sông Salado tăng lên cao 508mm trong 12 giờ; Ở châu Âu, chuẩn sai nhiệt độ năm từ 1 đến 2°C; khô ở Trung tâm và miền Tây; mùa hè nóng nhất kỷ lục ở Pháp, Thụy Sĩ, Tây Ban Nha và Đức; đợt nóng chính trong mùa hè đã làm 21.000 người thiệt mạng; Pháp, Bồ Đào Nha và Địa Trung Hải xảy ra cháy rừng trong các tháng VII, VIII; Liên bang Nga, tháng I nhiệt độ xuống tới -45°C ở khu vực Tây Bắc; vùng Siberia chuẩn sai nhiệt độ năm 2003 là 2°C; Seberia và Kazakhstan cháy rừng qui mô lớn xảy ra trong mùa xuân và mùa hè; Ở châu Á, hạn hán kéo dài ở Tây Á; lạnh trong tháng I ở Ấn Độ và nhiều nước lân cận làm 2.500 người bị chết; ở Ấn Độ và Pakistan, đợt nắng nóng trong tháng V, VI nhiệt độ lên tới trên 50°C, hơn 1.500 người thiệt mạng; Inđônêxia, Malayxia và Philippin mưa lớn do gió mùa trong tháng XII gây lũ lụt và lở đất; Trung Quốc chịu ảnh hưởng của 12 cơn bão trong năm 2003; Châu Phi, ở miền Nam Ethiopia, Somalia và Kenya tình trạng ẩm ướt chưa từng có trong vòng 70 năm qua ở một số khu

vực; hạn hán vẫn tiếp tục ở Nam Phi, Botswana và Eritea; ở Zimbabwe và Môdambích xảy ra hạn hán ngay từ đầu năm; ở Úc, khô ở miền Đông; nắng nóng trong tháng IX, nhiệt độ tối cao đạt kỷ lục là 43,1°C tại Tây Roebuck; cháy rừng và hạn hán ở khu vực Đông Nam trong tháng I và II; Bắc Cực, lượng băng biển thấp thứ 2 kỷ lục trong tháng IX (năm 2002 là năm thấp nhất); Bắc Bán Cầu, lượng tuyết bao phủ kỷ lục lớn thứ 2 trong mùa đông; Nam Cực, lỗ hổng ôdôn lớn kỷ lục, 28 triệu Km<sup>2</sup> vào cuối tháng IX; Con bão Juan, đổ bộ vào Đông Nam Canada, ảnh hưởng trực tiếp đến Halifax làm 8 người chết; Con bão Isabel, đổ bộ vào miền Đông Hoa Kỳ làm 16 người thiệt mạng, thiệt hại khoảng 2,3 tỷ đô la; Con bão Fabian, ảnh hưởng tới Bermuda, thiệt hại ước tính 300 triệu đô la; Bão Manou trong tháng V với tốc độ gió 140 km/h, đổ bộ vào Madagascar làm 265 người chết; Con bão Soudelor, sức gió mạnh nhất 215 km/h trong tháng VI, gây mưa lớn ở Nhật Bản; Con bão Imbudo trong tháng VII, bão mạnh nhất đổ bộ vào Philippin trong vòng 5 năm, tốc độ gió 240 km/h và ảnh hưởng đến Trung Quốc; Con bão Eta trong tháng VIII, tốc độ gió 165 km/h, gây mưa lớn ở Nhật Bản; Con bão Krovah trong tháng VIII, tốc độ gió cực đại 176 km/h, đổ bộ vào Trung Quốc và ảnh hưởng tới Việt Nam; Con bão Maemi trong tháng IX, tốc độ gió cực đại 280 km/h, làm chết 130 người ở Triều Tiên và gây thiệt hại khoảng 4,1 tỷ đô la.

- Năm 2004 là năm nóng thứ 4 kể từ năm 1861, với chuẩn sai nhiệt độ tới 0,44°C trên trung bình thời kỳ chuẩn (1961-1990), ngay sau năm 2003. Năm 1998 vẫn là năm nóng nhất. Mười năm gần đây (1995 - 2004), trừ năm 1996, là 10 năm nóng nhất trong lịch sử và 5 năm nóng nhất theo thứ tự giảm dần là: 1998, 2002, 2003, 2004 và 2001. Các dị thường và thiên tai quan trọng nhất trong năm là:

- Châu Mỹ: Tại Alasca (Hoa Kỳ), nóng kỷ lục trong các tháng V, VI, VII và VIII; diện tích bị cháy rừng kỷ lục (2,6 triệu héc ta). Ở Canada, mùa hè lạnh kỷ lục ở miền Đông Prairies; nóng kỷ lục ở bờ biển phía Tây. Hoa Kỳ, hạn hán nhiều năm vẫn tiếp tục diễn ra vào mùa thu ở miền Tây; mùa hè rất lạnh so với trung bình ở Trung tâm và khu vực Đông Bắc; ẩm ướt hơn mức trung bình và có 9 vụ lở đất xảy ra ở phía Nam và phía Đông; bão (Jeanne - hạng 3) đổ bộ vào vùng Đông Nam, làm chết 3000 người ở Haiti; bão (Frances - hạng 2) đổ bộ vào vùng Đông Nam gây lũ lụt rộng khắp ở phía Nam vùng núi Appalachian. Mexico/Hoa Kỳ, lũ lụt thảm khốc xảy ra trong tháng IV dọc sông Escondido giữa hai nước. Tại Brazil, ẩm ướt kéo dài từ tháng XII/2003 đến tháng II/2004; lũ lụt nghiêm trọng xảy ra trong tháng I ở khu vực Đông Bắc; bão rất hiếm có ở Nam Đại Tây Dương trong tháng III, đổ bộ vào Santa Catarina với tốc độ gió cực đại duy trì liên tục từ 120 đến 130 km/h. Ở Pêru, Chilê và Achentina, lạnh và tuyết rơi khủng khiếp trong hai tháng VI và VII.

- Châu Âu: Chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm ở châu Âu phổ biến 1°C. Tại Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha, các đợt nắng nóng trong tháng VI và VII nhiệt độ lên tới 40°C. Ở Jórdan, Syria, Hi Lạp và Thổ Nhĩ Kỳ, bão mùa đông phổ biến xảy ra trong tháng II; tuyết rơi ở Jórdan dày xấp xỉ 60 cm.

- Châu Á: Tại Tây Á và Mông Cổ, chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm là 2 đến 3°C. Ápganixtan, hạn hán kéo dài liên tục; các tháng III và IV rất khô. Ấn Độ, lũ lụt liên

tiếp trong các tháng từ VI đến X làm hàng triệu người dân bị mất nhà ở; lũ lụt xảy ra thảm khốc nhất ở Đông Bắc trong vòng 15 năm qua; đợt nắng nóng khốc liệt trong tháng III ở miền Nam làm hơn 100 người thiệt mạng; lượng mưa mùa hè ở phía Nam chỉ đạt 87%, khu vực thiếu hụt mưa nhất là vùng Tây Bắc. Trung Quốc, hạn hán tồi tệ nhất trong vòng 50 năm qua xảy ra ở vùng Đông Nam đe dọa nguồn cung cấp nước sinh hoạt; lũ lụt trong tháng IX làm 196 người chết ở tỉnh Sichuan; bão Rananim cơn bão mạnh nhất từ 1956 đến nay, đổ bộ vào tỉnh Zhejiang làm 169 người chết, thiệt hại 2 tỷ đô la Mỹ. Nhật Bản, kỷ lục về 10 XTNĐ đổ bộ vào Nhật Bản trong năm 2004 (kỷ lục trước đây là 6 cơn); bão Ma-on, cơn bão mạnh nhất đổ bộ vào Tokyo (tháng X) trong vòng 10 năm qua và tháng X là tháng ẩm ướt nhất kể từ năm 1876 ở thành phố này; bão Tokage - cơn bão cực kỳ mạnh kể từ năm 1979 đến nay làm 94 người chết; XTNĐ thứ 10 trong mùa bão 2004 đổ bộ vào Nhật Bản gây ra một đợt sóng cao kỷ lục (24 m); bão Chaba, đổ bộ vào khu vực Tây Nam trong tháng VIII làm 13 người chết. Philippin, bão Niđa đổ bộ vào vùng bờ biển phía Đông Nam trong tháng V với sức gió mạnh duy trì liên tục là 260 km/h; ba cơn bão (2 cơn mạnh) trong tháng XI đổ bộ vào Philippin, làm trên 1.000 người chết. Năm 2004, trận động đất với cường độ từ 8,5 đến 8,9 độ richter xảy ra vào cuối tháng XII trên khu vực phía Tây Ấn Độ. Trận động đất này lớn thứ 5 trên thế giới trong 100 năm qua và lớn nhất trong vòng 40 năm gần đây tại châu Á. Động đất này gây ra hiện tượng sóng thần, độ cao lớn nhất 5-10 m, tàn phá và ảnh hưởng đến 7 quốc gia ở châu Á và châu Phi: Srilanca, Ấn Độ, Thái Lan, Myanmar; nặng nhất là hai quốc gia: Ấn Độ và Srilanca. Thiệt hại về người đã lên tới gần 290.000 người, chiếm hơn 90% tổng số người thiệt mạng trong các thảm họa của năm 2004 và gây tổn thất rất nặng nề về mọi mặt cho các nước kể trên. Tuy nhiên, trận động đất gây sóng thần này không gây ảnh hưởng gì đến Việt Nam, nhờ có sự chắn ngang của nhánh bán đảo phía Tây của Ấn Độ, Malayxia và Thái Lan.

- Châu Phi: Ở Tây Phi tình trạng hoang mạc hóa xâm lấn từ tháng V đến tháng X. Ăngôla, Zambila, lũ lụt nghiêm trọng xảy ra trong tháng IV và V. Somalia, mặc dù có mưa kéo dài nhưng hạn hán vẫn tiếp tục diễn ra. Kenya, lượng mưa chỉ đạt 50% so với trung bình ở khu vực Đông Nam trong 2 năm gần đây. Madagaxca, bão Elita đổ bộ vào miền Tây làm 29 người chết và 10.000 người mất nhà cửa; bão Gafilo, mạnh nhất trong 10 năm gần đây đổ bộ vào vùng Đông Bắc với tốc độ gió 260 km/h.

- Châu Úc: Tại Úc, mùa mưa ở phía Bắc ẩm ướt hơn trung bình; đợt nắng nóng gay gắt xảy ra trên diện rộng vào tháng II, nhiều thành phố bị nóng chưa từng thấy; hạn hán kéo dài ở Miền Đông và Miền Nam. Tasmania, ẩm ướt đứng thứ 2 vào tháng I kể từ năm 1990 đến nay. New Zealand, mưa lớn và lũ lụt nghiêm trọng xảy ra trong tháng II.

- Năm 2005 là một trong hai năm nóng nhất kể từ năm 1850, với chuẩn sai nhiệt độ từ 0,47°C đến 0,58°C trên trung bình thời kỳ chuẩn 1961-1990 (năm 1998 là năm có nhiệt độ trung bình năm trên trung bình thời kỳ chuẩn 1961-1990 là 0,52°C). Mười năm gần đây (1996 - 2005), trừ các năm 1996 và 2000 là những năm nóng nhất trong lịch sử. Điều này cho thấy xu hướng nóng lên toàn cầu đã và đang diễn

ra với tốc độ ngày một cao. Sau đây là một số hiện tượng đáng chú ý nhất trong năm 2005:

- *Bão*: Trên khu vực Đại Tây Dương (ĐTD), số lượng các cơn bão trong mùa bão năm 2005 nhiều chưa từng thấy: 26 cơn bão (so với trung bình là 10 cơn), 14 cơn bão mạnh (so với trung bình là 6 cơn) trong đó có 7 cơn cực mạnh đã tàn phá, gây tổn thất nặng nề ở Trung Mỹ, Caribê và Hoa Kỳ. Các cơn bão đã đổ bộ và gây thiệt hại rất lớn cho khu vực Trung Mỹ là: Dennis, Emily, Stan, Wilma và Beta, trong đó cơn bão Wilma là cơn bão có cường độ mạnh kỷ lục ở ĐTD. Trong số 4 cơn bão mạnh đổ bộ vào Hoa Kỳ thì cơn bão Katrina là cơn bão cực kỳ mạnh, mạnh nhất kể từ năm 1928, đã tàn phá hết sức nặng nề ở vùng phía Nam Louisiana, Mississippi và vùng bờ biển Trung tâm của Hoa Kỳ (Gulf), đã làm chết ít nhất là 1300 người. Tại Đông Bắc Thái Bình Dương (TBD) mùa bão năm 2005 có số lượng bão là 15 cơn, ít hơn so với trung bình là 1 cơn: 7 trong số 15 cơn là bão mạnh và có 2 cơn cực mạnh. Trên khu vực Tây Bắc TBD mùa bão năm 2005 có 23 cơn bão, thấp hơn gần 4 cơn so với trung bình (trung bình: 26,7 cơn), trong đó 13 cơn bão có cường độ rất mạnh. Cơn bão Talim đổ bộ vào Đông Nam Trung Quốc gây tổn thất nghiêm trọng và làm chết ít nhất 150 người; cơn bão Longwang gây lũ quét ở Đông Nam Trung Quốc đã làm chết ít nhất là 80 người. Cơn bão Nabi (đầu tháng 9) gây mưa lớn kỷ lục với lượng mưa là 1.321mm trong 3 ngày ở phía Tây Nhật Bản gây tổn thất cực kỳ lớn cho nước này. Bão Ingrid từ ngày 5 đến 16/III/2005 là cơn bão có cường độ rất mạnh, đạt tới hạng 5 đổ bộ vào 3 vùng khác nhau của Australia (Queensland, Northern và Western Australia).

Bão năm 2005 đã gây ra những tổn thất hết sức to lớn về người và tài sản cho những khu vực mà bão đi qua, bão đã làm chết và mất tích 2.163 người, 590 người bị thương. Tổng thiệt hại vật chất khoảng 150 tỷ 887 triệu đô la Mỹ. Riêng cơn bão Katrina đổ bộ vào Hoa Kỳ đã làm chết ít nhất là 1.300 người, gây thiệt hại vật chất khoảng 135 tỷ đô la Mỹ.

- *Mưa lớn, lũ lụt*: Mưa lớn trong tháng I và II gây lũ lụt khủng khiếp tại thủ đô của Guyana và các khu vực lân cận làm ảnh hưởng tới hơn 290.000 người. Mưa lớn, tuyết rơi và lũ lụt chưa từng thấy trong đầu tháng I xảy ra ở Tây Nam Hoa Kỳ; ở Los Angeles (California) trải qua mùa mưa ẩm thứ 2 trong lịch sử; còn ở Đông Bắc Hoa Kỳ, lượng mưa lớn kỷ lục xảy ra trong mùa thu (tháng X). Mưa lớn trong 2 tuần cuối tháng II ở Colombia và Venezuela gây lũ trên sông và lở đất làm chết ít nhất là 80 người. Mưa lớn trong tháng 3 gây lũ lụt ở nhiều nơi thuộc miền Tây Pakistan và Ápganixtan làm 200 người thiệt mạng. Trong tháng IV và V, mưa lớn gây lũ lụt và lở đất trên diện rộng xảy ra ở Liên bang Nga làm ảnh hưởng tới hơn 4.000 người. Mưa lớn do bão trong 3 tuần tháng VII làm ảnh hưởng tới 21 triệu người và cướp đi sinh mạng của ít nhất 170 người. Mưa lớn kéo dài trong thời gian từ tháng V đến tháng VIII đã gây ra lũ thảm khốc ở Đông Âu, đặc biệt là Rumani, Bungari và Hungari gây thiệt hại về tài sản, cơ sở hạ tầng và nông nghiệp cho các nước này, nặng nề nhất là Rumani (66 người chết và thiệt hại khoảng 1,9 triệu đô la Mỹ). Mưa lớn cũng gây lũ ở Thụy Sĩ, Australia, Nam Đức và Cộng hoà Séc. Mưa lớn gây lũ lụt nghiêm trọng làm thiệt hại rất nặng nề đến nền kinh tế ở Canada, ba đợt mưa lớn trong tháng VI ở miền Nam của Alberta đã gây nên thảm

hoạ lớn nhất trong lịch sử của thành phố này; năm 2005 là năm ẩm ướt kỷ lục tại Canada. Lũ lụt sinh ra do mưa lớn chưa từng thấy gây thiệt hại trên diện rộng ở nhiều khu vực của Tauraga (New Zealand). Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam (tháng VI đến tháng IX) mưa lớn chưa từng thấy đã gây lũ trên diện rộng ở nhiều nơi thuộc phía Tây và Nam Ấn Độ, làm ảnh hưởng tới hơn 20 triệu người và làm chết hơn 1.800 người. Đợt mưa lớn điển hình ở Mumbai (Bom Bay) ngày 27/VII với lượng mưa lớn kỷ lục đã ghi được trong 24 giờ là 944mm. Sau đó mưa lớn vẫn không hề suy giảm ở khu vực phía Nam Ấn Độ. Mưa lớn trong tháng X gây nên lũ thảm khốc ở miền Bắc Bangladesh.

Tổng thiệt hại do mưa lớn gây lũ lụt và lở đất là rất nặng nề: 2.886 người chết và mất tích, 104 người bị thương, ảnh hưởng tới hơn 41 triệu người. Thiệt hại vật chất khoảng 6 tỷ 158 triệu đô la Mỹ.

- *Giá rét và băng tuyết*: Bão tuyết trong tháng I đã làm cả vùng Đông Bắc Hoa Kỳ ngập trong tuyết dày hơn 30cm. Tại Maroc, đợt lạnh trong tháng I đã làm nhiệt độ xuống dưới  $-10^{\circ}\text{C}$ . Lạnh giá và tuyết rơi nặng liên tục trong tháng I đến tháng II ở khu vực Tây Nam châu Á gây tuyết lở nghiêm trọng: nhiều nơi ở Tajikistan tuyết dày tới 2m kéo dài trong 2 tuần; nhiều vùng ở Bắc Pakistan và khu vực xung quanh thuộc Bắc Ấn Độ trong tháng II tuyết rơi dày nhất trong vòng 20 năm qua; tại Ấn Độ thời tiết giá lạnh khắc nghiệt trong mùa đông đã giết chết ít nhất 230 người; ở Tây Bắc Pakistan có tới 360 người chết vì lũ lụt, lở đất và lở tuyết. Nhiệt độ cực lạnh đã ảnh hưởng tới nhiều vùng của Balkan trong nửa đầu tháng II.

Tổng thiệt hại do giá rét và băng tuyết gây ra là: hơn 590 người chết và gần 1,5 tỷ đô la Mỹ

- *Nắng nóng*: Trong năm 2005 đã xảy ra một số dị thường về nhiệt độ: Ở Australia ghi nhận năm 2005 là năm nóng nhất kể từ năm 1910 với 97% diện tích châu lục có nhiệt độ trên trung bình; thời kỳ từ tháng I đến tháng V có nhiệt độ nóng nhất trong lịch sử (với chuẩn sai là  $3,11^{\circ}\text{C}$  vào tháng IV) làm tăng thêm các điều kiện khô khác thường trong thời gian này. Ở Ấn Độ, Pakistan và Bangladesh các đợt nắng nóng gay gắt trong tháng V và tháng VI làm nhiệt độ lên tới  $45 - 50^{\circ}\text{C}$  gây tử vong cho ít nhất là 400 người tại Ấn Độ. Tại Mỹ, đợt nắng nóng gay gắt từ đầu đến giữa tháng VII đã đẩy nhiệt độ lên cao nhất trong lịch sử; Trung tâm Canada trải qua một mùa hè nóng và ẩm nhất trong lịch sử; ở Trung Quốc, nhiệt độ mùa hè năm 2005 là nóng nhất kể từ năm 1951. Nắng nóng gay gắt trong tháng VII ảnh hưởng đến nhiều nước ở Nam Âu và Bắc Phi. Tại Angiêri, đợt nắng nóng trong tháng VII đã đẩy nhiệt độ lên cao tới  $50^{\circ}\text{C}$ . Các đợt nắng nóng trong năm 2005 đã làm chết tới 525 người.

- *Hạn hán*: Lượng mưa thấp hơn trung bình kéo dài liên tục từ tháng XII/2004 đã gây nên tình trạng hạn hán gay gắt tại nhiều nơi ở Nam Braxin làm thiệt hại nghiêm trọng trong vụ thu hoạch ngũ cốc và đậu tương, đặc biệt là ở vùng Riô Đờ Gian Nê Rô, nơi sản xuất lương thực lớn nhất của Braxin. Khu vực Amadôn trải qua một thời kỳ hạn hán tồi tệ nhất trong vòng 60 năm qua, hậu quả là mực nước trên sông Amadôn thấp kỷ lục. Khô hạn nghiêm trọng đã diễn ra từ tháng I đến tháng V trên nhiều vùng ở Australia với 44% diện tích châu lục có lượng mưa dưới

10% so với trung bình, lượng mưa đo được trong thời gian này trung bình là 168mm, thấp thứ 2 kể từ năm 1990. Hạn hán liên tục diễn ra trong nhiều vùng thuộc Mỏm Lớn (Mũi Hảo Vọng) ở châu Phi bao gồm các nước: Sômalì, Kêni-a, Êtiôpi, Đông Bắc Tandan-ia và Djibôti. Mùa mưa (từ tháng II đến tháng VI) trên các khu vực này có lượng mưa thấp hơn trung bình. Lượng mưa quá ít ỏi trong mùa mưa 2004/2005 đã dẫn đến sự thiếu hụt nước nghiêm trọng cho vụ thu hoạch ngũ cốc ở Dimbabuê, Malaui, Angôla và Môđambích. Tại Malaui có tới ít nhất là 5 triệu người bị đe dọa thiếu ăn do hạn hán tồi tệ nhất trong vòng 10 năm qua.

Hạn hán trong các tháng VII, VIII và IX ảnh hưởng lớn đến các nước ở Tây Âu. Từ tháng X/2004 đến tháng VI/2005 lượng mưa chỉ bằng một nửa so với trung bình xảy ra ở Anh, Pháp, Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha: ở Pháp khu vực miền Tây bị ảnh hưởng sâu sắc nhất bởi sự thiếu hụt nước. Các nước láng giềng Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha đã trải qua tình trạng hạn hán tệ nhất kể từ năm 1940 và tình trạng khô hạn đã làm gia tăng các vụ hoả hoạn ở những nơi này. Hạn hán ở mức từ vừa đến gay gắt kéo dài liên tục trong nhiều vùng nằm ở phía Đông của Tây Bắc TBD đến phía Bắc của dãy núi Rocky đã ảnh hưởng trên 72% diện tích của Tây Bắc TBD.

Tổng thiệt hại do hạn hán gây ra ước tính khoảng gần 10 tỷ đô la Mỹ.

- *Động đất*: Năm 2005 thế giới phải chứng kiến những trận động đất lớn xảy ra ở Pakistan và Ấn Độ. Động đất mạnh 8,7 độ richter ở Pakistan ngày 8/X/2005 đã cướp đi mạng sống của 87.000 người. Động đất mạnh 8,7 độ richter ở Ấn Độ ngày 28/III/2005 làm số người thiệt mạng lên tới 2.000 người. Động đất mạnh ở Iran 22/II và 28/III/2005 làm thiệt mạng 600 người. Tổng số người thiệt mạng lên đến trên 90.000 người vì động đất và thiệt hại về vật chất ước tính khoảng 5 tỷ đô la Mỹ.

Như vậy, năm 2005 cũng là một trong những năm thiên tai gây ra những tổn thất nặng nề nhất trong lịch sử. Thiên tai đã cướp đi sinh mạng của ít nhất là trên 96.000 người (trong đó thảm hoạ do động đất đã giết chết trên 90.000 người), làm ảnh hưởng tới hơn 41 triệu người. Tổng các thiệt hại về vật chất trong năm 2005 mà thế giới phải gánh chịu lên tới 305 tỷ đô la Mỹ.

- Năm 2006 có chuẩn sai nhiệt độ từ 0,42°C đến 0,54°C (so với trung bình thời kỳ chuẩn 1961-1990) và là năm nóng thứ 6 trong lịch sử. Các phân tích gần đây nhất về nhiệt độ toàn cầu của Trung tâm Hadley, Cơ quan Khí tượng Anh cho rằng năm 2006 là năm nóng thứ 6 (chuẩn sai nhiệt độ: 0,42°C); Trung tâm tư liệu Khí hậu Quốc tế, NOAA (Hoa Kỳ) lại cho rằng năm 2006 là năm nóng thứ 5 (chuẩn sai nhiệt độ: 0,54°C). Nếu tính cho từng bán cầu thì ở Bắc bán cầu, nhiệt độ bề mặt năm 2006 trên trung bình (thời kỳ chuẩn 1961-1990) là 0,59°C và là năm nóng thứ 4; ở Nam bán cầu là năm nóng thứ 8 với chuẩn sai nhiệt độ: 0,26°C; riêng tháng XII năm 2006 có chuẩn sai nhiệt độ trung bình toàn cầu là 0,54°C, nóng nhất trong lịch sử.

Theo WMO các cực trị khí hậu năm 2006 xảy ra ở hầu khắp các khu vực trên thế giới. Chuẩn sai nhiệt độ cao nhất quan sát thấy ở khắp các vùng vĩ độ cao như Bắc Mỹ, Scandinavia, Trung Quốc và châu Phi. Nhiệt độ ở những vùng này

cao hơn trung bình thời kỳ 1961-1990 từ 2 đến 4°C. Nhiều nơi thuộc Bắc Đại Tây Dương và Ấn Độ Dương có nhiệt độ bề mặt nước biển nóng nhất trong lịch sử. Ở phía Bắc vĩ độ 35°N thuộc Bắc Đại Tây Dương, chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (SSTA) trong tháng V và tháng VIII tương ứng là 0,94 và 1,26°C trên trung bình 1961-1990. Ở khu vực Trung tâm của nước Anh, nhiệt độ trung bình năm 2006 là cao nhất trong vòng 348 năm, trong đó tháng nóng nhất là tháng VII và tháng IX. Ở Hoa Kỳ, nhiệt độ trung bình năm 2006 gần đạt kỷ lục của năm 1998. Ở Australia ghi nhận năm 2006 là năm nóng thứ 11 trong lịch sử với chuẩn sai nhiệt độ là 0,47°C trên trung bình 1961-1990 và 70% diện tích châu lục có nhiệt độ trên trung bình trong năm 2006. Ngay từ đầu năm 2006, trong khi ở châu Á, Liên bang Nga và Đông Âu lại trải qua một mùa đông khắc nghiệt thì tại nhiều vùng rộng lớn ở Bắc Mỹ và ở phía Tây các hòn đảo thuộc Bắc Âu đã có tình trạng ấm lên bất thường: Canada đã trải qua mùa đông và mùa xuân ấm nhất trong lịch sử với chuẩn sai nhiệt độ lên tới 12,6°C vào tháng I và 12,2°C vào tháng IV tại hòn đảo cực Bắc của Spitsbergen (Svalbard Lujthavn). Nắng nóng cực độ xảy ra liên tục từ tháng XII/2005 đến đầu tháng III/2006 ảnh hưởng nhiều tới miền Đông Australia với nhiều kỷ lục đã được ghi nhận như ở Sydney nhiệt độ cao nhất vào ngày 1/I/2006 đã lên tới 44,2°C, đạt ngày nóng nhất thứ 2 trong lịch sử. Các đợt nắng nóng cũng xảy ra ở Brazil từ tháng I đến tháng III/2006, điển hình là một đợt nóng nhất trong lịch sử đã xảy ra ở Bom Jesus với nhiệt độ cao nhất lên tới 44,6°C vào ngày 31/I/2006. Một vài khu vực ở châu Âu và Hoa Kỳ đã trải qua các đợt nắng nóng với nhiệt độ đạt kỷ lục vào tháng VII, VIII/2006, nhiệt độ không khí ở nhiều vùng đạt 40°C hoặc cao hơn. Nhiệt độ trung bình trong tháng VII/2006 ở châu Âu là nóng nhất trong lịch sử với chuẩn sai lên tới 2,7°C so với trung bình khí hậu. Mùa xuân năm 2006 (tháng IX đến tháng XI) là mùa xuân nóng nhất ở Australia kể từ năm 1950. Mùa thu năm 2006 (tháng IX đến tháng XI) là mùa thu khác thường ở nhiều khu vực rộng lớn của châu Âu, từ phía Bắc của dãy núi An-pơ đến phía Nam của Na Uy với nhiệt độ cao hơn trung bình là 3°C. Nhiều nước có mùa thu nóng nhất trong chuỗi số liệu đo: từ năm 1659 đến nay ở Trung tâm nước Anh, từ năm 1706 ở Niu Dilen và từ năm 1768 ở Đan Mạch. Tháng XII/2006 cũng là tháng nóng khác thường ở châu Âu; tháng XII/2006 ở Đức là tháng nóng thứ 3 kể từ năm 1901 với chuẩn sai nhiệt độ là 3,4°C. Vùng núi An-pơ mùa tuyết rơi muộn rõ rệt và đến cuối tháng XII lượng tuyết chỉ đạt 60% ở nhiều nơi. Sau đây là một số hiện tượng đáng chú ý nhất trong năm 2006:

- *Bão*: Tại khu vực Tây Bắc TBD trong năm 2006 có 23 cơn bão, thấp hơn 4 cơn so với trung bình (trung bình: 27 cơn), trong đó 15 cơn bão có cường độ rất mạnh (trung bình: 17 cơn) với tốc độ gió lớn hơn 118 km/h. Các cơn bão cực mạnh như Chanchu, Prapiroon, Kaemi, Saomai, Xangsane, Cimaron, Durian và cơn bão Bilis đã làm chết, tổn thương nhiều người và đe dọa nghiêm trọng cho nhiều nước trong khu vực. Năm 2006, bão đã làm hơn 1.000 người chết và gây thiệt hại khoảng 10 tỷ đô la Mỹ cho Trung Quốc. Bão Durian đã làm ảnh hưởng tới 1,5 triệu người ở Philippin trong tháng XI và XII năm 2006, làm chết và mất tích gần 1.200 người; Bão Chanchu, cơn bão mạnh nhất trong tháng V đi qua Philippin gây mưa lũ lớn ở đây; đổ bộ vào Trung Quốc làm chết hơn 50 người; Bão Saomai trong tháng VIII,

con bão mạnh nhất đổ bộ vào Trung Quốc trong vòng 50 năm qua với tốc độ gió mạnh nhất khi đổ bộ vào bờ là 260km/h; Bão Cimaron trong tháng X, cơn bão mạnh nhất đổ bộ vào Philippin kể từ năm 1998, tốc độ gió mạnh nhất khi đổ bộ vào bờ là 260km/h gây thiệt hại vô cùng to lớn cho đất nước này; Bão Durian trong tháng XI với tốc độ gió mạnh nhất được duy trì là 230 km/h đổ bộ vào Philippin làm chết gần 1.200 người.

Trên khu vực Đại Tây Dương, số lượng các cơn bão trong mùa bão năm 2006 là 9 cơn bão (so với trung bình là 10 cơn), 5 cơn bão mạnh (so với trung bình là 6 cơn) trong đó có 2 cơn cực mạnh. Điển hình là cơn bão Ernesto mạnh hạng nhất đổ bộ vào Haiti (Hoa Kỳ) trong tháng VIII năm 2006.

Tại Đông Bắc Thái Bình Dương, mùa bão năm 2006 có số lượng bão là 19 cơn, cao hơn so với trung bình là 3 cơn, trong đó 11 cơn là bão mạnh và có 6 cơn rất mạnh. Điển hình là Bão Lane trong tháng IX với sức gió mạnh nhất là 204km/h đổ bộ vào Mêhicô gây lũ lụt và lở đất; Bão Sergio trong tháng XI, cơn bão mạnh nhất kể từ năm 1991 với tốc độ gió cực đại là 176km/h hoạt động ở ven biển Mêhicô.

Trên khu vực Trung tâm Thái Bình Dương, cơn bão Loke trong tháng VIII là cơn bão mạnh nhất trong lịch sử tại đây, sức gió mạnh nhất là 206km/h.

Trên vùng biển Australia trong năm 2006 có 12 cơn bão, cao hơn trung bình nhiều năm là 2 cơn. Điển hình là Bão Larry trong tháng III, có cường độ mạnh nhất kể từ năm 1918, đã đổ bộ vào vùng bờ biển Queensland của Australia, phá hủy từ 80 đến 90% mùa chuối tại đây; Bão Monica trong tháng IV với tốc độ gió cực đại là 288km/h đổ bộ vào phía Bắc Australia gây mưa lớn kỷ lục, lượng mưa tháng đo được ở Darwin là 383mm.

Bão năm 2006 đã gây ra những tổn thất hết sức to lớn về người và tài sản cho những khu vực mà bão đi qua, bão đã làm chết và mất tích 2339 người, 520 người bị thương và rất nhiều thiệt hại vật chất khác không thể thống kê. Riêng bão đã làm hơn 1000 người chết và gây thiệt hại khoảng 10 tỷ đô la Mỹ cho Trung Quốc. Cơn bão Durian đã làm ảnh hưởng tới 1,5 triệu người ở Philippin trong tháng XI và XII năm 2006, làm chết và mất tích gần 1.200 người.

- *Mưa lớn, lũ lụt*: Mưa lớn, lũ lụt xảy ra ở nhiều nơi trên thế giới, điển hình là:

+ *Châu Mỹ*: Mưa lớn xảy ra ở Vancôvơ, Canada trong tháng XI với lượng mưa 351mm gần gấp 2 lần lượng mưa trung bình gây ra tình trạng ẩm ướt nhất ở đây; Mưa lớn và lũ lụt xảy ra ở Hawaii vào tháng III, ở Alaxca (Hoa Kỳ) trong tháng X và ở Tây Bắc Hoa Kỳ vào tháng XI. Mùa hè ẩm ướt nhất trong lịch sử xảy ra ở Đông Bắc Hoa Kỳ. Ở Seattle, Hoa Kỳ đã trải qua tháng ẩm ướt nhất trong vòng 115 năm với lượng mưa đạt kỷ lục 396mm trong tháng XI; ở Côlômbia vào tháng III đến tháng IV; ở Xurinam vào tháng V đã làm ngập 25.000km<sup>2</sup>, đã gây ra thiên tai tồi tệ nhất cho đất nước này, phá hoại 70% mùa vụ trong nông nghiệp; ở Ecuado vào tháng II đến tháng III; ở Bôlivia trong tháng I đến tháng II làm ảnh hưởng tới 17.500 người.

+ Châu Phi: Mưa lớn và lũ lụt xảy ra ở Angiêri vào tháng II làm ảnh hưởng tới 50.000 người; ở Nigiê vào tháng VIII làm ảnh hưởng tới gần 50.000 người và gây tổn thất đáng kể cho nông nghiệp (mưa lớn nhất kể từ năm 1923). Đặc biệt, ở vùng Mỏm Lớn (Greater Horn) của châu Phi từ tháng X đến đầu tháng XII, đã xảy ra lũ lụt tồi tệ nhất trong vòng 50 năm. Những nước bị tàn phá nghiêm trọng nhất là: Etiôpi, Kenya và Xômalì; Xômalì phải đối mặt với nạn lũ lụt lớn nhất trong lịch sử, một số nơi lượng mưa tháng lớn gấp hơn 6 lần lượng mưa trung bình và hàng trăm ngàn người bị ảnh hưởng; Lũ lụt ở Etiôpi xảy ra trong tháng VIII đến tháng X làm hơn 600 người bị chết; Lũ lụt ở Malawi xảy ra trong tháng III nghiêm trọng nhất trong gần 3 thập kỷ; Mưa cực lớn xảy ra ở Lesotho xảy ra trong tháng II lớn nhất trong gần 2 thập kỷ.

+ Châu Âu: Mưa lớn và tuyết tan ở phía Đông châu Âu vào tháng IV đã gây ra lũ lụt diện rộng dọc sông Đaníp, mực nước sông lên cao nhất trong vòng 1 thế kỷ (100 năm). Các nước Bungari, Hungari, Rumani và vùng Xibêri (Liên bang Nga) bị tấn công nặng nề với hàng 100.000 hécta bị ngập lụt với hơn 10.000 người bị ảnh hưởng.

+ Châu Á: Mưa lớn và lũ lụt xảy ra ở Iran vào tháng V; Lũ lụt nghiêm trọng nhất ở Ấn Độ xảy ra trong tháng VI kéo dài đến tháng VII- VIII, hơn 500 người đã bị chết vì lũ lụt; Mưa lớn, lũ lụt và lở đất nghiêm trọng đã xảy ra ở Đông Nam Trung Quốc trong tháng VI; Mưa lớn xối xả trong 5 ngày của tháng V với lượng mưa 500mm xảy ra ở đảo Leyte, Philippin gây lở đất diện rộng làm hơn 1.200 người chết; Mưa lớn trong 10 ngày cuối tháng XII xảy ra ở tỉnh Aceh của Indônêxia gây lũ lụt nghiêm trọng làm mất chỗ ở của hơn 100.000 người; Mưa lớn xảy ra ở miền Nam Malaysia trong tháng XII làm hơn 10.000 người phải di tản.

+ Mưa lớn và lũ lụt xảy ra ở Papua Niu Ghinê vào tháng II, một số vùng đã xảy ra lũ lụt tồi tệ nhất trong vòng 40 năm trở lại đây.

Tổng thiệt hại do mưa lớn gây lũ lụt và lở đất là rất nặng nề: 2.300 người chết và làm ảnh hưởng tới hơn 337.500 người với các thiệt hại về vật chất không thể thống kê hết được.

- *Giá rét, băng và tuyết*: Phạm vi bao phủ tuyết ở Bắc Mỹ (miền Bắc Canada) ở mức thấp thứ hai vào tháng I sau năm 1981; Mưa tuyết kỷ lục ở New York trong tháng II, ở Buffalo trong tháng X và ở một số nơi thuộc Đông Nam Koa Kỳ; Băng biển ở Bắc cực được đánh giá ở mức thấp thứ hai kỷ lục vào tháng IX sau tháng IX năm 2005; Ở Liên bang Nga thuộc Đông Âu, đợt lạnh trong tháng I, nhiệt độ thấp nhất xảy ra ở Mátxcova trong vòng 30 năm; ở Trung tâm Liên bang Nga, chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm nhỏ hơn so với trung bình từ 2 đến 3°C; Qui mô tuyết rơi ở Âu-Á lớn nhất trong lịch sử vào tháng I năm 2006; Đợt lạnh xảy ra trong tháng XII/2005 đến tháng I/2006 ở Bắc Ấn Độ và Băngladét, rét buốt và sương giá đã làm chết gần 300 người ở New Delhi; Mưa tuyết kéo dài từ cuối năm 2005, nhiều vùng ở Trung tâm Nhật Bản trong tháng I năm 2006 có tuyết dày khoảng 4 mét, độ dày lớn nhất trong lịch sử. Mùa đông 2005/2006 là mùa đông lạnh giá nhất ở Nhật Bản kể từ năm 1983-1984.

Năm 2006 giá rét, băng và tuyết chủ yếu xảy ra ở Bắc Mỹ, châu Âu và châu Á. Riêng ở Ấn Độ rét buốt và sương giá đã làm chết gần 300 người.

- *Nắng nóng*: Ở Canada, chuẩn sai nhiệt độ trung bình năm ở miền Đông và Trung tâm lên từ 2 đến 4°C; Tại California (Hoa Kỳ), nắng nóng trong tháng VII làm chết 140 người; Ở Bắc Braxin, nắng nóng kéo dài từ tháng I đến tháng III; Tại phía Tây và Trung tâm châu Âu, mùa thu năm 2006 nóng khác thường, nhiều nước nóng kỷ lục; Ở phía Tây châu Âu, nắng nóng gay gắt trong mùa hè, nhiệt độ trung bình đạt cao kỷ lục vào tháng VII; Tại Australia, mùa xuân năm 2006 là mùa xuân nóng nhất trong lịch sử.

Năm 2006 các đợt nắng nóng và hạn hán đã gây ra rất nhiều thiệt hại về người và vật chất khó có thể thống kê riêng biệt được. Riêng đợt nắng nóng ở California (Hoa Kỳ) làm chết 140 người.

- *Hạn hán*: Hạn hán trong năm 2006 gần như xảy ra ở khắp các châu lục trên thế giới, đe dọa nghiêm trọng đến an ninh lương thực và nguồn nước sinh hoạt của con người:

+ Ở Hoa Kỳ, hạn hán ở mức trung bình kéo dài tại nhiều vùng thuộc miền Tây Nam sa mạc và về phía Đông qua các vùng đồng bằng miền Nam, bao gồm cả vùng phía Tây của vùng Hồ Lớn (Great Lakes). Hạn hán và sự nóng lên hơn mức trung bình góp phần vào kỷ lục cháy rừng ở các vùng này của Hoa Kỳ với hơn 3,9 triệu hécta rừng bị thiêu cháy trong năm 2006.

+ Hạn hán nghiêm trọng kéo dài liên tục diễn ra trong nhiều nơi thuộc vùng Mỏm Lớn (Greater Horn) ở châu Phi bao gồm các nước: Bunrađi, Djibôti, Êtiôpi, Kenya, Xômalì và Cộng hòa Tandia. Ít nhất là khoảng 11 triệu người bị ảnh hưởng vì thiếu lương thực. Xômalì đã phải đối mặt với hạn hán tồi tệ nhất trong vòng 1 thập kỷ qua.

+ Hạn hán ở miền Nam Braxin vào đầu năm 2006 đã đe dọa nghiêm trọng tới nông nghiệp với 11% đậu tương bị mất mùa.

+ Ở Ápganixtan, hạn hán xảy ra đầu mùa hè làm 2,5 triệu người bị ảnh hưởng.

+ Hạn hán xảy ra nghiêm trọng đã làm ảnh hưởng rất lớn đến nền kinh tế cũng như nguồn nước uống cho người dân ở Trung Quốc trong năm 2006: ở vùng Đông Bắc, hạn hán khốc liệt trong tháng V làm ảnh hưởng tới nền nông nghiệp quốc gia là 12%; ở vùng Tây Nam hạn hán nghiêm trọng đã làm ảnh hưởng tới 18 triệu người. Hàng triệu hécta vụ mùa vụ bị đe dọa ở tỉnh Quảng Châu trong mùa hè và ở miền Đông vào mùa thu.

+ Hạn hán khốc liệt xảy ra vào tháng X ở nhiều khu vực thuộc Đông Nam Australia.

Như vậy, năm 2006 cũng là một trong những năm thiên tai gây ra những tổn thất nặng nề cho hầu hết các châu lục trên thế giới. Thiên tai đã cướp đi sinh mạng của ít nhất là trên 2.740 người, làm ảnh hưởng tới hơn 20.837.500 người và các thiệt hại về vật chất khác chưa thể thống kê hết được.

Tóm tắt các thông tin về hiện tượng khí tượng dị thường trong các năm từ 2001 đến 2006 được thể hiện trên các hình I.2 - I.7 (Phụ lục Chương I).

## **I.2. Tình hình hạn hán ở Việt Nam**

Trong những năm gần đây, do sự biến đổi của khí hậu và môi trường, đặc biệt do ảnh hưởng của hiện tượng El Nino, con người đã và đang phải đương đầu với nhiều loại thiên tai, trong đó hạn hán và sa mạc hoá.

Hạn hán là một thiên tai gây tác hại nghiêm trọng tới sản xuất và đời sống của nhân dân ta, mang đến thiệt hại lớn về tài sản và sinh mạng, chỉ đứng sau lũ lụt và bão tố.

Trước đây, hạn hán đã từng làm mất mùa, gây ra nạn đói trầm trọng và ngày nay, trong quá trình phát triển, mặc dù có sự quan tâm đến vấn đề môi trường và tuy có hệ thống thuỷ nông khá hoàn chỉnh, nhưng hạn hán vẫn thường xảy ra gây khó khăn rất lớn cho đời sống kinh tế - xã hội, môi sinh.

Các kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, hạn hán xảy ra hầu như quanh năm nhưng tập trung vào hai thời kỳ trọng điểm là vụ đông xuân (từ tháng I đến tháng IV) và vụ hè thu (từ tháng V đến tháng VIII).

Nếu chỉ thống kê hai loại thiên tai là hạn hán và lũ lụt, thì trong gần 30 năm qua ở Việt Nam chỉ có 20,7% số năm (6/29) được coi là bình thường (Bảng I.2), còn có tới 79,3% số năm (23/29) xảy ra hoặc lũ lụt, hoặc hạn hán, trong đó, có năm vừa xảy ra lũ lụt, vừa xảy ra hạn hán (1993, 1995, 1998): lũ lụt chiếm 53,8% số lần xảy ra thiên tai (14/26 lần) và hạn hán chiếm 46,2% (12/26 lần).

Qua khảo sát dựa vào số liệu diện tích bị thiệt hại trong một số năm hạn do Cục Quản lý các công trình thuỷ lợi cung cấp, hạn có thể được phân định theo 4 mức độ gồm nhẹ, vừa, nặng và rất nặng như sau:

- Hạn nhẹ: Hạn trên diện rộng (cho toàn khu vực), trong đó xảy ra tình trạng thiếu nước nhưng không có diện tích canh tác bị mất trắng;
- Hạn vừa: Diện tích canh tác bị thiếu nước và mất trắng từ 10 đến 50 ngàn ha;
- Hạn nặng: Diện tích canh tác bị mất trắng trên 50 ngàn ha;
- Hạn rất nặng: Mất mùa cho cả vùng với diện tích canh tác trên 80%.

Tình trạng hạn hán trên các khu vực trong cả nước trong vòng 22 năm gần đây được trình bày trên Bảng I.3 cho thấy: trong vụ đông xuân năm nào cũng xảy ra hạn, ít nhất cũng bị hạn nhẹ và vừa ở một hoặc hai khu vực. Còn trong vụ hè thu, chỉ có năm 1994 là không có hạn, nhưng các năm còn lại đều có hạn, ít nhất cũng có hạn nhẹ và hạn vừa ở một vài khu vực. Hạn nặng và rất nặng trên diện rộng xảy ra thường xuyên, liên tục hơn so với vụ đông xuân.

Bảng I.2: Tình hình hạn hán và lũ lụt ở Việt Nam từ 1970 đến 1998 [1]

Năm	Phân loại thiên tai
1970	Bình thường
1971	Lũ lụt nghiêm trọng
1972	Hạn nhẹ
1973	Lũ lụt
1974	Bình thường
1975	Lũ lụt
1976	Hạn nhẹ
1977	Hạn
1978	Lũ lụt ở Bắc Bộ và Trung Bộ, lũ lụt nghiêm trọng ở Nam Bộ
1979	Bình thường
1980	Lũ lụt
1981	Bình thường
1982	Bình thường
1983	Hạn
1984	Lũ lụt nghiêm trọng ở Bắc Bộ, lũ lụt ở Nam Bộ
1985	Lũ lụt ở Trung Bộ
1986	Lũ lụt ở Bắc Bộ
1987	Hạn ở Bắc Bộ và Nam Bộ, hạn nghiêm trọng ở Trung Bộ
1988	Hạn nhẹ
1989	Lũ lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ
1990	Hạn ở Trung Bộ
1991	Bình thường
1992	Hạn ở Bắc Bộ và Trung Bộ
1993	Hạn ở Bắc Bộ và Nam Bộ; hạn và lũ lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ
1994	Lũ lụt nghiêm trọng ở Nam Bộ
1995	Hạn nghiêm trọng ở Tây Nguyên; lũ lụt nghiêm trọng ở Nam Bộ
1996	Lũ lụt ở Bắc Bộ và Nam Bộ, lũ lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ
1997	Hạn nhẹ
1998	Hạn nghiêm trọng ở Nam Bộ, Tây Nguyên và Trung Bộ; lũ lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ

Bảng I.3: Tình hình hạn đông xuân (I-IV) ở trên/ hạn hè thu (V-VIII) ở dưới.

Năm	Các khu vực trong cả nước						
	Vùng núi BB	Đ.Bằng TD BB	Bắc T.Bộ	Trung T.Bộ	Nam T. Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ
1977	vừa/ vừa	nặng/ vừa	nặng/ nặng	nặng/ nặng	vừa/ vừa	vừa/ nhẹ	nặng/ nặng
1978	nhẹ/ -	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	vừa/ vừa	vừa/ vừa	-/ -	nặng/ nặng
1979	-/ -	nhẹ/ nhẹ	vừa/ vừa	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	-/ -	vừa/ vừa
1980	nhẹ/ nhẹ	-/ nhẹ	-/ vừa	-/ vừa	-/ nhẹ	-/ -	-/ nhẹ
1981	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	-/ -	-/ -	-/ -	-/ -
1982	vừa/ vừa	vừa/ vừa	vừa/ vừa	vừa/ nặng	nhẹ/ vừa	-/ -	-/ -
1983	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ vừa	vừa/ vừa	nặng/ nặng	nặng/ nặng	nặng/ vừa	vừa/ nặng
1984	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ vừa	nhẹ/ vừa	vừa/ -	nhẹ/ vừa	vừa/ nhẹ	nhẹ/ -
1985	-/ nhẹ	-/ vừa	-/ vừa	nhẹ/ nhẹ	-/ vừa	-/ -	-/ -
1986	vừa/ nhẹ	nặng/ nhẹ	nặng/ nhẹ	nặng/ -	vừa/ vừa	-/ -	-/ -
1987	nặng/ vừa	vừa/ rất nặng	vừa/ nặng	vừa/ nặng	nặng/ vừa	-/ -	-/ nặng
1988	nhẹ/ vừa	nhẹ/ nặng	nhẹ/ vừa	-/ vừa	nhẹ/ nặng	-/ vừa	-/ rất nặng
1989	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ -	-/ -	-/ nhẹ	-/ -	-/ nhẹ
1990	-/ nặng	-/ vừa	-/ nặng	-/ -	-/ nặng	nhẹ/ -	-/ rất nặng
1991	nhẹ/ -	nhẹ/ -	nhẹ/ nhẹ	-/ -	-/ nhẹ	vừa/ -	-/ nhẹ
1992	-/ nặng	-/ vừa	nhẹ/ vừa	nặng/ -	nặng/ -	vừa/ -	vừa/ -
1993	vừa/ vừa	vừa/ nặng	nặng/ rất nặng	rất nặng/ rất nặng	rất nặng/ rất nặng	nặng/ -	nặng/ vừa
1994	-/ -	-/ -	-/ -	-/ -	-/ -	vừa/ -	-/ -
1995	-/ -	-/ nhẹ	-/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ nhẹ	rất nặng/ vừa	nhẹ/ -
1996	vừa/ -	vừa/ -	nhẹ/ vừa	nhẹ/ -	nhẹ/ -	nặng/ -	-/ -
1997	nặng/ vừa	nhẹ/ nhẹ	nhẹ/ vừa	nhẹ/ vừa	nhẹ/ nhẹ	vừa/ vừa	vừa/ vừa
1998	nặng/ vừa	vừa/ vừa	vừa/ rất nặng	vừa/ rất nặng	vừa/ nặng	rất nặng/ vừa	rất nặng/ nhẹ

Kết quả phân tích số liệu từ các Bảng I.2 và I.3 cho thấy: trong cả hai thời kỳ đông xuân (I-IV) và hè thu (V-VIII), hạn đều có liên quan tới El – Nino và La – Nina, mà chủ yếu là El – Nino (lich El – Nino và La – Nina được nêu trong Bảng I.8). Tuy nhiên, mức độ hạn ở các khu vực có khác nhau (Bảng I.4 và I.5).

Tình hình hạn đông xuân từ Bảng I.4 như sau:

- Tổng các mức độ hạn: Từ Bắc Trung Bộ trở ra, tần suất hạn rất lớn, từ 73 đến 78%; Trung Trung Bộ và Nam Trung Bộ xấp xỉ 70%; Tây Nguyên và Nam Bộ thấp nhất tương ứng là 50 và 46%;
- Mức độ hạn nặng đến rất nặng: Tây Nguyên lớn nhất, chiếm 23%; thấp nhất ở Bắc Trung Bộ và đồng bằng - trung du Bắc Bộ, tương ứng là 14 và 9%; các khu vực còn lại xấp xỉ 20%;
- Trong các năm có El – Nino: Tần suất hạn ở Trung Trung Bộ và Nam Trung Bộ hầu như 100%; ở Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ là 83%; còn Bắc Bộ chỉ có 67%.

Tình hình hạn hè thu được thể hiện trong Bảng I.5 như sau:

- Tổng các mức độ hạn: Bắc Trung Bộ có tần suất hạn rất lớn, đạt 92%; tiếp đến là ở đồng bằng Bắc Bộ 86%; Nam Trung Bộ và vùng núi Bắc Bộ tương ứng là 77 và 73%; Trung Trung Bộ và Nam Bộ xấp xỉ 60%; thấp nhất là ở Tây Nguyên chỉ 32%;
- Mức độ hạn nặng đến rất nặng: Trung Trung Bộ và Nam Bộ có tần suất lớn nhất, chiếm 27%; đồng bằng - trung du Bắc Bộ và vùng núi Bắc Bộ, tương ứng là 14 và 9%; Tây Nguyên ít bị hạn;
- Trong các năm có El – Nino: Bắc Trung Bộ có tần suất hạn cao nhất là 80%; thấp nhất ở Nam Bộ và Tây Nguyên lần lượt là 50 và 40%; các khu vực còn lại cùng có 70%.

Theo số liệu những năm gần đây có thể thấy: hầu như năm nào cũng xảy ra hạn hán hoặc lũ lụt, trong đó nhiều năm đồng thời xảy ra cả hạn hán và lũ lụt (Bảng I.6). Đặc biệt, tình hình hạn hán xảy ra liên tiếp tại các khu vực Nam Bộ, Nam Trung Bộ và Tây Nguyên cả trong vụ đông xuân và hè thu (Bảng I.7)

Bảng I.4: Tần suất hạn đông xuân ở các khu vực (số liệu từ 1977 đến 1998)

Mức độ hạn	Các khu vực trong cả nước						
	Vùng núi Bắc Bộ	Đồng bằng TD Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Trung Trung Bộ	Nam Trung Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ
Nhẹ	36	41	41	32	32	5	9
Vừa	23	23	23	18	18	22	18
Nặng	18	9	14	14	14	14	14
Rất nặng				5	5	9	5
Tổng số	77	73	78	69	69	50	46
Nặng + rất nặng	18	9	14	19	19	23	19
Hạn khi có El-Nino	67	67	83	100	100	83	83

Bảng I.5: Tần suất hạn hè thu ở các khu vực (số liệu từ 1977 đến 1998)

Mức độ hạn	Các khu vực trong cả nước						
	Vùng núi Bắc Bộ	Đồng bằng TD Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Trung Trung Bộ	Nam Trung Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ
Nhẹ	32	36	23	14	22	9	18
Vừa	32	36	46	18	32	23	14
Nặng	9	9	14	18	18		18
Rất nặng		5	9	9	5		9
Tổng số	73	86	92	59	77	32	59
Nặng + rất nặng	9	14	23	27	23	0	27
Hạn khi có El-Nino	70	70	80	70	70	40	50

Bảng I.6: Tình hình hạn hán và lũ lụt ở Việt Nam từ 1999 đến 2005 [4]

Năm	Phân loại thiên tai
1999	Hạn nhẹ; lũ lụt ở nhiều vùng và lũ lụt nghiêm trọng ở Trung Bộ
2000	Lũ lụt nghiêm trọng ở Nam Bộ
2001	Lũ lụt nghiêm trọng ở Nam Bộ
2002	Hạn vừa; lũ lụt ở nhiều vùng
2003	Hạn vừa; lũ lụt ở nhiều vùng
2004	Hạn vừa; lũ lụt ở nhiều vùng
2005	Hạn nặng; lũ lụt ở nhiều vùng
2006	Hạn vừa; lũ lụt nghiêm trọng ở Bắc Bộ, Trung Bộ và Tây Nguyên

Bảng I.7: Hạn đông xuân (I-IV) ở trên/ hạn hè thu (V-VIII) ở dưới (1999 – 2005).

Năm	Các khu vực trong cả nước						
	Vùng núi Bắc Bộ	Đồng bằng TD Bắc Bộ	Bắc Trung Bộ	Trung Trung Bộ	Nam Trung Bộ	Tây Nguyên	Nam Bộ
1999	nhẹ/ -	-/-	-/-	nhẹ/-	nhẹ/-	nhẹ/ -	-/-
2000	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/ -	-/-
2001	-/ -	-/-	-/-	-/-	-/-	-/ -	-/-
2002	-/-	-/-	-/-	-/-	vừa/ -	vừa/ -	vừa/ -
2003	-/-	-/-	-/-	-/vừa	vừa/vừa	vừa/vừa	vừa/ -
2004	nhẹ/nhẹ	nhẹ/nhẹ	-/-	-/ -	vừa/nhẹ	vừa/nặng	vừa/nhẹ
2005	-/-	-/-	-/nhẹ	-/vừa	nặng/nhẹ	nặng/vừa	vừa/-
2006	nhẹ/nhẹ	vừa/-	-/-	-/nhẹ	-/vừa	nhẹ/-	nhẹ/-

Bảng I.8: Lịch El - Nino và La - Nina [5]

STT	Năm El - Nino	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Thời gian kéo dài
1	1951/52	6/1951	1/1952	8
2	1953/54	3/1953	11/1953	9
3	1957/58	4/1957	4/1958	14
4	1963/64	6/1963	2/1964	9
5	1965/66	5/1965	2/1966	10
6	1968/69/70	9/1968	2/1970	18
7	1972/73	4/1972	3/1973	12
8	1976/77	6/1976	2/1977	9
9	1979	7/1979	12/1979	6
10	1982/83	4/1982	9/1983	18
11	1986/87/88	9/1986	1/1988	17
12	1991/92	4/1991	6/1992	15
13	1993	2/1993	8/1993	7
14	1997/98	4/1997	6/1998	15
15	2002/03	7/2002	1/2003	7
STT	Năm La - Nina	Tháng bắt đầu	Tháng kết thúc	Thời gian kéo dài
1	1954/55/56	5/1954	2/1956	22
2	1964/65	4/1964	1/1965	10
3	1967/68	9/1967	4/1968	8
4	1970/71	6/1970	12/1971	19
5	1973/74	6/1973	3/1974	10
6	1975/76	4/1975	3/1976	12
7	1984/85	10/1984	12/1985	15
8	1988/89	4/1988	3/1989	12
9	1998/99/2000	10/1998	3/2000	18

Nhìn chung, nhịp độ xuất hiện hạn hán ngày càng gia tăng, tác hại của nó đối với các ngành kinh tế quốc dân, đặc biệt là sản xuất nông, lâm, ngư nghiệp và môi trường sinh thái ngày càng lớn. Có thể nêu các ví dụ điển hình về thiệt hại do hạn hán trong thập kỷ 90 gây ra như sau:

- Năm 1992, hạn nặng ở Miền Trung và đồng bằng Nam Bộ đã làm cho 6.000 ha rừng đặc sản ở Quảng Nam - Đà Nẵng bị cháy, 300.000 ha lúa hè thu ở Nam Bộ bị hại, mất trắng 10.000 ha. Ước tính thiệt hại trên 50 tỷ đồng.

- Đông xuân 1992/1993, đồng bằng sông Cửu Long bị hạn nặng. Lượng mưa ở hầu hết các tháng trong vùng đều thấp hơn trung bình nhiều năm từ 75 - 90%. Hạn hán và sâu bệnh đã làm năng suất lúa giảm 6,2 tạ/ha so với vụ trước (chỉ đạt 39,39 tạ/ha) dẫn đến tổng sản lượng thấp hơn 559 nghìn tấn so với vụ đông xuân 1991/1992.

- Tiếp theo hạn đông xuân 1992/1993, mùa hè năm 1993, ở Bắc Trung Bộ, do lượng mưa thiếu hụt suốt 7 - 8 tháng, đặc biệt là các tháng VI, VII, VIII, với nhiệt độ cao (38 - 40 °C), nắng nóng gay gắt, hạn đã xảy ra hết sức nghiêm trọng. Đồng ruộng bị nứt nẻ, lúa bị chết, hầu hết các hồ đập bị cạn nước, ngay cả nước sinh hoạt cũng khó khăn. Đó là đợt hạn hiếm thấy trong vòng 50 - 60 năm gần đây ở khu vực này, làm cho trên 26.000 ha lúa không cấy được hoặc bị chết và trên 35.000 ha bị hạn nặng, 500 ha rừng bị cháy. Thiệt hại ước tính trên 42 tỷ đồng.

- Đông xuân 1994/1995, hạn xảy ra gay gắt ở một số tỉnh thuộc cao nguyên Trung Bộ, trong đó, Đắc Lắc đã bị hạn chưa từng thấy trong 50 năm qua làm ảnh hưởng rất lớn đến cây trồng, đặc biệt là cà phê - nguồn kinh tế lớn của nhân dân địa phương, nước sinh hoạt hàng ngày cũng bị thiếu nghiêm trọng. Thiệt hại cho sản xuất khoảng 600 tỷ đồng.

- Tiếp đến đông xuân 1995/1996, hạn cũng đã xảy ra ở nhiều nơi trên phạm vi toàn quốc. ở Trung du, miền núi Bắc Bộ diện tích bị hạn là 13.380 ha, ở đồng bằng Bắc Bộ là 100.000 ha. Hạn xảy ra nghiêm trọng ở các tỉnh thuộc khu vực Tây Nguyên.

- Đặc biệt hạn trầm trọng trên diện rộng vào mùa đông xuân 1997/1998 với ảnh hưởng của El Nino hoạt động mạnh từ tháng 11/1997 đến tháng 5/1998 làm cho nhiều nước trên thế giới bị hạn hán nghiêm trọng, gây tổn thất lớn cho nền kinh tế và sự phát triển của xã hội. Chỉ tính riêng thiệt hại về vật chất trong nông nghiệp ở Việt Nam đã tới con số 5.000 tỷ đồng. Thống kê thiệt hại của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn như sau:

+ Vùng Tây Nguyên có 14.000 ha cà phê bị chết hoàn toàn, 74.400 ha bị hạn, trong đó có từ 30.000 đến 40.000 ha bị thiệt hại nghiêm trọng. Các thác nước và sông suối cạn kiệt, 5.200 ha lúa bị mất trắng.

+ Vùng Đông Nam Bộ có 2.300 ha cà phê bị chết do hạn, 1.300 ha bị hạn trầm trọng, 54 ha hồ tiêu bị chết, 2.800 ha lúa đông xuân bị hạn.

+ Vùng đồng bằng sông Cửu Long có 15.900 ha lúa đông xuân bị hạn và nhiễm mặn, trong đó có 7.777 ha bị mất trắng, 27.100 ha bị thiếu nước.

+ Bắc bộ và Thanh Hoá có 14.200 ha lúa đông xuân bị thiếu nước.

- + Từ Nghệ An đến Bình Thuận có 10.300 ha lúa đông xuân bị hạn.
- + Hạn đã ảnh hưởng trọng đến thủy điện. Từ giữa tháng 5 đến đầu tháng 6 năm 1998, nhà máy thủy điện Hoà Bình hoạt động ở mực nước chết. Vấn đề năng lượng thủy điện trong tình trạng lâm nguy. Nhà nước đã phải thực hiện chế độ phân phối, điều tiết và cắt giảm điện năng.
- + Nạn cháy rừng cũng trở nên trầm trọng. Trong 6 tháng đầu năm 1998, ở Đồng Nai đã xảy ra 60 vụ cháy làm thiệt hại trên 1.200 ha rừng. Đắk Lắk, trong 3 tháng đầu năm có khoảng 316 ha rừng trồng bị cháy.
- + Mùa hè năm 1998, từ tháng V đến tháng X, tiếp tục chịu ảnh hưởng của hiện tượng El nino với đặc trưng cơ bản là gió mùa mùa hè đến chậm và cường độ của nó yếu hơn trung bình nhiều năm, mùa mưa bão đến rất muộn, ít mưa và bão, có nhiều đợt nắng nóng gay gắt, do đó hạn đã xảy ra ở nhiều nơi, đặc biệt nghiêm trọng ở Trung Bộ. Theo tổng kết sơ bộ của các tỉnh miền Trung (từ Thanh Hoá đến Bình Thuận), trong 511.892 ha diện tích lúa đông xuân gieo cấy thì có 39.866 ha bị hạn, 3.922 ha lúa bị chết; trong 281.900 ha lúa hè thu gieo cấy thì có 82.273 ha bị hạn, 36.004 ha lúa bị chết; trong 318.419 ha lúa mùa gieo cấy thì có 81.230 ha bị hạn, 19.393 ha lúa bị chết. Mặc dù đã huy động mọi biện pháp chống hạn, nhưng vẫn phải chi phí tới 68,4 tỷ đồng để chống hạn. Đối với rừng, diện tích bị cháy lên tới 11.375 ha. Khoảng 19.357 ha diện tích ao hồ bị thiếu nước và trên 5,5 triệu người chủ yếu là tập trung ở miền Trung, Đông Nam Bộ và Tây Nguyên bị thiếu nước sinh hoạt trầm trọng.

Như vậy, hạn hán là một hiện tượng tự nhiên được coi là thiên tai (đứng hàng thứ 3 sau lũ lụt và bão), tạo thành do sự thiếu hụt nghiêm trọng lượng mưa so với chuẩn trong điều kiện nhiệt độ không khí cao, kéo dài làm cạn kiệt nguồn nước dự trữ ở các sông, suối, hồ chứa, suy kiệt lượng ẩm trong đất, ảnh hưởng đến sự phát triển bình thường của cây trồng, làm mùa màng bị giảm sút hoặc mất trắng, gây hậu quả nghiêm trọng đến đời sống chính trị, kinh tế - xã hội. Do đó, buộc chúng ta phải có cách nhìn khác đối với thiên tai hạn hán, để có giải pháp hữu hiệu làm giảm nhẹ thiệt hại do hạn hán gây ra.

### I.3. Tác động của hạn hán ở Việt Nam

#### I.3.1. Tình hình hạn hán ở các vùng trong cả nước

Tình hình hạn hán có thể phân ra theo các vùng như sau:

##### a. Vùng miền núi và trung du Bắc Bộ

Vùng này gồm 15 tỉnh: Lai Châu, Điện Biên, Sơn La, Hoà Bình, Hà Giang, Cao Bằng, Lào Cai, Yên Bái, Tuyên Quang, Bắc Kạn, Thái Nguyên, Lạng Sơn, Phú Thọ, Bắc Giang và Quảng Ninh. Tổng diện tích tự nhiên trên 10,1 triệu ha. Trong đó, đất nông nghiệp chiếm 1,21 triệu ha, đất lâm nghiệp hơn 3,0 triệu ha, đồi núi trọc khoảng 4,4 triệu ha, núi đá 728 nghìn ha. Còn lại là đất dân cư, đô thị và đất chưa sử dụng. Dân số tính đến 1/4/1999 là 11 triệu người, người kinh chiếm đa số còn là các dân tộc thiểu số.

Hạn hán xảy ra ở vùng núi phía Bắc và Tây Bắc ít khắc nghiệt và ít nghiêm trọng, phổ biến hàng năm có hạn nhẹ và vài năm có hạn vừa cục bộ ở một số nơi. Ít khi có hạn hán xảy ra 2 năm liên [3], trừ đợt hạn vụ mùa năm 1987, 1988 và hạn đông xuân 1988, 1989. Chu kỳ xuất hiện hạn hán khoảng từ 20 đến 22 năm. Riêng vùng núi Đông Bắc, hạn hán xảy ra nghiêm trọng hơn tất cả các vùng khác ở Bắc Bộ, thường xảy ra 2 năm một lần và không trùng với thời gian hạn ở các vùng khác. Từ năm 1958 đến 2000 đã xảy ra ba năm hạn nặng và bốn năm hạn vừa đối với vụ mùa cùng với ba năm hạn vừa vụ đông xuân. Chu kỳ hạn hán không ổn định.

Theo tài liệu sản xuất nông nghiệp, từ năm 1980 trở lại đây, miền núi và trung du Bắc Bộ có các năm hạn hán đáng kể sau:

- Hạn vụ đông xuân các năm 1988, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996, 1998, 2000 [12];

- Hạn vụ mùa các năm: 1988, 1990, 1991, 1992, 1993.

Các năm kể trên, diện tích bị hạn hán mỗi vụ sản xuất từ 10.000 đến 60.000 ha và diện tích bị mất trắng từ 1.000 ha đến trên 9.000 ha. Hạn hán vụ đông xuân năm 1998, lúc cao điểm có tới 277 ngàn người thiếu nước sinh hoạt.

##### b. Vùng đồng bằng Bắc Bộ

Đồng bằng Bắc Bộ là vùng kinh tế phát triển lâu đời của nước ta bao gồm 11 tỉnh, thành phố: Hà Nội, Vĩnh Phúc, Bắc Ninh, Hà Tây, Hưng Yên, Hải Dương, Hải Phòng, Hà Nam, Thái Bình, Nam Định và Ninh Bình. Tổng diện tích tự nhiên khoảng 1,4 triệu ha, đất nông nghiệp 620 nghìn ha, đất lâm nghiệp 624 nghìn ha, đồi núi trọc 20 – 30 nghìn ha, núi đá 33 nghìn ha, còn lại là đất dân cư, đô thị và đất chưa phân loại sử dụng. số dân 14,8 triệu người (1/4/1999) trong đó có 11,7 triệu người sống ở nông thôn [4]. Đây là vùng kinh tế quan trọng và có tiềm năng phát triển mạnh mẽ ở nước ta, đất đai phì nhiêu, trình độ sản xuất tiên tiến, năng xuất cây trồng cao, cơ sở hạ tầng thủy lợi đảm bảo cho sản xuất nông nghiệp, dân sinh và môi trường đạt mức tương đối hoàn thiện nên đã hạn chế và giảm nhẹ đáng kể tác hại của các loại thiên tai trong đó có hạn hán.

Trong hơn 40 năm từ 1958 đến 2000, có 4 năm hạn nặng trong suốt vụ mùa là các năm 1960, 1961, 1963, 1964 và nhiều năm hạn vừa và hạn nặng trong vụ đông xuân. Hạn hán thường xảy ra 2 hoặc 3 năm liền, chu kỳ xuất hiện hạn từ 9 đến 10 năm.

Theo tài liệu sản xuất nông nghiệp từ năm 1980 đến nay, đồng bằng Bắc Bộ có những năm hạn hán đáng kể sau:

- Hạn vụ đông xuân các năm: 1986, 1987, 1988, 1991, 1992

- Hạn vụ mùa các năm: 1987, 1990

Các năm kể trên, diện tích bị hạn mỗi vụ sản xuất từ 30.000 đến 140.000 ha và diện tích mất trắng từ 1.000 đến 2.000 ha. Ảnh hưởng của hạn hán đối với kinh tế - xã hội và môi trường vùng đồng bằng Bắc Bộ vào các thời điểm gay gắt cũng tạo nên những khó khăn nhất định về kinh tế - xã hội, giá cả thị trường và đời sống của nhân dân trong vùng, làm ảnh hưởng dây chuyền đến các vùng kinh tế khác trong cả nước.

### c. Vùng Bắc Trung Bộ

Vùng Bắc Trung Bộ bao gồm Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế với diện tích tự nhiên 5,15 triệu ha, trong đó 690.000 ha đất nông nghiệp. Theo tài liệu khí tượng thủy văn tại vùng này, từ năm 1980 tới nay hầu như năm nào cũng có hạn, xu thế hạn hán ngày càng nhiều hơn, nhất là đối với vụ mùa, chu kỳ hạn càng ngắn dần từ 8 năm xuống còn 5 năm. Chu kỳ hạn vụ đông xuân khoảng 5 – 7 năm. Hạn hán ở vùng này thông thường có tốc độ diễn biến nhanh và tác động mạnh đến môi trường sinh thái trong vùng. Đáng chú ý là làm cạn kiệt nhanh nguồn nước dân sinh ở vùng núi cao và thiếu nước ngọt ở vùng thấp ven biển do nước mặn xâm nhập sâu và nội địa và vùng dân cư. Chỉ riêng từ năm 1988 đến 2000, vùng này đã có nhiều năm hạn hán đáng kể sau:

Hạn vụ đông xuân: các năm 1991, 1992, 1993, 1994, 1996, 1999. Trong đó, đợt hạn cao nhất từ tháng 3 đến tháng 4/1993, đã ảnh hưởng đến 47.513 ha lúa, trong đó có 2.138 ha mất trắng.

Hạn vụ hè thu: các năm 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1998. Đợt hạn điển hình vào tháng 7 đến tháng 8/1993, làm cho 73.088 ha lúa bị hạn, trong đó có 12.305 ha bị mất trắng.

Hạn vụ mùa: các năm 1998, 1992, 1993, 1995, 1998. Đợt hạn cao nhất vào tháng 7 và tháng 8 năm 1998, làm cho 51.627 ha bị ảnh hưởng và 12.900 ha bị mất trắng.

Tỉnh Quảng Trị là một điển hình của hạn hán. Với khí hậu nhiệt đới nóng ẩm, mùa khô từ tháng 3 đến tháng 8, nhiệt độ lớn nhất 40°C, đặc biệt hàng năm vào tháng 5 và tháng 6 gió Tây Nam thổi luồng không khí khô nóng với gió cấp 6, cấp 7 gây ra hạn hán, nước mặn xâm nhập sâu vào trong nội địa từ 20 đến 25 km, nạn cát bay, cát lấp, nóng gây cháy rừng, ảnh hưởng tới môi trường sinh thái. Đồng thời theo kết quả tính toán cũng như thực tế đo đạc tình hình nước đến năm 1992, 1993 vào thời điểm này lượng nước đến mức kiệt nhất vào tháng 6, tháng 7. Chính

vì vậy hầu như năm nào khu vực này hạn hán cũng xảy ra, trong vòng 10 năm gần đây (1990 - 2000) hạn nặng là các năm 1978, 1992, 1993, 1998. Những thiệt hại do thiên tai gây ra cho Quảng Trị rất nặng nề, năng suất cây trồng không ổn định, năng suất lúa cao nhất chỉ đạt 3,8 tấn/ha. Hàng năm tỉnh Quảng Trị đều phải trợ cấp dầu để bơm nước chống hạn, nhất là năm 1993 hạn hán đã gây ra gần như mất mùa hoàn toàn vụ hè thu (năng suất chỉ đạt 1,4 tấn/ha) nước sông cạn kiệt, nước cho dân sinh thiếu trầm trọng.

Theo số liệu thống kê của sở nông nghiệp và phát triển nông thôn tỉnh Quảng Trị, vụ hè thu 1998 toàn tỉnh gieo cấy 16.011 ha, bị hạn 11.831 ha trong đó mất trắng 9.500 ha. Lúa vụ mùa gieo cấy 5.900 ha [16], bị hạn 4.900 ha trong đó mất trắng 3.365 ha chiếm 57% diện tích gieo cấy. Ngoài ra, còn trồng ngô 506 ha, khoai lang 770 ha, sắn 3.715,5 ha, hoa màu khác 299 ha, rau các loại 300 ha đều bị hạn nặng nề và gần như mất trắng. Cao su có 1.117 ha bị chết, 648 ha giảm năng suất 50%. Hồ tiêu 497 ha/800 ha có hiện tượng mềm thân. Về chăn nuôi, do nước mặn vào sâu 25 km trên các sông Bến Hải, Thạch Hãn, sông Hiếu ảnh hưởng rất lớn đến nguồn nước uống cho gia súc, đã làm chết các loài vật nuôi như: 15 con trâu bò, 8.000 con vịt, 50 vạn cá giống, đồng thời gây nhiều bệnh dịch khác cho gia súc, gia cầm. Đến ngày 3/7/1998 toàn bộ sông Vĩnh Phước khô kiệt, đây là nguồn nước sinh hoạt chính của trên 6 vạn dân thị xã Đông Hà, 80% giếng ở Vĩnh Linh khô nước, các huyện khác có khoảng 26 vạn người thiếu nước sinh hoạt. Nắng nóng kết hợp gió Tây Nam kéo dài, tới ngày 15/8/1998 đã có 183 ha rừng bị cháy, 46 vạn cây thông non bị chết. Hạn hán còn gây ra một số dịch bệnh trong vùng như: sốt rét, viêm ruột hoại tử... Tổng thiệt hại do hạn hán của toàn tỉnh Quảng Trị năm 1998 trên 207 tỷ đồng.

Quảng Bình là tỉnh điển hình về hạn hán và năng suất lúa giảm nhiều do hạn hán mà năm 1998 là một ví dụ. Vụ đông xuân 1998, toàn tỉnh gieo cấy 25.800 ha lúa, năng suất bình quân đạt 37,5 tạ/ha.

Vụ hè thu toàn tỉnh gieo cấy 14.200 ha [16], bị hạn 14.040 ha trong đó 10.060 ha bị mất trắng và năng suất bình quân chỉ đạt 16,1 tạ/ha, giảm 47% so với năng suất vụ hè thu năm 1997. Sản lượng toàn tỉnh giảm 51% so với cùng kỳ năm trước.

Vụ mùa tỉnh gieo cấy 4.400 ha, bị hạn 4.120 ha trong đó diện tích mất trắng 1.000 ha. Năng suất lúa vụ mùa chỉ đạt 4,8 tạ /ha bằng 47% so với vụ mùa năm 1997 còn sản lượng chỉ đạt 2.100 tấn so với vụ mùa năm trước giảm 63%.

#### d. Vùng Duyên hải Nam Trung Bộ

Vùng Duyên hải Nam Trung Bộ gồm: Thành phố Đà Nẵng và các tỉnh Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hoà với diện tích tự nhiên 3,31 triệu ha, trong đó có khoảng 500.000 ha đất nông nghiệp có 4 năm bị hạn nặng vào vụ mùa (từ cuối hè thu sang vụ mùa) là các năm 1952, 1969, 1993, 1998 và hai năm hạn nặng vụ đông xuân vào các năm 1970 và 1984. Nhìn chung, hạn vừa và hạn nặng vào các vụ mùa ngày càng nhiều và gay gắt hơn vụ đông xuân, chu kỳ vào khoảng từ 7 đến 10 năm. Chu kỳ hạn vụ đông xuân không ổn định, trước năm 1969 ít xảy ra, sau năm 1969 xảy ra liên tiếp như năm 1969 – 1971,

1977 – 1978, 1983 – 1984. Các tỉnh Nam Trung Bộ còn là nơi có lượng mưa ít nhất so với cả nước, nhất là 9 tháng mùa khô và lượng mưa cả năm trung bình chỉ đạt 800 mm.

Theo thống kê từ năm 1988 đến 2000, vùng này có những năm hạn hán đáng kể sau đây:

Hạn vụ đông xuân: từ các năm 1993, 1998, 1999. Đáng chú ý là đợt hạn cao nhất vào cuối tháng 2 năm 1993 đã làm cho 35.000 ha bị ảnh hưởng và 15.417 ha lúa bị mất trắng.

Hạn vụ hè thu: các năm 1988, 1993, 1998. Điển hình là vụ hè thu 1993, có 35.305 ha bị ảnh hưởng và 1.834 ha bị mất trắng.

Hạn vụ mùa: các năm 1993, 1994, 1997, 1998. Đợt hạn lớn nhất vào tháng 7 và tháng 8 năm 1993 đã làm cho 52.658 ha bị ảnh hưởng và 7045 ha bị mất trắng.

Theo số liệu thống kê các năm 1995 – 1998, tỉnh Phú Yên có diện tích gieo cấy lúa đông xuân và hè thu từ 21.700 ha đến 24.300 ha và năng suất của hai vụ này đạt từ 49,5 tạ đến 59,1 tạ/ha. Còn vụ mùa do thiếu nước nên chỉ gieo cấy được khoảng 2/3 diện tích, năm cao nhất đạt 14.800 ha và năng suất bình quân vụ mùa chỉ đạt từ 20,6 đến 22,8 tạ/ha bằng 40% năng suất của các vụ khác. Điển hình là vụ mùa 1997, cả tỉnh gieo cấy 10.400 ha, bị hạn 4.000 ha, mất trắng 1.000 ha, năng suất bình quân diện tích còn lại chỉ đạt 21,3 tạ/ha.

Tổng hợp cả hai khu vực trong thời gian nói trên, diện tích bị hạn mỗi vụ sản xuất từ 12.000 ha đến 70.000 ha và diện tích mất trắng từ 2.000 đến 15.000 ha. Trong đó có hai năm hạn lớn nhất: năm 1993, diện tích bị hạn cả 3 vụ tại khu vực lên đến 136.388 ha, diện tích mất trắng 46.916 ha. Năm 1998, diện tích bị hạn lên đến 137.807 ha, diện tích mất trắng lên đến 48.986 ha. Đợt hạn từ tháng 5 đến tháng 8 năm 1998 tại các tỉnh miền Trung đã có 2,35 triệu người thiếu nước sinh hoạt.

Cũng theo số liệu thống kê từ năm 1988 đến năm 1998, diện tích trồng lúa bị ảnh hưởng do hạn hán lên đến 700.466 ha và diện tích mất trắng lên tới 124.392 ha chiếm khoảng 16% diện tích gieo trồng lúa của một năm tại khu vực này.

Để khắc phục hạn hán ở khu vực này, nhiều nước và nhân dân các tỉnh đã xây dựng ở đây trên 3.000 hồ lớn nhỏ các loại. Kết quả tưới cho lúa, màu và các cây công nghiệp như sau (tính cho năm 1998):

+ Đối với vụ đông xuân: Diện tích trồng lúa trung bình hàng năm của toàn khu vực 283.803 ha. Diện tích được tưới 270.586 ha.

+ Đối với vụ hè thu: Diện tích trồng lúa trung bình hàng năm của toàn khu vực 261.772 ha, Diện tích được tưới 228.396 ha

+ Đối với vụ mùa: Diện tích trồng lúa trung bình hàng năm của toàn khu vực 172.030 ha. Diện tích được tưới 108.259 ha.

+ Đối với cây công nghiệp: Diện tích trồng màu và cây công nghiệp cả vùng 386.000. Diện tích được tưới 55.700 ha.

#### e. Vùng Tây Nguyên

Tây nguyên là vùng đồi núi và cao nguyên, có độ cao trung bình từ 500 – 800 m so với mặt biển, bao gồm 5 tỉnh: Kon Tum, Gia Lai, Đắc Lắc, Đắc Nông và Lâm Đồng. Tổng diện tích đất tự nhiên gần 5,5 triệu ha, trong đó có 1,7 triệu ha đất đỏ ba dan chiếm 90% diện tích đất ba dan của cả nước. Hiện tại đất nông nghiệp trong vùng khoảng 785.000 ha. Dân số trong vùng khoảng 4,0 triệu người [4] phần lớn là các dân tộc thiểu số. Trong đó có 2,97 triệu người sống ở vùng nông thôn.

Tây Nguyên là vùng đất có tiềm năng lớn về phát triển cây công nghiệp dài ngày và ngắn ngày như cà phê, cao su, chè, hồ tiêu, mía, đậu v.v... về cây lương thực tiềm năng có giới hạn diện tích khoảng dưới 100.000 ha, trong đó diện tích lúa nước vụ đông xuân cao nhất đạt 40.000 ha và vụ mùa cao nhất đạt 80.000 ha.

Đất ba-dan có đặc điểm tơi xốp, khả năng thấm nước lớn, nên các dòng sông suối trong mùa khô sinh thủy kém, sớm bị cạn kiệt, tạo nên hạn hán cục bộ ở diện rộng. Ở Tây Nguyên có 494 hồ chứa thủy lợi các loại, đóng vai trò quan trọng trong việc cấp nước tưới cho các loại cây trồng và cấp nước dân sinh. Tuy vậy, lượng nước dự trữ tại các hồ chứa chưa đủ cùng với những hạn chế về địa hình nên mới chỉ thỏa mãn được khoảng 30% nhu cầu về nước tưới của toàn vùng kinh tế quan trọng này.

Theo tài liệu khí tượng thủy văn nhiều năm, trước đây Tây nguyên được đánh giá là không có hạn nghiêm trọng và rất ít xuất hiện hạn hán liên hai vụ. Nhưng từ năm 1980 đến 2000, tình hình sinh thái ở vùng này xuất hiện nhiều biến động như tình trạng lớp phủ thực vật bị huỷ hoại tràn lan, diện tích rừng bị thu hẹp... phá vỡ cân bằng sinh thái, giảm khả năng giữ nước và điều tiết nước của đất và địa hình, do vậy, trong vùng có những năm bị hạn hán đáng kể sau đây:

- Hạn vụ đông xuân các năm: 1994, 1995, 1996, 1997 và 1998.
- Hạn vụ mùa các năm: 1997, 1998.

Các năm hạn hán nói trên, diện tích bị hạn mỗi vụ sản xuất từ 2.000 ha đến trên 130.000 ha và diện tích bị mất trắng từ vài chục hecta đến 5300 ha. Điển hình hạn nghiêm trọng là năm 1998, riêng lúa nước vụ đông xuân đợt hạn cao nhất lên tới 10.700 ha, mất trắng 5.320 ha, vụ mùa hạn cao nhất lên tới 13.330 ha, mất trắng 2.280 ha. Cây công nghiệp có giá trị kinh tế cao như cà phê, cao su, chè v.v... bị hạn hán làm khô héo và chết hàng loạt khắp nơi trong vùng. Đến cuối tháng 5 năm 1998, tổng diện tích cây công nghiệp và cây ăn quả bị hạn là 110.630 ha, bị chết 19.290 ha, trong đó riêng cà phê bị hạn là 74.400 ha, bị chết 13.760 ha. Ngoài ra còn làm cho hơn 770.000 người thiếu nước sinh hoạt. Tác động của hạn hán gây thiệt hại cho cây công nghiệp và cây ăn quả mang tính lâu dài và sâu sắc hơn so với lúa, vì khả năng cứu chữa, phục hồi và trồng lại của hai loại cây này cần nhiều thời gian và chi phí lớn.

Đợt hạn năm 1998, riêng tỉnh Đắc Lắc đã thiệt hại 2.500 tỷ đồng. Hạn hán ở Tây Nguyên đã ảnh hưởng trực tiếp đến các tỉnh lân cận đặc biệt là các tỉnh Duyên hải miền trung về nguồn nước cũng như việc bảo vệ rừng đầu nguồn.

#### f. Vùng Đông Nam Bộ

Đông Nam Bộ bao gồm 8 tỉnh và thành phố sau: Ninh Thuận, Bình Thuận, Bình Phước, Tây Ninh, Bình Dương, Đồng Nai, Bà Rịa – Vũng Tàu và T.P Hồ Chí Minh. Đây là vùng bình nguyên cổ và đất đỏ ba dan, là vùng đất chuyển tiếp địa hình từ dạng đồi núi cao, sườn dốc Trung Bộ sang địa hình châu thổ bằng phẳng, ngập nước của đồng bằng Sông Cửu Long. Tổng diện tích đất tự nhiên 3,4 triệu ha, đất nông nghiệp khoảng 1,3 triệu ha, đất lâm nghiệp hơn 600.000 ha đồi hoang, núi trọc khoảng 55.000 ha, núi đá 20.000 ha. Còn lại là đất dân cư, đô thị và đất chưa sử dụng. Dân số trong vùng khoảng 10,2 triệu người trong đó 4,5 triệu người sống ở nông thôn. Trong vùng có thành phố Hồ Chí Minh là trung tâm kinh tế - xã hội quan trọng của cả nước đứng sau thủ đô Hà Nội. Đông Nam Bộ có tiềm năng lớn về các loại cây công nghiệp dài ngày và ngắn ngày, đạt gần 100.000 ha gồm các loại cao su, cà phê, hồ tiêu, mía, điều, lạc, đậu tương v.v... Về cây ăn quả lâu năm vùng này có diện tích lớn nhất cả nước đạt gần 630.000ha. Về sản lượng lương thực, lúa vẫn là cây trồng chủ yếu với diện tích 276.000 ha.

Theo tài liệu khí tượng thủy văn, vùng Đông Nam Bộ cũng như cả Nam Bộ, hạn vụ mùa nặng hơn vụ đông xuân. Hạn vụ mùa có chu kỳ khoảng 6 năm và 16 năm, trong đó các năm 1988, 1990, 1992 hạn rất nặng. Chu kỳ hạn vụ đông xuân khoảng từ 8 đến 14 năm.

Từ năm 1980 đến 2000, Đông Nam Bộ có các năm hạn đáng kể sau đây:

- Hạn vụ đông xuân các năm 1987, 1992, 1994, 1997, 1998
- Hạn vụ hè thu năm 1998
- Hạn vụ mùa năm 1987

Các năm hạn kể trên, diện tích bị hạn mỗi vụ sản xuất từ 700 đến 2800 ha và diện tích mất trắng từ 300 – 760 ha. Cũng như các vùng kinh tế khác, hạn hán ở Đông Nam Bộ là ảnh hưởng thường xuyên đối với sản xuất nông nghiệp, đặc biệt là vùng trồng cây công nghiệp và cây ăn quả tập trung. Hạn vụ đông xuân năm 1998, toàn vùng có 691.000 người thiếu nước sinh hoạt.

#### g. Vùng đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL)

Đồng bằng Sông Cửu Long là vùng đất thấp có độ cao trên dưới 2,0 m so với mặt nước biển, bao gồm 13 tỉnh: Long An, Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Vĩnh Long, Đồng Tháp, An Giang, Kiên Giang, Cần Thơ, Hậu Giang, Sóc Trăng, Bạc Liêu và Cà Mau. Tổng diện tích đất tự nhiên gần 4 triệu ha, đất nông nghiệp gần 2,9 triệu ha, đất lâm nghiệp trên 300.000 ha. Dân số 16,0 triệu người, chủ yếu là người Kinh và Khơ Me. Tiềm năng lớn nhất của ĐBSCL là sản xuất lương thực nơi có diện tích trồng lúa lớn nhất cả nước với 2 triệu ha. Ngoài ra còn khai thác chế biến thủy hải sản, lâm sản và cây ăn quả tập trung với 347.000 ha cây công nghiệp dài ngày phần lớn là dừa (hơn 50% diện tích dừa cả nước). Cây công nghiệp ngắn ngày có cói (80% diện tích cói cả nước) v.v...

Do đặc điểm khí hậu, ĐBSCL có vụ mùa sản xuất nông nghiệp quanh năm và hạn hán có thể xảy ra liên một vài vụ trong năm. Lũ lụt Sông Cửu Long về muộn hoặc kết thúc sớm cũng có thể gây ra hạn hán trên diện rộng.

Theo tài liệu khí tượng thuỷ văn, Hạn nặng tập trung vào tháng 4 đến tháng 6 của các năm 1983, 1992, 1998 và tháng 10 đến tháng 12 của các năm 1958, 1992. Từ năm 1980 đến 2000, ĐBSCL có các năm hạn hán đáng kể sau:

- Hạn vụ đông xuân các năm: 1989, 1992, 1993, 1998
- Hạn vụ hè thu: liên tiếp từ năm 1981 đến 1998
- Hạn vụ mùa các năm: 1981, 1983, 1984, 1985, 1987, 1992, 1994, 1998

Các năm hạn nói trên, diện tích bị hạn mỗi vụ sản xuất từ 4.000 ha đến gần 230.000 ha và diện tích mất trắng từ 1.000 ha đến 39.000 ha. Hạn hán vụ đông xuân và vụ hè thu 1998 đã làm cho trên 1,1 triệu người ở ĐBSCL thiếu nước sinh hoạt và diện tích hè thu bị hạn gần 274.850 ha, bị mất trắng hơn 32.000 ha. Ngoài ra, do tác động của hạn hán dòng chảy cơ bản trên Sông Cửu Long rất nhỏ, mực nước sông thấp, nước biển ngập mặn còn xâm nhập vào nội đồng với mức độ nhiễm mặn trên 2‰ gây bất lợi cho cây trồng, nước nhiễm mặn có thể theo kênh rạch vào sâu trong đất liền từ 40 đến 50 km. Nước ngầm ở các giếng cũng nhiễm mặn và phèn.

### ***1.3.2. Phân bố mưa và tình hình hạn hán ở Việt Nam trong các năm gần đây***

Từ năm 2001, Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng - Khí hậu thuộc Viện Khoa học Khí tượng Thuỷ văn và Môi trường thường xuyên cung cấp thông tin về phân bố tổng lượng mưa, tỷ chuẩn mưa (tỷ lệ phần trăm so với trung bình), chỉ số hạn và tình hình hạn hán trên phạm vi cả nước trong từng năm. Sau đây là các thông tin liên quan đến mưa và hạn hán trong các năm 2001 - 2005:

- Năm 2001:

Tỷ chuẩn của lượng mưa năm 2001 (tỷ lệ so với trung bình chuẩn tính cho thời kỳ 1961-1990) có phân bố phức tạp: Khu vực có lượng mưa vượt chuẩn (tỷ chuẩn vượt 100%) chiếm diện tích lớn hơn trên phạm vi cả nước, bao gồm hầu hết Nam Bộ, phần lớn Tây Nguyên, nửa phần Đông của Bắc Bộ. Khu vực vượt chuẩn nhiều nhất là Quảng Ninh - Bắc Giang, Nghệ An, Hoà Bình với lượng mưa vượt chuẩn >25%. Vượt chuẩn cao nhất là 55% xảy ra tại Quỳnh Lưu (Nghệ An)... Các khu vực ít mưa thường cũng là khu vực bị hụt mưa. Vùng hụt mưa chiếm một phần của Nam Trung Bộ kéo sang Trung Tây Nguyên; một phần quan trọng của Tây Bắc, Bắc Trung Bộ, lượng hụt chuẩn phổ biến ở mức dưới 25%. Khu vực hụt nặng nhất là Trung Tây Nguyên, hụt trên 25%. Trạm Ayunpa lượng mưa năm 2001 chỉ bằng 66% so với chuẩn, hụt 34%. Như vậy, hiện tượng La Nina tuy đã suy yếu và ngừng hoạt động song một El Nino mới chưa hình thành nên chưa có ảnh hưởng đến hoạt động của gió mùa cũng như các nhiễu động khí quyển trên khu vực nước ta, nên đã duy trì lượng mưa lớn, vượt chuẩn trên phần lớn lãnh thổ. Qua các bản đồ phân bố của tỷ chuẩn lượng mưa 12 tháng trong năm 2001, có thể rút ra một số nhận xét sau:

+ Trong năm 2001, quý III là thời kỳ có lượng mưa bị hụt nhiều hơn cả, trong đó tháng IX hầu khắp lãnh thổ đều có tỷ chuẩn dưới 100%, nhiều khu vực thuộc vùng núi Bắc Bộ, ven biển Trung Bộ và Đông Nam Bộ có tỷ chuẩn dưới 75%. Tuy nhiên trong quý III, tháng VIII lại có mưa vượt chuẩn khá cao.

+ Tháng III là tháng có mưa vượt chuẩn nhiều nhất, hầu hết cả nước đều có tỷ chuẩn >200% .

+ Hai tháng có mưa hụt chuẩn nhiều nhất là tháng IX và XI, hầu hết cả nước đều có tỷ chuẩn lượng mưa dưới 100%. Riêng tháng XI, nhiều nơi thuộc Tây Nam Bộ, Nam Tây Bắc có tỷ chuẩn lượng mưa dưới 50%, thậm chí dưới 25%.

- Năm 2002:

Phân bố của tỷ chuẩn lượng mưa năm 2002 vượt chuẩn với tỷ chuẩn đạt: 100 đến 300 % trên nửa phần phía Tây của Bắc Bộ, Trung và Nam Trung Bộ và phần lớn diện tích Tây Nguyên; vượt chuẩn lớn nhất, tỷ chuẩn đạt 100 đến 700% ở Nam Bộ và phần phía Nam của Tây Nguyên giáp với Nam Bộ. Lượng mưa hụt chuẩn xảy ra trên phần lớn diện tích phía Đông Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và một số nơi như Quảng Ngãi, Gia Lai, Đắk Lắk, tỷ chuẩn đạt dưới 100%. Ở một số khu vực nhỏ lượng mưa hụt chuẩn rất nhiều, tỷ chuẩn lượng mưa năm chỉ đạt từ 60 đến 66% như Kim Cương: 60%, Hưng Yên: 64% và Yên Bái: 66%. Các bản đồ phân bố tỷ chuẩn lượng mưa 12 tháng trong năm 2002 cho thấy:

+ Trong năm 2002, phân bố tỷ chuẩn của lượng mưa trong các tháng rất khác nhau và khá phức tạp. Các khu vực vượt chuẩn và hụt chuẩn của lượng mưa trong các tháng đan xen nhau và không giống nhau.

+ Tháng có lượng mưa vượt chuẩn nhiều nhất (150 đến 200%) trên phần lớn diện tích cả nước là tháng XII, nhưng cũng thể hiện sự khác biệt rất lớn giữa các khu vực vượt chuẩn và hụt chuẩn: khu vực Tây Bắc, tỷ chuẩn đạt 300 đến 600%, có nơi đạt rất cao như Yên Châu (Sơn La): 778,5%. Trong khi đó khu vực Tây Nguyên và vùng ven biển cực nam Trung Bộ và Nam Bộ, tỷ chuẩn lượng mưa chỉ đạt dưới 75%, có nơi dưới 50%, thậm chí dưới 10% như Phan Thiết (Bình Thuận) : 3,8%, PLây Cu (Gia Lai): 7,5%.

+ Lượng mưa hụt chuẩn nhiều nhất tập trung ở các tháng I, II, IV và VII, phần lớn diện tích lãnh thổ có tỷ chuẩn đạt dưới 100%. Riêng tháng I, tháng II trên khu vực Tây Nguyên và Nam Bộ, tỷ chuẩn lượng mưa chỉ đạt dưới 25%; ngược lại một số nơi thuộc Bắc Bộ tỷ chuẩn lượng mưa lại đạt rất lớn: 400 đến 500%.

Hạn hán: Trong quý I/2002 do ít mưa và nắng nóng liên tiếp dẫn đến hạn hán kéo dài, ở các khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ đã xảy ra nhiều vụ cháy rừng (khoảng 34 vụ), trong đó vụ cháy rừng U Minh Thượng và U Minh Hạ làm hàng ngàn héctơ rừng nguyên sinh quý hiếm bị thiêu trụi. Tại các tỉnh Bình Thuận, Ninh Thuận, Gia Lai, Kon Tum, Đắk Lắk, Lâm Đồng, An Giang, Đồng Tháp..., tình trạng khô hạn làm hàng ngàn héctơ lúa, hoa màu hoặc cây công nghiệp bị thiếu nước hoặc bị chết. Hạn hán đã ảnh hưởng rất lớn đến nền kinh tế - xã hội các khu vực này nói riêng và cả nước nói chung.

- Năm 2003:

Trên đại bộ phận diện tích lãnh thổ lượng mưa bị hụt chuẩn, tỷ chuẩn phổ biến đạt:  $75 \div 100\%$ , khu vực Bắc Trung Bộ tỷ chuẩn thấp hơn:  $50 \div 75\%$ . Những nơi có lượng mưa vượt chuẩn là Lai Châu, Hà Giang, Tây Nghệ An, Kon Tum, Quảng Ngãi, Bình Định, Lâm Đồng và hầu hết Tây Nam Bộ, tỷ chuẩn đạt:  $100 \div 125\%$ .

Nếu lấy tổng lượng mưa (TLM) tính trung bình cho toàn mạng lưới trạm quan trắc là trị số đặc trưng cho lượng mưa của cả nước thì lượng mưa năm 2003 hụt chuẩn khá cao, tỷ chuẩn chỉ đạt 91%, thấp hơn năm 2002 (99%). Sự thiếu hụt về lượng mưa đã gây ra hạn hán ở nhiều nơi, đặc biệt là khu vực Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ.

Phân bố tỷ chuẩn của lượng mưa các tháng trong năm 2003 rất khác nhau, nhưng nhìn chung các tháng có lượng mưa hụt chuẩn nhiều hơn các tháng có lượng mưa vượt chuẩn. Các tháng III, IV, VI và XII có lượng mưa hụt chuẩn trên hầu hết cả nước. Lượng mưa vượt chuẩn ở Bắc Bộ trong các tháng I, II; ở Nam Bộ trong các tháng V, VII. Các tháng VIII- XI có tỷ lệ hụt chuẩn cao hơn, cụ thể là:

+ Tháng I: Lượng mưa vượt chuẩn ở Bắc Bộ (từ Tây Nghệ An trở ra) với tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ . Một vài nơi cũng có lượng mưa vượt chuẩn là AuyPa (Gia Lai), Mộc Hoá (Long An), Châu Đốc (Đồng Tháp). Lượng mưa hụt chuẩn trên hầu hết Trung và Nam Bộ (từ Đông Nghệ An trở vào), tỷ chuẩn ở Trung Bộ phổ biến:  $25 \div 75\%$ , ở Nam Bộ phổ biến  $< 25\%$ .

+ Tháng II: Lượng mưa vượt chuẩn trên phần lớn Bắc Bộ và Trung Trung Bộ, tỷ chuẩn đạt phổ biến:  $125 \div 200\%$ . Lượng mưa hụt chuẩn xuất hiện ở khu vực sát biên giới Việt - Trung, dải ven biển đồng bằng Bắc Bộ, Bắc và Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ, tỷ chuẩn:  $25 \div 100\%$ , đặc biệt tại Tây Nguyên và Nam Bộ thấp hơn, phổ biến dưới 25%.

+ Tháng III: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước, tỷ chuẩn đạt phổ biến:  $25 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện ở hầu hết các tỉnh thuộc Tây Bắc, Hà Giang, Tây Nghệ An, Quảng Bình, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Lâm Đồng và Kiên Giang, tỷ chuẩn:  $100 \div 150\%$ .

+ Tháng IV: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên đại bộ phận diện tích cả nước, tỷ chuẩn đạt phổ biến:  $25 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn chỉ xuất hiện ở một số nơi như Lai Châu, Sơn La, Lào Cai, Bắc Quang (Hà Giang), Bắc Giang, Hoà Bình, Nghệ An, Quảng Nam và Kon Tum, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ .

+ Tháng V: Lượng mưa vượt chuẩn trên các khu vực: phía Đông Bắc Bộ, Tây Nguyên, phần lớn Nam Trung Bộ và Nam Bộ, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ ; Nam Trung Bộ, Nam Tây Nguyên và Nam Bộ cao hơn:  $150 \div 400\%$ . Lượng mưa hụt chuẩn trên các khu vực phía Tây Bắc Bộ, Bắc và Trung Trung Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ .

- + Tháng VI: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên hầu hết cả nước, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện nhiều nhất ở khu vực biên giới Việt Trung và một vài nơi như Bình Định, Sóc Trăng, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ .
- + Tháng VII: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn trên một số khu vực như Tây Hoà Bình, Thanh Hoá, Nghệ An, Nam Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $100 \div 200\%$ ; riêng Tây Nam Bộ tỷ chuẩn đạt cao hơn:  $150 \div 250\%$ .
- + Tháng VIII: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên phần lớn cả nước, tỷ chuẩn:  $50 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện nhiều nhất ở Bắc Bộ và phần lớn Tây Nam Bộ, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ .
- + Tháng IX: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên phần lớn diện tích Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Trung Bộ và Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện nhiều nhất ở phía Nam Bắc Bộ, Trung Trung Bộ và Tây Nguyên, tỷ chuẩn đạt:  $100 \div 200\%$ .
- + Tháng X: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên các khu vực Bắc Bộ, Bắc và Trung Trung Bộ, phần lớn Tây Nguyên và phía Bắc của Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $25 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện trên khu vực Bắc Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và phần lớn Nam Bộ, tỷ chuẩn đạt:  $100 \div 200\%$ .
- + Tháng XI: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước, tỷ chuẩn ở phía Bắc (từ Nghệ An trở ra) dưới 25%, ở phía Nam:  $50 \div 100\%$ . Những nơi có lượng mưa vượt chuẩn là Quảng Trị, Đắc Lắc, Lâm Đồng, Bình Thuận và Cà Mau, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ .
- + Tháng XII: Lượng mưa bị hụt chuẩn trên đại bộ phận diện tích cả nước, tỷ chuẩn phổ biến:  $25 \div 100\%$ , hầu hết Bắc Bộ, Tây Nguyên và phần lớn Nam Bộ tỷ chuẩn thấp hơn dưới 25%. Những nơi có lượng mưa vượt chuẩn là Lào Cai, Hà Giang, dải ven biển từ Nghệ An đến Thừa Thiên Huế và Sóc Trăng, tỷ chuẩn:  $100 \div 200\%$ .

Diễn biến của chỉ số ẩm: Tỷ số giữa tổng lượng mưa và tổng lượng bốc hơi gọi là chỉ số ẩm K.  $K < 1$  ứng với điều kiện thiếu hụt ẩm,  $K > 1$  ứng với điều kiện dư thừa ẩm. Phân bố của chỉ số ẩm cho ta biết mức độ ẩm ở các nơi trên phạm vi cả nước. Nhìn chung năm 2003, chỉ số ẩm trên toàn lãnh thổ phổ biến từ 1 đến 4. Nơi có chỉ số ẩm nhỏ hơn 1 là Sông Mã (Sơn La), Nha Trang (Khánh Hoà) và Phan Thiết (Bình Thuận). Chỉ số ẩm cao nhất là 9,7 ở Bắc Quang (Hà Giang); thấp nhất là 0,7 ở Sông Mã.

Khô hạn: Có 2 đợt, cụ thể:

- + Đợt 1: kéo dài suốt 4 tháng đầu năm ở Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ; thiệt hại: 99.069 ha cây trồng bị khô hạn và thiếu nước; 250.000 ha rừng tự nhiên ở mức báo động cháy.

+ Đợt 2 (1-20/VII): ở Trung Bộ và Tây Nguyên; thiệt hại: 40.690 ha lúa và hoa màu bị hạn và mất trắng.

- Năm 2004:

Trên hầu khắp diện tích lãnh thổ, lượng mưa bị hụt chuẩn, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ . Những nơi có lượng mưa vượt chuẩn là phía Đông Nam tỉnh Sơn La, Tây Hoà Bình, Nam Thừa Thiên Huế, Lâm Đồng và một số tỉnh đồng bằng sông Cửu Long, tỷ chuẩn:  $100 \div 125\%$ . Phân bố tỷ chuẩn của lượng mưa các tháng trong năm 2004 rất khác nhau, nhưng nhìn chung các tháng có lượng mưa hụt chuẩn chiếm đa số. Các tháng I, II, III, VIII, IX, X, XI và XII, có lượng mưa hụt chuẩn chiếm đa phần diện tích cả nước, đặc biệt các tháng IX, X và XII hụt chuẩn rất nhiều, mức hụt nặng nhất xảy ra trong 2 tháng X và XII. Các tháng còn lại (IV, V, VI, VII) thì diện tích có mưa hụt chuẩn và vượt chuẩn gần tương đương nhau. Như vậy, trong năm 2004, lượng mưa hụt chuẩn khá lớn với tỷ chuẩn tính cho toàn mạng lưới chỉ đạt 88,9%, xấp xỉ năm 2003 (88,4%) và là một trong hai năm có lượng mưa bị thiếu hụt lớn nhất trong những năm gần đây. Sự thiếu hụt mưa trong 2 năm liên tiếp (2003, 2004) này đã gây nên tình trạng hạn hán rất nghiêm trọng trong cả nước nhất là ở các khu vực Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ của nước ta. Cụ thể:

+ Tháng I: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích cả nước. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại vùng núi Bắc Bộ, khu vực từ Hà Tĩnh đến Bình Định và phần lớn diện tích Tây Nam Bộ.

+ Tháng II: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích lãnh thổ, đặc biệt khu vực Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Nam Bộ, tỷ chuẩn chỉ đạt dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại đồng bằng Bắc Bộ và khu vực từ Thanh Hoá đến Thừa Thiên Huế.

+ Tháng III: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích nước ta, đặc biệt ở Nam Bộ mức độ hụt chuẩn của lượng mưa rất cao, tỷ chuẩn chỉ đạt dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại khu vực núi cao Hoàng Liên Sơn, Đông Đông Bắc, Thừa Thiên Huế và Tây Nguyên.

+ Tháng IV: Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200 trên đa phần diện tích ở phía Bắc (từ Quảng Nam trở ra) và khu vực tỉnh Lâm Đồng. Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên hầu hết diện tích ở phía Nam (từ Quảng Ngãi trở vào), khu vực đồng bằng Bắc Bộ và ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam.

+ Tháng V: Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% ở phía Bắc (từ Quảng Trị trở ra), khu vực tỉnh Kon Tum, một phần Đắc Lắc, Lâm Đồng, cực Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ. Lượng mưa hụt chuẩn:  $50 \div 100\%$  trên các khu vực từ Thừa Thiên Huế đến Phú Yên, phần còn lại của Tây Nguyên và Tây Nam Bộ.

+ Tháng VI: Lượng mưa hụt chuẩn  $50 \div 100\%$  tại Bắc Bộ và phần lớn diện tích Đông Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại Trung Bộ, Tây Nguyên và đa phần diện tích Tây Nam Bộ.

+ Tháng VII: Lượng mưa hụt chuẩn:  $50 \div 100\%$  tại Tây Bắc Bộ, khu vực Ninh Bình, Thanh Hoá, Hà Tĩnh, Quảng Ngãi đến Phú Yên, Gia Lai và đa phần diện tích Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại Đông Bắc Bộ, các khu vực Nghệ An, Quảng Bình đến Quảng Nam, Kon Tum, Đắk Lắk, Khánh Hoà, Ninh Thuận, Tây Ninh, Bình Phước, Cần Thơ và Rạch Giá.

+ Tháng VIII: Lượng mưa hụt chuẩn:  $25 \div 100\%$  trên phần lớn diện tích cả nước. Lượng mưa vượt chuẩn:  $100 \div 200\%$  tại một phần diện tích Tây Bắc Bộ, khu vực phía Đông Nghệ An, Quảng Nam đến Bình Định, Kon Tum, Nam Đắk Lắk, Lâm Đồng, cực Nam Trung Bộ, Bạc Liêu và Cà Mau.

+ Tháng IX: Lượng mưa hụt chuẩn:  $25 \div 100\%$  trên đại bộ phận diện tích lãnh thổ. Lượng mưa vượt chuẩn:  $100 \div 150\%$  tại biên giới Tây Bắc Bộ, khu vực Quảng Ngãi, Bình Định và đồng bằng sông Cửu Long.

+ Tháng X: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên đại bộ phận diện tích cả nước, đặc biệt Bắc Bộ và Tây Nguyên, mức độ hụt chuẩn của lượng mưa rất cao, tỷ chuẩn chỉ đạt dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn:  $100 \div 150\%$  tại đồng bằng sông Cửu Long.

+ Tháng XI: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% tại đồng bằng trung du Bắc Bộ và ở phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào), đặc biệt khu vực Tây Nguyên hụt chuẩn rất cao, tỷ chuẩn phổ biến chỉ đạt dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại Tây Bắc, Việt Bắc và khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Nam.

+ Tháng XII: Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích cả nước, đặc biệt Tây Bắc Bộ, Tây Nguyên và đa phần diện tích Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại Đông Bắc, khu vực Bến Tre, Vĩnh Long và Trà Vinh.

Diễn biến của chỉ số ẩm: Năm 2004, trên đại bộ phận diện tích cả nước, chỉ số ẩm phổ biến dao động trong khoảng từ 1 đến 4. Nơi có chỉ số ẩm nhỏ hơn 1 là khu vực từ Phú Yên đến Ninh Thuận. Nơi có chỉ số ẩm lớn nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 5,41; tiếp đến là Nam Đông (Thừa Thiên Huế): 5,32. Nơi có chỉ số ẩm nhỏ nhất là Nha Trang (Khánh Hoà): 0,56; tiếp đến là Tuy Hoà (Phú Yên): 0,69.

Khô hạn: Mức độ khô hạn năm 2004 cao hơn 2003. Từ những tháng đầu năm 2004 khô hạn đã xuất hiện trên diện rộng ở Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Mùa mưa năm nay bắt đầu tương đối sớm ở miền Bắc và khá muộn ở miền Nam (đặc biệt ở Tây Nguyên), nhưng nhìn chung mùa mưa năm nay đều kết thúc sớm (sớm hơn bình thường 2 – 3 tháng). Đây chính là lý do tại sao lượng mưa trong mùa mưa năm nay giảm đáng kể. Các thời kỳ khô hạn đáng kể xảy ra trong năm 2004 là:

+ Tháng I/2004 khô hạn đã xuất hiện ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ;

+ Tháng II khô hạn đã xuất hiện ở Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ;

+ Tháng III khô hạn đã xảy ra ở Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Tuy nhiên ở Bắc Bộ tình hình khô hạn đã giảm bớt, vì có mưa. Tổng thiệt hại về

lúa, hoa màu và cây công nghiệp trong 3 tháng I, II, III/2004 lên tới 299.000 ha bị hạn nặng và mất trắng;

+ Tháng VII khô hạn đã xảy ra ở một số tỉnh Nam Bộ;

+ Tháng IX ÷ XI, hạn hán trên diện rộng vẫn tiếp tục xảy ra ở một số tỉnh thuộc Bắc Bộ, Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Tính trong 3 tháng IX, X, XI/2004 có khoảng 249.939 ha lúa, hoa màu và cây công nghiệp đã bị hạn nặng và mất trắng. Hạn hán xảy ra và kéo dài nặng nề nhất là ở Tây nguyên. Tổng thiệt hại ước tính bằng tiền riêng tỉnh Đắc Lắc vào khoảng 200 tỷ đồng.

- Năm 2005:

Hầu khắp diện tích cả nước có lượng mưa xấp xỉ và vượt chuẩn, tỷ chuẩn phổ biến: 75 ÷ 125%. Những nơi có lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện nhiều nhất ở Bắc Bộ, Trung Bộ, Đông Tây Nguyên và Tây Nam Bộ, tỷ chuẩn: 100 ÷ 150%. Phân bố tỷ chuẩn của lượng mưa các tháng trong năm 2005 rất khác nhau, nhưng nhìn chung các tháng có lượng mưa hụt chuẩn gần tương đương với các tháng có lượng mưa vượt chuẩn. Các tháng I, II, IV, V và VI, có lượng mưa hụt chuẩn chiếm đa phần diện tích cả nước, đặc biệt các tháng I, II, IV và V, trong đó mức hụt chuẩn nặng nhất cho các khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ xảy ra trong 2 tháng I và II. Các tháng có lượng mưa vượt chuẩn nhiều nhất là tháng VII, VIII, IX, XI và XII, trong đó tháng IX và XII là hai tháng có lượng mưa vượt chuẩn trên đại bộ phận diện tích lãnh thổ; các tháng còn lại (III, X) thì diện tích có mưa hụt chuẩn và vượt chuẩn gần tương đương nhau. Nếu coi giá trị trung bình của lượng mưa năm tính cho toàn mạng lưới trạm là trị số trung bình đặc trưng cho cả nước thì lượng mưa trong năm 2005 có tỷ chuẩn đạt 102,9%. Như vậy, năm 2005 là năm có lượng mưa xấp xỉ và vượt chuẩn một chút. Cụ thể:

+ Tháng I/2005, lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên đa phần diện tích cả nước, đặc biệt ở phía Nam (từ Quảng Ngãi trở vào), tỷ chuẩn phổ biến nhỏ hơn 25%. Lượng mưa vượt chuẩn: 100 ÷ 200% trên khu vực núi cao Bắc Bộ.

+ Tháng II/2005, lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích lãnh thổ, trong đó cực nam Trung Bộ và Nam Bộ có tỷ chuẩn là 0% (cả tháng không có mưa). Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% xuất hiện nhiều ở Bắc Bộ, Tây Nghệ An và Bình Định.

+ Tháng III/2005, lượng mưa hụt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước, tỷ chuẩn: 25 ÷ 100%. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% ở vùng núi cao Bắc Bộ, khu vực từ Quảng Trị đến Bình Định, Đắc Nông, Lâm Đồng và Bạc Liêu.

+ Tháng IV/2005, lượng mưa hụt chuẩn trên hầu hết diện tích cả nước, tỷ chuẩn: 25 ÷ 100%; riêng Tây Nam Bộ mức độ hụt chuẩn của lượng mưa cao hơn, tỷ chuẩn dưới 25%. Lượng mưa vượt chuẩn, tỷ chuẩn: 100 ÷ 150% tại một vài nơi ở Tây Bắc Bộ, Kon Tum và Gia Lai.

+ Tháng V/2005, lượng mưa hụt chuẩn trên hầu khắp lãnh thổ, tỷ chuẩn phổ biến:  $25 \div 100\%$ . Tại một số nơi như Tuyên Quang, dải biên giới Đông Bắc, Tây Nghệ An, Đắc Nông, Bình Phước, Bình Thuận, Tiền Giang và Sóc Trăng có lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 150%.

+ Tháng VI/2005, lượng mưa hụt chuẩn trên đại bộ phận diện tích cả nước, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ . Lượng mưa vượt chuẩn từ 100 đến trên 200% tại khu vực núi cao Bắc Bộ và một vài nơi ở phía Bắc Nam Bộ.

+ Lượng mưa tháng VII/2005 vượt chuẩn tại phía Nam Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, cực nam Trung Bộ, phần lớn diện tích Tây Nguyên và hầu hết Tây Nam Bộ với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200%. Lượng mưa hụt chuẩn tại phía Bắc Bắc Bộ, phần lớn diện tích Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ .

+ Lượng mưa tháng VIII/2005 vượt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200%, trong đó khu vực từ Hoà Bình đến Thừa Thiên Huế vượt chuẩn rất cao, từ 150 đến trên 200%. Lượng mưa hụt chuẩn ở khu vực từ Quảng Ngãi đến Ninh Thuận, một phần diện tích Đông Tây Nguyên và Nam Bộ, tỷ chuẩn phổ biến:  $50 \div 100\%$ .

+ Lượng mưa tháng IX/2005 vượt chuẩn trên phần lớn diện tích cả nước với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200%, trong đó Mai Châu (Hoà Bình) có lượng mưa vượt chuẩn cao nhất với tỷ chuẩn: 262,3%. Lượng mưa hụt chuẩn ở khu vực Lai Châu, Điện Biên, Bắc Đông Bắc, một vài nơi của Trung Bộ và phần lớn diện tích Đông Nam Bộ với tỷ chuẩn:  $25 \div 100\%$ .

+ Lượng mưa tháng X/2005 hụt chuẩn ở phía Bắc (từ Quảng Bình trở ra) và Tây Nguyên với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100%; vượt chuẩn trên các khu vực từ Quảng Trị đến Bình Thuận và đại bộ phận diện tích Nam Bộ với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200%.

+ Tháng XI/2005 lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ 25 đến 100% ở hầu hết phía Tây Bắc Bộ, đa phần diện tích Trung Bộ và Tây Nguyên; vượt chuẩn tập trung chủ yếu ở phía Đông Bắc Bộ và hầu hết Nam Bộ với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200%.

+ Tháng XII/2005 lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% ở phần lớn diện tích Bắc Bộ, hầu hết diện tích phía Nam (từ Quảng Trị trở vào); hụt chuẩn ở một phần diện tích Việt Bắc, Sơn La, ven biển Bắc Bộ, khu vực từ Thanh Hoá đến Quảng Bình và Bắc Tây Nguyên với tỷ chuẩn từ dưới 50 đến 100%.

Diễn biến của chỉ số ẩm: Trong năm 2005, trên hầu khắp diện tích cả nước, chỉ số ẩm K phổ biến dao động trong khoảng từ 1 đến 4. Khu vực có chỉ số ẩm nhỏ hơn 1 là dải ven biển từ Ninh Thuận đến Bà Rịa – Vũng Tàu (Hình 8). Nơi có chỉ số ẩm lớn nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 5,5; tiếp đến là Mường Tè (Lai Châu): 3,95; Bảo Lộc (Lâm Đồng): 3,82. Nơi có chỉ số ẩm nhỏ nhất là Vũng Tàu (Bà Rịa – Vũng Tàu): 0,64; tiếp đến là Phan Thiết (Bình Thuận): 0,83.

Hạn hán: Trong những tháng đầu năm 2005, hạn hán trên diện rộng diễn ra ở một số tỉnh thuộc Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ. Tuy nhiên, mức độ khô

hạn của năm 2005 thấp hơn 2003 và năm 2004. Tháng V/2005, trên phạm vi cả nước đã có mưa ở nhiều nơi, lượng mưa không lớn nhưng cũng đã làm giảm bớt mức độ khô hạn, mặc dù ở một số tỉnh thuộc Nam Trung Bộ và Tây Nguyên hạn hán vẫn còn tiếp diễn nhưng mức độ không cao. Tháng VI, VII/2005 khô hạn vẫn diễn ra tại một số nơi thuộc các tỉnh Quảng Bình, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Gia Lai và Đắk Lắk. Tính đến tháng VII/2005 đã có 90.600 ha lúa, hoa màu, cây trồng bị khô hạn trong đó có 38.100 ha bị hạn nặng và mất trắng. Tháng VIII/2005 hạn hán vẫn tiếp tục xảy ra ở một số nơi thuộc các tỉnh Sơn La, Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định và Bình Phước. Tính đến tháng VIII/2005 đã có 91.260 ha lúa, hoa màu bị hạn trong đó 38.760 ha bị hạn nặng và mất trắng.

- Năm 2006:

Trên đại bộ phận diện tích cả nước, lượng mưa hụt so với chuẩn, tỷ chuẩn chỉ đạt từ 50 đến dưới 100%. Lượng mưa vượt chuẩn xuất hiện ở một vài nơi thuộc Bắc Bộ, đa phần diện tích phía Tây Tây Nguyên và phần lớn diện tích Nam Bộ, tỷ chuẩn đạt từ 100 đến 140%. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Kon Tum: 140,1% và nơi có tỷ chuẩn thấp nhất là Kỳ Anh (Hà Tĩnh): 64,9%.

Nếu coi giá trị trung bình của TLM trong năm 2006 tính cho toàn mạng lưới trạm khí tượng, khí hậu là trị số trung bình đặc trưng cho cả nước thì TLM năm 2006 có tỷ chuẩn đạt 92,5%. Như vậy, lượng mưa trong năm 2006 thiếu hụt so với lượng mưa TBC trên toàn lãnh thổ là 7,5%. So với 10 năm gần đây (1997 - 2006) thì năm 2006 là năm thứ 4 có lượng mưa thiếu hụt so với lượng mưa TBC, tương tự như năm 1997 nhưng sau các năm 2003, 2004 và 1998. Trong 5 năm trở lại đây (2002 - 2006) có tới 4 năm có lượng mưa bị thiếu hụt so với TBC; theo thứ tự là: 2003 (88,4%), 2004 (88,9%), 2006 (92,5%) và 2002 (96,7%), chỉ có năm 2005 là năm có lượng mưa cao hơn so với TBC đôi chút với tỷ chuẩn: 102,9%.

Nhìn chung trong năm 2006, các tháng có lượng mưa hụt chuẩn chiếm đa số. Các tháng từ I - VI và X - XII có lượng mưa hụt chuẩn chiếm đa phần diện tích cả nước, trong đó Bắc Bộ có lượng mưa hụt chuẩn nhiều nhất vào các tháng I, III, IV, VI, IX, X và XII; ở Tây Nguyên, lượng mưa hụt chuẩn nhiều nhất vào các tháng I, II, VI, X, XI và XII; ở Trung Bộ, lượng mưa hụt chuẩn nhiều nhất vào các tháng VI, X và XI và ở Nam Bộ, lượng mưa hụt chuẩn nhiều nhất vào các tháng X và XI. Tháng XI là tháng có lượng mưa hụt chuẩn cao nhất trên phạm vi cả nước, trong đó khu vực Trung Bộ là nơi có lượng mưa hụt chuẩn nặng nhất, mức hụt: 50 - 75%. Cụ thể:

+ Lượng mưa trong tháng I/2006 đều nhỏ hơn 200mm, trong đó ở hầu hết Bắc Bộ, một phần diện tích phía Tây Tây Nguyên và phần lớn Đông Nam Bộ có lượng mưa nhỏ hơn 10mm. Riêng khu vực Thừa Thiên Huế đến Quảng Nam có lượng mưa từ 100 đến 200mm. Nơi có lượng mưa lớn nhất là Nam Đông (Thừa Thiên Huế): 182mm; ở nhiều nơi trên lãnh thổ (nhất là ở khu vực Tây Bắc) cả tháng không có mưa. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ 25 đến 100% trên hầu hết khu vực phía Bắc (từ Hà Tĩnh trở ra), phần lớn diện tích Tây Nguyên, ven biển Phú Yên đến Ninh Thuận và đa phần diện tích Đông Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ

100 đến trên 200% tại khu vực từ Quảng Bình đến Bình Định, Đắc Nông, Lâm Đồng, Bình Thuận, Bình Phước, Đồng Nai và hầu hết Tây Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là ở Sóc Trăng: 1256,4%, Cao Lãnh (Đồng Tháp): 1081,1%; thấp nhất: 0% xuất hiện ở nhiều nơi và tập trung nhiều nhất ở khu vực Tây Bắc.

+ Lượng mưa tháng II/2006 trên hầu hết lãnh thổ đều nhỏ hơn 100mm trong đó đáng chú ý nhất là một số nơi thuộc Tây Nguyên và Tây Nam Bộ cả tháng không có mưa. Nơi có lượng mưa lớn nhất là ở Trà My (Quảng Nam): 247mm, tiếp sau là ở Đồng Hới (Quảng Bình): 144mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên phần lớn diện tích Bắc Bộ, Tây Nguyên, cực nam Trung Bộ và Tây Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% tại khu vực từ Hà Tĩnh đến Bình Định và phần lớn diện tích Đông Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là ở Tân Sơn Hoà (TP. Hồ Chí Minh): 1489,8%, tiếp sau là ở Cần Thơ: 611,1%; thấp nhất: 0% xuất hiện ở nhiều nơi, tập trung nhiều nhất ở khu vực Tây Nguyên và Tây Nam Bộ.

+ Lượng mưa trong tháng III/2006 trên hầu hết lãnh thổ dao động từ 50 đến 200mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Đắc Nông: 193mm, tiếp sau là Nha Trang (Khánh Hoà): 168mm; thấp nhất là Bạc Liêu: 0mm, Cà Mau và Sóc Trăng: 1mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% tập trung chủ yếu ở phía Bắc (từ Bắc Quảng Bình trở ra), khu vực từ Đông Quảng Trị đến Quảng Ngãi, một số tỉnh thuộc Tây Nguyên và Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% ở đa phần diện tích Tây Nguyên, khu vực từ Bình Định đến Bình Thuận và phần lớn diện tích Nam Bộ. Tháng III thuộc thời kỳ mùa khô ở Nam Bộ, lượng mưa trong tháng này rất nhỏ, thường chỉ dưới 10mm. Tuy nhiên, tháng III/2006, do có mưa trái mùa xảy ra ở Nam Bộ nên lượng mưa ở một số nơi lớn hơn rất nhiều so với trung bình dẫn đến tỷ chuẩn ở những nơi này cũng rất cao, cao nhất là ở Càng Long (Trà Vinh): 1650%, tiếp sau là ở Cần Thơ: 1222,2%; còn tại một số nơi khác lượng mưa rất nhỏ, như tại Cà Mau: 3,3%, có nơi không mưa như Bạc Liêu: 0%.

+ Lượng mưa tháng IV/2006 phổ biến ở khoảng từ 10 đến 200mm, trong đó đa phần diện tích cả nước có lượng mưa từ 10 đến 100mm. Riêng khu vực Tây Bắc, phần phía Tây khu vực từ Hoà Bình đến Nghệ An, Nam Tây Nguyên và Đông Nam Bộ có lượng mưa: 100 ÷ 400mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Bảo Lộc (Lâm Đồng): 282mm, tiếp sau là Sa Pa (Lào Cai): 249mm; thấp nhất là Tam Kỳ (Quảng Nam): 2mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ 25 đến 100% trên phần lớn diện tích nước ta. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% ở đa phần diện tích từ Thanh Hoá đến Thừa Thiên Huế, Phú Yên, một phần diện tích Nam Tây Nguyên và hầu hết Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Tuy Hoà (Phú Yên): 707,4%, tiếp sau là Tân Sơn Hoà (TP. Hồ Chí Minh): 375,9%; thấp nhất là ở Tam Kỳ (Quảng Nam): 3,5%.

+ Lượng mưa trong tháng V/2006 dao động chủ yếu trong khoảng từ 100 đến 400mm, riêng một vài nơi thuộc Bắc Bộ, khu vực Quảng Bình đến Đà Nẵng, Khánh Hoà, Ninh Thuận có lượng mưa nhỏ hơn 100mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 563mm, tiếp sau là Kim Bôi (Hoà Bình): 444mm;

thấp nhất là ở Nha Trang (Khánh Hoà): 24mm và Tuy Hoà (Phú Yên): 25mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ 50 đến 100% trên phần lớn diện tích cả nước. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% ở một phần diện tích Đông Bắc Bộ, Thanh Hoá, Nghệ An, một phần diện tích Bắc Tây Nguyên và phần lớn diện tích Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Thanh Hoá: 241%; thấp nhất là ở Mộc Hoá (Long An): 22,7% và Bãi Cháy (Quảng Ninh): 28%.

+ Lượng mưa tháng VI/2006 trên khu vực Bắc Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ phổ biến từ 100 đến 400mm, hầu hết Trung Bộ (từ Nghệ An đến Khánh Hoà) có lượng mưa nhỏ hơn 100mm. Ở Đông Hà (Quảng Trị) và Kỳ Anh (Hà Tĩnh) cả tháng không có mưa, Ba Đồn (Quảng Bình): 1mm và Đà Nẵng: 2mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 1357mm, tiếp sau là Sìn Hồ (Lai Châu): 552mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên hầu hết diện tích cả nước, nhất là ở Trung Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến 150% rải rác ở một vài nơi thuộc Bắc Bộ, Phan Thiết (Bình Thuận), Bà Rịa – Vũng Tàu, Tân Sơn Hoà (TP. Hồ Chí Minh) và hầu hết Tây Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Bạc Liêu: 164,6%, Mộc Hoá (Long An): 161,9%; thấp nhất là ở Đông Hà (Quảng Trị), Kỳ Anh (Hà Tĩnh): 0%, Ba Đồn (Quảng Bình): 1% và Đà Nẵng: 2%.

+ Lượng mưa trong tháng VII/2006 ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và đa phần diện tích Nam Bộ dao động chủ yếu từ 200 đến trên 600mm; hầu hết diện tích Trung Bộ và một phần diện tích Nam Bộ có lượng mưa nhỏ hơn 200 mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Tiên Yên (Quảng Ninh): 923mm, tiếp sau là Bắc Quang (Hà Giang): 914mm; nhỏ nhất là Nha Trang (Khánh Hoà): 7mm. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% trên đa phần diện tích Bắc Bộ, Tây Nguyên, một số nơi thuộc Trung Bộ và một phần diện tích Tây Nam Bộ. Lượng mưa hụt chuẩn từ dưới 50 đến 100% trên đa phần diện tích Trung Bộ và Đông Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Chiêm Hoá (Tuyên Quang): 257%, Kon Tum: 228,9%; thấp nhất là ở Nha Trang (Khánh Hoà): 18% và Ba Đồn (Quảng Bình): 30,9%.

+ Lượng mưa tháng VIII/2006 trên cả nước phổ biến nằm trong khoảng từ 200 đến trên 600mm, riêng khu vực ven biển từ Bình Định đến Khánh Hoà có TLM nhỏ hơn 100mm. Nơi có lượng mưa cao nhất trong tháng VIII là Bảo Lộc (Lâm Đồng): 937mm, tiếp sau là Đắc Nông và Phước Long (Bình Phước): 747mm; nhỏ nhất là Tuy Hoà (Phú Yên): 31mm. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% trên đại bộ phận diện tích nước ta. Lượng mưa hụt chuẩn phổ biến từ dưới 50 đến 100% ở một phần diện tích thuộc Tây Bắc, Việt Bắc, khu vực tỉnh Phú Yên và một phần diện tích Tây Nam Bộ. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Huế (Thừa Thiên Huế): 389,2% tiếp sau là ở Đà Nẵng: 293,5%; thấp nhất là ở Than Uyên (Lào Cai): 33% và Tam Đường (Điện Biên): 43,8%.

+ Tháng IX/2006, ở phía Bắc (từ Thanh Hoá trở ra) có lượng mưa chủ yếu nhỏ hơn 200mm, ở phía Nam (từ Nghệ An trở vào) có lượng mưa dao động từ 200 đến trên 500mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Nam Đông (Thừa Thiên Huế): 661mm, tiếp sau là Đắc Nông: 595mm; nhỏ nhất là Than Uyên (Lào Cai): 23mm và Mù Cang Chải (Yên Bái): 26mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% ở

hầu hết diện tích phía Bắc (từ Thừa Thiên Huế trở ra). Lượng mưa vượt chuẩn 100 đến 150% trên hầu hết diện tích phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào). Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Nam Đông: 151,4% và Đắc Nông: 144,2%; thấp nhất là ở Than Uyên (Lào Cai): 16,3% và Mù Cang Chải: 19,5%.

+ Tháng X/2006, lượng mưa trên đa phần Bắc Bộ nằm ở khoảng từ 10 đến 100mm, khu vực từ Nam Nghệ An đến Quảng Nam lượng mưa dao động từ 200 đến trên 600mm; khu vực từ Quảng Ngãi trở vào có lượng mưa từ 100 đến 400mm. Nơi có lượng mưa cao nhất là Nam Đông (Thừa Thiên Huế): 747mm, tiếp sau là Kim Cương (Hà Tĩnh): 639mm; nhỏ nhất là Sông Mã, Cò Nòi (Sơn La) và Phủ Liễn (Hải Phòng): 1mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên hầu hết diện tích cả nước, nhất là ở Bắc Bộ. Riêng khu vực Nam Trung Bộ, tháng X là tháng giữa mùa mưa, tỷ chuẩn chỉ đạt 36 đến 64% có nghĩa là lượng mưa ở đây thiếu hụt từ 36 đến 64%. Lượng mưa vượt chuẩn chỉ xảy ra ở một số nơi trên lãnh thổ với tỷ chuẩn 100 đến 150%. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Mường Tè (Lai Châu): 240,7%, Sìn Hồ (Lai Châu): 169,6%; thấp nhất là ở Phủ Liễn (Hải Phòng): 0,7% và tiếp sau là Cò Nòi (Sơn La): 1,9%.

+ Tháng XI/2006, lượng mưa trên đại bộ phận diện tích cả nước nhỏ hơn 100mm, rải rác một vài nơi thuộc phía Đông Bắc Bộ, khu vực từ Thừa Thiên Huế đến Khánh Hoà có lượng mưa dao động từ 100 đến 400mm. Trong tháng XI, nhiều nơi như Cửa Rào, Quỳnh Hợp (Nghệ An), ... không có mưa, có những nơi lượng mưa chỉ đạt 1mm như Mộc Châu (Sơn La), Quỳnh Châu (Nghệ An). Nơi có lượng mưa cao nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 405mm và sau đó là Tam Kỳ (Quảng Nam): 316mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên đại bộ phận diện tích cả nước, trong đó khu vực có lượng mưa hụt chuẩn cao hơn (tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 50%) xảy ra ở một phần diện tích thuộc phía Tây Bắc Bộ, toàn bộ khu vực Trung Bộ, Tây Nguyên và đa phần diện tích Nam Bộ. Lượng mưa vượt chuẩn ở Đông Bắc Bộ với tỷ chuẩn từ 100 đến 200%. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 396,8%, tiếp sau là ở Định Hoá (Thái Nguyên): 387,3%; thấp nhất là ở Cửa Rào và Quỳnh Hợp (Nghệ An): 0%.

+ Tháng XII/2006, trên hầu khắp khu vực từ Nghệ An trở ra và vùng Tây Nguyên có lượng mưa phổ biến từ 1 đến 40mm và có rất nhiều nơi thuộc Bắc Bộ, một vài nơi ở Tây Nguyên cả tháng không có mưa; khu vực từ Hà Tĩnh đến Bình Thuận và vùng ven biển từ Bà Rịa – Vũng Tàu đến Trà Vinh có lượng mưa từ trên 50 đến gần 800mm. Lượng mưa hụt chuẩn với tỷ chuẩn từ dưới 25 đến 100% trên đa phần diện tích cả nước, trong đó phần lớn diện tích Bắc Bộ và Tây Tây Nguyên có lượng mưa hụt chuẩn cao hơn, tỷ chuẩn chỉ từ dưới 25 đến 50%. Lượng mưa vượt chuẩn với tỷ chuẩn từ 100 đến trên 200% trên khu vực từ Hà Tĩnh đến Quảng Nam và vùng ven biển từ Bình Thuận đến Trà Vinh. Nơi có tỷ chuẩn cao nhất là ở Vũng Tàu (Bà Rịa – Vũng Tàu): 810,8%, tiếp sau là ở Phan Thiết (Bình Thuận): 390,6%; thấp nhất là rất nhiều nơi ở Bắc Bộ như Sông Mã, Cò Nòi, Yên Châu (Sơn La); Bắc Giang, Sơn Động (Bắc Giang) ... không mưa, có tỷ chuẩn bằng 0.

Diễn biến của chỉ số ẩm: Nhìn chung trong năm 2006, trên hầu khắp diện tích cả nước, chỉ số ẩm K phổ biến dao động trong khoảng từ 1 đến 4. Khu vực có

chỉ số ẩm nhỏ hơn 1 là dải ven biển từ Phú Yên đến Khánh Hòa. Nơi có chỉ số ẩm lớn nhất là Bắc Quang (Hà Giang): 6,85; tiếp sau là Trà My (Quảng Nam): 6,59; Nam Đông (Thừa Thiên Huế): 5,56. Nơi có chỉ số ẩm nhỏ nhất là Nha Trang (Khánh Hòa): 0,58; tiếp đến là Quy Nhơn (Bình Định): 0,97.

Hạn hán: Trong năm 2006, từ những tháng đầu năm cho đến những tháng cuối năm, do lượng mưa bị thiếu hụt so với trung bình nhiều năm nên tại rất nhiều nơi, tình trạng thiếu nước dẫn đến khô hạn rồi hạn hán cục bộ xảy ra liên tục (khi ở nơi này, khi ở nơi khác) rải rác ở một số tỉnh trong phạm vi cả nước. Tháng X và tháng XI theo quy luật là hai tháng có lượng mưa có thể nói là lớn nhất (các tháng giữa mùa mưa) trong năm ở Nam Trung Bộ, nhưng lượng mưa hai tháng này của năm 2006 lại rất thấp, trong khi đó các tháng này ở Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và Nam Bộ là tháng cuối, tháng kết thúc của mùa mưa, cho nên tình trạng khô hạn dẫn đến là hạn hán, ở nhiều nơi thậm chí hạn nặng xảy ra trên phạm vi cả nước. Thiệt hại do hạn hán trong năm 2006 rất lớn, nhưng đến thời điểm này chưa có con số thống kê đầy đủ.

Thông tin chi tiết về phân bố tổng lượng mưa, tỷ chuẩn lượng mưa và chỉ số ẩm trong các năm từ 2001 - 2006 được thể hiện trên các Hình I.8 - I.19 (về phân bố TLM và tỷ chuẩn năm); Hình I.20 - I.25 (về phân bố tỷ chuẩn tháng) và Hình I.26 - I.29 (về phân bố chỉ số ẩm năm) thuộc Phụ lục Chương I.

## CHƯƠNG II: PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN, XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ SỐ HẠN VÀ LỰA CHỌN CÁC CHỈ SỐ HẠN Ở VIỆT NAM

### II.1. Khái quát chung về khái niệm Hạn

Hạn là một hiện tượng khí hậu bình thường, mang tính quy luật. Nhưng nhiều khi được hiểu lầm là sự kiện hiếm thấy và ngẫu nhiên. Hạn xuất hiện hầu như ở tất cả các vùng khí hậu với các đặc trưng rất khác nhau. Hạn là một dị thường tạm thời, khác với sự khô cằn ở vùng ít mưa và là đặc tính thường xuyên của khí hậu. Hiện nay chưa có một định nghĩa thống nhất về hạn và các chỉ tiêu xác định hạn bởi lẽ sự xuất hiện của hạn ở các nơi trên thế giới rất khác nhau về tính chất hạn và tác động của hạn. Lấy ví dụ, trong tài liệu chính thức của WMO đã có khoảng 60 định nghĩa khô hạn khác nhau trong mối quan hệ giữa điều kiện khí tượng thủy văn với sản xuất nông nghiệp. Từ những năm 1980 đã có hơn 150 khái niệm khác nhau về hạn, nhưng tựu chung là tình trạng thiếu hụt mưa trong một thời gian tương đối dài. Hạn có thể được xác định thông qua các chỉ số hạn. Tuy nhiên, đa số các tác giả đều thống nhất một quan điểm:

"Khô hạn là tình trạng thiếu hụt mưa (đủ lớn) trong một thời gian tương đối dài cùng với sự tăng cao của nhiệt độ trong thời gian tương ứng. Khi đó, quá trình bốc hơi từ bề mặt đất được đẩy mạnh và tạo nên những điều kiện bất lợi cho sản xuất nông nghiệp và sự sinh trưởng của cây trồng nói chung.

Thực tế hạn hán xảy ra rất phức tạp, khái niệm về hạn phụ thuộc vào đối tượng sử dụng. Dựa vào bản chất và tác động của hạn hán mà phân ra các loại hạn như sau: Hạn khí tượng; Hạn nông nghiệp; Hạn thủy văn; Hạn kinh tế xã hội.

#### **a. Hạn khí tượng**

Hạn khí tượng được định nghĩa dựa trên mức độ khô hạn so với trung bình trong một khoảng thời gian xác định. Theo TS. Nguyễn Đức Ngữ trong tài liệu tìm hiểu về hoang mạc hoá - NXB KH&KT, HN - 2002, Hạn khí tượng là sự thiếu hụt nước trong cán cân mưa - bốc hơi. Lượng bốc hơi đặc trưng cho phần chi và lượng mưa đặc trưng cho phần thu của cán cân nước. Lượng bốc hơi đồng biến với cường độ bức xạ, nhiệt độ, tốc độ gió và nghịch biến với độ ẩm không khí nên khi nắng nhiều, nhiệt độ cao, gió mạnh, thời tiết khô thì hạn tăng.

#### **b. Hạn nông nghiệp**

Hạn nông nghiệp là các nhân tố của hạn khí tượng tác động đến hoạt động sản xuất nông nghiệp, gây hậu quả xấu ảnh hưởng đến mùa màng. Nguyên nhân chủ yếu do sự thiếu hụt lượng giáng thủy, sự khác nhau giữa thực tế và tiềm năng bốc thoát hơi, dẫn đến sự thiếu hụt lượng nước trong đất, trong các lớp hồ, ao chứa nước.

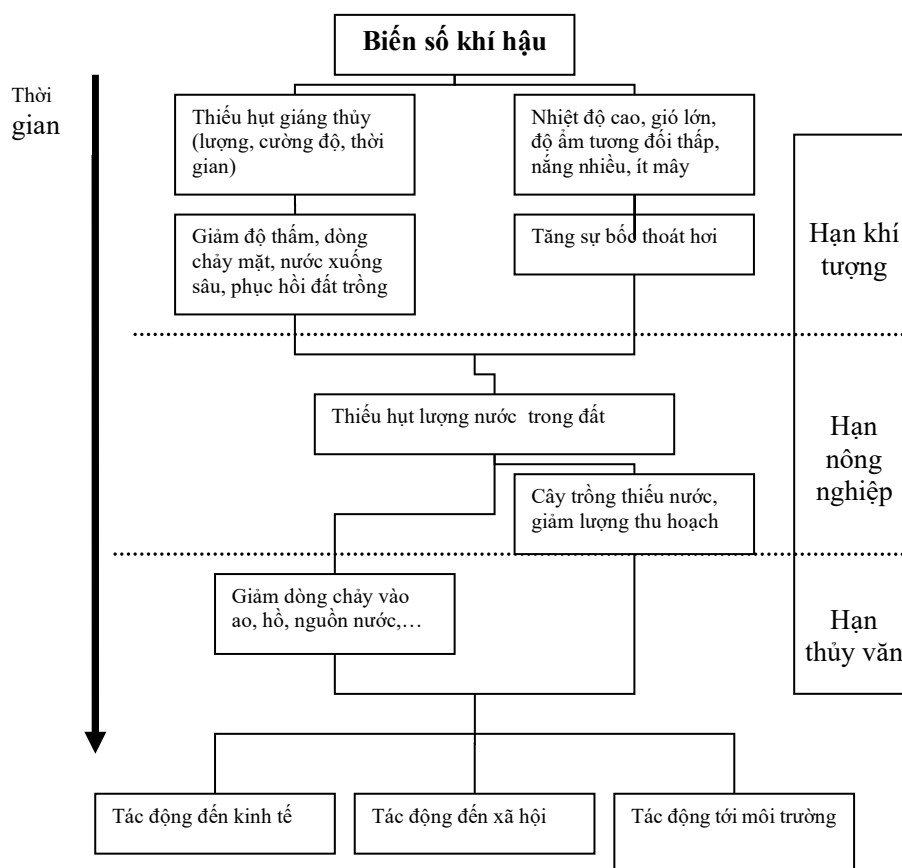
#### **c. Hạn thủy văn**

Hạn thủy văn xảy ra cùng pha với hạn khí tượng và hạn nông nghiệp. Cũng là sự thiếu hụt giáng thủy trong một thời gian dài làm cạn kiệt nước trên các sông ngòi, dòng chảy, tác động đến một số các lĩnh vực kinh tế liên quan.

#### d. Hạn kinh tế - xã hội

Hạn kinh tế - xã hội được hiểu như là nhu cầu cung cấp nước cho các hoạt động kinh tế - xã hội. Nó khác với các loại hạn nêu trên vì nó xảy ra phụ thuộc vào quá trình cung cấp nước theo không gian và thời gian.

#### e. Mối quan hệ giữa các loại hạn



Hình II.1: Sơ đồ mô tả mối quan hệ giữa các loại hạn

Khi có hạn khí tượng, nông nghiệp là nhân tố chịu ảnh hưởng đầu tiên bởi nó phụ thuộc lớn đến nguồn nước do sự điều hoà của yếu tố giáng thủy đưa tới. Lượng nước trong đất giảm nhanh, lượng nước trong các sông hồ, nguồn chứa nước bị thiếu hụt. Hình II.1 minh họa mối quan hệ giữa các loại hạn.

#### II.2. Nguyên nhân gây ra hạn hán

Có nhiều nguyên nhân gây ra hạn hán nhưng nguyên nhân đầu tiên là do lượng mưa thường xuyên ít ỏi hoặc do nhất thời thiếu hụt. Hạn hán thường bắt nguồn từ những trạng thái về mưa sau:

- Mưa rất ít, lượng mưa không đáng kể trong một thời gian dài. Đây là tình trạng phổ biến trên các vùng khô hạn và bán khô hạn.

- Lượng mưa trong một thời gian dài thấp hơn rõ rệt so với mức nhiều năm cùng kỳ. Tình trạng này có thể xảy ra trên hầu hết các vùng kể cả vùng nhiều mưa.

- Mưa không ít lắm, nhưng trong một thời gian dài nhất định trước đó không mưa hoặc lượng mưa chỉ đáp ứng yêu cầu tối thiểu của sản xuất và môi trường xung quanh.

Ngoài các nguyên nhân trên, hạn khí hậu còn do bốc hơi tăng mạnh (khi lượng mây giảm, bức xạ mặt trời tăng, do đó nhiệt độ tăng). Độ ẩm không khí giảm hay tốc độ gió tăng lên cũng làm tăng lượng bốc hơi và do đó cũng góp phần gây hạn.

El Nino là hiện tượng có tác động mạnh mẽ đến biến động khí hậu toàn cầu và là một trong những nguyên nhân hết sức quan trọng gây nên hạn hán, đặc biệt là hạn hán ở khu vực lân cận Xích Đạo Thái Bình Dương (TBD). Trong những năm có El Nino, lượng mưa giảm, nhiệt độ và bức xạ tăng làm bốc hơi tăng mạnh nên dễ bị hạn, nhất là vào vụ đông xuân. Đối với Việt Nam đây là thời kỳ ít mưa nên rất dễ gây ra hạn. Nửa phần phía Nam, trong đó có Tây Nguyên, là nơi chịu ảnh hưởng mạnh của El Nino nên dễ bị hạn trong những năm El Nino hoạt động, nhất là những năm El Nino hoạt động mạnh.

## **II.3. Phương pháp tính toán và xác định chỉ tiêu hạn hán**

### ***II.3.1. Chỉ tiêu hạn khí tượng***

Căn cứ vào bản chất của hạn khí tượng, nhiều phương pháp xác định hạn đã được đề xuất và áp dụng có hiệu quả. Tuy nhiên, mỗi phương pháp đều có một số ưu điểm, khuyết điểm và địa bàn sử dụng thích hợp. Các phương pháp này, có thể phân thành các nhóm chính:

#### ***a. Xác định hạn theo lượng mưa***

- Brounov (đầu thế kỷ XX): Hạn xảy ra khi 10 ngày liên tiếp có lượng mưa  $< 5\text{mm}$ .
- Henry (1906): Hạn xảy ra khi  $> 21$  ngày lượng mưa  $< 30\%$  lượng mưa cùng thời kỳ.
- Cole (1933): Hạn xảy ra khi  $> 15$  ngày liên tiếp không mưa.
- Bates (1935): Năm hạn, có lượng mưa  $< 75\%$  lượng mưa trung bình năm; Tháng hạn, có lượng mưa  $< 50\%$  lượng mưa trung bình tháng.
- Cơ quan nghiên cứu Anh (1936): Hạn xảy ra khi ít nhất 15 ngày liên tiếp lượng mưa trung bình ngày  $< 0,25\text{mm}$ .
- Baldwin - Wiseman: Hạn xảy ra khi ít nhất 3 tháng liên tục lượng mưa  $< 50\%$  lượng mưa trung bình nhiều năm cùng kỳ.

**Viện Khí tượng Thủy văn: Xác định một số chỉ tiêu hạn với điều kiện mưa cụ thể:**

- + Đợt hạn: ít nhất 20 ngày liên tục lượng mưa không quá 10mm, trong đó ngày mưa nhiều nhất không quá 5mm.
- + Tuần hạn: Lượng mưa tuần không quá 5mm.
- + Tháng hạn: Lượng mưa tháng không quá 10mm
- + Mùa: 30mm

*b. Xác định hạn theo tần suất hạn*

Tần suất hạn, ký hiệu  $P_t(H)$ , là tỷ số giữa M năm xảy ra sự kiện H trong N năm quan trắc sự kiện đó vào khoảng thời gian t (tuần, tháng, năm):

$$P_t(H) = \frac{M(H)_t}{N(H)_t}$$

- Sự kiện H xảy ra khi

$$R_t \leq Y$$

- Trong đó  $R_t$  là lượng mưa năm t

- Y được xác định như sau:

+ Hoặc:  $Y = \bar{R} - KS$

$\bar{R}$ : lượng mưa trung bình nhiều năm

S: độ lệch tiêu chuẩn của chuỗi số liệu  $R_t$  trong n năm với:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}$$

K: hệ số kinh nghiệm (1,2,3,...)

+ Hoặc:  $Y = C$

C là một số kinh nghiệm có ý nghĩa thực tiễn, phù hợp với hoàn cảnh sử dụng.

Chẳng hạn, ở Viện Khí tượng Thủy văn Y được quy định cho các loại hạn như sau:

Hạn tuần:  $Y = 5\text{mm}$

Hạn tháng:  $Y = 10\text{mm}$  (đối với mùa mưa)

*c. Xác định hạn theo chỉ số (hoặc hệ số) hạn (hoặc ẩm)*

Chỉ số hạn, ký hiệu là  $H_t$ , là một trị số hoặc một hàm phản ánh tương quan so sánh giữa phần chi chủ yếu ( $C_t$ ) và phần thu chủ yếu ( $T_t$ ) của cán cân nước vào thời gian t (05 ngày, 10 ngày, tháng, mùa, vụ, năm,...).

$$H_t = \frac{C_t}{T_t} \tag{1}$$

$C_t$ : Phần chi chủ yếu của cán cân nước vào thời gian t.

$T_t$ : Phần thu chủ yếu của cán cân nước vào thời gian t.

Đổi nghịch với chỉ số hạn là chỉ số ẩm  $A_t$  được xác định như sau:

$$A_t = \frac{T_t}{C_t} \tag{2}$$

Chỉ số hạn hay chỉ số ẩm mới chỉ là công cụ trắc lượng mức độ hạn. Có hạn hay không có hạn phụ thuộc vào cách thức phân định các khoảng giá trị tương ứng

với các cấp hạn.

Thông thường phần thu  $T_t$  là lượng mưa;  $C_t$  là hàm của một, hai hay nhiều yếu tố khí tượng. Sau đây là một số cách tính của một số tác giả:

1. Chỉ số ẩm theo Lang (1915)

$$A_t = \frac{R_t}{T_t} \quad (3)$$

$R_t$  là lượng mưa mm  
 $T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

2. Chỉ số ẩm theo Koppen (1918)

$$A_t = \frac{8R_t}{5T_t + 120} \quad (4)$$

$T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$   
 $R_t$  là lượng mưa mm

3. Chỉ số ẩm theo De Martonne (1926)

$$A_t = \frac{R_t}{T_t + 10} \quad (5)$$

$R_t$  là lượng mưa mm  
 $T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

4. Chỉ số ẩm theo Reidel (1928)

$$A_t = \frac{N_t(R)}{T_t + 10} \quad (6)$$

$N_t(R)$ : là số ngày mưa.  
 $T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

5. Chỉ số ẩm theo Angstrurm (1936)

$$A_t = \frac{R_t}{(1.07)^{T_t}} \quad (7)$$

$R_t$  là lượng mưa mm  
 $T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

6. Chỉ số ẩm theo Selianinob (1948)

$$A_t = \frac{R_t}{0,1 T_t} \quad (8)$$

$R_t$  là lượng mưa mm  
 $T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

7. Chỉ số ẩm theo Thornthwaite (1948)

$$A_t = \left( \frac{R}{E_p} - 1 \right) \times 100 \quad (9)$$

$E_p$  là lượng bốc hơi khả năng (mm)

$R$  là lượng mưa

#### 8. Chỉ số ẩm theo Ivanov (1948)

$$A_t = \frac{R_t}{0.0018(25 + T_t)^2(100 - r_t)} \quad (10)$$

$R_t$  là lượng mưa mm

$T_t$  là nhiệt độ tính theo  $^{\circ}\text{C}$

$r_t$  là độ ẩm (%)

#### 9. Chỉ số khô theo Budyko (1950)

$$H_t = \frac{P}{LR_t} \quad (11)$$

L: Tiềm nhiệt hoá hơi

P: Cán cân bức xạ

$R_t$ : Lượng mưa

#### 10. Chỉ số khô Penman

$$H_t = \frac{PET}{R_t} \quad (12)$$

PET là khả năng bốc hơi tính theo phương pháp Penman (mm)

$R_t$ : Lượng mưa

Cấp hạn được xác định

Cấp hạn	Chỉ số hạn
Rất ẩm ướt	< 0,5
ẩm ướt	0,5 đến 1,0
ẩm	1,0 đến 3,0
Khô hạn	3,0 đến 7,0
Hạn	> 7,0

#### 11. Chỉ số khô hạn của Ped và Selianikova

$S_i$  là chỉ số đánh giá khô hạn (trong quan hệ khí quyển - đất) trong thời kỳ  $t$  ở trạm  $i$  được xác định như sau:

$$S_i = \frac{\Delta t_i}{\sigma_T} - \frac{\Delta R_i}{\sigma_R} - \frac{\Delta Q_i}{\sigma_Q} \quad (13)$$

Trong đó  $\Delta t_i$ ,  $\Delta R_i$  và  $\Delta Q_i$  là độ lệch so với chuẩn của nhiệt độ không khí, lượng mưa và độ ẩm lớp đất bề mặt;  $\sigma_T$ ,  $\sigma_R$  và  $\sigma_Q$  là độ lệch tiêu chuẩn của chúng.

Khi đó, hạn nhẹ tương ứng với các giá trị  $S_i = 1 \dots 2$ ; Hạn trung bình tương ứng với  $S_i = 2 \dots 3$  và hạn nặng khi  $S_i \geq 3$ . Hai thành phần đầu của (13) đặc trưng cho khí

quyền còn thành phần thứ 3 đặc trưng cho cho bề mặt đất (trong mối quan hệ đối với hạn). Thông thường, người ta cũng chỉ xác định hạn khí quyền vì độ ẩm đất ít được chú ý đến trong các quan trắc thông thường. Ở Việt Nam, chỉ một số trạm khí tượng nông nghiệp quan trắc yếu tố này và cũng chỉ trong một số thời đoạn nhất định.

### 12. Chỉ số hạn GMI

Ở các nước trong khu vực nhiệt đới gió mùa, chỉ số hạn GMI được sử dụng rộng rãi.

$$GMI = W_i R_i (\%) \quad (14)$$

Trong đó  $W_i$  là hệ số trọng lượng của lượng mưa thời đoạn nào đó so với lượng mưa cả thời kỳ;  $R_i$  là lượng mưa thời đoạn đó.

Tình trạng khô hạn được xác định theo các ngưỡng của GMI như sau: Hạn vừa khi GMI đạt 21 - 40%, hạn nặng khi GMI đạt 11 - 20% và hạn nghiêm trọng khi GMI < 10%.

### 13. Chỉ số khô hạn

Dựa vào tỷ lệ giữa phần thu (lượng mưa) và phần chi (bốc hơi) của cán cân nước, ta có chỉ số khô hạn  $K_i$  như sau:

$$K_i = \frac{E_i}{R_i} \quad (15)$$

Trong đó  $E_i$  là lượng bốc hơi tiềm năng,  $R_i$  là lượng mưa cùng thời kỳ. Các chỉ tiêu cụ thể của  $K_i$  để đánh giá mức độ khô hạn phụ thuộc vào từng nơi, từng thời kỳ: Khi  $K_i \geq 1$ , thời kỳ  $i$  được gọi là thời đoạn khô; và khi  $K_i < 1$ , thời kỳ  $i$  được gọi là thời đoạn ướt.

Chỉ số khô hạn tích lũy  $K_n$  được tính như sau:

$$K_n = K_n + \sum_{i=1}^{n-1} (k_i - 1) \quad (17)$$

Chỉ số khô hạn tích lũy (ứng với thời đoạn  $n$ ) là tổng của chỉ số khô hạn thời đoạn  $n$  và phần khô vượt trội của  $n - 1$  thời đoạn trước đó. Trong chỉ số  $K_n$ ,  $n$  phản ánh số thời đoạn kéo dài tình trạng khô hạn hay thời đoạn khô hạn gay gắt nhất và  $K$  phản ánh cán cân thu chi nước của thời đoạn  $n$  cộng với ảnh hưởng của  $n-1$  thời đoạn trước đó. Thời đoạn ở đây có thể là tháng, tuần.

### 14. Chỉ số hạn phức hợp

Là hiệu của suất biến đổi nhiệt độ và suất biến đổi lượng mưa, được biểu diễn theo công thức:

$$H_t = Q_t^1 - Q_t^2 \quad (18)$$

Với 
$$Q_t^1 = \frac{\Delta T_t}{S(T)}$$

$$Q_t^2 = \frac{\Delta R_t}{S(R)}$$

Trong đó:

$\Delta T_t$ : Chuẩn sai nhiệt độ năm t;  
 $S(t)$ : Độ lệch tiêu chuẩn của nhiệt độ;  
 $\Delta R_t$ : Chuẩn sai lượng mưa năm t;  
 $S(R)$ : Độ lệch tiêu chuẩn của lượng mưa

#### 15. Chỉ số phần trăm (tỷ chuẩn)

$$TC = \frac{Rt}{\bar{R}} \times 100\% \quad (19)$$

Trong đó:  $Rt$  là lượng mưa thời kỳ t (tháng, mùa, vụ, năm,...);  $\bar{R}$  là lượng mưa trung bình nhiều năm hoặc trung bình theo thời kỳ chuẩn 30 năm cùng thời kỳ.

Chỉ số phần trăm là một cách tính toán đơn giản phù hợp với các như kiểu chương trình TV dự báo thời tiết, hay cách nhìn nhận mang tính chất quần chúng. Chỉ số này có ưu điểm là: Khá hiệu quả đối với một vùng đơn lẻ hay cho một mùa nhất định. Nhưng có nhược điểm là: Rất dễ dẫn đến hiểu sai, bài toán được đặt ra không nhất thiết phù hợp với thời tiết mà ta mong đợi (không phản ánh đúng trạng thái thời tiết).

Chỉ số phần trăm lượng giáng thủy là một trong những phương thức đơn giản nhất để đo lượng mưa của một vùng. Các phân tích sử dụng chỉ số phần trăm rất hiệu quả đối với một vùng đơn lẻ hay cho một mùa nhất định. Chỉ số phần trăm cũng rất dễ dẫn đến hiểu nhầm và đưa ra các dấu hiệu của tình trạng khác nhau, phụ thuộc vào vùng và mùa. Nó là tỉ số giữa lượng giáng thủy thực và lượng giáng thủy trung bình – tính trong khoảng 30 năm hoặc nhiều hơn nữa. Chỉ số này được tính toán cho các quy mô thời gian khác nhau. Các khoảng thời gian được sắp xếp từ một tháng tới vài tháng đặc trưng cho mùa, vụ, một năm hay cho năm mưa nhiều (water year). Trung bình giáng thủy của một vùng cụ thể được cho là 100%.

#### 16. Chỉ số hạn theo Palmer (PDSI)

Chỉ số Palmer được tính dựa trên một thuật toán xác định độ ẩm đất cho các vùng tương đối đồng nhất và được các cơ quan chính phủ của Mỹ và các Bang đều tin cậy sử dụng chỉ số Palmer để xác định bắt đầu hạn từ đó đưa ra các chương trình trợ giúp. Chỉ số này có ưu điểm là: đã được phát triển tại Liên bang Mỹ. Nhưng có nhược điểm là: Các chỉ số Palmer có thể cảnh báo hạn chậm hơn vài tháng và kém chính xác hơn đối với các vùng núi hoặc các vùng đất thường xuyên có khí hậu cực đoan (phức tạp, không rõ ràng) liên tục trong một thời gian có thể dẫn đến sai lệch. Người đề xuất chỉ số này là W.C. Palmer vào năm 1965. Nó được sử dụng để xây dựng bản đồ hàng tuần.

$$Z = K_j d = K_j (P - p) = K_j [P - (\alpha_j PE + \beta_j PR + \gamma_j PRO - \delta_j PL)] \quad (20)$$

Trong đó:

Z: Chỉ số dị thường của độ ẩm;

d: Lượng nước thiếu hụt;

P: Lượng nước thực tế;

p: Lượng nước cần được cung cấp đủ về phương diện khí hậu

$K_j$ : Hệ số của thời đoạn thứ j;

PE, PR, PRO, PL: tương ứng là lượng bốc thoát hơi, lượng nước hút được từ đất, lượng dòng chảy và lượng tổn thất;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ : tương ứng là các hệ số của các thành phần nêu trên.

#### Cấp hạn được xác định

Mức hạn	Chỉ số hạn
Bình thường	0,49 đến (- 0,49)
Bắt đầu hạn	(- 0,5) đến (- 0,99)
Hạn nhẹ	(- 1,0) đến (- 1,99)
Hạn vừa	(- 2,0) đến (- 2,99)
Hạn nặng	(- 3,0) đến (- 3,99)
Thiên tai	< - 4,0

Năm 1965, W.C.Palmer đã đưa ra chỉ số này để đo độ thiếu hụt của nguồn ẩm (Palmer, 1965). Palmer đã xây dựng chỉ số dựa trên khái niệm phân bù cần cung cấp cho phương trình cân bằng nước, lượng nước bù lại cho lượng giáng thủy thiếu hụt tại các vùng xác định. Mục đích của chỉ số Palmer (Palmer Drought Severity Index - PDSI), giống như tên gọi của nó, đã đưa ra cách thức đo điều kiện ẩm theo tiêu chuẩn, vì vậy, chỉ số được sử dụng để so sánh giữa các vùng và giữa các tháng với nhau (Palmer, 1965).

PDSI là một chỉ số hạn khí tượng, nó cho ta thấy trạng thái của thời tiết là dị thường khô hay dị thường ẩm. Hạn được đo bởi chỉ số PDSI dừng lại ở việc không tính đến dòng chảy, hồ chứa nước và các tác động thủy văn trong một thời kỳ dài, ví dụ như trạng thái của thời tiết thay đổi từ khô, bình thường đến ẩm (Karl và Knight, 1985). Chỉ số PDSI được tính toán dựa trên số liệu về lượng giáng thủy và nhiệt độ, cũng như là lượng nước có trong đất (Available Water Content - AWC). Từ số liệu đầu vào, các điều kiện cơ bản, có thể được xác định phương trình cân bằng nước, bao gồm sự bốc thoát hơi nước, sự phục hồi của đất, dòng chảy mặt, mất ẩm ở lớp bề mặt. Con người đã tác động vào phương trình cân bằng nước, như là tưới và đã không tính đến ảnh hưởng của nó. Các mô tả toàn diện về phương trình cân bằng nước có thể tìm thấy trong nghiên cứu cơ bản của Palmer (1965) và phân tích gần đây hơn của Alley (1984).

Palmer đưa ra chỉ số PDSI để tính cả khoảng thời gian hạn (hoặc ẩm). Động cơ để Palmer đưa ra chỉ số PDSI như sau: một dị thường ẩm của tháng trong một thời kỳ khô hạn dài thì sẽ không có tác động lớn tới chỉ số, hoặc là một loạt các tháng có lượng mưa gần với lượng mưa trung bình và tiếp theo là một loạt các tháng hạn thì các tháng mưa gần trung bình sẽ không có nghĩa nữa. Bởi vậy, Palmer đã đưa ra tiêu chuẩn để xác định bắt đầu và kết thúc của tình trạng khô hay ẩm, điều chỉnh chỉ số PDSI sao cho phù hợp. Palmer (1965) đã mô tả và đưa ra các ví dụ và nó cũng được mô tả chi tiết bởi Alley (1984). Gần đây, chỉ số Palmer không chỉ là một chỉ số khí tượng mà còn trở thành một chỉ số hạn thủy văn (Palmer Hydrological Drought Index - PHDI), bởi vì nó dựa trên dòng đi vào (giáng thủy), dòng đi ra, lượng tích trữ và nó không tính đến thời kỳ dài (Karl và Knight, 1985).

Năm 1989, Heddinghaus và Sabol, (1991) đã tiến hành cải tiến chỉ số PDSI. Chỉ số PDSI mới khác với chỉ số PDSI cũ ở giai đoạn chuyển đổi giữa trạng thái khô và trạng thái ướt.

Từ năm 1985 đến nay, Trung tâm số liệu khí hậu quốc gia Hoa Kỳ đã tính toán chỉ số PDSI cho hàng tháng và thời kì dài đối với trường hợp có sự khác thường ở tại các phân vùng khí hậu của Liên bang Mỹ. Hơn nữa, các chỉ số Palmer hàng tuần (thực tế là giá trị PDSI đã được sửa đổi) đã được tính cho các phân vùng khí hậu theo từng biến động của mùa và nó xuất hiện trên **Bản tin hàng tuần về thời tiết và mùa**. Bản đồ về chỉ số Palmer hàng tuần đều được xuất hiện trên trang web từ Trung tâm dự báo khí hậu.

[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/regional\\_monitoring/palmer.gif](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/regional_monitoring/palmer.gif)

Chỉ số Palmer là một chỉ số phổ biến và được sử dụng rộng rãi tại Liên bang Mỹ. Nó là phương thức đo các điều kiện ẩm có hiệu quả tốt nhất, như là trong nông nghiệp (Willeke, 1994). Nó cũng là một công cụ hữu dụng để quản lý hạn và nó cũng được sử dụng để cảnh báo hạn (Willeke, 1994). Alley (1984) đã xác định ba đặc điểm phổ biến của chỉ số Palmer: (1) Với một phương thức đo dị thường thời tiết gần với thời điểm hiện tại cho một vùng nhất định, chỉ số này đã giúp cho các nhà quản lý đưa ra các quyết định. (2) Chỉ số này còn cho chúng ta thấy các điều kiện thời tiết trước đây của vùng. Và cuối cùng, (3) chỉ số cho ta thấy các đặc trưng theo không gian và thời gian của các thời kì hạn hán trước đây. Một vài Bang, trong đó có cả New York, Colorado, Idaho và Utah, sử dụng chỉ số Palmer như là một phần của hệ thống quản lý hạn của họ.

Sau đây là một số hạn chế nhất định khi sử dụng chỉ số Palmer và một số đã được mô tả chi tiết trong các bài viết của Alley (1984) và Karl và Knight (1985). Các hạn chế của chỉ số Palmer là:

- Các giá trị xác định số lượng và cường độ của hạn là dấu hiệu của sự bắt đầu và kết thúc hạn hay tình trạng ẩm, nó dựa trên các nghiên cứu chủ quan của Palmer tại Trung tâm Ilowa và phía Tây Kansas và một chút kĩ thuật cao.
- Chỉ số Palmer bị ảnh hưởng lớn bởi lượng nước chứa trong mỗi loại đất (AWC). Bởi vậy, việc áp dụng chỉ số Palmer cho phân vùng khí hậu có lẽ là quá chung chung.
- Việc sử dụng hai lớp đất để tính toán cân bằng nước đã đơn giản hóa quá trình và như vậy sẽ làm cho việc mô tả một vùng không được chính xác.
- Tuyết rơi, tuyết phủ và các vùng đất đóng băng đã không được tính đến trong chỉ số này. Tất cả giáng thủy được xem như là mưa, vì vậy mà tính toán thời gian theo chỉ số PDSI và PHDI có lẽ là không đúng trong các tháng mùa đông và mùa xuân ở các vùng có tuyết.
- Thời gian trễ từ khi giáng thủy rơi đến khi có dòng chảy mặt xuất hiện đã không được tính đến. Thêm vào đó, trong mô hình không có dòng chảy mặt ngay từ đầu mà chỉ cho đến khi khả năng chứa nước ở bề mặt và các lớp đất gần bề mặt không thể chứa được (full), do vậy mà không thể đánh giá đúng mức về dòng chảy mặt

(runoff).

- Tiềm năng bốc thoát hơi được thiết lập dựa trên phương thức của Thornthwaite. Nó là một phương thức kỹ thuật đã được thừa nhận, nhưng nó vẫn chỉ là một phương thức xấp xỉ.

Một vài các nhà nghiên cứu khác đưa ra thêm những hạn chế của chỉ số Palmer. McKee (1995) cho rằng chỉ số PDSI được sử dụng trong Bộ Nông nghiệp, nhưng nó không mô tả chính xác các tác động tới thủy văn trong các đợt hạn dài. Hơn nữa, chỉ số Palmer được áp dụng trong các Bang của nước Mỹ, nhưng có rất ít nơi khác sử dụng chỉ số này (Kogan, 1995). Smith (1993) cho rằng chỉ số này không tốt cho các vùng có sự biến đổi lớn về lượng mưa hoặc dòng chảy mặt. Ví dụ như ở Úc hay Nam Phi. Một mặt yếu khác của chỉ số Palmer là sự phân loại "hạn nặng" và "thiên tai" xảy ra ở một vài vùng trong cả nước với tần xuất lớn hơn so với các chỉ số khác (Willeke, 1994).

### 17. Chỉ số phân mười (Deciles)

Nhóm giáng thủy xảy ra hàng tháng vào “deciles” xác định lượng mưa thấp hơn so với trung bình 20%. Đây là một phương thức đo giáng thủy thống kê chính xác. Tuy nhiên, để tính toán chính xác cần phải có số liệu khí hậu trong một thời gian dài. Chỉ số này do Gibbs và Maher đề xuất vào năm 1967.

<b>Bảng phân loại chỉ số Decile</b>	
Decile 1 – 2 : Mức nhỏ hơn 20%	Thấp hơn rất nhiều so với trung bình
Decile 3 – 4: Mức gần 20%	Dưới mức trung bình
Decile 5 – 6: Mức tại 20%	Gần với trung bình
Decile 7 – 8: Mức cao hơn 20%	Trên mức trung bình
Decile 9 – 10: Mức cao hơn nhiều 20%	Trên trung bình nhiều

### 18. Chỉ số chuẩn hoá giáng thủy

Chỉ số chuẩn hoá giáng thủy (SPI) là một chỉ số tương đối mới dựa trên cơ sở xác suất lượng giáng thủy trong một thời gian nào đó do McKee T. B., Doesken N. J. và Kleist J., Đại học Tổng hợp Bang Colorado đề xuất năm 1993. Nó được tính toán đơn giản bằng sự chênh lệch của lượng giáng thủy thực tế  $R$  (tổng lượng mưa tuần, tháng, mùa, vụ thực tế) so với trung bình nhiều năm và chia cho độ lệch chuẩn  $\sigma$ :

$$SPI = \frac{R - \bar{R}}{\sigma} \quad (23)$$

Chỉ số SPI là một chỉ số không thứ nguyên: các giá trị của SPI mang dấu âm

thì nó chỉ ra hạn hán, còn mang giá trị dương tức là chỉ ra tình trạng thừa ẩm.

Do sự phân bố của giáng thủy đối với các qui mô thời gian nhỏ hơn một năm không phải là một phân bố chuẩn, vì vậy để hiệu chỉnh nó về phân bố chuẩn ta dùng công thức (23) đơn giản hay để tính toán chi tiết cần thực hiện Các bước tính toán chỉ số SPI như sau:

- Trước tiên phải hiệu chỉnh sự phân bố giáng thủy tới một hàm phân bố mật độ xác suất chuẩn Gama. Phân bố Gama được xác định bằng hàm mật độ tần số hay xác suất:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}$$

Trong đó các tham số  $\alpha$  và  $\beta$  của hàm mật độ xác suất Gama ước lượng cho mỗi trạm và cho mỗi qui mô thời gian (3 tháng, 6 tháng, 12 tháng ...), và cho mỗi tuần của năm. Các chỉ số  $\alpha$  và  $\beta$  được ước lượng tối ưu như sau:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

với  $A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$ , trong đó  $x$  là lượng giáng thủy và  $n$  là số các quan sát giáng thủy.

- Các tham số sau đó được dùng vào việc xác định xác suất tích lũy :

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

cho  $t = x/\beta$  khi đó phương trình trở thành:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

Ta thấy rằng, đối với  $x = 0$  và phân bố giáng thủy có thể chứa cả số 0 thì xác suất tích lũy trở thành:

$$H(x) = q + (1 - q) G(x)$$

với  $q$  là xác suất tại điểm giáng thủy = 0.

- Cuối cùng, xác suất tích lũy được biến đổi tới biến ngẫu nhiên chuẩn hóa  $Z$  với giá trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng 1, và  $Z$  chính là giá trị SPI.

$$Z = SPI = -\left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right)$$

đối với  $0 < H(x) \leq 0.5$

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right)$$

đối với  $0.5 < H(x) \leq 1.0$

Trong đó,  $t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)}$  đối với  $0 < H(x) \leq 0.5$

$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - H(x))^2}\right)}$  đối với  $0.5 < H(x) \leq 1.0$

và các hằng số được cho như sau:

$$c_0 = 2.515517$$

$$c_1 = 0.802853$$

$$c_2 = 0.010328$$

$$d_1 = 1.432788$$

$$d_2 = 0.189269$$

$$d_3 = 0.001308$$

Để đánh giá mức độ hạn hán ta phải so sánh các giá trị của SPI với các ngưỡng của bảng phân loại hạn hán như sau:

Các giá trị của SPI	Phân loại
$\geq 2$	Cực kỳ ẩm ướt
1,5 to 1,99	Rất ẩm ướt
1,0 to 1,49	Tương đối ẩm ướt
0,99 to -0,99	Gần chuẩn
-1,0 to -1,49	Tương đối khô
-1,5 to -1,99	Khô nặng
$\leq -2$	Cực kỳ khô

ChỖ sè SPI dựa trên khả năng có giáng thủy cho các khoảng thời gian bất kỳ; được các nhà hoạch định và nghiên cứu đánh giá cao tính đa dụng của nó; có thể tính cho các khoảng thời gian khác nhau (3, 6, 12, 24, 48 tháng); có khả năng đưa ra cảnh báo sớm về hạn; giúp ước tính mức độ hạn và ít phức tạp hơn chỉ số Palmer. Hạn xảy ra trong thời gian SPI âm và cường độ đạt tới -1.0 hoặc nhỏ hơn, hạn kết thúc khi SPI trở lại dương.

Ngoài ra ra còn nhiều chỉ số khô hạn khác được xác định theo lượng mưa, tần suất hoặc các yếu tố khí tượng khác,... Mỗi chỉ số hạn có những ưu điểm đáng kể.

Trong nội dung của đề tài "Nghiên cứu và xây dựng công nghệ dự báo và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam", chúng tôi đã sử dụng khá nhiều công thức tính chỉ số hạn ở trên, từ đơn giản đến phức tạp để tìm ra hình ảnh mô phỏng tình hình hạn hán ở Việt Nam một cách rõ nét nhất. Do đó, chúng tôi đã xây dựng bộ cơ sở dữ liệu về các chỉ số hạn tính toán được, đồng thời đưa ra hình ảnh minh họa về tình hình hạn

hạn ở Việt Nam thông qua các chỉ số hạn được lựa chọn trên bản đồ vào các năm đặc biệt như thời kỳ El Nino 1882/83 và 1997/98.

Tham khảo các nghiên cứu về hạn của GS. TSKH. Nguyễn Đức Ngữ và GS. TS. Nguyễn Trọng Hiệu (Khí hậu và tài nguyên khí hậu Việt Nam) dựa theo chỉ số khô hạn tháng, năm và tần suất hạn tháng cho rằng, trên lãnh thổ Việt Nam hình thành 8 khu vực có mùa khô hạn khác nhau:

- Tây Bắc Bộ: Hạn nặng trong mùa Đông và hạn nhẹ trong mùa Xuân;
- Đông Bắc Bộ: Hạn nặng trong mùa Đông;
- Đồng bằng Bắc Bộ: Hạn nặng trong mùa Đông;
- Bắc Trung Bộ: Hạn nặng trong mùa Hè;
- Nam Trung Bộ: Hạn nặng trong mùa Xuân và mùa Hè;
- Cực Nam Trung Bộ: Hạn rất nặng vào mùa Đông, mùa Xuân;
- Tây Nguyên: Hạn rất nặng vào mùa Đông, mùa Xuân;
- Đồng bằng Nam Bộ: Hạn rất nặng vào mùa Đông, mùa Xuân.

Cũng theo nghiên cứu của các tác giả trên, dựa vào lượng mưa tháng để phân thành mùa mưa và mùa ít mưa trên mỗi vùng khí hậu. Tiêu chí để phân biệt mùa mưa là một chuỗi tháng liên tục, có lượng mưa trung bình tháng không dưới 100 mm, trong đó tháng thứ nhất là tháng bắt đầu, tháng có trị số lớn nhất là tháng cao điểm và tháng cuối cùng là tháng kết thúc mùa mưa. Như vậy, mùa ít mưa là những tháng còn lại trong năm. Với quan niệm đó, các tác giả đã đưa ra bảng mùa mưa trên các khu vực khí hậu Việt Nam như trong Bảng II.1.

### **II.3.2. Chỉ tiêu hạn nông nghiệp**

Hạn nông nghiệp được đặc trưng bởi lượng nước trong đất và trạng thái sinh trưởng của cây trồng. Ngoài lượng mưa, nhiệt độ và độ ẩm, hàm lượng nước trong đất cũng là một trong những chỉ tiêu chủ yếu về hạn khí tượng nông nghiệp. Các chỉ tiêu hạn nông nghiệp được thể hiện thông qua các chỉ số sau:

#### **1. Chỉ số Koloskov (1925)**

$$A_t = \frac{R}{\sum T_t}$$

Trong đó

R: lượng mưa thời gian sinh trưởng

$\sum T_t$  : tổng nhiệt độ thời gian sinh trưởng

#### **2. Chỉ số Bova (1941)**

$$A_t = \frac{10(P + R)}{\sum T_o}$$

Trong đó

P: lượng ẩm hữu hiệu ở độ sâu 100cm trong mùa xuân

R: tổng lượng mưa trong mùa xuân

$\sum T_o$ : tổng nhiệt độ trên 0°C

### 3. Chỉ số Prescott

$$A = \frac{R}{D^{0.7}(e)}$$

Trong đó

R: lượng mưa

D: lượng ẩm thiếu hụt

### 4. Chỉ số Sly (1970)

$$A = \frac{R}{R + P + IR}$$

Trong đó

R: lượng mưa thời gian sinh trưởng

P: lượng ẩm hữu hiệu trong đất đầu thời gian sinh trưởng

### 5. Lượng nước hữu hiệu trong đất

$$S = 0,1 (W - W_w).s.H$$

Trong đó

S: lượng nước hữu hiệu trong đất (mm)

W: độ ẩm đất (%)

W<sub>w</sub>: độ ẩm khô héo (%)

s: tỷ trọng đất

H: độ dày tầng đất

### 6. Chỉ tiêu nước của cây trồng nông nghiệp

Từ thập kỷ 60 Trung Quốc sử dụng chỉ tiêu:

$$D = (P - R_o + \rho_o + R_g) / (W_o + \rho_n + \rho_p)$$

Trong đó

D: chỉ tiêu về nước của cây trồng cuối thời kỳ sinh trưởng

P: lượng mưa thời kỳ sinh trưởng của cây trồng

R<sub>o</sub>: lượng mưa không có hiệu quả (lượng dòng chảy và lượng mưa thấm xuống đất ở tầng sâu)

$\rho_o$ : lượng nước trong tầng đất có rễ cây đầu thời kỳ sinh trưởng

$\rho_p$ : lượng nước trong đất được tăng thêm khi tăng 1mm nước mưa

R<sub>g</sub>: lượng nước ngầm cung cấp cho cây trồng

W<sub>o</sub>: lượng bốc thoát hơi

$\rho_n$ : lượng nước chứa trong đất thích hợp cho sự sinh trưởng bình thường của cây trồng

Hạn xuất hiện khi  $D < 0,5$

### *7. Chỉ số ẩm mùa (CMI)*

Bắt nguồn từ chỉ số Palmer, chỉ số ẩm mùa vụ (Crop Moisture Index - CMI) phản ánh lượng ẩm cung cấp trong một thời đoạn ngắn ở các vùng đất trồng rộng lớn theo vụ mùa và nó không được dùng để đánh giá các đợt hạn dài. Nó có ưu điểm là: Nhận biết được khả năng hạn nông nghiệp. CMI do W.C. Palmer đề xuất năm 1968 và được sử dụng để xây dựng bản đồ hạn nông nghiệp hàng tuần

Bảng II.1: Mùa mưa và ít mưa trên các khu vực ở Việt Nam

Khu vực	Mùa mưa				Mùa ít mưa		
	Bắt đầu	Cao điểm	Kết thúc	Kéo dài	Bắt đầu	Kết thúc	Kéo dài
Tây Bắc	IV, V	VII, VIII	IX, X	5 - 7	X, XI	III, IV	7 - 5
Đông Bắc	IV, V	VII, VIII	IX, X	5 - 7	X, XI	III, IV	7 - 5
ĐB Bắc Bộ	IV, V	VII, VIII	X	6 - 7	XI	III, IV	6 - 5
Bắc TB	V, VI	IX	X, XI	6 - 7	XI, XII	IV, V	6 - 5
Nam TB	VIII, IX	X, XI	XII	4 - 5	I	VII, VIII	8 - 7
Cực Nam TB	V	VII, VIII, IX	X	6	XI	IV	6
Tây Nguyên	IV, V	VIII, IX, X	X, XI	6 - 8	XI, XII	III, IV	6 - 4
ĐB Nam Bộ	V	VIII, IX, X	XI	7	XII	IV	5

Bảng II.2. Một số chỉ số ẩm và các ngưỡng giá trị dùng để xác định hạn nông nghiệp ở các nước trên thế giới

1	a) Chỉ số Kôloskov (1971): $K = \Sigma R / \Sigma (E - e)$ ; $\Sigma R$ - Tổng lượng mưa thời kỳ tính; $\Sigma (E - e)$ - Tổng lượng độ hụt bão hoà thời kỳ tính
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $K \leq 1,5$ ; Bắt đầu hạn
	b) Chỉ số Kôloskov (1925): $K = \Sigma R / \Sigma t / 100$ ; $\Sigma R$ - Tổng lượng mưa thời kỳ tính; $\Sigma t$ - Tổng nhiệt độ thời kỳ tính
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ trong mùa khô
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $K \leq 1,5$ ; Bắt đầu hạn
2	Chỉ số Prescott: $K = 0,38 P / E^{0,7}$ ; P- Lượng mưa (mm) hoặc lượng nước tưới thời đoạn tính; E - Lượng bốc hơi thời đoạn tính.
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $K < 0,5$ : Bắt đầu hạn; $K \geq 0,54$ : đủ ẩm để bắt đầu và duy trì sự sinh trưởng của cây trồng; $K \leq 0,74$ : Không cần tưới;
3	Hệ số thủy nhiệt Selianynop (HTC): $\Sigma R / 0,1 \Sigma t > 10$ : $\Sigma R$ - Tổng lượng mưa thời kỳ tính; $\Sigma X$ - Tổng nhiệt độ $> 10^{\circ}\text{C}$ thời kỳ tính
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $K < 0,4$ : Hạn rất nặng; $0,4 < K < 0,5$ : Hạn nặng; $0,5 < K < 0,6$ : Hạn vừa; $0,6 < K < 0,8$ : Hạn nhẹ; $0,8 < K < 1,0$ : bắt đầu khô

4	Chỉ số Sazanop (SAI): $SAI_i = (\Delta T_i / \sigma_i) - (\Delta R_i / \sigma R_i)$ ; $\Delta T$ : Chuẩn sai nhiệt độ thời kỳ i; $\sigma T$ : Độ lệch chuẩn nhiệt độ thời kỳ i; $\Delta R$ : Chuẩn sai lượng mưa thời kỳ i; $\sigma R$ : Độ lệch tiêu chuẩn lượng mưa thời kỳ i.
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: < 1,0: Không khô hạn; > 1,0: Khô hạn; > 2,0: Hạn nặng
5	Chỉ số sẵn có ẩm (MAI): $R_{75\%} / PET$
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: < 0,33: Rất thiếu ẩm; 0,33 - 0,67: Thiếu vừa phải; 0,68 - 1,00: Hơi thiếu ẩm; 1,01 - 1,33: Khá ẩm; > 1,33: Quá ẩm
6	Chỉ số ẩm (Cocheme và Franguin, 1967): $R/PET$ ; R- Lượng mưa thời kỳ tính (mm); PET- Bốc thoát hơi tiềm năng.
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $R > PET$ - Thời kỳ ẩm ướt; $PET > R > PET/2$ - Thời kỳ ẩm; $PET/2 > R > PET/4$ - Thời kỳ khô vừa phải; $PET/4 > R > PET/10$ - Thời kỳ khô; $R < PET/10$ - Thời kỳ rất khô
7	Chỉ số Bôva (1941): $K = 10(H+Q)/\Sigma t$ ; H - Độ ẩm hữu hiệu (mm) độ sâu 0-100cm (0-30 mm); Q - Lượng mưa; t - Nhiệt độ
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $K \leq 0,8$ : Hạn khắc nghiệt; $0,8 \leq K \leq 1,5$ : Hạn; $1,5 \leq K \leq 2,0$ : Hạn vừa phải; $2,0 \leq K \leq 3,0$ : Điều kiện ẩm tối ưu; $K > 3,0$ : Quá ẩm
8	Chỉ số hạn đất (Sd): $Sd = 0,1 (W - Wh) * K * H$ ; Sd - Độ ẩm hữu hiệu của tầng đất (mm,%); W- Độ ẩm đất (%); Wh - Độ ẩm khô héo (%); K - Dung khối của đất ( $g/cm^3$ ); H- Độ dày tầng đất (cm)
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: < 50%: Bắt đầu hạn; < 40%: Hạn nhẹ; < 30%: Hạn vừa phải; < 20%: Hạn nặng; < 10%: Hạn rất nặng
9	Chỉ số ẩm cây trồng (CMI): $CMI = (ETa - PET)$ ; ETa: Bốc thoát hơi thực tế tính theo nhiệt độ, mưa tuần và độ ẩm đất ở lớp đất bề mặt và các lớp phía dưới; PET-Bốc thoát hơi tiềm năng
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: > 3,5: Quá ẩm; 2,5-3,49: ẩm nghiêm trọng; 1,0-2,49: ẩm nhẹ đến vừa; -1,24÷0,99: Gần như bình thường; -1,99÷-1,25: Hạn nhẹ đến vừa; -2,74÷-2,0: Hạn khắc nghiệt; ≤-2.75: Hạn rất khắc nghiệt
10	Chỉ số thỏa mãn nước (WSI): $WSI = 100(1 - \Sigma  D  / WR)$ ; WSI - Chỉ số thỏa mãn nước (%); D- Độ thiếu hụt nước trong đất, mm/tuần, tháng; WR- Nhu cầu nước tối đa trong tuần (tháng).
	Thời đoạn tính: Tuần, tháng, vụ
	Ngưỡng giá trị của chỉ tiêu: $WSI = 100$ - Năng suất cây trồng tốt; $WSI = 50$ - Năng suất cây trồng kém hoặc mất mùa.

### II.3.3. Chỉ tiêu hạn thủy văn

Hạn thủy văn được đặc trưng bằng sự suy giảm dòng chảy sông và thiếu hụt các nguồn nước mặt và nước ngầm.

Các chỉ tiêu thủy văn tiêu biểu bao gồm:

#### 1. Cán cân nước:

$$W = G - L$$

Trong đó:

W: lượng nước có trong hệ thống; G: lượng nước đến; L: lượng nước tổn thất.

#### 2. Tỷ số thiếu hụt dòng chảy

Để xem xét mức độ thiếu hụt hay dư thừa dòng chảy trong các thời kỳ, có thể dùng tỷ số dưới đây:

$$K_{th} = \frac{Q_i - Q_{tb}}{Q_{tb}} 100\%$$

Trong đó:  $Q_i$ : Lượng trung bình trong thời đoạn thứ  $i$  của năm nào đó;

$Q_{tb}$ : Giá trị lưu lượng trung bình trong thời kỳ nhiều năm của thời đoạn tương ứng.

#### 3. Chỉ số hạn

- Hệ số khô

$$K_{kh} = (1 - \frac{R}{E})$$

Trong đó:

$K_{kh}$ : hệ số khô; R: lượng mưa; E: lượng bốc hơi khả năng.

- Hệ số cạn

$$K_c = (1 - \frac{Q_i}{Q_j}) \frac{Q_j}{Q_o}$$

Trong đó:

$K_c$ : hệ số cạn;  $Q_i$ : lưu lượng thời đoạn  $i$  của năm  $j$ ;  $Q_j$ : lưu lượng năm  $j$ ;

$Q_o$ : lưu lượng trung bình nhiều năm.

- Hệ số hạn (chỉ số hạn)

$$K_h = \sqrt{K_{kh} \cdot K_c}$$

Trong đó:

$K_h$ : hệ số hạn

Có thể phân định 3 cấp hạn theo  $K_h$

Hạn nhẹ:  $K_h < 0,6$ ;

Hạn vừa:  $0,6 \leq K_h \leq 1$ ;

Hạn nặng:  $K_h > 1$

#### 4. Chỉ số cung cấp nước bề mặt (SWSI)

$$SWSI = \frac{aP_{snow} + bP_{rain} + cP_{strm} + dP_{resv} - 50}{12}$$

Trong đó: a, b, c, d là các trọng số đối với các thành phần tuyết, mưa, dòng chảy mặt và dung tích hồ chứa trong cân bằng nước lưu vực ( $a+b+c+d=1$ );  $P_{snow}$ ,  $P_{rain}$ ,  $P_{strm}$  và  $P_{resv}$  là xác suất (%) không vượt quá của các thành phần cân bằng nước tương ứng ( $P(X \leq A)$ ).

Bảng phân cấp hạn theo SWSI như sau:

Giá trị SWSI	Tình trạng cấp nước
$\leq -4,0$	Hạn cực nặng
$-4,0 \div -3,0$	Hạn rất nặng
$-2,9 \div -2,0$	Hạn vừa
$-1,9 \div -1,0$	Hơi khô
$-0,9 \div 0,9$	Gần như bình thường
$1,0 \div 1,9$	Hơi ẩm
$2,0 \div 2,9$	Âm vừa
$3,0 \div 4,0$	Rất ẩm
$\geq 4,0$	Cực ẩm

Với một nơi có núi phủ đầy tuyết như ở bang Colorado thì chỉ số cung cấp nước bề mặt (Surface Water Supply Index - SWSI) được tạo ra để bổ sung cho chỉ số Palmer, nó như là chìa khoá giải quyết vấn đề nguồn nước ở đây; chỉ số này được tính toán ở lưu vực sông, dựa trên tuyết đóng băng, dòng chảy, giáng thủy và hồ chứa nước. Nó có ưu điểm là: Mô tả các tình trạng cung cấp nước chỉ duy nhất tới mỗi lưu vực. Nhưng nhược điểm là: Thuật toán mới được tính toán bằng cách thay đổi số liệu thu được của trạm hay phụ thuộc vào việc quản lý nước, và chỉ số này chỉ dùng cho một lưu vực và đó cũng chính là hạn chế so với việc sử dụng cho nhiều lưu vực. SWSI do Shafer và Dezman đề xuất vào năm 1982.

#### 5. Chỉ số tái khô hạn (RDI)

Giống như chỉ số SWSI, chỉ số tái khô hạn (Reclamation Drought Index - RDI) được tính cho lưu vực sông, sử dụng nhiệt độ, giáng thủy, tuyết đóng băng, dòng chảy, và các lớp của hồ chứa là đầu vào. RDI được sử dụng nhiều ở Bang Oklahoma như một phần của kế hoạch hạn. Nó có ưu điểm là: Bao gồm cả thành phần nhiệt độ, và chỉ số này cũng tính cho sự bốc hơi. Nhưng nhược điểm là: Chỉ tính cho một lưu vực, không so sánh được giữa các lưu vực khác với nhau. RDI do Cục giảm tác hại của hạn đề xuất như là thông tin cảnh báo hạn khẩn cấp.

Bảng phân cấp hạn theo RDI như sau:

Giá trị RDI	Tình trạng cấp nước
$\leq -4,0$	Hạn nặng
$-1,5 \div -4,0$	Hạn vừa
$0 \div -1,5$	Hạn nhẹ
$1 \div 1,5$	Hơi ẩm
$1,5 \div 4,0$	Ẩm vừa
$\geq 4,0$	Cực ẩm

## II.4. Mối quan hệ giữa các loại hạn

### II.4.1. Phương trình cân bằng nước

Cân bằng nước phản ánh quy luật biến đổi của nước trong tự nhiên và do đó tạo nên mối quan hệ giữa các yếu tố khí hậu với các yếu tố mặt đệm (địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thực vật, mạng lưới thủy địa lý...).

Trên cơ sở định luật bảo toàn vật chất, nguyên lý cân bằng nước được hiểu như sau: hiệu số giữa tổng lượng nước chảy vào ( $\Sigma Q_v$ ) với tổng lượng nước chảy ra ( $\Sigma Q_r$ ) khỏi một vùng trong một thời đoạn nào đó bằng sự biến đổi của lượng trữ nước của vùng đó trong cùng thời đoạn ( $\Delta S$ ), tức là:

$$\Sigma Q_v - \Sigma Q_r = \Delta S \quad (4.1)$$

Từ đó, phương trình cân bằng nước dạng tổng quát cho một vùng trong một thời đoạn nào đó được viết như sau:

$$(X - C + Q_{v,m} + Q_{v,ng} + Q_{v,lc}) - (E_{bth} + Q_{r,m} + Q_{r,ng} + Q_{r,lc} + Q_{cc}) = S_2 - S_1 \quad (4.2)$$

Trong đó:

X: Lượng mưa rơi trong vùng;

C: Lượng nước ngưng kết;

$Q_{v,m}$ : Lượng nước mặt chảy vào vùng;

$Q_{v,ng}$ : Lượng nước ngầm chảy vào vùng;

$E_{bth}$ : Lượng bốc thoát hơi bao gồm lượng bốc hơi từ mặt đất ( $E_d$ ), từ mặt nước ( $E_n$ ) và thoát hơi thực vật ( $E_{th}$ );

$Q_{r,m}$ : Lượng nước mặt chảy ra khỏi vùng;

$Q_{r,ng}$ : Lượng nước ngầm chảy ra khỏi vùng;

$Q_{cc}$ : Lượng nước cung cấp cho các ngành sử dụng;

$S_1$ : Lượng nước trữ tại đầu thời đoạn tính toán;

$S_2$ : Lượng nước trữ tại cuối thời đoạn tính toán.

Sự biến đổi của lượng trữ nước trong vùng  $\Delta S$  ( $S_2 - S_1$ ) bao gồm các thành phần dưới đây:

- 1  $\Delta M_{100}$ : Biến đổi của lượng nước trong tầng đất mặt dày 1 m;
- 2  $\Delta V_{ng}$ : Biến đổi của lượng nước ngầm;
- 3  $\Delta V_s$ : Biến đổi của lượng nước trong mạng lưới sông suối;
- 4  $\Delta V_h$ : Biến đổi của lượng nước trữ trong ao hồ, hồ chứa, đầm lầy;
- 5  $\Delta V_{đr}$ : Biến đổi của lượng nước trữ trong đồng ruộng.

$$\text{Vậy:} \quad \Delta S = \Delta M_{100} + \Delta V_{ng} + \Delta V_s + \Delta V_h + \Delta V_{đr} \quad (4.3)$$

Đối với lưu vực sông khép kín (tức đường phân chia nước mặt trùng với đường phân chia nước ngầm) không có lượng nước mặt và nước ngầm chảy vào tức  $Q_{v,m} = 0$  và  $Q_{v,ng} = 0$ . Vậy, phương trình cân bằng nước lưu vực sông khép kín có dạng như sau:

$$X - Q - E = \Delta S \quad (4.4)$$

Trong đó:

Q: Dòng chảy sông suối do mưa sinh ra trong lưu vực chảy ra khỏi mặt cắt cửa ra, bao gồm thành phần dòng chảy mặt  $Q_m$  và dòng chảy ngầm  $Q_{ng}$ .

E: Lượng bốc thoát hơi đã khấu trừ lượng nước ngưng kết ( $E = E_{bth} - C$ ).

Trong trường hợp có lượng nước từ lưu vực lân cận chảy vào ( $Q_{cv}$ ) và lượng nước được lấy cung cấp cho các nhu cầu dùng nước, thì phương trình (4.4) được viết như sau:

$$X + Q_{cv} - Q - E - Q_{cc} = \Delta S \quad (4.5)$$

Trong trường hợp lưu vực sông không khép kín, thành phần dòng chảy ngầm do mưa sinh ra trên lưu vực không hoàn toàn chảy ra khỏi lưu vực mà chỉ có một phần ( $Q_{ng}$ ) chảy qua mặt cắt, phương trình (4.5) được viết như sau:

$$X - Q_m - Q_{ng} - E = \Delta S \quad (4.6)$$

Từ các phương trình cân bằng nước nêu trên có thể nhận thấy một số thành phần cân bằng nước được sử dụng để tính toán chỉ số hạn (khí tượng, nông nghiệp, thủy văn) và do đó, các chỉ số hạn khí tượng, nông nghiệp và thủy văn có mối quan hệ nhất định với nhau.

Như trên đã nêu, hạn hán là một hiện tượng tự nhiên, xảy ra do sự dị thường về khí tượng, dẫn đến không có mưa, hay mưa ít trong một thời gian dài, thêm vào đó là nắng nóng, lượng bốc thoát hơi lớn và xảy ra hạn khí tượng.

Sự thiếu hụt nước mưa và gia tăng lượng bốc hơi sẽ tác động đến các thành phần khác của cân bằng nước, tức là tác động đến các thành phần khác của chu trình thủy văn và gây nên các loại hạn. Sự thiếu hụt lượng mưa và bốc hơi cao có thể dẫn đến hạn khí tượng, sự thiếu hụt lượng ẩm trong đất, dẫn đến hạn độ ẩm đất, không đủ độ ẩm cung cấp cho cây trồng, dẫn đến hạn nông nghiệp. Tiếp theo, do không có mưa hay mưa ít, kết hợp với lượng bốc hơi cao, lượng trữ nước trong lưu vực giảm,

sự cung cấp nước cho nước ngầm giảm sút, làm cho dòng chảy sông suối cạn kiệt và do đó xảy ra hạn thủy văn [12].

#### ***II.4.2. Quan hệ giữa các chỉ số thiếu hụt dòng chảy với chỉ số cạn và tỷ số phần trăm lượng mưa***

Như đã trình bày, tỷ số phần trăm mưa so với trung bình nhiều năm (D) cũng là một trong những chỉ số hạn khí tượng được sử dụng. Tương tự, tỷ số % lượng dòng chảy thiếu hụt so với trung bình thời kỳ nhiều năm (gọi tắt là tỷ số cạn K) cũng là một trong những chỉ số hạn thủy văn. Như đã biết, dòng chảy sông suối chủ yếu do mưa cung cấp. Trong trường hợp nhiều ngày không mưa hay mưa ít, dòng chảy sông suối cạn kiệt. Khi nước sông cạn kiệt, thường dẫn đến sự thiếu hụt dòng chảy. Từ đó, có thể nhận thấy, giữa các chỉ số D, K và  $K_{th}$  (chỉ số thiếu hụt dòng chảy) có quan hệ nhất định.

Để bước đầu nghiên cứu, đánh giá mối quan hệ của chỉ số này đã tiến hành tính toán các chỉ số D, K và  $K_{th}$  vụ đông xuân và vụ mùa cho 16 trạm thủy văn trên các sông vừa và 1 trạm thủy văn (trạm Củng Sơn) trên sông lớn.

Việc tính toán lượng mưa trung bình lưu vực vụ đông xuân và vụ mùa đòi hỏi số liệu quan trắc lượng mưa tại các trạm trong lưu vực và phải được tính theo phương pháp gia quyền diện tích. Song, do không đủ số liệu quan trắc mưa, trong nghiên cứu này chỉ chọn 1 hay vài trạm đo mưa trong lưu vực và coi lượng mưa tại trạm hay giá trị trung bình số học lượng mưa tại các trạm trong lưu vực là giá trị lượng mưa trung bình lưu vực. Cách tính này tuy đơn giản nhưng không hoàn toàn cho kết quả chính xác vì sự phân bố mưa trong lưu vực là khá phức tạp. Danh sách các trạm thủy văn và trạm đo mưa đã được lựa chọn để tính toán, kết quả tính toán tỷ số phần trăm lượng mưa (D), tỷ số cạn (K) và chỉ số thiếu hụt dòng chảy (với lưu lượng ngưỡng bằng lưu lượng trung bình mùa cạn ứng với tần suất 75%) tại 16 trạm thủy văn, phương trình tương quan tuyến tính và hệ số tương quan giữa các chỉ số cũng như đường quá trình các chỉ số  $K_{th}$ , K và D tại một số trạm thủy văn đã được trình bày chi tiết trong báo cáo chuyên đề về mối quan hệ giữa các loại hạn.

Từ kết quả tính toán cho phép rút ra một số nhận xét dưới đây:

- Giữa các chỉ số  $K_{th}$ , K và D có mối liên quan khá chặt chẽ. Những vụ sản xuất nào mưa ít, lượng mưa thiếu hụt nhiều so với giá trị trung bình nhiều năm, tức giá trị  $D < 0$  với giá trị tuyệt đối lớn, sẽ dẫn đến sông suối cạn kiệt, giá trị  $K < 0$  với giá trị tuyệt đối khá lớn và do đó giá trị  $K_{th}$  lớn (ở đây  $K > 0$  cho những năm thiếu hụt dòng chảy). Thí dụ, tại trạm thủy văn An Khê trên sông Ba, vụ đông xuân năm 1982 là năm hạn nặng, lượng mưa thiếu hụt tới -62%, dẫn đến dòng chảy vụ đông xuân thiếu hụt tới 92,4% và chỉ số thiếu hụt tới -77,6%, cũng vụ đông xuân của năm này tại trạm Củng Sơn trên sông Ba, cũng xảy ra hạn rất nặng với  $D = -60,8\%$ ,  $K = -80,8\%$  và  $K_{th} = 51\%$ , tại trạm Sông Luỹ trên sông Luỹ cũng xảy ra hạn rất nặng với  $D = -62,6\%$ ,  $K = -98\%$  và  $K_{th} = 44,6\%$ ; Do ảnh hưởng của El - Ninô, năm 1998 là năm xảy ra hạn trên diện rộng ở nước ta, nhất là ở ven biển Trung Bộ. Tại trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn, lượng mưa vụ mùa năm 1998 giảm khoảng trên 22%, dòng chảy giảm 42% so với trung bình nhiều năm và do đó dòng chảy thiếu hụt tới 44,7%. Nhìn chung,

thường xảy ra hạn vụ đông xuân ở Bắc Bộ, Tây Nguyên và Đông Nam Bộ, còn ở ven biển Trung Bộ thường xảy ra hạn vụ hè thu, vụ mùa. Ngoài ra, những năm El - Niño thường gây ra hạn hán nặng và rất nặng, như các năm 1982, 1983, 1987, 1989, 1997, 1998,...

- Mọi quan hệ giữa các chỉ số  $K_{th}$ , K và D tại các trạm thủy văn thường khá chặt với hệ số tương quan tương đối lớn (về giá trị tuyệt đối). Trong vụ đông xuân, hệ số tương quan R giữa chỉ số K và D khá lớn, có thể tới 0,70 - 0,90 ở ven biển Nam Trung Bộ, giữa  $K_{th}$  và K cũng tới 0,50 - 0,90, giữa  $K_{th}$  và D khoảng 0,30 - 0,70. Trong vụ mùa, giữa K và D cũng đạt tới 0,30 - 0,88 ở phần lớn các trạm, giữa  $K_{th}$  và K khoảng 0,30 - 0,70 và giữa  $K_{th}$  và D khoảng 0,13 - 0,40. Cũng cần chỉ ra rằng, do lượng mưa tại trạm có khi không đại biểu cho lượng mưa trung bình lưu vực nên quan hệ giữa D, K và  $K_{th}$  kém chặt chẽ ở một số trạm.

Tóm lại, quan hệ giữa  $K_{th}$  - K khá chặt chẽ ở hầu hết các lưu vực sông, quan hệ giữa D và K, giữa D và  $K_{th}$  cũng khá chặt, trừ một vài trạm kém chặt chẽ có thể do lượng mưa chưa đại biểu cho lượng mưa trung bình lưu vực. Ngoài ra, ngoài lượng mưa ra còn chưa xét đến các yếu tố khác như dòng chảy ngầm cung cấp cho nước sông, bốc thoát hơi lưu vực...

#### ***II.4.3. Quan hệ giữa chỉ số thiếu hụt dòng chảy với chỉ số chuẩn hoá lượng mưa***

Để tiếp tục xem xét mối quan hệ giữa hạn thủy văn với hạn khí tượng, kết quả tính toán so sánh giữa chỉ số  $K_{th}$  tại trạm thủy văn Sơn Giang, sông Trà Khúc với chỉ số chuẩn hoá lượng mưa tháng (SPI) tại trạm khí tượng Quảng Ngãi trong các năm 1990 - 2001 [7] đã được phân tích. Từ kết quả tính toán cho thấy giữa SPI và  $K_{th}$  có sự tương ứng tốt: những năm hạn là những năm có giá trị SPI < 0 và  $K_{th}$  > 10%. Thí dụ, tháng IV/1990 có SPI = -3,40 (hạn nặng),  $K_{th}$  = 40,2% (hạn rất nặng); tháng VIII/1993 có SPI = - 1,45,  $K_{th}$  = 54%; tháng VI/1998 có SPI = -2,46 và  $K_{th}$  = 59%.

#### **II.5. Các phương pháp nghiên cứu chỉ tiêu viễn thám để đánh giá hạn hán**

Hiện nay với sự phát triển vượt bậc của công nghệ vệ tinh, nhiều nước trên thế giới đã ứng dụng công nghệ viễn thám để giám sát và dự báo hạn hán mang lại những hiệu quả rõ rệt.

Thường thường độ ẩm đất cao cây trồng phát triển tốt, sự bốc thoát hơi cây trồng mạnh, nhiệt độ thảm cây trồng và bề mặt đất giảm, như vậy chỉ số cây trồng có tương quan thuận với độ ẩm đất và tương quan nghịch với nhiệt độ bề mặt. Lợi dụng sự tương quan này để đánh giá và xác định các chỉ tiêu hạn hán cây trồng bằng viễn thám. Hiện nay nhiều nước trên thế giới đã sử dụng ảnh vệ tinh AVHRR và MODIS trên cơ sở mối tương quan giữa chỉ số thực vật, nhiệt độ bề mặt và độ ẩm đất để xây dựng lên một số mô hình giám sát và dự báo hạn hán. Trong các mô hình giám sát và dự báo hạn hán thường sử dụng các phương pháp và chỉ tiêu viễn thám sau:

- Phương pháp sử dụng bước sóng nhìn thấy và hồng ngoại: Phương pháp này chủ yếu sử dụng đặc trưng phản xạ của thực vật và bề mặt đất ở bước sóng nhìn thấy và hồng ngoại để xác định độ ẩm đất;

- Phương pháp sử dụng bước sóng hồng ngoại nhiệt: Phương pháp này chủ yếu sử dụng đặc trưng phát xạ nhiệt và nhiệt độ của bề mặt trên cơ sở quá trình quán tính nhiệt và chỉ số thiếu nước thực vật để đánh giá hạn hán lớp phủ bề mặt;
- Phương pháp sử dụng sóng siêu cao tần viễn thám.

### II.5.1. Phương pháp sử dụng bước sóng nhìn thấy và hồng ngoại

Bất kỳ vật thể nào trên bề mặt đất và khí quyển đều có tác dụng điện từ. Đồng thời bất kỳ vật thể nào có nhiệt độ cao hơn nhiệt độ không tuyệt đối (nhiệt độ  $k = -273.16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) đều liên tục phát ra sóng điện từ (nhiệt bức xạ). Do thành phần cấu tạo của các vật thể trên bề mặt trái đất và các thành phần vật chất trong bầu khí quyển khác nhau nên sự hấp thụ hoặc phát xạ các sóng điện từ là khác nhau. Vì vậy trên cơ sở các dữ liệu viễn thám ta có thể xác định được các đặc trưng quang phổ khác nhau của bề mặt trái đất và khí quyển. Một trong những đặc trưng quang phổ quan trọng nhất của viễn thám là quang phổ thực vật, quang phổ phát xạ và phản xạ Albedo. Từ những đặc trưng này làm cơ sở để xây dựng lên các chỉ số thực vật và các thành phần vật lý của bề mặt và khí quyển.

#### a) Chỉ số thực vật NDVI

Các chỉ số phổ thực vật (Hình II.2) được phân tách từ các băng nhìn thấy, cận hồng ngoại, hồng ngoại và dải đỏ là các tham số trung gian mà từ đó có thể thấy được các đặc tính khác nhau của thảm thực vật như: sinh khối, chỉ số diện tích lá, khả năng quang hợp, tổng các sản phẩm sinh khối theo mùa. Những đặc tính đó có liên quan và phụ thuộc rất lớn vào dạng thực vật bao phủ và thời tiết, đặc tính sinh lý, sinh hoá và sâu bệnh... Công nghệ gần đúng để giám sát đặc tính các hệ sinh thái khác nhau là phép nhận dạng chuẩn và phép so sánh giữa chúng.

Có nhiều các chỉ số thực vật khác nhau, nhưng chuẩn hoá chỉ số thực vật (NDVI) được trung bình hoá trong một chuỗi số liệu theo thời gian sẽ là công cụ cơ bản để giám sát sự thay đổi trạng thái thực vật, trên cơ sở đó biết được tác động của thời tiết khí hậu đến sinh quyển.

$$NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$$

Trong đó  $IR, R$  là phổ phản xạ của bước sóng cận hồng ngoại và hồng ngoại của bề mặt.

Chỉ số hạn hán được tính toán trên cơ sở chỉ số NDVI của trung bình nhiều năm và chỉ số NDVI tại thời điểm tính toán:

$$Drought\_severity = NDVI_i - NDVI_{mean,m}$$

Rõ ràng chỉ số  $Drought\_severity$  càng nhỏ hạn hán càng nghiêm trọng

Nhiều nghiên cứu cho thấy NDVI có khả năng được dùng không những để đánh giá sinh trưởng, phát dục, đánh giá sản phẩm ban đầu mà còn dùng cho việc giám sát hiệu quả về mưa và hạn hán. Huest (1988) đã phát hiện chỉ số thực vật của đất (SAVI), qua đó có thể biết được đặc tính của hệ đất - cây trồng - khí quyển thông

qua phân tích các dải trung của tia hồng ngoại. Kogan (1995, 1997) đã tìm được mối tương quan giữa các chỉ số thực vật NDVI để tính toán chỉ số trạng thái thực vật (vegetation condition index VCI) từ đó đánh giá được mức độ hạn hán thực vật.

$$VCI = \frac{(NDVI_j - NDVI_{\min}) * 100}{(NDVI_{\max} - NDVI_{\min})}$$

Chỉ số NDVI được thể hiện trên ảnh vệ tinh MODIS (Hình II.4).

b) Tỷ số chỉ số thực vật RVI (ratio vegetation index)

$$RVI = \frac{IR}{R}$$

RVI thường dùng để xác định chỉ số diện tích lá, sinh khối khô của lá và hàm lượng chất diệp lục trong lá. Vì vậy chỉ số RVI được dùng để đánh giá mức độ che phủ và phân biệt các lớp thảm thực vật khác nhau nhất là những thảm thực vật có độ che phủ cao.

g) Chỉ số màu nâu thực vật BVI (brown vegetation index)

$$BVI = (b5 + b7) / 2$$

Chỉ số này phản ánh mức độ thiếu nước của thực vật, hay còn gọi là chỉ số thiếu nước. Chỉ số BVI còn được dùng để đánh giá tác hại của sâu bệnh đối với cây trồng.

h) Chỉ số thực vật (EVI) (Enhanced vegetation index)

Huete và các cộng sự (2002) đã sử dụng số liệu của vệ tinh MODIS để tính toán chỉ số thực vật EVI. Chỉ số này được tính như sau:

$$EVI = G * \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + C_1 * \rho_{Red} - C_2 * \rho_{Blue} + L}$$

Trong đó:  $\rho_{NIR}$  là phản xạ của bước sóng cận hồng ngoại

$\rho_{Red}$  là phản xạ của bước sóng đỏ

$\rho_{Blue}$  là phản xạ của bước sóng xanh

$C_1$  là hệ số hiệu chỉnh đối với trở kháng đỏ của khí quyển

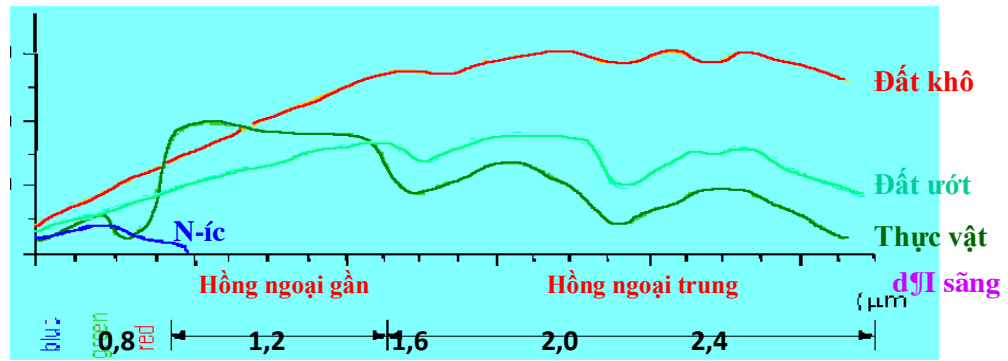
$C_2$  là hệ số hiệu chỉnh đối với trở kháng xanh của khí quyển

L là thành phần hiệu chỉnh đối với nhiệt độ chói sáng của lớp phủ bề mặt thực vật

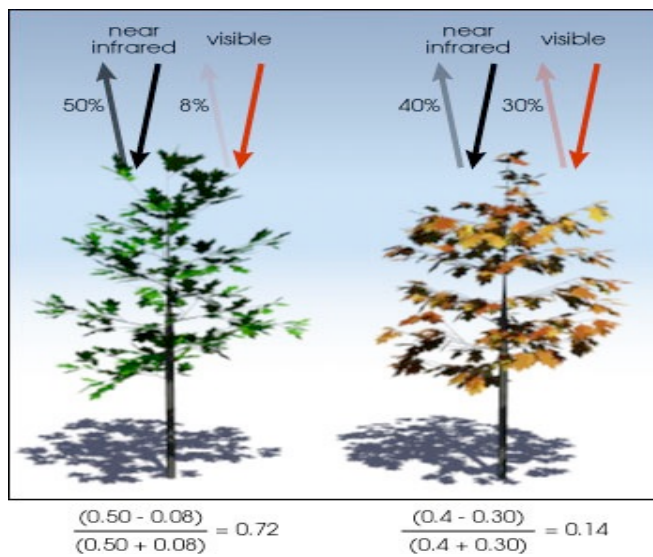
G là hệ số tới hạn

Theo Huete (2002) thì  $L = 1$ ,  $C_1 = 6$ ,  $C_2 = 7.5$  và  $G = 2.5$ . Chỉ số EVI rất nhạy cảm đối với mùa có quần thể rậm rạp và bảo đảm trong việc tính toán không chịu ảnh hưởng của khí quyển. Chỉ số này có thể dùng để đánh giá mức độ hạn hán một cách tương đối khách quan.

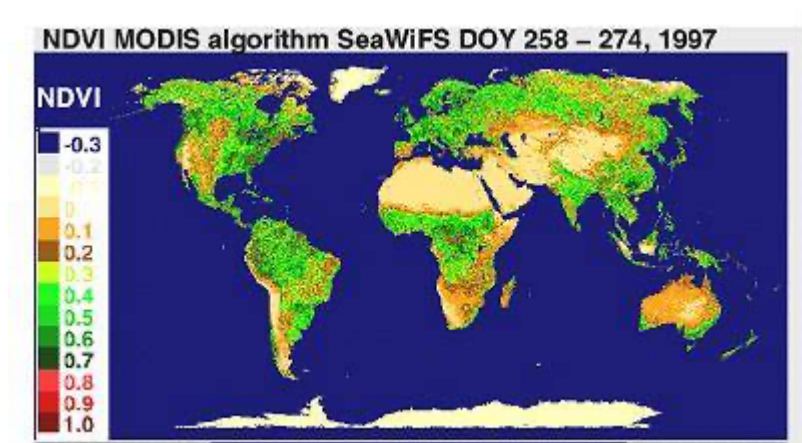
Phản xạ (%)



Hình II.2.: Đường cong phổ phản xạ



Hình II.3: Mô phỏng chỉ số thực vật (NDVI)



Hình II.4: Bản đồ chỉ số thực vật (NDVI) bề mặt lục địa theo MODIS

### II.5.2. Phương pháp quán tính nhiệt

Phương pháp quán tính nhiệt được sử dụng đối với những vùng đất trống và vùng có lớp phủ thực vật thấp.

Mô hình được xây dựng theo phương pháp này dựa trên quá trình vật lý về quán tính nhiệt của đất. Nó phản ánh khả năng biến đổi nhiệt trong đất. Quán tính nhiệt lớn khi mật độ đất, nhiệt dung riêng và tính truyền nhiệt của đất cao. Mật độ đất, nhiệt dung riêng và tính truyền nhiệt của đất ở một mức độ nào đó sẽ quyết định sự biến đổi hàm lượng nước trong đất, do đó quán tính nhiệt trong đất và hàm lượng nước trong đất có mối tương quan thuận mật thiết với nhau. Ngoài ra độ ẩm trong đất còn có tác dụng khống chế biên độ nhiệt độ ngày đêm ở tầng bề mặt đất, biên độ nhiệt độ ngày đêm của đất và hàm lượng nước trong đất có quan hệ tương quan nghịch.

Biên độ nhiệt độ ngày đêm của đất có thể được tính toán nhờ các số liệu viễn thám và các số liệu quan trắc thực địa. Trên cơ sở các số liệu này sử dụng mô hình quán tính nhiệt để tính toán độ ẩm của lớp đất bề mặt. Sau đó căn cứ vào quy phạm khí tượng nông nghiệp để đánh giá mức độ hạn hán.

Bảng các cấp hạn hán theo phương pháp nhiệt quán tính

STT	Chỉ số hạn hán	Độ ẩm đất (Sw)
1	Âm	$Sw \geq 80\%$
2	Bình thường	$60\% \leq Sw < 80\%$
3	Hạn	$50\% \leq Sw < 60\%$
4	Hạn vừa	$40\% \leq Sw < 50\%$
5	Hạn nặng	$Sw \leq 40\%$

Mô hình nhiệt của Price

$$\Delta T = \frac{2S\tau C_1(1-A)}{\omega P^2 + B^2 + \sqrt{\omega}PB}$$

Trong đó P quán tính nhiệt bề mặt, A phản xạ bề mặt,  $\Delta T$  biên độ nhiệt độ ngày đêm, S hằng số mặt trời,  $\tau$  hệ số khí quyển = 0.75,  $C_1$  vĩ xích mặt trời,  $\omega$  góc quay của quả đất, B hệ số có liên quan tới phát xạ bề mặt, ẩm độ không khí và đất.

$$C_1 = \frac{1}{\pi} [\sin \delta \cos \phi (1 - tg^2 \delta tg^2 \phi)^{1/2} + \arccos(-tg \delta tg \phi) \cos \delta \cos \phi]$$

Từ công thức 
$$P = 2S\tau C_1(1-A)/\sqrt{\omega} * \Delta T - 0.9B\sqrt{\omega}$$

Trong trường hợp điều kiện khí hậu bình thường, bề mặt bằng phẳng, các hệ số  $\tau, B$  là hằng số. Ở một vị trí nhất định thì quán tính nhiệt chỉ còn phụ thuộc vào phản xạ bề mặt và biên độ nhiệt độ ngày đêm.

$$P = \frac{(1-A)}{\Delta T}$$

Trong đó P : quán tính nhiệt

A: Giá trị phản xạ bề mặt toàn sắc

$\Delta T$  : Biên độ nhiệt độ ngày đêm

Sau khi đã tìm được quán tính nhiệt có thể bằng phương pháp thống kê như các mô hình hồi quy tuyến tính hoặc phi tuyến tính để tính ra độ ẩm đất

$$S_w = a + bP$$

$$S_w = aP^b$$

Trong đó  $S_w$  là độ ẩm đất, P quán tính nhiệt, a, b các hệ số thực nghiệm.

### **II.5.3. Phương pháp chỉ số cấp nước thực vật**

Phương pháp này phản ánh mức độ hạn hán của cây trồng, ý nghĩa vật lý như sau:

Khi cây trồng bị hạn hán sự bốc thoát hơi nước của cây trồng sẽ giảm, nhiệt độ bề mặt thảm cây trồng sẽ tăng cao. Do đó ở một kỳ phát dục nhất định nào đó nhiệt độ thảm cây trồng cao thấp là một trong những chỉ tiêu đánh giá mức độ hạn hán của cây trồng.

Sau khi bị hạn hán cây trồng không thể phát triển một cách bình thường, chỉ số diện tích lá giảm xuống, dẫn đến chỉ số viễn thám NDVI giảm, như vậy sự biến đổi chỉ số NDVI là một trong những chỉ tiêu để đánh giá hạn hán.

Định nghĩa chỉ số cấp nước thực vật như sau:

$$VSWI = T_s / NDVI$$

Trong đó VSWI : chỉ số cấp nước thực vật

NDVI: Chỉ số viễn thám thực vật

$T_s$  : Nhiệt độ lớp phủ bề mặt

Khi sử dụng viễn thám bằng phương pháp chỉ số cấp nước thực vật để đánh giá hạn hán cần phải kết hợp với các số liệu quan trắc, các thông tin về thiên tai để phân định các cấp hạn hán.

### **II.5.4. Phương pháp chỉ số khô hạn thực vật - nhiệt độ**

Chỉ số khô hạn thực vật - nhiệt độ (Temperature -Vegetation Dryness Index - TVDI) được xác định thông qua sơ đồ dưới đây:

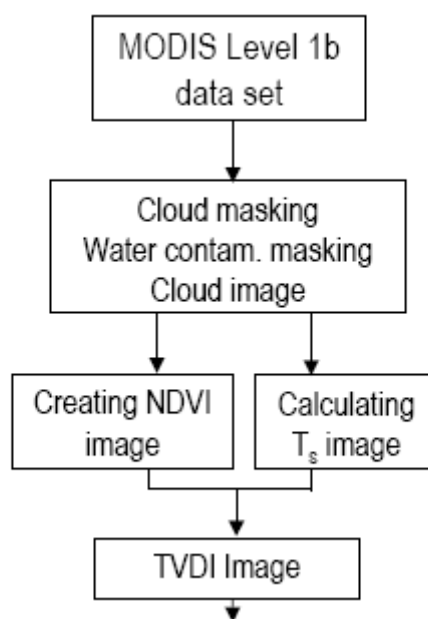
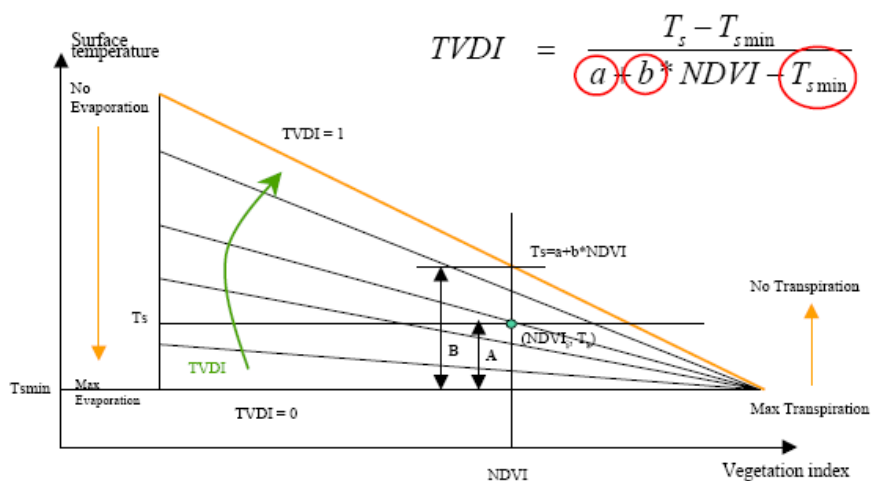
$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{a + b \times NDVI - T_{smin}}$$

Trong đó  $T_s$  và  $T_{smin}$  là nhiệt độ bề mặt tức thời và tối thấp.

Chỉ số TVDI =1 là khô hạn nhất, chỉ số TVDI = 0 là ẩm nhất.

Bảng II.3: Một số phương pháp và ứng dụng viễn thám trong giám sát hạn hán

Phương pháp	Nguồn số liệu	Điều kiện ứng dụng	Thời gian ứng dụng	Mức độ	Độ phân giải
Quán tính nhiệt	NOAA-16 MODIS	Vùng đất trống hoặc lớp phủ bề mặt thưa thớt	Mùa thu và mùa xuân	Chính xác cao, định lượng hạn hán	1000 ~ 500 m
Chỉ số cấp nước thực vật	NOAA-16 MODIS	Lớp phủ bề mặt rậm rạp	Mùa hè	Chính xác trung bình, bán định lượng hạn hán	1000 ~ 500 m



Hình II.5: Sơ đồ tính toán chỉ số thực vật khô hạn

## II.6. KẾT luận

Có rất nhiều chỉ số hạn được nghiên cứu và sử dụng trên toàn thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Mỗi chỉ số hạn cho chúng ta một cái nhìn tổng quát về hạn khác nhau. Tuy nhiên, từ những nghiên cứu và phân tích về các chỉ số hạn, tiếp thu các kết quả nghiên cứu, giám sát, cảnh báo, dự báo hạn của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) và các nước tiên tiến như Mỹ, Úc, Trung Quốc,..., kế thừa các nghiên cứu hạn hán của các chuyên gia và các nhà khoa học Việt Nam, chúng tôi chọn các chỉ số khô hạn sau đây để đánh giá và kiểm soát hiện trạng hạn hán:

### a. Đối với hạn khí tượng:

- Chỉ số phần trăm (tỷ chuẩn lượng mưa);
- Chỉ số khô hạn (K);
- Chỉ số SPI.

Chỉ số SPI thể hiện khá rõ nét đặc điểm hạn tháng, hạn mùa ở khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên đây là chỉ số được dùng khá rộng rãi ở một số nước tiên tiến như Mỹ, Úc và được đánh giá khá cao.

### b. Đối với hạn nông nghiệp:

Dựa vào các kết quả tính toán hạn nông nghiệp cho 36 tuần trong cả năm, nhóm nghiên cứu đã chọn các chỉ số hạn trong thời kỳ ít mưa trong năm ở tất cả các vùng trong nước, từ cuối mùa mưa năm trước đến đầu mùa mưa năm sau (từ tháng 11 năm trước đến hết tháng 5 năm sau). Kết quả phân tích cho thấy:

- Trong các tháng ít mưa, các chỉ số hạn nông nghiệp được tính theo 4 công thức Bova, Prescott, Selianinop và Koloskop đều khá phù hợp với hiện trạng hạn hán ở các vùng;
- Ở hầu hết các vùng trong cả nước, chỉ số hạn nông nghiệp được tính theo phương pháp của Koloskop luôn luôn đạt trị số cao hơn so với các chỉ số hạn nông nghiệp được tính toán theo các phương pháp Bova, Prescott, Selianinop. Điều đáng lưu ý là diễn biến theo thời gian của các chỉ số hạn nông nghiệp được tính theo 3 phương pháp Bova, Prescott, Selianinop là đồng pha và chênh lệch giữa các chỉ số được tính theo 3 phương pháp này rất nhỏ;
- Trong 3 chỉ số Bova, Prescott, Selianinop thì chỉ số Prescott có vẻ phù hợp hơn với tất cả các vùng trong cả nước. Hơn nữa, việc tính toán chỉ số Prescott chỉ cần 2 yếu tố khí tượng là lượng mưa và lượng bốc hơi là 2 yếu tố phổ biến trên tất cả các trạm khí tượng, kể cả tại các điểm khảo sát;
- Kể cả các giá trị cao nhất thì chỉ số Prescott cũng dao động ít hơn so với các chỉ số khác.
- Để xác định mức độ khắc nghiệt của hạn nông nghiệp có thể dùng chỉ số CMI. Các kết quả tính toán chỉ số CMI cho 40 trạm khí tượng và khí tượng nông nghiệp cho thấy, chỉ số này khá phù hợp với hiện trạng hạn hán đối với các cây trồng cạn trong các vụ sản xuất ở các vùng của cả nước. Chỉ số này cũng rất tiện lợi trong việc đánh giá và giám sát ảnh hưởng của hạn nông nghiệp đối với năng suất cây trồng. Yếu

điểm duy nhất của chỉ số này là khi tính toán rần rất nhiều loại số liệu liên quan đến đất đai, cây trồng, đặc biệt là số liệu độ ẩm đất là loại số liệu chưa có điều kiện thu thập từ các trạm khí tượng và khí tượng nông nghiệp.

Với những lý do nêu trên, để có thể xác định chỉ số hạn nông nghiệp thuận tiện cho việc dễ tính toán trong công tác nghiệp vụ về dự báo và cảnh báo hạn nông nghiệp cho các vùng trong cả nước, theo ý chúng tôi nên chọn chỉ số hạn nông nghiệp được tính theo phương pháp Prescott.

*c. Đối với hạn thủy văn*

- Chỉ số thiếu hụt dòng chảy  $K_{th}$ ;
- Hệ số cạn  $K_{can}$ ; Hệ số khô  $K_{khô}$ ;
- Hệ số hạn  $K_{hạn}$ .

## CHƯƠNG III: NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP DỰ BÁO VÀ CẢNH BÁO SỚM HẠN HÁN Ở VIỆT NAM

### III.1. Kh, i qu, t chung vÒ b¶n tin ðù b, o vµ c¶nh b, o h' n ã mét sè n-íc

Ðể ðù b, o vµ c¶nh b, o h' n h, n ã nhiÒu n-íc ®· th¶nh lËp trung t©m quèc gia vÒ gi, m s, t vµ ph¶ng chèng h' n h, n. NhiÒm vô c¶nh c, c trung t©m nuy lµ: 1) Theo d¸i, gi, m s, t, ðù b, o vµ c¶nh b, o h' n h, n; 2) Phi hp vi c¸c ng¸nh c liªn quan ðể ðề xu¸t v¸ tiªn h¸nh c¸c ho¸t ðng ng¸n ng¸ra, phng tr¸nh v¸ gi¸m nhẹ t¸c h¸i c¸ h¸n h¸n; 3) Phi hp vi c¸c cơ quan nghiªn cứu khoa học x¸y dựng c¸c phương pháp dự báo v¸ cảnh báo hạn h¸n.

#### III.1.1. C¸c ho¸t ðng liªn quan ðến theo d¸i, gi¸m s¸t, dự báo v¸ cảnh báo hạn

##### a) Ở Mỹ:

Ðã thành lập Trung tâm Quốc gia về giảm nhẹ hạn h¸n (The National Drought Mitigation Center - NDMC). C¸c dạng thông tin về hạn h¸n ðược phát hành thường xuyên cho c¸c ng¸nh ở Mỹ, ðặc biệt là cho nông nghiệp bao gồm:

- Ð¸nh gi¸ c¸c ðiªu kiªn hạn g¸n ðây v¸ hiªn tr¸ng hạn h¸n ðựa trên sự phi hp gi¸m s¸t hạn h¸n to¸n ðiªn gi¸ra c¸c cơ quan c¸a Bộ Nông nghiệp Mỹ, Cục Khí tượng Mỹ v¸ Trung tâm Quốc gia về Giảm nhẹ hạn h¸n (National Drought Mitigation Center);
- C¸c bản ðề chỉ số hạn c¸a Cơ quan Khí quyển ð¸i ðương quốc gia Hoa Kỳ (NOAA) phục hồi lại cho Cơ quan Gi¸m s¸t hạn Mỹ bao gồm nh¸ng bản ðề phục hồi cho 6 tuần v¸ 12 tuần;
- Nhận ðịnh về hạn h¸n mùa do Trung tâm Dự báo c¸a NOAA (ðược cập nhật hàng tháng);
- Ð¸nh gi¸ thiên tai (nh¸ng ðiªu kiªn thời tiết ðị thường - ðưới dạng biểu ðồ);
- Ð¸nh gi¸ hạn h¸n c¸a NOAA, bao gồm nh¸ng biểu ðồ mới nhất;
- Máy tính hạn h¸n: Tính to¸n c¸a NOAA về lượng mưa cần có ðến cuối c¸c ðợt hạn h¸n trên to¸n nước Mỹ;
- Gi¸m s¸t ðộ ẩm ðất; Hiªn tr¸ng ðộ ẩm ðất trên c¸c bang/c¸c khu vực;
- Chỉ số chuẩn hoá lượng mưa, tỷ chuẩn lượng mưa hàng tháng;
- Gi¸m s¸t hạn h¸n c¸a NOAA;
- Chỉ số hạn khắc nghiệt theo Palmer (biểu ðồ ðược cập nhật hàng tuần);
- Chỉ số ẩm mùa vụ sản xuất (ðược cập nhật hàng tuần).

Ðặc biệt ở Mỹ từ 3 bang năm 1982, ðến nay ðã có 30 bang hàng năm lập kế hoạch phòng chống hạn h¸n với 10 bước như sau: 1) B nhiệm 1 Ban phòng chống hạn h¸n (*Appoint a Drought Task Force*); 2) X¸c ðịnh mục tiêu v¸ nội dung c¸a kế hoạch phòng chống hạn h¸n (*State the purposes and objectives of the drought preparedness plan*); 3) Tìm kiªm sự tham gia c¸a c¸c ði t¸c v¸ gi¸i quyªt c¸c mâu

thuần (*Seek Stakeholder participation and resolve conflict*); 4) Kiểm kê nguồn tài nguyên và xác định các nhóm có nguy cơ chịu rủi ro (*Inventory resources and indentify groups at risk*); 5) Phát triển cơ cấu tổ chức và chuẩn bị kế hoạch chống hạn (*Develop organizational structure and prepare the drought plan*); 6) Xác định nhu cầu nghiên cứu và kiện toàn các thể chế (*Identify research needs and fill instituonal gaps*); 7) Liên kết khoa học và chính sách (*Integrate science and policy*); 8) Quảng bá kế hoạch phòng chống hạn, nâng cao nhận thức công chúng (*Publicize the drought preparedness plan, build public awareness*); 9) Giáo dục nhân dân về hạn hán (*Teach people about drought*); 10) Đánh giá và điều chỉnh kế hoạch phòng chống hạn hán (*Evaluate and revise drought preparedness plan*). Ba hoạt động bắt buộc của kế hoạch phòng chống hạn hán là: 1) Giám sát và cảnh báo sớm; 2) Đánh giá nguy cơ rủi ro và tác động; 3) Giảm nhẹ và ứng phó với hạn hán.

#### b) Ở Úc:

Từ năm 1965 đã thành lập bộ phận theo dõi và phục vụ phòng chống hạn hán (Bureau's Drought Watch Service) với sự liên kết giữa cơ quan khí tượng Úc (BOM) và cơ quan nông nghiệp trên toàn quốc đến tận các bang. Bộ phận này cung cấp thời điểm bắt đầu thống nhất để cảnh báo hạn trên toàn quốc. Những thông báo chính thức về hạn hán được kết hợp với những yếu tố khác về mưa và trách nhiệm của các cơ quan khác của chính phủ. Kể từ khi thực hiện “Chính sách quốc gia về hạn hán”, bắt đầu từ năm 1992, bộ phận này đã triển khai các công việc phân tích tình hình mưa. Các sản phẩm phân tích mưa được công bố thông qua fax (Weather by Fax) hoặc qua website của bộ phận này. Cũng giống như ở Mỹ, các thông tin viễn thám được ứng dụng rộng rãi trong việc xây dựng các sản phẩm về giám sát và cảnh báo hạn hán.

#### c) Ở Trung Quốc:

Chính phủ Trung Quốc rất coi trọng việc giám sát, dự báo và đánh giá ảnh hưởng của hạn hán. Trung tâm Khí hậu quốc gia (NCC) thuộc Cục Khí tượng Trung Quốc (CMA) được thành lập từ năm 1995 đã xây dựng và vận hành một hệ thống giám sát và cảnh báo sớm hạn hán với nhiều sản phẩm khác nhau như: phát hành bản tin hạn hán hàng tháng, bản tin hạn hán năm. Ở Trung Quốc đã thực hiện thành công việc đánh giá phạm vi tác hại của hạn hán, đặc biệt là giám sát hạn hán và dự báo, cảnh báo hạn hán, dự báo và đánh giá mức độ ảnh hưởng. Việc đánh giá, giám sát và dự báo hạn hán được tiến hành với sự trợ giúp của công nghệ viễn thám, trong đó đã sử dụng số liệu về chỉ số thực vật hạn hán viễn thám (AIV) và chỉ số cung cấp nước thực vật (Water Supplying Vegetation Index)  $WSVI=NDVI/T_s$  ( $T_s$  là nhiệt độ bề mặt được lấy từ kênh 4 của AVHRR) để xây dựng mô hình giám sát hạn hán. Việc sử dụng mô hình WSVI để giám sát và dự báo hạn hán được tiến hành trên cơ sở phân tích cường độ hạn hán, phân bố không - thời gian của hạn hán. Đã tiến hành xác định các tín hiệu tin cậy về chỉ số cường độ hạn hán và các dị thường về hạn hán. Sau đó vận dụng các kỹ thuật phi tuyến tính phổ động lực học để xây dựng mô hình dự báo hạn hán với các ngưỡng thời gian khác nhau. Mô hình dự báo với độ chính xác trung bình là 85%. Việc dự báo hạn nông nghiệp và xác định nhu cầu tưới bằng viễn thám được tiến hành dựa trên

cơ sở mô hình cân bằng nước và quan hệ giữa cây trồng với các điều kiện môi trường. Bảng mô hình này có thể dự báo sự biến động của lượng nước trong đất và nhu cầu tưới tiêu, với các khoảng thời gian dự báo là 10 ngày, 20 ngày, 30 ngày, với độ chính xác là 95%, 90% và 88% theo từng mức thời gian. Căn cứ vào các kết quả nghiên cứu thực nghiệm đã xác định được các chỉ tiêu và các cấp hạn hán đối với một số cây trồng như tiểu mạch, ngô, bông từ đó có thể dự báo được hạn hán của đất.

*d) Một số nước và tổ chức khác:*

Được sự hỗ trợ tài chính của Chương trình Phát triển Liên hiệp quốc (UNDP), Tổ chức Khí tượng Thế giới cũng đã thành lập các Trung tâm Giám sát hạn ở Nairobi (Kenya), ở Harare (Zimbabwe) từ năm 1989 để cảnh báo sớm hạn và đưa ra các giải pháp giảm nhẹ tác động của các thiên tai khí tượng đến sản xuất nông nghiệp và nguồn nước cho các nước vùng Đông và Nam Phi.

Nhiều nước khác như Nigeria, India, Brazil, Hungaria, Portugal,.. cũng đã có các hệ thống cảnh báo sớm hạn hán.

Các nước ASEAN từ năm 1987 đã triển khai thử nghiệm nghiệp vụ Hệ thống Theo dõi Hạn hán (Drought Watch System - DWS) giống như ở Úc được đặt tại Kedah, Malaysia: lúc đầu chủ yếu tính toán lượng mưa tháng theo các tỷ lệ phần trăm, sau đó đưa ra thông tin vùng có “thiếu hụt lượng mưa trầm trọng” (severe rainfall deficiency) và các “đợt hạn” (drought spell).

### ***III.1.2. Nội dung các bản tin hạn***

*a) Các bản tin giám sát hạn*

Công tác giám sát hạn hán (Monitoring Drought) thường bao gồm các nội dung sau:

- Xác định các chỉ số hạn (Drought Indices);
- Giám sát hạn (Drought Monitor);
- Đánh giá các tác động của hạn hán (Drought Impacts);
- Hệ thống cảnh báo sớm để phòng tránh và quản lý hạn (Early Warning Systems for Drought Preparedness and Drought Management);
- Các công cụ giám sát hạn khác:
  - + Cung cấp các chỉ số khác;
  - + Dự báo;
  - + Điều kiện cung cấp nước;
  - + Khí hậu toàn cầu.

*b) Các chỉ số hạn*

Các chỉ số hạn thường được sử dụng tại các cơ quan như NDMC, NOAA (Mỹ); NCC/BOM (Úc); NCC/CMA (Trung Quốc) và DWS ASEAN bao gồm:

- Tỷ chuẩn lượng mưa (Percent of Normal – PN);

- Chỉ số chuẩn hoá lượng mưa (Standardized Precipitation Index – SPI);
- Chỉ số hạn khắc nghiệt theo Palmer (Palmer Drought Severity Index – PDSI) hoặc chỉ số hạn thủy văn Palmer (Palmer Hydrological Drought Index – PHDI);
- Chỉ số ẩm mùa vụ sản xuất (Crop Moisture Index – CMI);
- Chỉ số cung cấp nước mặt (Surface Water Supply Index – SWSI);
- Chỉ số hạn hán cải tạo (Reclamation Drought Index – RDI);
- Tỷ số phần mười (Deciles) hoặc phần trăm (Percentile);
- Chỉ số gió mùa chung (Generalized Monsoon Index – GMI)

*c) Các loại bản đồ hạn hán*

- Giám sát hạn và lũ cả nước (NCC/CMA, Trung Quốc);
- Thiếu hụt lượng mưa theo phần mười cả nước (NCC/BoM, Úc);
- Giám sát hạn toàn nước Mỹ (NDMC, Mỹ);
- Bản đồ chỉ số SPI (NDMC, Mỹ);
- Giám sát hạn /Dự báo
- + Dự báo khí hậu (Climate Outlook, CPC/NCEP/NOAA);
- + Dự báo hạn mùa nước Mỹ (Seasonal U.S. Drought Outlook, CPC/NOAA);
- + Dự báo dòng chảy (Streamflow Forecast, NRCS – National Resources Conservation Service);
- + Dự báo chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (Forecast PDSI, CPC/NOAA);
- + Dự báo ẩm đất (Soil moisture Forecasts, CPC/NOAA) gồm dự báo chuẩn sai ẩm đất và dự báo tương tự dựa vào độ ẩm đất.

Các bản đồ về các chỉ số hạn hán của các nước được thể hiện trên các Hình: từ Hình II.1 đến Hình III.15 .

## **III.2. Khả năng sử dụng các thông tin Viễn thám để kiểm soát hạn**

### **III.2.1. Các hệ thống vệ tinh thám sát có khả năng theo dõi hạn hán**

Hiện nay, nhờ những hệ thống vệ tinh thám sát khác nhau chúng ta có thể theo dõi diễn biến thời tiết bất thường, mưa lũ, hạn hán trên mặt đất trong suốt ngày đêm và trong mọi điều kiện thời tiết. Thông thường một hệ thống vệ tinh được thiết kế giới hạn những nhiệm vụ nhất định, do đó chúng không thể đáp ứng được tất cả các mục tiêu đặt ra, vì vậy cần thiết phải hiểu được tính năng của từng hệ thống có khả năng ứng dụng cho nhiệm vụ nào. Dưới đây là một số tính năng và nhiệm vụ cơ bản của một số vệ tinh có thể sử dụng trong công tác theo dõi và cảnh báo hạn hán ở Việt Nam. Có thể phân chia ra các nhóm sau đây:

- Theo kiểu quỹ đạo vệ tinh (orbit), gồm hai loại: vệ tinh địa tĩnh và vệ tinh địa tĩnh cực
- Theo dạng đầu thu (sensor), gồm thu quang học và thu ảnh radar

- Theo độ phân giải không gian (resolution), gồm ảnh phân giải thấp, phân giải trung bình, phân giải cao và siêu cao.

Trong giám sát theo các hiện tượng thời tiết bất thường, diễn biến của mưa bão và lũ lụt, chúng ta phải sử dụng kết hợp đồng thời thông tin từ các hệ thống vệ tinh khác nhau.

### **III.2.2. Một số vệ tinh trong giám sát và dự báo hạn**

#### **- Vệ tinh GMS (Geostationary Meteo System - thế hệ mới là MTSAT)**

Vệ tinh GMS của Nhật bay ở độ cao khoảng 36.000 km với độ phủ rộng, độ phân giải không gian ở băng nhìn thấy là 1km và băng hồng ngoại là 4 km. Đặc biệt vệ tinh MTSAT có độ phân giải thời gian rất cao, tại cùng một địa điểm cứ 30 phút lại có một ảnh chụp. Vì vậy vệ tinh MTSAT được ứng dụng rất phổ biến trong khí tượng: theo dõi mây, mưa, bão, lũ lụt và hạn hán

#### **- Vệ tinh NOAA**

Vệ tinh NOAA của Mỹ mang đầu thu AVHRR gồm 5 kênh từ kênh nhìn thấy đến kênh hồng ngoại và cận hồng ngoại. Độ phân giải không gian của vệ tinh NOAA là 1,1 km với phạm vi chụp rộng 2.400 km rất được ứng dụng trong khí tượng, thủy văn và hải văn.

#### **- Các đặc trưng kỹ thuật của vệ tinh Landsat**

Một ảnh của vệ tinh landsat chụp vùng có diện tích 185 x 185 km thu nhận có 4 kênh phổ khác nhau: MSS - 4 từ 0,5 đến 0,6  $\mu\text{m}$ ; MSS - 5 từ 0,6 đến 0,7  $\mu\text{m}$ ; MSS - 6 từ 0,7 đến 0,8  $\mu\text{m}$ ; MSS - 7 từ 0,8 đến 1,1  $\mu\text{m}$ . Độ phân giải mặt đất của các băng từ MSS - 4 đến MSS - 7 là 80 m

Vệ tinh landsat 4 và 5 có thiết bị thu nhận gồm MSS và TM. Thiết bị thu TM gồm 7 băng với bước sóng như sau: Băng 1 : 0,45 – 0,52  $\mu\text{m}$ ; Băng 2: 0,52 – 0,60  $\mu\text{m}$ ; Băng 3: 0,63 – 0,69  $\mu\text{m}$ ; Băng 4 ; 0,76 – 0,90  $\mu\text{m}$ ; Băng 5: 1,55 – 1,75  $\mu\text{m}$ ; Băng 6: 10,40 – 12,50  $\mu\text{m}$ ; Băng7: 2,089 – 2,35  $\mu\text{m}$ . Độ phân giải các băng 1- 5 và 7 là 30 m với băng 6 là 126 m.

Độ phân giải không gian của Landsat cao nhưng độ phân giải thời gian thấp (16 ngày) nên khi ứng dụng vào nghiệp vụ cần có sự kết hợp với các vệ tinh khác.

#### **- Vệ tinh TERRA-MODIS**

Trước khi đưa các thiết bị chụp MODIS (Moderate Imaging Spectroradiometer) vào hệ thống các vệ tinh TERRA và AQUA lên quỹ đạo, NASA đã cùng với 3 quốc gia khác là Anh, Australia, Pháp thành lập 4 nhóm về khí quyển, mặt đất, đại dương và về định chuẩn phổ phục vụ cho việc tính toán định lượng các yếu tố khí hậu. Ngoài nhóm nghiên cứu định chuẩn phổ để hiệu chỉnh các giá trị bức xạ thu được trên vệ tinh thì các nhóm còn lại đều tập trung vào nghiên cứu ứng dụng. Do độ rộng của ảnh chụp (2.330 km) và đều mang đặc tính theo dõi đa thời gian nên các nghiên cứu này đều được tiến hành ở quy mô khu vực. Với 36 băng phổ từ 0,4 đến 14  $\mu\text{m}$  và độ phân giải không gian từ 250 m (băng 1, 2), 500 m (băng 3 đến 7) và 1.000 m (băng 8 đến 36) các dữ liệu MODIS

đã được đưa vào sử dụng theo dõi mây, chất lượng khí quyển, chỉ số thực vật, phân loại lớp phủ, cháy rừng, hàm lượng diệp lục (chlorophyll) trong nước biển, nhiệt độ mặt nước biển, nhiệt độ bề mặt lục địa bốc thoát hơi bề mặt lớp phủ, diễn biến lớp phủ băng lục địa và đại dương. Với tính năng như vậy, các dữ liệu MODIS được sử dụng ở nhiều tỷ lệ khác nhau: tỷ lệ trung bình và nhỏ, hoặc về phương diện lãnh thổ, từ quy mô cấp vùng, khu vực đến quy mô toàn cầu. Vệ tinh TERRA mang đầu đo MODIS ban ngày đi từ Bắc xuống Nam, qua xích đạo khoảng 10<sup>h</sup>30' giờ địa phương, thời gian bay hết một vòng quanh trái đất xấp xỉ 1<sup>h</sup>40'. Còn về ban đêm thì chiều bay của vệ tinh ngược lại. Như vậy vệ tinh TERRA sẽ bay qua lãnh thổ Việt Nam một ngày hai lần vào lúc 10<sup>h</sup>30' sáng và 10<sup>h</sup>30' tối, do đó ở Việt Nam sẽ thu được ảnh MODIS hai lần trong một ngày.

Tư liệu MODIS có 36 kênh phổ trong đó có 7 kênh được thiết kế dùng để nghiên cứu mặt đất: 2 kênh đầu có độ phân giải là 250m, 5 kênh sau là 500m.

Với chu kỳ bay chụp ngắn (1-2 ngày) độ trùm phủ không gian rộng (2.230km) tư liệu MODIS có thể được cập nhật thường xuyên rất thuận lợi cho việc theo dõi, quản lý môi trường và tài nguyên, đặc biệt là công tác phòng chống và giảm nhẹ thiên tai. Hình III.16 thể hiện quỹ đạo bay của các loại vệ tinh địa tĩnh và quỹ đạo.

### ***III.2.3. Một số phương pháp xử lý ảnh viễn thám trong đánh giá hiện trạng hạn hán***

Sau khi thu được ảnh vệ tinh ở dữ liệu thô các ảnh viễn thám còn chịu ảnh hưởng của rất nhiều các yếu tố như nhiễu khí quyển, méo hình học và các lỗi khi thu. Vì vậy các dữ liệu viễn thám trước khi sử dụng cần phải được xử lý.

Xử lý thông tin viễn thám một trong những khâu quan trọng nhất của kỹ thuật viễn thám. Cơ sở của việc xử lý thông tin viễn thám là căn cứ vào đặc điểm phổ phản xạ của các đối tượng tự nhiên.

Một bức ảnh là hình ảnh được ghi lại ở bước sóng khác nhau, ở đó sự tương tác giữa các chất hoá học nhạy cảm với ánh sáng trên phim chụp. Các hình ảnh này được mô tả dưới dạng các đặc tính chủ yếu, những tính chất thông thường đó là: tỷ lệ, độ sáng và tông ảnh, độ tương phản, độ phân giải.

Về giải đoán ảnh: có 3 bước: đọc ảnh để nhận dạng ảnh (vùng núi, rừng, sông, hồ...), phân tích ảnh, và đánh giá ảnh. Các yếu tố cần giải đoán ảnh bao gồm: dạng ảnh, kích thước ảnh, bóng ảnh, tông ảnh, màu ảnh, kiến trúc ảnh và tần suất biến đổi tông trên ảnh.

Các yếu tố tự nhiên cần chú ý khi giải đoán: địa hình, thảm thực vật, các kiểu mạng lưới sông suối và mật độ, các dạng xói mòn, sử dụng đất - đất canh tác, hệ thống khe nứt và hình dạng, tổ hợp các yếu tố giải đoán giúp hiệu chỉnh và loại bỏ những sai sót do làm lẫn để nâng cao độ chính xác.

*a) Các phương pháp và thiết bị xử lý thông tin viễn thám:*

Có 2 phương pháp chính: Phương pháp xử lý bằng mắt và bằng máy tính.

- Xử lý bằng mắt:

Chủ yếu dựa vào sự phân biệt của mắt người trực tiếp hoặc gián tiếp thông qua các dụng cụ quang học mang tính chất định tính.

- Phương pháp xử lý bằng máy tính bao gồm:

- Kỹ thuật chỉnh khôi phục hình ảnh: Khôi phục sự bỏ sót các đường quét, lọc những nhiễu xuất hiện tản mạn trên hình ảnh, hiệu chỉnh sự tán xạ của khí quyển, hiệu chỉnh sự méo hình học, loại bỏ mây.
- Tăng cường chất lượng ảnh: Tăng cường độ tương phản, chuyển mật độ và tone màu, làm đều mật độ trên ảnh, tăng cường đường biên, ghép nối số hóa ảnh, tạo ảnh lập thể.
- Chiết tách thông tin của ảnh. Nhận dạng phân loại các pixel, tạo ảnh thành phần chính, tạo ảnh tỷ số, phân loại đa phổ trên cơ sở các tín hiệu số của chúng.

Để xử lý hoá ảnh cần thiết phải có những chương trình phần mềm chuyên dụng: ERDAS, FERIColor, ILWIS, ARCVIEW, PCI,... với các phiên bản khác nhau thường xuyên được cải tiến và nâng cao. Một số hình ảnh đánh giá hạn hán bằng ảnh viễn thám được thể hiện trên Hình III.17 - III.19.

#### **III.2.4. Một số phương pháp phân loại ảnh viễn thám.**

Các ảnh viễn thám sau khi được xử lý cần phải được tiến hành phân loại để xác định các đối tượng bề mặt. Hiện nay có rất nhiều phương pháp phân loại như:

- *Phân loại theo cây quyết định*

Phân loại theo cây quyết định thuộc vào nhóm phân loại có cấu trúc. Trong thực tế không có thuật toán tổng quát nào cho phương pháp phân loại này và nó thường được ứng dụng cùng với tư duy chuyên gia. Người phân loại sẽ phải xuất phát từ việc đánh giá khả năng phân tích các đối tượng dựa trên chi thức chuyên gia và đặc tính phổ của chúng.

- *Phân loại theo khoảng cách ngắn nhất*

Được sử dụng để phân loại các đối tượng trong không gian phổ đa chiều. Độ lớn của khoảng cách giữa các pixel được sử dụng như thước đo đánh giá sự thuộc về một lớp nào đó của pixel đang khảo sát.

- *Phân loại xác suất cực đại*

Phương pháp phân loại theo xác suất cực đại được sử dụng thường xuyên trong xử lý ảnh viễn thám. Mỗi pixel được tính xác suất thuộc vào một lớp nào đó và nó được gán vào lớp mà xác suất thuộc vào lớp đó là lớn nhất.

- *Phân loại logic mờ*

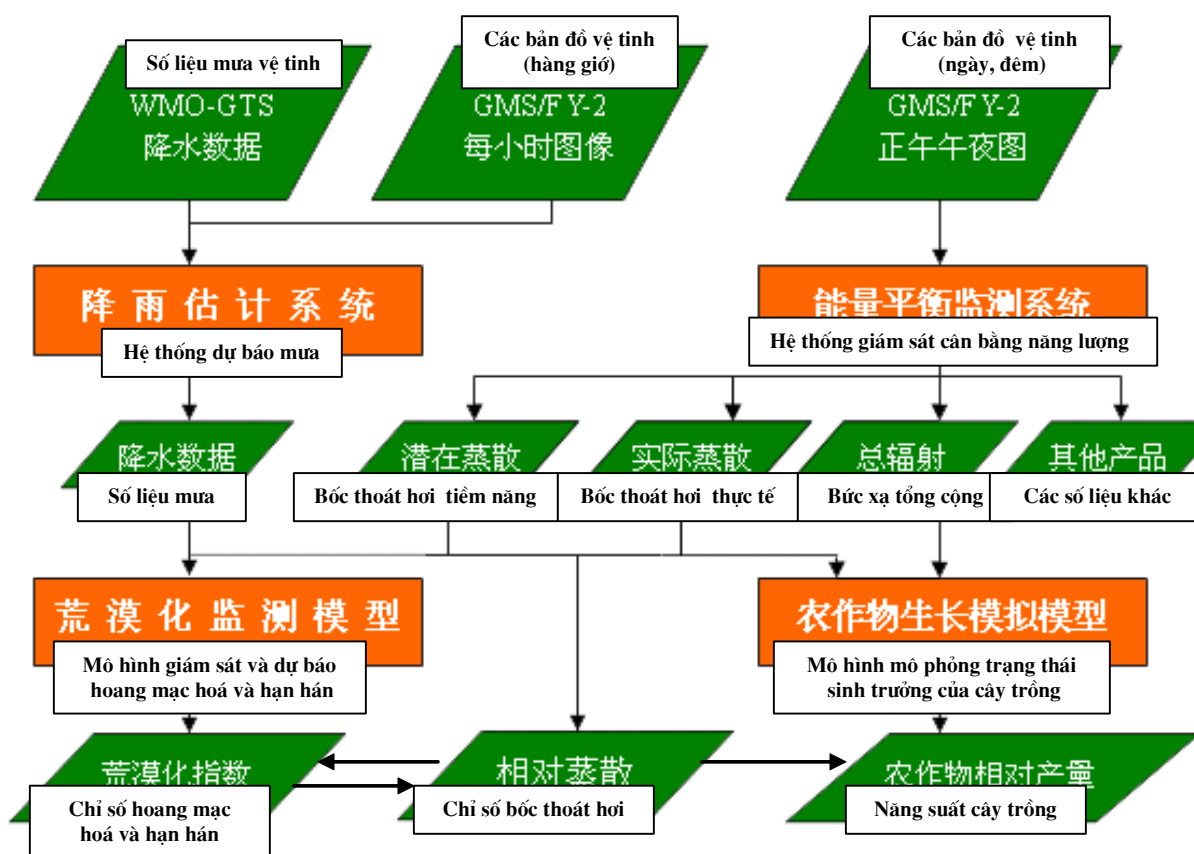
Dựa trên lý thuyết tập mờ (fuzzy set theory) được Zadeh đề xuất năm 1965. Thông thường, các giá trị của đối tượng là 0 hoặc 1. Sử dụng phân loại logic mờ trong những trường hợp phân loại mang yếu tố “định tính”

- *Phân loại mạng nơ ron*

Khái niệm: NN: Neural network (mạng nơ ron); ANN: Artificial Neural Network (mạng nơ ron nhân tạo): Mô phỏng cách nhìn của con người và hoạt động xử lý của nơ ron thần kinh; Nguyên tắc của mạng nơ ron: nhiều “input”, một “output”

*Tóm lại:* Cùng với các số liệu quan trắc bề mặt, việc tích hợp các thông tin viễn thám với các vệ tinh khác nhau với nhiều độ phân giải không gian và thời gian khác nhau, sử dụng các chỉ tiêu hạn hán phù hợp cho mỗi vùng, mỗi mùa là hoàn toàn có khả năng phục vụ công tác giám sát và dự báo hạn hán. Tuy nhiên trong tình hình nước ta hiện nay khi chưa có các trạm thu lớn từ các vệ tinh radar và quang học phân giải cao, chúng ta cần có sự liên kết giữa các cơ quan trong việc trao đổi sử dụng những tư liệu viễn thám đã có. Công nghệ viễn thám mang tính toàn cầu vì vậy việc hợp tác chặt chẽ với các nước có nền khoa học phát triển trong lĩnh vực viễn thám là đặc biệt quan trọng đối với sự tồn tại và phát triển công nghệ viễn thám ở Việt Nam.

### III.2.5. Giới thiệu một mô hình cụ thể về cảnh báo và dự báo hạn hán và sa mạc hoá ở Trung Quốc



Hình III. 20: Sơ đồ nghiệp vụ dự báo và cảnh báo hạn hán ở Trung Quốc

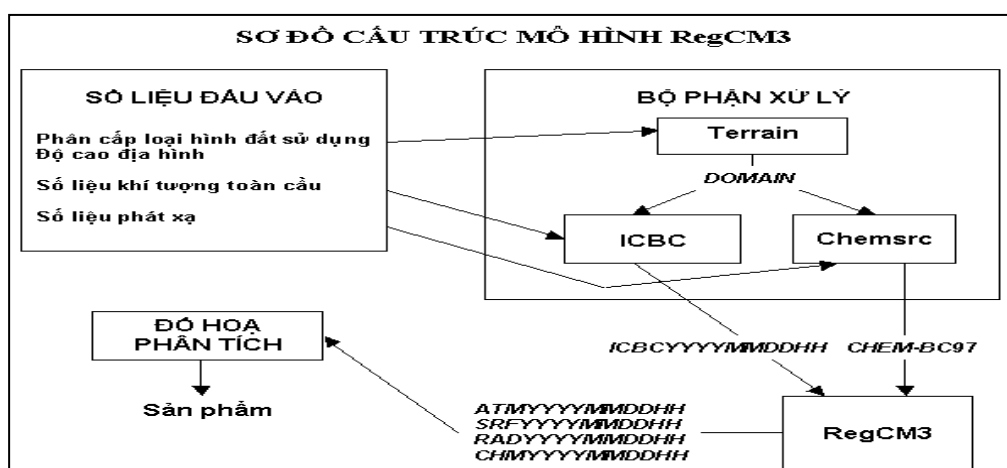
## III.3. Khả năng ứng dụng mô hình khí hậu khu vực để giám sát và dự báo hạn

### III.3.1. Giới thiệu về khả năng ứng dụng của mô hình RegCM3

Hiện nay các mô hình khí hậu động lực đang được quan tâm ứng dụng trong công tác dự báo khí hậu, nhất là các mô hình khí hậu khu vực (RCM) vì tính ưu

việt của nó. Loại mô hình khí hậu khu vực (RegCM) ban đầu được phát triển bởi Dickinson (1989); Giorgi và Bates (1989) với phiên bản (RegCM1) và sau đó được phát triển theo mong muốn của Giorgi (1993b,c) với phiên bản là (RegCM2) và phiên bản RegCM2.5 bởi Giorgi và Mearns năm (1999).

Nhóm vật lý hệ trái đất (ESP) thuộc Trung tâm Vật lý Lý thuyết quốc tế Adus Salam (ICTP) đã và đang phát triển mô hình khí hậu gọi là RegCM3 [1]. Trong phiên bản mới nhất này thì nhiều sơ đồ vật lý đã được cải tiến. Mô hình hiện nay đang được sử dụng rộng rãi cho nhiều mục đích nghiên cứu liên quan đến khí hậu vùng nhiệt đới và nhiều lĩnh vực nghiên cứu khác. Sơ đồ cấu trúc của mô hình RegCM3 được xây dựng như trên Hình III.21 như sau:



Hình III.21: Sơ đồ cấu trúc mô hình RegCM

Trước tiên, số liệu địa hình, loại hình đất sử dụng,... và các thông số về miền tính được xử lý bởi mô đun Terrain. Sản phẩm của mô đun này cùng với số liệu khí tượng được chuyển đến mô đun xử lý số liệu khí tượng ICBC. Đồng thời, mô đun Chemsrc xử lý các thông tin về nhiễm bẩn khí quyển và các khí nhà kính. Mô đun RegCM3 mô phỏng các quá trình vật lý trong miền tính và đưa ra sản phẩm số của toàn bộ mô hình. Các sản phẩm nói trên có thể được hiển thị bằng các phần mềm đồ họa như GRADS, NCAR Graphic hoặc đưa vào các mô hình ứng dụng khác thông qua một số phần mềm phân tích hoặc giải mã.

Sản phẩm của mô hình RegCM3 rất phong phú, bao gồm hầu hết các trường khí tượng trong miền tính từ bề mặt đến các mực trên cao (Hình III.22). Hàng loạt đặc trưng bề mặt được dự báo cũng như tính toán từ các yếu tố đã được dự báo như nhiệt độ, độ ẩm, các thành phần gió ngang, độ ẩm đất, nhiệt độ các lớp đất, tổng lượng mưa, tổng lượng mưa đối lưu, tổng lượng mưa quy mô lưới, lượng nước bề mặt,... Các sản phẩm này hoàn toàn đáp ứng yêu cầu trong nghiên cứu, dự báo khí hậu nói chung, giám sát và dự báo hạn nói riêng.

Từ các sản phẩm của RegCM3 có thể tính toán các chỉ số hạn phục vụ công tác đánh giá và dự báo hạn.

Ở Việt Nam, vì nhiều lý do, chưa thể chạy nghiệp vụ dự báo khí hậu thời gian thực bằng mô hình RegCM3, nhưng hoàn toàn có thể thực hiện chạy mô phỏng khí hậu khu vực, từ đó tính toán các chỉ số hạn để đánh giá tình hình hạn hán trong thời gian đã qua một cách chi tiết.

### ATMYYYMMDDHH

Variables	Description
u	Zonal wind ( $m s^{-1}$ )
v	Meridional wind ( $m s^{-1}$ )
tk	Temperature (K)
qd	Mixing ratio ( $g kg^{-1}$ )
qc	Cloud mixing ratio ( $g kg^{-1}$ )
ps	Surface pressure (Pa)
rt	Total precipitation (mm)
tgrnd	Geopotential height (gpm)
smt	Total soil water (mm)
rb	Base flow ( $mm day^{-1}$ )

### RADYYYYMMDDHH

Variables	Description
fc	Cloud fraction (fraction)
clwp	Cloud liquid $H_2O$ path ( $g m^{-2}$ )
qrs	Solar heating rate ( $K s^{-1}$ )
qrl	LW cooling rate ( $K s^{-1}$ )
fsw	Surface abs solar ( $W m^{-2}$ )
flw	LW cooling of surface ( $W m^{-2}$ )
clrst	Clear sky cool abs sol ( $W m^{-2}$ )
clrsl	Clear sky surf abs sol ( $W m^{-2}$ )
clrlt	Clear sky net up flux ( $W m^{-2}$ )
clrls	Clear sky LW surf cool ( $W m^{-2}$ )
soltn	Instant inced solar ( $W m^{-2}$ )
sabtp	Column abs solar ( $W m^{-2}$ )
flrtp	Net up flux at top ( $W m^{-2}$ )

### SRFYYYMMDDHH

Variables	Description
ua	Anemometer zonal winds ( $m s^{-1}$ )
va	Anemometer meridional winds ( $m s^{-1}$ )
drag	Surface drag stress
tg	Ground temperature (K)
tf	Foliage temperature (K)
ta	Anemometer temperature (K)
qa	Anemometer specific humidity ( $kg kg^{-1}$ )
smu	Top layer soil moisture (mm)
smr	Root layer soil moisture (mm)
rt	Total precipitation ( $mm day^{-1}$ )
et	Evapotranspiration ( $mm day^{-1}$ )
rfs	Surface runoff ( $mm day^{-1}$ )
snw	Snow water equivalent (mm)
sh	Sensible heat ( $W m^{-2}$ )
lwn	Net longwave ( $W m^{-2}$ )
swn	Net solar absorbed ( $W m^{-2}$ )
lwd	Downward longwave ( $W m^{-2}$ )
swl	Solar incident ( $W m^{-2}$ )
rc	Convective precipitation ( $mm day^{-1}$ )
parf	Surface pressure (Pa)
zphi	PBL height (m)

Hình III.22: Danh mục các sản phẩm của mô hình RegCM3

### III.3.2. Ứng dụng của mô hình RegCM3 tại Trung Quốc

Hệ thống dự báo khí hậu mùa của Trung Quốc bằng mô hình động lực bao gồm: Chạy mô hình khí hậu toàn cầu (GCM) và mô hình đại dương (OGCM) lấy kết quả làm điều kiện biên cho mô hình RegCM3 để thực hiện dự báo mùa. Như vậy, mô hình RegCM3 được lồng vào mô hình cặp (CGCM). Đây là mô hình cặp khí quyển đại dương toàn cầu do tự Trung quốc phát triển, các kết quả có trên trang web của Trung tâm Khí hậu Quốc gia (NCC), Cục Khí tượng Trung Quốc. Hiện nay Trung Quốc đang dùng hệ thống này để dự báo nghiệp vụ.

Ví dụ minh họa về việc sử dụng RegCM trong công tác dự báo khí hậu và giám sát hạn của Trung tâm Khí hậu Quốc gia, Cục Khí tượng Trung Quốc được thể hiện trên các Hình III.23 và III.24.

### III.4. Nghiên cứu, xây dựng phương án dự báo và cảnh báo sớm hạn

#### III.4.1. Phương pháp tiếp cận

- Kế thừa, tiếp thu, ứng dụng tối đa và có chọn lọc các kết quả (phương pháp và sản phẩm) của các nghiên cứu về dự báo hạn hán trong và ngoài nước, nhất là những thành tựu gần đây (cơ sở số liệu và các kết quả dự báo của các loại mô hình).

- Dự báo hạn sẽ được tiến hành theo cách tiếp cận như sau:

+ Coi các chỉ số hạn, nhất là các chỉ số hạn khí tượng như là các yếu tố khí hậu cần dự báo và ứng dụng các phương pháp dự báo khí hậu vào dự báo hạn, có nghĩa là sử dụng các phương pháp thống kê thuần túy, tìm các mối quan hệ giữa chỉ số hạn với các yếu tố khí hậu để xây dựng mô hình dự báo; sử dụng phương pháp

downscaling thống kê tìm mối quan hệ giữa chỉ số hạn với các trường khí tượng toàn cầu để xây dựng mô hình dự báo.

+ Dự báo về hạn nông nghiệp và hạn thủy văn chủ yếu vẫn dựa vào kết quả dự báo hạn khí tượng. Trong đó hạn nông nghiệp được xác định riêng biệt dựa vào mức độ thiếu hụt lượng mưa thực tế hoặc dự báo (hoặc lượng nước trong đất thực tế hoặc dự báo) so với nhu cầu nước của cây trồng ở từng giai đoạn sinh trưởng và phát triển cụ thể.

+ Hạn thủy văn (khả năng xảy ra và quy mô hạn) được xác định thông qua 3 chỉ số (hệ số khô  $K_{kh}$ , hệ số cạn  $K_c$ , hệ số hạn  $K_h$ ), trong đó hệ số hạn  $K_h$  được phân thành 3 cấp: hạn nhẹ, hạn vừa và hạn nặng. Trên cơ sở kế thừa các kết quả nghiên cứu của các đề tài hạn, các phương pháp dự báo hạn thủy văn của Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương (Trung tâm KTTV Quốc gia), đặc biệt là đề tài cấp Nhà nước KC. 08.22 sẽ tiến hành phương pháp dự báo hạn thủy văn thông qua dự báo dòng chảy kiệt theo tuần, tháng, mùa và vụ.

- Phương pháp phân tích thống kê, xử lý số liệu và tính toán các đặc trưng của 3 loại hạn (hạn khí tượng, hạn nông nghiệp và hạn thủy văn) của WMO, FAO, Mỹ, Úc, EU, Trung Quốc, các nước ASEAN, Viện Nghiên cứu quốc tế về Khí hậu và Xã hội (IRI), Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường (Bộ Tài nguyên và Môi trường) và các cơ quan nghiên cứu có liên quan ở Việt Nam.

- Hai phương pháp dự báo, bao gồm: 1) Mô hình động lực (downscaling động lực và downscaling thống kê), 2) Mô hình thống kê thực nghiệm về 3 loại hạn hán của các cơ quan nghiên cứu và dự báo, cảnh báo hạn hán ở các tổ chức quốc tế và các nước đã nêu ở trên.

- Phương pháp xây dựng các bản đồ hạn hán theo công nghệ GIS.

### **III.4.2. Phương pháp nghiên cứu**

#### **a. Các phương pháp chính**

- Phương pháp tính toán thống kê thuần túy.
- Phương pháp mô hình toán.
- Phương pháp điều tra khảo sát thực địa.
- Phương pháp tổng hợp địa lý.
- Phương pháp chuyên gia.
- Phương pháp downscaling thống kê
- Phương pháp downscaling động lực

#### **b. Mô tả phương pháp downscaling:**

Có 2 phương pháp Downscaling (hạ thấp phạm vi) là downscaling động lực và downscaling thống kê:

- Downscaling động lực là dùng các kết quả của mô hình GCM kết nối với các thông tin trong một vùng cụ thể để xây dựng mô hình khí hậu khu vực (RCM) có độ phân giải cao hơn;

- Còn downscaling thống kê cũng dùng kết quả mô hình GCM, dựa vào mối quan hệ thực nghiệm (thông qua phương pháp thống kê) giữa các kết quả của GCM với các yếu tố khí hậu của vùng khí hậu cụ thể để lập phương trình dự báo.

Như vậy, ngoài phương pháp thống kê thuần túy, chúng ta có thể sử dụng phương pháp downscaling thống kê tìm mối quan hệ giữa chỉ số hạn với các trường khí tượng toàn cầu để xây dựng mô hình dự báo, khi coi chỉ số hạn, kể cả hạn khí tượng, hạn thủy văn và hạn nông nghiệp như là một yếu tố khí hậu cần dự báo. Còn áp dụng phương pháp downscaling động lực để chạy mô hình khí hậu khu vực (RegCM) cho kết quả là các yếu tố khí hậu, từ đó tính toán để dự báo các chỉ số hạn.

### III.5. Xây dựng mô hình dự báo và cảnh báo sớm hạn hán

#### III.5.1. Lựa chọn và phân cấp hạn theo các chỉ số hạn

##### a. Đối với hạn khí tượng

Như trong chương II đã đề cập, chỉ số hạn được chọn để giám sát hạn khí tượng gồm có: Tỷ chuẩn lượng mưa (TC %); chỉ số khô hạn (K) hoặc chỉ số ẩm ( $A = 1/K$ ) và chỉ số chuẩn hoá giáng thủy (SPI). Các chỉ số này sẽ được tính toán và cập nhật thường xuyên để đưa lên bản tin "giám sát hạn" (Drought Bulletin) dưới dạng bảng số liệu và bản đồ (theo công nghệ GIS, Suffer hoặc các phần mềm đồ họa khác).

Các thông tin cảnh báo tình hình hạn hán sẽ dựa vào khoảng giá trị các chỉ số theo phân cấp hạn đối với từng chỉ số. Kế thừa các kết quả nghiên cứu đã có và từ nghiên cứu của chúng tôi khi thể hiện các chỉ số hạn trên bản đồ vào những năm đặc biệt, phân cấp hạn của từng chỉ số như sau:

- Tỷ chuẩn lượng mưa (TC):

Phân cấp hạn	Khoảng giá trị TC (%)
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	75 ÷ 100
Hạn vừa	50 ÷ 75
Hạn nặng	25 ÷ 50
Hạn rất nặng đến rất nghiêm trọng	< 25

- Chỉ số hạn (K) hoặc ẩm (A):

Phân cấp hạn	Khoảng giá trị K hoặc (A)
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	1 ÷ 2 hoặc (0,5 ÷ 1,0)
Hạn vừa	2 ÷ 4 hoặc (0,25 ÷ 0,5)
Hạn nặng	4 ÷ 7 hoặc (0,15 ÷ 0,25)
Hạn rất nặng đến rất nghiêm trọng	> 7 hoặc (< 0,15)

- Chỉ số chuẩn hoá giáng thủy (SPI) hoặc có thể gọi là chỉ số chuẩn hoá lượng mưa:

Phân cấp hạn	Khoảng giá trị SPI
Bắt đầu Hạn (thiếu nước)	-0,49 ÷ 0,25
Hạn vừa	-0,99 ÷ -0,5
Hạn nặng	-1,44 ÷ -1,0
Hạn rất nặng	-1,99 ÷ -1,5
Hạn rất nghiêm trọng	< -2,0

Lý do phân cấp hạn theo chỉ số SPI khác chút ít so với phân cấp theo tài liệu của Mỹ ở chỗ: chỉ số SPI ở các khu vực của Việt Nam tương đối cao và nếu lấy theo giá trị SPI từ -0,99 đến 0,99 là giá trị gần chuẩn thì không miêu tả được tình hình xảy ra hạn ở Việt Nam. Một ví dụ minh họa qua số liệu SPI (Bảng III.1) các mùa của năm 1993 là năm xảy ra El Nino từ mùa 2 (tháng 2, 3, 4) đến mùa 6 (tháng 6, 7, 8) cho thấy hầu như không có hạn hán xảy ra trên cả nước nếu lấy SPI nhỏ hơn -0,99.

Theo Bảng III.1, từ mùa 2 đến mùa 6 năm 1993, giá trị SPI khu vực Tây Bắc Bộ (TBB) dao động từ -0,724 đến 0,381; Đông Bắc Bộ (ĐBB): -0,550 ÷ 0,200; Đồng Bằng Bắc Bộ (ĐBBB): -0,505 ÷ 0,411; Bắc Trung Bộ (BTB): -0,878 ÷ -0,371; Nam Trung Bộ (NTB): -0,708 ÷ -0,517; Tây Nguyên (TN): -0,888 ÷ -0,222 và Đồng Bằng Nam Bộ (ĐBNB): -0,514 ÷ 0,164.

Bảng III.2 nêu lên các giá trị dưới ngưỡng -1,0 của SPI 12 mùa trên các khu vực trong cả nước. Từ Bảng này có thể thấy giá trị thấp nhất của SPI khu vực TBB là: -2,6 (mùa 7/1951); ĐBB là: -2,00 (mùa 8/1953); ĐBBB: -1,44 (mùa 9/1991); BTB: -1,86 (mùa 10/1979); NTB: -1,54 (mùa 5/1954); TN: -1,70 (mùa 4/1963) và ĐBNB: -1,50 (mùa 6/1974). Như vậy có thể chấp nhận khi giá trị SPI nhỏ hơn -1,0, tình trạng hạn coi là nặng, nhỏ hơn -1,5 là rất nặng và nhỏ hơn -2,0 sẽ cực kỳ nghiêm trọng.

Bảng III.1: Chỉ số SPI 12 mùa năm 1993 trên các khu vực trong cả nước

	Năm	TBB	ĐBB	ĐBBB	BTB	NTB	TN	ĐBNB
Mùa1	1993	-0,300	0,290	-0,601	-0,935	-0,789	0,238	0,226
Mùa2	1993	-0,022	0,189	-0,311	-0,371	-0,542	-0,222	-0,294
Mùa3	1993	0,381	0,200	0,411	-0,384	-0,597	-0,523	-0,514
Mùa4	1993	-0,176	-0,111	-0,066	-0,878	-0,708	-0,888	-0,432
Mùa5	1993	-0,609	-0,339	-0,378	-0,704	-0,626	-0,739	0,068
Mùa6	1993	-0,724	-0,550	-0,505	-0,487	-0,517	-0,665	0,164
Mùa7	1993	-0,241	-0,199	-0,078	-0,394	-0,664	-0,375	-0,048
Mùa8	1993	-0,031	-0,312	-0,378	-0,146	0,505	0,336	-0,080
Mùa9	1993	-0,547	-0,516	-0,677	-0,441	0,434	0,520	-0,171
Mùa10	1993	-1,321	-1,008	-1,118	-0,271	0,798	0,909	-0,097
Mùa11	1993	-1,368	-0,824	-0,552	-0,851	0,230	0,405	-0,382
Mùa12	1993	-1,143	-0,733	-0,263	-0,036	0,452	0,780	-0,020

Bảng III.2: Các cực trị của chỉ số SPI 12 mùa trên các khu vực của Việt Nam

	Năm	TBB	Năm	ĐBB	Năm	ĐBBB	Năm	BTB	Năm	NTB	Năm	TN	Năm	ĐBNB
Mùa1														
Hạn	1986	-1,64	1954	-1,50	1986	-1,14	1984	-1,18	1974	-1,14	1955	-1,11	1998	-0,74
Mùa2	1992	-1,13	1988	-1,06	1995	-1,10	1995	-1,04	1992	-1,03				
Hạn	1995	-1,33	1960	-1,06			1971	-1,21						
	1966	-1,39	1955	-1,42			1992	-1,21						
	1960	-1,76												
Mùa3	1992	-1,08	1955	-1,08	1977	-1,09	1950	-1,02	1992	-1,01	1977	-1,06	1969	-1,00
Hạn	1958	-1,21	1995	-1,15			1985	-1,11	1983	-1,03	1953	-1,19	1987	-1,01
	1987	-1,48	1958	-1,20			1992	-1,15	1963	-1,04	1963	-1,29	1992	-1,05
	1966	-1,55	1954	-1,22			1983	-1,27					1977	-1,23
			1953	-1,32										
Mùa4	1960	-1,02	1960	-1,07	1983	-1,06	1952	-1,08	1973	-1,16	1977	-1,21	1957	-1,02
Hạn	1983	-1,36	1977	-1,17	1977	-1,12	1988	-1,19	1954	-1,18	1963	-1,70	1963	-1,12
	1987	-1,54	1963	-1,19	1988	-1,15	1954	-1,21	1977	-1,34			1977	-1,39
			1953	-1,32			1977	-1,45						
Mùa5	1983	-1,14	1953	-1,07	1988	-1,09	1988	-1,05	1991	-1,00	1977	-1,10	1957	-1,08
Hạn	1987	-1,18	1985	-1,15	1983	-1,22	1954	-1,07	1954	-1,54	1998	-1,28	1974	-1,23
	1985	-1,40	1954	-1,42			1952	-1,15			1963	-1,58		
Mùa6	1983	-1,06	1953	-1,64	1957	-1,15	1976	-1,20	1954	-1,40	1998	-1,31	1974	-1,50
Hạn	1989	-1,24			1988	-1,32	1999	-1,21						
	1953	-1,89					1954	-1,21						
							1988	-1,22						

Bảng III.2: Các cực trị của chỉ số SPI 12 mùa trên các khu vực của Việt Nam (tiếp)

	Năm	TBB	Năm	DBB	Năm	DBBB	Năm	BTB	Năm	NTB	Năm	TN	Năm	DBNB
Mùa7	1957	-1,00	1965	-1,00	1988	-1,09	1999	-1,06	1955	-1,31	1988	-1,08	1955	-1,16
Hạn	1989	-1,06	1954	-1,14	1998	-1,13	1966	-1,09			1998	-1,14	1974	-1,27
	1951	-2,62	1953	-1,71	1976	-1,16	1976	-1,39						
					1966	-1,19								
Mùa8	1998	-1,03	1998	-1,14	1965	-1,01	1976	-1,04	1989	-1,02	1971	-1,04		
Hạn	1957	-1,07	1991	-1,28	1969	-1,02	1954	-1,05	1974	-1,03	1965	-1,04		
	1989	-1,11	1957	-1,39	1998	-1,04	1969	-1,10	1982	-1,15				
	1992	-1,31	1992	-1,83	1957	-1,17	1951	-1,79	1987	-1,28				
	1990	-1,49	1953	-2,00	1991	-1,33								
	1991	-1,54			1992	-1,34								
	1951	-1,60												
Mùa9	1971	-1,01	1957	-1,01	1979	-1,15	1997	-1,13	1957	-1,03			1961	-1,04
Hạn	1980	-1,03	1992	-1,10	1991	-1,44	1954	-1,40	1989	-1,26			1968	-1,10
	1956	-1,09	1991	-1,26					1982	-1,31				
	1998	-1,10	1953	-1,75										
	1991	-1,24												
	1951	-1,26												
	1962	-1,40												
Mùa10	1962	-1,04	1993	-1,01	1973	-1,02	1954	-1,08	1957	-1,03	1977	-1,20	1977	-1,04
Hạn	1957	-1,19	1962	-1,04	1992	-1,04	1997	-1,11	1989	-1,22			1968	-1,05
	1951	-1,23	1958	-1,08	1993	-1,12	1959	-1,18	1982	-1,36				
	1993	-1,32	1956	-1,18	1959	-1,19	1979	-1,86						
	1979	-1,34	1973	-1,21	1955	-1,25								
			1955	-1,30	1979	-1,57								
			1979	-1,67										
Mùa11	1958	-1,07	1958	-1,03	1979	-1,15	1973	-1,04	1992	-1,01	1958	-1,12	1991	-1,01
Hạn	1966	-1,09	1962	-1,04			1997	-1,13	1958	-1,27			1962	-1,08
	1997	-1,15	1954	-1,09			1979	-1,14						
	1973	-1,17	1979	-1,45										
	1993	-1,37												
	1962	-1,41												
	1979	-1,44												
Mùa12	1956	-1,01	1953	-1,06	1985	-1,01	1979	-1,04	1973	-1,02				
Hạn	1993	-1,14	1995	-1,11	1951	-1,03	1962	-1,11						
	1973	-1,33	1954	-1,52	1962	-1,04								
	1962	-1,34			1969	-1,05								
	1985	-1,37			1958	-1,17								
	1968	-1,41												

*b. Đối với hạn nông nghiệp*

*c. Đối với hạn thủy văn*

### III.5.2. Xây dựng mô hình dự báo hạn theo các chỉ số hạn

#### III.5.2.1. Đối với hạn khí tượng

Như đã phân tích ở trên, hạn khí tượng trong nội dung đề tài nghiên cứu này được dự báo thông qua chỉ số SPI tháng và mùa - mùa theo quan điểm dự báo khí hậu là 3 tháng liên tiếp, ví dụ: mùa 3 là tháng 3, tháng 4 và tháng 5 (mùa Xuân); mùa 6 gồm tháng 6, 7, 8 (mùa Hạ); mùa 9 gồm tháng 9, 10, 11 (mùa Thu) và mùa 12 gồm tháng 12 và tháng 1, 2 năm sau (mùa Đông). Theo các nghiên cứu và phân tích ở chương II (Bảng II.1) về thời kỳ mùa mưa và ít mưa trên các khu vực ở Việt Nam, chúng tôi lựa chọn dự báo chỉ số SPI tháng thời kỳ ít mưa: tháng 11, 12 năm trước và từ tháng 1 đến tháng 5 năm sau, trong đó tháng 11 và tháng 5 thường là tháng chuyển tiếp từ mùa mưa sang ít mưa và ngược lại từ mùa ít mưa sang mùa mưa.

Các nhân tố dự báo được sử dụng bao gồm 12 trường trực giao chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (EOF<sub>i</sub>,  $i = 1 \div 12$ ), bộ số liệu phân tích lại theo ô lưới từ năm 1950 - 2000 về chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển (SSTA) và chuẩn sai bức xạ sóng dài (OLRA) do NCEP, NOAA chuyển giao. Tùy vào từng loại nhân tố dự báo mà ứng dụng các phương pháp thích hợp để xây dựng các mô hình dự báo hạn khí tượng với các thời gian trễ khác nhau, tính bằng tháng (lag = 1, 2 hoặc 4 tháng). Số liệu SPI và nhân tố dự báo thời kỳ 1950 - 2000 được coi là dãy số liệu phụ thuộc dùng để lập phương trình dự báo, còn số liệu thời kỳ 2001 - 2006 được coi là dãy số liệu độc lập dùng để thử nghiệm mô hình dự báo.

#### a. Mô hình dự báo SPI sử dụng các trường EOF:

Số liệu các trường EOF 1950 - 2000 được đưa vào làm nhân tố dự báo và sử dụng phương pháp lọc từng bước (stepwise) trong phần mềm Systat10 để xây dựng mô hình dự báo. Kết quả được đưa ra trong phần Phụ lục với các dạng phương trình dự báo như sau:

- Sử dụng các nhân tố EOF tháng 1 để dự báo SPI tháng 2 (lag = 1 tháng) cho các vùng khí hậu với phương trình dự báo SPI tháng 2 có dạng:

$$\text{SPI}_{02\_TBB} = 0.090 - 0.343 \times \text{EOF}_9$$

$$\text{SPI}_{02\_DBB} = -0.045 - 0.237 \times \text{EOF}_4$$

$$\text{SPI}_{02\_DBBB} = -0.030 - 0.200 \times \text{EOF}_4 + 0.203 \times \text{EOF}_8 - 0.206 \times \text{EOF}_9 - 0.291 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_BTB} = 0.094 - 0.124 \times \text{EOF}_2 - 0.137 \times \text{EOF}_6 - 0.215 \times \text{EOF}_7 - 0.158 \times \text{EOF}_9 - 0.193 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_NTB} = 0.087 + 0.204 \times \text{EOF}_4 - 0.174 \times \text{EOF}_6 - 0.182 \times \text{EOF}_7 - 0.202 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_TN} = 0.018 - 0.150 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_DBNB} = 0.089 - 0.228 \times \text{EOF}_1 - 0.101 \times \text{EOF}_8 - 0.325 \times \text{EOF}_{12}$$

- Dạng phương trình dự báo SPI tháng 2 với nhân tố EOF tháng 12 (lag = 2 tháng) có dạng:

$$\text{SPI}_{02\_TBB} = 0.032 - 0.286 \times \text{EOF}_{11}$$

$$\text{SPI}_{02\_DBB} = -0.021 - 0.284 \times \text{EOF}_4$$

$$\text{SPI}_{02\_DBBB} = 0.069 - 0.292 \times \text{EOF}_4 - 0.262 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_BTB} = 0.150 - 0.243 \times \text{EOF}_6 - 0.194 \times \text{EOF}_7 - 0.232 \times \text{EOF}_{12}$$

$$\text{SPI}_{02\_NTB} = 0.005 + 0.191 \times \text{EOF}_4$$

$$\text{SPI}_{02\_NTB} = 0.042 - 0.145 \times \text{EOF}_3 + 0.153 \times \text{EOF}_5$$

$$\text{SPI}_{02\_DBNB} = 0.097 - 0.189 \times \text{EOF}_1 - 0.144 \times \text{EOF}_3 - 0.131 \times \text{EOF}_8 + 0.165 \times \text{EOF}_{10} - 0.347 \times \text{EOF}_{12}$$

- Dạng phương trình dự báo SPI tháng 2 với nhân tố dự báo tháng 10 (lag = 4 tháng) có dạng:

$$\text{SPI}_{02\_TBB} = 0.121 - 0.276 \times \text{EOF}_4 - 0.246 \times \text{EOF}_7 - 0.215 \times \text{EOF}_8 - 0.256 \times \text{EOF}_{11}$$

$$\text{SPI}_{02\_DBB} = 0.020 - 0.439 \times \text{EOF}_4 - 0.276 \times \text{EOF}_7$$

$$\text{SPI}_{02\_DBBB} = 0.057 - 0.501 \times \text{EOF}_4 - 0.284 \times \text{EOF}_7$$

$$\text{SPI}_{02\_BTB} = 0.008 - 0.184 \times \text{EOF}_6 - 0.289 \times \text{EOF}_7$$

$$\text{SPI}_{02\_NTB} = 0.100 - 0.156 \times \text{EOF}_{10}$$

$$\text{SPI}_{02\_TN} = -0.015 + 0.149 \times \text{EOF}_{11}$$

$$\text{SPI}_{02\_DBNB} = 0.021 - 0.117 \times \text{EOF}_4 - 0.259 \times \text{EOF}_{12}$$

*b. Mô hình dự báo SPI sử dụng các trường SSTA và OLRA:*

Để xây dựng mô hình dự báo hạn hán, chúng tôi sử dụng chỉ số SPI như là một yếu tố khí hậu cần dự báo và các trường khí tượng toàn cầu được sử dụng để lựa chọn là các nhân tố dự báo như trường nhiệt độ mặt nước biển (SST), trường bức xạ sóng dài (OLR),... Việc lựa chọn nhân tố được thể hiện thông qua các giá trị của hệ số tương quan giữa yếu tố dự báo và nhân tố dự báo. Hình III.25 minh họa về các hệ số tương quan được tính toán và biểu diễn bằng phần mềm “Hệ thống phân tích và hiển thị ô lưới (GrADS).

Từ các mối quan hệ tương quan, các nhân tố dự báo được lựa chọn và sử dụng phương pháp thống kê để xây dựng các mô hình dự báo chỉ số SPI. Dạng mô hình dự báo được thể hiện như sau:

- Mô hình dự báo SPI tháng 1 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 12 (lag = 1 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_TBB} = -0.066 - 0.040 \times \text{OLR}_{35.2N\_121.9} + 0.027 \times \text{OLR}_{29.5N\_211.9} + 0.025 \times \text{OLR}_{2.9S\_163.1}$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBB} = -0.047 - 0.018 \times \text{OLR}_{37.1S\_195} + 0.027 \times \text{OLR}_{29.5N\_196.9}$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBBB} = -0.097 - 0.025 \times \text{OLR}_{12.4N\_185.6} + 0.018 \times \text{OLR}_{21.9N\_150}$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_BTB} = -0.028 - 0.018 \times \text{OLR}_{39N\_84.4} + 0.016 \times \text{OLR}_{1S\_162.2}$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_NTB} = -0.126 - 0.026 \times \text{OLR}_{528N\_10} - 0.011 \times \text{OLR}_{86N\_202} + 0.022 \times \text{OLR}_{48S\_170}$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$\text{SPI}_{01\_TN} = 0.111 + 0.023 \times \text{OLR}_{20N\_80.6}$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBNB} = -0.069 - 0.048 \times \text{OLR}_{35.2N\_187.5} + 0.007 \times \text{OLR}_{2.9S\_180}$$

- Mô hình dự báo SPI tháng 1 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 11 (lag = 2 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_TBB} = -0.001 - 0.030 \times \text{OLR}_{4.8S\_844.4} - 0.021 \times \text{OLR}_{10.5N\_245.6} - 0.327 \times \text{SST}_{37.1N\_172.5}$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBB} = 0.010 + 0.018 \times \text{OLR}_{18.1N\_168.8} - 0.016 \times \text{OLR}_{18.1N\_210} - 0.538 \times \text{ST}_{12.4N\_136.9}$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBBB} = 0.028 + 0.034 \times \text{OLR}_{29.5S\_129.4} - 0.016 \times \text{OLR}_{1N\_217.5} + 0.606 \times \text{SST}_{25.7N\_206.2}$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_BTB} = 0.028 + 0.031 \times \text{OLR}_{25.7S\_54.5} - 0.013 \times \text{OLR}_{12.4N\_133.1} + 0.533 \times \text{SST}_{23.8N\_195} - 0.169 \times \text{SST}_{39N\_195}$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_NTB} = -0.105 + 0.018 \times \text{OLR}_{10.5N\_116.2} + 0.499 \times \text{SST}_{21.9N\_153.8} - 0.498 \times \text{SST}_{16.2S\_157.5} + 0.544 \times \text{SST}_{25.7N\_193.1}$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$\text{SPI}_{01\_TN} = 0.088 + 0.032 \times \text{OLR}_{35.2N\_121.9} - 0.020 \times \text{OLR}_{18.1N\_138.8}$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBNB} = 0.013 - 0.031 \times \text{OLR}_{56.2N\_75} + 0.017 \times \text{OLR}_{35.2N\_112.5} + 0.011 \times \text{OLR}_{8.6N\_118.1} + 0.407 \times \text{SST}_{21.9N\_148.1} + 0.444 \times \text{SST}_{16.2S\_195}$$

- Mô hình dự báo SPI tháng 1 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 9 (lag = 4 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_TBB} = -0.022 - 0.512 \times \text{SST}_{29.5N\_125.6}$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBB} = -0.010 + 0.590 \times \text{SST}_{23.8S\_264.4}$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBBB} = -0.054 - 0.523 \times \text{SST}_{29.5N\_140.6} + 0.744 \times \text{SST}_{21.9S\_253.1}$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_BTB} = 0.097 + 0.153 \times \text{SST}_{41N\_155.6} - 0.333 \times \text{SST}_{37.1N\_191.1}$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_NTB} = 0.047 - 0.491 \times \text{SST}_{41S\_61.9} + 0.237 \times \text{SST}_{37.1N\_150}$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$\text{SPI}_{01\_TN} = 0.006 - 0.526 \times \text{SST}_{25.7S\_236.2}$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$\text{SPI}_{01\_DBNB} = -0.021 - 0.368 \times \text{SST}_{18.1S\_91.9}$$

Các mô hình dự báo đối với SPI tháng 2 - 5 và 11, 12 và tọa độ các vùng của SSTA và OLRA có hệ số tương quan tốt để chọn làm nhân tố dự báo được trình bày trong Phụ lục.

*c. Mô hình dự báo SPI sử dụng kết hợp cả các trường SSTA, OLRA và EOF:*

Nhằm bổ sung sự ổn định và tính chắc chắn của mô hình dự báo, chúng tôi đưa toàn bộ trường EOF vào tham gia tuyển chọn nhân tố cùng trường SSTA và OLRA. Các nhân tố được lọc thông qua chương trình hồi qui với lựa chọn lọc từng bước (Stepwise) trong phần mềm Systat10. Kết quả được thể hiện dưới đây:

- Mô hình dự báo SPI tháng 11 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 10 (lag = 1 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{11\_TBB} = 0.207 + 0.028 \times \text{OLR}_{25.7N\_135} - 0.019 \times \text{OLR}_{25.7N\_183.8} + 0.020 \times \text{OLR}_{39N\_208.1} - 0.254 \times \text{EOF4} - 0.356 \times \text{EOF9} - 0.337 \times \text{EOF10} - 0.281 \times \text{EOF12}$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{11\_DBB} = 0.147 + 0.014 \times \text{OLR}_{18.1N\_125.6} + 0.035 \times \text{OLR}_{8.6N\_180} - 0.234 \times \text{EOF9} - 0.181 \times \text{EOF10}$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$\text{SPI}_{11\_DBBB} = -0.125 - 0.162 \times \text{EOF1} + 0.338 \times \text{EOF3} - 0.246 \times \text{EOF9} + 0.160 \times \text{EOF11}$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$\text{SPI}_{11\_BTB} = -0.065 + 0.027 \times \text{OLR}_{27.6N\_95.6} - 0.024 \times \text{OLR}_{39N\_63.8} + 0.017 \times \text{OLR}_{16.2N\_127.5} - 0.174 \times \text{EOF4} - 0.167 \times \text{EOF12}$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$SPI_{11\_NTB} = 0.158 + 0.022 \times OLR_{2.9S\_138.8} - 0.218 \times EOF4 - 0.199 \times EOF6 - 0.334 \times EOF12$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$SPI_{11\_TN} = 0.014 - 0.026 \times OLR_{44.8N\_99.4} + 0.017 \times OLR_{1N\_146.2} - 0.222 \times EOF12$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$SPI_{11\_DBNB} = 0.046 - 0.040 \times OLR_{46.7N\_153.8} - 0.050 \times OLR_{48.6N\_166.9} - 0.187 \times EOF4 - 0.143 \times EOF8 - 0.157 \times EOF12$$

- Mô hình dự báo SPI tháng 11 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 9 (lag = 2 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_TBB} = 0.130 + 0.024 \times OLR_{14.3S\_105} - 0.025 \times OLR_{52.N\_95.6} - 0.020 \times OLR_{10.5N\_133.1} - 0.414 \times SST_{37.1N\_213.8} - 0.338 \times EOF3$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_DBB} = 0.218 + 0.033 \times OLR_{18.1N\_157.5} + 0.943 \times OLR_{10.5N\_69.4} - 0.274 \times EOF1 + 0.258 \times EOF11 + 0.335 \times EOF12$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_DBBB} = -0.192 - 0.027 \times OLR_{31.4N\_151.9} + 0.840 \times SST_{6.7S\_161.2} - 0.205 \times EOF9 + 0.185 \times EOF10 + 0.216 \times EOF11$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$SPI_{11\_BTB} = 0.076 - 0.030 \times OLR_{39N\_48.8} + 0.021 \times OLR_{16.2N\_86.2} - 0.448 \times SST_{25S\_161.2E} - 0.222 \times EOF8$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$SPI_{11\_NTB} = 0.067 + 0.022 \times OLR_{18.1N\_90} + 0.044 \times OLR_{44.8N\_116.2} + 0.015 \times OLR_{14.3N\_193.1} - 0.378 \times SST_{33.3N\_228.8} - 0.153 \times EOF2 + 0.246 \times EOF4$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$SPI_{11\_TN} = 0.000 + 0.015 \times OLR_{10.5N\_131.2} + 0.790 \times SST_{10.5N\_131.2} + 0.807 \times SST_{39S\_165} - 0.291 \times EOF2 - 0.265 \times EOF9$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$SPI_{11\_DBNB} = -0.014 - 0.019 \times OLR_{6.7N\_65.6} + 0.025 \times OLR_{14.3N\_196.9} + 0.510 \times SST_{39S\_163.1} + 0.313 \times EOF1 - 0.204 \times EOF2 - 0.239 \times EOF4 - 0.167 \times EOF8$$

- Mô hình dự báo SPI tháng 11 sử dụng các nhân tố dự báo tháng 7 (lag = 4 tháng)

*Khu vực Tây Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_TBB} = 0.080 - 0.818 \times SST_{20N\_178.1} - 0.629 \times SST_{29.5S\_161.2} + 0.171 \times EOF8$$

*Khu vực Đông Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_DBB} = -0.028 + 0.359 \times SST_{2.9S\_211.9}$$

*Khu vực Đồng bằng Bắc bộ:*

$$SPI_{11\_DBBB} = -0.086 + 0.542 \times SST_{8.6S\_163.} + 0.202 \times EOF3$$

*Khu vực Bắc Trung bộ:*

$$SPI_{11\_BTB} = -0.049 - 0.372 \times SST_{23.8N\_136.9}$$

*Khu vực Nam Trung bộ:*

$$SPI_{11\_NTB} = -0.009 - 0.336 \times EOF3 - 0.197 \times EOF12$$

*Khu vực Tây nguyên:*

$$SPI_{11\_TN} = 0.115 + 0.544 \times SST_{14.3N\_118.1} - 0.219 \times EOF3 + 0.146 \times EOF9$$

*Khu vực Đồng bằng Nam bộ:*

$$SPI_{11\_DBNB} = 0.107 - 0.668 \times SST_{18.1N\_191.2} - 0.195 \times EOF2 + 0.141 \times EOF9$$

#### *d. Mô hình dự báo SPI mùa*

Kế thừa các nghiên cứu dự báo khí hậu mùa, các mô hình dự báo SPI mùa được thiết lập chủ yếu dựa vào trường SSTA và EOF với thời gian trễ là 4 tháng (lag = 4 tháng). Mùa ở đây được hiểu là 3 tháng liên tiếp như đã nói ở trên. Sau đây là các mô hình dự báo SPI đại diện 4 mùa cho các vùng khí hậu của Việt Nam:

- Mô hình dự báo SPI mùa 9 (mùa Thu) với nhân tố tháng 5

Nhân tố dự báo phục vụ dự báo mùa 9 theo các mô hình dự báo lấy từ các file: monsstgrid\_MayYY.txt và sst\_data\_May\_YY.txt

Các giá trị của nhân tố dự báo được đưa vào các mô hình dự báo tương ứng sẽ nhận được giá trị SPI mùa.

Các mô hình dự báo mùa 9 gồm:

$$SPI09\_Rtbb = -0.075 - 0.582 \times S178\_188\_{-36\_ -28} + 0.235 \times EOF10$$

$$SPI09\_Rdbb = -0.030 - 0.899 \times S90\_94\_{-2\_ 0} - 0.157 \times EOF7 + 0.292 \times EOF10$$

$$SPI09\_Rdbbb = 0.000 - 0.421 \times S208\_220\_{-4\_ 2} + 0.205 \times EOF3$$

$$SPI09\_Rbtb = 0.001 + 0.559 \times S264\_266\_{-28\_ -26}$$

$$SPI09\_Rntb = -0.042 - 0.600 \times S190\_194\_{12\_ 16} + 0.194 \times EOF10$$

$$SPI09\_Rtn = 0.004 + 0.467 \times S178\_186\_{26\_ 30} - 0.241 \times S218\_222\_{38\_ 42} - 0.202 \times EOF4 - 0.174 \times EOF12$$

$$SPI09\_Rdbnb = -0.092 + 0.818 \times S140\_144\_{20\_ 24} - 0.121 \times EOF6 + 0.106 \times EOF8 + 0.102 \times EOF9$$

- Mô hình dự báo SPI mùa 12 (mùa Đông) với nhân tố tháng 8

Nhân tố dự báo phục vụ dự báo mùa 12 theo các mô hình dự báo được lấy từ các file: monsstgrid\_AugYY.txt và sst\_data\_Aug\_YY.txt

Các giá trị của nhân tố dự báo được đưa vào các mô hình dự báo tương ứng sẽ nhận được giá trị SPI mùa.

Các mô hình dự báo mùa 12 gồm:

$$\text{SPI12\_Rtbb} = -0.016 + 0.389 \times \text{S150\_156\_40\_42}$$

$$\text{SPI12\_Rdbb} = -0.038 + 0.488 \times \text{S238\_242\_32\_30}$$

$$\text{SPI12\_Rdbbb} = 0.018 + 0.567 \times \text{S184\_188\_28\_30}$$

$$\text{SPI12\_Rbtb} = -0.198 + 1.502 \times \text{S236\_240\_24\_22} - 0.152 \times \text{EOF2} - 0.239 \times \text{EOF9} - 0.225 \times \text{EOF10} - 0.213 \times \text{EOF12}$$

$$\text{SPI12\_Rntb} = -0.198 + 1.009 \times \text{S206\_214\_22\_20} - 0.148 \times \text{EOF9}$$

$$\text{SPI12\_Rtn} = -0.136 + 1.294 \times \text{S170\_172\_40\_38} - 0.205 \times \text{EOF6} + 0.183 \times \text{EOF7} - 0.293 \times \text{EOF9}$$

$$\text{SPI12\_Rdbnb} = -0.039 + 0.626 \times \text{S208\_218\_30\_24} + 0.198 \times \text{EOF7}$$

- Mô hình dự báo SPI mùa 3 (mùa Xuân) với nhân tố tháng 11

Nhân tố dự báo phục vụ dự báo mùa 3 theo các mô hình dự báo được lấy từ các file: monsstgrid\_NovYY.txt và sst\_data\_Nov\_YY.txt

Các giá trị của nhân tố dự báo được đưa vào các mô hình dự báo tương ứng sẽ nhận được giá trị SPI mùa.

Các mô hình dự báo mùa 3 gồm:

$$\text{SPI03\_Rtbb} = -0.127 + 0.147 \times \text{EOF2} + 0.221 \times \text{EOF7} + 0.375 \times \text{EOF9}$$

$$\text{SPI03\_Rdbb} = -0.100 - 0.681 \times \text{S190\_196\_12\_10} + 0.961 \times \text{S150\_152\_6\_8} - 0.177 \times \text{EOF11}$$

$$\text{SPI03\_Rdbbb} = -0.016 - 0.583 \times \text{S184\_192\_14\_20} + 0.469 \times \text{S136\_142\_18\_20}$$

$$\text{SPI03\_Rbtb} = -0.177 + 0.926 \times \text{S136\_144\_16\_20}$$

$$\text{SPI03\_Rntb} = -0.158 + 0.999 \times \text{S138\_146\_16\_20}$$

$$\text{SPI03\_Rtn} = -0.174 + 1.180 \times \text{S132\_142\_16\_20} - 0.142 \times \text{EOF1} + 0.144 \times \text{EOF5} - 0.202 \times \text{EOF6}$$

$$\text{SPI03\_Rdbnb} = -0.215 - 0.127 \times \text{S196\_210\_2\_2} + 1.277 \times \text{S134\_140\_14\_20} - 0.198 \times \text{EOF9}$$

- Mô hình dự báo SPI mùa 6 (mùa Hạ) với nhân tố tháng 2

Nhân tố dự báo phục vụ dự báo mùa 6 theo các mô hình dự báo được lấy từ các file: monsstgrid\_FebYY.txt và sst\_data\_Feb\_YY.txt

Các giá trị của nhân tố dự báo được đưa vào các mô hình dự báo tương ứng sẽ nhận được giá trị SPI mùa.

Các mô hình dự báo mùa 6 gồm:

$$\text{SPI06\_Rtbb} = -0.010 + 0.478 \times \text{S170\_180\_36\_42} + 0.132 \times \text{EOF3} - 0.235 \times \text{EOF5} + 0.163 \times \text{EOF9}$$

$$\text{SPI06\_Rdbb} = 0.168 - 0.342 \times \text{S104\_108\_36\_34} - 0.301 \times \text{EOF1} - 0.194 \times \text{EOF6} - 0.242 \times \text{EOF7} - 0.332 \times \text{EOF8}$$

$$\text{SPI06\_Rdbbb} = 0.104 - 1.415 \times \text{S90\_94\_2\_0} - 0.145 \times \text{EOF4} - 0.242 \times \text{EOF8} + 0.325 \times \text{EOF9}$$

$$\text{SPI06\_Rbtb} = 0.201 - 0.700 \times \text{S246\_250\_14\_16} + 0.662 \times \text{S94\_98\_22\_20} + 0.134 \times \text{EOF5}$$

$$\text{SPI06\_Rntb} = -0.122 + 0.357 \times \text{S250\_256\_20\_18} - 0.098 \times \text{EOF4}$$

$$\text{SPI06\_Rtn} = -0.057 + 0.488 \times \text{S256\_260\_22\_20} - 0.926 \times \text{S196\_198\_16\_18} + 0.201 \times \text{EOF3}$$

$$\text{SPI06\_Rdbnb} = -0.296 + 0.393 \times \text{S146\_150\_36\_38} - 0.127 \times \text{EOF7}$$

### III.5.2.2. Đối với hạn nông nghiệp

### III.5.2.3. Đối với hạn thủy văn

Mô hình dự báo hạn thủy văn được xây dựng trên cơ sở yếu tố dự báo là chỉ số thiếu hụt dòng chảy  $K_{th}$  đối với 9 trạm thủy văn đại diện cho 9 lưu vực sông của cả nước, còn các nhân tố được sử dụng cũng sẽ gồm các trường SST, OLR và EOF

a) Mô hình dự báo chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ ) sử dụng nhân tố dự báo EOF

- Dự báo chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ ) tháng 1 sử dụng nhân tố dự báo EOF tháng 12:

#### **Bản Đôn:**

$$K\_T1\_LAG1\_BANDON = 0.100 + 1.392 \times \text{EOF2} - 0.722 \times \text{EOF4} - 1.245 \times \text{EOF5} + 1.061 \times \text{EOF11}$$

#### **Cẩm Thủy:**

$$KT1\_LAG1\_CAMTHUY = 7.145 + 4.122 \times \text{EOF1} - 6.516 \times \text{EOF2} + 6.466 \times \text{EOF4} + 3.847 \times \text{EOF5} - 5.076 \times \text{EOF7} - 3.600 \times \text{EOF9}$$

#### **Cung Sơn:**

$$KT1\_LAG1\_CUNGSON = -1.719 + 6.031 \times \text{EOF1} + 4.880 \times \text{EOF2} - 2.769 \times \text{EOF4} + 2.842 \times \text{EOF8} - 3.521 \times \text{EOF12}$$

**Đạo Đức:**

KT1\_LAG1\_DAODUC = 9.414-2.914x EOF1+3.311x EOF2-8.601x EOF5+2.774x EOF6-2.787x  
EOF8+2.192x EOF10

**Dừa:**

KT1\_LAG1\_DUA =10.186-3.433x EOF2-8.334x EOF5+3.510x EOF6-6.859x EOF8+3.031x EOF10-  
3.760x EOF11

**Lào Cai:**

KT1\_LAG1\_LAOCAI=9.103-6.014x EOF7+7.963x EOF12

**Nông Sơn:**

KT1\_LAG1\_NONGSON=0.023+0.030x EOF1-0.015x EOF4-0.036x EOF10

**Sơn Giang:**

KT1\_LAG1\_SONGIANG=0.028-0.014x EOF4-0.033x EOF10

**Tà Lại:**

KT1\_LAG1\_TALAI=11.736+6.360x EOF1+4.854x EOF3+4.415x EOF5+2.672x EOF6+2.970x  
EOF7+6.868x EOF8-2.986x EOF9-7.961x EOF10+2.728x EOF11

- Dự báo chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ ) tháng 1 sử dụng nhân tố dự báo EOF tháng 11:

**Bản Đôn:**

K\_T1\_LAG2\_BANDON=1.150+0.902x EOF1-1.046x EOF6+0.638x EOF12

**Cẩm Thủy:**

KT1\_LAG2\_CAMTHUY=6.757-4.411x EOF7

**Cung Sơn:**

KT1\_LAG2\_CUNGSON=4.961+5.381x EOF1-3.025x EOF4-6.051x EOF6+3.653x EOF7

**Đạo Đức:**

KT1\_LAG1\_DAODUC =11.720-5.790x EOF5+3.080x EOF6-3.459x EOF8-2.686x EOF12

**Dừa:**

KT1\_LAG1\_DUA=10.127+3.189x EOF1-3.747x EOF5-4.764x EOF7+4.309x EOF10-5.271x EOF11-  
5.081x EOF12

**Lào Cai:**

KT1\_LAG1\_LAOCAI=5.842-3.451x EOF5-5.175x EOF6-2.732x EOF7+4.719x EOF9+4.780x EOF10-  
4.114x EOF11

**Nông Sơn:**

KT1\_LAG2\_NONGSON=0.037+0.042-0.029x EOF4-0.055x EOF6+0.029x EOF7

**Sơn Giang:**

KT1\_LAG2\_SONGIANG=0.026+0.018x EOF1-0.022x EOF4-0.028+0.033x EOF7

**Tà Lại:**

KT1\_LAG2\_TALAI=7.400+5.367x EOF1+3.968x EOF8+6.252x EOF9+3.556x EOF10-3.397x EOF11

- Dự báo chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ ) tháng 1 sử dụng nhân tố dự báo EOF tháng 9:

**Bản Đôn:**

K\_T1\_LAG2\_BANDON=-0.122+1.583x EOF2-1.691x EOF3+0.867x EOF5-1.074x EOF7-0.614x EOF9

**Cẩm Thủy:**

KT1\_LAG4\_CAMTHU=3.467+5.133x EOF1-5.065x EOF6+4.140x EOF9

**Cung Sơn:**

KT1\_LAG4\_CUNGSON=1.844+6.625x EOF1-3.511x EOF4

**Đạo Đức:**

KT1\_LAG1\_DAODUC=11.538+2.802x EOF2+2.232x EOF9

**Dừa:**

KT1\_LAG4\_DUA=7.960+5.273x EOF1+4.718x EOF10-5.338x EOF11-4.742x EOF12

**Lào Cai:**

KT1\_LAG4\_LAOCAI=7.534-4.741X EOF2-7.172X EOF3-8.773X EOF7-3.320X EOF8-8.753X EOF11

**Nông Sơn:**

KT1\_LAG2\_NONGSON=0.009+0.054X EOF1-0.037X EOF4

**Sơn Giang:**

KT1\_LAG4\_SONGIANG=0.035-0.019x EOF5+0.016x EOF8+0.021x EOF12

**Tà Lại:**

KT1\_LAG4\_TALAI=2.352+7.587x EOF1+10.310x EOF3-4.630x EOF4+5.430x EOF6-7.097x EOF10

### III.5.3. Đánh giá, thẩm tra mô hình dự báo hạn

#### III.5.3.1. Đối với hạn khí tượng

Các phương pháp thẩm tra dự báo đã được thảo luận tại Hội nghị lần thứ II và IV của WMO (CSM-III và CSM-IV) và tài liệu số 33 của CSM-IV (Wiesbaden, March-April 1966) chứa đựng nội dung tóm tắt yêu cầu các nước thành viên báo cáo phương pháp thẩm tra dự báo. Các nội dung trên được đề cập đến trong tài liệu kỹ thuật số 120 của WMO với tiêu đề “Báo cáo về các kỹ thuật thẩm tra dự báo”. Tiếp theo, trong "Thông báo kỹ thuật" số 8 của WMO về "Tổng quát các phương pháp thẩm tra phổ biến trong khí tượng" do Henry R. Stanski, Laurence J. Wilson và William R. Burrows soạn thảo năm 1989 [109] và mới nhất là trong tài liệu số 1023 của WMO năm 2000 về “Hướng dẫn thực hiện đánh giá phục vụ thời tiết công cộng” [111] đã đề xuất “Hệ thống thực hiện đánh giá dự báo” (Hình III.26) và “Hệ thống thẩm tra dự báo” (Hình III.27), đồng thời nêu ra các chỉ tiêu để đánh giá, thẩm định mô hình dự báo thời tiết, khí hậu.

- Độ chính xác (accuracy) của một mô hình dự báo được định nghĩa là mức độ phù hợp của dự báo thời tiết (khí hậu) với thời tiết (khí hậu) thực đã xảy ra, được quan trắc khí tượng ghi lại. Mức độ sai khác giữa trị số quan trắc và trị số dự báo được gọi là sai số (error).

- Độ tinh xảo (skill) hay độ chính xác tương đối (relative accuracy) được xác định như là độ chính xác của một mô hình dự báo so với độ chính xác của dự báo theo một chuẩn (standard) nào đó. Chuẩn được coi là cách dự báo không có độ tinh xảo (là cách dự báo chỉ dựa vào kết quả quan trắc mà không có tác động của một phương pháp nào). Có 3 "chuẩn" thường được sử dụng để so sánh: khí hậu (climatology), tồn lưu (persistence) và ngẫu nhiên (chance). Các khái niệm này được định nghĩa như sau: "chuẩn ngẫu nhiên" là dự báo chỉ dựa vào sự suy đoán thuần túy không đòi hỏi trước kiến thức nào; "chuẩn tồn lưu" là dự báo chỉ dựa vào điều kiện thời tiết ban đầu còn "chuẩn khí hậu" là dự báo dựa vào quan trắc nhiều năm, cần có những kiến thức về lịch sử của thời tiết, khí hậu.

- Độ tin cậy (reliability) là khía cạnh khác của Độ chính xác dự báo (nó không hàm chứa việc so sánh với dự báo kiểm tra). Đó là xem xét dự báo "được tin cậy" đến mức độ nào so với trung bình. Mức độ tin cậy có thể được coi là hiệu giữa trung bình của giá trị dự báo với trung bình của giá trị quan trắc. Hay cũng thường được sử dụng để đánh giá xem các dự báo thể hiện chặt chẽ thể nào trong thành phần xác suất trên thực tế.

Có thể nêu một số chỉ tiêu chính sau đây:

+ Sai số trung bình ME hay độ lệch (Bias) dùng để đo độ tin cậy:

$$\text{Bias} = ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)$$

+ Sai số tuyệt đối trung bình (MAE), sai số bình phương trung bình (MSE) hay sai số quân phương (RMSE) dùng để đo độ chính xác:

$$MAE = \frac{1}{N} \left[ \sum_{i=1}^N |F_i - O_i| \right]$$

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (F_i - O_i)^2}$$

+ Hệ số kỹ năng quân phương trung bình (*Mean Squared Skill Score - MSSS*) được xác định:

$$MSSS = 1 - \frac{MSE}{MSE_{Cl}}$$

Với  $MSE_{Cl}$  là sai số bình phương trung bình khí hậu:

$$MSE_{Cl} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2$$

Trong đó:  $F_i$  là kết quả dự báo ứng với giá trị quan trắc  $O_i$  của dãy  $N$  số liệu và  $\bar{O}$  là giá trị trung bình của  $O_i$ .

Một số thông số liên quan đến các chỉ tiêu thẩm tra, đánh giá dự báo được liệt kê trong Phụ lục. Bảng III.3 nêu lên những chỉ tiêu đánh giá của mô hình dự báo SPI tháng 3 với lag = 4 tháng cho khu vực Tây Nguyên (cột thứ 2 là số liệu SPI tính toán được, còn cột thứ 3 là số liệu SPI được dự báo). Theo Bảng III.3, chỉ số Bias của mô hình dự báo SPI\_03\_TN bằng 0; MAE là 0,418; MSE là 0,309; RMSE là 0,555 và MSSS là 0,221 có nghĩa là kỹ năng dự báo của mô hình là 22,1%. Tuy nhiên, các giá trị đối với dãy số liệu độc lập cao hơn, tương ứng Bias = -0,779; MSE = 0,779; RMSE = 1,050 với kỹ năng dự báo không tốt.

Các thông tin trong Bảng III.4 và III.5 cho biết các chỉ số Bias, MAE, MSE, RMSE và MSSS của các mô hình dự báo SPI mùa 3, 6, 9 và 12 với lag = 4 và các mô hình dự báo SPI tháng 11, 1, 3 và với lag = 2 cho 7 vùng khí hậu của Việt Nam. Nhìn chung, các mô hình đều cho chỉ số Bias nhỏ gần bằng 0 và chỉ số MSSS cao. Tuy nhiên, các mô hình dự báo SPI tháng có các chỉ số MSSS cao hơn mô hình dự báo SPI mùa.

### III.5.3.2. Đối với hạn nông nghiệp

### III.5.3.3. Đối với hạn thủy văn

Bảng III.3: Kết quả dự báo chỉ số SPI tháng 3 với lag = 4 cho Tây Nguyên và các tiêu chí đánh giá dự báo

Năm	SPI 03 TN O	SPI 03 TN F	F-O	ABS(F-O)	(F-O) <sup>2</sup>	O-Oaver	(O-Oaver) <sup>2</sup>
1950	-0.439	0.532	0.971	0.971	0.943	-0.428	0.184
1951	1.461	0.139	-1.322	1.322	1.748	1.472	2.167
1952	-0.158	-0.006	0.152	0.152	0.023	-0.147	0.022
1953	-0.101	-0.057	0.044	0.044	0.002	-0.090	0.008
1954	-0.231	-0.186	0.045	0.045	0.002	-0.220	0.049
1955	-0.871	-0.295	0.576	0.576	0.332	-0.860	0.740
1956	-0.486	0.184	0.671	0.671	0.450	-0.476	0.226
1957	1.398	0.186	-1.211	1.211	1.468	1.409	1.984
1958	-0.675	-0.069	0.606	0.606	0.367	-0.665	0.442
1959	-0.291	-0.193	0.098	0.098	0.010	-0.280	0.078
1960	1.686	0.207	-1.479	1.479	2.188	1.697	2.879
1961	0.058	-0.144	-0.202	0.202	0.041	0.069	0.005
1962	-0.548	0.062	0.609	0.609	0.371	-0.537	0.288
1963	-0.254	-0.173	0.081	0.081	0.007	-0.243	0.059
1964	0.206	-0.290	-0.496	0.496	0.246	0.216	0.047
1965	0.142	-0.097	-0.238	0.238	0.057	0.152	0.023
1966	0.787	-0.179	-0.966	0.966	0.933	0.797	0.636
1967	-0.184	-0.242	-0.057	0.057	0.003	-0.174	0.030
1968	-0.556	-0.078	0.478	0.478	0.229	-0.546	0.298
1969	-0.479	-0.546	-0.067	0.067	0.004	-0.468	0.219
1970	-0.577	-0.447	0.130	0.130	0.017	-0.566	0.320
1971	-0.309	0.039	0.348	0.348	0.121	-0.299	0.089
1972	-0.122	0.286	0.408	0.408	0.166	-0.111	0.012
1973	-0.150	0.292	0.442	0.442	0.195	-0.139	0.019
1974	-0.711	0.352	1.063	1.063	1.129	-0.700	0.490
1975	-0.275	0.166	0.442	0.442	0.195	-0.264	0.070
1976	1.001	0.496	-0.506	0.506	0.256	1.012	1.025
1977	-0.959	-0.566	0.394	0.394	0.155	-0.949	0.900
1978	0.342	-0.294	-0.636	0.636	0.404	0.352	0.124
1979	0.180	0.180	-0.001	0.001	0.000	0.191	0.036
1980	-0.147	-0.159	-0.012	0.012	0.000	-0.136	0.019
1981	-0.866	-0.467	0.399	0.399	0.159	-0.855	0.732
1982	-0.173	-0.272	-0.098	0.098	0.010	-0.163	0.026
1983	-0.770	-0.096	0.674	0.674	0.454	-0.759	0.576
1984	0.166	0.112	-0.054	0.054	0.003	0.176	0.031
1985	-0.248	0.032	0.280	0.280	0.078	-0.237	0.056
1986	-0.069	0.224	0.293	0.293	0.086	-0.058	0.003
1987	0.150	-0.164	-0.314	0.314	0.099	0.161	0.026
1988	-0.494	-0.380	0.114	0.114	0.013	-0.483	0.233
1989	1.386	0.551	-0.834	0.834	0.696	1.396	1.950
1990	0.375	0.653	0.279	0.279	0.078	0.386	0.149

Bảng III.3: Kết quả dự báo chỉ số SPI tháng 3 với lag = 4 cho Tây Nguyên và các tiêu chí đánh giá dự báo (tiếp)

Năm	SPI 03 TN O	SPI 03 TN F	F-O	ABS(F-O)	(F-O) <sup>2</sup>	O-Oaver	(O-Oaver) <sup>2</sup>
1991	0.248	-0.013	-0.261	0.261	0.068	0.259	0.067
1992	-0.263	-0.382	-0.119	0.119	0.014	-0.252	0.063
1993	0.548	-0.313	-0.861	0.861	0.742	0.559	0.312
1994	-0.085	-0.156	-0.071	0.071	0.005	-0.074	0.006
1995	0.105	0.037	-0.068	0.068	0.005	0.115	0.013
1996	-0.084	-0.032	0.052	0.052	0.003	-0.073	0.005
1997	0.128	0.416	0.288	0.288	0.083	0.139	0.019
1998	-0.959	-0.226	0.734	0.734	0.538	-0.949	0.900
1999	1.125	0.390	-0.735	0.735	0.540	1.136	1.290
2000	0.497	0.453	-0.045	0.045	0.002	0.508	0.258
Average	-0.011	-0.010	0.000	0.418	0.309	0.000	0.396
DevSQ/(n-1)	0.404	0.089	Bias	MAE	MSE		MSEcl
Stdev	0.636	0.299		RMSE =	0.555	MSSS =	0.221

Năm	SPI 03 TN O	SPI 03 TN F	F-O	ABS(F-O)	(F-O) <sup>2</sup>	O-Oaver	(O-Oaver) <sup>2</sup>
2001	2.102	-0.036	-2.139	2.139	4.574	1.451	2.105
2002	0.053	-0.145	-0.198	0.198	0.039	-0.598	0.358
2003	-0.319	-0.409	-0.090	0.090	0.008	-0.970	0.942
2004	1.097	0.053	-1.043	1.043	1.088	0.445	0.198
2005	0.038	-0.267	-0.306	0.306	0.093	-0.613	0.376
2006	0.937	0.037	-0.899	0.899	0.809	0.286	0.082
2007		-0.180					
Average	0.651	-0.128	-0.779	0.779	1.102	0.000	0.677
			Bias	MAE	MSE		MSEcl
				RMSE =	1.050	MSSS =	-0.628

Các thông số được viết tắt trong Bảng III.3 được hiểu như sau:

SPI\_03\_TN\_O: các giá trị chỉ số SPI tháng 3 khu vực Tây Nguyên tính được (coi là số liệu quan trắc - O);

SPI\_03\_TN\_F: Như trên, nhưng dự báo được (coi là số liệu dự báo - F);

Dãy số liệu thời kỳ 1950 - 2000 là dãy phụ thuộc; 2001 - 2006: dãy độc lập;

Bảng III.4: Các chỉ số đánh giá mô hình dự báo SPI mùa 3, 6, 9 và 12 cho các khu vực trong cả nước (với lag = 4).

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 03					
0.000	0.517	0.390	0.624	0.572	0.318
DBB 03					
0.000	0.516	0.406	0.638	0.536	0.242
DBBB 03					
0.000	0.423	0.290	0.538	0.392	0.260
BTB 03					
0.000	0.513	0.447	0.669	0.525	0.148
NTB 03					
0.000	0.436	0.326	0.571	0.422	0.227
TN 03					
0.000	0.419	0.289	0.538	0.478	0.395
DBNB 03					
0.000	0.404	0.265	0.515	0.494	0.463

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 06					
0.017	0.353	0.230	0.480	0.404	0.431
DBB 06					
0.015	0.436	0.279	0.528	0.476	0.414
DBBB 06					
0.017	0.448	0.336	0.580	0.524	0.359
BTB 06					
0.007	0.518	0.394	0.628	0.555	0.290
NTB 06					
-0.031	0.458	0.304	0.551	0.341	0.107
TN 06					
-0.003	0.403	0.313	0.560	0.422	0.258
DBNB 06					
-0.009	0.361	0.196	0.443	0.265	0.260

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 09					
0.000	0.495	0.398	0.631	0.516	0.228
DBB 09					
0.000	0.512	0.388	0.623	0.516	0.248
DBBB 09					
0.000	0.520	0.435	0.659	0.555	0.217
BTB 09					
0.000	0.576	0.513	0.716	0.566	0.094
NTB 09					
0.000	0.477	0.380	0.616	0.462	0.179
TN 09					
0.000	0.405	0.289	0.537	0.390	0.260
DBNB 09					
0.000	0.360	0.206	0.453	0.317	0.351

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 12					
0.000	0.648	0.627	0.792	0.733	0.144
DBB 12					
0.000	0.591	0.545	0.738	0.614	0.112
DBBB 12					
0.000	0.577	0.529	0.727	0.596	0.114
BTB 12					
0.000	0.456	0.337	0.581	0.508	0.336
NTB 12					
0.000	0.509	0.451	0.672	0.581	0.223
TN 12					
0.001	0.482	0.375	0.612	0.492	0.238
DBNB 12					
0.000	0.446	0.315	0.561	0.458	0.312

Bảng III.5: Các chỉ số đánh giá mô hình dự báo SPI tháng 11, 1, 3 và 5 cho các khu vực trong cả nước (với lag = 2).

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 11 L2					
-0.001	0.490	0.404	0.635	0.726	0.444
DBB 11 L2					
-0.001	0.428	0.300	0.547	0.520	0.424
DBBB 11 L2					
0.000	0.455	0.347	0.589	0.535	0.351
BTB 11 L2					
-0.001	0.507	0.398	0.631	0.546	0.272
NTB 11 L2					
0.002	0.421	0.280	0.530	0.588	0.523
TN 11 L2					
-0.003	0.520	0.379	0.616	0.579	0.345
DBNB 11 L2					
0.001	0.328	0.172	0.415	0.451	0.619

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 01 L2					
-0.001	0.503	0.369	0.607	0.768	0.519
DBB 01 L2					
0.001	0.511	0.418	0.647	0.570	0.266
DBBB 01 L2					
-0.001	0.566	0.537	0.733	0.771	0.304
BTB 01 L2					
0.000	0.384	0.240	0.490	0.443	0.458
NTB 01 L2					
0.000	0.406	0.235	0.485	0.526	0.552
TN 01 L2					
0.004	0.394	0.293	0.541	0.619	0.527
DBNB 01 L2					
0.001	0.350	0.215	0.463	0.486	0.558

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 03 L2					
0.0002	0.386	0.246	0.4963	0.784	0.686
DBB 03 L2					
-0.002	0.428	0.262	0.5122	0.671	0.609
DBBB 03 L2					
5E-05	0.432	0.284	0.5327	0.584	0.514
BTB 03 L2					
-0.003	0.36	0.24	0.4897	0.45	0.468
NTB 03 L2					
1E-04	0.365	0.226	0.475	0.365	0.381
TN 03 L2					
-0.002	0.316	0.156	0.3949	0.396	0.606
DBNB 03 L2					
0.0005	0.344	0.22	0.4687	0.431	0.49

Bias	MAE	MSE	RMSE	MSEcl	MSSS
TBB 05 L2					
0.0003	0.373	0.214	0.463	0.5428	0.605
DBB 05 L2					
0.0229	0.313	0.155	0.394	0.3596	0.569
DBBB 05 L2					
0.0003	0.366	0.184	0.429	0.4519	0.592
BTB 05 L2					
0.0012	0.414	0.239	0.489	0.5123	0.533
NTB 05 L2					
-0.001	0.411	0.264	0.513	0.3939	0.331
TN 05 L2					
-0.011	0.399	0.284	0.533	0.4595	0.382
DBNB 05 L2					
0.0007	0.335	0.178	0.422	0.3658	0.514

## CHƯƠNG IV: XÂY DỰNG CÔNG NGHỆ DỰ BÁO VÀ CẢNH BÁO SỚM HẠN HÁN Ở VIỆT NAM

Hạn hán một hiện tượng dai dẳng và nguy hại nhất trong những hiện tượng kịch tính mà thiên nhiên làm ma thuật. Nó có thể kéo dài hơn và trải rộng trên suốt những khu vực lớn hơn nhiều so với bão, lốc tố, lũ lụt và động đất... gây nên những thiệt hại hàng trăm triệu đô la và làm suy giảm nhiều niềm hy vọng và ước mơ.

Phó Đô đốc Conrad C. Lautenbacher, Jr, Thứ trưởng Bộ Thương mại về Đại dương và Khí quyển; Trưởng Cơ quan Đại dương và Khí quyển Quốc gia Hoa Kỳ (NOAA) đã nhấn mạnh rằng: " Với hạn hán đang gây ra những thiệt hại trực tiếp theo ước tính khoảng 6,0 đến 8,0 tỷ đô la hàng năm đối với nền kinh tế Mỹ và những ảnh hưởng nghiêm trọng đến xã hội, chúng ta không thể bỏ qua sự cần thiết về những kiến thức để dự báo, giám sát và giảm thiểu hiện tượng này. Bằng cách tạo ra một mạng lưới thông tin hạn hán tổng hợp và thiết lập một tổ chức do nhà nước quản lý về chính sách hạn hán hàng đầu cho toàn quốc, chúng ta có thể cung cấp cho các nhà quản lý và đưa ra các quyết định những công cụ tốt nhất để quản lý các nguồn tài nguyên thiên nhiên của chúng ta và bảo đảm sự cung cấp thích hợp về nước sạch cho quốc gia. Giám sát và dự báo hạn hán là điều chủ yếu đối với hệ thống quan sát trái đất như được các nhà lãnh đạo trên thế giới hình dung. Ở đâu có nước ở đó có cuộc sống. Chúng ta phải mang lại những hiểu biết tốt nhất và chương trình hợp tác tốt nhất để có thể nói về những thách thức này. Hệ thống thông tin hạn hán tích hợp quốc gia (NIDIS) sẽ cung cấp một khuôn khổ nguyên lý để giải quyết các vấn đề liên quan đến các điều kiện hạn đã tàn phá đất nước chúng ta trong những năm gần đây. Hệ thống NIDIS là một hệ thống cảnh báo sớm quốc gia cho thế kỷ 21 và nó sẽ nâng cao những khả năng hiện tại của chúng ta trong việc giám sát và dự báo hạn hán".

Trong hệ thống thông tin hạn hán tích hợp quốc gia quốc gia (NIDIS) có 2 hợp phần chủ yếu được nhấn mạnh: 1) nâng cao và mở rộng việc biên soạn những số liệu tin cậy về các chỉ báo hạn khác nhau, kể cả số liệu vật lý/thủy văn (ví dụ mạng lưới quan trắc quốc gia) kết hợp với những tác động đối với kinh tế - xã hội và môi trường (ví dụ những thiệt hại về nông nghiệp và những tác động của đám cháy hoang dã); và 2) tích hợp và giải lý giải những số liệu đó bằng những công cụ để xử lý và dễ hiểu nhằm cung cấp kịp thời những thông tin có ích đối cho những người đưa ra các quyết định và công chúng.

Một chính sách hạn hán quốc gia toàn diện cần phải thành lập, bao gồm sự tăng cường giám sát, dự báo hạn hán (NIDIS), sự hợp tác và hợp nhất các chương trình chính phủ, thiết lập nguồn tài trợ chắc chắn cho việc phòng chống hạn và các hoạt động thích ứng và tạo điều kiện cho các chương trình phòng chống và giảm thiểu hạn hán dựa trên các bang là các chương trình sẽ đưa đến những đầu tư hiệu quả.

#### **IV.1. Xây dựng bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán**

Các hệ thống cảnh báo sớm hạn hán được thiết kế để nhận biết các điều kiện khí hậu trong thời gian hạn hán và các xu hướng cung cấp nước và do đó để phát hiện sự nguy cấp hoặc xác suất xuất hiện và mức độ khắc nghiệt của hạn hán. Sự hiểu biết về các nguyên nhân gây nên tính dễ tổn thương cũng là một hợp phần quan trọng trong quản lý hạn hán vì mục tiêu cao nhất là giảm thiểu rủi ro cho từng vùng cụ thể và cho một nhóm người chuyên dùng hoặc một ngành kinh tế.

Có rất nhiều các chỉ báo hạn hán (drought indicator) tự nhiên mà chúng có thể được giám sát đều đặn để xác định sự bắt đầu và kết thúc của hạn hán và các đặc trưng không gian của chúng. Tính khắc nghiệt cũng cần được đánh giá dựa theo các bước lặp lại về mặt thời gian. Mặc dầu tất cả các loại hạn hán đều bắt nguồn từ sự thiếu hụt giáng thủy (mưa), sẽ thiếu sót nếu chỉ dựa vào yếu tố khí hậu đó đơn lẻ để đánh giá mức độ khắc nghiệt và các tác động có thể xảy ra dựa theo các nhân tố đã được xác định trước đó. Các hệ thống cảnh báo sớm có hiệu quả cần phải tích hợp lượng giáng thủy và các tham số khí hậu khác với các thông tin về nước như dòng chảy, các trữ lượng tuyết, mức nước ngầm, các mực nước trong hồ và lưu vực sông và độ ẩm đất thành một đánh giá tổng hợp về các điều kiện hạn hán và cung cấp nước hiện tại và tương lai.

Cho đến nay, các hệ thống giám sát và cảnh báo sớm đã và đang dựa vào chỉ báo đơn hoặc chỉ số khí hậu. Những cố gắng trong những năm gần đây nhằm cải thiện việc giám sát và cảnh báo sớm hạn hán ở Mỹ và một số nước đã đưa ra các công cụ và phương pháp mới về cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định nhằm trợ giúp việc lập kế hoạch phòng chống và phát triển các chính sách hạn hán. Những bài học rút ra được có thể trở thành những mô hình hữu ích cho các nước khác làm theo vì họ đang cố gắng giảm thiểu các tác động của hạn hán trong tương lai. Một hệ thống giám sát, cảnh báo sớm và phân phát thông tin hạn hán có hiệu quả, liên tục theo dõi các chỉ báo chủ yếu của hạn hán và cung cấp nước và các chỉ số dựa vào khí hậu và phân phát các thông tin này cho các nhà lập chính sách sẽ cho phép phát hiện sớm các điều kiện hạn hán và kịp thời khởi động các giải pháp giảm thiểu và ứng phó khẩn cấp hạn hán.

Nhìn chung, để giám sát hạn hán một cách hiệu quả và cung cấp thông tin cảnh báo sớm, thì cần phải có một cách tiếp cận đầy đủ và tổng hợp. Đồng thời, việc phân tích dữ liệu khí hậu và nước cần nên tập trung vào một tổ chức có thực quyền. Tổ chức đó có thể là một Cục, hoặc Bộ, hoặc tổ chức quyền lực liên Cục và chịu trách nhiệm phân tích số liệu và đưa ra các sản phẩm hữu ích cuối cùng, hoặc các công cụ hỗ trợ, tạo quyết định để phân phát thông tin đến người sử dụng.

Theo Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO), các thành phần quan trọng trong giám sát hạn hán hiệu quả là các hệ thống kiểm soát và cảnh báo sớm hạn hán được cải thiện. Điều đó được thể hiện trong tài liệu No.1006 của WMO: "Giám sát và Cảnh báo sớm hạn hán: quan điểm, phát triển và thách thức trong tương lai" (Hình IV.1).



Hình IV.1: Tài liệu về Giám sát và Cảnh báo sớm hạn hán của WMO

#### ***IV.1.1. Tổng quan về các bản tin giám sát, cảnh báo sớm hạn hán ở một số nước***

Những xu hướng gần đây về sự gia tăng của dao động khí hậu và sự tổn thương với hạn hán đã nhấn mạnh sự cần thiết phải tiến hành thiết lập và thực hiện một hệ thống giám sát và dự báo tích hợp. Những người sử dụng nước trên toàn quốc - nông dân, các chủ trại chăn nuôi (rancher), các bộ lạc, các nhà quản lý đất đai, các hộ kinh doanh, những người tham gia các hoạt động giải trí, các nhà quản lý các khu hoang dã và các nhà lập chính sách ở các cấp của chính quyền cần phải biết kịp thời xử lý những rủi ro do hạn hán gây ra trước khi hạn hán bắt đầu để đưa ra những giải pháp thông báo.

Công cụ giám sát hạn hán Hoa Kỳ (The US Drought Monitor) được thành lập năm 1999 để tích hợp tốt hơn các dữ liệu về các điều kiện hiện tại là một công cụ mới và quan trọng trong việc giám sát hạn hán. Công cụ này là sự liên kết những nỗ lực của Bộ Nông nghiệp Mỹ, Trung tâm Quốc gia giảm thiểu hạn hán, Trung tâm Dự báo Khí hậu (CPC) của NOAA và Trung tâm Dữ liệu Khí hậu Quốc gia (NCDC) và trở thành sản phẩm nghiệp vụ từ ngày 18 tháng 8 năm 1999 (Hình IV.2). Nội dung của Hệ thống giám sát hạn (<http://www.drought.unl.edu/dm>) bao gồm một số chỉ số và chỉ báo chủ yếu như chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (PDSI), chỉ số chuẩn hoá lượng mưa (SPI), dòng chảy, trạng thái sinh trưởng của cây trồng và thực vật, độ ẩm đất và các tác động; các chỉ báo phụ trợ (ancillary) như chỉ số hạn Keetch-Byran, các mực nước lưu vực, chỉ số cung cấp nước mặt,... Bộ phận Nhận định hạn hán mùa Hoa Kỳ (The US Seasonal Drought Outlook), được thành lập năm 2000 đang phấn đấu nhằm dự báo hạn hán tốt hơn.

Cơ quan được giao trách nhiệm phát triển hệ thống giám sát hạn hán ở Trung Quốc là Trung tâm Khí hậu Bắc Kinh (Trung tâm Khí hậu Quốc gia) thuộc Cục Khí tượng Trung Quốc. Hệ thống giám sát và cảnh báo sớm hạn hán Trung Quốc (<http://www.bcc.cma.gov.cn/en>) đã được phát triển và đưa vào nghiệp vụ từ năm 1999. Kết quả giám sát hạn được phát hành qua bản tin "Thông báo hạn hán và lũ lụt ở Trung Quốc" (Hình IV.3) với các chỉ số Tỷ chuẩn lượng mưa; Tỷ chuẩn chuẩn sai lượng mưa; chỉ số SPI và phát triển chỉ số toàn diện (CI) dựa vào chỉ số SPI và bốc thoát hơi tiềm năng tương ứng; ngoài ra còn có thêm các chỉ số viễn thám, ...

Bản tin thông tin hạn hán và thiếu hụt lượng mưa ở Úc (Hình IV.4) do Trung tâm Khí hậu Quốc gia (NCC) thuộc Cục Khí tượng Úc (BOM) phát hành từ 1965 (<http://www.bom.gov.au/climate/drought>), chủ yếu dựa vào lượng mưa tích lũy dưới phần thứ 10 hoặc thứ 5 của phần trăm lượng mưa 1 tháng, 3 tháng hoặc thời kỳ dài hơn. Sau đó đã thành lập thêm Hệ thống Giám sát Nông nghiệp Quốc gia (NAMS) thuộc Hội đồng Bộ Công nghiệp Chủ yếu Úc (<http://www.nams.gov.au>).

Ngoài ra còn có thể tham khảo một số các bản tin cảnh báo hạn sau:

- Giám sát hạn Bắc Mỹ (NADM) là kết quả dự án hợp tác giữa Mỹ, Mexico và Canada bắt đầu từ năm 2002. Bản tin giám sát hạn vùng Bắc Mỹ được cập nhật trên web site <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm> và được thể hiện trên Hình IV.5.

- WMO và UNDP (Chương trình phát triển Liên hiệp quốc) đã thiết lập Trung tâm Giám sát hạn khu vực (DMC) cho Vùng Sừng lớn Châu Phi (Greater Horn of Africa) vào năm 1989. Sau đó đến năm 2003, DMC tại Nairobi trở thành Viện đặc biệt của Cơ quan quyền lực Liên chính phủ về phát triển (IGAD) và đổi tên thành Trung tâm dự báo và ứng dụng khí hậu của IGAD (ICPAC). Trung tâm này có trách nhiệm về giám sát, dự báo, cảnh báo sớm và ứng dụng thông tin khí hậu nhằm giảm thiểu nguy hại liên quan đến khí hậu cho Vùng Sừng Lớn châu Phi. Bản tin của ICPAC được cập nhật trên web site <http://www.icpac.net> và thể hiện trên hình IV.6.

- Cơ quan thời tiết Nam Mỹ (SAWS) đã thành lập đơn vị giám sát hạn. Các thông tin về mức độ và vùng hạn được phản ánh thông qua bản đồ SPI theo các khung thời gian khác nhau trên trang web Giám sát hạn của SAWS (<http://www.weathersa.co.za/DroughtMonitor/DMDesk.jsp>) và thể hiện trên Hình IV.7.

Nhìn chung, hạn hán tác động đến nhiều người hơn các thiên tai khác và gây ra thiệt hại nghiêm trọng cho kinh tế, xã hội và môi trường. Phát triển một hệ thống giám sát, cảnh báo sớm và phát tin hiệu quả là một cố gắng nỗ lực do những đặc trưng độc nhất của hạn hán.

Đến nay đã có những bước tiến dài trên con đường cải thiện hiệu quả của các hệ thống này. Do tần suất và cường độ hạn hán ở nhiều khu vực trên thế giới tăng lên và đồng thời tăng khả năng tổn hại xã hội mà (1) cần phải tăng cường vai trò phát triển kế hoạch phòng chống hạn hán là tiên phong hơn bị động (phòng hơn chống) và nhấn mạnh các biện pháp quản lý rủi ro; (2) coi cải thiện giám sát hạn là chìa khoá của kế hoạch phòng chống hạn và là một chính sách hạn quốc gia; (3) hệ thống cảnh báo sớm cần cung cấp kịp thời và tin cậy cho các nhà hoạch định để truy cập thông tin dựa vào đó mà đưa ra các biện pháp giảm nhẹ; và (4) đã có nhiều cố gắng nhằm cải thiện các hệ thống trên, nhưng cần phải có cách tiếp cận đầy đủ và tổng hợp đối với giám sát khí hậu và cấp nước để cung cấp một cách hiệu quả và thành công ở nhiều quốc gia.

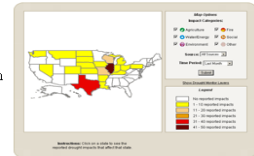


### Drought Monitor: Current Conditions

*Click on thumbnail images or links for current data.*

#### NDMC's Drought Impact Reporter

The Drought Impact Reporter is an interactive tool developed by the NDMC to collect, quantify, and map reported drought impacts for the United States. The tool was created in response to the need for a national drought impact database. Information for the impact report database comes from a variety of sources, including on-line drought-related news stories and scientific publications, reviewed by NDMC staff, members of the public who visit the website and submit a drought-related impact, members of the media, and members of government agencies such as NOAA and USDA.



Hình IV.2: Công cụ giám sát hạn hán ở Mỹ (nguồn <http://www.drought.unl.edu/dm>)



Hình IV.3: Bản tin thông báo hạn hán và lũ lụt ở Trung Quốc



## Rainfall Deficiencies and Drought Information

### Index

- [Introduction](#)
- [Drought Statement](#)
- [Australian Government Drought Assistance web-site](#)
- [Weekly Rainfall Update](#)
- [Drought reports for individual states](#)
- [Living with drought](#)
- [Useful links](#)

### Introduction

Dry periods are a natural part of life in Australia, particularly in the marginal areas away from the coast and ranges. Lying directly under the subtropical belt of high pressure, much of Australia experiences low, but highly variable, rainfall, and years with well below normal rain are to be expected. But when years pass when dry conditions are not relieved by equally wet periods, or when a shorter term dry is truly exceptional, we commonly call it drought.

Hình IV.4: Thông tin hạn hán và thiếu hụt lượng mưa ở Úc

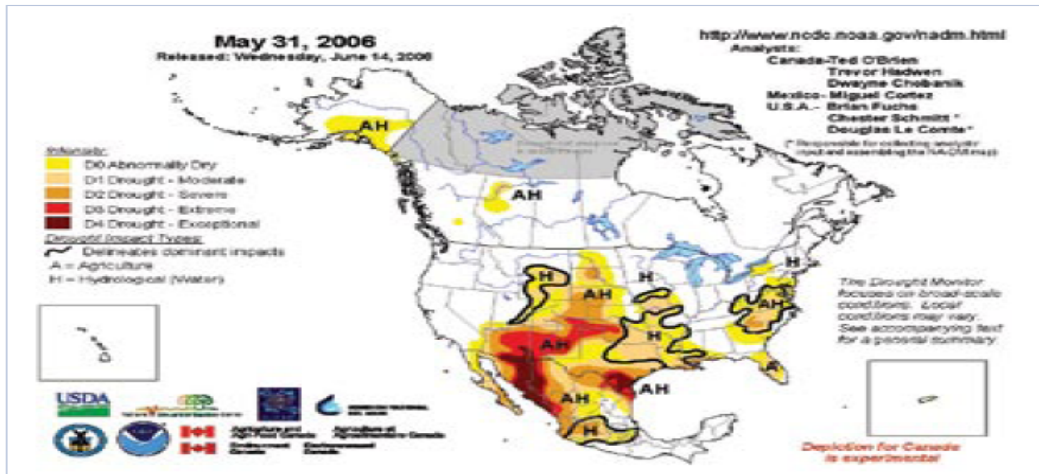


Figure 8. North American Drought Monitor, May 2006. (Source: North American Drought Monitor, <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm/index.html>)

Hình IV.5: Thông tin giám sát hạn hán ở Bắc Mỹ, tháng 5 năm 2006

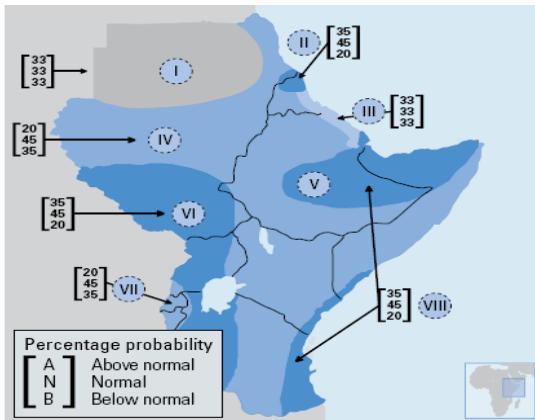


Figure 13. Climate outlook for the Greater Horn of Africa, March to May 2006. (Source: ICPAC)

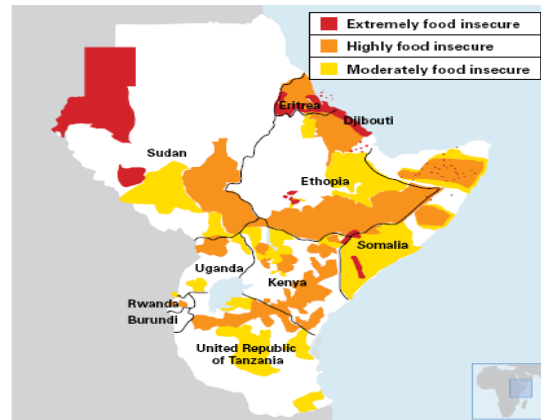


Figure 14. Food security outlook for the Greater Horn of Africa, September to December 2005. (ICPAC)

Hình IV.6: Các sản phẩm liên quan đến khí hậu và hạn hán của ICPAC

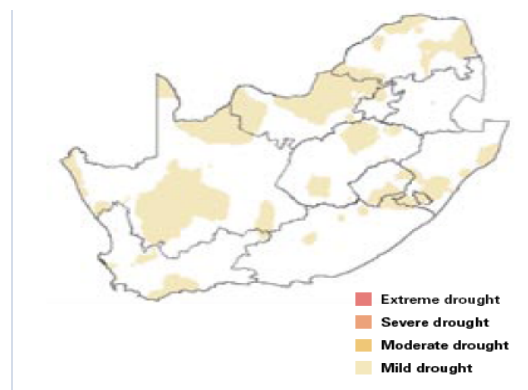
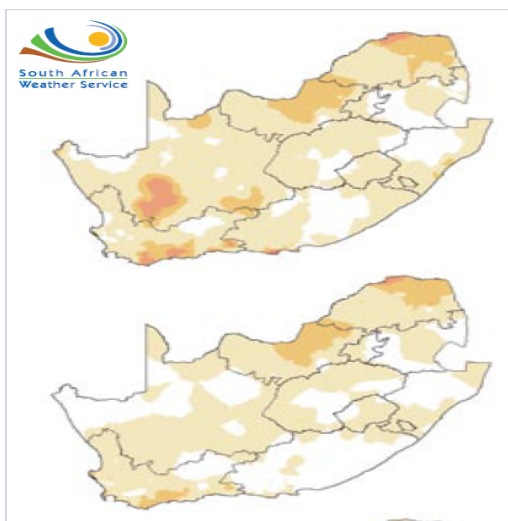


Figure 15. Standardized Precipitation Index (SPI) for South Africa, November 2005 (top); September to November 2005 (middle); June to November 2005 (bottom). (Source: South African Weather Service)

Hình IV.7: Các Bản đồ SPI Nam Mỹ: tháng 11, 9-11 và 6-11 của SAWS

#### ***IV.1.2. Nội dung bản tin giám sát và cảnh báo sớm hạn hán ở Việt Nam***

Tham khảo và phân tích chi tiết các thông tin từ nội dung và hình thức các bản tin về giám sát, cảnh báo sớm hạn hán và thông tin hạn hán của các Cơ quan, tổ chức giám sát hạn và các Trung tâm Khí hậu Quốc gia của các nước, dựa vào tiềm năng hiện có, cơ sở dữ liệu từ mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn Việt Nam và trình độ hiện tại của đội ngũ cán bộ khí hậu Việt Nam, chúng tôi đề xuất xây dựng bản tin sẽ gồm các nội dung dự kiến như sau:

a) Thông tin về El Nino - La Nina/ Dao động Nam bán cầu (ENSO) trong thời gian 3 tháng đã qua, dao động của Chỉ số Dao động Nam (SOI) và các Chỉ số Nino (chuẩn sai nhiệt độ mặt nước biển các vùng Nino);

b) Thông tin về Hoàn lưu khí quyển và hoàn lưu gió mùa khu vực;

c) Thông tin chung và bản đồ về các chỉ số hạn mùa (3 tháng), tháng và tuần (10 ngày) vừa qua trên phạm vi cả nước gồm:

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn khí tượng:

+ Tỷ chuẩn lượng mưa (TC);

+ Chỉ số khô (K);

+ Chỉ số chuẩn hoá lượng mưa (SPI).

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn nông nghiệp:

+ Chỉ số Prescott ( $A_{pres}$ );

+ Chỉ số hạn khắc nghiệt Palmer (PDSI) cho một số vùng;

+ Chỉ số ẩm mùa vụ (CMI) cho một số vùng;

- Chỉ số giám sát và cảnh báo sớm hạn thủy văn:

+ Chỉ số thiếu hụt dòng chảy ( $K_{th}$ );

+ Hệ số cạn ( $K_{can}$ );

+ Chỉ số hạn ( $K_{han}$ ).

d) Ngoài ra còn các thông tin bổ sung thể hiện tần suất hạn, các bảng biểu và đồ thị thể hiện diễn biến các chỉ số hạn.

Các nội dung trên cần miêu tả được diễn biến của các điều kiện khí hậu khu vực và Việt Nam, nêu lên được trạng thái hạn hán (vùng nào không xảy ra hạn, vùng nào hạn xuất hiện, mức độ thế nào,...) thông qua các chỉ số hạn trong 3 tháng đã qua, tháng cuối và 10 ngày cuối cùng trước khi phát hành bản tin để cảnh báo. Bản tin giám sát và cảnh báo sớm sẽ được trình bày ngắn gọn, sinh động, dễ hiểu thông qua các bản đồ màu, các hình vẽ, đồ thị và các bảng biểu cần thiết. Bản tin sẽ được xuất bản thường xuyên (hàng tháng) dưới dạng bản tin giấy để gửi cho các cơ quan, tổ chức theo yêu cầu và cập nhật trên web site của Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường và kết nối với web site của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

## IV.2. Xây dựng bản tin dự báo hạn hán

Bản tin dự báo hạn hán (Drought Watch hoặc Drought Outlook) có một mối quan hệ chặt chẽ với bản tin dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở mỗi nước, trong đó bản tin dự báo khí hậu làm nền cơ sở cho bản tin dự báo hạn hán và nhiều khi sử dụng bản tin dự báo khí hậu để phát tin dự báo hạn hán trong điều kiện không xây dựng được các mô hình dự báo các chỉ số hạn hán cho vùng đó.

### IV.2.1. Tổng quan về các bản tin dự báo hạn hán ở một số nước

Một kế hoạch về hạn hán đầy đủ phải bao gồm các thành phần chính như: Giám sát, dự báo và cảnh báo sớm hạn hán; Đánh giá rủi ro và tác động; Kế hoạch giảm nhẹ và ứng phó.

Trong kế hoạch hạn hán ở Mỹ (Hình IV.8) cũng đã phân loại ra được 5 vùng với những kế hoạch ưu tiên khác nhau gồm: vùng có kế hoạch tập trung ứng phó; vùng có kế hoạch tập trung giảm nhẹ; vùng phát triển kế hoạch lâu dài; vùng với kế hoạch hạn hán được giao cho chính quyền địa phương; và những vùng không có kế hoạch hạn hán. Để có được sự phân vùng như vậy cần có hệ thống giám sát, cảnh báo sớm (được đề cập ở mục IV.1), đánh giá rủi ro và tác động. Trên cơ sở bản tin dự báo về tình hình hạn hán sắp tới mà đề ra các biện pháp giảm nhẹ hoặc ứng phó. Một số bản tin dự báo hạn hán được tham khảo sau đây:

a) Bản tin dự báo hạn hán ở Mỹ gồm nhiều loại bản đồ khác nhau như:

- Bản đồ dự báo hạn hán mùa (U. S. Seasonal Drought Outlook) được thể hiện trên Hình IV.8, trong đó thông báo vùng có khả năng hạn hán được duy trì hoặc nặng thêm; vùng hạn hán đang tiếp diễn nhưng được cải thiện hơn; vùng hạn hán được cải thiện và không phải lo đối phó; và vùng phát triển hạn hán;

- Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook), trong đó dự báo trước 0,5 tháng về xác suất nhiệt độ và lượng mưa 1 tháng và 3 tháng. Trên Hình IV.9 thể hiện bản tin dự báo thực hiện vào 18 tháng 10 năm 2007 dự báo xác suất nhiệt độ và lượng mưa tháng 11 năm 2007 và 3 tháng gồm tháng 11, 12, 01 năm 2007/08: EC nghĩa là bằng nhau cho các khả năng A, N và B; A - trên trung bình; N - gần trung bình; và B - dưới trung bình.

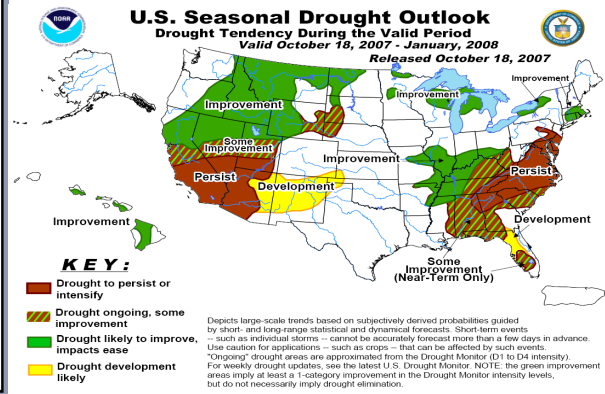
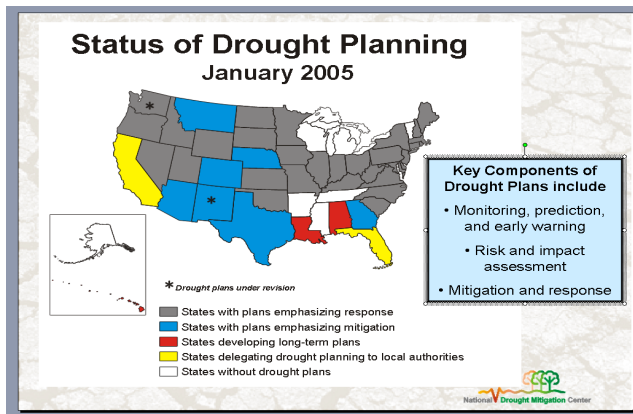
- Bản đồ dự báo dòng chảy và dự báo chỉ số hạn hán khắc nghiệt Palmer (Hình IV.10);

- Bản đồ dự báo chuẩn sai độ ẩm đất 1 tuần, 1 tháng và 3 tháng (Hình IV.11);

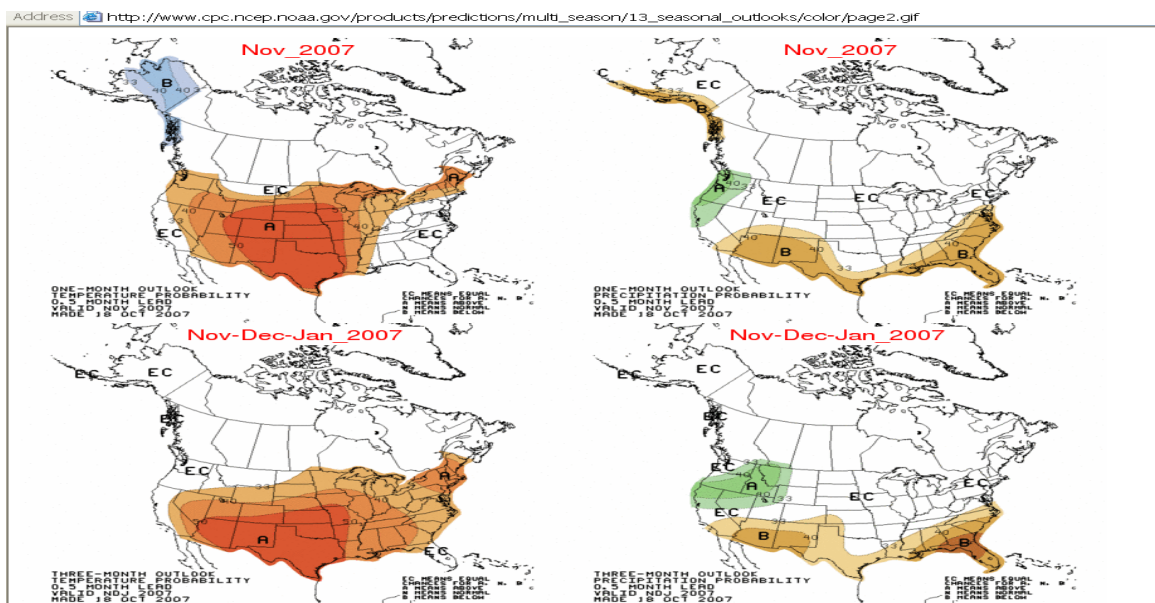
b) Bản tin hạn hán của Úc lại sử dụng bản đồ khả năng lượng mưa vượt trung bình (Hình IV.12): Dự báo lượng mưa mùa quốc gia với các xác suất 3 tháng (National Seasonal Rainfall Outlook).

c) Bản tin hạn hán của Trung tâm khí tượng đặc biệt ASEAN tại Singapore (Hình IV.12) cũng sử dụng bản đồ dự báo xác suất lượng mưa mùa cho các nước ASEAN (Seasonal Rainfall Outlook for ASEAN region).

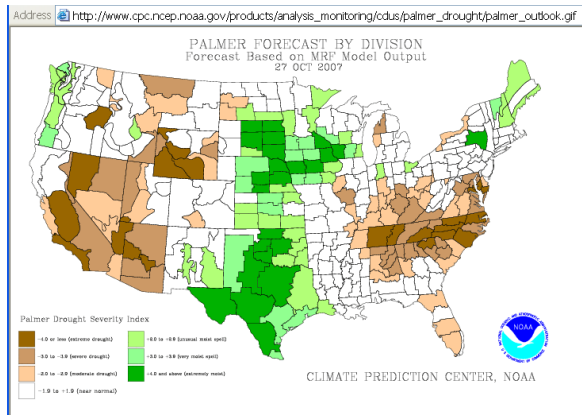
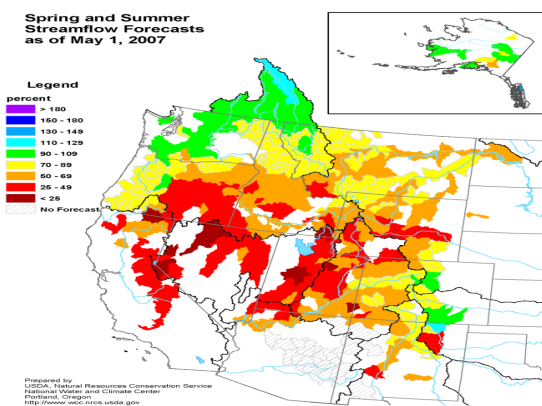
d) Bản tin dự báo hạn ở Trung Quốc là bản tin theo dõi hạn hán (Drought Watch)



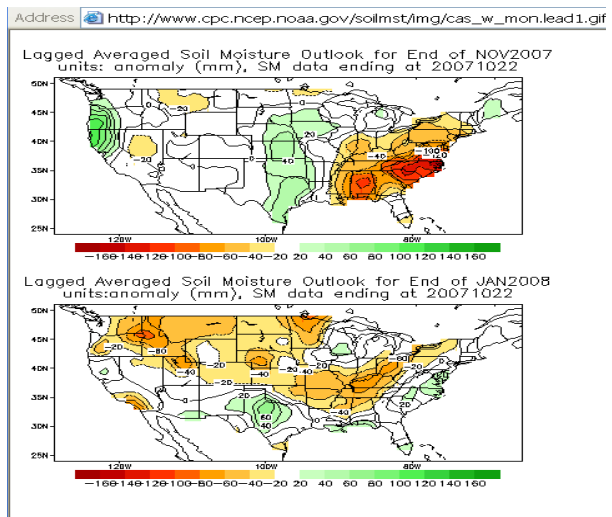
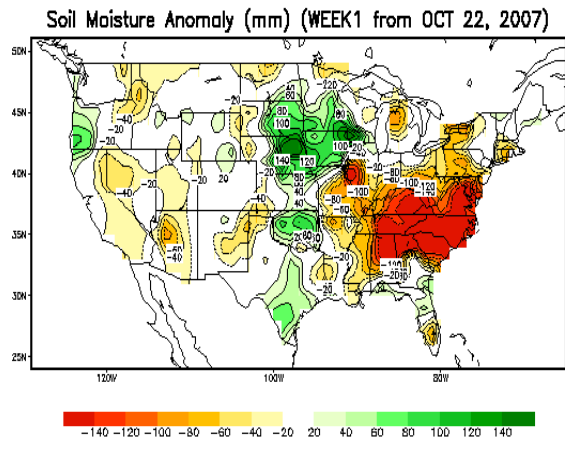
Hình IV.8: Sơ đồ thực trạng kế hoạch hạn và bản đồ dự báo hạn hán mùa ở Mỹ



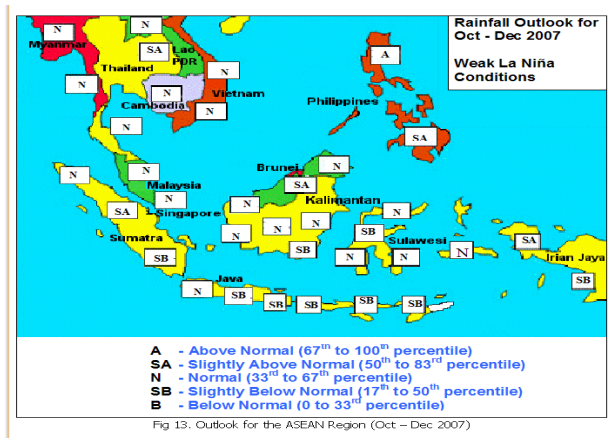
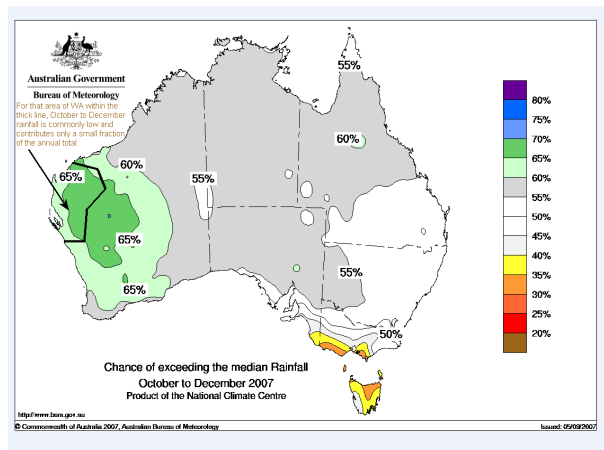
Hình IV.9: Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Mỹ



Hình IV.10: Bản đồ dự báo dòng chảy và chỉ số PDSI ở Mỹ



Hình IV.11: Bản đồ dự báo độ ẩm đất ở Mỹ



Hình IV.12: Bản đồ dự báo khí hậu (Climate Outlook) ở Úc và ASEAN

## 干旱监测与展望

### DROUGHT WATCH

2007年第7期 (总第13期)

中国气象局 北京气候中心  
Beijing Climate Center  
China Meteorological Administration

No.7(Serial 13) 12 Jul 2007

- 南美南部、非洲东北部、欧洲东部、南亚、中国北方等地干旱得到不同程度缓和；南美中部、北美西部局部、非洲西北部和南部、欧洲南部、西亚和中亚局部等地干旱持续或发展。
- Droughts in southern South America, northeastern Africa, eastern Europe, South Asia, and northern China have improved to varying degrees, while droughts in central South America, part of western North America, northwestern and southern Africa, southern Europe, West Asia, and part of central Asia persisted or intensified over the past 30 days.
- 预计未来三十天，南美南部、非洲北部和南部、欧洲南部、西亚、中亚干旱将持续或发展；南美中部、欧洲东部、中国东北部干旱将得到缓和。
- During the following 30 days, it is predicted that droughts will persist or intensify in southern South America, northern and southern Africa, southern Europe, West Asia, and central Asia, while the droughty condition in central South America, eastern Europe, and northeastern China will improve.

### 三、中国

最近30天(2007年6月11日-7月10日)，中国黄淮大部、江淮以及重庆西北部、四川东部、湖北大部、陕西南部、宁夏、内蒙古中西部、甘肃中部、青海东部、新疆南部、海南西南部等地降水量比常年同期偏多5成至2倍；东北北部、江南以及云南西部和北部、四川西南部、西藏西南部、新疆东北部、内蒙古东部和西部、山西东南部等地一般偏少3~8成，局部地区偏少8成以上。目前，中国的干旱主要分布在江南北部以及黑龙江、吉林东部、内蒙古东部、山西东南部、四川西南部、西藏西南部、新疆东北部等地(图6)。

根据中国气象局北京气候中心月动力延伸预报，未来30天(2007年7月11日-8月9日)，内蒙古东北部、西北地区东南部、西藏东部部分地区、四川西部、江西南部、华南东部降水偏少的概率较高；我国其余大部分地区降水偏多的概率较高，其中东北大部、内蒙古西部、华北北部、西北大部、长江中下游、淮河流域、华南西北部、云贵东部、西藏西部降水偏多的概率明显偏高。

### III China

Over the past 30 days (11 June - 10 July 2007), the precipitations were 50-200% more than normal in most Huanghui, Jianghuai, most Chongqing, eastern Sichuan, most Hubei, southern Shanxi, Ningxia, central and western Inner Mongolia, central Gansu, eastern Qinghai, southern Xinjiang, and southwestern Hainan, while they were 30-80% less than normal in northern Northeast China, Jiangnan, western and northern Yunnan, southwestern Sichuan, southwestern Tibet, northeastern Xinjiang, eastern and western Inner Mongolia, and southeastern Shanxi, with at least 80% less than normal in some regions. Currently, the droughts occurred mainly in northern Jiangnan, Heilongjiang, eastern Hubei, eastern Inner Mongolia, southeastern Shanxi, part of western Sichuan, southwestern Tibet, and northeastern Xinjiang (Fig. 6).

During the following 30 days (11 July - 9 August 2007), the BCC/CMA Monthly Dynamic Extension Model predicts that northeastern Inner Mongolia, southeastern Northwest China, part of eastern Tibet, western Sichuan, southern Jiangnan, and eastern South China will have high probability for less-than-normal precipitation, while the other regions, in particular most of Northeast China, western Inner Mongolia, northern North China, most of Northwest China, the lower and middle reaches of Yangtze River, the reaches of Hwai River, northwestern South China, eastern Yunnan, and western Tibet, will have high probability for more-than-normal precipitation.

图6 2007年7月10日中国干旱监测  
Fig.6 Drought Monitoring over China on Jul.10, 2007

编写人员：高荣 李 艾 魏 秀  
英文编辑：吴立平  
审 定：高 敏 陈 颖 胡 钰 程 民  
北京气候中心  
中国气象局  
2007年7月12日  
<http://www.cma.gov.cn>

Contributor: R. Gao, X. Li, W. Ai  
English Editor: L. Wu  
Censor: G. Gao, L. Chen, F. Ren  
Beijing Climate Center  
China Meteorological Administration  
Jul.12, 2007  
<http://bcc.cma.gov.cn>

Hình IV.13: Bản tin dự báo hạn hán ở Trung Quốc

#### ***IV.2.2. Nội dung bản tin dự báo hạn hán ở Việt Nam***

Tham khảo những bản tin dự báo hạn hán của các nước (ở Mỹ là U. S. Seasonal Drought Outlook; ở trung Quốc là Drought Watch), chúng tôi đề xuất bản tin dự báo hạn hán Việt Nam có tên gọi tiếng anh là Viet Nam Drought Outlook với các phần nội dung cơ bản sau:

- Thông tin về dự báo khí hậu mùa (Seasonal Climate Outlook) gồm xác suất chuẩn sai mùa nhiệt và mưa với thời hạn dự báo trước 3,5 tháng theo 3 loại: trên trung bình (A); gần trung bình (N) và dưới trung bình (B) được chuyển giao từ kết quả đề tài "Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo khí hậu cho Việt Nam dựa trên kết quả của mô hình động lực toàn cầu" do Trung tâm Nghiên cứu Khí tượng - Khí hậu chủ trì

#### **IV.4. Xây dựng trang thông tin về giám sát, cảnh báo sớm và dự báo hạn hán**

Trang thông tin về giám sát, cảnh báo sớm và dự báo hạn hán sẽ được thiết kế kết nối với Website của Viện KTTV hoặc Trung tâm Thông tin Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Ngôn ngữ: Việt/Anh

##### ***a. Trang thông tin giới thiệu***

- Thông tin chung về hạn hán (Trên thế giới cũng như ở Việt Nam)
- Định nghĩa hoặc mô tả sơ bộ về hạn hán, các chỉ tiêu hạn hán (hạn khí tượng, hạn thủy văn, hạn nông nghiệp) được sử dụng trong mô hình giám sát và dự báo hạn hán.

##### ***b. Trang thông tin về giám sát và dự báo hạn hán***

- Các bản tin về lượng mưa
- Các bản tin về tình hình thủy văn
- Các bản tin về tình hình sản xuất nông nghiệp
- Các bản tin về tình hình hạn hán, bao gồm phân bố hạn hán theo thời gian và không gian, tần suất xuất hiện hạn hán
- Bản tin về dự báo hạn hán theo các ngưỡng thời gian (tuần, tháng, mùa...)
- Các bản tin khác

##### **Yêu cầu kỹ thuật**

- Mô tả chi tiết các mẫu bản tin về format biên tập ban đầu (thí dụ: doc, htm) và format hiển thị trên trang web)
- Quy trình hình thành bản tin về các loại thời gian, các bước thực hiện (biên tập và duyệt tin)
- Yêu cầu lưu trữ bản tin (hình thức, thời gian)
- Yêu cầu về tìm kiếm bản tin (nếu có)
- Yêu cầu gửi bản tin cho các đối tượng sử dụng qua email....

- Các yêu cầu khác

**c. Trang bản đồ hiện thị hạn hán**

1. Các loại bản đồ

- Các bản đồ phân bố lượng mưa
- Các bản đồ về chuẩn sai lượng mưa (so với TBNN)
- Các bản đồ về tình hình thủy văn
- Các bản đồ về chỉ số thực vật (NDVI)
- Các bản đồ về hạn hán
- Các bản đồ về dự báo hạn hán theo các ngưỡng thời gian (tuần, tháng, mùa...)

2. Dạng hiện thị bản đồ

Bản đồ được lưu tại thư mục cố định dưới dạng bitmap (\*.BMP), JPEG hoặc GIF

ảnh bản đồ được đăng ký tự động vào (CSDL) phục vụ tra cứu trên web

Yêu cầu về thời gian lưu trữ ảnh bản đồ trên web và các yêu khác nếu có