

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN**

-----***-----

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG MÔ PHỎNG VÀ CẢNH
BÁO HẠN HẠN CHO KHU VỰC MIỀN TRUNG
BẰNG MÔ HÌNH KHÍ HẬU KHU VỰC**

MÃ SỐ: QG-10-12

CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI: TS. VŨ THANH HẰNG
CÁC CÁN BỘ THAM GIA: TS. HỒ THỊ MINH HÀ
TS. BÙI HOÀNG HẢI
ThS. HOÀNG THANH VÂN
HVCH. NGUYỄN QUANG TRUNG
HVCH. NGÔ THỊ THANH HƯƠNG

HÀ NỘI - 2012

MỤC LỤC

	Số trang
MỞ ĐẦU	7
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ HẠN HÁN VÀ TÌNH HÌNH HẠN HÁN Ở MIỀN TRUNG VIỆT NAM	8
1.1 Các định nghĩa và phân loại hạn hán	8
1.2 Nguyên nhân dẫn đến hạn khí tượng	9
1.3 Tình hình hạn hán ở Việt Nam	10
CHƯƠNG 2 KHÁI QUÁT MÔ HÌNH KHÍ HẬU KHU VỰC REGCM3 VÀ CÁC CHỈ SỐ HẠN HÁN	13
2.1 Động lực học của mô hình khí hậu khu vực RegCM3	13
2.2 Tham số hóa vật lý trong mô hình khí hậu khu vực RegCM3	14
2.3 Cấu hình thí nghiệm	16
2.4 Giới thiệu một vài chỉ số hạn hán	18
CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ TÍNH CÁC CHỈ SỐ HẠN CHO KHU VỰC MIỀN TRUNG THỜI KỲ CHUẨN 1970-1999	24
3.1 Kết quả tính các chỉ số hạn theo tháng	24
3.2 Kết quả tính các chỉ số hạn theo năm	39
CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ DỰ TÍNH HẠN HÁN CỦA MÔ HÌNH REGCM3 CHO KHU VỰC MIỀN TRUNG VIỆT NAM THỜI KỲ 2011-2040	47
4.1 Sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B	47
4.2 Kết quả dự tính hạn hán cho Miền Trung Việt Nam thời kỳ 2011-2040 theo kịch bản A1B	48
4.3 Sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A2	51
4.4 Kết quả dự tính hạn hán cho Miền Trung Việt Nam thời kỳ 2011-2040 theo kịch bản A2	52
KẾT LUẬN	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO	57

DANH SÁCH NHỮNG NGƯỜI THAM GIA THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

1. TS. Vũ Thanh Hằng, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Chủ trì đề tài
2. TS. Hồ Thị Minh Hà, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
3. TS. Bùi Hoàng Hải, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
4. ThS. Hoàng Thanh Vân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
5. HVCH. Nguyễn Quang Trung, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
6. HVCH. Ngô Thị Thanh Hương, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Số hình	Tên hình	Số trang
Hình 2.1	Lưới thẳng đứng σ với 16 mực	13
Hình 2.2	Lưới ngang xen kẽ dạng -B Arakawa-Lamb của mô hình RegCM3 (Elguindi vcs., 2003)	14
Hình 2.3	Độ cao địa hình (m) khu vực miền tính của RegCM3	17
Hình 3.1	Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ	25
Hình 3.2	Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ	26
Hình 3.3	Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên	27
Hình 3.4	Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ	29
Hình 3.5	Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ	30
Hình 3.6	Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên	31
Hình 3.7	Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ	32
Hình 3.8	Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ	33
Hình 3.9	Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên	34
Hình 3.10	Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ	36
Hình 3.11	Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ	37
Hình 3.12	Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên	38
Hình 3.13	Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ	39
Hình 3.14	Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ	40
Hình 3.15	Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên	41

	<i>(phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên</i>	
Hình 3.16	<i>Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ</i>	42
Hình 3.17	<i>Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ</i>	42
Hình 3.18	<i>Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên</i>	43
Hình 3.19	<i>Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ</i>	44
Hình 3.20	<i>Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ</i>	44
Hình 3.21	<i>Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên</i>	45
Hình 4.1	<i>Chênh lệch nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$, đường) và lượng mưa (% , cột) thời kỳ (2011-2040) và (1970-1999) theo kịch bản A1B</i>	47
Hình 4.2	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A1B</i>	48
Hình 4.3	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ theo kịch bản A1B</i>	49
Hình 4.4	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Tây Nguyên theo kịch bản A1B</i>	50
Hình 4.5	<i>Chỉ số PED năm thời kỳ (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A1B</i>	50
Hình 4.6	<i>Chênh lệch nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$, đường) và lượng mưa (% , cột) thời kỳ (2011-2040) và (1970-1999) theo kịch bản A2</i>	52
Hình 4.7	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A2</i>	53
Hình 4.8	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ theo kịch bản A2</i>	53
Hình 4.9	<i>Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Tây Nguyên theo kịch bản A2</i>	54
Hình 4.10	<i>Chỉ số PED năm thời kỳ (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A2</i>	54

DANH MỤC CÁC BẢNG

Số bảng	Tên bảng	Số trang
Bảng 3.1	<i>Một vài đặc trưng hạn theo kết quả tính của chỉ số P ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	27
Bảng 3.2	<i>Giá trị SPI lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	31
Bảng 3.3	<i>Giá trị J lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	35
Bảng 3.4	<i>Giá trị PED lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	38
Bảng 3.5	<i>Giá trị P lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	41
Bảng 3.6	<i>Giá trị SPI lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	43
Bảng 3.7	<i>Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn</i>	45
Bảng 4.1	<i>Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B</i>	51
Bảng 4.2	<i>Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A2</i>	55

TÓM TẮT CÁC KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI

1) Kết quả về khoa học công nghệ:

- Những đóng góp của đề tài: Các kết quả của đề tài đã chỉ rõ khả năng ứng dụng sản phẩm của mô hình khí hậu khu vực trong việc mô phỏng và dự tính các đặc trưng hạn hán ở khu vực Trung Bộ.

- Các công trình khoa học công bố:

Vu Thanh Hang, Nguyen Thi Trang, *An analysis of drought conditions in Central Vietnam during 1961-2007*, VNU Journal of Science, Earth Sciences, Vol. 26, No. 2, p. 75-81, 2010.

Vũ Thanh Hằng, Ngô Thị Thanh Hương, Nguyễn Quang Trung, Trịnh Tuấn Long, *Dự tính sự biến đổi của hạn hán ở Miền Trung thời kỳ 2011-2050 sử dụng kết quả của mô hình khí hậu khu vực RegCM3*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ 27, số 3S, tr. 21-31, 2011.

2) Kết quả phục vụ thực tế:

Các sản phẩm của đề tài góp phần cho việc dự tính hạn hán trong tương lai theo các kịch bản khí nhà kính.

3) Kết quả đào tạo:

- Số luận văn Thạc sĩ đã bảo vệ: 01

Tên đề tài: Dự tính sự biến đổi của hạn hán ở Việt Nam từ sản phẩm của mô hình khí hậu khu vực. Học viên: Ngô Thị Thanh Hương. Khóa học: 2009-2011.

- Số khóa luận tốt nghiệp đã bảo vệ: 02

Tên đề tài: Phân tích điều kiện hạn cho các khu vực Miền Trung thời kỳ 1961-2007 sử dụng các chỉ số hạn. Sinh viên: Nguyễn Thị Trang. Khóa học: 2006-2010.

Tên đề tài: Nghiên cứu sự biến đổi của hiện tượng hạn hán ở các vùng khí hậu Việt Nam. Sinh viên: Ngô Thị Ánh Hồng. Khóa học: 2007-2011.

4) Kết quả nâng cao tiềm lực khoa học:

Góp phần nâng cao trình độ nghiên cứu khoa học của các cán bộ trẻ và học viên cao học.

5) Kết quả khác: Không

KHOA QUẢN LÝ

CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

MỞ ĐẦU

Hạn hán là một hiểm họa tự nhiên gây ảnh hưởng lớn đến phát triển kinh tế cũng như đời sống sinh hoạt của con người. Ở Việt Nam hạn hán là thiên tai gây tác hại đứng hàng thứ ba sau lũ lụt và bão. Trong những năm gần đây do biến động bất thường về thời tiết cùng với những nguyên nhân khác đã làm cho tình trạng thiếu nước và hạn hán xảy ra ngày càng trở nên nghiêm trọng và thường xuyên hơn, không những vào mùa khô mà ngay cả trong mùa mưa và ở bất kì nơi nào trên trái đất.

Sự bắt đầu của hạn hán là khó nhận biết, quá trình diễn ra âm ỉ và ảnh hưởng của nó có thể là sự tàn phá mạnh. Hạn hán có thể bắt đầu bất cứ lúc nào, kéo dài không biết đến bao giờ và có thể đạt tới nhiều mức độ khắc nghiệt (WMO, 1975). Trên thế giới, đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về hạn hán. Cách nghiên cứu và đánh giá hạn hán phổ biến nhất hiện nay đó là sử dụng các chỉ số hạn hán. Các chỉ số này thường được biểu diễn qua những yếu tố liên quan chặt chẽ đến hạn hán đó là nhiệt độ, lượng mưa, bốc hơi, dòng chảy... Mỗi một chỉ số có ưu điểm, nhược điểm riêng và có thể phù hợp với từng khu vực địa lý trong những khoảng thời gian khác nhau.

Chính vì vậy, nghiên cứu về hiện tượng hạn hán là một trong những vấn đề đã và đang thu hút được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học trên thế giới cũng như trong nước ta. Việc xem xét sự biến đổi và dự tính hạn hán trong tương lai ở Việt Nam nói chung cũng như khu vực Trung Bộ nói riêng là rất có ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn. Trong đề tài này các chỉ số hạn được tính từ số liệu mô hình RegCM3 và từ số liệu quan trắc rồi so sánh sự phù hợp giữa chúng trong thời kỳ chuẩn (1970-1999), qua đó lựa chọn một chỉ số tốt nhất để dự tính hạn hán trong thời kỳ tương lai (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A1B và A2.

Báo cáo tổng kết được bố cục trong 4 chương chính, cụ thể là:

Chương 1: Tổng quan về hạn hán và tình hình hạn hán ở Miền Trung Việt Nam.

Chương 2: Khái quát mô hình khí hậu khu vực RegCM3 và các chỉ số hạn hán.

Chương 3: Kết quả tính các chỉ số hạn cho khu vực Miền Trung thời kỳ chuẩn (1970-1999).

Chương 4: Kết quả dự tính hạn hán của mô hình RegCM3 cho khu vực Miền Trung thời kỳ (2011-2040)

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ HẠN HÁN VÀ TÌNH HÌNH HẠN HÁN Ở MIỀN TRUNG VIỆT NAM

1.1 Các định nghĩa và phân loại hạn hán

1.1.1 Các định nghĩa

Hạn có nhiều khía cạnh, trong một khu vực riêng biệt bất kỳ hạn luôn khởi đầu từ sự thiếu hụt lượng mưa, tuy nhiên có thể (hoặc không thể, phụ thuộc vào thời gian kéo dài và tính khắc nghiệt) ảnh hưởng tới độ ẩm đất, dòng chảy và nước ngầm. Những khái niệm này thay đổi từ khu vực này sang khu vực khác. Một cách tổng quát hạn được xác định liên quan tới một số điều kiện trung bình hạn dài (chẳng hạn như giáng thủy, cân bằng giữa giáng thủy và bốc thoát hơi...). Nó được phản ánh trong hầu hết các định nghĩa về hạn, một số định nghĩa ví dụ được đưa ra dưới đây:

- Hạn là một thời kỳ dị thường của thời tiết khô kéo dài do sự thiếu hụt giáng thủy gây nên một sự mất cân bằng thủy văn nghiêm trọng và kéo theo những ý nghĩa rộng hơn là sự thiếu hụt ẩm đối với việc sử dụng nước của con người (McMahon & Diaz Arenas, 1982).

- Đặc trưng cơ bản của hạn là sự giảm khả năng cấp nước trong một khoảng thời gian nào đó và trên một khu vực nào đó (Beran & Rodier, 1985).

- Hạn là một khoảng thời gian, nhìn chung khoảng từ vài tháng hoặc vài năm trong đó sự cung cấp ẩm thực tế tại một nơi nào đó thường nhỏ hơn sự cung cấp ẩm mang tính khí hậu (Palmer, 1965).

- Hạn là một sự thiếu hụt nghiêm trọng nguồn nước tự nhiên so với chuẩn (Ben-Zvi, 1987).

- Hạn là một điều kiện mà bất cứ khi nào lượng nước dùng cho các hoạt động của con người không thể được đáp ứng vì một lý do nào đó (Takeuchi, 1974).

Yevjevich (1967) cho rằng việc thiếu các định nghĩa về hạn mang tính khách quan và chính xác là một trong những trở ngại cơ bản cho việc nghiên cứu về hiện tượng này. Điều này cho thấy với các định nghĩa khác nhau có thể dẫn đến những kết luận khác nhau về hiện tượng hạn. Ví dụ như có thể xảy ra trường hợp số liệu tổng kết thống kê về lượng mưa trong một năm cho thấy không có hạn trong khi đó sự cung cấp ẩm cho một mùa lại có thể có hạn. Tuy nhiên, điểm quan trọng cần nhấn mạnh là bởi vì hạn ảnh hưởng đến nhiều lĩnh vực khác nhau trong xã hội nên cần thiết phải có nhiều định nghĩa khác nhau (Wilhite & Glantz, 1985). Như vậy, khả năng số liệu và những đặc tính khu vực và khí hậu là các nhân tố trung gian ảnh

hướng đến việc lựa chọn định nghĩa hiện tượng này. Các định nghĩa này thường chưa rõ ràng, không đưa ra được câu trả lời định lượng về “khi nào”, “bao lâu” hoặc “khắc nghiệt như thế nào” hạn sẽ xảy ra.

Hai thuật ngữ là hạn và sự khô cằn (hoang mạc) cần được phân biệt một cách rõ ràng. Điều này giúp chúng ta có thể loại bỏ được những nhận thức như “chúng ta đang sống trong một thời kỳ hạn vĩnh cửu” hoặc “đã có hạn trong suốt 60 năm trở lại đây”. Hạn là một hiện tượng khí hậu tự nhiên có tính định kỳ do nguyên nhân thiếu hụt lượng mưa trong một khoảng thời gian đủ dài (một mùa hoặc vài năm). Nó xảy ra ở tất cả các khu vực địa lý tuy nhiên những đặc tính của nó thì biến đổi đáng kể từ khu vực này sang khu vực khác. Hạn là một dị thường tạm thời và khác biệt với sự khô cằn là một đặc điểm vĩnh cửu của khí hậu gắn liền với những khu vực có lượng mưa nhỏ.

1.1.2 Phân loại hạn

Dựa vào bản chất và tác động của hạn mà theo tổ chức khí tượng thế giới (WMO) hạn được phân ra làm 4 loại như sau:

1. Hạn khí tượng: thể hiện sự thiếu hụt của giáng thủy, ít hơn lượng giáng thủy trung bình trong một khoảng thời gian nào đó. Hạn khí tượng thường dẫn đến các loại hạn khác.

2. Hạn nông nghiệp: được biểu diễn qua các thông số về độ ẩm đất cần thiết cho một vụ mùa cụ thể trong một khoảng thời gian cụ thể. Nguyên nhân là do thiếu mưa, do điều kiện tự nhiên (địa hình, đất,...) và do điều kiện xã hội (tưới, chế độ canh tác...).

3. Hạn thủy văn: thường biểu hiện là sự thiếu hụt về cung cấp nước mặt và nước ngầm, phản ánh các hệ quả và tác động của hạn. Ngoài lượng mưa ra, hạn thủy văn còn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác như: dòng chảy mặt, nước ngầm tầng nông, tầng sâu...

4. Hạn kinh tế xã hội: định nghĩa này gắn liền với hạn về cung cấp và nhu cầu hàng hoá kinh tế.

1.2 Nguyên nhân dẫn đến hạn khí tượng

Các kinh nghiệm nghiên cứu trước đây cho thấy hạn khí tượng không bao giờ là hệ quả của một nguyên nhân đơn lẻ. Nó là kết quả của nhiều nguyên nhân thường xảy ra đồng bộ trong tự nhiên. Nhìn chung, lượng mưa liên quan đến lượng hơi nước trong khí quyển, kết hợp với sự thúc đẩy đi lên của khối không khí chứa hơi nước. Nếu điều kiện này mà giảm thì hậu quả sẽ là sự hạn hán.

Nguyên nhân trực tiếp gây ra hạn hán là chuyển động giáng của không khí thống trị gây ra sự nóng lên hoặc hệ thống áp cao ngăn chặn sự hình thành mây, do

đó làm giảm độ ẩm và ít giáng thủy. Các khu vực chịu ảnh hưởng của áp cao bán vĩnh cửu trong suốt cả năm hoặc một phần lớn của năm thường là các khu vực sa mạc, chẳng hạn như sa mạc Sahara và Kalahari của Châu Phi và sa mạc Gobi của Châu Á. Phần lớn các khu vực này chịu sự thay đổi của các áp cao thống trị phụ thuộc vào mùa. Hạn hán bị kéo dài xảy ra khi những dị thường qui mô lớn trong các hình thế hoàn lưu khí quyển tồn tại đến vài tháng, vài mùa (hoặc lâu hơn). Hạn hán cực mạnh ảnh hưởng đến Mỹ và Canada trong năm 1988 là do sự tồn tại của dị thường hoàn lưu khí quyển qui mô lớn.

Nguyên nhân gián tiếp do con người gây ra là tình trạng phá rừng bừa bãi làm giảm khả năng hút và giữ nước làm cho mất nguồn nước ngầm dẫn đến cạn kiệt nguồn nước, việc trồng cây không phù hợp, vùng ít nước trồng cây nhiều nước làm cho việc sử dụng nước quá nhiều. Thêm nữa, hạn hán trong mùa khô (mùa kiệt) là do không đủ nguồn nước và thiếu những biện pháp cần thiết để đáp ứng nhu cầu sử dụng ngày càng gia tăng do sự phát triển kinh tế-xã hội ở các khu vực, các vùng chưa có quy hoạch hợp lý hoặc quy hoạch phát triển không phù hợp với mức độ phát triển nguồn nước, không hài hoà với tự nhiên, môi trường vốn vẫn tồn tại lâu nay. Mức độ nghiêm trọng của thiếu nước càng tăng cao do nguồn nước dễ bị tổn thương, suy thoái lại chịu tác động mạnh của con người.

1.3 Tình hình hạn hán ở Việt Nam

Khí hậu Việt Nam chịu ảnh hưởng mạnh của địa hình và gió mùa. Mùa mưa ở nước ta thường bắt đầu từ tháng V-VI và kết thúc vào khoảng tháng XI-XII, chiếm khoảng 75-85 % tổng lượng mưa hàng năm. Thời kì từ tháng XI-XII đến tháng IV-V thường là khô và có thể xảy ra hạn hán.

Theo tài liệu của Nguyễn Đức Ngữ và Nguyễn Trọng Hiệu (2004) đặc trưng khô hạn phổ biến tại các vùng khí hậu Việt Nam được trình bày ở bảng dưới đây:

Khu vực	Mùa khô hạn phổ biến
Tây Bắc (B1)	XI – IV
Đông Bắc (B2)	XI – III
Đồng bằng Bắc Bộ (B3)	XI – III
Bắc Trung Bộ (B4)	IV – VIII
Nam Trung Bộ (N1)	II – VIII
Tây Nguyên (N2)	XI – IV
Nam Bộ (N3)	XII – IV

Phân bố lượng mưa không đồng đều là do điều kiện địa hình đa dạng. Trong khi ở một vài nơi như vùng núi phía Bắc, Trung Bộ và vùng Tây Nguyên nhận 3000

– 4000 mm lượng mưa hàng năm thì một vài nơi khác như Phan Rang và Phan Thiết ở vùng Nam Trung Bộ chỉ nhận 750 – 800 mm trên năm.

Vùng núi phía Bắc và vùng trung du không dễ xảy ra hạn hán, tuy nhiên, ở một số nơi có xảy ra hạn vừa. Ở đây, hạn hán hiếm khi xảy ra vào những năm liên tiếp, ngoại trừ trường hợp hạn xảy ra trong suốt mùa hè năm 1988 và 1989. Phần phía Bắc của vùng này còn dễ xảy ra hạn hán hơn những phần còn lại của vùng. Ở đồng bằng sông Hồng tương đối nhiều hạn hán xảy ra và hạn hán khốc liệt xảy ra ở đây vào những năm 1960, 1961, 1963 và 1964.

Khu vực Tây Bắc tần suất hạn rất cao trong các tháng mùa đông, mùa xuân (XI, XII, I, II, III, IV) và thấp trong các tháng mùa hè, mùa thu. Vào các tháng hạn chủ yếu, tần suất hạn rất cao ở nhiều nơi mưa ít (Điện Biên, Sơn La, Cò Nòi, Sông Mã, Yên Châu...) và rất thấp ở những nơi mưa nhiều (Sapa, Hoàng Liên Sơn...). Có nơi mưa không ít nhưng tần suất hạn khá cao (Hoà Bình).

Khu vực Đông Bắc tần suất hạn rất cao trong các tháng mùa đông và đầu mùa xuân (XI, XII, I, II, III) và rất thấp trong các mùa hè, mùa thu. Vào các tháng hạn chủ yếu, tần suất hạn rất cao ở những nơi mưa ít (Bảo Lạc, Lạng Sơn, Đình Lập...) và rất thấp ở những nơi mưa nhiều (Bắc Quang), kể cả nơi mưa phùn nhiều (Yên Bái, Lục Yên).

Khu vực đồng bằng Bắc Bộ: tần suất hạn khá cao trong các tháng mùa đông, đầu mùa xuân (XI, I, II, III) và rất thấp trong các tháng mùa hè, mùa thu. Vào các tháng hạn hoặc sau mùa hạn, tần suất hạn khá đồng đều trên các địa điểm.

Vùng Bắc Trung Bộ là một vành đai đất eo hẹp bởi Biển Đông và bao phủ bởi nhiều rừng và núi. Vùng này chịu ảnh hưởng của không khí nóng phía Đông và gió Lào từ phía Tây, rất nóng trong suốt mùa khô. Tần suất hạn khá cao trong các tháng mùa hè, nhất là tháng VI, VII. Hạn cũng đáng kể vào cuối mùa đông, mùa xuân và rất ít trong mùa thu và đầu mùa đông. Vào các tháng hạn chủ yếu, tần suất hạn khá thấp ở những nơi có mùa mưa tương tự như khu vực Bắc Bộ hoặc khá cao ở những nơi tương tự Nam Trung Bộ.

Vùng phía Nam Trung Bộ chạy dọc bờ biển và có rất nhiều sông suối bắt nguồn từ dãy Trường Sơn chảy đến vùng này. Trong thời kì 1958 – 1998, hạn hán xảy ra trong vùng này suốt mùa hè những năm 1962, 1969, 1993 và 1998. Hạn tương đối khắc nghiệt xảy ra vào mùa xuân và mùa đông của năm 1970 và 1984. Nhìn chung, hạn hán vừa và khắc nghiệt xảy ra trong vùng này vào mùa hè, các tháng cuối mùa đông, mùa xuân. Đây là khu vực hạn nhiều trong suốt thời gian từ tháng II đến tháng III. Các tháng mùa thu và đầu mùa đông hạn rất ít. Tần suất hạn rất ít trong những nơi mưa nhiều (Trà My, Ba Tơ) và rất cao trên các tỉnh kế cận

cực Nam Trung Bộ. Hạn nhiều suốt thời gian từ tháng I đến tháng VIII, nhất là ở các trung tâm mưa ít như Ninh Thuận.

Vùng Tây Nguyên là một vùng cao nguyên nhiều núi với độ cao trung bình từ 500 – 800 m trên mực nước biển. Trước năm 1980, hạn hán hiếm khi xảy ra vào những mùa liên tiếp trong vùng này, nhưng đến năm 1980, đã có những trường hợp hạn hán vừa phải xảy ra vào những mùa liên tiếp. Hạn nhiều trong gần suốt mùa đông và đầu mùa xuân, từ tháng XII đến tháng III, từ tháng IV đến tháng XI hạn rất ít. Trong các tháng hạn, tần suất hạn rất cao ở những nơi mưa ít (Ayunpa,...) và rất thấp ở những nơi mưa nhiều (Bảo Lộc, Đắc Nông), trên các địa điểm giáp ranh với Nam Trung Bộ (và có mùa mưa tương tự Nam Trung Bộ).

Vùng Nam Bộ: Hạn nhiều từ các tháng XII đến tháng IV nghĩa là từ giữa mùa đông đến hết mùa xuân, vào mùa hè, mùa thu và cả đầu mùa đông hạn rất ít. Vào các tháng hạn chủ yếu, tần suất hạn khá đồng đều. Tuy vậy, nơi mưa nhiều như Phú Quốc có tần suất hạn thấp hơn đồng bằng Nam Bộ. Cũng có thể thấy, ở những nơi mưa ít như Bến Tre, Càng Long,... tần suất hạn có phần cao hơn.

Theo thống kê của *Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung Ương*: Trong vòng 40 năm qua, có không ít những năm hạn nặng và hạn nghiêm trọng. Ở Bắc Bộ những năm xảy ra hạn nặng vào vụ đông xuân là 1959, 1961, 1970, 1984, 1986, 1989, 1993, 1998 và vào vụ hè là: 1960, 1961, 1963, 1964. Trung Bộ và Nam Bộ có hạn trong các năm 1983, 1987, 1988, 1990, 1992, 1993, 2003, 2004 đặc biệt hạn rất nghiêm trọng vào năm 1993 và năm 1998. Ở Bắc Bộ và Bắc Trung Bộ, thiếu hụt mưa so với trung bình nhiều năm (TBNN) tới 30-70%, có nơi 100% từ tháng VIII-XI/1992 và tới 40-60% trong những tháng đầu năm 1993 (7 tháng đầu năm 1993, mưa bằng 25-40% TBNN), đã gây ra hạn hán ngay cuối vụ mùa năm 1992. Hạn hán, thiếu nước mùa khô 1997-1998 nghiêm trọng nhất, hầu như bao trùm cả nước, gây thiệt hại nghiêm trọng. Mùa mưa năm 1997 kết thúc sớm hơn 1 tháng; 6 tháng đầu năm 1998 lượng mưa bình quân chỉ đạt từ 30-70% cùng kỳ; vùng Tây Nguyên, Đông Nam Bộ và Đồng bằng sông Cửu Long hầu như không mưa vào các tháng III-VI/1998; Trung Bộ hầu như không mưa trong tháng VI-IX/1998. Nhiệt độ các tháng đầu năm 1998 đều cao hơn TBNN từ 1-3°C. Các đợt nắng nóng gay gắt xảy ra liên tục và kéo dài từ 15-29 ngày trong tháng III-V/1998 ở Nam Bộ và tháng VI-VIII/1998 ở Trung Bộ.

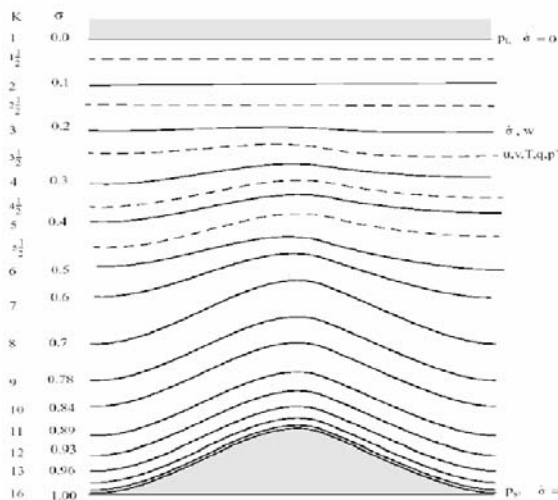
CHƯƠNG 2

KHÁI QUÁT MÔ HÌNH KHÍ HẬU KHU VỰC REGCM3 VÀ CÁC CHỈ SỐ HẠN HẠN

2.1 Động lực học của mô hình khí hậu khu vực RegCM3

Mô hình RegCM3 được sử dụng là thể hệ thứ 3 của mô hình khí hậu khu vực RegCM (Regional Climate Model). Mô hình này được phát triển tại ICTP (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics). Về lịch sử, ý tưởng về sử dụng mô hình khu vực hạn chế trong các nghiên cứu về khí hậu khu vực được hình thành từ cuối thập kỷ 80 của thế kỷ trước (Dickinson và ccs., 1989; Giorgi, 1990). Ý tưởng này dựa trên khái niệm lồng một chiều (one-way nesting), trong đó các trường khí tượng quy mô lớn từ mô hình hoàn lưu chung (General Circulation Model) cung cấp đầu vào làm điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình khí hậu khu vực (Regional Climate Model) có độ phân giải cao hơn. Dựa trên ý tưởng này, một nhóm tác giả đã bắt tay xây dựng mô hình khí hậu RegCM dựa trên mô hình thời tiết trước đó.

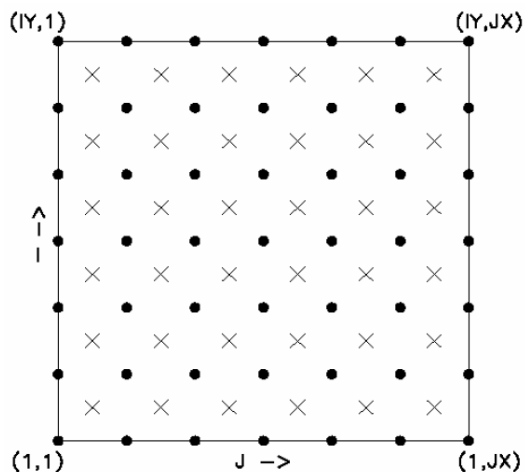
Các phương trình trong mô hình RegCM3 được xây dựng cho hệ tọa độ thẳng đứng thủy tĩnh theo địa hình, ký hiệu là σ , được định nghĩa bởi $\sigma = (p - p_t) / (p_s - p_t)$ trong đó p là áp suất, p_t là áp suất tại đỉnh mô hình, được cho bằng hằng số và p_s là áp suất tại mặt đất. σ bằng 0 tại đỉnh và bằng 1 tại mặt đất, mỗi mực mô hình được xác định bởi một giá trị của σ . Thông thường, độ phân giải trong lớp biên tinh hơn các lớp trên và số mực có thể thay đổi tùy theo yêu cầu người sử dụng (Hình 2.1).



Hình 2.1 Lưới thẳng đứng σ với 16 mực

Trong RegCM3, lưới ngang có dạng xen kẽ -B Arakawa-Lamb đối với các biến vận tốc và các biến vô hướng (Hình 2.2). Các biến vô hướng (T, q, p, \dots) được xác định tại trung tâm các ô lưới trong khi các thành phần tốc độ gió hướng đông

(u) và hướng bắc (v) được xác định tại các nút. Điểm trung tâm ký hiệu là dấu nhân, điểm nút ký hiệu là dấu tròn. Tất cả các biến này được xác định tại trung tâm của mỗi lớp thẳng đứng, gọi là các mực phân. Vận tốc thẳng đứng được thực hiện trên mực nguyên.



Hình 2.2 Lưới ngang xen kẽ dạng -B Arakawa-Lamb của mô hình RegCM3 (Elguindi vcs., 2003)

Tùy theo mục đích mô phỏng hay dự báo mà điều kiện ban đầu và điều kiện biên của mô hình được cung cấp bởi trường điều khiển là số liệu tái phân tích hoặc trường dự báo của mô hình toàn cầu GCM. Đối với điều kiện biên, mô hình sẽ cập nhật phân tích (hay dự báo) sau từng khoảng thời gian tích phân nào đó, có thể là từng 6h hoặc 3h. Số liệu ban đầu của RegCM3 còn bao gồm số liệu mặt đệm như loại đất phủ và thực vật, độ cao địa hình, nhiệt độ mặt nước biển SST và các trường gió, nhiệt độ, độ ẩm trên các lưới kinh vĩ được nội suy về lưới của mô hình bằng phương pháp nội suy tối ưu.

Hệ phương trình cơ bản của RegCM3 bao gồm:

- Các phương trình động lượng ngang
- Các phương trình liên tục và sigma chậm
- Phương trình nhiệt động học và phương trình omega
- Phương trình thủy tĩnh
- Phương trình ẩm

2.2 Tham số hóa vật lý trong mô hình khí hậu khu vực RegCM3

Các quá trình vật lý cơ bản của RegCM3 bao gồm (1) trao đổi sinh quyển - khí quyển, (2) bức xạ, (3) chuyển động rối trong lớp biên hành tinh, (4) giáng thủy quy mô lớn, (5) đối lưu, (6) trao đổi thông lượng đại dương - khí quyển, (7) hồ - khí quyển và (8) vận chuyển các thành phần hóa học.

1) Các quá trình bề mặt đất

Tham số hóa các quá trình vật lý bề mặt đất được thực hiện bằng việc sử dụng sơ đồ trao đổi sinh-khí quyển BATS1E (Biosphere-Atmosphere Transfer

Scheme) được mô tả cụ thể bởi Dickinson và CS (1993). BATS được thiết kế để mô tả vai trò của thực vật và tác động của độ ẩm đất trong việc làm thay đổi sự trao đổi động lượng, năng lượng và hơi nước giữa bề mặt và khí quyển. Mô hình bao gồm lớp thực vật, lớp tuyết, lớp đất mặt, lớp rễ (hoặc một lớp đất dày 10cm), một lớp sâu hơn dày 1-2m và lớp đất sâu thứ ba dày 3m.

2) Sự truyền bức xạ

RegCM3 sử dụng sơ đồ bức xạ của NCAR CCM3 được mô tả bởi Kiehl và CS (1996) trong đó biểu diễn ảnh hưởng của O_3 , H_2O , CO_2 và O_2 đến sự truyền bức xạ trong khí quyển theo xấp xỉ δ -Eddington (Briegleb, 1992). Phổ bức xạ được chia thành 18 khoảng, biến đổi từ 0,2 tới $5 \mu m$. Thông lượng bức xạ mặt trời biến thiên theo mùa và thời gian trong ngày, phụ thuộc vào độ phủ mây, xon khí, sự tán xạ mặt đất theo H_2O , O_3 , CO_2 , O_2 và độ hấp thụ bề mặt.

3) Lớp biên hành tinh

Sơ đồ lớp biên hành tinh (PBL) được phát triển bởi Holtslag và CS (1990) dựa trên khái niệm khuếch tán phi địa phương có tính đến các dòng “ngược gradient” (countergradient fluxes) nhận được từ các xoáy quy mô lớn trong khí quyển bất ổn định xáo trộn mạnh.

4) Tham số hóa đối lưu

Trong mô hình RegCM3 có thể sử dụng một trong ba sơ đồ tham số hóa sau đây để tính giáng thủy đối lưu: Sơ đồ Kuo sửa đổi; Sơ đồ MIT Emanuel; và Sơ đồ Grell. Trong sơ đồ Grell có thể áp dụng với một trong hai giả thiết khép kín: khép kín Arakawa và Schubert và khép kín Fritsch và Chappell.

5) Giáng thủy qui mô lưới

Sơ đồ ẩm hiện dưới lưới (Subgrid Explicit Moisture Scheme—SUBEX) được sử dụng để xử lý mây không đối lưu và giáng thủy được xác định qua các biến mô hình. Đây là một điểm mới của mô hình. SUBEX tính đến sự biến động qui mô dưới lưới trong các đám mây bằng cách liên kết độ ẩm tương đối trung bình ô lưới với độ phủ mây và nước trong mây theo công trình của (Sundqvist và CS. 1989).

6) Các dòng từ đại dương

Trong RegCM3 có hai tùy chọn cho sơ đồ tham số hoá thông lượng từ đại dương vào khí quyển, một được tính giống như trong sơ đồ mặt đất BATS1E của Dickinson và CS (1993), một là của Zeng và CS (1998a) trong đó sử dụng thuật toán khí động học tổng quát.

7) Mô hình hồ

Mô hình hồ phát triển bởi (Hostetler và CS. 1993) có thể chạy lồng ghép tương tác với mô hình khí quyển. Trong mô hình hồ, các thông lượng nhiệt, ẩm và

động lượng dựa trên đầu vào là số liệu khí tượng, nhiệt độ mặt hồ và albedo. Nhiệt được truyền theo phương thẳng đứng giữa các lớp mô hình hồ do xáo trộn rối và đối lưu. Băng và tuyết có thể bao phủ một phần hay toàn bộ mặt hồ.

8) Mô hình hóa học

Mô hình hóa học là một khái niệm mới được áp dụng trong các mô hình khí hậu. Bản chất của nó là giải các phương trình dự báo, cảnh báo các đại lượng không phải là các biến khí tượng truyền thống mà là các chất tồn tại trong khí quyển có khả năng bị vận chuyển và có tác động tới các quá trình vật lý xảy ra trong khí quyển. Đối với khí hậu, các chất như xon khí và các chất khí là những chất được quan tâm nhiều nhất.

2.3 Cấu hình thí nghiệm

2.3.1 Lựa chọn miền tính, độ phân giải và sơ đồ tham số hóa

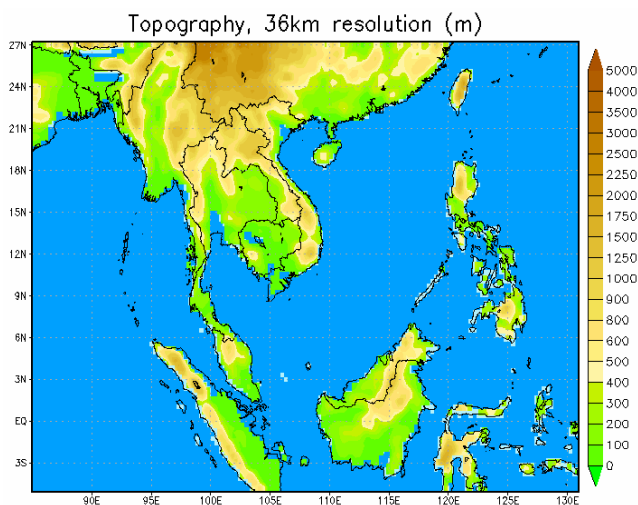
Do lượng tính toán và lưu trữ quá lớn nên những thử nghiệm độ nhạy được thực hiện chưa thể bao quát hết mọi trường hợp của tất cả các tùy chọn sẵn có trong mô hình. Đối với vị trí và kích thước miền tính, khó có thể đưa ra được kết luận đầy đủ là nên chọn miền như thế nào là tốt nhất. Ưu việt của miền tính lớn là phát huy được năng lực của chính các RCM trong việc tái tạo điều kiện khí hậu khu vực, làm giảm tác động cường bức của điều kiện biên do các trường điều khiển. Tuy nhiên, việc mở rộng miền tính quá lớn sẽ làm giảm vai trò “giữ thế cân bằng” của trường điều khiển, đặc biệt đối với những vùng nằm ở trung tâm miền tính, và quan trọng hơn trong điều kiện Việt Nam là làm tăng khối lượng tính toán và lưu trữ. Ngược lại, việc thu nhỏ miền tính sẽ mang lại lợi thế giảm khối lượng tính toán, lưu trữ và do đó có thể thực hiện được nhiều thử nghiệm, song khi đó vai trò động lực và vật lý của mô hình có thể bị chi phối bởi thông tin của trường điều khiển truyền vào thông qua điều kiện biên, làm mất “tính chủ động” của mô hình. Sau khi cân nhắc, xem xét, nhận thấy nên chọn miền tính sao cho đảm bảo được một số yêu cầu sau:

- Biên phía bắc của miền không cắt qua dãy núi cao Hymalaya
- Lãnh thổ Việt Nam nằm vào khoảng trung tâm miền
- Kích thước miền phải bao phủ được toàn bộ khu vực Biển Đông để nắm bắt được sự hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới
- Nới rộng đến mức tối đa về phía tây và phía nam để nắm bắt được sự hoạt động của các hệ thống gió mùa mùa hè

Với những tiêu chí đó, miền tính được chọn là: **85E-130E; 5S-27N**.

Các thử nghiệm độ nhạy đã chứng tỏ rằng khi độ phân giải càng cao thì khả năng biểu diễn các quá trình qui mô địa phương càng chi tiết, dẫn tới kết quả mô phỏng của mô hình càng chính xác. Xem xét khả năng của hệ thống tính toán hiện

có, độ phân giải ngang được chọn là **36km**. Bản đồ độ cao địa hình ứng với độ phân giải và miền tính đã chọn được thể hiện trên Hình 2.3.



Hình 2.3 Độ cao địa hình (m) khu vực miền tính của RegCM3

Trong phiên bản này, các mô hình hồ và mô hình hóa học không được sử dụng. Cách tính các dòng trao đổi trên đại dương thực hiện theo sơ đồ BATS. Theo kết quả thử nghiệm của một số tác giả trước đây, trong phần tham số hóa vật lý thì tham số hóa đối lưu luôn được chú trọng trong các mô hình thời tiết và khí hậu. Kết quả thử nghiệm cho thấy RegCM cho kết quả mô phỏng nhiệt độ và lượng mưa hợp lý nhất khi chạy với sơ đồ tham số hóa đối lưu của Grell với giả thiết khép kín Arakawa-Schubert (GAS). Ngoài ra, các phần tham số hóa khác được thực hiện theo các sơ đồ như sau:

- Tham số hóa vi vật lý mây (sơ đồ ẩn hiện): Simple Ice
- Tham số hóa lớp biên: MRF
- Tham số hóa bức xạ: CCM2
- Tham số hóa bề mặt đất: Mô hình đất 5 lớp
- Tham số hóa đối lưu: Grell

2.3.2 Số liệu điều kiện biên cho mô hình khí hậu khu vực

Điều kiện biên để chạy các RCM được sử dụng tùy thuộc vào các trường hợp chạy cụ thể. Có hai dạng số liệu cơ bản được khai thác ở đây là số liệu tái phân tích (reanalysis), phân tích (analysis) và số liệu là sản phẩm của các mô hình toàn cầu GCM.

Số liệu tái phân tích và phân tích được dùng để chạy mô phỏng các RCM là các trường khí quyển bao gồm khí áp bề mặt (P_s) hoặc khí áp mực biển trung bình (P_{msl}), nhiệt độ không khí (T), độ ẩm tương đối (RH), các thành phần vận tốc gió kinh hướng (V), vĩ hướng (U) trên các mực đẳng áp, một số trường khác tùy theo yêu cầu của mô hình, và số liệu nhiệt độ bề mặt biển (SST). Các nguồn được khai thác gồm:

1) ERA40: Số liệu tái phân tích của ECMWF, độ phân giải ngang của các tập số liệu này là 2,5 x 2,5 độ kinh vĩ với 17-23 mực theo chiều thẳng đứng.

2) OISST: Nhiệt độ mặt nước biển của NOAA. Độ phân giải của các tập số liệu này là 1 độ kinh vĩ.

Số liệu GCM bao gồm thời kỳ chuẩn (baseline) và thời kỳ tương lai (thế kỷ 21). Thời kỳ chuẩn được chọn là 30 năm (1970-1999), thời kỳ tương lai là 30 năm (2011-2040). Đối với thời kỳ tương lai, 2 kịch bản phát thải được chọn là A1B và A2. Nguồn số liệu được khai thác là sản phẩm mô hình toàn cầu CCSM3.0 của NCAR.

Số liệu độ cao địa hình và đất sử dụng là những số liệu bắt buộc phải có khi chạy các mô hình RCM và GCM. Nói chung các bộ số liệu này thường được kèm theo mô hình và bao gồm:

- Độ cao địa hình (Topography): Được lấy từ nguồn số liệu của USGS (U.S. Geological Survey) với các độ phân giải khác nhau.
- Loại đất sử dụng (Landuse type): Là số liệu mô tả đặc tính lớp phủ bề mặt (Global Landuse Cover Characteric – GLCC) được dùng trong việc tính các dòng trao đổi đất - khí quyển thông qua mô hình bề mặt đất (LSM).
- Tính chất kết cấu của đất (Soil texture): Đối với mô hình RegCM, số liệu này chỉ đòi hỏi khi mô hình được chạy với tùy chọn kết hợp với mô hình hóa học (Chemistry model) có tính đến hiệu ứng của bụi (dust).

Ngoài ra, liên quan đến các đặc tính bề mặt còn có các loại số liệu khác như albedo, nhiệt độ (và có thể cả độ ẩm) các lớp đất dưới sâu, v.v.

2.4 Giới thiệu một vài chỉ số hạn hán

Nghiên cứu dự báo hạn và xây dựng hệ thống giám sát hạn, trước hết cần phân tích và lựa chọn được các chỉ số hạn phản ánh sát nhất diễn biến hạn hán thực tế ở địa phương. Qua các chỉ số hạn có thể xác định được có hạn hay không và nếu có thì cường độ hạn thế nào. Hiện nay có rất nhiều chỉ số tính toán khô hạn khác nhau được áp dụng trong và ngoài nước. Chỉ số hạn được chọn sẽ là cơ sở quan trọng cho việc dự báo, giám sát và cảnh báo hạn hán cho khu vực. Dưới đây sẽ trình bày về một vài chỉ số hạn được sử dụng phổ biến.

2.4.1 Chỉ số khắc nghiệt hạn Palmer (Palmer Drought Severity Index - PDSI)

Chỉ số Palmer được phát triển bởi Wayne Palmer vào năm 1965 sử dụng thông tin về nhiệt độ và lượng mưa tháng để xây dựng công thức xác định khô hạn. Đây là một chỉ số thông dụng và là cơ sở cho nhiều chỉ số khác. Bốn giá trị tiềm năng được tính toán đó là:

1. Bốc thoát hơi tiềm năng (PE-Potential Evapotranspiration) được tính bằng phương pháp Thornthwaite.
2. Bổ sung tiềm năng (PR-Potential Recharge) – Lượng ẩm cần thiết cho đất để tích trữ.
3. Thất thoát tiềm năng (PL-Potential Loss) - Lượng hơi ẩm có thể bị mất từ đất để bốc thoát hơi cung cấp giáng thủy trong suốt thời kì bằng 0.
4. Dòng chảy tiềm năng (PRO-Potential Runoff) - Sự chênh lệch giữa giáng thủy tiềm năng và PR.

Các hệ số khí hậu được tính như là tỷ lệ giữa trung bình của các giá trị thực tế so với các giá trị tiềm năng cho 12 tháng trong năm. Các hệ số khí hậu này được dùng để tính lượng giáng thủy cần thiết cho sự phù hợp về mặt khí hậu đối với các điều kiện hiện tại (CAFEC). Sự chênh lệch d giữa lượng giáng thủy thực P và lượng giáng thủy CAFEC \hat{P} là một dấu hiệu của sự thiếu hụt nước trong từng tháng.

$$d = P - \hat{P} = P - (\alpha PE + \beta PR + \gamma PRO + \delta PL)$$

trong đó $\alpha = \overline{ET} / \overline{PE}$, $\beta = \overline{R} / \overline{PR}$, $\gamma = \overline{RO} / \overline{PRO}$, và $\delta = L / \overline{PL}$ cho 12 tháng. Giá trị của d được xem như là độ lệch ẩm khối giá trị chuẩn vì lượng giáng thủy CAFEC là lượng giáng thủy chuẩn được điều chỉnh. Chỉ số dị thường ẩm Palmer (PMAI), Z , được xác định như sau:

$$Z = Kd$$

trong đó K là một nhân tố trọng số. Giá trị của K được xác định từ các bản ghi khí hậu trước khi tính toán mô hình thực. Palmer đưa ra các mối quan hệ thực nghiệm cho K như sau:

$$K_i = \left(\frac{17.6}{\sum_{i=1}^{12} \overline{D}_i K_i'} \right) K_i'$$

Trong đó \overline{D}_i là trung bình các giá trị tuyệt đối của d , và K_i' phụ thuộc vào nguồn cung cấp và nhu cầu nước trung bình, được xác định:

$$K_i' = 1.5 \log_{10} \left[\left(\frac{\overline{PE} + \overline{R} + \overline{RO}}{\overline{P} + \overline{L}} + 2.8 \right) \overline{D}^{-1} \right] + 0.5$$

trong đó PE là lượng bốc thoát hơi tiềm năng, R là lượng bổ sung, RO là dòng chảy, P là giáng thủy và L là lượng thất thoát. Khi đó PDSI được xác định bằng công thức:

$$PDSI_i = 0.897 PDSI_{i-1} + \frac{1}{3} Z_i \quad (2.1)$$

PDSI của tháng đầu tiên trong điều kiện khô hoặc ẩm bằng $\frac{1}{3}Z_i$.

Một số hạn chế của chỉ số PDSI (ví dụ như các ngưỡng tùy ý, không tính đến dòng chảy sông, chỉ xem xét giáng thủy lòng...) có thể được khắc phục bằng một số cải tiến thích hợp trong các thủ thuật tính toán. Tuy nhiên, những giá trị PDSI có thể làm chậm các đợt hạn đi khoảng vài tháng. Những điểm này đã hạn chế việc ứng dụng chỉ số này ở nhiều khu vực có các cực trị khí hậu thường xuyên xảy ra, chẳng hạn như vùng tây nam Châu Á nơi nhiều vùng rộng lớn bị thống trị bởi khí hậu gió mùa. Một vấn đề quan trọng nữa liên quan đến việc sử dụng PDSI đó là sự tính toán khá phức tạp và đòi hỏi có số liệu đầu vào khí tượng quan trọng. Việc ứng dụng chỉ số này ở Châu Á nơi mạng lưới quan trắc thưa thớt là một hạn chế đáng kể.

Phân loại mức độ hạn của chỉ số PDSI	
$PDSI \leq 4.0$	Cực ẩm
$3.0 \rightarrow 3.99$	Rất ẩm
$2.0 \rightarrow 2.99$	Âm vừa
$1.0 \rightarrow 1.99$	Âm nhẹ
$0.5 \rightarrow 0.99$	Chớm ẩm
$0.49 \rightarrow -0.49$	Gần chuẩn
$-0.5 \rightarrow -0.99$	Chớm khô
$-1.0 \rightarrow -1.99$	Hạn nhẹ
$-2.0 \rightarrow -2.99$	Hạn vừa
$-3.0 \rightarrow -3.99$	Hạn nặng
$PDSI \geq -4.0$	Hạn nghiêm trọng

2.4.2 Chỉ số lượng mưa chuẩn hoá (Standardized Precipitation Index – SPI)

SPI là một chỉ số dựa vào khả năng có thể của giáng thủy cho bất cứ thang thời gian nào. Chỉ số SPI được xác định như sau:

$$SPI = \frac{(R - R_{tb})}{\sigma} \quad (2.2)$$

trong đó R là lượng giáng thủy trong khoảng thời gian xác định; R_{tb} là lượng giáng thủy trung bình trong khoảng thời gian xác định; σ là giá trị độ lệch chuẩn.

Năm 1993, SPI được mở rộng để phát hiện ra thời kì hạn và ẩm tại những qui mô thời gian khác nhau bởi McKee và những người khác. Những qui mô thời gian này phản ánh tác động của hạn hán đến sự thay đổi tài nguyên nước khác nhau. Điều kiện độ ẩm đất đáp lại những dị thường giáng thủy trên một qui mô tương đối ngắn, trong khi đó nước mặt, dòng chảy và bề tích trữ nước lại phản ánh những dị thường giáng thủy dài hạn. Từ những nguyên nhân này, McKee và những người

khác (1993) tính toán SPI cho những qui mô thời gian 1, 3, 6, 12, 24 và 48 tháng. SPI có thể được ước tính cho những qui mô thời gian khác nhau, có thể cung cấp sớm lời cảnh báo của hạn hán và giúp xác định hạn hán khắc nghiệt và nó cũng dễ tính toán hơn các chỉ số khác. Tuy nhiên, giá trị của nó dựa vào dữ liệu sơ bộ có thể thay đổi. SPI tính toán cho bất cứ vùng nào dựa vào số liệu giáng thủy dài hạn trong một thời kì yêu cầu. Giá trị SPI dương cho biết giáng thủy cao hơn mức trung bình, trong khi đó giá trị âm chỉ ra lượng giáng thủy ít hơn so với giá trị trung bình. Ngưỡng giá trị của SPI ứng với các điều kiện ẩm và hạn được liệt kê dưới đây:

Giá trị SPI	Điều kiện
>2	Quá ẩm ướt
1.5 → 1.99	Rất ẩm
1.0 → 1.49	Ẩm vừa phải
-0.99 → 0.99	Gần trung bình
-1.0 → -1.49	Hơi khô hạn
-1.5 → -1.99	Hạn nặng
≤ -2	Hạn cực nặng

2.4.3 Chỉ số Ped

Chỉ số Ped được tính theo công thức (theo Ped, 1975):

$$Ped = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta P}{\sigma_P} \quad (2.3)$$

Ở đây, ΔT và ΔP là độ lệch của nhiệt độ không khí và giáng thủy trong một khoảng thời gian xác định. σ_T và σ_P lần lượt là độ lệch chuẩn của nhiệt độ không khí và giáng thủy trong khoảng thời gian tương ứng. Cụ thể, khi tính Ped theo tháng thì ΔT và ΔP là chênh lệch nhiệt độ/giáng thủy tháng so với giá trị trung bình tháng của nhiều năm và khi tính Ped theo năm thì ΔT và ΔP là chênh lệch nhiệt độ/giáng thủy năm so với giá trị trung bình nhiều năm. Hạn xảy ra khi nhiệt độ tăng nhanh và giáng thủy giảm. Các ngưỡng chỉ tiêu tương ứng với các điều kiện khí hậu cụ thể như sau:

Giá trị của chỉ số Ped	Điều kiện
$Ped < 0$	Ẩm
$0 < Ped < 1$	Gần chuẩn
$1 < Ped < 2$	Hạn vừa
$2 < Ped < 3$	Hạn khắc nghiệt

2.4.4 Chỉ số dị thường P

Chỉ số này được tính như sau (theo Koleva, 1988):

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_{ij}}{\bar{x}_i} \quad (2.4)$$

Ở đây, $j = 1, 2 \dots N$ năm; x_{ij} - Tổng lượng giáng thủy hàng năm ở trạm thứ i ; \bar{x}_i - Lượng giáng thủy trung bình năm tại trạm đó; n - Số trạm.

Các điều kiện ẩm ướt được xác định bởi giá trị chỉ số $P > 1$, giá trị $P < 1$ chỉ các điều kiện khô hạn và $P = 1$ ứng với điều kiện bình thường. Giá trị của P càng nhỏ thì hạn càng nặng.

Công thức trên có thể áp dụng để tính chỉ số P theo tháng và cho từng trạm. Cụ thể khi tính theo tháng thì đại lượng x_{ij} là lượng giáng thủy tháng ở trạm thứ i của năm j , \bar{x}_i là lượng giáng thủy trung bình tháng của nhiều năm tại trạm đó.

2.4.5 Tần số phân bố giáng thủy hàng năm

Phân bố giáng thủy là một trong những dạng nhận biết cơ bản của hiện tượng hạn hán trong một vùng nhất định. Tần số phân bố giáng thủy được xác định trong các khoảng như sau (theo WMO, 1975):

$$\begin{aligned} P < \bar{P} - 2\sigma_p & \quad - \text{Rất khô} \\ \bar{P} - 2\sigma_p < P < \bar{P} - \sigma_p & \quad - \text{Khô} \\ \bar{P} - \sigma_p < P < \bar{P} + \sigma_p & \quad - \text{Bình thường} \\ P > \bar{P} + \sigma_p & \quad - \text{Ẩm} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Ở đây, P - Lượng giáng thủy trong một năm xem xét; \bar{P} - Lượng giáng thủy trung bình trong thời kì chuẩn; σ - Độ lệch chuẩn.

2.4.6 Chỉ số Martonne J

Giá trị tháng của chỉ số J ($\text{mm}/^\circ\text{C}$) được xác định như sau (de Martonne, 1926):

$$J = \frac{12P}{(T+10)} \quad (2.6)$$

trong đó P và T tương ứng là tổng lượng giáng thủy tháng (mm) và nhiệt độ không khí tháng ($^\circ\text{C}$). Khi $J < 30$ thì có hạn xảy ra. Các trường hợp có $J < 20$ là hạn nặng.

2.4.7 Chỉ số cán cân nước K

K là một chỉ số thông dụng ở Việt Nam, được tính theo công thức sau (Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu, 2004):

$$K = \frac{E}{R} \quad (2.7)$$

trong đó: E - Lượng bốc hơi trong khoảng thời gian xác định, R - Lượng mưa trung bình trong khoảng thời gian xác định.

Hạn xảy ra khi lượng bốc hơi bắt đầu vượt quá lượng mưa rơi xuống. Qua đó ta có các ngưỡng chỉ tiêu sau:

Giá trị của K	Điều kiện
< 0.5	Rất ẩm
0.5 – 1.0	Ẩm
1.0 – 2.0	Hơi khô
2.0 – 4.0	Khô
> 4.0	Rất khô

Trong nghiên cứu này, do nguồn số liệu hiện có ở Việt Nam chủ yếu là nhiệt độ và lượng mưa nên các chỉ số được lựa chọn để phân tích sự xuất hiện của hạn hán trong tháng (hoặc năm) gồm có chỉ số P, SPI, J và PED. Kết quả tính toán và phân tích các chỉ số này được trình bày chi tiết trong Chương 3.

CHƯƠNG 3

KẾT QUẢ TÍNH CÁC CHỈ SỐ HẠN CHO KHU VỰC MIỀN TRUNG THỜI KỲ CHUẨN 1970-1999

3.1 Kết quả tính các chỉ số hạn theo tháng

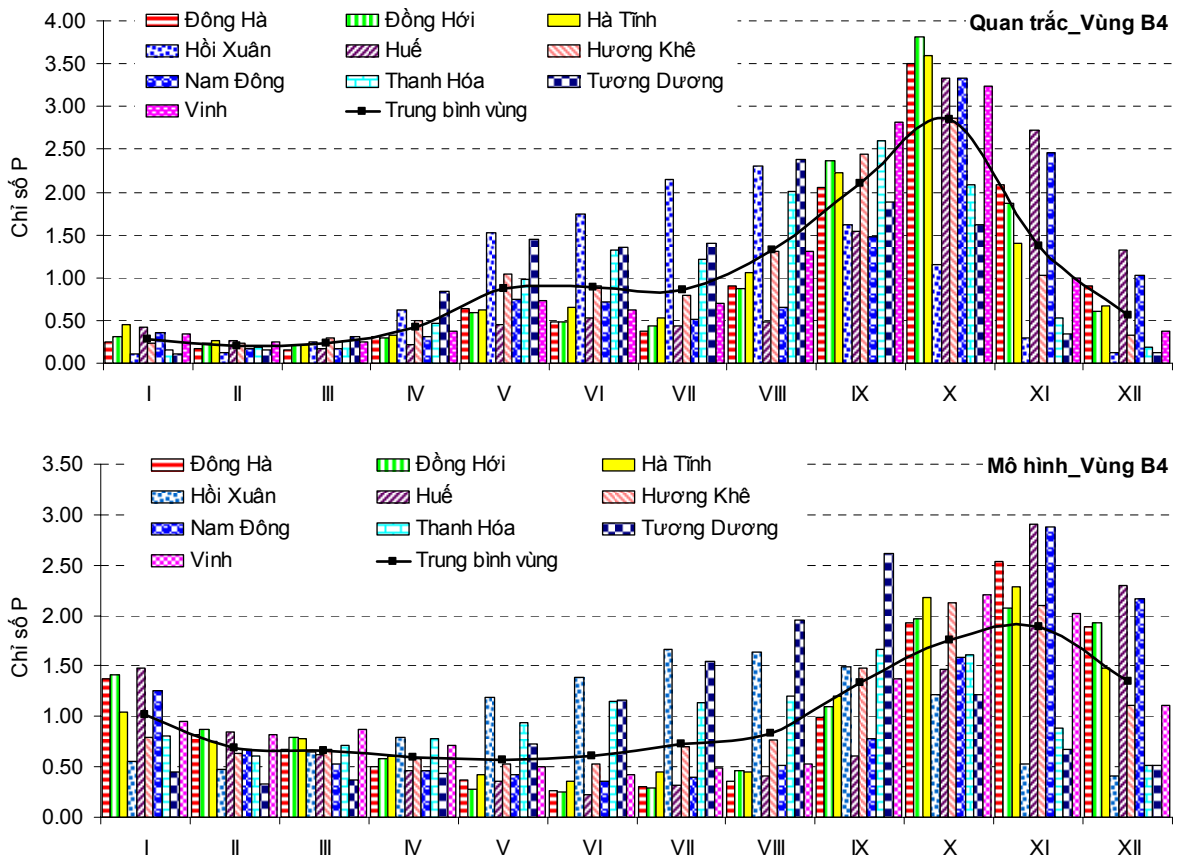
Trong mục này, các chỉ số hạn được tính toán theo kết quả của mô hình khí hậu RegCM3 chạy với đầu vào là kết quả của CCSM3.0 trong thời kỳ chuẩn sau đó so sánh với kết quả tính được theo số liệu quan trắc để xem xét sự phù hợp về khả năng mô phỏng các điều kiện hạn hán của mô hình cho khu vực Miền Trung trong thời kỳ này.

3.1.1 Kết quả tính chỉ số P

Hình 3.1 biểu diễn kết quả tính của chỉ số P tháng theo số liệu quan trắc (trên) và số liệu mô hình (dưới) cho các trạm (cột) và trung bình toàn vùng khí hậu Bắc Trung Bộ (đường). Từ hình vẽ nhận thấy, trong cùng một vùng khí hậu nhưng giá trị P tính được tại các trạm cũng có sự khác biệt đáng kể. Một số trạm mưa nhiều như Huế, Nam Đông,... và một số trạm ít mưa như Thanh Hóa,... Mặc dù, trong cùng một vùng khí hậu nhưng cũng có thể nhận thấy mùa mưa và mùa khô ở các trạm là không đồng nhất, điển hình là trạm Hồi Xuân và Tương Dương thường có tháng mưa lớn nhất trong năm đến sớm hơn (tháng VIII) so với trung bình toàn vùng (tháng X). Theo kết quả tính từ số liệu quan trắc ta thấy các tháng ẩm ở khu vực này thường từ tháng VIII kéo dài đến tháng XI, tháng ẩm nhất (giá trị P lớn nhất) xảy ra vào tháng X. Thời gian hạn là từ tháng XII đến tháng VII năm sau, hạn nặng nhất (giá trị P nhỏ nhất) rơi vào tháng II.

Kết quả tính chỉ số P theo số liệu mô hình cũng cho thấy sự khác biệt đáng kể về lượng mưa giữa các trạm. Tính trung bình toàn vùng, thời gian ẩm bắt đầu từ tháng IX kéo dài đến tận tháng I năm sau, tháng ẩm nhất là tháng XI. Thời gian hạn bắt đầu từ tháng II đến tháng VIII, tháng hạn nhất là tháng V. So sánh với kết quả tính được theo quan trắc thì mùa mưa mô phỏng được lùi chậm hơn so với thực tế là 1 tháng dẫn tới tháng ẩm nhất cũng trễ hơn so với thực tế 1 tháng tuy nhiên tháng khô nhất thì trễ hơn tới 3 tháng. Theo số liệu quan trắc ta thấy thời kỳ tháng V là một cực đại phụ của lượng mưa ở Bắc Trung Bộ gắn liền với tiết tiểu mãn mà mô hình chưa nắm bắt được. Xét về giá trị ta thấy trong các tháng mùa mưa thì P tính được theo mô hình thường nhỏ hơn so với tính được theo quan trắc và ngược lại trong các tháng mùa khô. Điều này cho thấy mô hình mô phỏng lượng mưa thiên thấp trong các tháng mùa mưa nhưng lại thiên cao trong các tháng mùa khô dẫn đến chỉ số P thể hiện mức độ hạn theo quan trắc thường khắc nghiệt hơn trong các tháng

mùa khô.

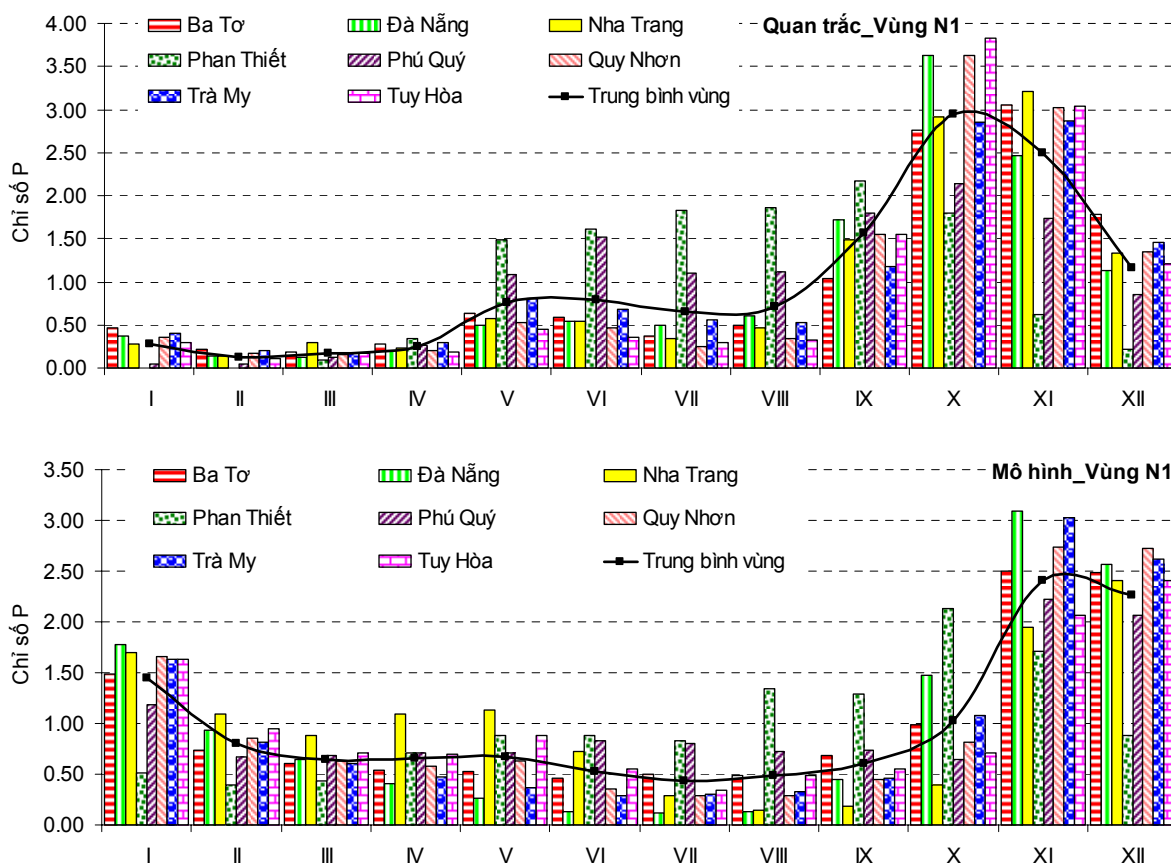


Hình 3.1 Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Hình 3.2 là kết quả tính chỉ số P tương tự cho vùng Nam Trung Bộ. Từ hình vẽ nhận thấy các tháng ẩm ướt xác định theo chỉ số P tính từ số liệu quan trắc là từ tháng IX đến tháng XII còn các tháng khô hạn là từ tháng I đến tháng VIII trong đó P lớn nhất xảy ra vào tháng X và P nhỏ nhất xảy ra vào tháng II. Trong suốt thời kỳ mùa khô các tháng từ I đến IV luôn có giá trị P trung bình vùng cũng như tại các trạm nhỏ hơn 0,5 có nghĩa là hạn rất nặng trong thời gian này. Ở khu vực này, một số trạm mưa nhiều trong các tháng mùa mưa như Đà Nẵng, Quy Nhơn, Tuy Hòa, Trà My,... và một số trạm ít mưa như Phan Thiết, Phú Quý,... So với các trạm khác trong vùng thì hai trạm Phan Thiết, Phú Quý có tháng ẩm bắt đầu sớm hơn (từ tháng V) và kết thúc cũng sớm hơn (vào tháng XI đối với trạm Phan Thiết và tháng XII đối với trạm Phú Quý) so với trung bình toàn vùng.

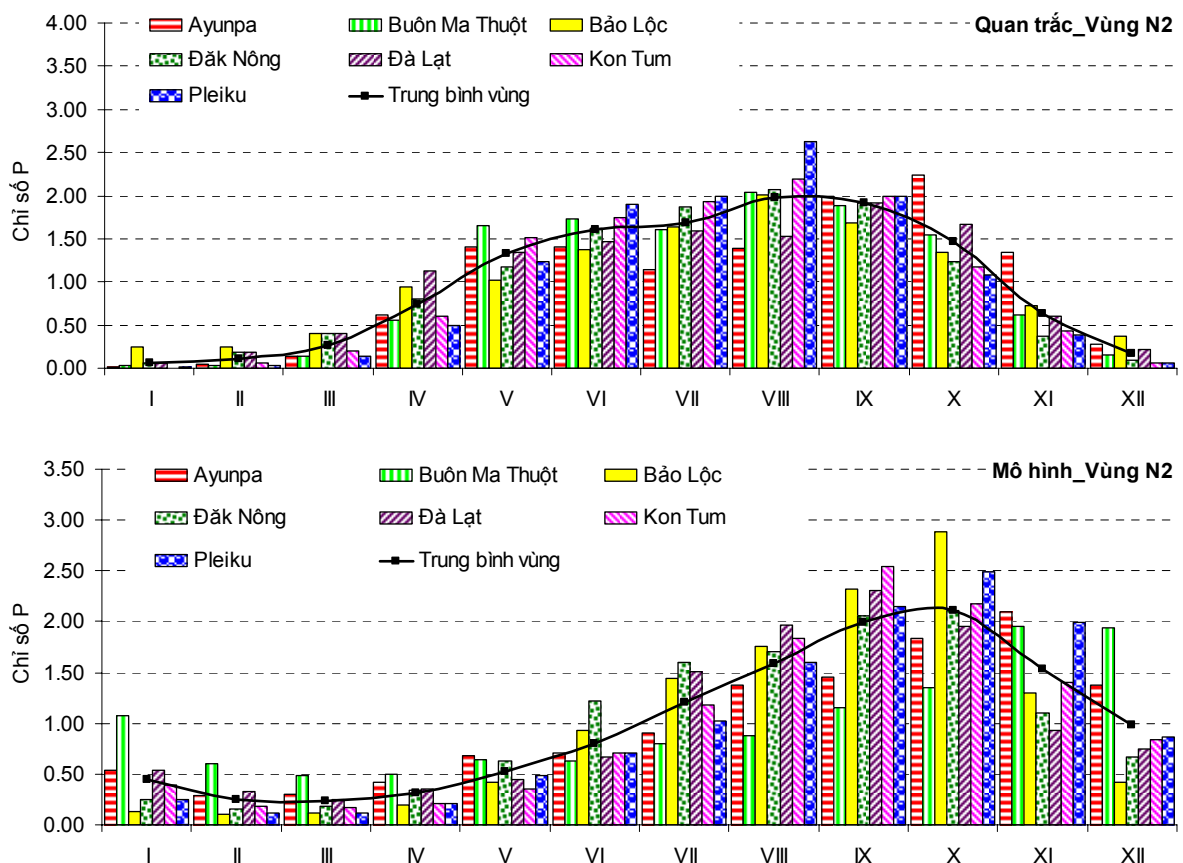
Kết quả tính chỉ số P theo số liệu mô hình cho thấy thời gian ẩm kéo dài từ tháng X đến tận tháng I năm sau còn thời gian khô hạn bắt đầu từ tháng II và kết thúc vào tháng IX. Giá trị P lớn nhất xảy ra vào tháng XI và giá trị P nhỏ nhất đạt được vào tháng VII. Tương tự như vùng Bắc Trung Bộ, tháng bắt đầu của mùa ẩm và mùa khô đều trễ hơn so với thực tế là 1 tháng, đồng thời giá trị P tính được theo

số liệu mô hình thường nhỏ hơn so với tính toán theo thực tế trong các tháng ẩm ướt và ngược lại trong các tháng khô hạn. Sự khác biệt của hai trạm Phan Thiết và Phú Quý theo tính toán từ mô hình thể hiện không rõ như theo tính toán từ số liệu quan trắc.



Hình 3.2 Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.3 biểu diễn kết quả tính chỉ số P theo số liệu quan trắc (trên) và theo số liệu mô hình RegCM3 (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên. Từ hình vẽ nhận thấy giá trị P lớn nhất ở vùng này không cao bằng vùng khí hậu Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ nhưng giá trị P nhỏ nhất thì lại thấp hơn so với hai vùng khí hậu trên. Điều này có nghĩa là ở khu vực Trung Bộ thì cực trị mưa lớn thường xảy ra ở Bắc Trung Bộ hoặc Nam Trung Bộ nhưng hạn nặng thì thường rơi vào vùng Tây Nguyên. Thời gian ẩm ở vùng này thường bắt đầu từ tháng V đến tháng X còn thời gian khô hạn thường từ tháng XI kéo dài đến tháng IV năm sau. Giá trị lớn nhất của P rơi vào tháng VIII và giá trị nhỏ nhất của P rơi vào tháng I. Ở vùng Tây Nguyên ít có sự khác biệt giữa các trạm như ở vùng Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ.



Hình 3.3 Chỉ số P theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Đường biểu diễn chỉ số P trung bình toàn vùng cho thấy sự bắt đầu của tháng ẩm và tháng hạn có sự khác nhau giữa tính toán theo số liệu quan trắc và số liệu mô hình. Kết quả tính từ số liệu mô hình cho thấy tháng ẩm bắt đầu từ tháng VII và kéo dài đến tháng XI, tháng hạn bắt đầu từ tháng XII và kéo dài đến tháng VI năm sau trong đó tháng có giá trị P lớn nhất là tháng X và có giá trị P nhỏ nhất là tháng III. Ở vùng Tây Nguyên, tháng ẩm nhất và tháng hạn nhất theo kết quả tính từ số liệu mô hình trễ hơn so với tính toán từ số liệu quan trắc là 2 tháng.

Giá trị của một vài đặc trưng hạn tính toán theo chỉ số P ở các vùng khí hậu Trung Bộ được tóm lược trong Bảng 3.1.

Bảng 3.1 Một vài đặc trưng hạn theo kết quả tính của chỉ số P ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

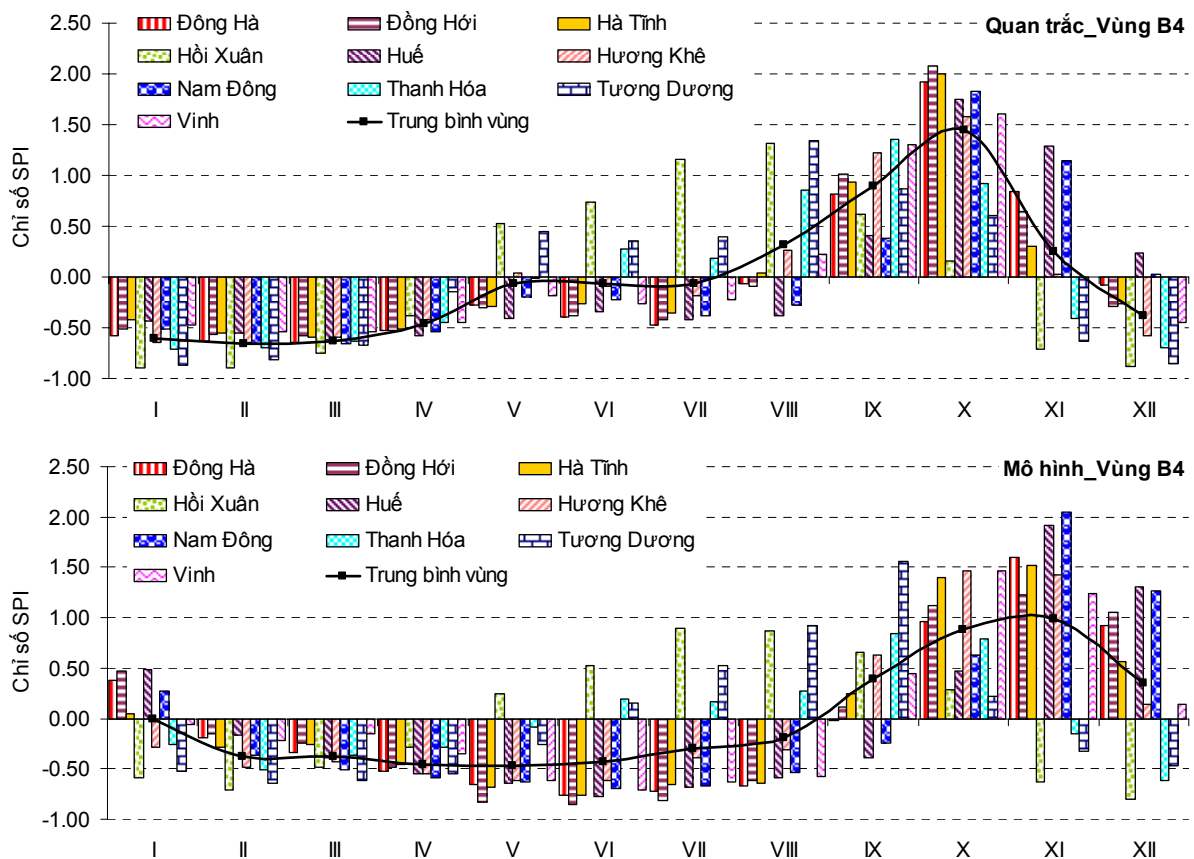
Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	<ul style="list-style-type: none"> - $P_{\min} = 0,2$ vào tháng II - $P_{\max} = 2,85$ vào tháng X - Thời kỳ hạn: từ tháng XII đến tháng VII năm sau (8 tháng) 	<ul style="list-style-type: none"> - $P_{\min} = 0,57$ vào tháng V - $P_{\max} = 1,89$ vào tháng XI - Thời kỳ hạn: từ tháng II đến tháng VIII (7 tháng)

Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Nam Trung Bộ	- $P_{\min} = 0,13$ vào tháng II - $P_{\max} = 2,94$ vào tháng X - Thời kỳ hạn: từ tháng I đến tháng VIII (8 tháng)	- $P_{\min} = 0,44$ vào tháng VII - $P_{\max} = 2,41$ vào tháng XI - Thời kỳ hạn: từ tháng II đến tháng IX (8 tháng)
Tây Nguyên	- $P_{\min} = 0,06$ vào tháng I - $P_{\max} = 1,98$ vào tháng VIII - Thời kỳ hạn: từ tháng XI đến tháng IV năm sau (6 tháng)	- $P_{\min} = 0,23$ vào tháng III - $P_{\max} = 2,11$ vào tháng X - Thời kỳ hạn: từ tháng XII đến tháng VI năm sau (7 tháng)

Từ Bảng 3.1 ta thấy mô hình thường mô phỏng tháng bắt đầu hạn trễ hơn so với quan trắc từ 1-2 tháng do đó tháng hạn nặng nhất xác định theo mô hình cũng thường xảy ra muộn hơn. Thời gian kéo dài hạn xác định theo mô hình chỉ lệch so với xác định theo quan trắc là 1 tháng ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên. Mức độ ẩm/hạn xác định bằng giá trị của chỉ số P khi tính theo số liệu mô hình thường lớn hơn khi tính từ số liệu quan trắc trong các tháng hạn ở vùng Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ và ngược lại trong các tháng ẩm. Điều đó có nghĩa là mô hình thường mô phỏng mưa thiếu hụt trong các tháng mùa mưa nhưng lại dư thừa trong các tháng mùa khô. Riêng vùng khí hậu Tây Nguyên thì giá trị P_{\min} và P_{\max} tính được từ số liệu mô hình đều lớn hơn so với số liệu quan trắc.

3.1.2 Kết quả tính chỉ số SPI

Hình 3.4 biểu diễn chỉ số SPI tính theo số liệu mô hình và quan trắc cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ. Từ hình vẽ nhận thấy giá trị SPI của các trạm có sự khác biệt đáng kể cả về dấu và độ lớn. Diễn hình là các trạm Hội Xuân, Thanh Hóa, Tương Dương có dấu ngược lại so với các trạm còn lại trong tháng VI-VIII và trong tháng XI-XII. Ngưỡng xuất hiện hạn theo chỉ số SPI là giá trị SPI từ -1,0 đến -1,49 thể hiện trạng thái hơi khô hạn và hạn cực nặng khi $SPI \leq -2$. Như vậy, với những giá trị SPI tính được trong các tháng theo số liệu quan trắc cho thấy ở khu vực này không rơi vào trạng thái hạn mà chỉ ở trạng thái gần trung bình. Tháng ẩm vừa phải là tháng có giá trị SPI dương lớn nhất xảy ra vào tháng X, các tháng còn lại đều có giá trị nằm trong khoảng (-0,99; 0,99) nên có trạng thái gần trung bình. Tháng có giá trị âm nhỏ nhất là tháng II với $SPI = -0,66$.

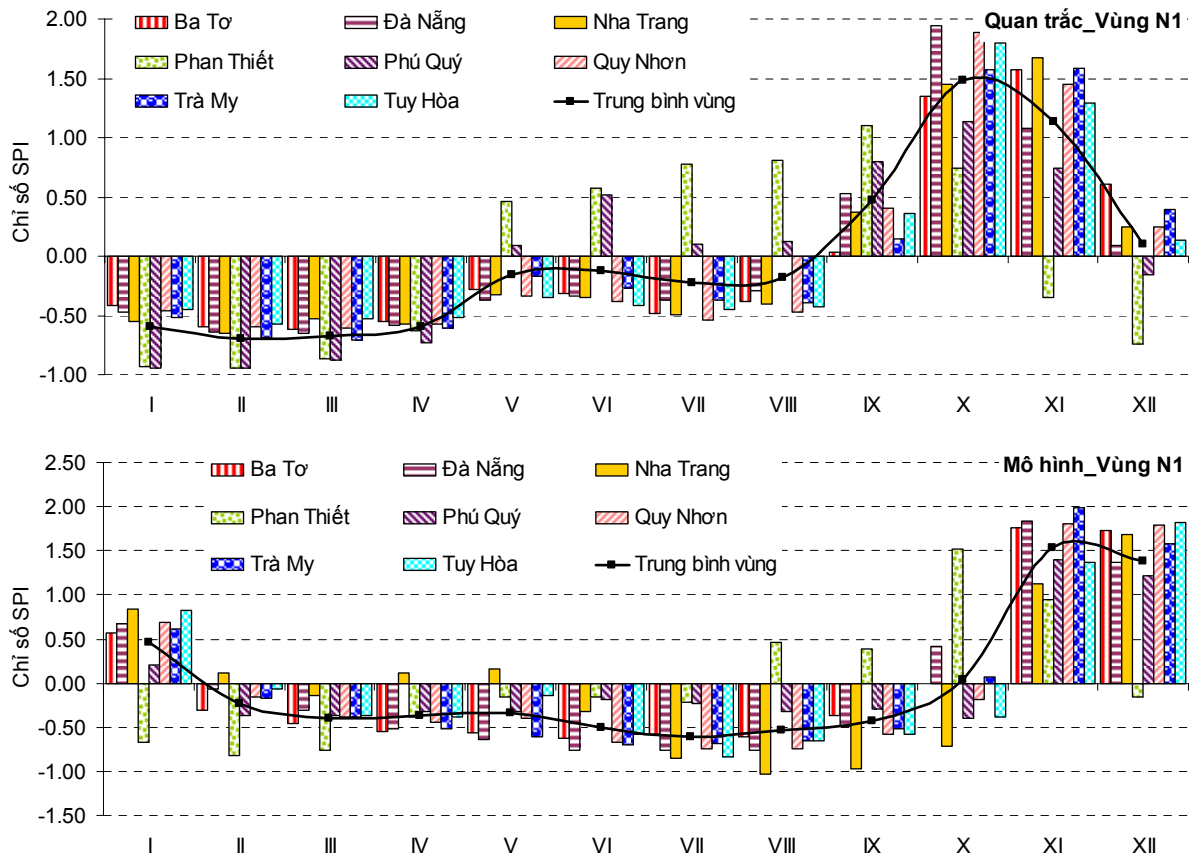


Hình 3.4 Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Kết quả tính chỉ số SPI theo số liệu mô hình ở khu vực Bắc Trung Bộ cũng cho thấy giá trị SPI trung bình vùng chỉ nằm trong khoảng từ -0,5 đến 1. Trong các tháng có SPI dương thì sự khác biệt về giá trị giữa các trạm thể hiện rõ hơn, chẳng hạn như trạm Nam Đông có SPI trong tháng XI lớn hơn 2, có nghĩa là thừa ẩm nhiều so với giá trị trung bình vùng là $SPI=0,99$. Như vậy căn cứ theo ngưỡng của chỉ số này thì vùng khí hậu này có các tháng đều ở trạng thái gần trung bình.

Tương tự, kết quả tính SPI cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ được biểu diễn trên Hình 3.5. Theo số liệu quan trắc, các giá trị SPI lớn thể hiện trạng thái ẩm vừa phải xảy ra vào tháng X và XI. Các tháng còn lại có giá trị nằm trong khoảng -0,7 đến 0,47, tức là trạng thái gần trung bình.

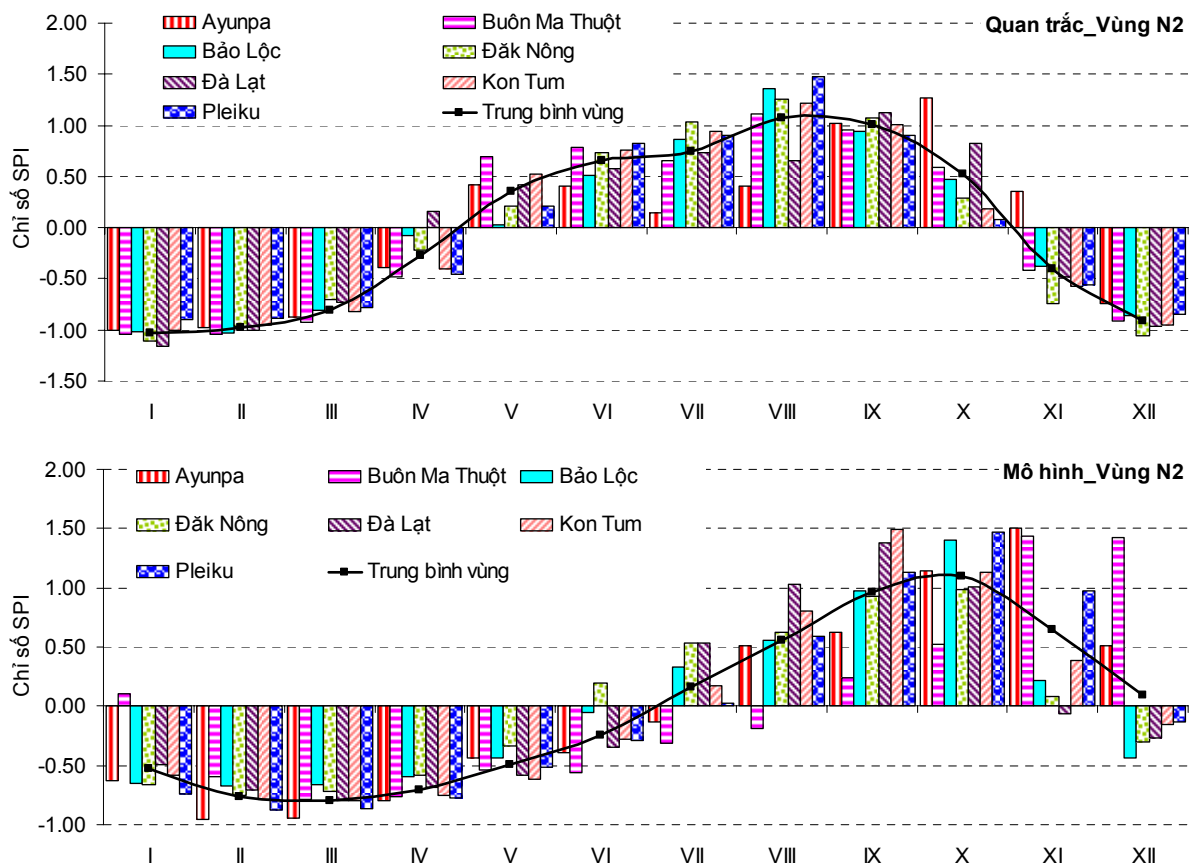
Kết quả tính từ số liệu mô hình cho thấy tháng XI là tháng rất ẩm với $SPI=1,53$, tiếp đến tháng XII có $SPI=1,38$ là tháng ẩm vừa phải và các tháng còn lại có SPI từ -0,61 đến 0,47 là các tháng có ẩm gần với trạng thái trung bình.



Hình 3.5 Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.6 biểu diễn SPI tháng tại các trạm ở vùng khí hậu Tây Nguyên. Từ hình vẽ nhận thấy các tháng có SPI dương khi tính theo số liệu quan trắc là từ tháng V đến tháng X, còn khi tính theo số liệu mô hình là từ tháng VII đến tháng XII. Theo quan trắc, hai tháng có SPI lớn nhất là tháng VIII và IX, giá trị SPI đạt ngưỡng của trạng thái ẩm vừa phải. Tháng I là tháng có SPI nhỏ nhất bằng -1,04 tức là bắt đầu trạng thái hơi khô hạn. Các tháng còn lại đều có SPI ở mức gần trung bình.

Kết quả tính toán theo số liệu mô hình cho thấy SPI lớn nhất vào tháng X đạt 1,09 thể hiện trạng thái ẩm vừa phải. Tháng có giá trị SPI nhỏ nhất là tháng III bằng -0,8. Như vậy, các tháng còn lại ở vùng này đều có trạng thái ẩm gần với trung bình.



Hình 3.6 Chỉ số SPI theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Bảng 3.2 Giá trị SPI lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

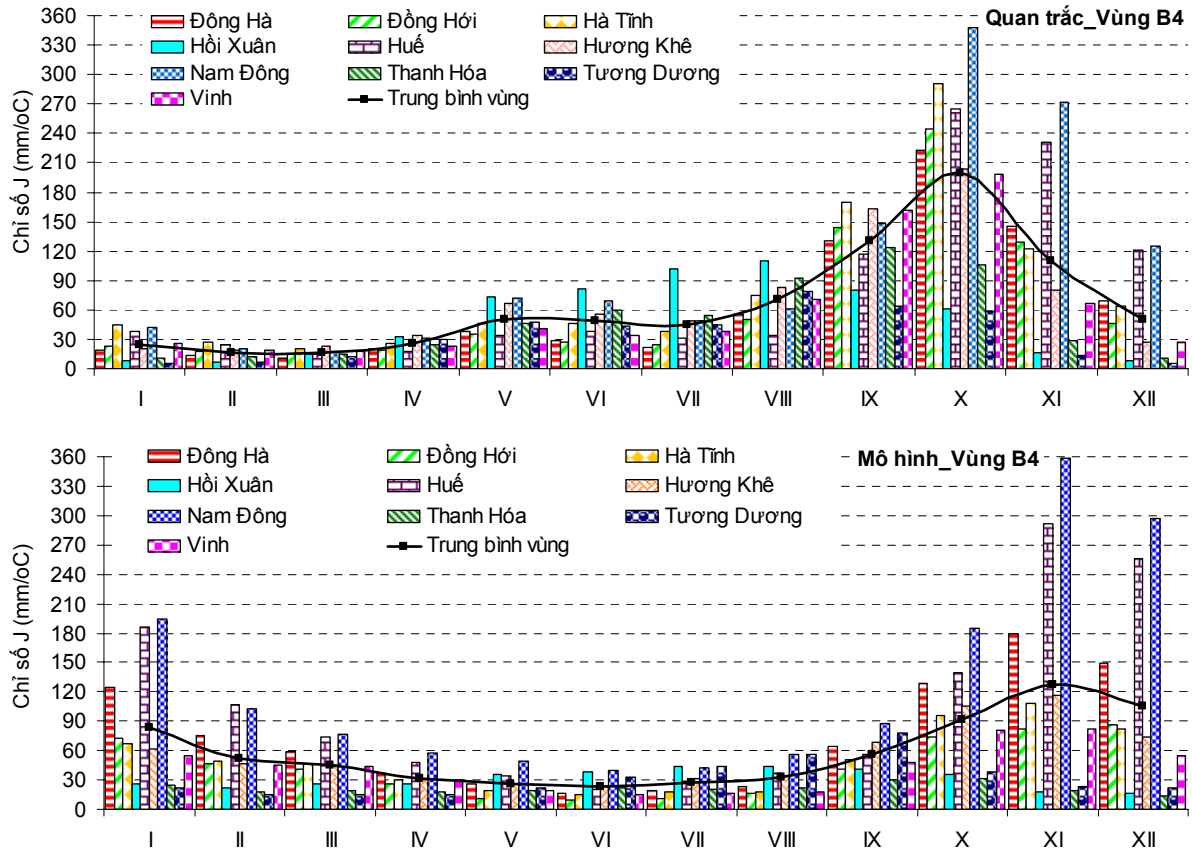
Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	- $SPI_{\min} = -0,66$ vào tháng II - $SPI_{\max} = 1,44$ vào tháng X - SPI âm từ tháng XII đến tháng VII năm sau	- $SPI_{\min} = -0,48$ vào tháng V - $SPI_{\max} = 0,99$ vào tháng XI - SPI âm từ tháng I đến tháng VIII
Nam Trung Bộ	- $SPI_{\min} = -0,7$ vào tháng II - $SPI_{\max} = 1,49$ vào tháng X - SPI âm từ tháng I đến tháng VIII	- $SPI_{\min} = -0,61$ vào tháng VII - $SPI_{\max} = 1,53$ vào tháng XI - SPI âm từ tháng II đến tháng IX
Tây Nguyên	- $SPI_{\min} = -1,04$ vào tháng I - $SPI_{\max} = 1,07$ vào tháng VIII - SPI âm từ tháng XI đến tháng IV năm sau	- $SPI_{\min} = -0,8$ vào tháng III - $SPI_{\max} = 1,09$ vào tháng X - SPI âm từ tháng I đến tháng VI

Nhìn chung, chỉ số SPI lớn nhất và nhỏ nhất tính theo số liệu mô hình đều xảy ra trễ hơn so với tính toán được theo số liệu quan trắc giống như trong trường

hợp sử dụng chỉ số P. Tuy nhiên, chỉ số này gần như cho thấy các tháng ở vùng Trung Bộ thường đạt ngưỡng ẩm vừa phải hoặc ẩm gần trung bình. Điều này có thể do khoảng biến đổi của chỉ số SPI không lớn và khoảng phân ngưỡng của chỉ số này rất chi tiết (7 khoảng ngưỡng) nên trạng thái khô hạn ở khu vực này không thể hiện được.

3.1.3 Kết quả tính chỉ số J

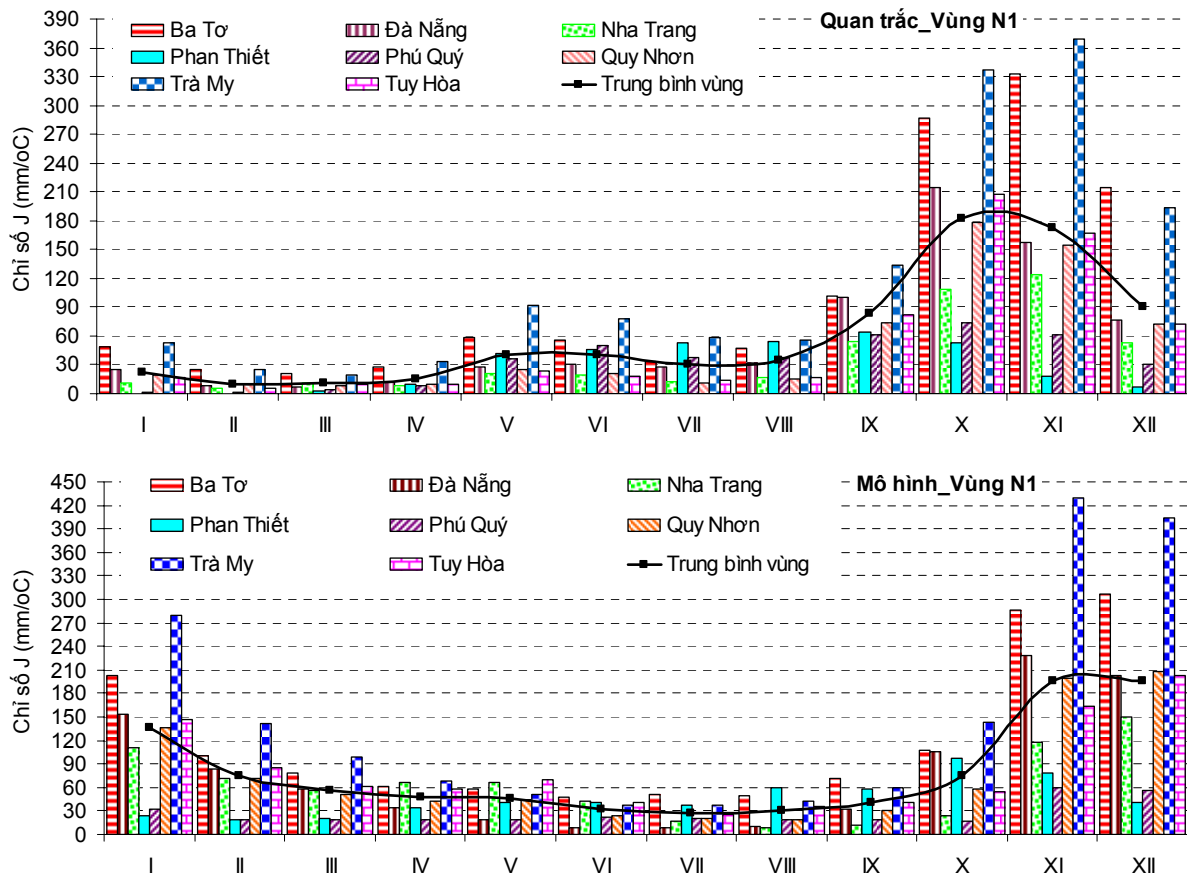
Hình 3.7 biểu diễn kết quả tính chỉ số J cho các trạm vùng khí hậu Bắc Trung Bộ. Với những tháng có $J < 30$ thì hạn bắt đầu xảy ra. Từ kết quả tính theo số liệu quan trắc ta thấy các tháng có thể xuất hiện hạn là từ tháng I đến tháng IV trong đó hạn nặng xảy ra vào tháng III với giá trị J nhỏ nhất bằng $16,12\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Tháng có giá trị J lớn nhất tức là tháng ẩm ướt nhất xảy ra vào tháng X với $J=199,83\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Trong các tháng hạn thì trạm chịu hạn nặng hơn thường là trạm Tương Dương, và trong các tháng ẩm thì trạm dư thừa ẩm hơn thường là trạm Nam Đông, Huế.



Hình 3.7 Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Kết quả tính chỉ số J theo số liệu mô hình cho thấy hạn chỉ xuất hiện trong các tháng V, VI và VII trong đó tháng hạn nhất là tháng VI với $J=23,19\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Tháng ẩm nhất là tháng có J lớn nhất xảy ra vào tháng XI. Trong các tháng ẩm, trạm Nam Đông và trạm Huế có giá trị J lớn hơn hẳn so với các trạm khác, điều đó có

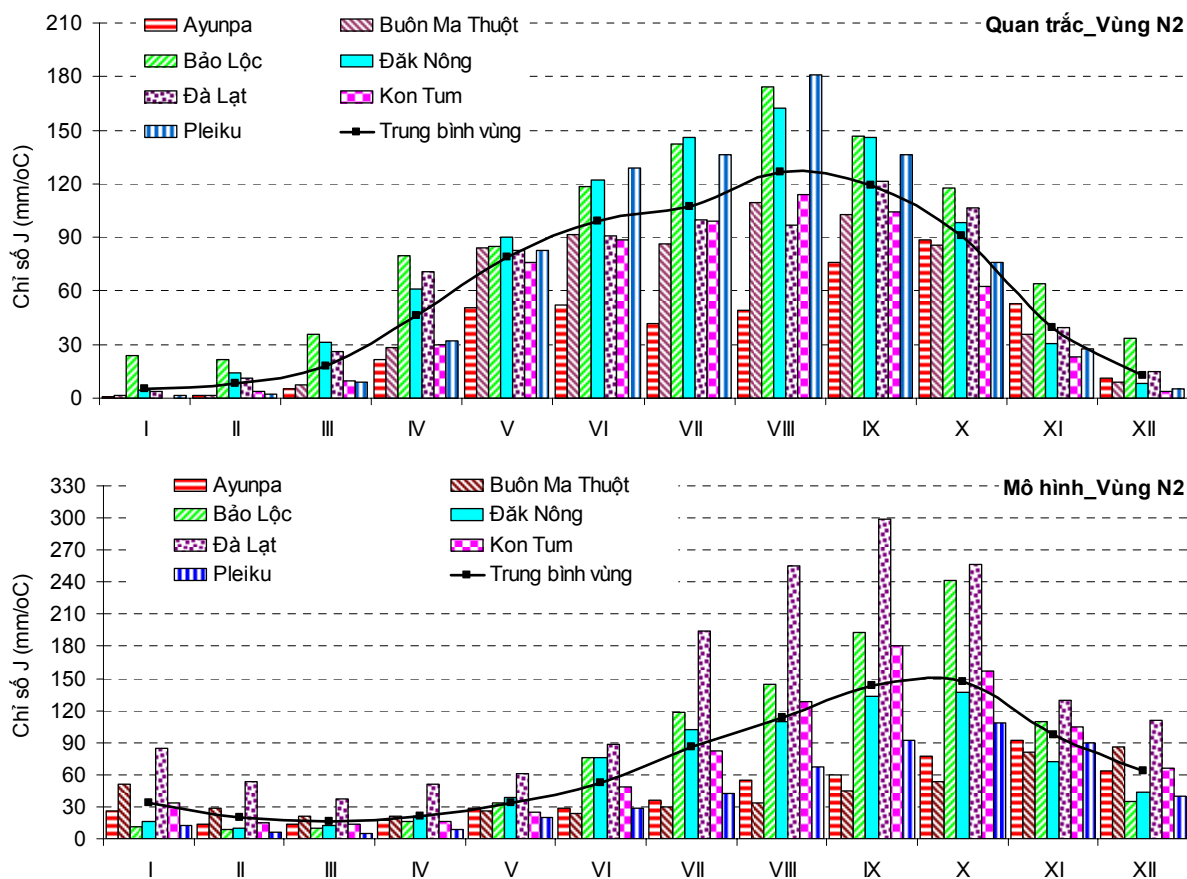
nghĩa là đây là các trung tâm mưa lớn ở khu vực Bắc Trung Bộ.



Hình 3.8 Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.8 tương tự biểu diễn giá trị J tại các trạm của vùng khí hậu Nam Trung Bộ. Theo kết quả tính từ số liệu quan trắc ta thấy hạn có thể xảy ra từ tháng I đến tháng IV với tháng hạn nặng nhất là tháng II có $J=10,26\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Tháng ẩm nhất trong năm là tháng X với J trung bình toàn vùng là $182,37\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Trong các tháng hạn, trạm bị hạn nặng nhất ở trong vùng là trạm Phan Thiết, Phú Quý và trong các tháng ẩm thì trạm dư thừa ẩm hơn là trạm Trà My, Ba Tơ.

Kết quả tính chỉ số J theo số liệu mô hình cho thấy chỉ có tháng VII mới có khả năng xuất hiện hạn ($J=27,33\text{mm}/^{\circ}\text{C}$). Tháng có giá trị J lớn nhất là tháng XII, $J=196,31\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Nhìn chung, các trạm có lượng mưa lớn vẫn là trạm Trà My, Ba Tơ và các trạm ít mưa là trạm Phan Thiết, Phú Quý. Thời gian hạn xác định được theo mô hình căn cứ vào ngưỡng của chỉ số J ngắn hơn nhiều so với thực tế, điều này có nghĩa là mô hình đã mô phỏng lượng mưa thiên cao hơn.



Hình 3.9 Chỉ số J theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Kết quả tính chỉ số J cho vùng khí hậu Tây Nguyên được biểu diễn trên Hình 3.9. Từ hình vẽ nhận thấy theo số liệu quan trắc thì các tháng ẩm bắt đầu từ tháng IV và kết thúc vào tháng XI. Tháng ẩm nhất là tháng VIII với giá trị J trung bình vùng là $126,68\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Ở vùng Tây Nguyên, một vài trạm có giá trị J cao hơn hẳn so với các trạm còn lại trong các tháng mùa mưa như Bảo Lộc, Đắk Nông, Pleiku. Trong các tháng mùa khô thì sự khác biệt này không thể hiện rõ. Thời kỳ có khả năng xuất hiện hạn là từ tháng XII đến tháng III năm sau, tháng hạn nặng nhất là tháng I với $J=5,13\text{mm}/^{\circ}\text{C}$.

Kết quả tính theo số liệu mô hình cho thấy các tháng khô hạn là tháng II, III, IV. Như vậy thời kỳ hạn là ngắn hơn và tháng bắt đầu hạn chậm hơn so với quan trắc. Tháng hạn nặng nhất là tháng III, $J=16,29\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Tháng ẩm nhất trong năm là tháng X, $J=147,15\text{mm}/^{\circ}\text{C}$. Kết quả mô phỏng của mô hình cho thấy trạm Đà Lạt và Bảo Lộc thường có giá trị J lớn hơn so với các trạm còn lại trong vùng.

Từ Bảng 3.3 nhận thấy thời gian kéo dài hạn theo kết quả tính từ mô hình ngắn hơn 1 tháng so với kết quả tính từ số liệu quan trắc ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên. Riêng đối với vùng Nam Trung Bộ thì thời gian kéo dài ngắn hơn đến

3 tháng. Xét về giá trị thì vùng khí hậu Nam Trung Bộ và Tây Nguyên đều có J_{\min} và J_{\max} tính theo mô hình lớn hơn so với quan trắc, riêng vùng Bắc Trung Bộ thì chỉ có giá trị J_{\min} lớn hơn. Điều này cho thấy mô hình thường không mô tả được mức độ hạn khắc nghiệt như theo số liệu quan trắc. Thời gian xuất hiện J_{\min} của mô hình (tháng chịu hạn nặng nhất) thường xảy ra sau so với quan trắc là 3 tháng ở Bắc Trung Bộ, 5 tháng ở Nam Trung Bộ và 2 tháng ở Tây Nguyên. Như vậy, kết quả đánh giá các đặc trưng hạn theo kết quả mô hình sử dụng chỉ số J thể hiện sự phù hợp nhất với số liệu quan trắc là vùng khí hậu Tây Nguyên.

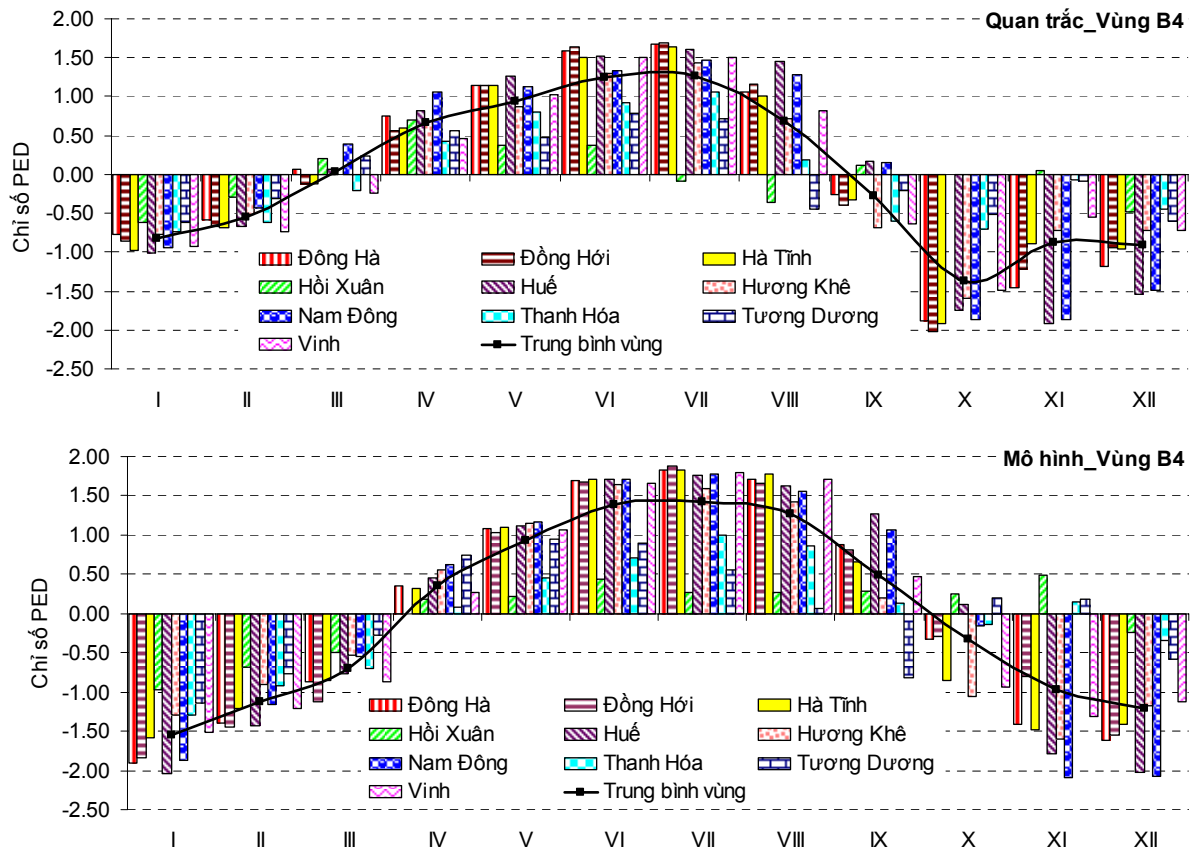
Bảng 3.3 Giá trị J lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	- $J_{\min} = 16,12$ vào tháng III - $J_{\max} = 199,83$ vào tháng X - Tháng hạn: từ tháng I đến IV (4 tháng)	- $J_{\min} = 23,19$ vào tháng VI - $J_{\max} = 127,88$ vào tháng XI - Tháng hạn: từ tháng V đến VII (3 tháng)
Nam Trung Bộ	- $J_{\min} = 10,26$ vào tháng II - $J_{\max} = 182,37$ vào tháng X - Tháng hạn: từ tháng I đến IV (4 tháng)	- $J_{\min} = 27,33$ vào tháng VII - $J_{\max} = 196,31$ vào tháng XII - Tháng hạn: tháng VII (1 tháng)
Tây Nguyên	- $J_{\min} = 5,13$ vào tháng I - $J_{\max} = 126,68$ vào tháng VIII - Tháng hạn: từ tháng XII đến III năm sau (4 tháng)	- $J_{\min} = 16,29$ vào tháng III - $J_{\max} = 147,15$ vào tháng X - Tháng hạn: từ tháng II đến IV (3 tháng)

3.1.4 Kết quả tính chỉ số PED

Hình 3.10 biểu diễn kết quả tính của chỉ số PED theo tháng cho từng trạm và trung bình toàn vùng ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ. Những giá trị PED âm thể hiện thời kỳ ẩm ướt và những giá trị PED bắt đầu lớn hơn một thể hiện trạng thái hạn bắt đầu xảy ra. Kết quả chỉ số PED tính từ số liệu quan trắc cho thấy những tháng có giá trị PED âm là từ tháng IX đến tháng II năm sau, trong đó tháng có PED nhỏ nhất là tháng X với $PED = -1,38$. Hai tháng xảy ra hạn nhẹ là tháng VI và VII với giá trị PED lớn nhất rơi vào tháng VII và bằng 1,27. Các tháng còn lại trong năm đều ở trạng thái bình thường.

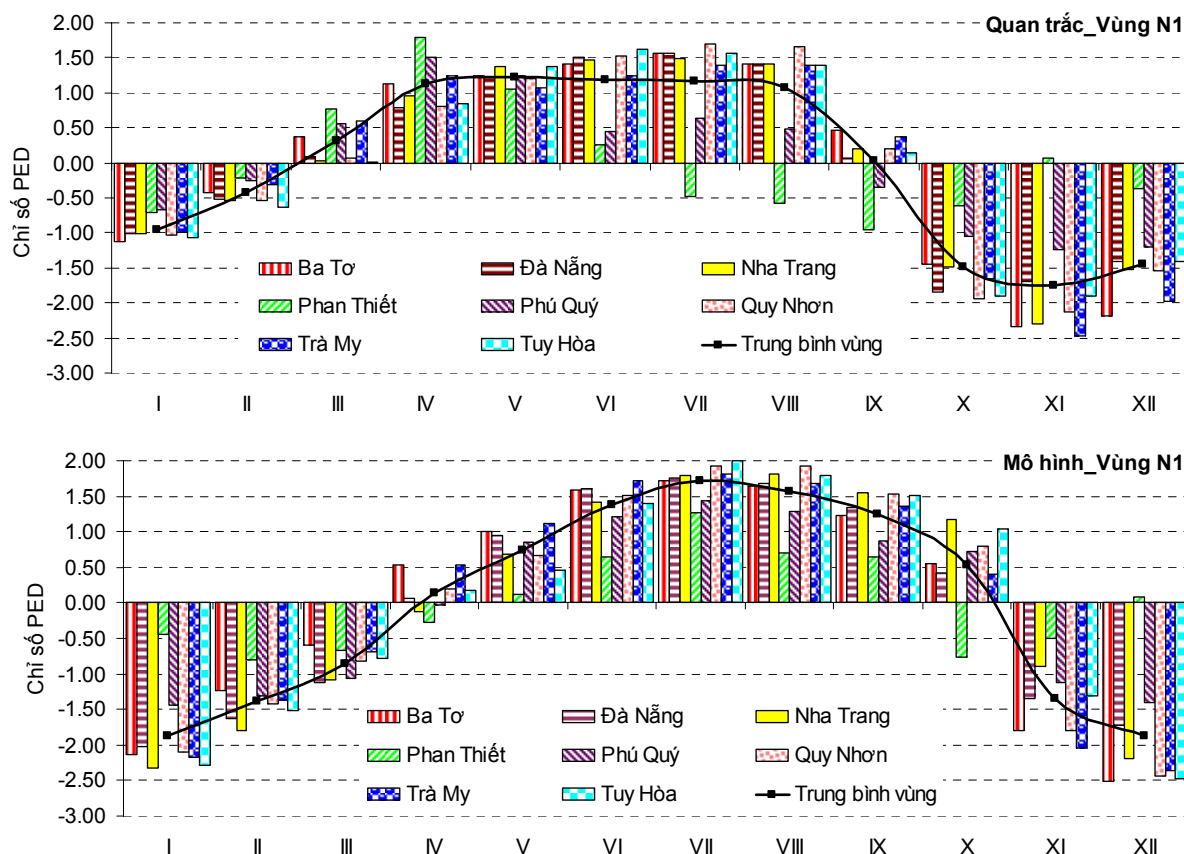
Kết quả tính theo số liệu mô hình cho thấy các tháng có giá trị PED âm là từ tháng X đến tháng III năm sau, trong đó tháng có giá trị PED nhỏ nhất ứng với tháng ẩm ướt nhất là tháng I, $PED = -1,54$. Những tháng có PED bắt đầu lớn hơn 1 là tháng VI, VII, VIII trong đó $PED_{\max} = 1,43$ rơi vào tháng VII.



Hình 3.10 Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Kết quả tính chỉ số PED cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ được biểu diễn tương tự trên Hình 3.11. Kết quả tính theo số liệu quan trắc cho thấy thời kỳ ẩm ướt bắt đầu từ tháng X kéo dài đến tháng II năm sau, tháng ẩm nhất là tháng XI với $PED = -1,75$. Tháng bắt đầu xảy ra hạn hán là từ tháng IV đến tháng VIII. Trong các tháng hạn, giá trị PED trung bình toàn vùng chênh lệch nhau rất ít, giá trị lớn nhất xảy ra vào tháng V với $PED = 1,23$.

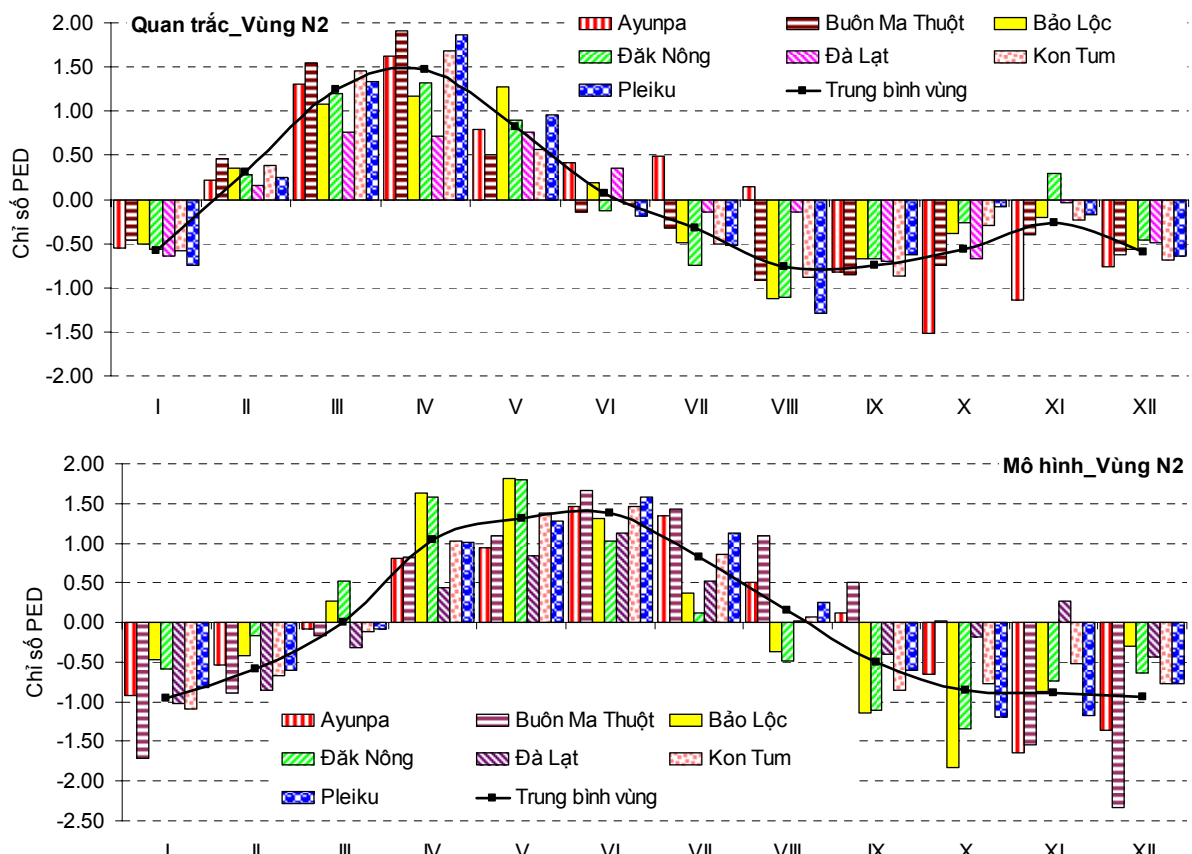
Từ kết quả tính theo mô hình ta thấy tháng ẩm ướt bắt đầu từ tháng XI đến tháng III năm sau, tháng có $PED_{\min} = -1,87$ là tháng XII và tháng I. Tháng hạn là từ tháng VI đến tháng IX, nặng nhất là tháng VII với $PED = 1,71$. Các tháng còn lại là các tháng có trạng thái ẩm bình thường.



Hình 3.11 Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.12 biểu diễn các kết quả chỉ số PED theo tháng cho các trạm và trung bình vùng khí hậu Tây Nguyên. Theo kết quả quan trắc ta thấy PED nhận giá trị âm bắt đầu từ tháng VII đến tận tháng I năm sau. Tháng có giá trị PED nhỏ nhất là tháng VIII, $PED = -0,76$. Ở vùng khí hậu này có hai tháng bị hạn là tháng III và tháng IV với $PED_{max} = 1,47$ xảy ra vào tháng IV.

Theo kết quả tính từ số liệu mô hình, các tháng có PED âm là từ tháng IX đến tháng II năm sau. Giá trị nhỏ nhất rơi vào tháng I, $PED = -0,95$. Tháng có khả năng xuất hiện hạn là tháng IV, V và VI trong đó tháng VI là tháng có chỉ số PED lớn nhất, $PED = 1,37$.



Hình 3.12 Chỉ số PED theo tháng tính theo quan trắc (trên) và mô hình (dưới) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Bảng 3.4 Giá trị PED lớn nhất và nhỏ nhất ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -1,38$ vào tháng X - $PED_{max} = 1,27$ vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến VII (2 tháng) 	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -1,54$ vào tháng I - $PED_{max} = 1,43$ vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến VIII (3 tháng)
Nam Trung Bộ	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -1,75$ vào tháng XI - $PED_{max} = 1,23$ vào tháng V - Tháng hạn: từ tháng IV đến VIII (5 tháng) 	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -1,87$ vào tháng XII, I - $PED_{max} = 1,71$ vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến IX (4 tháng)
Tây Nguyên	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -0,76$ vào tháng VIII - $PED_{max} = 1,47$ vào tháng IV - Tháng hạn: từ tháng III đến IV (2 tháng) 	<ul style="list-style-type: none"> - $PED_{min} = -0,95$ vào tháng I - $PED_{max} = 1,37$ vào tháng VI - Tháng hạn: từ tháng IV đến VI (3 tháng)

Từ Bảng 3.4 ta thấy thời gian kéo dài hạn giữa tính toán từ số liệu quan trắc

và số liệu mô hình thường chỉ lệch nhau 1 tháng. Ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ thể hiện sự phù hợp giữa thực tế và mô hình về tháng hạn nhất trong năm và tháng bắt đầu xuất hiện hạn. Ở hai vùng khí hậu còn lại thì tháng hạn nặng nhất xác định theo mô hình thường xảy ra muộn hơn so với thực tế là 2 tháng. Xét về giá trị thì trong các tháng ẩm mô hình thường thể hiện trạng thái ẩm hơn so với thực tế, nghĩa là giá trị PED âm nhiều hơn. Tuy nhiên, mô hình chỉ mô phỏng hạn nặng hơn thực tế ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ và Nam Trung Bộ còn vùng khí hậu Tây Nguyên thì thể hiện ngược lại.

Nhận xét chung:

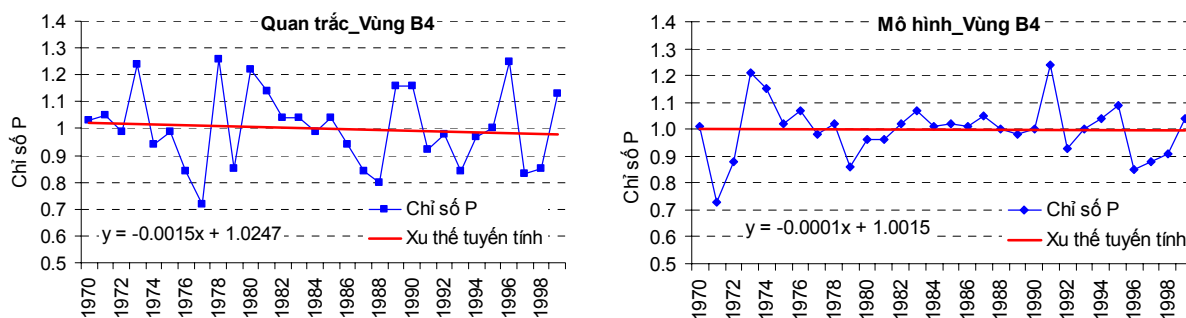
Từ kết quả tính và phân tích 4 chỉ số hạn ở trên ta thấy chỉ số SPI có các ngưỡng phân chia chi tiết hơn nhiều so với các chỉ số khác nên không xác định được thời gian hạn ở các vùng khí hậu Trung Bộ. Thời kỳ hạn kéo dài nhất ở tất cả 3 vùng khi xác định theo chỉ số P và ngắn nhất khi xác định theo chỉ số PED. Thời kỳ hạn khi xác định theo chỉ số J có sự phù hợp kém nhất giữa số liệu quan trắc và mô hình. Tháng có hạn nặng nhất hoặc tháng ẩm nhất trong năm ở cả 3 vùng khí hậu đa phần có sự trùng hợp khi xác định theo chỉ số J và chỉ số P, riêng đối với chỉ số PED đôi khi có sự khác biệt. Khi kết hợp tất cả các chỉ số ta thấy tháng hạn phổ biến ở vùng Bắc Trung Bộ là tháng VI, VII, ở Nam Trung Bộ là tháng VI, VII, VIII và ở Tây Nguyên là tháng III, IV.

3.2 Kết quả tính các chỉ số hạn theo năm

Trong phần này, các chỉ số hạn được tính theo từng năm trong thời kỳ 1970-1999 và các giá trị được lấy trung bình toàn vùng. Sự biến đổi trong thời kỳ chuẩn ở các vùng khí hậu được xem xét qua đường xu thế tuyến tính của các chỉ số đó. Mức độ và xu thế biến đổi được đánh giá tương ứng dựa vào hệ số góc a_1 trong phương trình và dấu của hệ số đó.

3.2.1 Kết quả tính chỉ số P

Hình 3.13 biểu diễn biến đổi năm của chỉ số P tính theo số liệu quan trắc và số liệu mô hình trong thời kỳ 1970-1999 cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ.

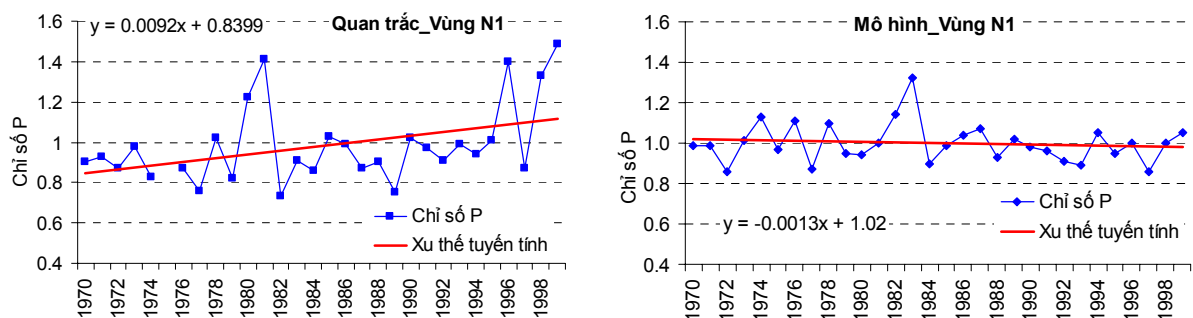


Hình 3.13 Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí

hậu Bắc Trung Bộ

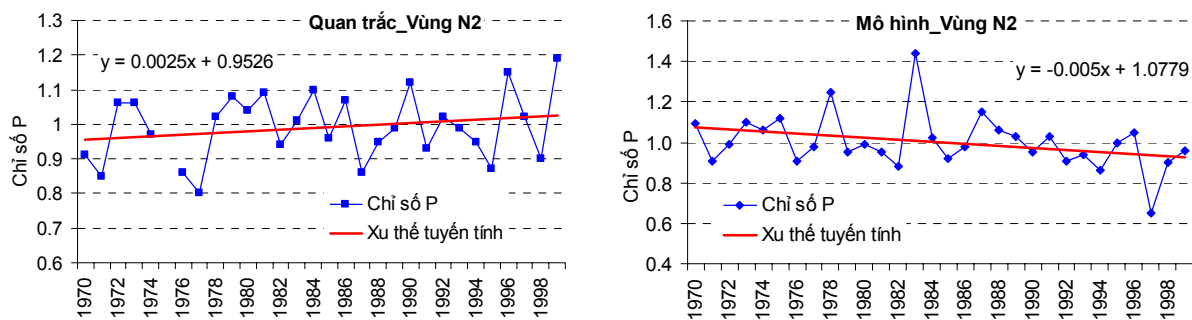
Theo tính toán từ số liệu quan trắc ta thấy chỉ số P có giá trị nhỏ nhất bằng 0,72 vào năm 1977 và có giá trị lớn nhất bằng 1,26 vào năm 1978. Như vậy, trong giai đoạn 1970-1999 thì năm khô hạn nhất là năm 1977 và năm ẩm ướt nhất là năm 1978. Theo kết quả phân loại các năm ENSO thì năm 1977 là năm chịu ảnh hưởng của hiện tượng ElNino nên gây ra hiện tượng hạn hán ở các quốc gia khu vực Đông Nam Á. Trong thời kỳ này, tính toán theo chỉ số P với số liệu quan trắc cho kết quả là có tổng cộng 16 năm hạn. Xu thế biến đổi của chỉ số P trong thời kỳ này là có xu hướng giảm nhưng với mức độ rất nhỏ có nghĩa là hạn có xu hướng tăng lên không đáng kể ở vùng Bắc Trung Bộ.

Theo kết quả tính toán từ số liệu của mô hình nhìn chung chỉ số P của từng năm ít có sự biến đổi hơn so với số liệu quan trắc. Giá trị P nhỏ nhất xác định được từ số liệu mô hình bằng 0,73 vào năm 1971, và giá trị lớn nhất bằng 1,24 vào năm 1991. Theo mô phỏng của mô hình thì trong thời kỳ này chỉ có 11 năm bị hạn. Dấu của hệ số a_1 cũng mang dấu "-" phù hợp với xu thế của quan trắc nhưng mức độ biến đổi là không đáng kể. Sự trùng hợp về năm ẩm/năm hạn giữa quan trắc và mô hình đạt 50%.



Hình 3.14 Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Kết quả tương tự cho khu vực Nam Trung Bộ được biểu diễn trên Hình 3.14. Ở khu vực này, xu thế biến đổi giữa quan trắc và mô hình thể hiện sự khác biệt. Theo quan trắc, chỉ số P có xu thế tăng lên rõ rệt tức là hạn giảm đi trong khi đó chỉ số P của mô hình có sự giảm nhẹ, nghĩa là hạn tăng nhẹ trong thời kỳ này. Giá trị lớn nhất tính được theo quan trắc là 1,49 vào năm 1999 và giá trị nhỏ nhất là 0,73 vào năm 1983. Tổng số năm hạn ở khu vực này xác định được theo quan trắc là 20 năm. Theo kết quả tính từ số liệu mô hình thì giá trị P lớn nhất đạt được là 1,32 vào năm 1983 và giá trị P nhỏ nhất bằng 0,86 vào năm 1972 và 1997. Tổng số năm hạn xác định được là 16 năm. Mức độ trùng khớp về việc xác định năm ẩm/năm hạn giữa quan trắc và mô hình là 53,3%.



Hình 3.15 Chỉ số P theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Kết quả tính cho vùng khí hậu Tây Nguyên được biểu diễn trên Hình 3.15. Từ hình vẽ nhận thấy giá trị P lớn nhất tính được theo quan trắc bằng 1,19 vào năm 1999 và tính được theo mô hình bằng 1,44 vào năm 1983. Giá trị P nhỏ nhất tính được từ số liệu quan trắc bằng 0,8 vào năm 1977 và từ số liệu mô hình bằng 0,65 vào năm 1997. Tổng số năm hạn xác định được theo quan trắc là 15 năm trong khi đó xác định được theo mô hình là 17 năm. Xu thế biến đổi theo quan trắc cho thấy hạn có chiều hướng giảm đi (chỉ số P tăng lên) trong khi đó mô hình lại thể hiện xu thế biến đổi ngược lại. Mức độ trùng khớp về việc xác định năm ẩm/năm hạn giữa quan trắc và mô hình là 46,7%.

Một vài giá trị đặc trưng của chỉ số P trong toàn thời kỳ được tổng kết ở Bảng 3.5.

Bảng 3.5 Giá trị P lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

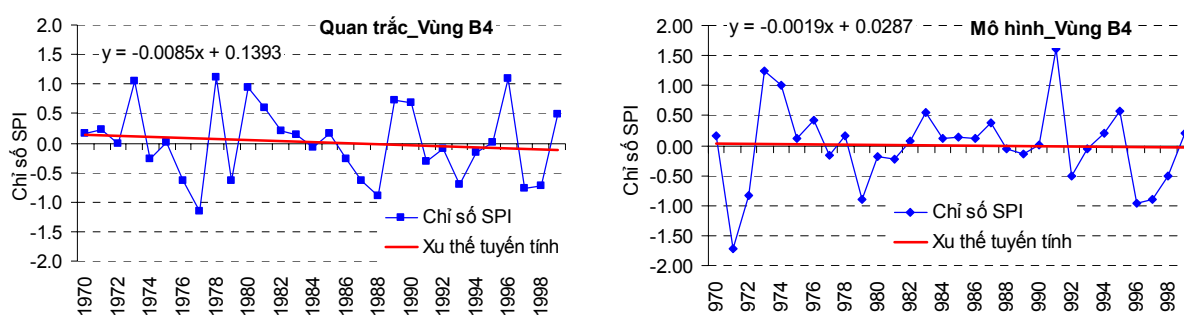
Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	- $P_{\min} = 0,72$ vào năm 1977 - $P_{\max} = 1,26$ vào năm 1978 - Hệ số a_1 : -0,0015 - Tổng số năm hạn: 16	- $P_{\min} = 0,73$ vào năm 1971 - $P_{\max} = 1,24$ vào năm 1991 - Hệ số a_1 : -0,0001 - Tổng số năm hạn: 11
Nam Trung Bộ	- $P_{\min} = 0,73$ vào năm 1982 - $P_{\max} = 1,49$ vào năm 1999 - Hệ số a_1 : 0,0092 - Tổng số năm hạn: 20	- $P_{\min} = 0,86$ vào năm 1972, 1997 - $P_{\max} = 1,32$ vào năm 1983 - Hệ số a_1 : -0,0013 - Tổng số năm hạn: 16
Tây Nguyên	- $P_{\min} = 0,8$ vào năm 1977 - $P_{\max} = 1,19$ vào năm 1999 - Hệ số a_1 : 0,0025 - Tổng số năm hạn: 15	- $P_{\min} = 0,65$ vào năm 1997 - $P_{\max} = 1,44$ vào năm 1983 - Hệ số a_1 : -0,005 - Tổng số năm hạn: 17

Nhìn chung, kết quả mô phỏng số năm hạn của mô hình ở khu vực Bắc

Trung Bộ và Nam Trung Bộ thường ít hơn so với quan trắc, tuy nhiên ở vùng khí hậu Tây Nguyên lại ngược lại. Xu thế biến đổi có sự phù hợp nhất ở vùng Bắc Trung Bộ. Mức độ biến đổi và khoảng biến đổi của chỉ số P nhìn chung không có sự khác biệt lớn giữa tính theo quan trắc và tính theo mô hình.

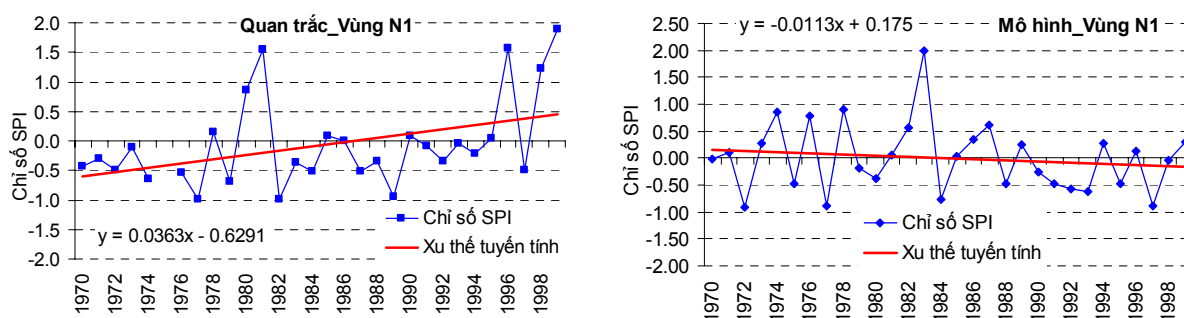
3.2.2 Kết quả tính chỉ số SPI

Hình 3.16 biểu diễn xu thế biến đổi của chỉ số SPI theo số liệu quan trắc và mô hình cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ. Giá trị nhỏ nhất của SPI tính được theo quan trắc bằng -1,16 năm 1977 và giá trị lớn nhất bằng 1,12 năm 1978. Trong thời kỳ này, xu thế biến đổi của chỉ số SPI là giảm đi có nghĩa là hạn có chiều hướng tăng lên ở khu vực này.



Hình 3.16 Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

Kết quả tính theo số liệu mô hình có giá trị SPI nhỏ nhất bằng -1,72 vào năm 1971 và giá trị SPI lớn nhất bằng 1,61 vào năm 1991. Xu thế biến đổi cũng tương tự như quan trắc tuy nhiên mức độ biến đổi nhỏ hơn.

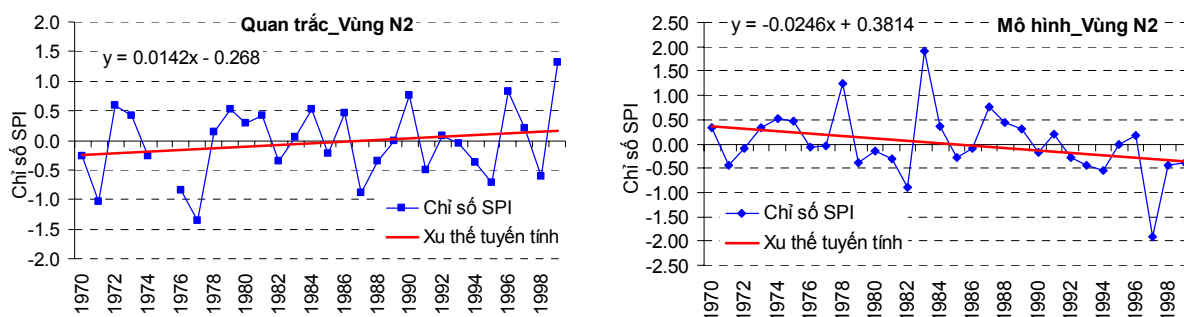


Hình 3.17 Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.17 biểu diễn xu thế biến đổi của chỉ số SPI trong thời kỳ chuẩn ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ. Trong thời kỳ này, kết quả tính từ số liệu quan trắc cho thấy chỉ số SPI có xu thế tăng mạnh, tức là năm ẩm có xu thế tăng lên rõ rệt. Ngược lại, xu thế biến đổi của SPI theo kết quả tính từ mô hình là có chiều hướng giảm nhẹ. Giá trị lớn nhất của SPI theo quan trắc bằng 1,9 vào năm 1999 và theo mô hình bằng 2,0 vào năm 1983. Giá trị nhỏ nhất của SPI tính được từ số liệu quan

trắc bằng -1,0 vào năm 1982 và từ số liệu mô hình bằng -0,9 vào năm 1972, 1977.

Xu thế biến đổi của chỉ số SPI ở vùng khí hậu Tây Nguyên được biểu diễn trên Hình 3.18. Ở vùng này cũng thể hiện xu thế biến đổi ngược nhau giữa kết quả tính từ số liệu quan trắc và từ số liệu mô hình. Thực tế chỉ số SPI có xu thế tăng lên nghĩa là tăng số năm ẩm trong khi đó mô hình lại có xu thế giảm đi nghĩa là tăng số năm hạn. Mức độ biến đổi của mô hình lớn hơn so với mức độ biến đổi của quan trắc. Giá trị lớn nhất của SPI tính theo quan trắc bằng 1,32 vào năm 1999 và tính theo mô hình bằng 1,91 vào năm 1983. Giá trị nhỏ nhất của SPI theo thực tế bằng -1,36 vào năm 1977 và theo mô hình bằng -1,91 vào năm 1997.



Hình 3.18 Chỉ số SPI theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

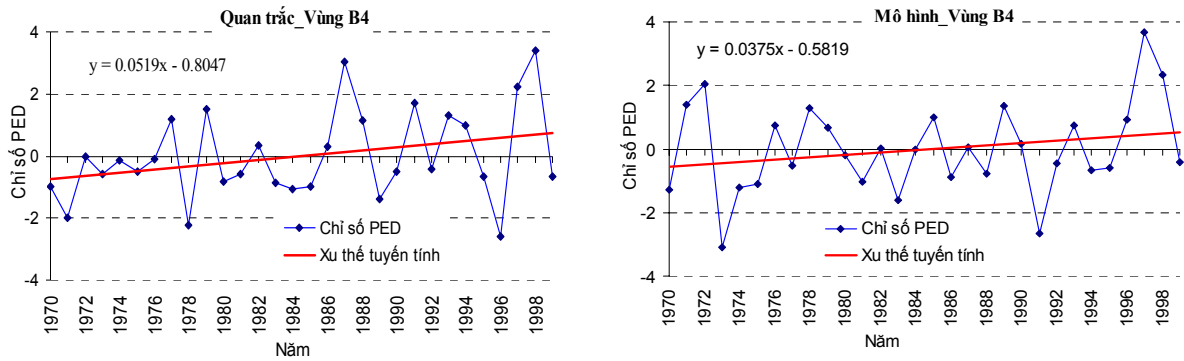
Bảng 3.6 Giá trị SPI lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	- SPI _{min} = -1,16 vào năm 1977 - SPI _{max} = 1,12 vào năm 1978 - Hệ số a ₁ : -0,0085	- SPI _{min} = -1,72 vào năm 1971 - SPI _{max} = 1,61 vào năm 1991 - Hệ số a ₁ : -0,0019
Nam Trung Bộ	- SPI _{min} = -1,00 vào năm 1982 - SPI _{max} = 1,9 vào năm 1999 - Hệ số a ₁ : 0,0363	- SPI _{min} = -0,9 vào năm 1972, 1977 - SPI _{max} = 2,0 vào năm 1983 - Hệ số a ₁ : -0,0113
Tây Nguyên	- SPI _{min} = -1,36 vào năm 1977 - SPI _{max} = 1,32 vào năm 1999 - Hệ số a ₁ : 0,0142	- SPI _{min} = -1,91 vào năm 1997 - SPI _{max} = 1,91 vào năm 1983 - Hệ số a ₁ : -0,0246

3.2.4 Kết quả tính chỉ số PED

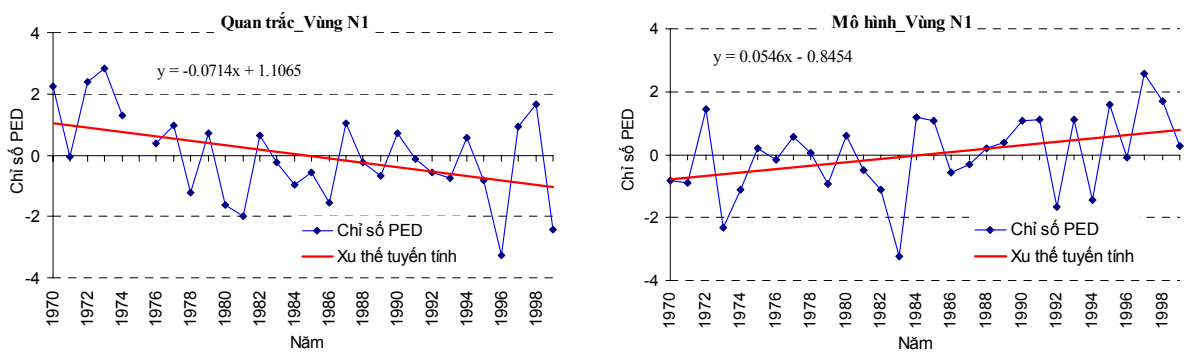
Hình 3.19 biểu diễn xu thế biến đổi của chỉ số PED trong thời kỳ chuẩn ở khu vực Bắc Trung Bộ. Trong thời kỳ này ta thấy xu thế biến đổi của chỉ số PED giữa tính toán theo số liệu quan trắc và số liệu mô hình đều thể hiện cùng một xu thế là tăng lên, nghĩa là hạn có xu thế tăng lên ở khu vực này với mức độ tăng gần tương đương nhau. Giá trị PED lớn nhất theo quan trắc bằng 3,38 vào năm 1998 và

theo mô hình bằng 3,68 vào năm 1997. Giá trị PED nhỏ nhất tương ứng tính theo số liệu quan trắc bằng -2,59 vào năm 1996 và theo số liệu mô hình bằng -3,09 vào năm 1973. Mặc dù năm xuất hiện giá trị lớn nhất và nhỏ nhất giữa mô hình và quan trắc không hoàn toàn trùng nhau nhưng giá trị thì lệch nhau không nhiều. Sự phù hợp về trạng thái âm/hạn giữa tính theo mô hình và quan trắc trong thời kỳ này 43,3%.



Hình 3.19 Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ

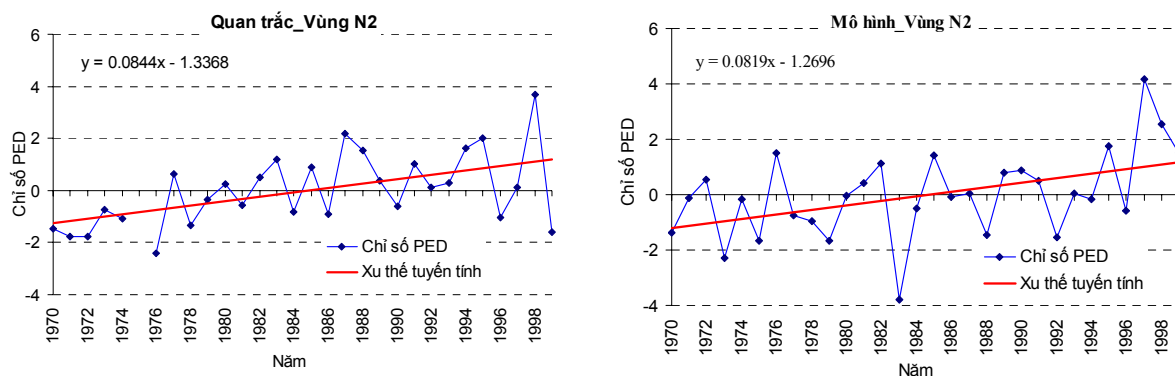
Tương tự, xu thế biến đổi của chỉ số PED cho vùng Nam Trung Bộ được biểu diễn trên Hình 3.20. Ở vùng này quan trắc cho thấy hạn có xu hướng giảm đi tuy nhiên mô hình lại cho thấy xu hướng ngược lại là hạn tăng lên. Giá trị PED lớn nhất theo quan trắc bằng 2,83 ghi nhận được vào năm 1973 và theo mô hình bằng 2,56 vào năm 1997. Giá trị PED nhỏ nhất theo quan trắc bằng -3,26 vào năm 1996 và theo mô hình bằng -3,23 vào năm 1983. Mức độ biến đổi của mô hình trong thời kỳ này nhỏ hơn so với quan trắc. Sự phù hợp về số năm âm/hạn ở khu vực này đạt khoảng 36,7%.



Hình 3.20 Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ

Hình 3.21 biểu diễn xu thế biến đổi của chỉ số PED ở vùng khí hậu Tây Nguyên. Từ hình vẽ nhận thấy xu thế biến đổi cũng như mức độ biến đổi ở vùng này giữa quan trắc và mô hình là tương đồng nhau. Giá trị PED lớn nhất theo quan trắc bằng 3,68 vào năm 1998 và theo mô hình bằng 4,16 vào năm 1997. Giá trị PED

nhỏ nhất theo quan trắc bằng -2,4 vào năm 1976 và theo mô hình bằng -3,8 năm 1983. Mức độ phù hợp giữa quan trắc và mô hình ở vùng khí hậu này đạt là 60%.



Hình 3.21 Chỉ số PED theo năm tính theo quan trắc (trái) và mô hình (phải) cho vùng khí hậu Tây Nguyên

Tóm lại, số năm hạn xác định theo số liệu quan trắc sử dụng ngưỡng của chỉ số PED trong thời kỳ này là 8 năm ở vùng Bắc Trung Bộ nhưng theo mô hình chỉ xác định được là 6 năm. Ở vùng Nam Trung Bộ thì có 6 năm hạn theo quan trắc nhưng theo mô hình thì cao hơn là 9 năm. Riêng vùng khí hậu Tây Nguyên thì có sự phù hợp giữa quan trắc và mô hình, số năm hạn trong thời kỳ này là 7 năm. Như vậy, chỉ số này thể hiện sự phù hợp về xu thế và mức độ biến đổi ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên trong đó vùng Tây Nguyên có sự phù hợp nhất và vùng Nam Trung Bộ là kém nhất.

Bảng 3.7 Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn

Vùng khí hậu	Quan trắc	Mô hình
Bắc Trung Bộ	- $PED_{\min} = -2,59$ vào năm 1996 - $PED_{\max} = 3,38$ vào năm 1998 - Hệ số $a_1: 0,0519$ - Số năm hạn: 8 năm	- $PED_{\min} = -3,09$ vào năm 1973 - $PED_{\max} = 3,68$ vào năm 1997 - Hệ số $a_1: 0,0375$ - Số năm hạn: 6 năm
Nam Trung Bộ	- $PED_{\min} = -3,26$ vào năm 1996 - $PED_{\max} = 2,83$ vào năm 1973 - Hệ số $a_1: -0,0714$ - Số năm hạn: 6 năm	- $PED_{\min} = -3,23$ vào năm 1983 - $PED_{\max} = 2,56$ vào năm 1997 - Hệ số $a_1: 0,0546$ - Số năm hạn: 9 năm
Tây Nguyên	- $PED_{\min} = -2,4$ vào năm 1976 - $PED_{\max} = 3,68$ vào năm 1998 - Hệ số $a_1: 0,0844$ - Số năm hạn: 7 năm	- $PED_{\min} = -3,8$ vào năm 1983 - $PED_{\max} = 4,16$ vào năm 1997 - Hệ số $a_1: 0,0819$ - Số năm hạn: 7 năm

Nhận xét chung:

Từ kết quả phân tích các chỉ số hạn theo năm trong thời kỳ chuẩn ta thấy số năm hạn khi xác định theo chỉ số P và chỉ số PED chênh lệch nhau khá nhiều. Tuy nhiên, những năm bị hạn khi xác định theo chỉ số PED thì cũng là những năm bị hạn khi xác định theo chỉ số P. Điều này là do chỉ số P chỉ căn cứ đơn thuần theo lượng mưa, trong khi chỉ số PED dựa trên cơ sở cả nhiệt độ và lượng mưa nên ngưỡng chỉ tiêu xác định hạn sẽ chặt chẽ hơn. Xem xét về xu thế và mức độ biến đổi thì cả 3 chỉ số đều có sự phù hợp giữa quan trắc và mô hình ở vùng Bắc Trung Bộ và sự trái ngược nhau ở vùng Nam Trung Bộ. Riêng vùng khí hậu Tây Nguyên thì chỉ có sự phù hợp giữa quan trắc và mô hình khi sử dụng chỉ số PED. Như vậy, trong thời kỳ chuẩn, ở vùng Bắc Trung Bộ hạn có xu thế tăng lên là rõ rệt nhất.

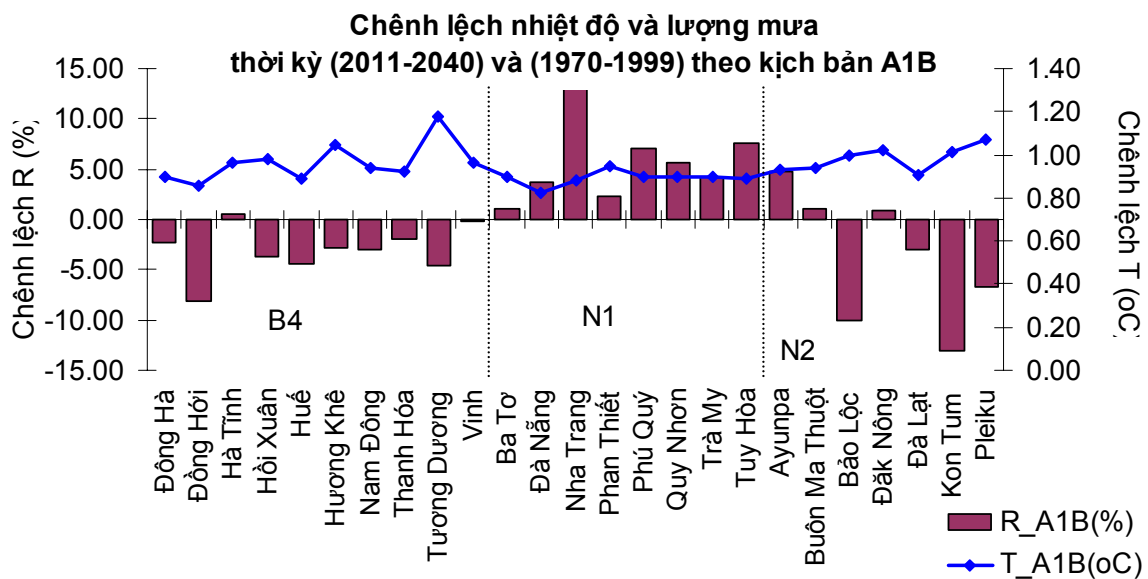
Qua việc phân tích các chỉ số hạn theo tháng và theo năm ta thấy chỉ số P xác định sự xuất hiện hạn không thật chặt chẽ. Chỉ số SPI có ngưỡng bắt đầu xuất hiện hạn đều không được thỏa mãn ở cả 3 vùng khí hậu Trung Bộ. Chỉ số J thường cho sự sai lệch về thời kỳ hạn giữa mô phỏng và quan trắc, đồng thời chỉ số này chỉ xem xét được phân bố hạn theo tháng chứ không cho biết sự biến đổi theo năm. Chỉ số PED xác định hạn theo tháng và theo năm là có sự phù hợp tốt hơn cả so với các chỉ số còn lại ở cả 3 vùng khí hậu cũng như giữa số liệu quan trắc và mô hình. Chính vì vậy, trong phần tiếp theo chúng tôi chỉ lựa chọn chỉ số PED để xem xét sự biến đổi của nó so với thời kỳ chuẩn và dự tính hạn trong thời kỳ tương lai 2011-2040.

CHƯƠNG 4

KẾT QUẢ DỰ TÍNH HẠN HẠN CỦA MÔ HÌNH REGCM3 CHO KHU VỰC MIỀN TRUNG THỜI KỲ 2011-2040

4.1 Sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B

Hình 4.1 biểu diễn chênh lệch của nhiệt độ và lượng mưa tại các trạm trong thời kỳ tương lai (2011-2040) so với thời kỳ chuẩn (1970-1999). Chênh lệch của nhiệt độ chính là hiệu số nhiệt độ trung bình thời kỳ (2011-2040) và nhiệt độ trung bình thời kỳ chuẩn (1970-1999). Chênh lệch của lượng mưa là tỷ số giữa lượng mưa trung bình (2011-2040) trừ đi lượng mưa trung bình (1970-1999) sau đó chia cho lượng mưa trung bình (1970-1999) và nhân với 100%. Như vậy, giá trị chênh lệch là dương khi đại lượng đó tăng lên trong tương lai và là âm khi đại lượng đó giảm đi so với thời kỳ chuẩn.



Hình 4.1 Chênh lệch nhiệt độ (°C, đường) và lượng mưa (% , cột) thời kỳ (2011-2040) và (1970-1999) theo kịch bản A1B

Từ hình vẽ nhận thấy tất cả các trạm ở 3 vùng khí hậu Trung Bộ đều có chênh lệch nhiệt độ là dương có nghĩa là nhiệt độ trung bình thể hiện sự tăng lên rõ rệt trong giai đoạn (2011-2040). Trong số tất cả các trạm ta thấy ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ có sự biến động mạnh giữa các trạm hơn, vùng khí hậu Nam Trung Bộ và Tây Nguyên thì sự biến đổi của các trạm chênh lệch nhau không nhiều. Trạm có nhiệt độ tăng lên mạnh nhất là trạm Tương Dương, giá trị chênh lệch bằng 1,18°C và trạm có nhiệt độ tăng lên ít nhất là trạm Đà Nẵng với mức độ tăng là 0,82°C. Tính trung bình toàn vùng, mức độ tăng lên trung bình của nhiệt độ là 0,95°C trong

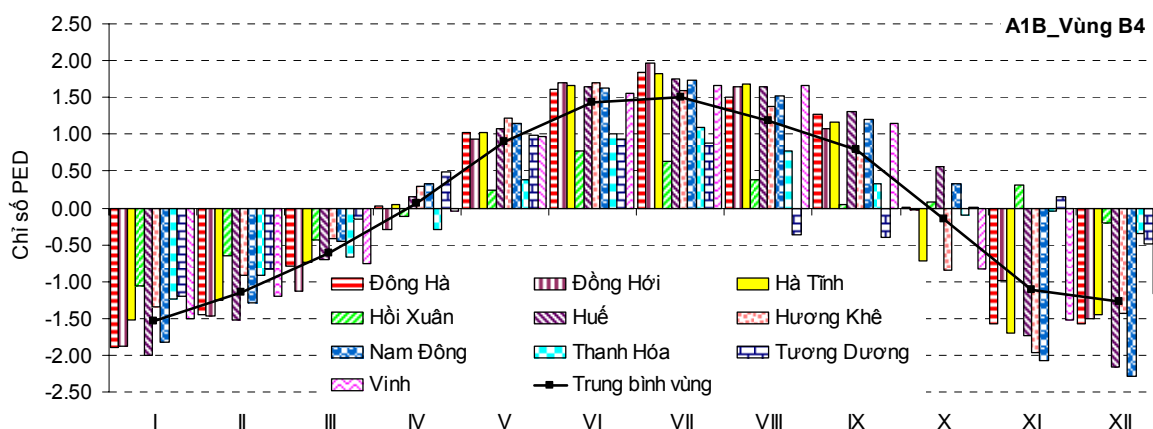
đó ở vùng Bắc Trung Bộ là $0,96^{\circ}\text{C}$, ở vùng Nam Trung Bộ là $0,89^{\circ}\text{C}$ và ở vùng Tây Nguyên là $0,98^{\circ}\text{C}$.

Sự biến đổi của lượng mưa tại các trạm ở ba vùng khí hậu cho thấy vùng khí hậu Bắc Trung Bộ có sự giảm lượng mưa ở hầu hết các trạm, ngoại trừ sự tăng không đáng kể ở trạm Hà Tĩnh. Vùng Nam Trung Bộ thì thể hiện rõ sự tăng lên đồng nhất ở tất cả các trạm. Riêng vùng khí hậu Tây Nguyên thì một số trạm có sự tăng lên của lượng mưa nhưng một số trạm lại có lượng mưa giảm đi so với thời kỳ chuẩn. Trạm có lượng mưa tăng lên nhiều nhất là trạm Nha Trang, mức độ tăng lên so với thời kỳ chuẩn là 13,31% và trạm có sự giảm lượng mưa mạnh nhất là trạm Kon Tum với mức độ giảm là -13,07%. Tính trung bình thì toàn vùng có sự giảm đi của lượng mưa so với thời kỳ chuẩn với mức độ giảm là -0,46% trong đó ở vùng Bắc Trung Bộ giảm là -3,04%, ở vùng Nam Trung Bộ tăng là 5,6% và ở vùng Tây Nguyên giảm là -3,71%.

Như vậy, sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa trong tương lai tại các trạm theo kịch bản A1B sẽ ảnh hưởng đến sự biến đổi của hiện tượng hạn hán ở các vùng khí hậu khu vực Trung Bộ. Kết quả dự tính sự biến đổi của hạn hán sẽ được trình bày ở mục sau.

4.2 Kết quả dự tính hạn hán cho Miền Trung Việt Nam thời kỳ 2011-2040 theo kịch bản A1B

Hình 4.2 biểu diễn giá trị của chỉ số PED theo tháng trung bình thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình cho vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A1B.

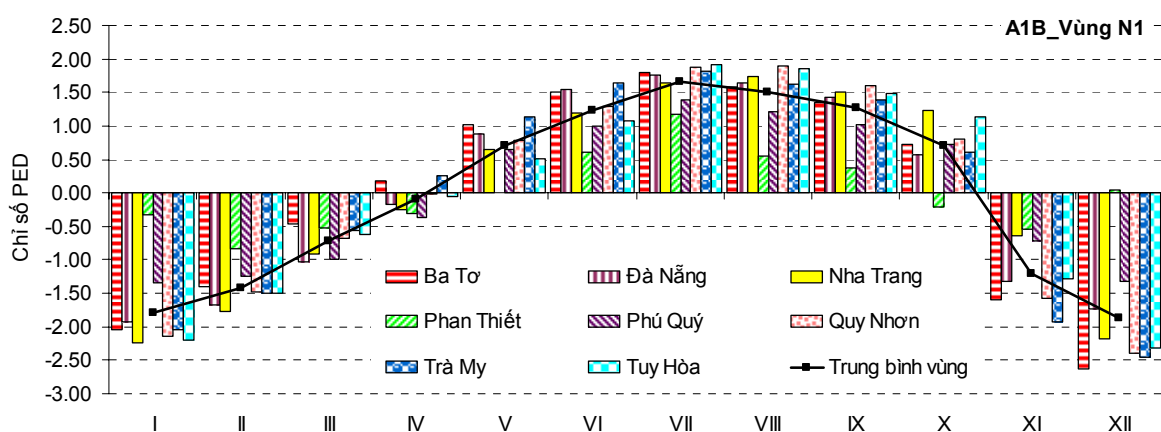


Hình 4.2 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A1B

Từ hình vẽ nhận thấy hạn hán xảy ra khi chỉ số PED > 1 tức là bắt đầu từ tháng VI và kết thúc vào tháng VIII. Tháng có giá trị PED lớn nhất xảy ra vào tháng VII với giá trị bằng 1,5. Trong các tháng bị hạn thì trạm Đông Hới thường có giá trị

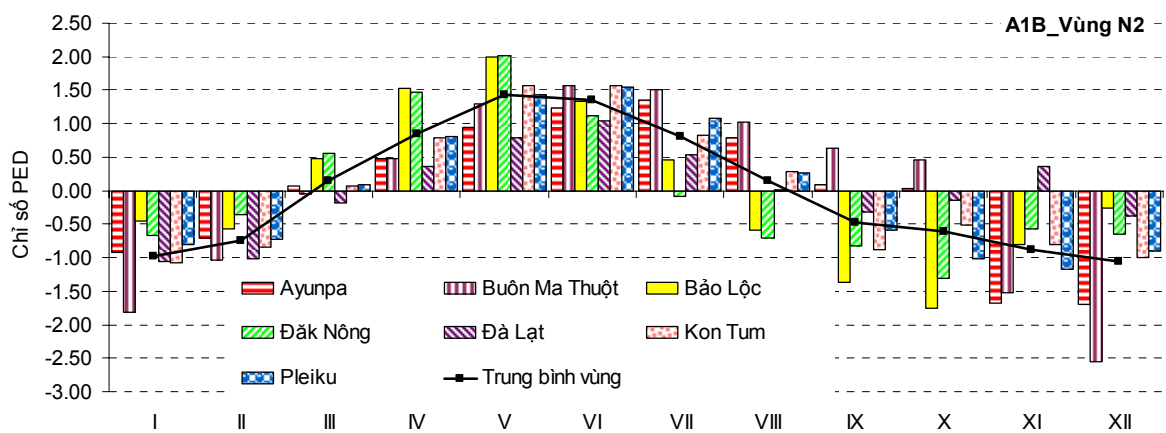
PED lớn hơn so với các trạm còn lại. Các tháng ẩm là tháng có PED âm, bắt đầu từ tháng X kéo dài đến tháng III năm sau. Tháng ẩm nhất có giá trị bằng -1,55 xảy ra vào tháng I. Như vậy, theo kết quả dự tính của mô hình theo kịch bản A1B thì thời gian xảy ra hạn hán cũng như tháng hạn nhất không có sự khác biệt so với kết quả mô phỏng được bởi mô hình trong thời kỳ chuẩn. Tuy nhiên, giá trị PED_{max} lớn hơn so với thời kỳ chuẩn, có nghĩa là hạn có thể sẽ có cường độ nặng hơn và giá trị PED_{min} thì lại nhỏ hơn so với thời kỳ chuẩn có nghĩa là mức độ ẩm hơn. Sự biến đổi trong các tháng hạn thể hiện rõ hơn trong các tháng ẩm, điều này phù hợp với sự giảm đi của lượng mưa ở hầu hết các trạm vùng Bắc Trung Bộ.

Kết quả tính chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình của vùng khí hậu Nam Trung Bộ được biểu diễn trên Hình 4.3. Từ hình vẽ nhận thấy giá trị PED lớn nhất bằng 1,67 xảy ra vào tháng VII và giá trị PED nhỏ nhất bằng -1,87 xảy ra vào tháng XII. Thời gian hạn ở khu vực này là 4 tháng, bắt đầu từ tháng VI và kết thúc vào tháng IX. Các tháng ẩm bắt đầu từ tháng XI và kết thúc vào tháng IV năm sau. Ở vùng khí hậu này, dự tính trong tương lai về các tháng có khả năng bị hạn và tháng hạn nặng nhất không có sự thay đổi so với thời kỳ chuẩn. Xét về mức độ hạn trong các tháng hạn thì có xu hướng nhẹ hơn so với thời kỳ chuẩn do lượng mưa trong tương lai được dự tính là tăng lên rõ rệt. Sự biến đổi trong các tháng ẩm không thể hiện rõ.



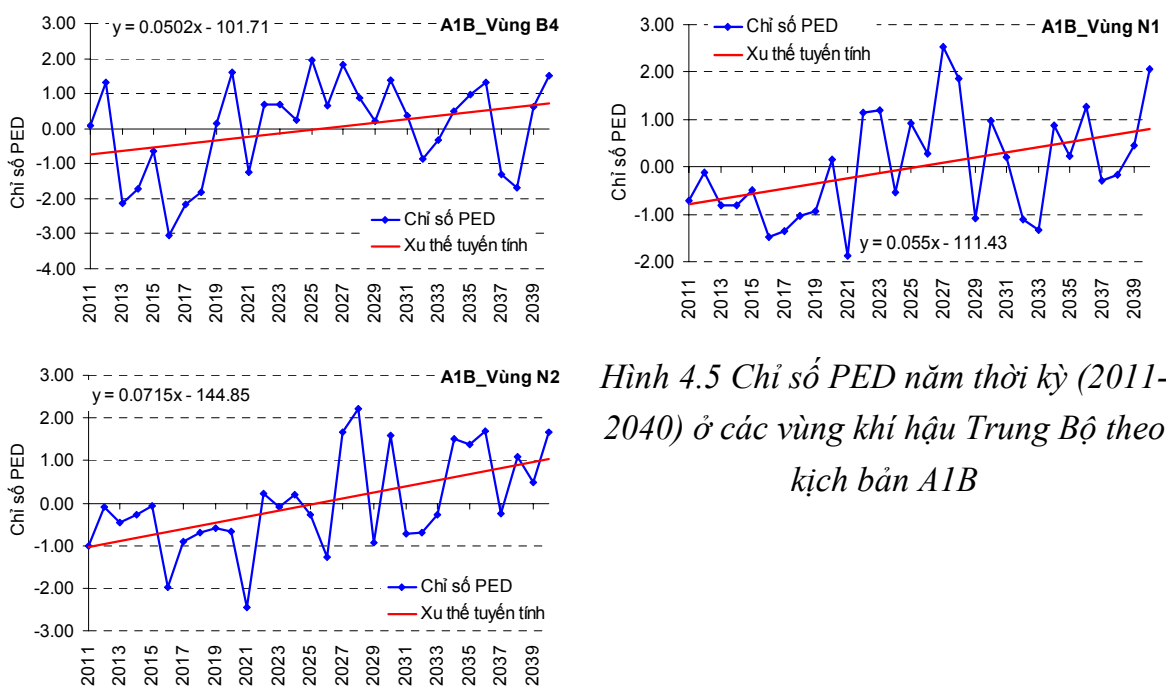
Hình 4.3 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ theo kịch bản A1B

Tương tự, kết quả dự tính của chỉ số PED tháng cho vùng khí hậu Tây Nguyên được biểu diễn trên Hình 4.4. Từ hình vẽ nhận thấy tháng bị hạn nặng nhất là tháng V với giá trị $PED = 1,44$. Thời gian hạn ở vùng này chỉ kéo dài khoảng 2 tháng là tháng V và VI. Như vậy, thời gian có khả năng xảy ra hạn được rút ngắn hơn 1 tháng, đồng thời tháng bị hạn nặng nhất cũng xảy ra sớm hơn 1 tháng so với thời kỳ chuẩn.



Hình 4.4 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Tây Nguyên theo kịch bản A1B

Bên cạnh việc phân tích chỉ số PED trung bình theo tháng thì giá trị và sự biến đổi của nó theo năm tại các vùng khí hậu cũng được phân tích dưới đây.



Hình 4.5 Chỉ số PED năm thời kỳ (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A1B

Hình 4.5 biểu diễn sự biến đổi của chỉ số PED năm trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B ở ba vùng khí hậu Trung Bộ. Từ hình vẽ nhận thấy ở cả ba vùng khí hậu đều thể hiện chung một xu thế là chỉ số PED tăng tuyến tính theo thời gian trong thời kỳ (2011-2040), điều đó có nghĩa là hạn sẽ có xu thế tăng lên trong tương lai theo kịch bản A1B, trong đó vùng tăng lên mạnh nhất là vùng khí hậu Tây Nguyên. Những năm bị hạn nặng nhất ứng với giá trị PED lớn nhất trong thời kỳ này lần lượt là năm 2025 ($PED_{max}=1,96$) ở vùng Bắc Trung Bộ, năm 2027 ($PED_{max}=2,54$) ở vùng Nam Trung Bộ, năm 2028 ($PED_{max}=2,2$) ở vùng Tây

Nguyên. Như vậy, thời gian xuất hiện năm hạn nhất ở ba vùng khí hậu đều tập trung vào thập kỷ 2021-2030 và xuất hiện chậm dần từ bắc vào nam. Căn cứ vào ngưỡng của chỉ số PED, số năm có khả năng bị hạn ở vùng Bắc Trung Bộ là 7 năm, ở vùng Nam Trung Bộ là 6 năm, ở vùng Tây Nguyên là 8 năm. So sánh với thời kỳ chuẩn ta thấy giá trị PED lớn nhất trong tương lai là nhỏ hơn so với các giá trị mô phỏng, ngược lại giá trị PED nhỏ nhất lại lớn hơn so với các giá trị trong thời kỳ chuẩn. Điều đó có nghĩa là những năm hạn nhất có cường độ giảm đi đồng thời giảm ẩm hơn trong những năm ẩm ướt nhất. Mặt khác, số năm hạn ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên tăng lên trong tương lai nhưng lại giảm đi ở vùng Nam Trung Bộ.

Một số giá trị đặc trưng của chỉ số PED trong thời kỳ (2011-2040) của ba vùng khí hậu Trung Bộ được tổng kết ở Bảng 4.1.

Bảng 4.1 Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B

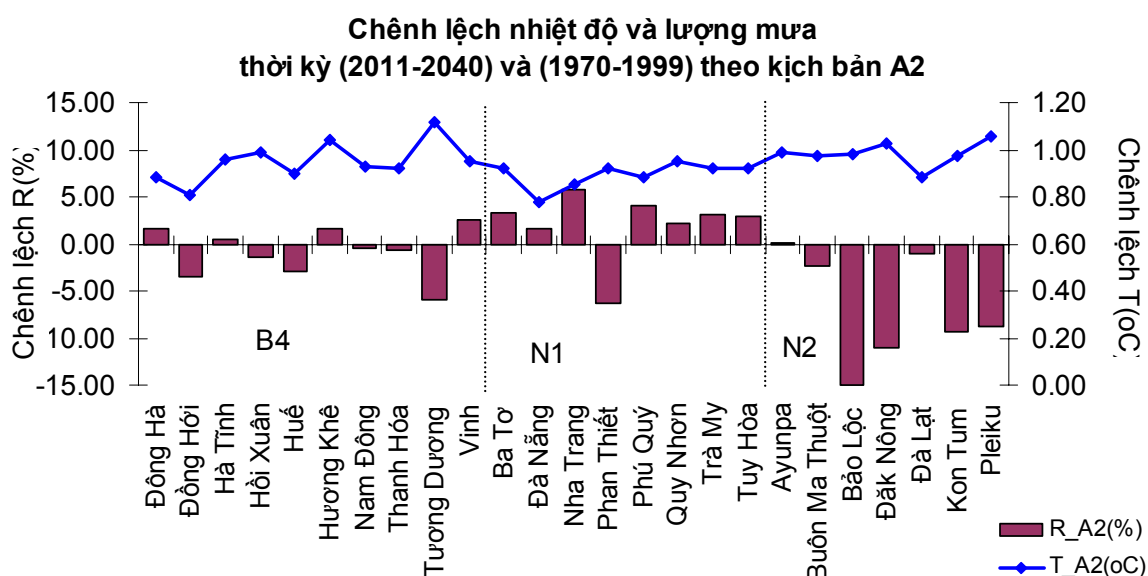
Vùng khí hậu	Giá trị tháng	Giá trị năm
Bắc Trung Bộ	- PED _{min} = -1,55 vào tháng I - PED _{max} = 1,5 vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến VIII (3 tháng)	- PED _{min} = -3,05 vào năm 2016 - PED _{max} = 1,96 vào năm 2025 - Hệ số a ₁ : 0,0502 - Số năm hạn: 7 năm
Nam Trung Bộ	- PED _{min} = -1,87 vào tháng XII - PED _{max} = 1,67 vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến IX (4 tháng)	- PED _{min} = -1,87 vào năm 2021 - PED _{max} = 2,54 vào năm 2027 - Hệ số a ₁ : 0,055 - Số năm hạn: 6 năm
Tây Nguyên	- PED _{min} = -1,06 vào tháng XII - PED _{max} = 1,44 vào tháng V - Tháng hạn: từ tháng V đến VI (2 tháng)	- PED _{min} = -2,44 vào năm 2021 - PED _{max} = 2,2 vào năm 2028 - Hệ số a ₁ : 0,0715 - Số năm hạn: 8 năm

4.3 Sự biến đổi của nhiệt độ và lượng mưa thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A2

Hình 4.6 biểu diễn chênh lệch nhiệt độ và lượng mưa tại mỗi trạm của thời kỳ tương lai so với thời kỳ chuẩn theo kịch bản A2. Từ hình vẽ nhận thấy nhiệt độ có xu hướng tăng lên ở tất cả các trạm vùng khí hậu Trung Bộ. Trạm có nhiệt độ tăng lên mạnh nhất là trạm Tương Dương với mức độ tăng lên bằng 1,12°C và trạm tăng lên ít nhất là trạm Đà Nẵng bằng 0,78°C. Tính trung bình cho tất cả các trạm thì nhiệt độ tăng lên khoảng 0,94°C trong đó ở vùng Bắc Trung Bộ là 0,95°C, ở vùng Nam Trung Bộ là 0,89°C và ở vùng Tây Nguyên là 0,98°C.

Đối với biến lượng mưa thì sự tăng lên hay giảm đi thể hiện không đồng nhất

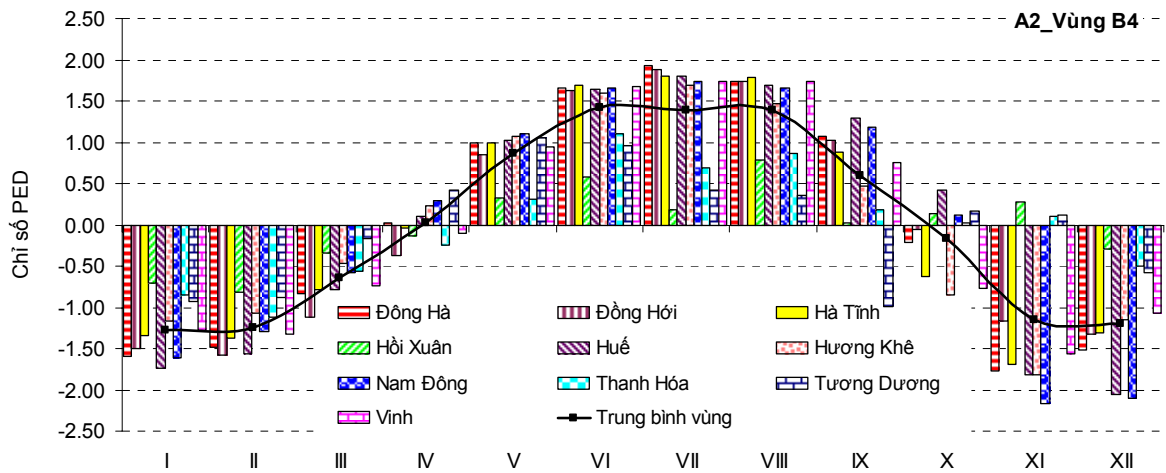
giữa các trạm. Ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ, một vài trạm có sự tăng nhẹ như trạm Đông Hà, Hà Tĩnh, Hương Khê, Vinh trong khi đó các trạm còn lại có sự giảm đi của lượng mưa, giảm mạnh nhất là trạm Tương Dương. Ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ, tất cả các trạm đều có lượng mưa tăng lên, ngoại trừ trạm Phan Thiết. Tiếp đến vùng khí hậu Tây Nguyên thì tất cả các trạm lại có sự giảm mạnh của lượng mưa trong tương lai, giảm mạnh nhất là trạm Bảo Lộc, riêng trạm Ayunpa thì có sự tăng lên nhưng gần như không đáng kể. Tính trung bình cho tất cả các trạm vùng khí hậu Trung Bộ thì lượng mưa là giảm đi với mức độ là -1,56% trong đó ở vùng Bắc Trung Bộ giảm -0,83%, ở vùng Nam Trung Bộ tăng 2,06% và ở vùng Tây Nguyên giảm -6,73% so với thời kỳ chuẩn.



Hình 4.6 Chênh lệch nhiệt độ (°C, đường) và lượng mưa (% , cột) thời kỳ (2011-2040) và (1970-1999) theo kịch bản A2

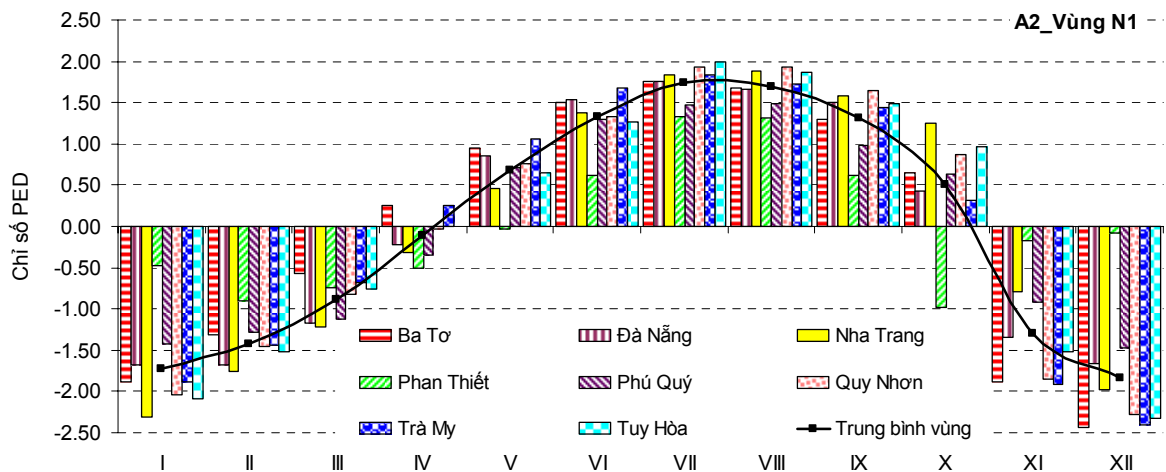
4.4 Kết quả dự tính hạn hán cho Miền Trung Việt Nam thời kỳ 2011-2040 theo kịch bản A2

Hình 4.7 biểu diễn chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A2. Từ hình vẽ nhận thấy các tháng có khả năng bị hạn là tháng VI đến tháng VIII trong đó tháng VI là tháng có giá trị PED lớn nhất. Các tháng ẩm tức là những tháng có giá trị PED âm là từ tháng X đến tháng III năm sau, tháng ẩm nhất xảy ra vào tháng I. So với thời kỳ chuẩn ta thấy khoảng thời gian xuất hiện hạn không có sự thay đổi tuy nhiên tháng hạn nặng nhất trong tương lai có thể xảy ra sớm trước 1 tháng. Xét về giá trị thì PED_{max} trong tương lai nhỏ hơn và PED_{min} lớn hơn so với thời kỳ chuẩn, tuy nhiên sự khác biệt là không lớn lắm.



Hình 4.7 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ theo kịch bản A2

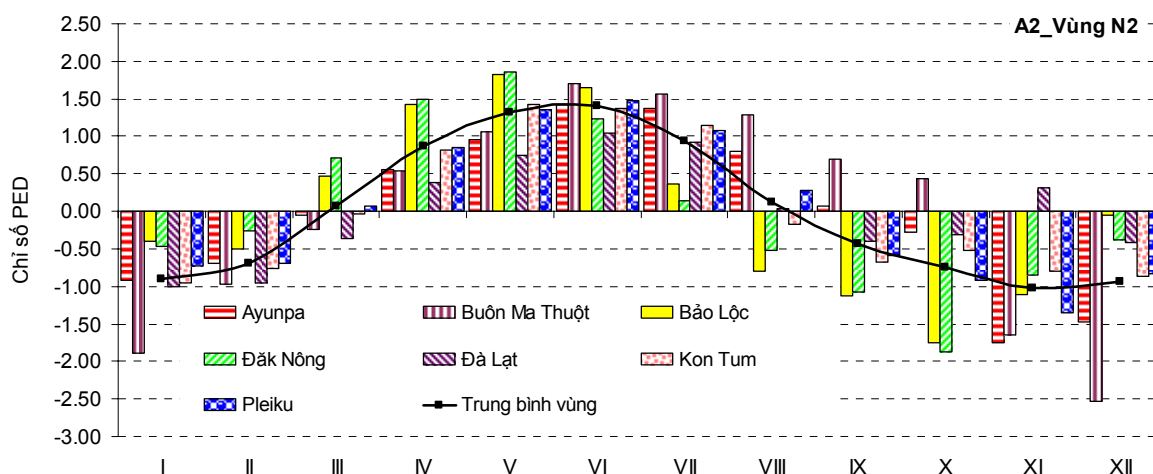
Hình 4.8 biểu diễn kết quả tương tự cho vùng khí hậu Nam Trung Bộ. Các tháng có khả năng bị hạn ở đây bắt đầu từ tháng VI và kết thúc vào tháng IX, tháng chịu hạn nặng nhất là tháng VII với $PED_{max}=1,74$. Các tháng ẩm là từ tháng XI đến tháng IV năm sau, tháng ẩm nhất là tháng XII với $PED_{min}=-1,83$. So với thời kỳ chuẩn thì thời kỳ hạn cũng như tháng hạn nhất và tháng ẩm nhất đều có sự giống nhau tuy nhiên giá trị PED_{max} và PED_{min} trong tương lai đều lớn hơn. Điều đó có nghĩa là hạn có thể nặng hơn trong tháng hạn nhất và ít ẩm hơn trong tháng ẩm nhất.



Hình 4.8 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Nam Trung Bộ theo kịch bản A2

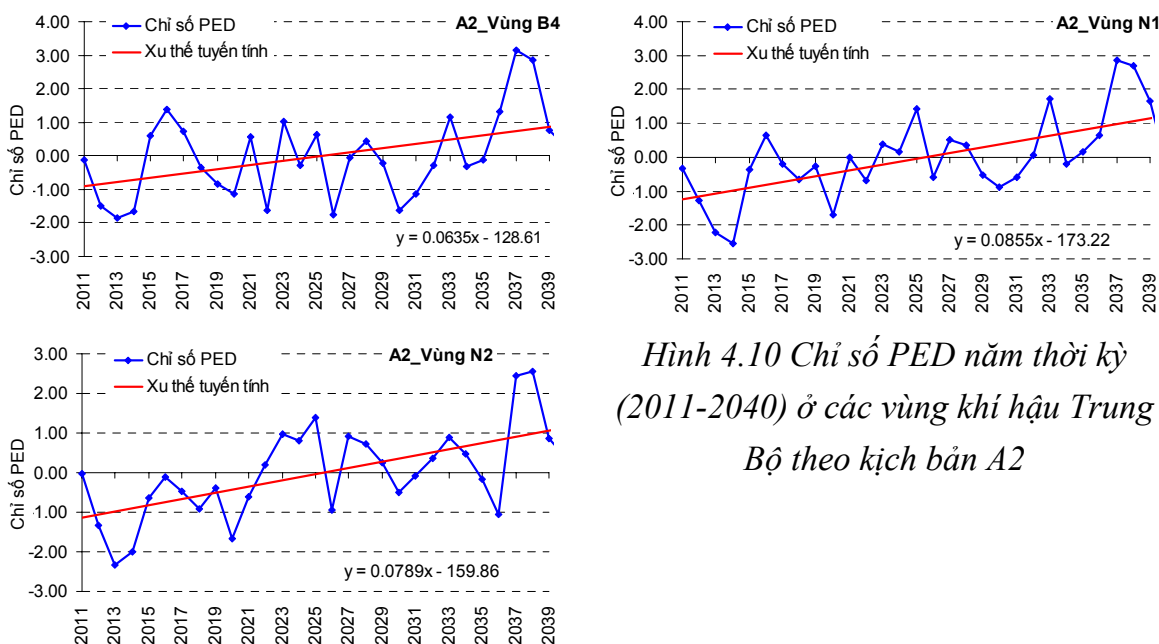
Tương tự, kết quả tính chỉ số PED tháng trung bình cho thời kỳ tương lai của vùng khí hậu Tây Nguyên được biểu diễn trên Hình 4.9. Ở vùng này hạn có thể xảy ra vào tháng V và tháng VI với giá trị PED lớn nhất xảy ra vào tháng VI. Các tháng có giá trị PED âm là từ tháng IX đến tháng II. So với thời kỳ chuẩn thì thời gian bị hạn trong tương lai ngắn hơn 1 tháng, tháng hạn nặng nhất không có sự khác biệt

nhưng tháng ẩm ướt nhất thì xảy ra sớm hơn khoảng 2 tháng. Xét về giá trị thì giá trị tuyệt đối của PED_{max} và PED_{min} trong tương lai đều lớn hơn so với thời kỳ chuẩn.



Hình 4.9 Chỉ số PED tháng thời kỳ (2011-2040) tại các trạm và trung bình ở vùng khí hậu Tây Nguyên theo kịch bản A2

Bên cạnh việc phân tích chỉ số PED trung bình theo tháng, sự biến đổi của nó theo năm trong thời kỳ (2011-2040) ở ba vùng khí hậu Trung Bộ được biểu diễn trên Hình 4.10. Từ hình vẽ nhận thấy xu thế tăng tuyến tính của chỉ số PED đều xảy ra ở cả ba vùng khí hậu, có nghĩa là hạn có xu thế tăng lên trong giai đoạn 2011-2040. Vùng có sự tăng lên mạnh nhất là vùng khí hậu Nam Trung Bộ với hệ số $a_1=0,0855$.



Hình 4.10 Chỉ số PED năm thời kỳ (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A2

Ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ, năm ẩm nhất được dự tính xảy ra vào năm 2013 với $PED_{min}=-1,85$ và năm hạn nhất có thể là năm 2037 với $PED_{max}=3,15$.

Tương tự, năm 2014 là năm ẩm ($PE_{D_{min}}=-2,54$) và năm 2037 là năm hạn ($PE_{D_{max}}=2,86$) ở vùng Nam Trung Bộ. Ở vùng khí hậu Tây Nguyên, năm ẩm nhất là 2013 ($PE_{D_{min}}=-2,33$) và năm hạn nhất là 2038 ($PE_{D_{max}}=2,55$). Như vậy, năm ẩm nhất ở các vùng khí hậu thường được dự tính vào thập kỷ đầu tiên còn năm hạn nhất dự tính xảy ra vào thập kỷ cuối của thời kỳ (2011-2040). Trong thời kỳ tương lai, số năm hạn lần lượt được dự tính ở vùng Bắc Trung Bộ là 6 năm, vùng Nam Trung Bộ là 5 năm và vùng Tây Nguyên là 3 năm. So với thời kỳ chuẩn, các giá trị $PE_{D_{max}}$ dự tính được có giá trị nhỏ hơn so với kết quả mô phỏng ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên và các giá trị $PE_{D_{min}}$ thì lớn hơn so với kết quả mô phỏng ở cả ba vùng khí hậu. Như vậy, trong tương lai có thể sẽ có sự thiếu hụt ẩm ở các vùng khí hậu Trung Bộ. Tổng số năm hạn có thể xảy ra trong tương lai đều được dự tính ít hơn so với thời kỳ chuẩn ở vùng Nam Trung Bộ và Tây Nguyên theo kịch bản A2.

Một vài giá trị PED đặc trưng trong thời kỳ (2011-2040) ở các vùng khí hậu Trung Bộ theo kịch bản A2 được tổng kết ở Bảng 4.2.

Bảng 4.2 Giá trị PED lớn nhất, nhỏ nhất và xu thế biến đổi ở các vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A2

Vùng khí hậu	Giá trị tháng	Giá trị năm
Bắc Trung Bộ	- $PE_{D_{min}} = -1,27$ vào tháng I - $PE_{D_{max}} = 1,42$ vào tháng VI - Tháng hạn: từ tháng VI đến VIII (3 tháng)	- $PE_{D_{min}} = -1,85$ vào năm 2013 - $PE_{D_{max}} = 3,15$ vào năm 2037 - Hệ số a_1 : 0,0635 - Số năm hạn: 6 năm
Nam Trung Bộ	- $PE_{D_{min}} = -1,83$ vào tháng XII - $PE_{D_{max}} = 1,74$ vào tháng VII - Tháng hạn: từ tháng VI đến IX (4 tháng)	- $PE_{D_{min}} = -2,54$ vào năm 2014 - $PE_{D_{max}} = 2,86$ vào năm 2037 - Hệ số a_1 : 0,0855 - Số năm hạn: 5 năm
Tây Nguyên	- $PE_{D_{min}} = -1,03$ vào tháng XI - $PE_{D_{max}} = 1,41$ vào tháng VI - Tháng hạn: từ tháng V đến VI (2 tháng)	- $PE_{D_{min}} = -2,33$ vào năm 2013 - $PE_{D_{max}} = 2,55$ vào năm 2038 - Hệ số a_1 : 0,0789 - Số năm hạn: 3 năm

Nhận xét chung:

Qua những kết quả phân tích ở trên ta thấy kết quả dự tính của mô hình RegCM3 cho thời kỳ tương lai (2011-2040) theo hai kịch bản phát thải A1B và A2 đều thể hiện sự tăng lên rõ rệt của nhiệt độ ở cả ba vùng khí hậu và sự giảm đi của lượng mưa chủ yếu ở vùng Bắc Trung Bộ và Tây Nguyên. Kết quả dự tính theo cả hai kịch bản đều cho thấy giá trị chỉ số PED có xu thế tăng tuyến tính trong thời kỳ (2011-2040), có nghĩa là hạn có thể tăng lên trong tương lai.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết quả tính các chỉ số hạn cho ba vùng khí hậu Trung Bộ trong thời kỳ chuẩn (1970-1999) cho thấy:

- Mỗi một chỉ số hạn đưa ra những kết quả về sự xuất hiện hạn, thời gian kéo dài hạn và mức độ hạn hán ở các trạm, các vùng khí hậu là khác nhau. Với 4 chỉ số P, SPI, J và PED được lựa chọn thử nghiệm để tính toán các đặc trưng hạn ta thấy chỉ số PED có ngưỡng xác định hạn chặt chẽ hơn các chỉ số khác và có sự phù hợp tốt hơn cả giữa số liệu quan trắc và số liệu mô hình. Chỉ số SPI với các ngưỡng phân chia rất chi tiết nên gần như không xác định được thời gian hạn ở các vùng khí hậu Trung Bộ.

- Bằng việc so sánh giữa kết quả tính chỉ số hạn theo số liệu quan trắc và theo số liệu mô hình cùng với việc kết hợp tất cả các chỉ số ta thấy tháng hạn phổ biến ở vùng Bắc Trung Bộ là tháng VI, VII, ở Nam Trung Bộ là tháng VI, VII, VIII và ở Tây Nguyên là tháng III, IV.

- Trong thời kỳ chuẩn (1970-1999), hạn có xu thế tăng lên rõ rệt ở vùng khí hậu Bắc Trung Bộ, thể hiện đồng nhất ở tất cả các chỉ số.

Sử dụng chỉ số PED để dự tính hạn hán trong thời kỳ (2011-2040) theo kịch bản A1B và kịch bản A2 cho thấy :

- Kết quả dự tính của mô hình RegCM3 cho thấy sự tăng lên rõ rệt của nhiệt độ và sự giảm nhẹ của lượng mưa so với thời kỳ chuẩn ở vùng khí hậu Trung Bộ ứng với cả hai kịch bản.

- Ở cả hai kịch bản đều cho thấy giá trị chỉ số PED có xu thế tăng tuyến tính trong thời kỳ (2011-2040), có nghĩa là hạn có thể sẽ tăng lên trong tương lai ở vùng khí hậu này.

Một vài kiến nghị :

- Cần xem xét thêm việc hiệu chỉnh kết quả của RegCM3 để có sự phù hợp hơn với số liệu quan trắc trong quá khứ.

- Xem xét thêm việc tổ hợp các chỉ số hạn hán hoặc tổ hợp kết quả tính của nhiều mô hình để hạn chế được tính bất định trong kết quả dự tính cho thời kỳ tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Anh

1. Ben-Zvi, A. (1987) *Indices of Hydrological Drought in Israel*, *Journal of Hydrology*, Vol.92, pp.179-191.
2. Beran M. A., Rodier J. A. (1985) *Hydrological Aspects of drought*. UNESCO-WMO Studies and Reports in Hydrology, 39, 149 pp.
3. Briegleb B.P. (1992), “Delta-eddington approximation for solar radiation in the near community climate model”, *J. Geophys. Res.* Vol. 97, pp. 7603–7612.
4. Dickinson R.E., Errico R.M., Giorgi F., Bates G.T. (1989), “A regional climate model for the western United States”, *Climatic Change* Vol. 15, pp. 383–422.
5. Dickinson R.E., Henderson-Sellers A., Kennedy P.J. (1993), “Biosphereatmosphere transfer scheme (Bats) version 1e as coupled to the near community climate model”, *Tech. rep.*, National Center for Atmospheric Research.
6. Elguindi N., Bi X., Giorgi F., Nagarajan B., Pal J., Solmon F., Rauscher S., Zakey A. (2003), *RegCM Version 3.0 User's Guide*. PWCG Abdus Salam ICTP.
7. Holtslag A.A.M., Bruijn E.I.F., Pan H.-L. (1990), “A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting”, *Mon. Wea. Rev.* Vol. 118, pp. 1561–1575.
8. Kiehl J.T., Hack J.J., Bonan G.B., Boville B.A., Breigleb B.P., Williamson D., Rasch P. (1996), “Description of the near community climate model (ccm3)”, *Tech. Rep. NCAR/TN-420+STR*, National Center for Atmospheric Research.
9. Koleva E (1988) Some features of precipitation distribution in lower areas in Bulgaria. *Problems of Meteorology and Hydrology* 2: 41–48
10. McKee Thomas B., Nolan J. Doesken and John Kleist (1993) *The relationship of drought frequency and duration to time scales*. Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California.
11. McMahon, T. A. & Diaz Arenas, A. (1982) *Methods of computation of low streamflow*. Studies and Reports in Hydrology, UNESCO, Paris.
12. de Martonne E (1926) Une nouvelle fonction climatologique: L’Indece d’aridite. *La Meteorologie* 2: 449–458

13. Palmer W. C. (1965) *Meteorological drought*. Research Paper No. 45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington D.C.
14. Ped DA (1975) On parameters of drought and humidity. Papers of the USSR hydrometeorological center 156: 19–38
15. Sundqvist H., Berge E., Kristjansson J.E. (1989), “Condensation and cloud parameterization studies with a mesoscale numerical weather prediction model”, *Mon. Wea. Rev.* Vol. 117, pp. 1641-1657.
16. Takeuchi, K. (1974) *Regional Water Exchange for Drought Alleviation*. Hydrology Paper 70, Colorado State University, Colorado.
17. Wilhite, D. A. & Glantz, M. H. (1985) *Understanding the drought phenomenon – the role of definition*. *Wat. International* 10, 111-120.
18. World Meteorological Organization (WMO) (1975) Drought and agriculture. WMO=TN 138, Geneva: WMO, 118 pp
19. Yevjevich, V. (1967) *An objective approach to definition and investigation on continental hydrologic droughts*. Hydrology Pap. no. 23, Colorado State University, Fort Collins.
20. Zeng X., Zhao M., Dickinson R.E. (1998), “Intercomparison of Bulk Aerodynamic Algorithm for the Computation of Sea Surface Fluxes Using TOGA COARE and TAO data”, *Journal of Climate* Vol. 11, pp. 2628-2644.

Tiếng Việt

1. Nguyễn Đức Ngữ, Nguyễn Trọng Hiệu (2004) *Khí hậu và Tài nguyên Khí hậu Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.