

# ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐẾN BỀ RỘNG VÒNG NĂM THÔNG 5 LÁ (*Pinus dalatensis* Ferré) Ở TÂY NGUYÊN

Lê Cảnh Nam<sup>1</sup>, Bùi Thế Hoàng<sup>2</sup>, Trương Quang Cường<sup>2</sup>, Bảo Huy<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Trung Bộ và Tây Nguyên

<sup>2</sup> Vườn Quốc gia Bidoup Núi Bà, tỉnh Lâm Đồng

<sup>3</sup> Trường Đại học Tây Nguyên

## TÓM TẮT

Thông 5 lá (*Pinus dalatensis* Ferré) là loài đặc hữu của dãy Trường Sơn, có phân bố tập trung ở Tây Nguyên trong kiểu rừng hỗn giao cây lá rộng lá kim. Nghiên cứu này nhằm mục đích phát hiện và lượng hóa ảnh hưởng của các nhân tố khí hậu và biến đổi khí hậu đến tăng trưởng bề rộng vòng năm loài Thông 5 lá theo từng vùng phân bố sinh thái tại Tây Nguyên. Số liệu bề rộng vòng năm được thu thập bằng khoan tăng trưởng Haglof từ 56 cây mẫu rải ở các cấp kính trên ba vùng núi Bidoup Núi Bà, Chư Yang Sin và Kon Ka Kinh tại Tây Nguyên; bề rộng vòng năm được gắn với dữ liệu khí hậu trong vòng 32-38 năm trong giai đoạn (1979 - 2017) ở ba vùng phân bố. Sử dụng mô hình tuyến tính/phi tuyến tính có trọng số để phát hiện và mô hình hóa ảnh hưởng của các nhân tố khí hậu đến độ rộng vòng năm. Kết quả cho thấy tại vùng Bidoup Núi Bà, tăng trưởng bề rộng vòng năm Thông 5 lá có quan hệ thuận với nhiệt độ trung bình tháng 6, quan hệ nghịch với lượng mưa tháng 11; vùng Chư Yang Sin, tăng trưởng về bề rộng vòng năm có quan hệ nghịch với nhiệt độ trung bình tháng 3 và tháng 4; vùng Kon Ka Kinh, tăng trưởng bề rộng vòng năm quan hệ nghịch với nhiệt độ trung bình tháng 4. Kết quả chỉ ra có sự biến đổi khí hậu trong vùng Tây Nguyên trên 30 năm qua, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 1°C và làm suy giảm sinh trưởng Thông 5 lá.

**Từ khóa:** Khí hậu, tăng trưởng vòng năm, thông Đà Lạt

## The impact of climatic change on tree-ring width of *Pinus dalatensis* Ferré in the Central Highlands of Vietnam

*Pinus dalatensis* Ferré, an endemic species to Annamite range, is mainly distributed in the mixed broad-leaved and coniferous forests in the Central Highlands of Vietnam. The objective of this study was to identify the impacts of climatic factors and climate change on the tree ring width of *Pinus dalatensis* at main different sites of the Central Highlands. The dataset of tree-ring width was collected from 56 sampled trees by using a Haglof increment borer incorporated into the climatic dataset in 32-38 years (1979-2016) at 3 different sites in National Parks of Bidoup Nui Ba, Chur Yang Sin, and Kon Ka Kinh. Weighted Linear/Nonlinear methods were applied for modeling regressions of tree-ring width and climatic factors. As a result, at Bidoup Nui Ba site, *Pinus dalatensis*'s annual tree-ring width increment was positive with the average monthly temperature of June and negative with November rainfall; at Chu Yang Sin site, it was negative with the average monthly temperatures of March and April, and at Kon Ka Kinh site, it was negative with the average monthly temperature of April. The study also indicated that there was a climate change in the Central Highlands over the past 30 years, the average annual temperature increased approximately by one degree Celsius that made the decrease in the growth of *Pinus dalatensis*.

**Keywords:** Climate change, Da Lat pine, tree-ring width

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông 5 lá (*Pinus dalatensis* Ferré) còn được gọi là Thông đà lạt, được một nhà thực vật học người Pháp tên là Ferré mô tả và công bố lần đầu tiên vào năm 1960 (Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2004); được đánh giá là loài đặc hữu, quý hiếm của Việt Nam, có giá trị khoa học và sử dụng cao; được xếp vào nhóm IIA - loài có nguy cơ bị đe dọa theo Nghị định số 06/2019/NĐ-CP; và được xếp trong nhóm sắp nguy cấp (NT) trong danh sách đỏ (Red List) của IUCN (2019). Trong tổng số 14 loài cây lá kim được tìm thấy trong khu vực Tây Nguyên, thì có 6 loài được xếp trong danh sách đỏ bị đe dọa toàn cầu của IUCN (2019), trong đó có loài Thông 5 lá (trang, 2011).

Thông 5 lá là loài cây gỗ lớn, cao đến 30 - 40 m, đường kính ngang ngực lên đến trên 2,5 m (Businsky, 2004; Loc *et al.*, 2017), phân bố trong kiểu rừng hỗn giao cây lá rộng lá kim (Thái Văn Trường, 1978), và thường mọc chung với các loài Thông 2 lá dẹt (*Pinus krempfii* Lecomte), Pơ mu (*Fokienia hodginsii* (Dunn) A. Henry & H. H. Thomas), Thông 3 lá (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon), Hồng tùng (*Dacrydium elatum* (Roxb.) Wall. ex Hook.) và

các loài cây lá rộng khác (Nguyễn Đức Tố Lưu và Thomas, 2004; Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2004; Hiep *et al.*, 2004; Trang, 2011; Phan Kế Lộc *et al.*, 2011).

Khí hậu là một trong những nhân tố sinh thái quan trọng có ảnh hưởng lớn đến quá trình sinh trưởng, tăng trưởng của cây rừng. Ngày nay, biến động khí hậu đã có ảnh hưởng đến sinh trưởng của cây rừng và việc lượng hóa được mức độ ảnh hưởng của nhân tố khí hậu và biến đổi khí hậu đến sinh trưởng cây rừng là một vấn đề cần thiết. Nghiên cứu này cung cấp thông tin khoa học làm cơ sở cho việc xây dựng các chiến lược lâm sinh trong quản lý, bảo tồn loài Thông 5 lá nhằm thích ứng với biến đổi khí hậu.

## II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Loài Thông 5 lá và các lâm phần có phân bố loài Thông 5 lá (*Pinus dalatensis* Ferré) ở Tây Nguyên, trong đó vùng phân bố loài nghiên cứu tập trung ở 3 vườn quốc gia là Bidoup Núi Bà (Lâm Đồng), Chư Yang Sin (Đắk Lắk) và Kon Ka Kinh (Gia Lai). Bảng 1 tóm tắt các thông tin khí hậu ở 3 vùng phân bố nghiên cứu.

**Bảng 1.** Tóm tắt về các thông tin khí hậu tại các vùng phân bố Thông 5 lá ở Tây Nguyên

Chỉ tiêu sinh thái	Bidoup Núi Bà	Chư Yang Sin	Kon Ka Kinh
Lượng mưa bình quân năm (P, mm/năm)	1.825	1.893	2.202
Số tháng mưa (tháng)	6 - 7	6 - 7	7 - 8
Nhiệt độ trung bình năm (T, °C)	18,0	23,8	21,9
Tổng nhiệt độ năm (°C)	219,6	286	264,6
Độ ẩm không khí trung bình năm (%)	85,3	82,0	83,0
Số tháng khô hạn (Tháng)	2 - 3	2 - 3	2 - 3
Tháng khô hạn	1, 2, 12	12, 1, 2, 3	12, 1, 2, 3
Số giờ nắng trung bình năm (giờ)	168	200	210,7

*Nguồn:* Số liệu khí hậu được lấy trung bình (từ năm 1980 - 2011 ở Chư Yang Sin và Kon Ka Kinh và Đắk Lắk, từ năm 1979 - 2016 ở Bidoup Núi Bà).

**2.2. Phương pháp nghiên cứu**

**2.2.1. Thu thập số liệu bề rộng vòng năm Thông 5 lá**

Sử dụng khoan tăng trưởng Haglof với đường kính mũi khoan là 5 mm và chiều dài khoan 70 cm để xác định độ rộng vòng năm ( $Zr$ ) theo năm.

Tổng số cây Thông 5 lá được khoan là 56 cây ở ba vùng phân bố là Bidoup Núi Bà (26 cây), Chư Yang Sin (14 cây) và Kon Ka Kinh (16 cây) Cây khoan được phân bố theo tỷ lệ phân bố số cây theo cấp kính của quần thể Thông 5 lá với dạng có đỉnh lệch trái, trong đó các cấp

kính < 40 cm có 19 cây; tập trung ở các cấp kính 40 - 70 cm có 27 cây và ở cấp kính > 70 cm có 10 cây. Chi tiêu lựa chọn cây khoan là cây sinh trưởng bình thường, không bị dị tật, mọc trong điều kiện đại diện của lâm phần mà nó phân bố. Những cây lấy mẫu được đo đường kính ngang ngực ( $D$ , cm) và chiều cao cây ( $H$ , m); mỗi cây khoan 2 - 4 lõi theo hướng Đông Tây - Bắc Nam. Mẫu khoan được phơi khô, sau đó mẫu được dán lên khay gỗ và cuối cùng được đánh/chà bóng bề mặt bằng giấy nhám từ thô đến mịn (200 - 600). Các thông tin thống kê được trình bày trong bảng 2.

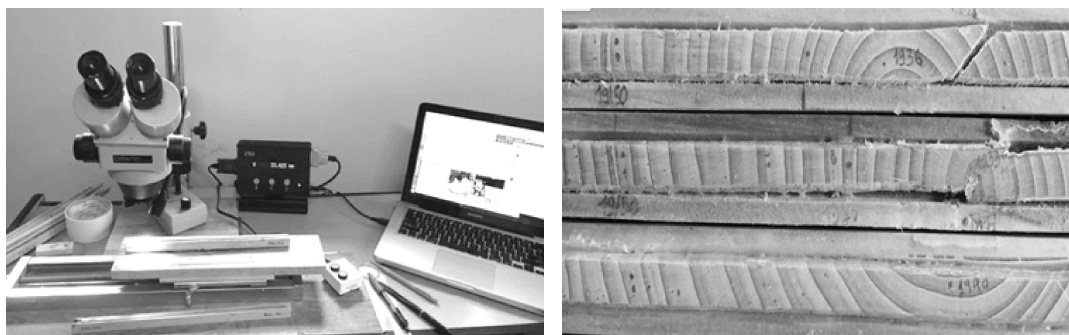
**Bảng 2.** Thông tin thống kê về cây mẫu Thông 5 lá được khoan xác định bề rộng vòng năm

Chỉ tiêu thống kê	D (cm)	H (m)
Số cây	56	56
Trung bình	52,0	18,2
Sai tiêu chuẩn	21,259	4,090
Hệ số biến động	40,8%	22,43%
Nhỏ nhất	11,0	8,0
Lớn nhất	119,0	25,0
Biến động tuyệt đối	108,0	17,0
Độ lệch chuẩn hóa - Stnd. skewness	1,796	-1,061
Độ nhọn chuẩn hóa - Stnd. kurtosis	0,753	-0,810

Ghi chú: D: Đường kính ngang ngực H: Chiều cao cây.

Sử dụng phương pháp chuỗi niên đại tiêu chuẩn (Stokes và Smiley, 1968) và phương pháp định tuổi chéo (Crossdate) cùng phần mềm Cofecha (Fritts, 1976; Holmes, 1983) để xác định vòng năm giả (false ring), vòng năm mất (missing ring) và xác định mối quan hệ giữa các chuỗi dữ liệu vòng năm.

Đo độ rộng vòng năm ( $Zr$ ) bằng thiết bị đo Velmex kết nối với máy tính và kính hiển vi có độ phóng đại 40 lần cùng với sự trợ giúp của phần mềm J2X (Speer *et al.*, 2010) (hình 1).



**Hình 1.** Trái: Thiết bị đọc bề rộng vòng năm; Phải: Mẫu lõi gỗ khoan dưới kính hiển phóng đại 40 lần

**2.2.2. Phương pháp xác định ảnh hưởng của các chỉ tiêu khí hậu đến độ rộng vòng năm**

Nhân tố khí hậu được thu thập theo các chỉ tiêu chính như nhiệt độ trung bình tháng  $i$  ( $T_i$ ), trung bình năm ( $T_{tb}$ ), lượng mưa trung bình tháng  $i$  ( $P_i$ ), trung bình năm ( $P_{tb}$ ). Dữ liệu khí hậu thu thập theo các khu vực có phân bố Thông 5 lá nghiên cứu bao gồm: Tại vùng Bidoup Núi Bà sử dụng số liệu khí hậu của Trạm khí tượng Đà Lạt trong 38 năm (1979 - 2016), vùng Chư Yang Sin sử dụng số liệu khí hậu của Trạm khí tượng Buôn Ma Thuột và vùng Kon Ka Kinh sử dụng số liệu khí hậu của Trạm khí tượng Pleiku trong 32 năm (1980 - 2011).

Để loại trừ ảnh hưởng của nhân tố tuổi ( $A$ ) đến độ rộng vòng năm, sử dụng chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa ( $Z_t$ ) và được tính toán trên phần mềm Arstan (Cook, 1985).

$$Z_t = \frac{rt}{g_t} \tag{1}$$

$$g_t = \frac{\sum rt}{n} \tag{2}$$

Trong đó:  $Z_t$  là chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hoá tại năm  $t$ ;  $r_t$  là độ rộng vòng năm đo được tại năm  $t$ ;  $g_t$  là sinh trưởng trung bình tại năm  $t$  và  $n$  là số năm.

Lúc này kỳ vọng của chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa  $E[Z_t] = 1$  cho tất cả thời điểm  $t$  và phương sai  $\delta^2$  của  $Z_t$  sẽ là:

$$\delta^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(Z_t - E[Z_t])^2}{n} \tag{3}$$

$Z_t$  được tính trung bình từ các mẫu cây khoan và theo chuỗi thời gian của khí hậu thu thập được ở ba vùng phân bố Thông 5 năm lá để lập dữ liệu chuỗi  $Z_t$  theo chuỗi năm của dữ liệu khí hậu thu thập được cho từng vùng sinh thái.

Phân tích ảnh hưởng của các chỉ tiêu khí hậu chính như nhiệt độ trung bình tháng  $i$  ( $T_i$ : T1-T12), lượng mưa tháng  $i$  ( $P_i$ : P1-P12),

với  $i$  từ tháng 1 đến tháng 12; nhiệt độ trung bình năm ( $T_{tb}$ ), lượng mưa năm ( $P_{tb}$ ) đến  $Z_t$ , chỉ tiêu khí hậu được xem là có ảnh hưởng khi có  $P < 0,05$ .

Mô hình hóa quan hệ  $Z_t$  với biến khí hậu ảnh hưởng  $T_i/P_i$  được dò tìm theo các dạng tuyến tính và phi tuyến tính khác nhau. Sử dụng trọng số  $Weight = 1/T_i/P_i^a$  với  $T_i/P_i$  là biến có ảnh hưởng lớn nhất, với  $a = \pm 20$ , thay đổi  $a$  để tìm mô hình tốt nhất với hệ số tương quan ( $R$ ) hoặc/và hệ số xác định ( $R^2$ ) cao nhất, sai số nhỏ, và đồ thị biến động sai số theo dự đoán là phân bố hẹp và đều quanh giá trị dự đoán (Bảo Huy, 2017).

Các sai số sử dụng để đánh giá mô hình gồm sai số trung bình bình phương (RMSE) và sai số trung bình tuyệt đối % (MAPE) (Bảo Huy, 2017).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{4}$$

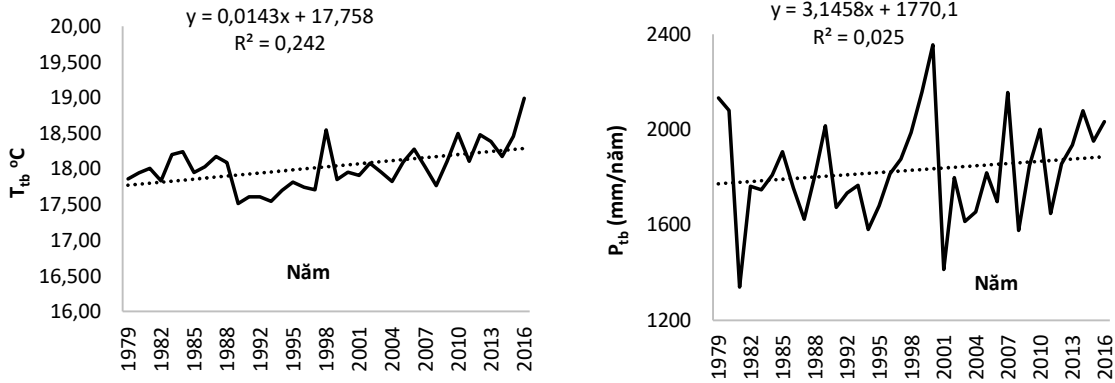
$$MAPE (\%) = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \tag{5}$$

Trong đó:  $n$  là số dữ liệu lập mô hình;  $y_i, \hat{y}_i$  lần lượt là giá trị  $Z_t$  quan sát và dự đoán qua mô hình.

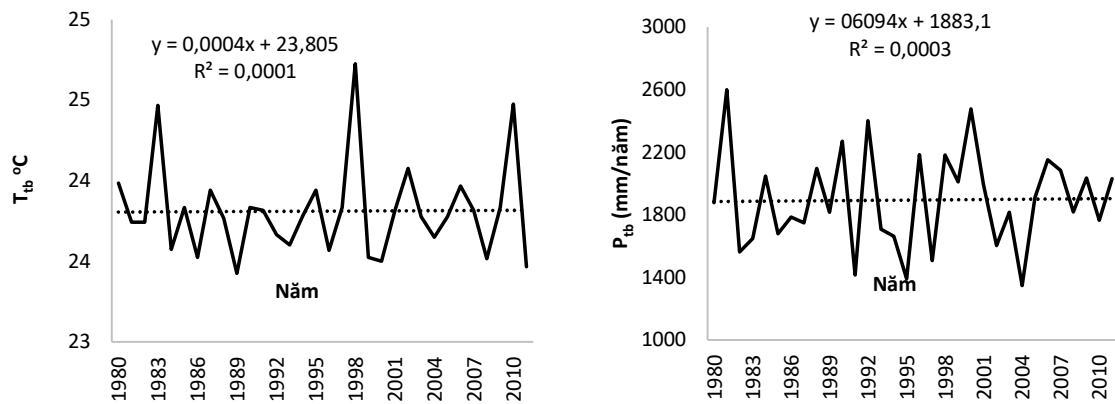
**III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN**

**3.1. Biến đổi khí hậu trong các vùng phân bố Thông 5 lá**

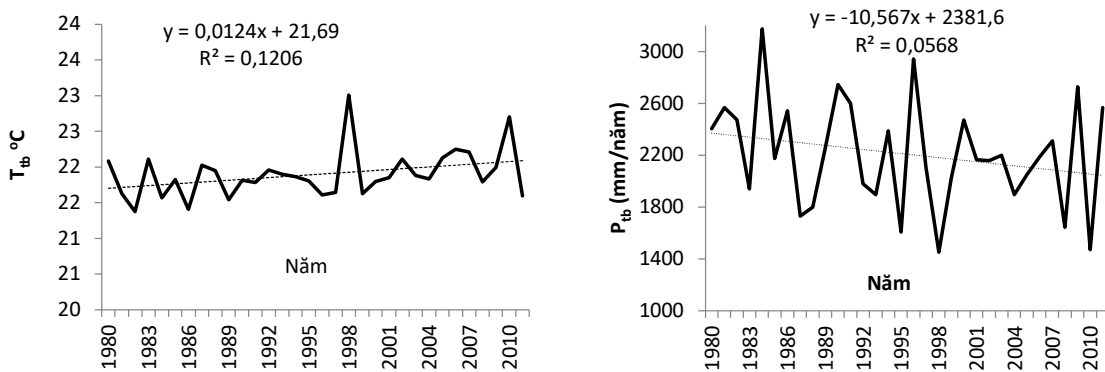
Biến động nhiệt độ ( $T_{tb}$ ), lượng mưa ( $P_{tb}$ ) trung bình theo năm tại 3 vùng phân bố trình bày ở hình 2, hình 3 và hình 4 cho thấy biểu đồ biểu diễn có sự biến thiên của nhiệt độ và lượng mưa trung bình theo năm với các cực trị, đặc biệt có một số năm các cực trị có giá trị cao hoặc thấp rất bất thường; điều này cho thấy có sự biến đổi khí hậu rõ rệt biểu hiện qua biến động đột ngột của nhiệt độ và lượng mưa qua các năm.



**Hình 2.** Biến động nhiệt độ ( $T_{tb}$ ) và lượng mưa ( $P_{tb}$ ) trung bình theo từng năm vùng Bidoup Núi Bà



**Hình 3.** Biến động nhiệt độ ( $T_{tb}$ ) và lượng mưa ( $P_{tb}$ ) trung bình theo từng năm vùng Chư Yang Sin



**Hình 4.** Biến động nhiệt độ ( $T_{tb}$ ) và lượng mưa ( $P_{tb}$ ) trung bình theo từng năm vùng Kon Ka Kinh

Nhìn chung, nhiệt độ trung bình năm theo hướng gia tăng lên đến 1°C trong trên 30 năm

qua, điều này phù hợp với thông tin về biến đổi khí hậu do gia tăng nhiệt độ toàn cầu;

trong khi đó thì lượng mưa trung bình năm lại không có quy luật rõ rệt, nơi thì có xu hướng tăng như ở Bidoup Núi Bà, nơi có xu hướng giảm rõ rệt như ở Kon Ka Kinh. Kết quả này khẳng định hiện tượng biến đổi khí hậu ở vùng Tây Nguyên tuân theo quy luật chung toàn cầu đó là sự gia tăng của nhiệt độ không khí và kéo theo thời tiết bất thường như mưa, bão làm cho lượng mưa không ổn định qua các năm đã ảnh hưởng đến các hệ sinh

thái rừng, đến chu kỳ, nhịp điệu sinh trưởng của cây rừng.

**3.2. Biến động độ rộng vòng năm chuẩn hóa (Zt) theo chuỗi thời gian ở 3 vùng phân bố**

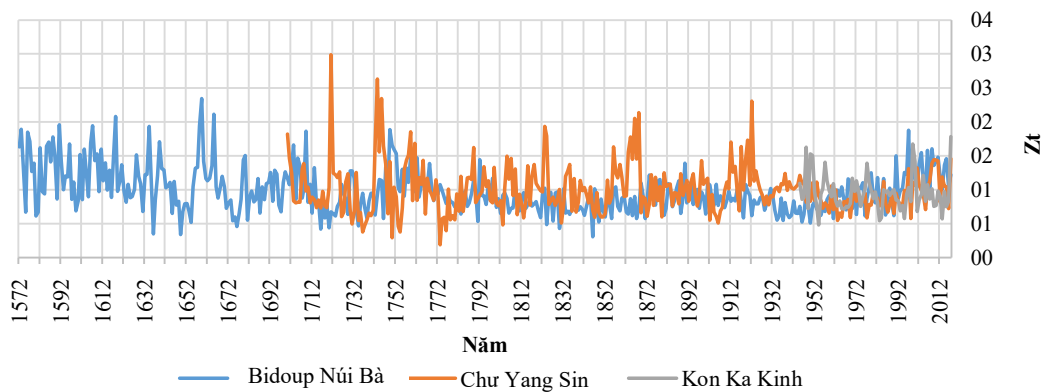
Đã lập được ba chuỗi độ rộng vòng năm chuẩn hóa (Zt) theo chuỗi thời gian tại ba vùng phân bố Thông 5 lá ở Tây Nguyên, kết quả tính toán các chỉ tiêu thống kê được thể hiện trong bảng 3 và hình 5.

**Bảng 3.** Chỉ tiêu thống kê của độ rộng vòng năm chuẩn hóa (Zt) ở ba vùng phân bố theo chuỗi thời gian

Chỉ tiêu thống kê	Thời gian (năm)	Zt		
		Bidoup Núi Bà	Chư Yang Sin	Kon Ka Kinh
n	446	446	318	73
Trung bình	1794	0,979	1,000	0,949
Sai tiêu chuẩn	128,893	0,325	0,356	0,260
Hệ số biến động %	7,18%	33,14%	35,79%	27,40%
Nhỏ nhất	1572	0,304	0,184	0,481
Lớn nhất	2017	2,342	2,988	1,781
Biến động	445	2,038	2,804	1,3
Độ lệch chuẩn hóa	0,0	8,93813	10,98860	4,13798
Độ nhọn chuẩn hóa	-5,17301	5,63133	17,17810	3,02258

Trong đó chuỗi thời gian biến động từ năm 1572 - 2017 (446 năm); với vùng Bidoup Núi Bà thì dữ liệu Zt kéo dài 446 năm (1572 - 2017); trong khi đó các chuỗi Zt ở Chư Yang Sin là

318 năm (1700 - 2017) và Kon Ka Kinh là ngắn nhất với 73 năm (1945 - 2017). Sự khác biệt này là do tuổi của các quần thể Thông 5 lá khác nhau ở 3 vùng.



**Hình 5.** Chuỗi độ rộng vòng năm chuẩn hóa Zt của loài Thông 5 lá ở ba vùng phân bố theo năm từ 1572 đến 2017

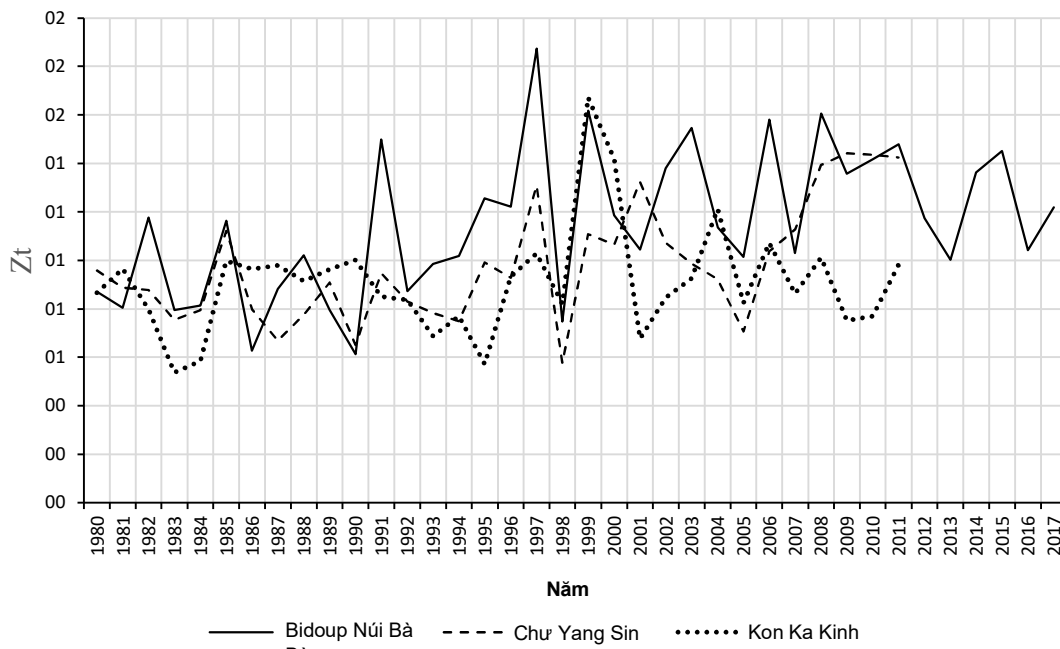
Từ kết quả trên cho thấy có những biến động lớn về sinh trưởng Thông 5 lá trong một số giai đoạn; đặc biệt là vùng phân bố Chư Yang Sin có sự biến động lớn, tiếp theo Bidoup Núi Bà, trong khi đó thì vùng phân bố Kon Ka Kinh khá ổn định (hình 5).

Do đã được loại trừ ảnh hưởng của yếu tố tuổi cây đến độ rộng vòng năm, điều này cho

thấy các yếu tố môi trường như là khí hậu đã có tác động rõ rệt đến sinh trưởng Thông 5 lá. Các chỉ số thống kê  $Z_t$  và các nhân tố khí hậu chính theo vùng phân bố trong bảng 4. Từ hình 6 cho thấy  $Z_t$  của Thông 5 lá có sự biến động, đặc biệt là trong giai đoạn từ 1997 đến 2017.

**Bảng 1.** Chỉ tiêu thống kê độ rộng vòng năm chuẩn hóa  $Z_t$  và chỉ tiêu khí hậu theo chuỗi thời gian tương ứng

Vùng phân bố	Chỉ tiêu thống kê	Thời gian (năm)	$Z_t$	$T_{tb}$ (°C)	Ptb (mm/năm)
Bidoup Núi Bà	n	38	38	38	38
	Trung bình	1998	1,149	18,0	1831,8
	Sai tiêu chuẩn	11,113	0,304	0,324	212,433
	Hệ số biến động %	0,55%	26,47%	1,80%	11,59%
	Nhỏ nhất	1980	0,613	17,5	1340,0
	Lớn nhất	2017	1,874	19,0	2356,0
	Biến động	37,0	1,261	1,5	1016,0
	Độ lệch chuẩn hóa	0,0	0,68218	1,74962	0,22298
	Độ nhọn chuẩn hóa	-1,50997	-0,67224	1,16832	0,30281
Chư Yang Sin	n	32	32	32	32
	Trung bình	1996	0,980	23,8	1893,1
	Sai tiêu chuẩn	9,381	0,244	0,295	312,195
	Hệ số biến động %	0,47%	24,88%	1,24%	16,50%
	Nhỏ nhất	1980	0,576	23,4	1347,1
	Lớn nhất	2011	1,442	24,7	2598,0
	Biến động	31,0	0,866	1,3	1250,9
	Độ lệch chuẩn hóa	0,0	1,25002	3,46596	0,65184
	Độ nhọn chuẩn hóa	-1,38564	-0,63995	3,07263	-0,35099
Kon Ka Kinh	n	32	32	32	32
	Trung bình	1996	0,909	21,896	2207,3
	Sai tiêu chuẩn	9,381	0,226	0,336	415,854
	Hệ số biến động %	0,47%	24,89%	1,54%	18,84%
	Nhỏ nhất	1980	0,537	21,4	1451,3
	Lớn nhất	2011	1,672	23,0	3174,6
	Biến động	31,0	1,135	1,6	1723,3
	Độ lệch chuẩn hóa	0,0	3,0993	3,27027	0,36624
	Độ nhọn chuẩn hóa	-1,38564	4,19584	3,85714	-0,25275



**Hình 6.** Biến động độ rộng vòng năm chuẩn hóa ( $Z_t$ ) theo chuỗi thời gian của dữ liệu khí hậu thu thập được ở ba vùng phân bố Thông 5 lá

**3.3. Ảnh hưởng của khí hậu đến chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa ( $Z_t$ ) vùng Bidoup Núi Bà**

Kết quả kiểm tra mối quan hệ giữa chuỗi  $Z_t$  với chuỗi dữ liệu khí hậu trung bình năm như nhiệt độ trung bình năm ( $T_{tb}$ ) và lượng mưa trung bình năm ( $P_{tb}$ ) đều có P-Value > 0,05; như vậy chỉ tiêu khí hậu trung bình năm không chỉ ra được ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sinh trưởng Thông 5 lá; vì vậy tiếp tục khảo sát quan hệ giữa  $Z_t$  với nhiệt độ ( $T_i$ ) và lượng mưa ( $P_i$ ) theo hàng tháng  $i$ .

*i) Ảnh hưởng của nhiệt độ tháng ( $T_i$ ) đến  $Z_t$  vùng Bidoup Núi Bà*

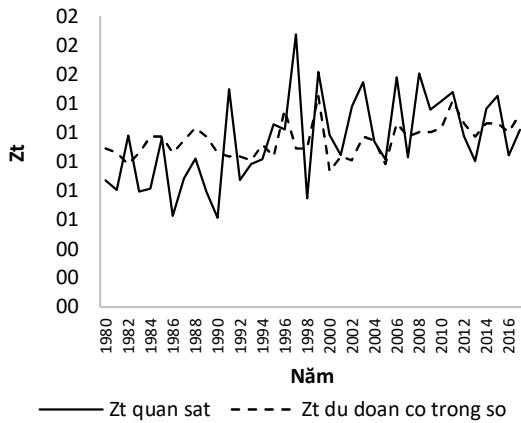
Kết quả phân tích quan hệ cho thấy  $Z_t$  có quan hệ thuận với nhiệt độ trung bình tháng 6 ( $T_6$ ) theo mô hình lựa chọn ở vùng Bidoup Núi Bà như sau:

$$Z_t = (-0,201515 + 0,00344819 \times T_6^2)^2 \quad (6)$$

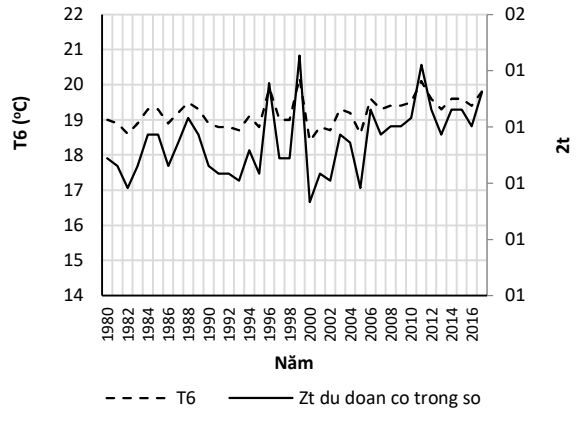
Trong đó  $n = 38$ ;  $R = 0,394$ ;  $Weight = 1/T_6^{0.5}$ ;  $RMSE = 0,135$ ;  $MAPE = 21,46\%$ .

Hình 7 cho thấy biến động chỉ số độ rộng vòng năm  $Z_t$  dự đoán qua mô hình có trọng số và quan sát là gần sát nhau, có những thời điểm cả 2 đường biểu diễn gần như trùng nhau; do đó có thể thấy mô hình mô phỏng tốt cho ảnh hưởng của nhiệt độ trung bình tháng 6 đến  $Z_t$  ở Bidoup Núi Bà. Hình 8 cho thấy có tương quan rất chặt chẽ giữa biến động chỉ số độ rộng vòng năm ( $Z_t$ ) dự đoán qua mô hình theo biến động nhiệt độ trung bình tháng 6 ( $T_6$ ), các thời điểm  $T_6$  có cực trị (thấp nhất hoặc cao nhất) thì  $Z_t$  cũng có cực trị tương ứng. Kết quả này cho thấy mô hình lựa chọn mô phỏng tốt biến động  $Z_t$ , đồng thời khẳng định ảnh hưởng của  $T_6$  đến  $Z_t$  ở vùng Bidoup Núi Bà theo cùng chiều thuận, khi nhiệt độ tháng 6 tăng thì chỉ số độ rộng vòng năm  $Z_t$  tăng và ngược lại.





**Hình 7.** Quan hệ giữa  $Z_t$  quan sát và dự đoán có trọng số qua mô hình  $Z_t = f(T_6)$  ở vùng Bidoup Núi Bà



**Hình 8.** Tương quan thuận biến động giữa nhiệt độ tháng 6 ( $T_6$ ) và chỉ số độ rộng vòng năm dự đoán qua mô hình có trọng số ( $Z_t$ ) trong 38 năm vùng Bidoup Núi Bà

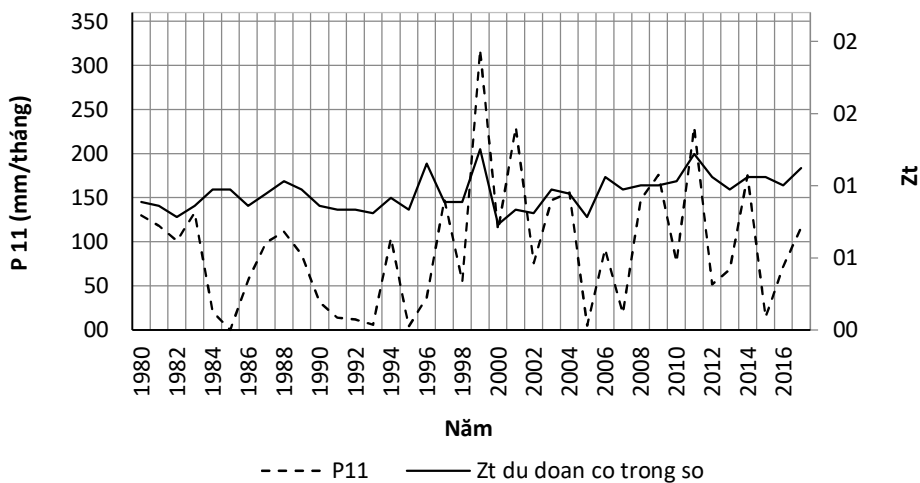
ii) Ảnh hưởng của lượng mưa tháng ( $P_i$ ) đến  $Z_t$  vùng Bidoup Núi Bà

Kết quả kiểm tra quan hệ cho thấy giữa  $Z_t$  và lượng mưa tháng 11 ( $P_{11}$ ) có quan hệ theo mô hình sau ở vùng Bidoup Núi Bà:

$$Z_t = \sqrt{1,11474 + 0,0000158857 \times P_{11}^2} \quad (7)$$

Trong đó:  $n = 38$ ;  $R = 0,393$ ;  
 Weight =  $1/P_{11}$ ;  $RMSE = 0,284$ ;  
 $MAPE = 21,59\%$ .

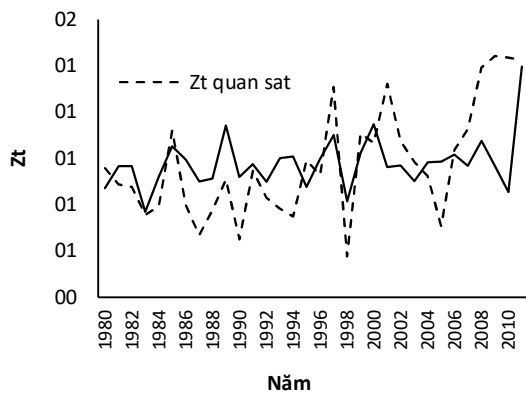
Kết quả từ hình 9 cho thấy có tương quan rõ ràng giữa lượng mưa tháng 11 ( $P_{11}$ ) với  $Z_t$ , đây cũng là quan hệ cùng chiều; khi  $P_{11}$  tăng thì  $Z_t$  tăng, và có các cực trị (cao nhất, thấp nhất) hầu như là tương đồng. Nói một cách khác sinh trưởng vòng năm Thông 5 lá có phản ứng nhạy cảm với sự thay đổi lượng mưa tháng 11 năm trước. Sự gia tăng và kéo dài thời gian mưa trong tháng 11 sẽ giúp gia tăng tốc độ sinh trưởng Thông 5 lá ở Bidoup Núi Bà.



**Hình 9.** Tương quan biến động giữa lượng mưa tháng 11 ( $P_{11}$ ) và chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa dự đoán qua mô hình có trọng số ( $Z_t$ ) trong 38 năm ở Bioup - Núi Bà

### 3.4. Ảnh hưởng của khí hậu đến chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa ( $Z_t$ ) vùng Chư Yang Sin

Kết quả kiểm tra cho thấy  $Z_t$  không có quan hệ với nhiệt độ trung bình và lượng mưa năm (P-Value > 0,05). Khi xét quan hệ  $Z_t$  với nhiệt độ trung bình và lượng mưa hàng tháng thì thấy rằng giữa lượng mưa hàng tháng và  $Z_t$  chưa có quan hệ với nhau (P-Value > 0,05);



**Hình 10.**  $Z_t$  dự đoán qua mô hình theo hai biến số nhiệt độ tháng 3 và tháng 4 ( $T_3, T_4$ ) so với  $Z_t$  quan sát trong chuỗi thời gian từ 1980 - 2011 (32 năm) ở vùng Chư Yang Sin

Kết quả từ hình 10 cho thấy  $Z_t$  quan sát và  $Z_t$  dự đoán thông qua biến số nhiệt độ tháng 3 và tháng 4 ( $T_3, T_4$ ) khá bám sát nhau, đặc biệt có những cực trị khá tương đồng ở vùng Chư Yang Sin. Hình 11 cho thấy có tương quan nghịch rõ ràng giữa nhiệt độ tháng 3 ( $T_3$ ) và tháng 4 ( $T_4$ ) ( $T_3 \times T_4$ ) với  $Z_t$ , khi  $T_3 \times T_4$  tăng thì  $Z_t$  giảm, và có các cực trị (cao nhất, thấp nhất) hầu như là nghịch nhau ở vùng Chư Yang Sin.

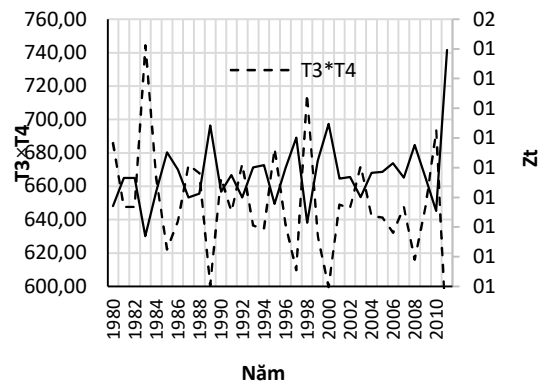
### 3.5. Ảnh hưởng của khí hậu đến chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa ( $Z_t$ ) vùng Kon Ka Kinh

Tương tự kết quả phân tích tại 2 vùng Bidoup Núi Bà và Chư Yang Sin,  $Z_t$  vùng Kon Ka Kinh không có quan hệ với nhiệt độ trung bình và lượng mưa năm với P-Value > 0,05.

trong khi đó  $Z_t$  có quan hệ nghịch với nhiệt độ trung bình tháng 3 ( $T_3$ ) và tháng 4 ( $T_4$ ) theo mô hình sau:

$$Z_t = 1/(3,07484 - 1321,32/(T_3 \times T_4)) \quad (8)$$

Trong đó:  $n = 32$ ;  $R = 0,486$ ;  
 Weight =  $1/(T_3 \times T_4)^2$ ;  
 RMSE = 0,000336;  
 MAPE = 17,43%.



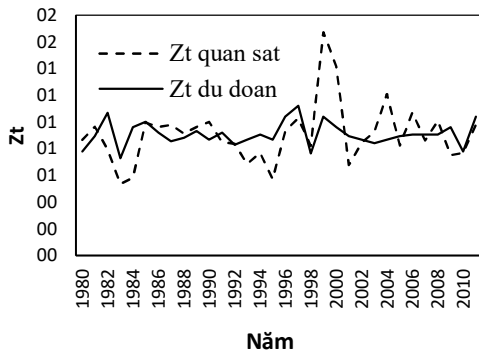
**Hình 11.** Tương quan nghịch giữa biến động giữa nhiệt độ tháng 3 và 4 ( $T_3 \times T_4$ ) và chỉ số độ rộng vòng năm ( $Z_t$ ) trong 32 năm (1980 - 2011) ở vùng Chư Yang Sin

Kết quả lựa chọn được dạng hàm thích hợp để mô phỏng quan hệ giữa  $Z_t$  theo nhiệt độ tháng 4 ( $T_4$ ) như sau:

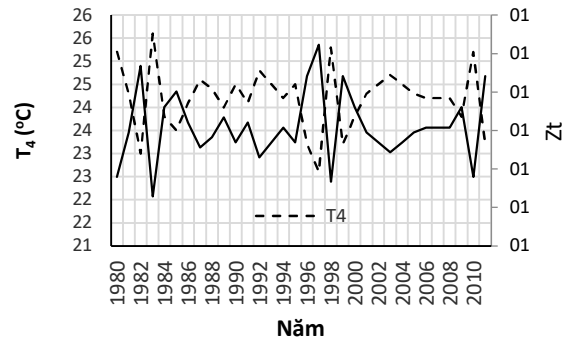
$$Z_t = (1,78723 - 0,00142461 \times T_4^2) \quad (9)$$

Trong đó:  $n = 32$ ;  $R = 0,397$ ;  
 Weight =  $1/T_4^{-0,5}$ ;  
 RMSE = 0,465;  
 MAPE = 16,78%.

Từ hình 12 cho thấy chỉ số  $Z_t$  dự đoán qua mô hình có các đỉnh tương đồng với  $Z_t$  quan sát; hình 13 cho thấy  $Z_t$  có tương quan nghịch với nhiệt độ tháng 4 ( $T_4$ ), biểu hiện rõ nhất ở các cực trị nghịch nhau.



**Hình 12.** Độ rộng vòng năm chuẩn hóa quan sát và dự đoán  $Z_t$  qua mô hình theo biến  $T_4$  theo chuỗi thời gian 1980 - 2011 (32 năm) ở vùng Kon Ka Kinh



**Hình 13.** Tương quan nghịch giữa  $Z_t$  dự đoán qua mô hình với nhiệt độ tháng 4 ( $T_4$ ) trong 32 năm ở vùng Kon Ka Kinh

Tổng hợp từ các kết quả phân tích quan hệ giữa chỉ số độ rộng vòng năm chuẩn hóa  $Z_t$  của loài Thông 5 lá với các nhân tố khí hậu tại ba vùng phân bố cho thấy:

Tại vùng phân bố Bidoup Núi Bà, chỉ số  $Z_t$  có quan hệ thuận với nhiệt độ trung bình tháng 6 ( $T_6$ ) và lượng mưa tháng 11 ( $P_{11}$ ) hàng năm. Điều này cho thấy gia tăng nhiệt độ trong tháng 6 (là tháng mưa) ở vùng có nhiệt độ trung bình thấp như Bidoup Núi Bà sẽ thúc đẩy sinh trưởng Thông 5 lá; đồng thời gia tăng và kéo dài lượng mưa vào cuối mùa mưa ở tháng 11 cũng giúp gia tăng sinh trưởng cây. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Matias và Jump (2012) khi cho thấy gia tăng nhiệt độ làm gia tăng sinh trưởng các loài thông, trong khi đó khô hạn làm giảm tốc độ sinh trưởng các loài này.

Tại Chư Yang Sin và Kon Ka Kinh, chỉ số  $Z_t$  cũng có quan hệ nghịch với nhiệt độ tháng 3 và 4 ( $T_3$  và  $T_4$ ). Đây là hai tháng cuối mùa khô, nhiệt độ không khí rất cao, do đó khi có biến đổi khí hậu làm gia tăng nhiệt độ vào các tháng này đã làm giảm tốc độ sinh trưởng của Thông 5 lá rõ rệt; hay nói khác biến đổi khí hậu ảnh hưởng tiêu cực lên sinh trưởng thông 5 lá. Kết quả này trùng với Sano và đồng tác giả (2008) khi đã nhận định sinh trưởng các loài cây lá kim vùng nhiệt đới thường có tương quan nghịch với nhiệt độ. So sánh với một số loài thông khác cho thấy sinh trưởng Thông 3 lá tại vùng Đà Lạt cũng có quan hệ nghịch với

nhiệt độ tháng 1, tháng 6 (Phạm Trọng Nhân *et al.*, 2011); hay nhiệt độ tháng 2 có có quan hệ nghịch với sinh trưởng loài Du sam (Nguyễn Văn Thiêt, 2016); hay Nguyễn Thị Oanh và đồng tác giả (2015), đã cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng đến sinh trưởng loài Pơ Mu tại khu vực Tu Mơ Rông, Kon Tum.

#### IV. KẾT LUẬN

Các nhân tố khí hậu có ảnh hưởng đến tăng trưởng bề rộng vòng năm của loài Thông 5 lá, đó là: Tại vùng Bidoup Núi Bà, tăng trưởng bề rộng vòng năm Thông 5 lá có quan hệ thuận với nhiệt độ trung bình tháng 6, và với lượng mưa trung bình tháng 11; vùng Chư Yang Sin, tăng trưởng về rộng vòng năm có quan hệ nghịch với nhiệt độ trung bình tháng 3 và tháng 4; vùng Kon Ka Kinh, tăng trưởng bề rộng vòng năm quan hệ nghịch với nhiệt độ trung bình tháng 4.

Ở các vùng lạnh như cao nguyên Lâm Viên, thì gia tăng nhiệt độ trong mùa mưa có tác dụng thúc đẩy sinh trưởng Thông 5 lá; trong khi đó ở các vùng ít lạnh hơn như ở các cao nguyên Buôn Ma Thuật, Pleiku thì gia tăng nhiệt độ trong mùa khô hạn sẽ làm giảm sinh trưởng Thông 5 lá.

Có sự biến đổi khí hậu trong vùng Tây Nguyên trong trên 30 năm qua, nhiệt độ trung bình năm tăng khoảng 1°C. Gia tăng nhiệt độ do biến đổi khí hậu làm suy giảm tăng trưởng đường kính Thông 5 lá ở Tây Nguyên.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bảo Huy, 2017. Phương pháp thiết lập và thẩm định chéo mô hình ước tính sinh khối cây rừng tự nhiên. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Tp. HCM, trang 238.
2. Businsky, R. 2004. A Revision of the Asian Pinus Subsection Strobos (Pinaceae). *Willdenowia* 34: 209-257.
3. Cook, E. R., 1985, A time series analysis approach to tree ring standardization, A Dissertation of Ph.D., The University of Arizona, the US.
4. Fritts, H. 1976. *Tree rings and Climate*. Academic Press, Elsevier, 582 pp.
5. Hiep, N. T., Loc, P. K., Luu, N. D. T., Thomas, P. I., Farjon, A., Averyanov, L., Regalado, J., 2004. Vietnam Conifers Conservation status review 2004. *Fauna & Flora International, Vietnam Programme*, Hanoi, 158pp.
6. Holmes, R.L. 1983. Computer-assisted quality control in tree ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin*, 43, 69-78.
7. IUCN, 2019. The IUCN Redlist of Threatened Species. Available at <https://www.iucnredlist.org/>, access on Dec. 30.
8. Loc, P.K., The, P.V., Long, P.K., Regalado, J., Averyanov, L.V., Maslin, B. 2017. Native conifers of Vietnam - A Review. *Pakistan Journal of Botany*, 49(5): 2037 - 2068.
9. Matias, L., and Jum, A.S., 2012. Interactions between growth, demography and biotic interactions in determining species range limits in a warming world: The case of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management* 282:10-22.
10. Nghị định số 06/2019/NĐ-CP, 2019. Nghị định về quản lý thực vật rừng, động vật rừng nguy cấp, quý, hiếm và thực thi công ước về buôn bán quốc tế các loài động vật, thực vật hoang dã nguy cấp của Chính Phủ ngày 22/01/2019
11. Nguyễn Đức Tổ Lưu, Philip Ian Thomas, 2004. Cây lá kim Việt Nam: 55-57. NXB Thế giới, Hà Nội.
12. Nguyễn Hoàng Nghĩa, 2004. Các loài cây lá kim ở Việt Nam: 42-45. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
13. Nguyễn Thị Oanh, Vũ Văn Tích, Đỗ Trọng Quốc và Trần Thị Thu Trang, 2015. Khôi phục đặc điểm của khí hậu vùng Tây Nguyên dựa trên vòng sinh trưởng Pơ mu khu vực Konplong thượng lưu sông Đăkpla. *Tạp chí Tài nguyên và Môi Trường*, số 16: 17-19.
14. Nguyễn Văn Thiết, 2016. Xác định nhiệt độ thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng giai đoạn 1779 - 2007 dựa trên vòng tăng trưởng *Du sam (Keleteria evelyniana Masters)*. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 2: 4353 - 4361.
15. Phạm Trọng Nhân, Nguyễn Văn Thêm và Nguyễn Duy Quang, 2011. Phản ứng của Thông 3 lá (*Pinus keyisia Royle ex Gordon*) đối với khí hậu ở khu vực Bảo Lộc, Di Linh và Đà Lạt tỉnh Lâm Đồng. *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, số 3.
16. Phan Kế Lộc, Nguyễn Tiến Hiệp, Leonid Averyanov, Nguyễn Sinh Khang, Phạm Văn Thế, 2011, Thông ở trung Trường Sơn Việt Nam - Thành phần loài, sự phân bố và hiện trạng bảo tồn. *Tạp chí Kinh tế Sinh thái*, số 40: 9-17.
17. Sano, M., Buckley, B.M. and Sweda, T., 2009. Tree-ring based hydroclimate reconstruction over Northern Vietnam from *Fokienia hodginsii*: Eighteenth century mega-drought and tropical Pacific influence. *Climate Dynamics*, 33(2-3): 331.
18. Speer, J. H., Clay, K., Bishop, G, and Creech, M., 2010. The Effect of Periodical Cicadas on Growth of five Trees Species in Midwestern Deciduous Forest. *The American Midland Naturalist*, 164: 173-186.
19. Stokes, M. A., and Smiley, T. L., 1968. *An introduction to tree -ring dating*. University of Chicago, Chicago, the US.
20. Thái Văn Trùng, 1978. *Thảm thực vật rừng Việt Nam*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, trang 276.
21. Trang, T.T.T., 2011. Spatial distribution and historical dynamics of threatened conifers of the Dalat Plateau, Viet Nam. A Thesis Presented to The Faculty of the Graduate School at the University of Missouri, US.

**Email tác giả liên hệ:** namlecanhdat@gmail.com

**Ngày nhận bài:** 14/04/2020

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa:** 15/04/2020

**Ngày duyệt đăng:** 17/04/2020