

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MƯA VỆ TINH TÍNH TOÁN CHỈ SỐ SPI CHO NHỮNG VÙNG KHÔNG CÓ SỐ LIỆU ĐO MƯA TRÊN LƯU VỰC SÔNG SEDONE

Phoutsadee Sida^{1,2}, Nguyễn Quang Phi³, Nguyễn Hoàng Sơn³, Souphanphon Thiravong^{4,5}

Tóm tắt: Trên lưu vực sông Sedone có rất ít các trạm đo mưa. Các dữ liệu đo mưa hiện nay hầu hết được đo tại các trạm đo mưa và phân bố không đều trên lưu vực. Nghiên cứu này sử dụng số liệu mưa vệ tinh CHIRPS có độ phân giải cao (~5.5 km) với số liệu mưa tháng từ năm 1981 đến nay để tính toán chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) cho những vùng không có số liệu đo mưa trên lưu vực sông Sedone. Kết quả nghiên cứu cho thấy tương quan giữa mưa tháng thực đo và vệ tinh CHIRPS tại các trạm đo mưa có hệ số tương quan > 0,7, phù hợp để tính toán. Kết quả tính toán SPI 3, 6, 9 từ mưa tháng thực đo và vệ tinh CHIRPS tại 8 trạm đo mưa cũng cho hệ số tương quan >0,7 với SPI 3, SPI 9, hệ số tương quan >0,8 với SPI 6. Từ các kết quả kiểm định tính toán mưa vệ tinh, nghiên cứu đã tính toán chỉ số SPI 3,6,9 cho các vùng không có số liệu đo mưa. Các kết quả tính toán SPI theo không gian có thể cho các nhà quản lý, người dùng nắm bắt được những vùng nào có khả năng bị hạn cao thay vì giá trị tại các điểm có số liệu đo mưa tại trạm.

Keywords: Dữ liệu mưa vệ tinh, SPI, lưu vực Sedone.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện có nhiều nguồn dữ liệu mưa vệ tinh khác nhau có độ phân giải cao. Nguồn dữ liệu mưa vệ tinh từ Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS) có độ phân giải cao với số liệu mưa ngày/tháng/năm từ năm 1981 đến nay. Dữ liệu mưa GSMaP có độ phân giải 0.25° với số liệu mưa ngày/tháng/năm từ năm 2000 đến nay. Dữ liệu mưa CMORPH (Climate Prediction Center Morphing Technique) có độ phân giải 0.25° với số liệu mưa ngày từ năm 1998–2019.

Dữ liệu mưa tháng CHIRPS có từ năm 1981 đến nay đã được sử dụng trong nhiều nghiên cứu trên thế giới và trong nước để nghiên cứu

hạn và tính toán chỉ số SPI (Jiabing Peng, 2021). Trong kết quả nghiên cứu đánh giá chất lượng mưa vệ tinh (Feng Gao, 2018) đã đánh giá chất lượng mưa tháng CHIRPS từ 1981–2015. Kết quả cho thấy mưa tháng/mùa/năm cho chất lượng tốt. Nghiên cứu cũng sử dụng lượng mưa tháng CHIRPS để tính toán chỉ số SPI tại một số trạm trên lưu vực sông Hải Hà (Haihe), Trung Quốc cho kết quả tốt, phù hợp với kết quả tính toán từ các trạm có số liệu thực đo. Nghiên cứu của (P.Sandeep, 2021) ở Ấn độ sử dụng dữ liệu CHIRPS và MODIS cho thấy dữ liệu mưa tháng CHIRPS được sử dụng để tính toán chỉ số SPI trong thời kỳ sinh trưởng của cây trồng cũng rất phù hợp.

Ở Việt Nam (Nguyễn Viết Lành và Cs, 2018) đã nghiên cứu sử dụng lượng mưa tháng của CHIRP để tính toán chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI). Kết quả nghiên cứu cho thấy lượng mưa tháng CHIRP khá phù hợp với quan trắc và có thể nắm bắt được các đặc điểm hạn khí tượng

¹ Trường Đại học Quốc gia Lào, CHDCND Lào

² Nghiên cứu sinh ngành Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

³ Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

⁴ Trường Cao đẳng Thủy lợi Thangone, CHDCND Lào

⁵ Học viên cao học ngành Kỹ thuật tài nguyên nước, Trường Đại học Thủy lợi

điên hình, nghiêm trọng, nhất là sự kiện năm 1990-1994 và 2015-2016. Hạn có xu thế xảy ra trên hầu khắp tỉnh Thanh Hóa; hạn nặng nổi trội ở phía Bắc và phía Tây Bắc với tần suất 8-9%, hạn rất nặng nổi trội ở vùng phía Đông Nam và Tây Nam tỉnh Thanh Hóa với tần suất 3-4%. Hạn khí tượng nghiêm trọng có tác động đáng kể đến sức khỏe thực vật và cây trồng ở Thanh Hóa. (Ngô Anh Tú, 2021) đã tính toán lưu lượng dòng chảy theo thời đoạn dựa vào mô hình HEC-HMS, số liệu mưa được sử dụng từ ảnh vệ tinh CHIRPS.

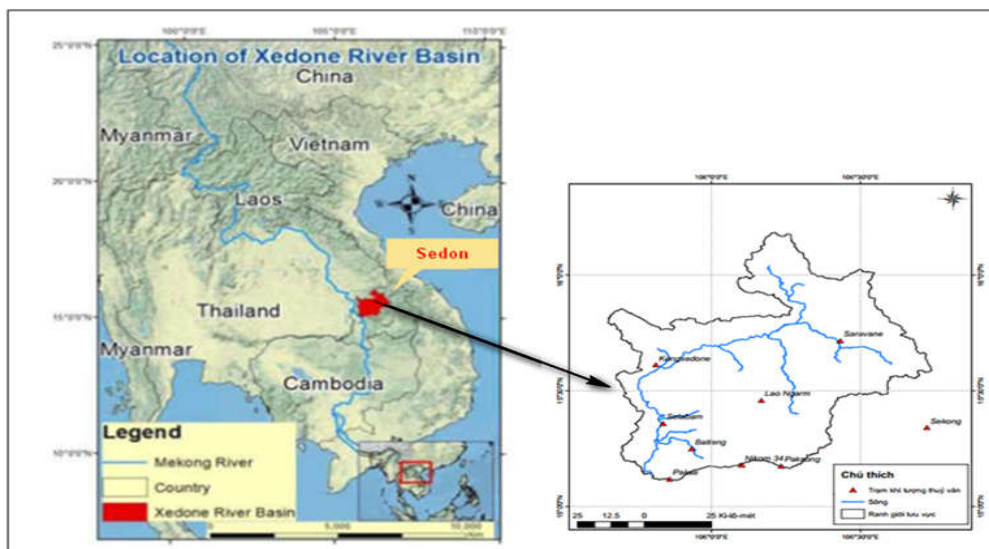
Từ các nghiên cứu ở trong nước và trên thế giới, nghiên cứu này lựa chọn dữ liệu mưa tháng CHIRPS 2.0 để tính toán các chỉ số hạn cho những vùng không có trạm đo mưa trên lưu vực sông Sedone.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Lưu vực nghiên cứu

Sông Sedone là một nhánh của sông

MeKong, nằm ở phần phía Nam của Lào và có diện tích khoảng 7.000km². Lưu vực sông Sedone chảy một phần qua các tỉnh Saravan và Champasack và cũng có một phần nhỏ qua các tỉnh Savannakhet và Xekong (VinVilay, 2018). Phần lớn các khu vực của lưu vực sông Sedone tương đối bằng phẳng với một vài ngọn núi ở phía thượng nguồn của lưu vực. Cao độ của lưu vực khoảng 183m (so với mực nước biển) tại Saravan, 140m tại huyện KongSedone và 102m tại Pakse. Lưu vực sông Sedone rất giàu tài nguyên rừng. Rừng che phủ chiếm hơn 45,77% tổng diện tích của lưu vực. Đất ở khu vực này chủ yếu là đất xám bạc màu, đất Cambisols và Luvisols (cát, mùn, đất sét và trọng lực) có tiềm năng lớn trong phát triển nông nghiệp. Dân cư sinh sống trong lưu vực sông Sedone xấp xỉ khoảng 700.622 người (NSC, 2021). Ở cấp tỉnh, Champasak là đông dân cư nhất, tiếp theo là Saravan và Sekong có số lượng cư dân ít nhất.



Hình 1. Lưu vực sông Sedone

2.2. Dữ liệu mưa vệ tinh

Nghiên cứu sử dụng dữ liệu mưa tháng CHIRPS 2.0. Các dữ liệu này có thể download từ trang web https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS_2.0/global_monthly/tifs/.

Dữ liệu lượng mưa tháng CHIRPS từ 1981–nay có độ phân giải cao. Sau khi download dữ liệu về, nghiên cứu đã cắt phần mưa tại lưu vực sông Sedone ra riêng để tính toán.

2.3. Dữ liệu mưa thực đo

Trong lưu vực và lân cận có 8 trạm khí tượng (KongSedon, Saravane, Selabam, Pakse, LaoNgam, Nikom34, Batieng, Paksong) với số liệu quan trắc đầy đủ về nhiệt độ, độ ẩm, lượng bốc hơi, tốc độ gió, lượng mưa và số giờ nắng. Nghiên cứu sử dụng số liệu mưa của 8 trạm trên từ năm 1990 đến 2020 để tính toán chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) theo các quy mô thời gian khác nhau (3, 6 và 9 tháng - SPI3, SPI6, và SPI9) được tính toán xác định hạn hán khí tượng cho lưu vực sông Sedone.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

Xác định điều kiện khô hạn: Chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) được sử dụng để xác định điều kiện khô hạn trên lưu vực sông Sedone. SPI là một dạng chỉ số được xây dựng dựa trên cơ sở tính toán hàm phân bố chuẩn của lượng mưa SPI được xác định như công thức:

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

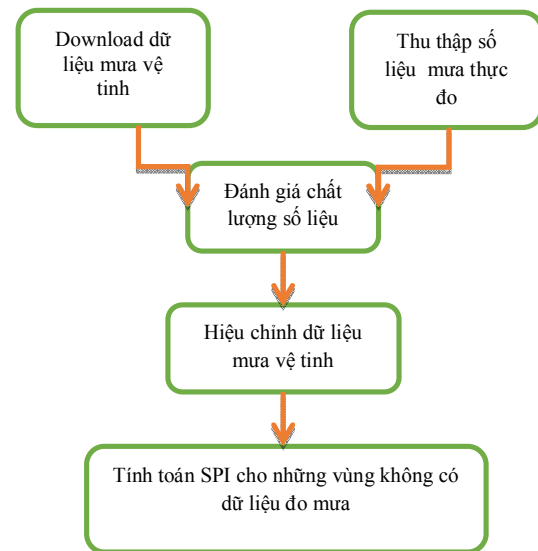
Trong đó: R là lượng mưa, \bar{R} là lượng mưa trung bình và σ là độ lệch tiêu chuẩn. SPI là một chỉ số không thứ nguyên mô tả điều kiện khô hạn xảy ra khi nhỏ hơn 0. Ngược lại, điều kiện ẩm ướt xảy ra khi SPI lớn hơn 0. SPI càng âm, điều kiện khô hạn càng khắc nghiệt. Trong nghiên cứu này, mức độ khắc nghiệt nhất của điều kiện khô hạn được xác định thông qua giá trị âm nhỏ nhất của chỉ số SPI (gọi là SPI-Min).

Các bước tính toán chỉ số SPI có thể tham khảo từ các đề tài, bài báo đã được công bố như của (Nguyễn Văn Thắng, 2015), (Pramudya, 2018). Bảng phân cấp hạn theo SPI như sau:

Bảng 1. Ngưỡng chỉ tiêu hạn theo SPI

$SPI \geq 0$	Không hạn
$-1 \leq SPI \leq 0$	Hạn nhẹ
$-1.5 \leq SPI \leq -1$	Hạn vừa
$-2 \leq SPI \leq -1.5$	Hạn nặng
$SPI \leq -2$	Hạn rất nặng

Để tính toán chỉ số SPI từ dữ liệu mưa tháng CHIRPS 2.0 cho những vùng không có số liệu đo mưa. Nghiên cứu đã tiến hành thu thập số liệu lượng mưa tháng CHIRPS từ năm 1981 đến nay. Nghiên cứu thu thập số liệu mưa của 8 trạm trên từ năm 1990 đến 2020. Lượng mưa vệ tinh được đánh giá với số liệu mưa thực đo tại các trạm đo mưa. Từ đó tính toán chỉ số SPI tại các trạm có số liệu mưa thực đo và so sánh kiểm tra với SPI tính toán từ mưa vệ tinh. Sau khi tính toán nghiên cứu sẽ tính toán SPI từ mưa vệ tinh cho toàn bộ các vùng không có số liệu đo mưa trên lưu vực sông Sedone



Hình 2. Phương pháp nghiên cứu

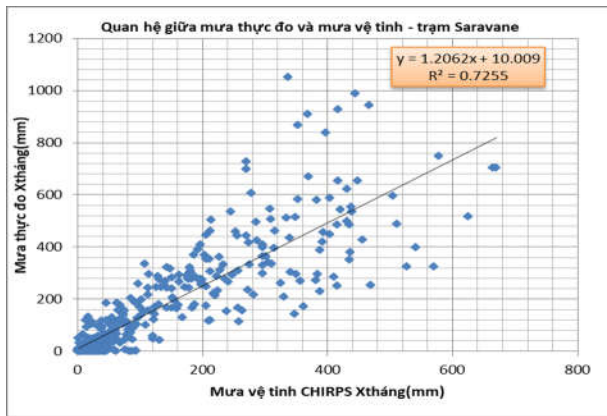
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1 Phân tích dữ liệu mưa vệ tinh

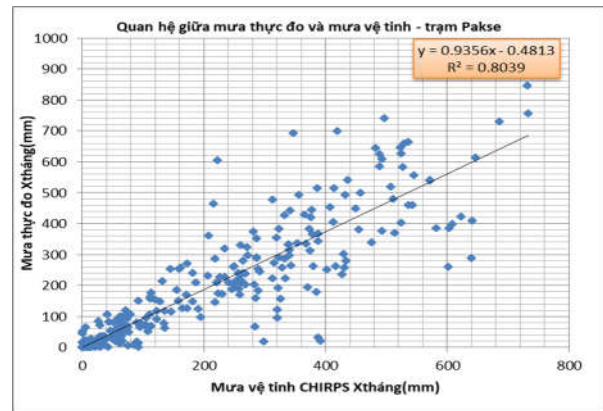
Các kết quả tính toán từ mưa vệ tinh và mưa thực đo cho thấy tương quan giữa mưa tháng thực đo và vệ tinh CHIRPS cụ thể như sau. Với lượng mưa < 200 mm có quan hệ chặt chẽ còn lượng mưa tháng >200 mm thì quan hệ tương quan kém hơn. Từ tháng 11 năm trước đến tháng 2 năm sau có nhiều tháng có lượng mưa thực đo là 0 mm nhưng số liệu mưa vệ tinh thì vẫn có từ 0 - 20 mm. Do lượng mưa phân bố rời rạc về hai phía đường tương quan nên việc hiệu

chỉnh để nâng cao chất lượng mưa là rất khó. Đối với các tháng mùa khô, lượng mưa vệ tinh thường cao hơn so với thực đo. Nghiên cứu hiệu chỉnh giảm từ 0 -10 mm đối với các tháng mùa

khô về 0 mm để phù hợp với lượng mưa thực đo trong mùa khô. Việc hiệu chỉnh này ảnh hưởng ít đến tổng lượng mưa năm và quan hệ giữa mưa thực đo và mưa vệ tinh.



Hình 3. Tương quan giữa mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Saravane



Hình 4. Tương quan giữa mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse

Kết quả so sánh tương quan giữa mưa tháng thực đo và mưa vệ tinh cho thấy tại các trạm KongSedo, Saravane, Selabam, Pakse, Paksong

có hệ số tương quan > 0,7. Trong đó các trạm như LaoNgam, Nikom34, Sekong có Paksong có hệ số tương quan > 0,6.

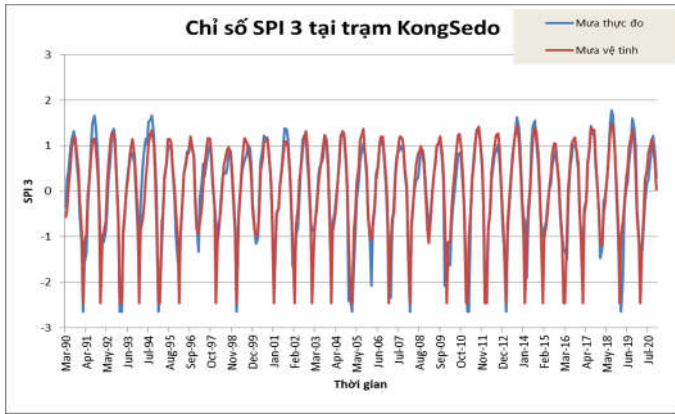
Bảng 2. Tương quan giữa lượng mưa tháng thực đo và mưa vệ tinh

TT	Trạm mưa	Thời gian có số liệu quan trắc	Hệ số tương quan
1	KongSedo	1990-2020	0.78
2	Saravane	1990-2020	0.73
3	Selabam	1990-2015	0.7
4	Pakse	1990-2020	0.80
5	LaoNgam	1990-2020	0.62
6	Nikom34	1990-2019	0.69
7	Batieng	1990-2015	0.75
8	Paksong	1990-2019	0.71

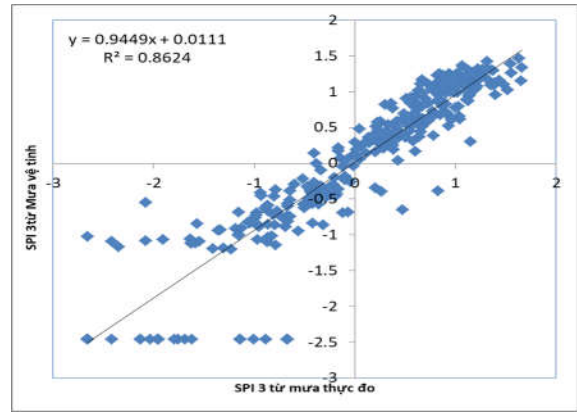
3.2 Kết quả tính toán SPI

Kết quả tính toán chỉ số lượng mưa chuẩn hóa (SPI) tại 8 trạm trên lưu vực sông Sedone cho kết quả khá tốt. Tương quan giữa SPI tính

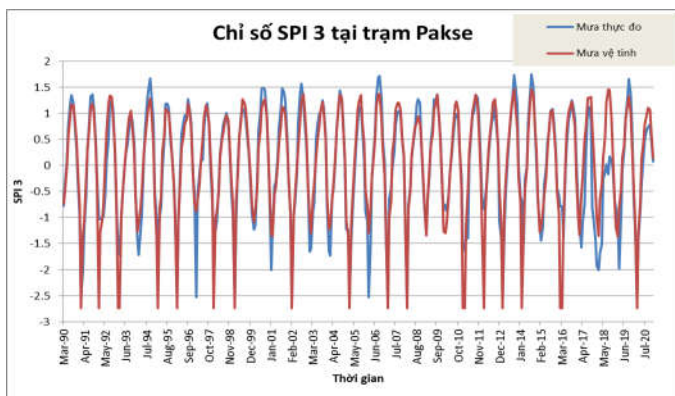
từ mưa vệ tinh và mưa thực đo tại trạm KongSedo là 0.84, Saravane là 0.8, Selabam là 0.83, Pakse là 0.92. Các trạm khác cũng có hệ số tương quan > 0.8.



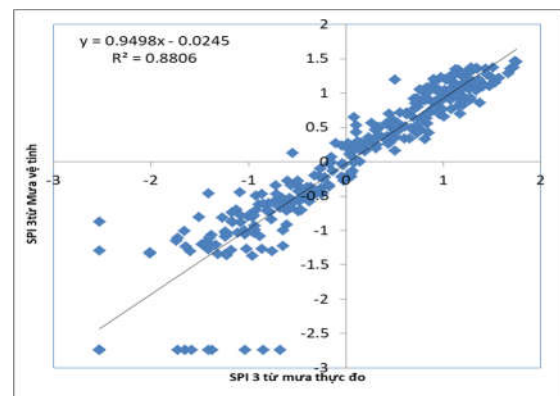
Hình 5. Chỉ số SPI 3 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm KongSedo



Hình 6. Tương quan giữa SPI 3 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm KongSedo



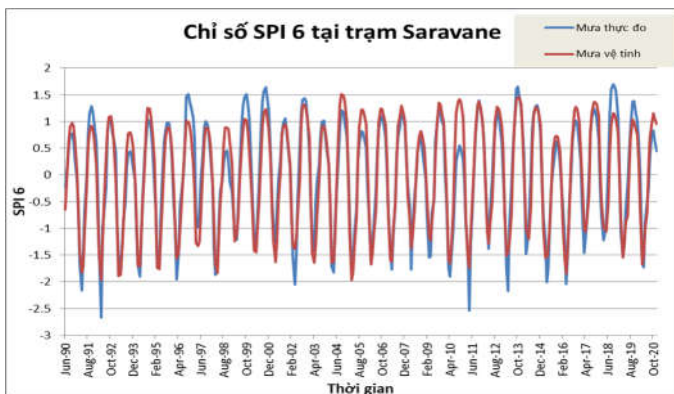
Hình 7. Chỉ số SPI 3 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse



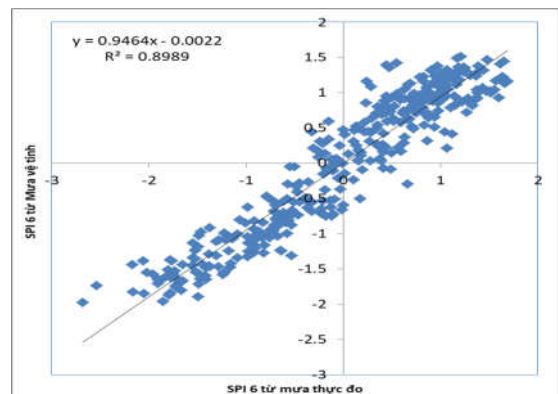
Hình 8. Tương quan giữa SPI 3 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse

Chỉ số SPI 6 của các trạm trên lưu vực sông Sedone cho kết quả tốt. Hầu hết các trạm có hệ số tương quan giữa SPI 6 tính từ mưa thực đo và mưa vệ tinh > 0.8. Kết quả tại các trạm

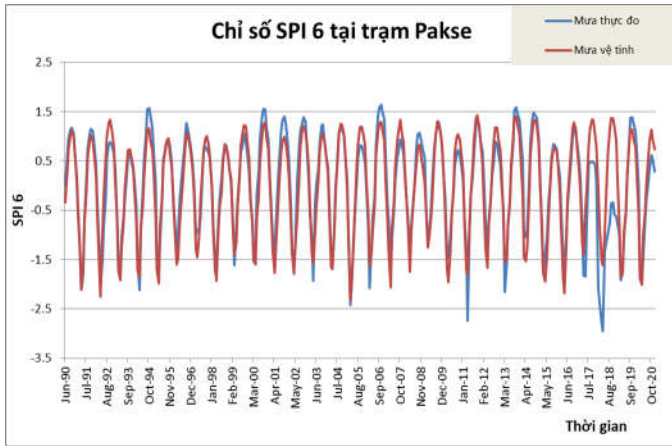
KongSedo là 0.87, Saravane là 0.9, Selabam là 0.84, Pakse là 0.92, Paksong là 0.88. Trạm Pakse trên sông Mê Kông có chất lượng đo đặc số liệu tốt nên hệ số tương quan cũng cao hơn.



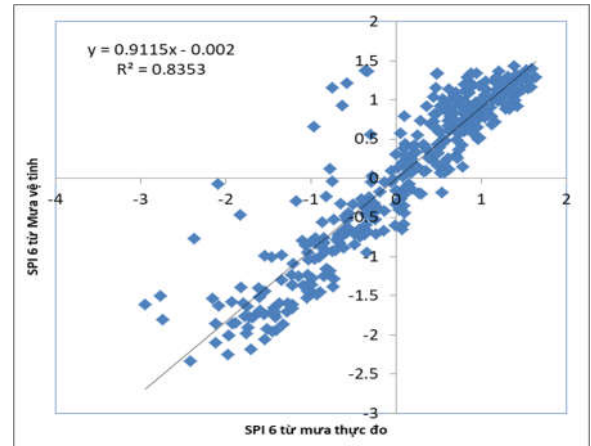
Hình 9. Chỉ số SPI 6 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Saravane



Hình 10. Tương quan giữa SPI 6 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Saravane

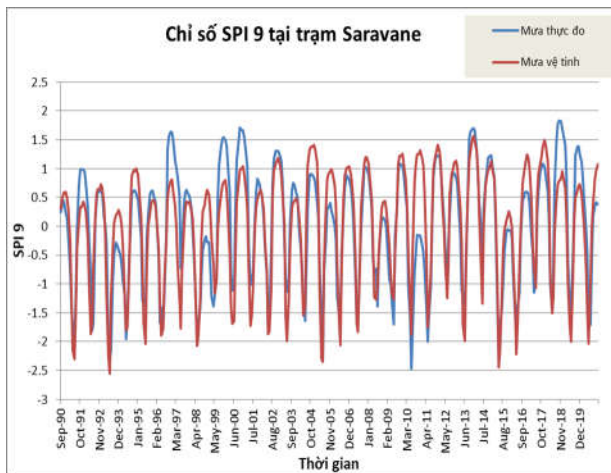


Hình 11. Chỉ số SPI 6 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse

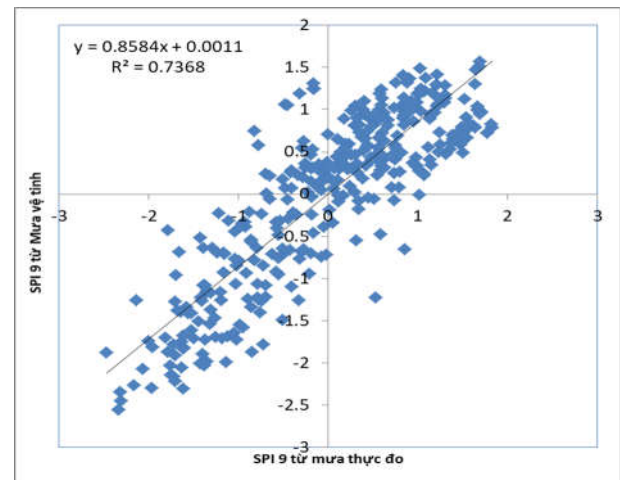


Hình 12. Tương quan giữa SPI 6 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse

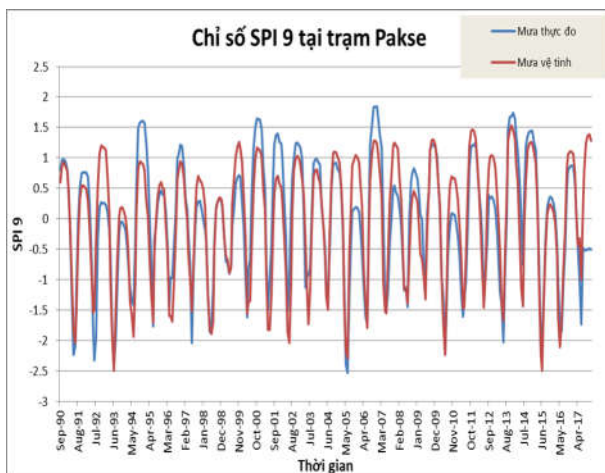
Chỉ số SPI 9 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng của các trạm có tương quan kém hơn so với SPI 6 và SPI 3. Hầu hết các trạm có hệ số tương quan > 0.7.



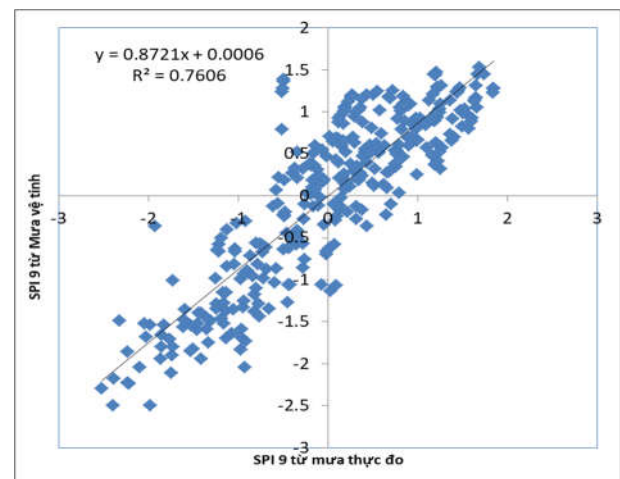
Hình 13. Chỉ số SPI 9 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Saravane



Hình 14. Tương quan giữa SPI 9 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Saravane



Hình 15. Chỉ số SPI 9 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse



Hình 16. Tương quan giữa SPI 9 tính toán từ mưa vệ tinh và mưa tháng tại trạm Pakse

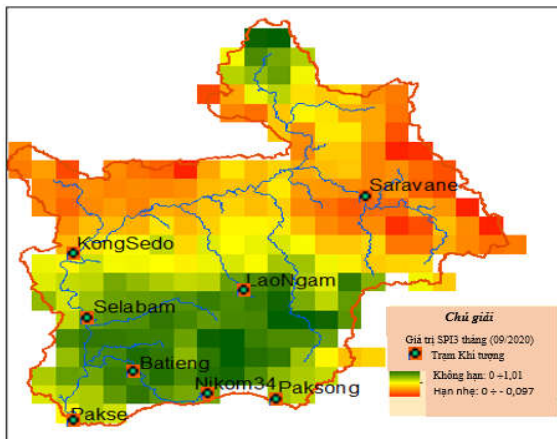
Bảng 3. Tương quan SPI tính từ mưa tháng thực đo và mưa vệ tinh

TT	Trạm mưa	Thời gian	SPI 3	SPI 6	SPI 9
1	KongSedo	1990-2020	0.86	0.88	0.74
2	Saravane	1990-2020	0.86	0.9	0.75
3	Selabam	1990-2015	0.8	0.84	0.68
4	Pakse	1990-2017	0.85	0.91	0.76
5	LaoNgam	1990-2020	0.81	0.78	0.48
6	Nikom34	1990-2019	0.79	0.83	0.63
7	Batieng	1990-2015	0.82	0.88	0.65
8	Paksong	1990-2019	0.77	0.87	0.72

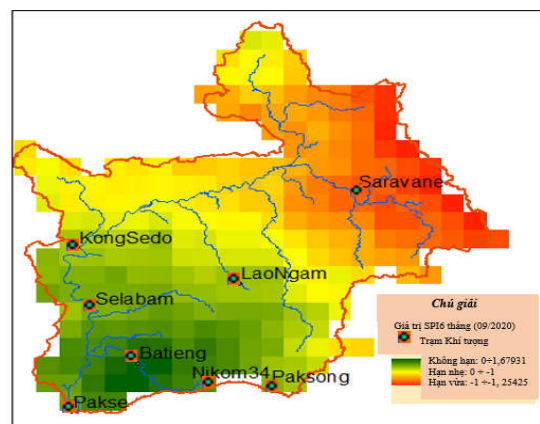
3.3 Kết quả tính toán SPI từ mưa vệ tinh

Kết quả tính toán SPI từ dữ liệu mưa vệ tinh (Hình 17,18,19) cho thấy đối với kết quả tính toán SPI 3, 6,9 tại cùng thời gian tháng 9/2020 không phải toàn lưu vực sông Sedone đều có giá trị SPI < 0. Phần thượng

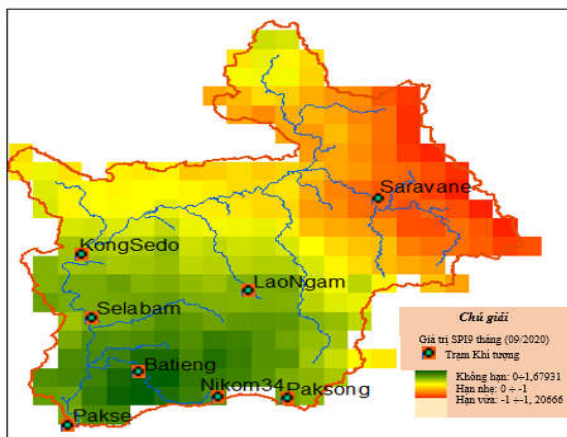
lưu lưu vực có giá trị SPI < 0 còn phần hạ lưu lưu vực không hạn. Với kết quả tính toán SPI 3 thì trên lưu vực Sedone không hạn. Kết quả SPI 6, 9 cho thấy phần thượng lưu lưu vực có kết quả hạn nhẹ còn hạ lưu lưu vực không hạn.



Hình 17. Kết quả tính toán SPI3 tháng 9/2020 từ mưa vệ tinh



Hình 18. Kết quả tính toán SPI6 tháng 9/2020 từ mưa vệ tinh



Hình 19. Kết quả tính toán SPI 9 tháng 9/2020 từ mưa vệ tinh

Như vậy, việc kết hợp dữ liệu mưa thực đo, mưa vệ tinh có thể tính toán chỉ số SPI cho những vùng không có số liệu đo mưa. Các kết quả tính toán SPI theo không gian có thể cho các nhà quản lý, người dùng nắm được những vùng nào có khả năng bị hạn cao thay vì giá trị tại các điểm có số liệu đo mưa tại trạm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã ứng dụng mưa vệ tinh CHIRPS có độ phân giải cao (~5.5 km) với số liệu mưa tháng từ năm 1981 đến nay để tính toán chỉ số chuẩn hóa lượng mưa (SPI) cho những vùng không có số liệu đo mưa. Nghiên cứu sử dụng số liệu mưa của 8 trạm trên từ năm 1990 đến 2020 để tính toán kiểm tra sự phù hợp của mưa vệ tinh với mưa thực đo trên lưu vực. Các kết quả tính toán từ mưa vệ tinh và mưa thực đo cho thấy tương quan giữa mưa

tháng thực đo và vệ tinh CHIRPS có tương quan tốt phù hợp để tính toán. Nghiên cứu cũng đã so sánh kết quả tính toán SPI 3,6,9 từ mưa tháng thực đo và vệ tinh CHIRPS tại 8 trạm đo mưa trên lưu vực. Từ các kết quả kiểm định tính toán mưa vệ tinh, nghiên cứu đã tính toán chỉ số SPI 3,6,9 cho các vùng không có số liệu đo mưa.

Bằng cách xác định mức độ nghiêm trọng và thời điểm bắt đầu và kết thúc của hạn hán, đánh giá SPI hỗ trợ cải thiện mô tả lượng mưa thất thường và tình trạng thời tiết bất thường ở lưu vực sông Sedon. Chỉ số hạn hán phục vụ quá trình ra quyết định cho các hoạt động canh tác và xem xét việc thích ứng với biến đổi khí hậu của khu vực. Điều chỉnh thời gian gieo trồng và chọn giống cây trồng thích hợp giúp phát triển nông nghiệp...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Viết Lành, Nguyễn Văn Dũng, Trịnh Hoàng Dương, Trần Thị Tâm, (2018). *Sử dụng lượng mưa vệ tinh đánh giá khả năng hạn khí tượng dựa trên chỉ số spi cho Khu vực tỉnh Thanh Hóa*, tạp chí Khí Tượng Thủy Văn, Số tháng 12 – 2018
- Nguyễn Văn Thắng, Mai Văn Khiêm. (6/2017). *Nghiên cứu đánh giá và dự tính điều kiện khô hạn theo chỉ số SPI cho khu vực đồng bằng Sông Cửu Long*. Tạp chí khí tượng thủy văn.
- Nguyễn Văn Thắng và nnk (2015). *Nghiên cứu xây dựng hệ thống dự báo, cảnh báo hạn hán cho Việt Nam với thời hạn đến 3 tháng*, đề tài KC.08 mã số: KC.08.17/11-15.
- Ngô Anh Tú; Phan Thái Lê; Nguyễn Hữu Xuân; Trần Văn Bình, (2021). *Ứng dụng dữ liệu mưa CHIRPS và mô hình thủy văn HEC-HMS mô phỏng dòng chảy lũ ở lưu vực sông Lại Giang*. Tạp chí Khoa học và công nghệ nông nghiệp trường Đại học Nông Lâm Huế.
- Feng Gao, (2018), *Evaluation of CHIRPS and its application for drought monitoring over the Haihe River Basin, China*, Natural Hazards, <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3196-0>
- Jiabing Peng và nnk, (2022), *Satellite-Based Precipitation Datasets Evaluation Using Gauge Observation and Hydrological Modeling in a Typical Arid Land Watershed of Central Asia*. Remote Sens. 2021, 13, 221. <https://doi.org/10.3390/rs13020221>.
- P.Sandeep, (2021), *Monitoring of agricultural drought in semi-arid ecosystem of Peninsular India through indices derived from time-series CHIRPS and MODIS datasets*, Ecological Indicators Volume 121, February 2021, 107033.
- VinVilay Sayaphone. (2018). *Nghiên cứu sử dụng tổng hợp tài nguyên nước lưu vực sông Sedon, Lào trong bối cảnh biến đổi khí hậu*. Luận án tiến sĩ, Đại học Thủy Lợi
- Y Pramudya, T Onishi. (2018). *Assessment of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Tegal City, Central Java, Indonesia*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Abstract:
**APPLICATION SATELLITE PREPITATION DATA TO CALCULATE SPI FOR
UNGAGE AREA – APPLY FOR SEDONE BASIN , LAOS**

The Sedone basin on Lao PDR have few meteorological stations and uneven distribution. The curent rainfall data are mostly measured at hydrology stations which are unwevenly distributed in Sedone basin. This research calculates Standardized Precipitation Index (SPI) from CHIRPS (Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations) with hight resolution (~5.5 km) conbined with monthly rainfall recorded from 1990 to now at The Hydrology station in the basin . The results show that the precipitation from CHIRPS and observed rainfall have correlation coefficient > 0.7 . The SPI calculated with precipitation from CHIRPS and observed rainfall at eight observed stations on Sedone basin show that the correlation coefficient > 0.7 (for SPI 3, SPI 9), correlation coefficient > 0.8 for SPI 6. The CHIRPS data from 1981 to now used to simulate SPI for ungagged area on Sedone basin. Spatial SPI calculation results can help managers and users capture areas of high drought potential instead of values at points with rain gauge data at the station.

Keywords: Satellite prepitation data, SPI, Sedone river.

Ngày nhận bài: 22/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 07/9/2022