

Assessment of the Satellite Rainfall Data at Nam Theun 2 Catchment Area, Nakai District, Khammouane Province.

Daovy PHONGSA*, Keodouangchay KEOKHAMPHOUY, Chinsamout KEOSOUTTHA

Faculty of Water resource, University of Laos, Lao PDR

Abstract

Correspondence: Daovy Phongda,
Faculty of Water resource,
University of Laos
Telephone number 020 2222 9944,
Email: daovy.ph@nuol.edu.la;
daovy@live.com

Submitted: August 15, 2024
Revised: December 05, 2024
Accepted: December 16, 2024

Nam Theun 2 Reservoir, located in National Conserve Park Nakai, covers a watershed of 4013 km² and comprises 12 hydrological stations to support the rainfall data for reservoir management during tropical storms and flood states. It always faces problems during the rainy season with data transmission or lack of data for many days from the local rainfall station to the central server, and it is at high risk of lacking data during tropical storms.

The purpose of this study is to verify the accuracy of using satellite rainfall data in the Nam Theun 2 reservoir area as a substitute for missing rainfall station data. This is aimed at providing information for water management in the reservoir to reduce associated risks.

The method of this study used Google Earth Engine (GEE) and Climate Engine, which are geospatial processing services. The Earth Engine has been a public extensive data catalog for more than 40 years and has been active since 1970.

The data was collected by using NSE (Nash-Sutcliffe Efficiency), indicating a perfect fit. PBIAS (Percent Bias). R² (Coefficient of Determination) RSR (Root Mean Square Error) is a statistical measure quantifying the difference between predicted and actual values.

The result of this comparison between satellite data and ground data for monthly rainfall CFSR is the best value NSE=0.91, PBIAS = -8.38, R²= 0.91 and RSR= 0.15. for daily rainfall for CHIRPS is the best value NSE=0.52, PBIAS = 11.86, R²= 0.60 and RSR= 0.68. the temperature is high accuracy the value of NSE = 0.99, PBIAS = 6.00, RSR = 0.08, R² = 0.99.

In this study, it is observed that the use of satellite rainfall data is accurately satisfactory to good performance for assessing rainfall amounts at stations with missing data or in areas without rain gauge stations, to aid in water management in reservoirs.

Keywords: Satellite rainfall, gauging rainfall station, Reservoir

1. ພາກສະເໜີ

ອີງຕາມວິໄສທັດ ແລະ ຍຸດທະສາດຄຸ້ມຄອງການນໍາໃຊ້ນໍ້າ ແລະ ຊັບພະຍາກອນແຫ່ງຊາດຮອດປີ 2030: “ ການຄຸ້ມຄອງນໍາໃຊ້ນໍ້າ ແລະ ຊັບພະຍາກອນນໍ້າ ຕາມຫຼັກການຄຸ້ມຄອງແບບເຊື່ອມສານ, ເພື່ອໃຫ້ມີຄຸນນະພາບດີ ແລະ ປະລິມານທີ່ພຽງພໍ ເພື່ອຕອບສະໜອງ ໃຫ້ແກ່ ການບໍລິໂພກ, ອຸປະໂພກ ແລະ ການພັດທະນາແບບຍືນຍົງ ພ້ອມທັງຫຼຸດຜ່ອນຜົນເສຍຫາຍຈາກນໍ້າ”, ດັ່ງນັ້ນ ຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນ ແມ່ນມີຄວາມສໍາຄັນ ກັບວຽກງານທາງ ອຸທິກກະສາດຫຼາຍ (MONRE, 2023).

ປັດຈຸບັນລະບົບດາວທຽມ ແມ່ນໄດ້ຮັບການພັດທະນາ ແລະ ນໍາໃຊ້ຢ່າງຫຼວງຫຼາຍໃນຫຼາຍໜ້າທີ່ວຽກງານ ເຊັ່ນ: ການສາທາລະນະ ເພື່ອພື້ນທີ່ປ່າໄມ້, ກະສິກໍາ, ຜັງເມືອງ, ທໍລະນີສາດ, ຂໍ້ມູນອຸທິກກະສາດ ແລະ ຕິດຕາມຄວາມສ່ຽງຂອງການເກີດ ໄພພິບັດ (GISDA, 2022).

ການວັດແທກ ຂໍ້ມູນປະລິມານນໍ້າຝົນໂດຍໃຊ້ສະຖານີນໍ້າຝົນ ພາກພື້ນດິນ ແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ ແຕ່ກໍ່ມີ ຂໍ້ຈຳກັດດ້ານ

ງົບປະມານການຕິດຕັ້ງ ແລະ ການເດີນທາງ ໃນການບໍາລຸງຮັກສາ ທີ່ ຫຍຸ້ງຍາກຕາມເຂດທີ່ຕັ້ງ ພູມສັນຖານ, ດັ່ງນັ້ນ ການນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນຝົນ ດາວທຽມກໍ່ເປັນແນວທາງໜຶ່ງທີ່ສາມາດນໍາໃຊ້ ໂດຍຜ່ານລະບົບອິນເຕີເນັດ, ປັດຈຸບັນ ຝົນດາວທຽມ ກໍ່ມີຫຼາກຫຼາຍ ຜະລິດຕະພັນ ທີ່ມີຄວາມລະອຽດສູງ ເຊັ່ນບົດການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Pedro Rincón-Avalos, 2022) ເຊິ່ງຄົ້ນຄວ້າ ກ່ຽວກັບການປະເມີນ 6 ຝົນດາວທຽມ (CHIRPS, ERA5, DAYMET, PERSINN-CRD, TRMM, IMERG) ໂດຍນໍາໃຊ້ GEE ກັບພື້ນທີ່ຂອງປະເທດ ແມັກຊິໂກ (Mexico) ແຕ່ປີ 2001-2017 ເຊິ່ງພົບວ່າ ຄວາມຖືກຕ້ອງ ແມ່ນໄດ້ແກນ ພໍໃຊ້ຫາດີ.

ການນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນຈາກດາວທຽມ ສາມາດນໍາໃຊ້ ໃນການວິເຄາະ ຈາກນໍ້າຝົນຈາກດາວທຽມ ແລະ ນໍ້າຝົນໃນພື້ນທີ່ ໃນການເຂດທີ່ມີຄວາມສ່ຽງຂອງພື້ນທີ່ນໍ້າຖ້ວມ (Hansana, 2023), ຈາກການສຶກສາ ການນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນຈາກດາວທຽມ ແລະ ນໍ້າຝົນໃນພື້ນທີ່ໃນການ ໄປຄຳນວນໃນແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດເພື່ອຄາດການປະລິມານນໍ້າ

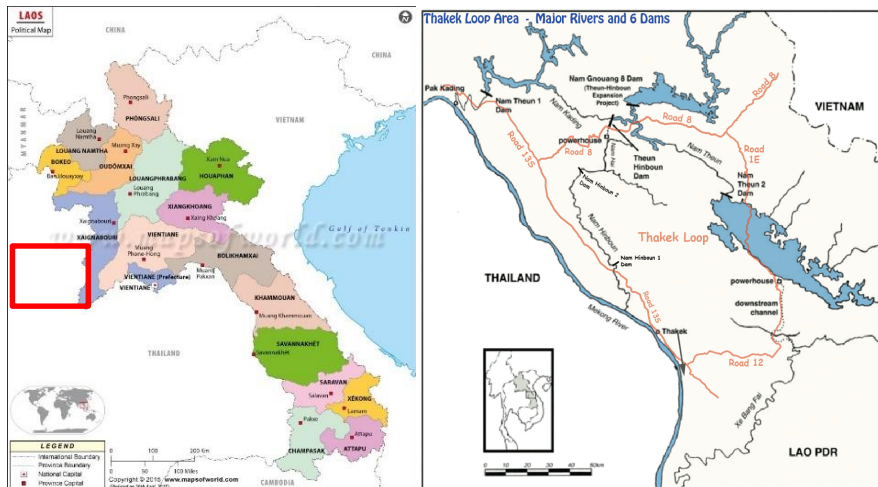
ໄຫຼໃນນ້ຳປົງ ທາງພາກເໜືອຂອງປະເທດໄທ ເຫັນວ່າ ຄ່າ Hydrograph ຂອງດາວທຽມ ແລະ ພື້ນທີ່ມີຄ່າໄກ້ຄຽງກັນ (Mapiam, 2009), ນອກຈາກນັ້ນການສຶກສາສົມທຽບລະຫວ່າງນ້ຳຝົນດາວທຽມ ແລະ ນ້ຳຝົນ ທາງພື້ນດິນກໍ່ມີຄວາມໄກ້ຄຽງກັນ ແລະ ຄວາມຖືກຕ້ອງ 96 ເປີເຊັນ (Elhamid, 2020), ສະນັ້ນ ການເຂົ້າເຖິງ ຂໍ້ມູນຂ່າວສານ ແລະ ການຄຸ້ມຄອງລະບົບການເຕືອນໄພນ້ຳຖ້ວມລ່ວງໜ້າ ແມ່ນມີຄວາມສໍາຄັນຫຼາຍ ເພື່ອຫລີກລ້ຽງ ອຸທິກກະໄພທີ່ເກີດຂຶ້ນ ຕໍ່ກັບປະຊາຊົນ ແລະ ສັບຊົນ (Keoduangded, 2023).

ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້າຂອງບົດນີ້ ແມ່ນການກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງການນໍາໃຊ້ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນດາວທຽມ ໃນພື້ນທີ່ອ່າງເກັບນ້ຳ ນ້ຳເທີນ 2.

2. ວິທີການສຶກສາ

2.1 ທີ່ຕັ້ງ ແລະ ຂອບເຂດການຄົ້ນຄວ້າ

ພື້ນທີ່ການສຶກສາແມ່ນສຶກສາເຂດອ່າງເກັບນ້ຳນາກາຍຂອງບໍລິສັດໄຟຟ້ານ້ຳເທີນ 2 , ເຊິ່ງຖືກຈັດຢູ່ໃນປະເທດອ່າງ ເກັບນ້ຳຂະໜາດໃຫຍ່, ສາມາດບັນຈຸບໍລິມາດ ນ້ຳເຕັມອ່າງ 3,900 ລ້ານແມັດກ້ອນ ຕໍ່ລະດັບນ້ຳເຕັມອ່າງ 538.00 ແມັດ ທຽບໃສ່ລະດັບໜ້ານ້ຳທະເລປານກາງ, ກວມເມືອງນາກາຍ ແຂວງຄຳມ່ວນ ແລະ ເມືອງຄຳເກີດ ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ. (Namtheun2, 2021)



ຮູບພາບທີ 1: ທີ່ຕັ້ງ ຂອງ ອ່າງເກັບນ້ຳເທີນ 2

2.2 ອຸປະກອນ

Google Earth Engine (GEE) (Google Earth Engine, n.d.) ເປັນອຸປະກອນ ທີ່ສາມາດເຮັດວຽກ ເທິງລະບົບ ຄາວ (Cloud) ທີ່ພັດພັດທະນາໂດຍ ບໍລິສັດ Google, GEE ສາມາດວິເຄາະຂໍ້ມູນຈຳນວນມະຫາສານ ທາງຮູບຖ່າຍ ດາວທຽມ ແລະ Climate Engine (Climate-Engine, 2014) ເປັນເຄື່ອງມື ເທິງລະບົບ ອິນເຕີແນັດທີ່

ສາມາດເຊື່ອມຕໍ່ຂໍ້ມູນ ດາວທຽມ ແລະ ຊ່ວຍໃຫ້ຜູ້ທີ່ໃຊ້ ສາມາດວິເຄາະ ແລະ ສະແດງການປ່ຽນແປງຂໍ້ເທິງ ເທິງໜ້າດິນ ເຊັ່ນ: ການປ່ຽນແປງຂອງສະພາບປ່າໄມ້, ປະເພດດິນນໍ້າໃຊ້, ອຸນນະພູມ, ປະລິມານກຸ່ມເມກຝົນ, ແລະ ສາມາດລະບຸ ແຜນທີ່ນໍ້າຖ້ວມ. ນອກຈາກ ນັ້ນ GEE ສາມາດ ຄັດຈັບຂໍ້ມູນປະມານ ນ້ຳຝົນຂອງພື້ນທີ່ ການສຶກສາໃດໜຶ່ງ ພໍລິມະດອນ ຜ່ານ ດາວທຽມ Landsat, MODIS ແລະ Sentinel ໂດຍບໍ່ມີຄ່າໃຊ້ຈ່າຍໃນການນໍາໃຊ້.



ຮູບພາບທີ 2: ຖານຂໍ້ມູນ ຂອງ Google Earth Engine Data Catalog (Geohackweek, 2016).

2.3 ຂໍ້ມູນສຶກສາ

ຂໍ້ມູນທີ່ໃຊ້ໃນການສຶກສາ ແມ່ນ ປະລິມານນ້ຳຝົນ ສະເລ່ຍ ໃນພື້ນທີ່ ເຂດອ່າງ ເກັບນ້ຳເທີນ 2 ລາຍວັນ ແລະ ລາຍເດືອນ ແຕ່ປີ 2010 ຫາ ປີ 2023 ແລະ ຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມ ຂອງ:

- Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) ໄດ້ຖືກສ້າງຂຶ້ນໂດຍການຮ່ວມຂອງ ນັກວິທະຍາສາດທີ່ສູນສັງເກດຊັບພະຍາກອນໂລກແລະວິທະຍາສາດ ຂອງ USGS ເພື່ອສົ່ງຊຸດຂໍ້ມູນທີ່ຄົບຖ້ວນ, ເຊື່ອຖືໄດ້, ທັນສະໄຫມ ສຳຫລັບຈຸດປະສົງການເຕືອນໄພ ເບື້ອງຕົ້ນ, ເຊັ່ນ: ການວິເຄາະແນວ ໂນ້ມ ແລະ ການຕິດຕາມໄພແຫ້ງແລ້ງ ຕາມລະດູການ ແຕ່ປີ 1981 ຫາ ປັດຈຸບັນ ຄວບຄຸມພື້ນທີ່ 50°S-50°N (CHIRPS, 2023).

- Global Precipitation Measurement (GPM) ການວັດ ປະລິມານນ້ຳຝົນ ທົ່ວໂລກ ເປັນເຄືອຄ້າຍ ດາວທຽມ ລະຫວ່າງປະເທດ ທີ່ສັງເກດນ້ຳຝົນ, ຫົມະ ເປັນການຮ່ວມມືຂອງ NASA, JAXA, TRMM, NOAA, EUMETSAT (GEE, GPM, 2023 a)

- ECMWF Reanalysis V5 (ERA5) ຄືການວິເຄາະ ບັນຍາກາດຂອງໂລກ ໂດຍ ECMWF ຮຸ່ນທີ່ 5, ການວິເຄາະຊ້າ ຈະລວມ ຂໍ້ມູນ ແບບຈຳລອງ ກັບ ການສັງເກດການທົ່ວໂລກ ເຂົ້າໄວ້ ໃນຊຸດຂໍ້ມູນ ແຕ່ປີ 1979 ຫາ ປັດຈຸບັນ (GEE, ERA5 Daily, 2023 b)

- Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) ການ ວິເຄາະລະບົບ ສະພາບອາກາດ ຂອງມະຫາສະຫມຸດ,ພື້ນຜິວ ຂອງ NCEP ແຕ່ປີ 2010 ທີ່ມີຄວາມລະອຽດສູງ (GEE, CFSR, 2023 c)

- National Oceanic and Atmospheric Administration Climate Prediction Center (NOAA CPC) ແມ່ນການວິເຄາະ ນ້ຳຝົນທົ່ວໂລກ ດ້ວຍຄວາມລະອຽດ ເຊິ່ງພື້ນທີ່ ແລະ ເວລາ ໂດຍນຳໃຊ້ ດາວທຽມຜ່ານ ຄື້ນ ໄມໂຄເວບ (NOAA, 2002)

ສຳຫຼັບ ຂໍ້ມູນຝົນພື້ນທີ່ ຂອງອ່າງເກັບນ້ຳເທີນ 2 ແມ່ນ ຄຳນວນ ຈາກສະຖານນີ ນ້ຳຝົນ 7 ສະຖານນີ ໂດຍນຳໃຊ້ ວິທີຂອງ Thiessen polygon method (Arianti, 2018)ໃນການຄຳນວນ ປະລິມານ ຝົນພື້ນທີ່ລາຍວັນ.

ຕາຕະລາງທີ 1. ສຸດການຄຳນວນຝົນລາຍວັນ ຂອງ ເຂື່ອນໄຟຟ້າ ນ້ຳເທີນ 2 ດ້ວຍວິທີ Thiessen Polygon Method

Rainfall Station	Damsite	Ban Thalang	Nakai	Nam On	Nam Noy	Upper Nam Theun	Upper Nam Xot
NT 2 Areal Rainfall (km^2)	274.7	487.0	323.5	633.4	669.7	887.1	692.9
α_i (%)	6.92	12.27	8.15	15.96	16.88	22.36	17.46
$AR_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i R_i$		AR ຝົນພື້ນທີ່ Areal Rainfall [mm/day] R_i ປະລິມານນ້ຳຝົນລາຍວັນ ຂອງສະຖານນີ ນ້ຳຝົນ Rainfall quantity [mm/day] α_i ພື້ນທີ່ຮັບນ້ຳຝົນ ຂອງສະຖານນີ Weight relative of area of each station					

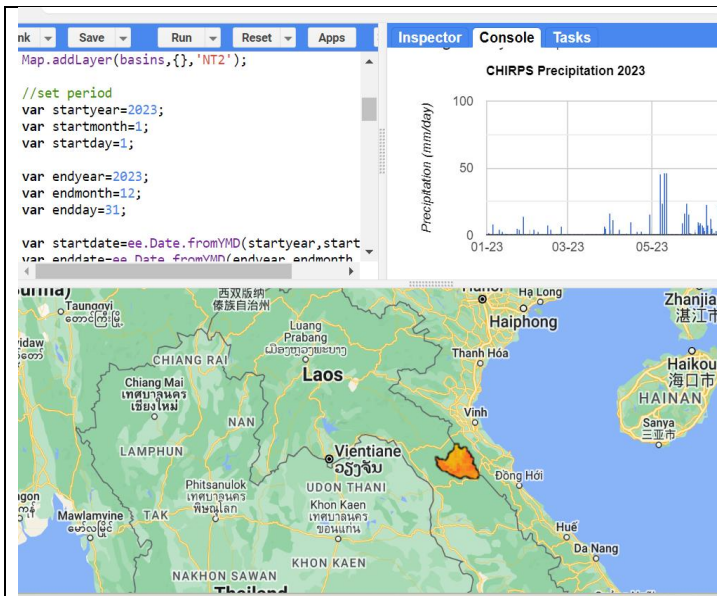
2.4 ວິທີການສຶກສາ

2.4.1 ສຶກສາຂໍ້ມູນ ຝົນພື້ນທີ່ ແມ່ນນຳໃຊ້ GEE ໃນການດຶງຂໍ້ມູນ ຝົນ ດາວທຽມ, ເປັນລາຍວັນ ແລະ ລາຍເດືອນ. ນຳໃຊ້ ເນື້ອທີ່ອ່າງໂຕ່ງ ຂອງນ້ຳເທີນ 2 (NT2 Shapefile)

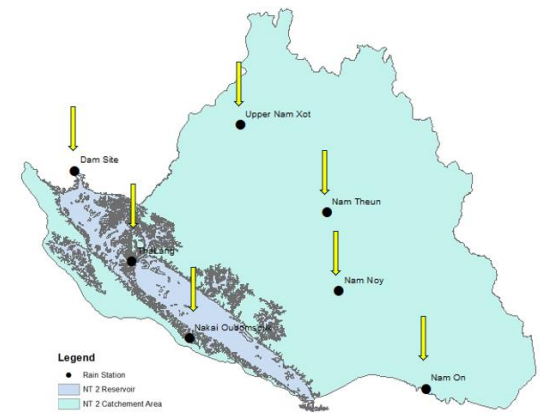
<https://code.earthengine.google.com/>

2.4.2 ສຶກສາຂໍ້ມູນ ຈຸດຕໍ່ຈຸດ ແມ່ນ ສົມທຽບຄ່າ ຝົນດາວທຽມ ໃນຈຸດ ດຽວ, ເວລາ ດຽວກັນ (Parichat Wetchayont, 2020) ກັບສະຖານ ນີ ນ້ຳຝົນຕັ້ງຢູ່ ທັງຫມົດ 7 ຈຸດ, ໂດຍນຳໃຊ້

<https://www.climateengine.org/>, ແລ້ວທາການ ຄຳນວນຝົນ ພື້ນທີ່ ຕາມ Thiessen polygon method. ສຳລັບ ອຸນນະພູມ ແລະ ຄວາມໄວລົມ ແມ່ນສົມທຽບ ກັບສະຖານນີ ອຸຕຸ ບ້ານທ່າລັງ.



ຝຶນດາວທຽມ ແບບພື້ນທີ່ ຂອງ Google Earth Engine



ຝຶນດາວທຽມແບບຈຸດຕໍ່ຈຸດຂອງ Climate Engine

ຮູບພາບທີ 3: ຝຶນດາວທຽມ ຂອງ GEE ແລະ Climate Engine

2.4.3 ຂັ້ນຕອນການສຶກສາ

	ຂັ້ນຕອນການສຶກສາ
1	ກຽມຂໍ້ມູນ Shapefile of working Area
2	ນຳໃຊ້ Google Earth Engine ແລະ Climate Engine
3	ເຊື່ອມຕໍ່ ດຶງຂໍ້ມູນຝຶນດາວທຽມຈາກ GPM, CHIRPS, ERA 5, NOAA CPC, CFSR
4	ສົມທຽບຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນ ຈາກດາວທຽມ ແລະ ຂໍ້ມູນຈາກພື້ນທີ່ ສຶກສາ
5	ສະຫຼຸບ ວິເຄາະສົມທຽບຂໍ້ມູນຄວາມຖືກຕ້ອງ NSE-RSR-R2-PBIAS

2.5 ວິທີການກວດສອບ ຄວາມສາພັນ ແລະ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງ ຂໍ້ມູນ

ວິທີການ ກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງການຄານວນ ປະລິມານນໍ້າໄຫຼນໍ້າ ອ່າງເກັບນໍ້າ ແມ່ນນຳໃຊ້ Calculate Performance Metrics for Daily Flows (D. N. Moriasi, 2007)

- Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ປະສິດທິພາບຂອງ ແບບຈຳລອງ, ຄ່າຂອງ NSE ເຂົ້າໃກ້ 1 ແມ່ນຫມາຍຄວາມ ວ່າ ຂໍ້ມູນ ແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ.
- Coefficient of Determination (R^2) ການຫາຄວາມ ສຳພັນຂອງຂໍ້ມູນ ເຊິ່ງຖ້າ R^2 ຄ່າ ເຂົ້າໃກ້ຄ່າ 1 ສະແດງວ່າ ຂໍ້

ມູນ ແມ່ນມີຄວາມ ສຳພັນຖືກຕ້ອງສູງ, ກົງກັນ ຂ້າມ ຖ້າ ຄ່າ R^2 ເຂົ້າໃກ້ ຄ່າສູນ ສະແດງວ່າ ຄ່າທັງສອງ ແມ່ນມີ ຄວາມ ຖືກຕ້ອງ ຕ່ຳ ຫຼື ບໍ່ສາມາດ ນຳໃຊ້ໄດ້.

- Percent BIAS (PBIAS) ຄ່າເປີເຊັນ ຄວາມເອນອງ ເປັນ ດັດສະນີແນວໂນ້ນໂດຍສະເລ່ຍ, ຄ່າບວກສະແດງ ວ່າ ຄ່າ ແບບຈຳລອງ ຕ່ຳກວ່າ ຄ່າຈິງ, ໃຫ້ເປັນລົບ ສະແດງວ່າ ຄ່າ ແບບຈຳລອງ ສູງກວ່າ ຄ່າຈິງ.
- Root Square Error (RSR) ເປັນໂຕຊີ້ວັດຄວາມ ຄາດເຄື່ອນ ຂອງແບບຈຳລອງ ໂດຍຄຳນວນຈາກ ຄ່າປະເມີນ ແລະ ຄ່າຈິງ

ຕາຕະລາງ 02: ສູດການຄານວນ ໂຕຊີ້ວັດຜົນ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງປະລິມານນໍ້າລາຍວັນ

	Error analysis of IFAS model	Formular
1	Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE)	$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - R_{st})^2}{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - \bar{R}_{obs})^2}$
2	Coefficient of Determination (R^2)	$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (R_{obs} - \bar{R}_{obs})(R_{st} - \bar{R}_{st})]^2}{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - \bar{R}_{obs})^2 \sum_{i=1}^n (R_{st} - \bar{R}_{st})^2}$

3	Percent BIAS (PBIAS)	$BIAS = 100 \times \left[\frac{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - R_{st})}{\sum_{i=1}^n R_{obs}} \right]$
4	Root Square Error (RSR)	$RSR = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - R_{st})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{obs} - \bar{R}_{st})^2}}$

R obs ຂໍ້ມູນ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ເຂດອ່າງໂຕ່ງ ນໍ້າເທີນ 2

R st ຂໍ້ມູນ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ຈາກດາວທຽມ

$\bar{R}_{obs}$ ຂໍ້ມູນ ສະເລ່ຍປະລິມານນໍ້າຝົນ ເຂດອ່າງໂຕ່ງ ນໍ້າເທີນ 2

$\bar{R}_{st}$ ຂໍ້ມູນ ສະເລ່ຍ ປະລິມານນໍ້າຝົນ ຈາກດາວທຽມ

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ຈາກການສຶກສາຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມ ໂດຍນໍາໃຊ້ ຝົນດາວທຽມ ແບບພື້ນທີ່ຂອງ GEE ແລະ ຝົນດາວທຽມແບບຈຸດຕໍ່ຈຸດຂອງ Climate Engine ສົມທຽບກັບ ສະຖານນິພາກພື້ນດິນທີ່ອ່າງເກັບນໍ້າ ເທີນ 2 ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ສໍາຫຼັບຄ່ານໍ້າຝົນດາວທຽມລາຍເດືອນ ແບບພື້ນທີ່ GEE ທັງ 4 ຝົນດາວທຽມ ມີຄ່າໃກ້ຄຽງ ກັບ ສະຖານນິ ອ່າງເກັບນໍ້າເທີນ 2 ໃນເກນຖືກຕ້ອງສູງ ເຊິ່ງຝົນດາວທຽມຂອງ CFSR ມີຄ່າ NSE = 0.91, GPM ມີຄ່າ NSE = 0.84, ERAS 5 ມີຄ່າ NSE = 0.81, CHIRPS ມີຄ່າ NSE = 0.78. ສໍາຫຼັບ ຝົນດາວທຽມລາຍເດືອນ ແບບຈຸດຕໍ່ຈຸດ ຂອງ Climate Engine ເຫັນວ່າ ມີ 2 ຝົນດາວທຽມ ແມ່ນມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັບຄ່າໂຕຈິງ ເຊິ່ງຝົນດາວທຽມຂອງ CFSR ມີຄ່າ NSE = 0.82 ແລະ CHIRPS ມີຄ່າ NSE = 0.80.

ສໍາຫຼັບຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນລາຍວັນຂອງແບບພື້ນທີ່ GEE ແມ່ນສາມາດ ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ 2 ຝົນດາວທຽມຂອງ GPM ມີຄ່າ NSE = 0.51, ERAS 5 ມີຄ່າ NSE = 0.42 ແມ່ນຢູ່ໃນເກນທີ່ພໍໃຊ້. ສາຫຼັບຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນລາຍວັນແບບຈຸດຕໍ່ຈຸດ ຂອງ Climate Engine ແມ່ນສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ຝົນດາວທຽມຂອງ CHIRPS ມີຄ່າ NSE = 0.52, GPM ມີຄ່າ NSE = 0.42, ERAS 5 ມີຄ່າ NSE = 0.41, ທັງ 3 ຝົນດາວທຽມແມ່ນຢູ່ໃນເກນທີ່ພໍໃຊ້. ສາຫຼັບຄ່າອຸນນະພູມ ສະເລ່ຍລາຍວັນຂອງດາວທຽມ CFSR NSE=0.99 ເຂົ້າໃກ້ 1 ທຽບກັບສະຖານນິບ້ານທໍາລັງຢູ່ທີ່ຈຸດໃຈກາງ ອ່າງເກັບນໍ້າ ແມ່ນມີຄ່າຖືກຕ້ອງສູງ ເຊິ່ງຝົນການສຶກສາສະຫຼຸບຢູ່ທີ່ຕາຕະລາງທີ 4 ແລະ ຕາຕະລາງ ທີ 6.

4. ວິພາກຜົນ

ຜ່ານການສຶກສາ ການນໍາໃຊ້ ຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມກັບຝົນພື້ນທີ່ ອ່າງເກັບນໍ້າເທີນ 2 ເຫັນວ່າ ຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມລາຍເດືອນຂອງ GEE ແມ່ນມີຄວາມ ຖືກຕ້ອງສູງໃກ້ຄຽງກັບ ຄ່າສະຖານນິນໍ້າຝົນພື້ນທີ່ຈິງໂດຍມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງທັງ 4 ຝົນດາວທຽມ CFSR, GPM, ERAS 5, CHIRPS ຕາມລໍາດັບ; ສໍາຫຼັບ ຝົນດາວທຽມລາຍວັນ ແມ່ນ 3 ຝົນດາວທຽມ ສາມາດນໍາໃຊ້ໃນເກນທີ່ ພໍໃຊ້ CHIRPS, GPM ແລະ ERA5 ຕາມລໍາດັບ. ການສຶກສາ ຄັ້ງນີ້ ແມ່ນສອດຄ່ອງກັບຜົນການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Jemal Seid Ahmed1, 2024) ທີ່ໄດ້

ຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບຝົນດາວທຽມທີ່ປະເທດເອທິໂອເປຍ (Ethiopia) ແຕ່ປີ 1981-2018 ພົບວ່າ ຝົນດາວທຽມລາຍເດືອນ ຂອງ CHIRPS ແລະ ERA5 ແມ່ນສາມາດ ນໍາໃຊ້ໄດ້ດີ, ສາຫຼັບລາຍວັນ ຝົນດາວທຽມຂອງ CHIRPS ແມ່ນໃຊ້ໄດ້ໃນເກນພໍໃຊ້ ທີ່ປະເທດເອທິໂອເປຍ.

ໂດຍລວມແລ້ວ ການນໍາໃຊ້ GEE ແມ່ນສາມາດ ນໍາໃຊ້ໃນການຊອກຫາປະລິມານນໍ້າຝົນໃດ້ໃນທຸກພື້ນທີ່ ແລະ ມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ ແລະ ມີຄວາມສະດວກ ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Phanit Mab1, 2019) ເຊິ່ງຄົ້ນຄວ້າ ກ່ຽວກັບການປະເມີນຝົນດາວທຽມ ໂດຍນໍາໃຊ້ GEE ກັບພື້ນທີ່ ໂຕນເລສາບ ຂອງປະເທດກໍາປູເຈັຍ ເຊິ່ງພົບວ່າ ຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງການນໍາໃຊ້ຝົນດາວທຽມຂອງ TRMM ແມ່ນໃດ້ເກນ ພໍໃຊ້ຫາດີ. ແລະ ນອກຈາກນັ້ນ ຍັງສອດຄ່ອງກັບການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Fatkhuroyan F, 2018) ເຊິ່ງຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບການປະເມີນຝົນດາວທຽມລາຍວັນໂດຍນໍາໃຊ້ຝົນດາວທຽມຂອງປະເທດຍີ່ປຸ່ນ JAXA GSMAp-MVK ແລະສະຖານນິນໍ້າຝົນພື້ນທີ່ ທີ່ປະເທດອິນໂດນີເຊຍ 152 ສະຖານນິ ແຕ່ປີ 2014-2017 ພົບວ່າ ຄວາມຖືກຕ້ອງລາຍວັນ ແມ່ນສູງກວ່າ 82%.

5. ສະຫຼຸບ

ຈາກຜົນການສຶກສາ ສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ການນໍາໃຊ້ລະບົບຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມໃນເຂດອ່າງເກັບນໍ້າເທີນ 2 ແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງໃນເກນພໍໃຊ້ຫາດີຫຼາຍ, ໄດ້ ທັງ 2 ວິທີ ແບບຝົນພື້ນທີ່ GEE ແລະ ແບບຝົນຈຸດຕໍ່ຈຸດ Climate Engine, ເຊິ່ງຂໍ້ມູນຝົນຈາກດາວທຽມສາມາດນໍາໃຊ້ເປັນໂຕແທນຂອງສະຖານນິນໍ້າຝົນທີ່ຂາດຂໍ້ມູນເພື່ອໃຊ້ໃນແບບຈໍາລອງອຸທິກກະສາດໃນການຄໍານວນປະລິມານນໍ້າໄຫຼເຂົ້າອ່າງຊ່ວຍສະໜອງຂໍ້ມູນໃນການບໍລິຫານຈັດການນໍ້າ ແລະ ເພື່ອສະໜອງຂໍ້ມູນໃນການຕັດສິນໃຈເປີດປິດປະຕູນໍ້າ, ຫຼຸດຜ່ອນຜົນກະທົບທາງນໍ້າຂອງປະຊາຊົນທ້າຍເຂື່ອນເຂດຫີນບຸນ, ປາກກະດິງ ແລະ ເຊບັ້ງໄຟ.

ສໍາຫຼັບອ່າງເກັບນໍ້າອື່ນໆ ຫຼື ພື້ນທີ່ທີ່ຕ້ອງການສຶກສາຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມ GEE ແລະ Climate Engine ໃນການປະເມີນຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງຝົນພື້ນທີ່ຄວນມີໜຶ່ງ ຫຼື ສອງສະຖານນິວັດແທກນໍ້າຝົນໃກ້ຄຽງເພື່ອປຽບທຽບຄວາມຖືກຕ້ອງກ່ອນເປັນຢ່າງໜ້ອຍ ເພື່ອສົມ

ທຽບຂໍ້ມູນສະຖິຕິຄວາມແຫ້ງແລ້ງ, ຂໍ້ມູນສະຖິຕິຝົນຂອງຫຼາຍປີຜ່ານມາ.

ດັ່ງນັ້ນ, ຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນດາວທຽມກໍ່ເປັນວິທີໜຶ່ງທີ່ ມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ ສາມາດນໍາມາໃຊ້ໃນພື້ນທີ່ທີ່ມີຂໍ້ຈຳກັດຂອງຕັ້ງສະຖານນີ້ນໍ້າຝົນ, ປັດຈຸບັນມີຂໍ້ມູນດາວທຽມຫຼາຍຜະລິດຕະພັນທີ່ເຜີຍແຜ່ທາງອອນໄລໃຫ້ດາວໂຫລດໂດຍບໍ່ມີຄ່າໃຊ້ຈ່າຍ ແລະ ມີຄວາມລະອຽດເຊິ່ງພື້ນທີ່ສູງ. ການນໍາໃຊ້ GEE ແມ່ນມີຄວາມສາມາດໃນຫຼາຍ ໆ ດ້ານ ແລະ ເປັນຂໍ້ມູນໃຫ້ທາງນັກຄົ້ນຄວ້າ ສາມາດຄົ້ນຄວ້າການສຶກສາການປ່ຽນແປງເນື້ອທີ່ປ່າໄມ້, ການນໍາໃຊ້ທີ່ດິນ, ພູມສັນຖານ ສາຍນໍ້າຕ່າງໄດ້ອີກ, ສໍາຫຼັບ Climate Engine ກໍ່ສາມາດນໍາໃຊ້ໄດ້ທຸກພື້ນທີ່ເພື່ອສຶກສາຂໍ້ມູນອຸທິກກະສາດໄດ້ເປັນຢ່າງດີ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິຍານຕົນວ່າຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີ ໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄໍາຂອບໃຈ

ຂ້າພະເຈົ້າຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນຕໍ່ອາຈານນໍາພາຂອງຄະນະຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ແລະ ອາຈານທາງ ມະຫາວິທະຍາໄລ ສຸພານຸວົງ ທີ່ໃຫ້ໂອກາດໃນການເຜີຍແຜ່ການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້ ພ້ອມດ້ວຍບໍລິສັດໄຟຟ້ານໍ້າເທີນ 2 ທີ່ສະ ໜອງຂໍ້ມູນປະລິມານນໍ້າຝົນໃນການສຶກສາ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

Arianti, I. (2018). Rainfall Estimation By Using Thiessen Polygons, Inverse Distance Weighted, Spline, And Kriging Methods: A Case Study In Pontianak, West Kalimantan. *International Journal of Education and Research* , 302.

CHIRPS. (2023). *CHIRPS Daily*. Retrieved from https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/UCSB-CHG_CHIRPS_DAILY

Climate-Engine. (2014). *Climate Engine*. Retrieved from Climate Engine: <https://www.climateengine.org/about>

D. N. Moriasi, J. G. (2007). Model Evaluation Guidelines For Systematic Quantification Of Accuracy In Watershed Simulations. *ResearchGate*, 891. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/43261199_Model_Evaluation_Guidelines_for_Systematic_Quantification_of_Accuracy_in_Watershed_Simulations/figures

Elhamid, A. M. (2020). Assessment of the two satellite-based precipitation products TRMM and RFE rainfall records using ground based measurements. *Alexandria Engineering Journal Volume 59, Issue 2*, 1056. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016820301332?via%3Dihub>

Fatkhuroyan F, T. W. (2018). Vadilation of satellite daily rainfall Estimate over Indonesia. *ResearchGate*, 178.

GEE. (2023 a). *GPM*. Retrieved from Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG) Technical Documentation: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/NASA_GPM_L3_IMERG_V07

GEE. (2023 b). *ERA5 Daily*. Retrieved from ERA5 Daily Aggregates - Latest Climate Reanalysis Produced by ECMWF / Copernicus Climate Change Service: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_DAILY

GEE. (2023 c). *CFSR*. Retrieved from Google Engine for CFSR- Climate Forecast System Reanalysis: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/NOAA_CFSR

Geohackweek. (2016). *Introduction to Google Earth Engine*. Retrieved from GEE: <https://geohackweek.github.io/GoogleEarthEngine/01-introduction/>

GISDA. (2022). *Space techonology and GEO information*. Retrieved from www.gistda.or.th: https://www.gistda.or.th/download/article/article_20230207092654.pdf

Google Earth Engine. (n.d.). Retrieved from <https://earthengine.google.com/>

Hansana, P. (2023). Flood Analysis Using Multi-Scale Remote Sensing Observations in Laos. *MDPI Remote Sensing*, 13.

Jemal Seid Ahmed1, 3. . (2024). Evaluation of ERA5 and CHIRPS rainfall estimates against observations across Ethiopia. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 12.

Keoduangded, S. (2023). Access to Information and Flood Early Warning System Management in Vang Vieng District, Vientiane Province. *Souphanouvong University Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Page 13.

Mapiam, M. P. (2009). Applications of Rain Gauge and Radar Rainfall to a Hydrologic Model For Flood Estimation. In K. U. 2009, *THESIS APPROVAL DOCTORAL* (p. 101). Sydney: <https://senswat.eng.ku.ac.th/website/wp->

content/uploads/2021/09/PunpimPutMap_Flood_Estimation.pdf.

MONRE. (2023). *Vision 2040 and Strategy for Natural resource management until 2023*. Ministry of Natural Resources and Environment.

Namtheun2. (2021). *Nam Theun 2*. Retrieved from An Iconic Project for Laos: www.namtheun2.com

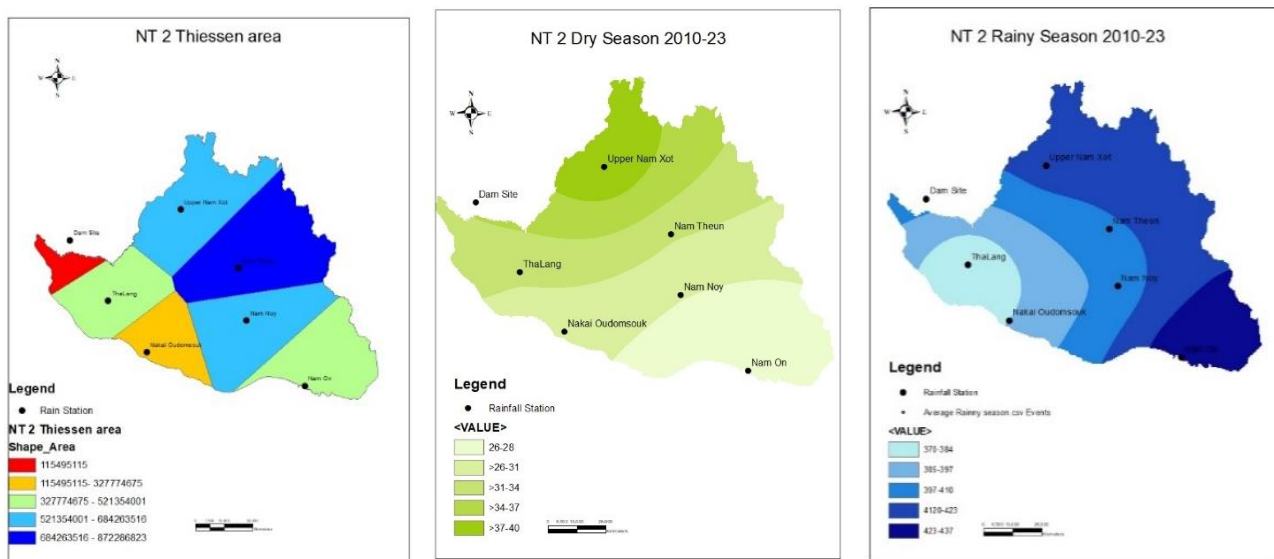
NOAA. (2002). *NOAA CPC Morphing Technique*. Retrieved from NOAA CPC Morphing Technique:

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/janowia/k/cmorph_description.html

Parichat Wetchayont, K. W. (2020). Development of GIS Application for Satellite Rainfall Bias Correction. *Research Gate*, 16.

Pedro Rincón-Avalos, b. A.-C.-D.-B. (2022). Evaluation of satellite precipitation products over Mexico using Google Earth Engine. *Journal of Hydroinformatics*, 725.

Phanit Mab1, S. L. (2019). Evaluation of Satellite Precipitation from Google Earth Engine in Tonle Sap Basin, Cambodia. *ResearchGate*, 234.



ຮູບພາບທີ 4: ແຜນທີ່ ການກະຈາຍໂຕຂອງນ້ຳຝົນ ຍາມແລງ ແລະ ຍາມຝົນ ຂອງ ອ່າງເກັບນ້ຳງເທີນ 2

ຕາຕະລາງທີ 3: ໂຕຊີ້ວັດຜົນ ສະຖິຕິ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງປະລິມານນ້ຳຝົນ ລາຍວັນ Static Performance rating Calculate Performance Metrics for Daily Flows (D. N. Moriasi, 2007)

Performance Rating	NSE	RSR	R ²	PBIAS
Very Good	0.65<NSE≤1.00	0.00<RSR≤0.60	0.65<R ² ≤1.00	PBIAS< ±15
Good	0.55<NSE≤0.65	0.60<RSR≤0.70	0.55<R ² ≤0.65	±15≤PBIAS<±20
Satisfactory	0.40<NSE≤0.55	0.70<RSR≤0.80	0.40<R ² ≤0.55	±20≤PBIAS<±30
Unsatisfactory	NSE≤0.40	RSR>0.80	R ² ≤0.40	PBIAS≥±30

ຕາຕະລາງທີ 4: ຜົນການສຶກສາ ສົມທຽບຂໍ້ມູນລາຍວັນ ຂອງ ນ້ຳຝົນ ດາວທຽມກັບ ຝົນພື້ນທີ່

ຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມ ລາຍວັນ Daily Satellite Rainfall Data		ຜົນການສຶກສາສົມທຽບຄວາມຖືກຕ້ອງຝົນດາວທຽມກັບຝົນພື້ນທີ່ຂອງອ່າງໄຕ່ງນ້ຳເທີນ 2							
		ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນລາຍວັນ Google Earth Engine				ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນລາຍວັນ Climate Engine			
		NSE	RSR	R ²	PBIAS	NSE	RSR	R ²	PBIAS
1	GPM	0.51	0.38	0.58	17.88	0.42	0.76	0.53	17.17
2	ERA5	0.42	0.47	0.51	21.23	0.41	0.76	0.50	20.86
3	CHIRPS	0.36	0.47	0.46	14.29	0.52	0.68	0.60	11.86
4	CFSR	0.37	0.44	0.48	-8.55	0.26	0.86	0.43	-10.5
5	NOAA CPC					0.28	0.842	0.41	29.37

6	Temperature CFSR					0.99	0.08	0.99	6.00
---	------------------	--	--	--	--	------	------	------	------

ເກນການ ກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງຂໍ້ມູນ (ອີງຕາມຕາຕະລາງ 3)

	Very Good ດີຫຼາຍ		Satisfactory ພໍໃຊ້
	Good ດີ		Unsatisfactory ໃຊ້ບໍ່ໄດ້

ຕາຕະລາງທີ 5: ໂຕຊີ້ວັດຜົນ ສະຖິຕິ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງປະລິມານນ້ຳຝົນລາຍເດືອນ Static Performance rating Calculate Performance Metrics for Monthly (D. N. Moriasi, 2007)

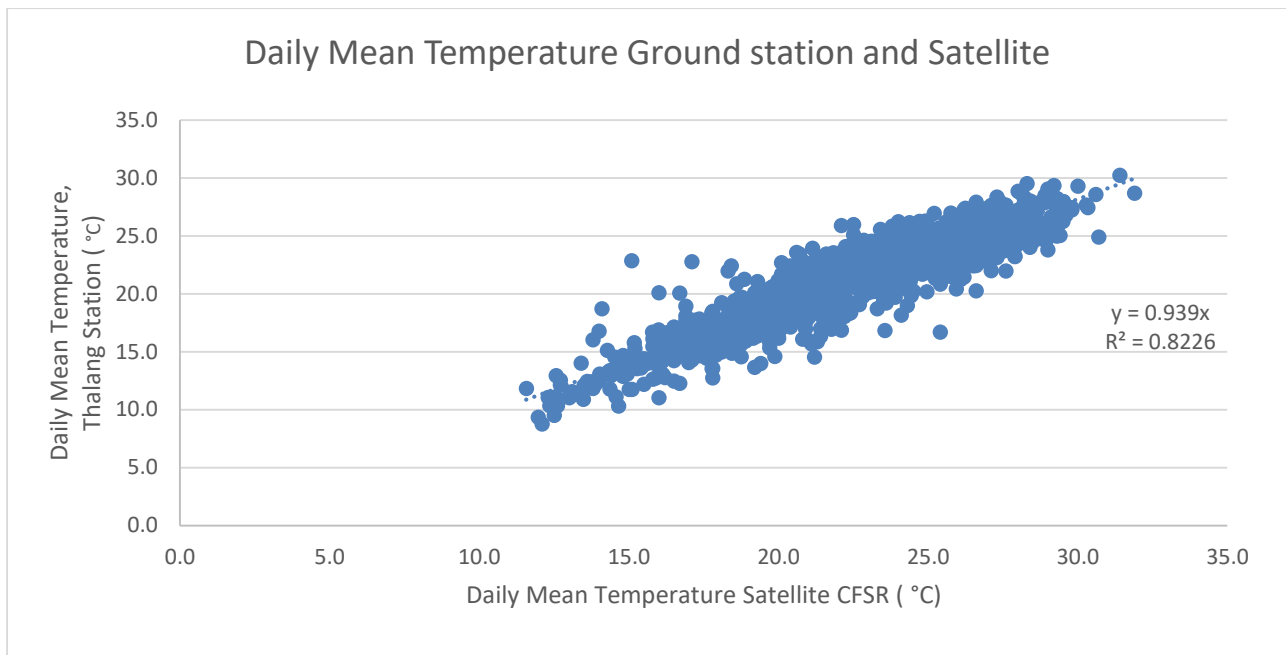
Performance Rating	RSR	NSE	PBIAS (%)		
			Streamflow	Sediment	N, P
Very good	$0.00 \leq \text{RSR} \leq 0.50$	$0.75 < \text{NSE} \leq 1.00$	$\text{PBIAS} < \pm 10$	$\text{PBIAS} < \pm 15$	$\text{PBIAS} < \pm 25$
Good	$0.50 < \text{RSR} \leq 0.60$	$0.65 < \text{NSE} \leq 0.75$	$\pm 10 \leq \text{PBIAS} < \pm 15$	$\pm 15 \leq \text{PBIAS} < \pm 30$	$\pm 25 \leq \text{PBIAS} < \pm 40$
Satisfactory	$0.60 < \text{RSR} \leq 0.70$	$0.50 < \text{NSE} \leq 0.65$	$\pm 15 \leq \text{PBIAS} < \pm 25$	$\pm 30 \leq \text{PBIAS} < \pm 55$	$\pm 40 \leq \text{PBIAS} < \pm 70$
Unsatisfactory	$\text{RSR} > 0.70$	$\text{NSE} \leq 0.50$	$\text{PBIAS} \geq \pm 25$	$\text{PBIAS} \geq \pm 55$	$\text{PBIAS} \geq \pm 70$

ຕາຕະລາງທີ 6: ຜົນການສຶກສາ ສົມທຽບຂໍ້ມູນລາຍເດືອນ ຂອງ ນ້ຳຝົນ ດາວທຽມກັບ ຝົນພື້ນທີ່

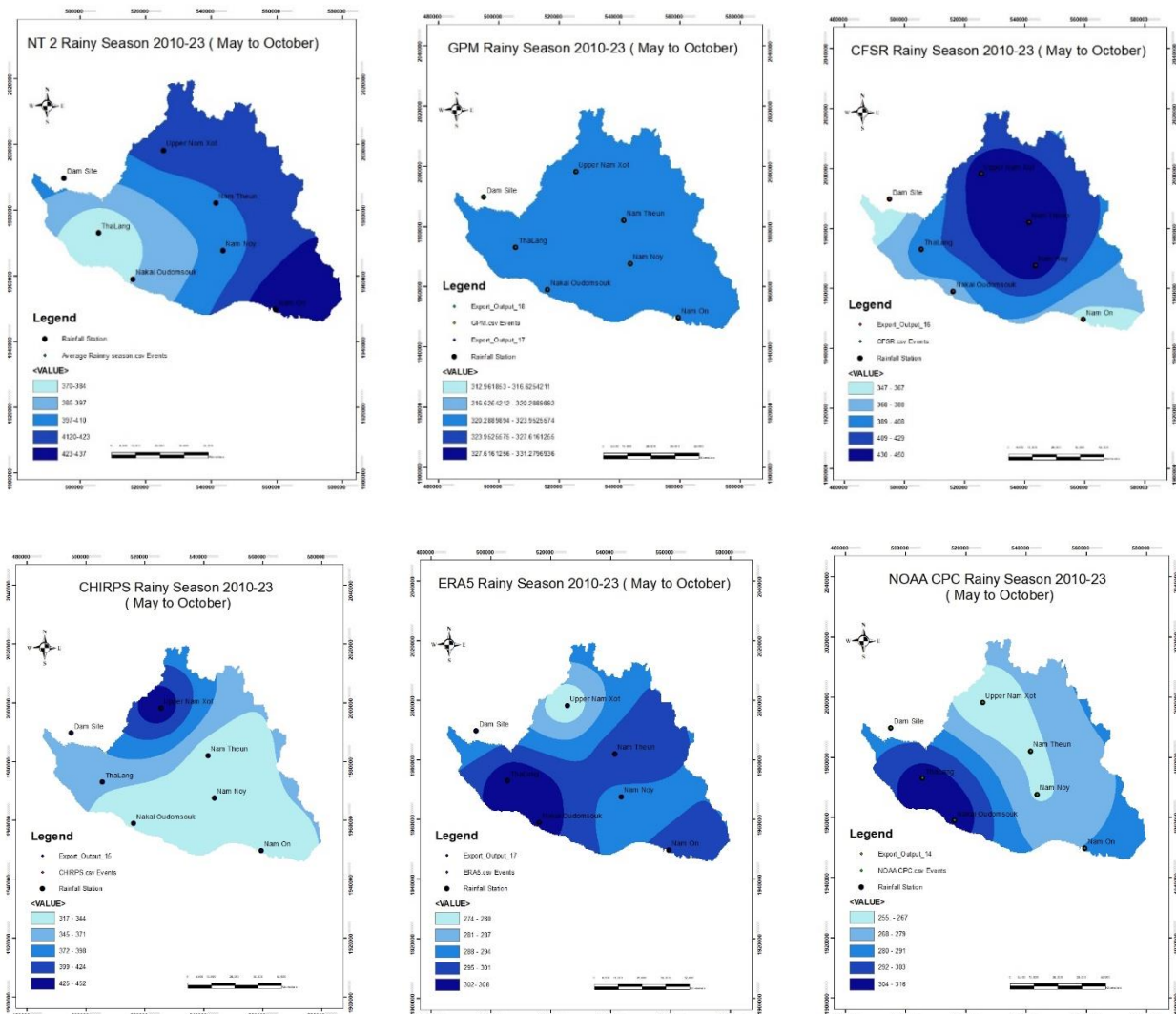
ຂໍ້ມູນຝົນດາວທຽມ ລາຍເດືອນ Monthly Satellite Rainfall Data		ຜົນການສຶກສາ ສົມທຽບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຝົນດາວທຽມ ກັບ ຝົນພື້ນທີ່ຂອງ ອ່າງໄຕ່ງ ນ້ຳເທີນ 2							
		ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນລາຍວັນ Google Earth Engine				ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນລາຍເດືອນ Climate Engine			
		NSE	RSR	R2	PBIAS	NSE	RSR	R2	PBIAS
1	GPM	0.84	0.23	0.88	18.01	0.74	0.50	0.81	17.88
2	ERA5	0.81	0.26	0.88	21.35	0.67	0.57	0.78	20.86
3	CHIRPS	0.78	0.29	0.87	26.55	0.80	0.44	0.83	11.86
4	CFSR	0.91	0.15	0.91	-8.38	0.82	0.42	0.83	-10.52
5	NOAA CPC					0.62	0.60	0.72	29.37

ເກນການ ກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງຂໍ້ມູນ (ອີງຕາມຕາມ ຕາຕະລາງທີ 5)

	Very Good ດີຫຼາຍ		Satisfactory ພໍໃຊ້
	Good ດີ		Unsatisfactory ໃຊ້ບໍ່ໄດ້



ຮູບພາບທີ 5: ການສຶມທຽບອຸນຫະພູມລາຍວັນຂອງດາວທຽມ ແລະ ພື້ນທີ່ສະຖານນີທຳລັງອ່າງເກັບນ້ຳງເທີນ 2



ຮູບພາບທີ 6: ການສຶມທຽບປະລິມານນ້ຳຝົນລາຍເດືອນຂອງຝົນດາວທຽມ ແລະ ຝົນພື້ນທີ່