

Incoming Flow Calculation to Nam Theun 2 Reservoir, Nakai District, Khammouane Province

Daovy PHONGSA*, Dr Keodouangchay KEOKHAMPHOUY, Chinsamout KEOSOUTTHA

Major Hydrology for water resource management, Faculty of Water resource, University of Laos, Lao PDR

***Correspondence:** Daovy Phongda,
Faculty of Water resource,
University of Laos
Tel: 020 2222 9944, E-mail:
daovy.ph@nuol.edu.la ;
daovy@live.com

Submitted: November 04, 2024

Revised: December 30, 2024

Accepted: January 13, 2025

Abstract

The purpose of this study is to assess the accuracy of the Intergrade Flood Analysis System (IFAS) model in calculating the incoming flow into reservoirs, in Nam Theun 2 Reservoir, to support to the water management and prevent flood-related issues.

The performance of the IFAS model result used NSE (Nash-Sutcliffe efficiency), PBIAS (percent bias), R2 (coefficient of determination), and RSR (root mean square error) to compare calculated by IFAS and the water balance from 2010 to 2024, with results of NSE = 0.58, PBIAS = 8.79, R2 = 0.68, and RSR = 0.65. The 2023 study showed the highest accuracy with NSE = 0.73, PBIAS = -12, R2 = 0.83, and RSR = 0.52, Ev = 9.6 % The findings concluded that the IFAS model can calculate daily inflow closed to the observation data but has limitations in calculating peak and the extreme climate dry condition, such as in 2020 and 2022.

Keywords: Rainfall runoff, Reservoir management, IFAS Model

1. ພາກສະເໜີ

ປັດຈຸບັນໂລກເຮົາແມ່ນ ກຳລັງພົບກັບ ບັນຫາການປ່ຽນແປງສະພາບອາກາດ ອຸນນະພູມເພີ່ມຂຶ້ນໃນຍາມຮ້ອນ ແລະ ເກີດຝົນຕົກແຮງພາຍຫຼາຍຂຶ້ນໃນລະດູຝົນ (World Bank Group, 2021), ອີງຕາມກົດຫມາຍ ຄວາມປອດໄພຂອງເຂື່ອນ ທີ່ວາງອອກໂດຍ ກະຊວງພະລັງງານ ແລະ ບໍ່ແຮ່ໃນປີ 2023, ທຸກເຂື່ອນທີ່ມີອ່າງເກັບນ້ຳແຕ່ 8 ລ້ານ m^3 ຂຶ້ນໄປ, ຕ້ອງໄດ້ມີມາດຕະການຮັບມືສຸກເສີນ ແລະ ການບໍລິຫານນ້ຳຢ່າງມີປະສິດທິຜົນ (Mines, 2023).

ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ ແມ່ນເປັນເຄື່ອງມືໜຶ່ງທີ່ສາຄັນໃນການຈຳລອງ ເຫດການ ຂອງນ້ຳຝົນ ນ້ຳທ່າ ເຊິ່ງຊ່ວຍໃນການ ຄາດຄະເນການເກີດນ້ຳຖ້ວມ ຈັດການຄວາມສ່ຽງ ທີ່ເກີດຈາກນ້ຳ ເຊິ່ງເປັນບັນຫາໜຶ່ງທີ່ສົ່ງຜົນກະທົບ ຕໍ່ກັບ ການທຳມາຫາກິນ ການເປັນຢູ່ຂອງປະຊາຊົນ ພ້ອມກັບເສດຖະກິດຂອງຊາດ (Department of Social Welfare, 2018).

ການຄາດຄະເນສະພາບອາກາດ ຂອງເຂື່ອນໄຟຟ້ານ້ຳເທີນ 2 ແມ່ນມີ 3 ແບບ ຄື: (1) ການຄາດການໄລຍະຍາວ ຈຸດປະສົງເພື່ອສະໜອງຂໍ້ມູນໃຫ້ ກັບການຜະລິດໄຟເປັນຫຼັກ, ຄາດຄະເນ 1 ຫາ 2 ເດືອນລ່ວງໜ້າ, ໂດຍໃຊ້ຂໍ້ມູນລາຍເດືອນຂອງ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), APEC Climate Center (APCC), European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF) (NOAA, Six month seasonal forecast, 2024). (2) ການຄາດການໄລຍະກາງ ຈຸດປະສົງແມ່ນຕິດຕາມສະພາບອາກາດ ແລະ ເສັ້ນທາງເດີນ ຂອງພາຍຸ, ຄາດຄະເນ 3

ຫາ 7 ວັນ (NOAA, Southeast Asia Precipitation, n.d.) ໂດຍນຳໃຊ້ຂໍ້ມູນຂອງກົມອຸຕຸ ລາວ, ໄທ, ຫວຽດນາມ, ຟີລິບປິນເປັນຫຼັກ. (3) ການຄາດການໄລຍະສັ້ນ ຈຸດປະສົງແມ່ນສະໜອງຂໍ້ມູນໃນການຕັດສິນໃຈ ຊ່ວຍໃນການບໍລິຫານຈັດການນ້ຳ (Aliya Litthima, 2018) ເປີດປິດປະຕູລະບາຍນ້ຳທີ່ ເຂື່ອນນາກາຍ ສຸ່ສາຍນ້ຳກະດິງ ແລະ ເຂື່ອນດັດສິມລົງສູ່ ນ້ຳເຊບັງໄຟ, ການຄາດຄະເນແມ່ນເປັນລາຍວັນ.

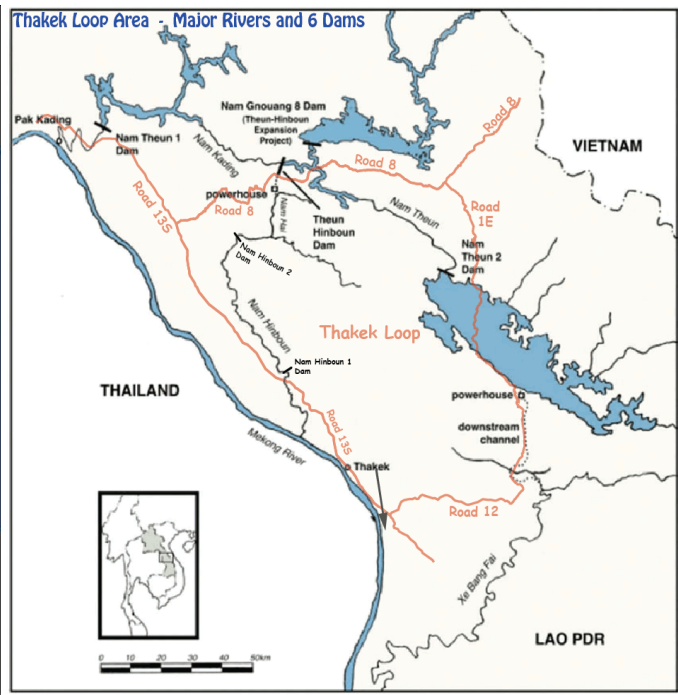
ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ແມ່ນສາມາດນຳໃຊ້ໃນການສຶກສາຄຳນວນ ປະລິມານການໄຫຼໃນສາຍນ້ຳ, ຄາດການນ້ຳຖ້ວມ ເຊັ່ນ ຢູ່ອ່າງຮັບນ້ຳໂຕກາຊີ ເມືອງຮອກໄກໂດປະເທດຍີ່ປຸ່ນ (Chena, 2021), ແລະ ອ່າງເກັບນ້ຳດຸງກັນ ປະເທດມາເລເຊຍ (I Hafiz1, 2013) ເຊິ່ງຜົນການສຶກສາແມ່ນສາມາດ ຄຳນວນປະລິມານການໄຫຼຂອງສາຍນ້ຳໃນຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ.

ຈຸດປະສົງ ຂອງການຄົ້ນຄວ້າໃນຄັ້ງນີ້ ເພື່ອສຶກສາ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງການຄິດໄລ່ປະລິມານນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງເກັບ ນ້ຳ ນ້ຳເທີນ 2 ໂດຍນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

2.1 ທີ່ຕັ້ງ ແລະ ຂອບເຂດພື້ນທີ່ຄົ້ນຄວ້າ

ຂອບເຂດພື້ນທີ່ການຄົ້ນຄວ້າແມ່ນສຶກສາເຂດອ່າງເກັບນ້ຳ ນ້ຳເທີນຂອງບໍລິສັດໄຟຟ້ານ້ຳເທີນ 2 ເຊິ່ງຕັ້ງຢູ່ເມືອງນາກາຍ ແຂວງຄຳມ່ວນ ແລະ ເມືອງຄຳເກີດ ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ, ເຊິ່ງໄດ້ນຳໃຊ້ 7 ສະຖານນິຕິຜົນໃນການຄຳນວນ ປະລິມານນ້ຳຝົນລາຍວັນ ໂດຍນຳໃຊ້ວິທີຂອງ Thiessen polygon method (Bray, 2006) (Namtheun2, 2021).



ຮູບພາບທີ 1: ທີ່ຕັ້ງຂອງອ່າງເກັບນ້ຳ ນ້ຳເທີນ 2

2.2 ອຸປະກອນ

ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS model ເປັນແບບຈຳລອງທີ່ພັດທະນາໂດຍສະຖາບັນ The International Center for Water Hazard and Risk Management (ICHARM) ເພື່ອຄຳນວນ

ປະລິມານນ້ຳ ທີ່ໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ໂດຍໄດ້ນຳໃຊ້ຂໍ້ມູນຝົນພື້ນທີ່ (ICHARM, 2009).

ໂປຣແກຣມ Geographic Information System (GIS) ລະບົບຂໍ້ມູນຂ່າວສານທາງດ້ານພູມສາດ ແມ່ນໄດ້ໃຊ້ໃນການວິເຄາະສະພາບພື້ນທີ່ຄວາມສູງ ແລະ ວິເຄາະການກະຈາຍໂຕຂອງນ້ຳຝົນ.

2.3 ຂໍ້ມູນສຶກສາ

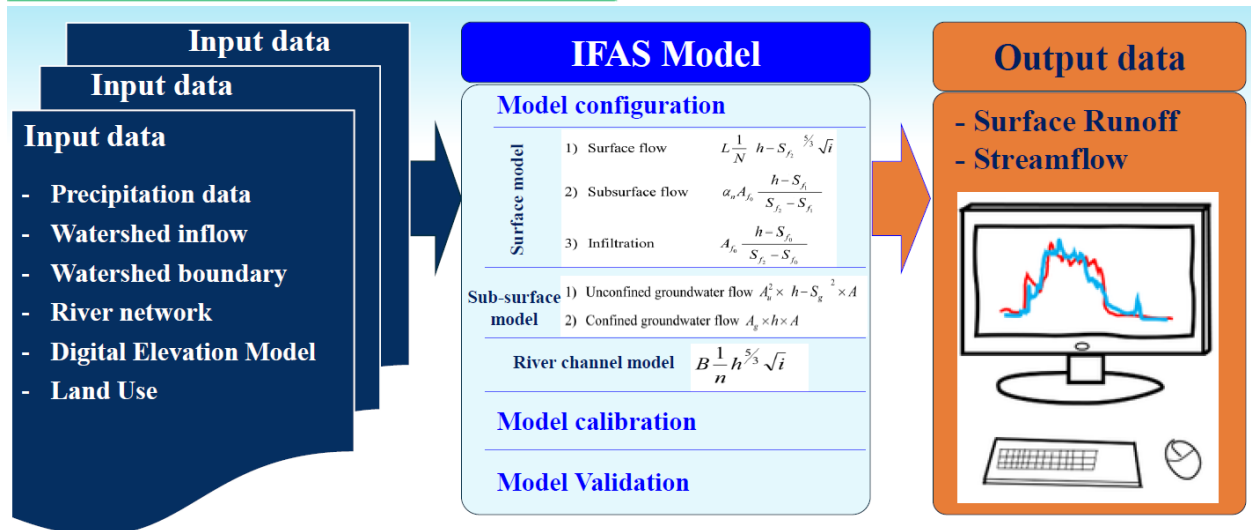
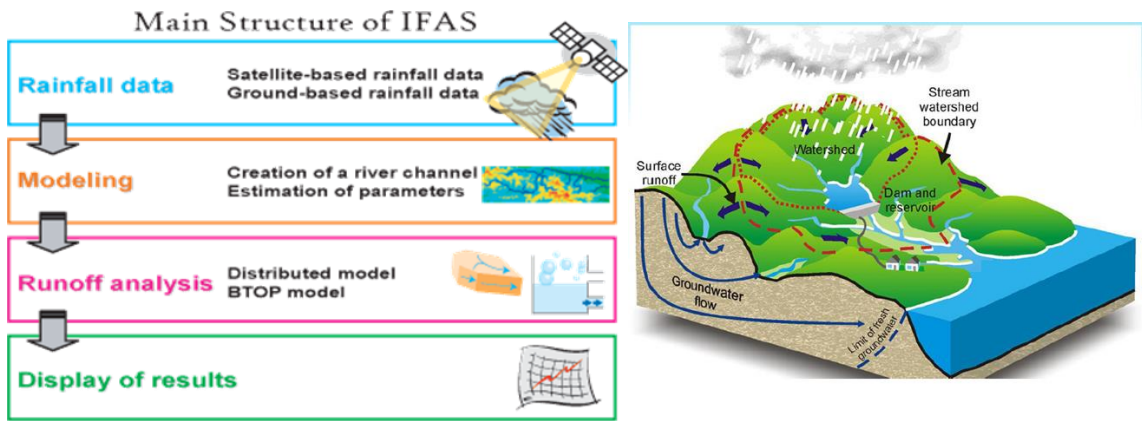
ຂໍ້ມູນ	ແຫຼ່ງທີ່ມາ
ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນພື້ນທີ່ຂອງ 7 ສະຖານນິຕິຝົນ ແລະ ປະລິມານ ນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ແຕ່ ປີ 2010 ຫາ ເດືອນ ສິງຫາ ປີ 2024	ເຂື່ອນໄຟຟ້ານ້ຳເທີນ 2
ຂໍ້ມູນພູມສັນຖານ Digital Elevation Model (DEM)	SRTM https://earthexplorer.usgs.gov
ຂໍ້ມູນຂອງສາຍນ້ຳ Boundary , Nam Theun 2 Sharp file, Land Use	(https://lrims-dalam.net/)

2.4 ວິທີການສຶກສາ

ນຳຂໍ້ມູນພູມສັນຖານ ຄວາມສູງຊັນຂອງພື້ນທີ່, ລະບົບສາຍນ້ຳ, ຂໍ້ມູນການນຳໃຊ້ທີ່ດິນ ແລະ ຂໍ້ມູນນ້ຳຝົນພື້ນທີ່ ເຂົ້າໃນແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS.

ການຕັ້ງຄ່າປະກອບໄປດ້ວຍ Surface model, Aquifer ແລະ River Channel model ເພື່ອໃຊ້ໃນການຄຳນວນ ປະລິມານນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ຕາມແຜນວາດຂ້າງລຸ່ມນີ້.

ຫລັງຈາກໄດ້ຜົນການຄຳນວນ ແມ່ນໄດ້ກວດສອບຄ່າຄວາມຖືກຕ້ອງ ແລະ ຄຳນວນຄວາມແຕກຕ່າງຂອງບໍລິມາດ, ຄ່າແຕກຕ່າງຂອງນ້ຳມືອງສູງສຸດ ຂອງໄລຍະຝົນຕົກຫນັກໃນແຕ່ລະປີ.



ຮູບພາບທີ 2: ໂຄງສ້າງ ແລະ ຂັ້ນຕອນການເຮັດວຽກຂອງແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS

2.5 ວິທີການກວດສອບຄວາມສາພັນ ແລະ ຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງຂໍ້ມູນຂອງແບບຈຳລອງ IFAS

ວິທີການກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງການຄຳນວນປະລິມານນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງເກັບນ້ຳ ແມ່ນນຳໃຊ້ Calculate Performance Metrics for Daily Flows (Moriassi, 2007)

- Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) ປະສິດທິພາບຂອງແບບຈຳລອງ, ຄ່າຂອງ NSE ເຂົ້າໃກ້ 1 ແມ່ນຫມາຍຄວາມວ່າ ຂໍ້ມູນແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງ.
- Coefficient of Determination (R^2) ການຫາຄວາມສາພັນຂອງຂໍ້ມູນ ເຊິ່ງຖ້າ R^2 ຄ່າ ເຂົ້າໃກ້ຄ່າ 1 ສະແດງວ່າ ຂໍ້ມູນແມ່ນມີຄວາມ ສຳພັນຖືກຕ້ອງສູງ, ກົງກັນຂ້າມ ຖ້າຄ່າ R^2 ເຂົ້າໃກ້ ຄ່າສູນ ສະແດງວ່າຄ່າທັງສອງ ແມ່ນມີ ຄວາມຖືກຕ້ອງຕ່ຳ ຫລື ບໍ່ສາມາດນຳໃຊ້ໄດ້.

- Percent BIAS (PBIAS) ຄ່າສ່ວນຮ້ອຍຄວາມເອນອງ ເປັນດັດສະນີແນວໂນ້ນໂດຍສະເລ່ຍ, ຄ່າບວກ ສະແດງ ວ່າຄ່າແບບຈຳລອງຕ່ຳກວ່າຄ່າຈິງ, ຄ່າເປັນລົບ ສະແດງວ່າ ຄ່າແບບຈຳລອງສູງກວ່າຄ່າຈິງ.
- Root Square Error (RSR) ເປັນໂຕຊີ້ວັດຄວາມຄາດເຄື່ອນຂອງແບບຈຳລອງ ໂດຍຄຳນວນຈາກ ຄ່າປະເມີນ ແລະ ຄ່າຈິງ
- Volume Error (Ev) ແມ່ນໂຕຊີ້ວັດ ຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງການປະລິມານບໍລິມາດຂອງແບບຈຳລອງ ແລະ ຄ່າຈິງ
- Peak Discharge Error (Ep) ແມ່ນສ່ວນຮ້ອຍຄ່າຄວາມແຕກຕ່າງລະຫວ່າງນ້ຳນອງສູງສຸດຂອງແບບຈຳລອງ ແລະ ນ້ຳນອງສູງສຸດຂອງພື້ນທີ່ສຶກສາ. (Riaz, 2017)

ຕາຕະລາງທີ 1: ສູດການຄຳນວນໂຕຊີ້ວັດຜົນຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງປະລິມານນ້ຳລາຍວັນ

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

3	Percent BIAS (PBIAS)	$BIAS = 100 \times \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}} \right]$
4	Root Square Error (RSR)	$RSR = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{sim})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - \bar{Q}_{sim})^2}}$
5	Volume Error (Ev)	$E_v = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{obs} - \sum_{i=1}^n Q_{sim}}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}}$
6	Peak Discharge Error (Ep)	$E_p = \frac{Q_{obs\ peak} - Q_{sim\ peak}}{Q_{obs\ peak}}$

Q obs ຂໍ້ມູນ ປະລິມານນໍ້າໄຫຼ ເຂົ້າອ່າງນໍ້າເທີນ 2

Q sim ຂໍ້ມູນ ການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າ ໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ຂອງແບບຈຳລອງ IFAS

$\bar{Q}_{sim}$ ຂໍ້ມູນ ສະເລ່ຍ ການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າ ໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ຂອງແບບຈຳລອງ IFAS

Q_{obs} ຂໍ້ມູນ ສະເລ່ຍປະລິມານນໍ້າໄຫຼ ເຂົ້າອ່າງນໍ້າເທີນ 2

$Q_{obs\ peak}$ ປະລິມານນໍ້ານອງ ສູງສຸດ ໄຫຼ ເຂົ້າອ່າງນໍ້າເທີນ 2

$Q_{sim\ peak}$ ປະລິມານນໍ້ານອງ ສູງສຸດ ຄຳນວນປະລິມານນໍ້າ ຂອງແບບຈຳລອງ IFAS

3. ຜົນການສຶກສາ

ຈາກການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າໄຫຼເຂົ້າອ່າງເກັບນໍ້າ ນໍ້າເທີນ2, ໂດຍນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ສົມທຽບກັບຂໍ້ມູນນໍ້າເຂົ້າອ່າງເກັບນໍ້າ ນໍ້າເທີນ2, ເຫັນວ່າປີ 2023 ແມ່ນມີຄວາມຖືກຕ້ອງສູງສຸດ $NSE = 0.73$, $RSR = 0.52$, $R^2 = 0.83$, $PBIAS = -12$ ເຊິ່ງປະລິມານນໍ້າຝົນແມ່ນຕົກປົກກະຕິ ແລະ ຫຼາຍກວ່າຄ່າສະເລ່ຍແຕ່ປີ 2010 ຫາ ປັນຈຸບັນ, ຄ່າລວມແຕ່ປີ 2010-2024 ແມ່ນ $NSE = 0.58$, $RSR = 0.65$, $R^2 = 0.68$, $PBIAS = 9\%$, ປີທີ່ມີຄວາມຄາດເຄື່ອນສູງສຸດແມ່ນປີ 2020, $NSE = 0.10$, $RSR = 0.95$, $R^2 = 0.31$, $PBIAS = 9\%$, ເນື່ອງຈາກອີງຕາມ ສະຖິຕິການຕົກຂອງຝົນໃນປີ 2020 ແມ່ນຕົກຊ້າ ແລະ ມີຕ່ຳກວ່າຄ່າສະເລ່ຍ ແຕ່ປີ 2010 ຫາ ປັນຈຸບັນ. ສຳລັບຄ່າປະລິມານຄວາມແຕກຕ່າງ ຂອງບໍລິມາດອ່າງເກັບນໍ້າ ໂດຍລວມ ແມ່ນ $Ev = 9.6\%$, ຄວາມແຕກຕ່າງສູງສຸດນໍ້ານອງຕິດທີ່ສຸດ ແມ່ນເຫດການນໍ້ານອງປີ 2012 ເຊິ່ງຄ່າ $Ep = -0.8\%$, ປີທີ່ມີຄວາມແຕກຕ່າງຫຼາຍ ແມ່ນປີ 2022 ເຊິ່ງຄ່າ $Ep = -71.8\%$, ຜົນການສຶກສາ ແມ່ນສະຫຼຸບໂດຍລວມໄດ້ວ່າ ການນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ ແມ່ນສາມາດນຳໃຊ້ ແລະ ມີຄວາມຖືກຕ້ອງຕາມ NSE ໃນເກນທີ່ພໍໃຊ້ ຫາດີຫຼາຍ.

4. ວິພາກຜົນ

ຜ່ານການສຶກສາການນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ເຫັນວ່າການປ່ຽນແປງສະພາບອາກາດ ກໍ່ມີຜົນຕໍ່ການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າເຂົ້າອ່າງໂດຍສະເພາະ ປີ 2020 ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບບົດລາຍງານຂອງອົງການອຸຕຸໂລກ ໄດ້ພົບວ່າ ສະພາບອາກາດລາມິນຍາ ແມ່ນເລີ່ມຊ້າໃນເດືອນ ກັນຍາ ຫາ ເດືອນ ພະຈິກ ປີ 2020 (Organization, 2020)

ແລະປີ 2022 ແມ່ນປີທີ່ ປະລິມານນໍ້າຝົນຕ່ຳກວ່າຄ່າສະເລ່ຍ, ນອກຈາກນັ້ນ ອີງຕາມຂໍ້ມູນສົມທຽບນໍ້າຝົນລາຍເດືອນ (ຮູບພາບທີ 4 ແລະ 5) ເຫັນວ່ານໍ້າຝົນໃນເດືອນກໍລະກົດ ປີ 2020 ແມ່ນມີຕ່ຳຕ່າສຸດ ແຕ່ປີ 1986, ການສຶກສາກໍ່ສອດຄ່ອງການສຶກສາຂອງ (Phetaoi, 2023) ໄດ້ຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບຄວາມສ່ຽງໄພນໍ້າຖ້ວມ ພາຍໃຕ້ການປ່ຽນແປງດິນຟ້າອາກາດ ທີ່ເມືອງໄຊຈຳພອນສຳລັບ ພົບວ່າ ປະລິມານນໍ້າໄຫຼເຂົ້າອ່າງເກັບນໍ້າ ແມ່ນມີຜົນຈາກການປ່ຽນແປງສະພາບອາກາດຂອງພື້ນທີ່. ສຳລັບຄ່າການຄຳນວນຂອງ ປີ 2023 - ເດືອນ ສິງຫາ 2024 ປະລິມານນໍ້າຝົນແມ່ນຢູ່ໃນເກນສູງຫຼາຍເຮັດໃຫ້ການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າເຂົ້າອ່າງແມ່ນໃກ້ຄຽງກັບໂຕຈິງ, ເຊິ່ງການສຶກສາກໍ່ສອດຄ່ອງກັບການສຶກສາຂອງ (Bounhome Kimmany, 2017) ໄດ້ຄົ້ນຄວ້າກ່ຽວກັບປະສິທິພາບຂອງແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດໃນການຄາດຄະເນນໍ້າຊອງທີ່ນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ ແລະ ຜົນການຄົ້ນຄວ້າພົບວ່າ ການນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ແມ່ນມີຄ່າໃກ້ຄຽງກັບຄ່າຈິງ ກວ່າແບບຈຳລອງ HEC-HMS ແລະ SWAT.

ສຳລັບຄ່າການແຕກຕ່າງຂອງບໍລິມາດ ປີ 2011 ເຊິ່ງຄ່າ $Ev = 16.2\%$, 2013 $Ev = 24.5\%$ ຂ້ອນຂ້າງຫຼາຍ ຍ້ອນປີດັ່ງກ່າວ ທາງນໍ້າເທີນແມ່ນມີການລະບາຍນໍ້າຜ່ານທາງປະຕູນໍ້າໃນປະລິມານທີ່ສູງ, ສ່ວນຄ່າລວມແຕ່ປີ 2010- 2024 ແມ່ນ 9.6% ແມ່ນນອນຢູ່ໃນເກນທີ່ໃຊ້ໄດ້ດີ. ສ່ວນຄ່າ ຄວາມແຕກຕ່າງ ຂອງນໍ້ານອງສູງສຸດ ການຄຳນວນ ທາງ IFAS ແມ່ນຍັງ ມີຂໍ້ຈຳກັດ ໂດຍສະເພາະແມ່ນປີທີ່ມີຄວາມແຫ້ງແລ້ງຫຼາຍ ເຊັ່ນປີ 2020 ເຊິ່ງຄ່າ $Ep = 48\%$ ແລະ ປີ 2022 ເຊິ່ງຄ່າ $Ep = 71\%$ ເນື່ອງຈາກຝົນມາຊ້າເດືອນໃນກໍລະກົດ ແລະ ສິງຫາ ເຮັດໃຫ້ການອີ່ມໂຕຂອງດິນແມ່ນມີໜ້ອຍ ເຊິ່ງສິ່ງຜິດຕໍ່ການກັກເກັບຂອງນໍ້າ ແລະ ປະລິມານນໍ້າທີ່ໄຫຼເຂົ້າອ່າງ, ການຕັ້ງຄ່າຫົວໜ່ວຍໃນແບບຈຳລອງ ສາມາດເພື່ອນຳໃຊ້ເພື່ອຜະລິດໄຟ ແລະ ເພື່ອການຄຳນວນຫານໍ້ານອງສູງສຸດ ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບການຄົ້ນຄວ້າຂອງ (Abdul Aziz1, 2011) ທີ່ໄດ້ຄົ້ນຄວ້າ ກ່ຽວກັບ ການນຳໃຊ້ແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ໃນການຄາດຄະເນປະລິມານນໍ້າ ໃນສາຍນໍ້າອິນດັດ (Indus River) ປະເທດປາກິດສະຖານ ພົບວ່າການຕັ້ງຄ່າຫົວໜ່ວຍຂອງ ແບບຈຳລອງໃຫ້ສອດຄ່ອງກັບພູມມິສັນຖານ (Parameter setting) ແມ່ນເຮັດໃຫ້ຄ່າການຄຳນວນປະລິມານນໍ້າແມ່ນມີຄວາມໃກ້ຄຽງກັບຄ່າຈິງ.

5. ສະຫຼຸບ

ຜົນການສຶກສາຄັ້ງນີ້ແມ່ນຢັ້ງຢືນວ່າ ການນໍາໃຊ້ແບບຈໍາລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ໃນການຄໍານວນປະລິມານນໍ້າໄຫຼເຂົ້າອ່າງ ແຕ່ປີ 2010-2024 ແມ່ນ ມີຄວາມຖືກຕ້ອງຢູ່ໃນເກນພໍໃຊ້ຫາດີຫຼາຍ. ມີຄວາມແຕກຕ່າງທາງບໍລິມາດຕາມເກນ, ເຊິ່ງຊ່ວຍໃນການບໍລິຫານຈັດການນໍ້າ ແລະ ເພື່ອສະໜອງຂໍ້ມູນໃນການຕັດສິນໃຈເປີດປິດປະຕູນໍ້າ, ຫລຸດຜ່ອນຜົນກະທົບທາງນໍ້າ ຂອງປະຊາຊົນທ້າຍເຂື່ອນ ເຂດຫີນບຸນ, ປາກກະດິງ ແລະ ເຊບັ້ງໄຟ.

ການນໍາໃຊ້ແບບຈໍາລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ມີຄວາມສະດວກ ແລະ ຈຸດດີຫຼາຍຢ່າງເຊັ່ນ: ບໍ່ມີຄ່າໃຊ້ຈ່າຍ, ຕ້ອງການຂໍ້ມູນທີ່ບໍ່ຊັບຊ້ອນຫຼາຍ, ສາມາດນໍາໃຊ້ໄດ້ທຸກພື້ນທີ່ໂດຍສາມາດນໍາໃຊ້ຜົນດາວທຽມຂອງ Japan Aerospace Exploration Agency ໃນໂຕຂອງແບບຈໍາລອງເລີຍໃນເວລາບໍ່ຍາວຫຼາຍ. ແຕ່ກໍຍັງມີຂໍ້ຈຳກັດຕໍ່ການຄໍານວນ ເຊິ່ງກໍຂຶ້ນກັບການປ່ຽນແປງຂອງສະພາບພື້ນທີ່, ຄຸນນະພາບຂອງຂໍ້ມູນ. ສະຫຼຸບໂດຍລວມແລ້ວ ແບບຈໍາລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ສາມາດຄໍານວນປະລິມານນໍ້າໄຫຼເຂົ້າອ່າງເກັບນໍ້າ ນໍ້າເທີນ 2 ເປັນຢ່າງດີ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິໄຈ ຂໍປະຕິຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄໍາຂອບໃຈ

ຂ້າພະເຈົ້າ ຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນຕໍ່ອາຈານຜູ້ນໍາພາ ຂອງຄະນະຊັບພະຍາກອນທຳມະຊາດ ແລະ ອາຈານທາງ ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ ທີ່ໃຫ້ໂອກາດໃນການເຜີຍແຜ່ການສຶກສາໃນຄັ້ງນີ້.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

Abdul Aziz1, S. T. (2011). Regional Parameterization and Applicability of Integrated Flood Analysis System (IFAS) for Flood Forecasting of Upper-Middle Indus River. *ResearchGate*, 28.

Aliya Litthima, F. o. (2018). *Reservoir Systems and Operation Planning*. <https://irre.ku.ac.th/books/pdf/46.pdf>.

Bounhome Kimmany, S. V. (2017). Effectiveness of hydrologic models for streamflow prediction in the Nam Song River Basin. *THA 2017 International Conference on Water Management and Climate Change Towards Asia's Water-Energy-Food Nexus* (p. 201). Bangkok, Thailand: Bounhome Kimmany.

Bray, D. H. (2006). Automated Thiessen polygon generation. *WATER RESOURCES RESEARCH*, 2.

Chena, Y.-C. (2021). Application study of IFAS and LSTM models on runoff simulation and flood prediction in the Tokachi River basin. *Journal of Hydroinformatic* , 12.

Department of Social Welfare, M. o. (2018). *National Strategy on Disaster risk reduction*. Laos: https://laopdr.un.org/sites/default/files/2019-08/2018%20PDNA_Lao.pdf.

I Hafiz1, N. D. (2013). Application of Integrated Flood Analysis System for Dungun River Basin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (p. 4). IOP.

ICHARM. (June de 2009). *PWRI*. Obtido de IFAS user's manual: https://www.pwri.go.jp/jpn/results/db/doken_kan_koubutu/doken_shiryou/files/doken_shiryou_4148_00.pdf

Management, I. C. (04 de March de 2019). *IFAS Calibrator User Manual 2.0*. Obtido de IFAS model Calibrator : <https://www.pwri.go.jp/icharm/research/ifas/index.html>

Mines, M. o. (2023). *Emergency Action Plan*. Laos: Ministry of Enerfy and Mines.

Moriasi. (2007). *statistic performance ratings based on Moriasi et al*. Obtido de Calculate Performance Metrics for Daily Flows: <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsguides/ideas-and-workflows-for-calibrating-hec-hms-models/calibrating-a-continuous-simulation-model/calculate-performance-metrics-for-daily-flows>

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

NOAA. (2024). *Six month seasonal forecast*. Obtido de SOUTH ASIA NMME MONTHLY PRECIPITATION ANOMALIES: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/nmme/html_monthly/precip_anom_sasia_body.html

NOAA. (s.d.). *Southeast Asia Precipitation* . Obtido de Climate Prediction center: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/JAWF_Monitoring/SEAsia/index.shtml

Organization, W. M. (September de 2020). *Climate and Earth Observation*. Obtido de El Niño La Niña: https://beta.wmo.int/sites/default/files/2023-06/WMO_ENLN_Update_August2020_en_1.pdf

Phetaoi, K. (2023). Study on the Flood Risk Under Climate Change in the XeChamphone Sub-watershed. *Souphanouvong University Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 217.

Riaz, M. A. (2017). Flood Forecasting of an Ungauged Trans-boundary Chenab River Basin Using Distributed Hydrological Model Integrated Flood Analysis System (IFAS) . *Pakistan Journal of Meteorology*, 9. Obtido de [https://www.pmd.gov.pk/rnd/rndweb/rnd_new/journal/vol13_issue26_files/5_Flood_Forecasting_of_an_Ungauged_Trans-](https://www.pmd.gov.pk/rnd/rndweb/rnd_new/journal/vol13_issue26_files/5_Flood_Forecasting_of_an_Ungauged_Trans-boundary_Chenab_River_Basin_Using_Distributed_Hydrological_Model_Integrated_Flood_Analysis_System_%28IFAS%29.pdf)

boundary_Chenab_River_Basin_Using_Distributed_Hydrological_Model_Integrated_Flood_Analysis_System_%28IFAS%29.pdf
World Bank Group, A. (2021). *CLIMATE RISK COUNTRY PROFILE*. Laos: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/sites/default/files/2021-06/15505-Lao%20PDR%20Country%20Profile-WEB.pdf>.

ຕາຕະລາງທີ 2: ໂຕຊີ້ວັດຜົນສະຖິຕິຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງປະລິມານນ້ຳລາຍວັນ Static Performance rating Calculate Performance Metrics for Daily Flows (Moriassi, 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 3: ຜົນການສຶກສາຄວາມຖືກຕ້ອງຂອງແບບຈຳລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ໃນການຄານວນນ້ຳໄຫຼ ເຂົ້າພື້ນທີ່ຂອງອ່າງໂຕ່ງນ້ຳເທີນ 2

ຜົນການສຶກສາ ຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງແບບຈຳລອງ ອຸທິກກະສາດ IFAS ໃນການຄານວນນ້ຳໄຫຼ ທີ່ ພື້ນທີ່ຂອງ ອ່າງໂຕ່ງ ນ້ຳເທີນ 2					ສ່ວນຮ້ອຍສົມທຽບ ຄວາມແຕກຕ່າງ ຂອງ ບໍລິມາດ ແລະ ຈຸດສູງສຸດ ເວລານ້ຳນ່ອງ	
Year	NSE	RSR	R ²	PBIAS	Ev %	Ep %
2010	0.48	0.72	0.63	-7	6.6	-45.2
2011	0.65	0.60	0.73	-16	16.2	6.6
2012	0.46	0.73	0.65	-4	4.1	-0.8
2013	0.50	0.71	0.65	-24	24.5	47.9
2014	0.60	0.63	0.76	13	13.0	8.5
2015	0.67	0.57	0.78	9	-9.1	65.0
2016	0.38	0.79	0.55	9	8.7	-61.7
2017	0.61	0.62	0.74	-6	5.7	-15.3
2018	0.71	0.56	0.82	-15	15.1	19.6
2019	0.52	0.69	0.63	-5	5.5	-48.1
2020	0.10	0.95	0.31	9	8.7	48.7
2021	0.49	0.71	0.64	-11	10.5	-47.3
2022	0.19	0.90	0.55	3	-3.0	-71.8
2023	0.73	0.52	0.83	-12	12.4	-49.2
2024	0.76	0.49	0.82	21	-18.7	48.3
2010-2024	0.58	0.65	0.68	9	9.6	

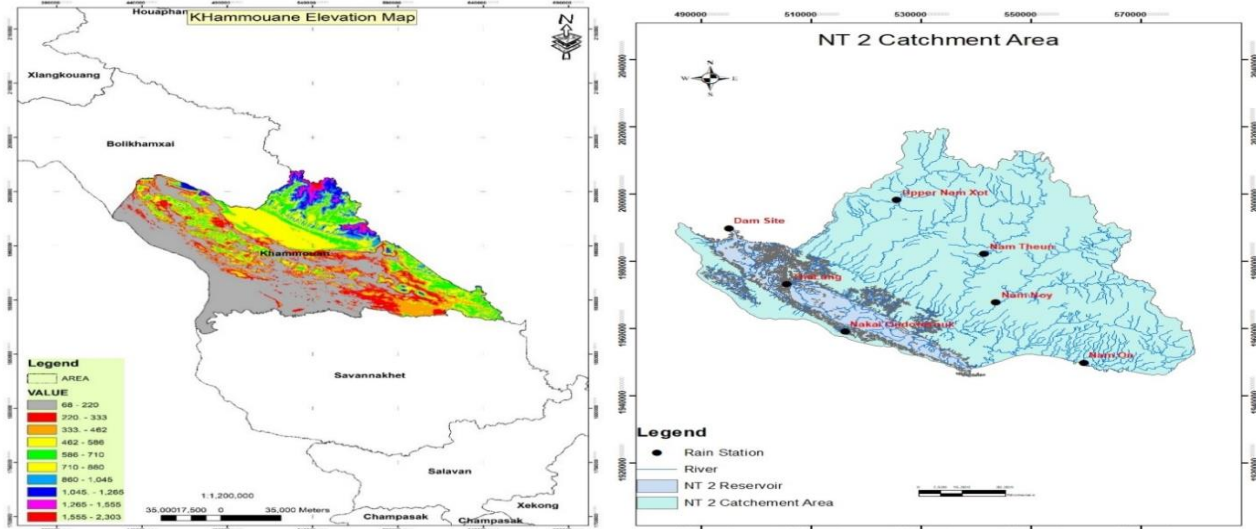
ເກນການ ກວດສອບຄວາມຖືກຕ້ອງ ຂອງຂໍ້ມູນ (ອີງຕາມຕາຕະລາງທີ 2)

	Very Good ດີຫຼາຍ		Satisfactory ພໍໃຊ້
	Good ດີ		Unsatisfactory ໃຊ້ບໍ່ໄດ້

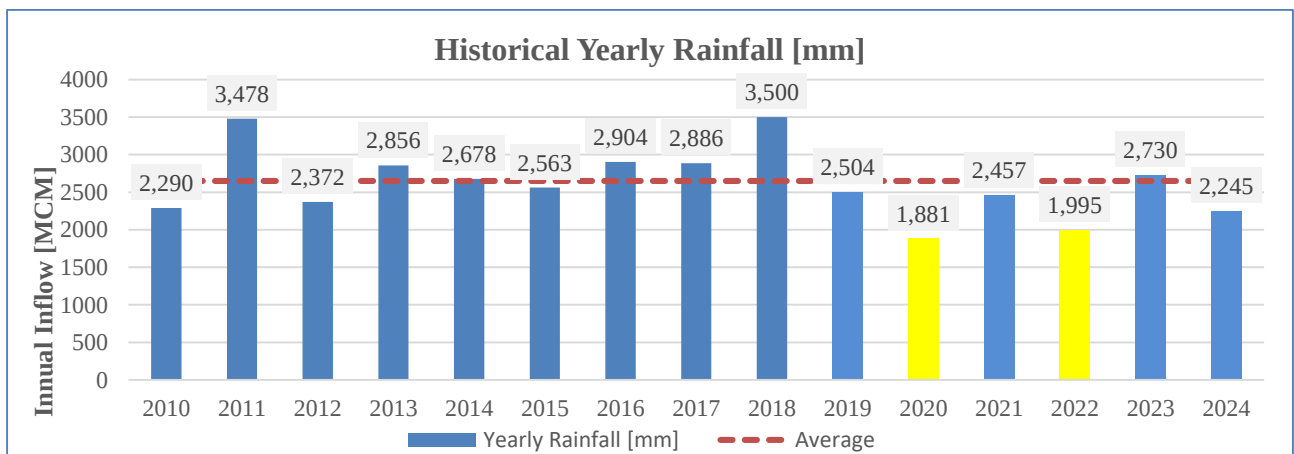
ຕາຕະລາງທີ 4: ການຕັ້ງຄ່າຫົວໜ່ວຍ Parameter ເຊິ່ງໄດ້ມາຈາກສຶກສາການປັບຄ່າຈາກ IFAS model (Management, 2019)

Surface Flow	SKF	HFMXD	HFMND	HFOD	SNF	FALFX	ຄຳແນະນຳ
--------------	-----	-------	-------	------	-----	-------	---------

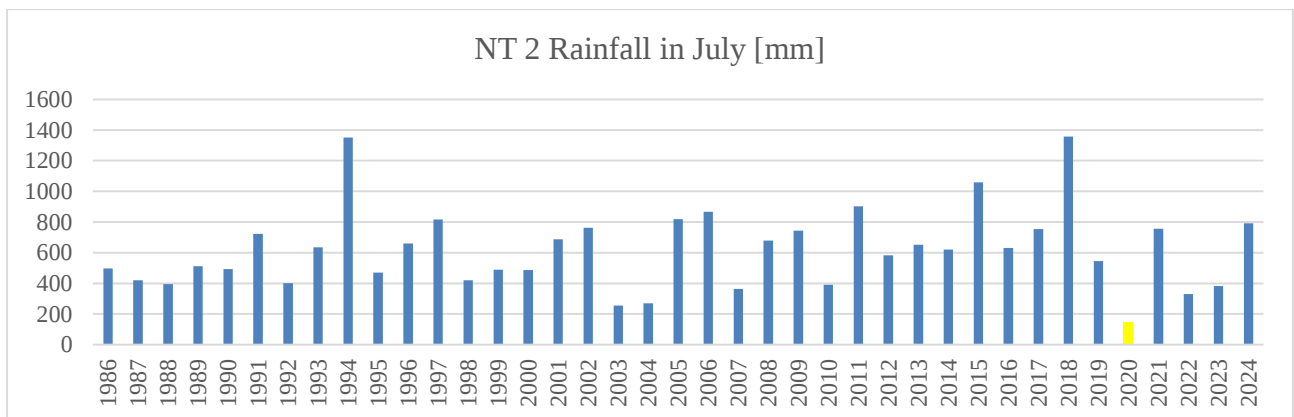
	0.0005	0.1	0.01	0.005	0.7	0.8	ເຫມາະສໍາລັບ ການຜະລິດໄຟ
	0.000001	0.08	0.01	0.005	0.1	0.9	ເຫມາະສໍາລັບ ການຄຳນວນ ນໍ້ານອງ
Aquifer and River Channel mode	AUD	AGD	HCGD	HIGD	SKD	RBW	
	0.1	0.03	2	2		7.0	ເຫມາະສໍາລັບ ການຜະລິດໄຟ
	0.2	0.05	2	2		7.0	ເຫມາະສໍາລັບການຄຳນວນ ນໍ້ານອງ



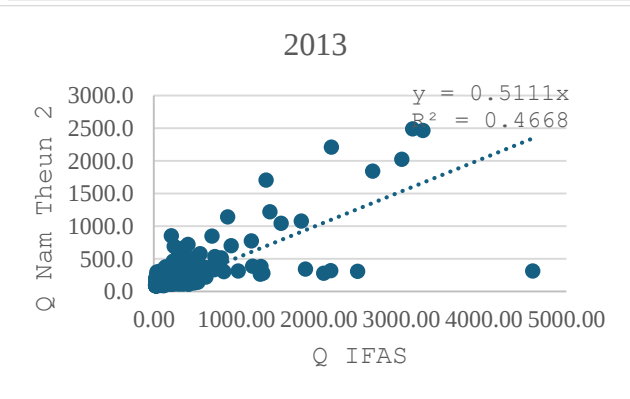
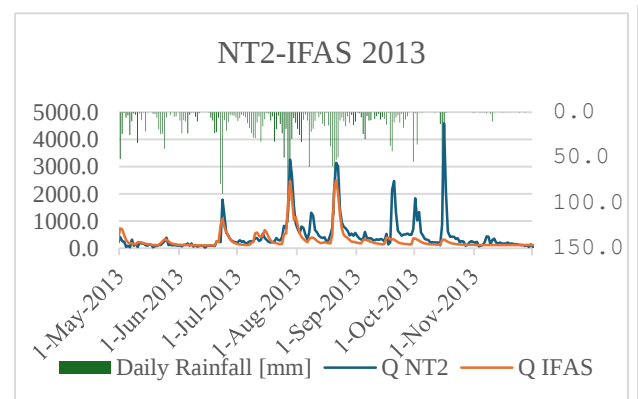
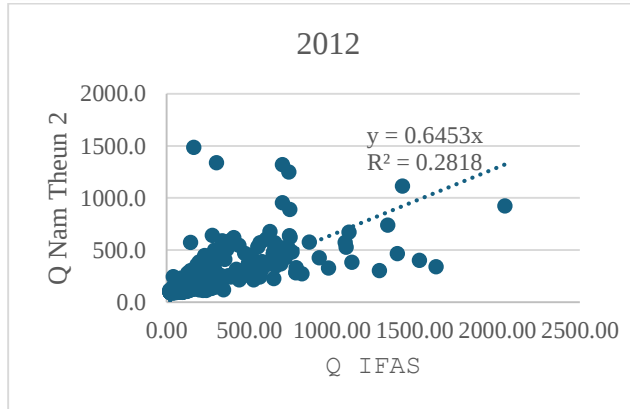
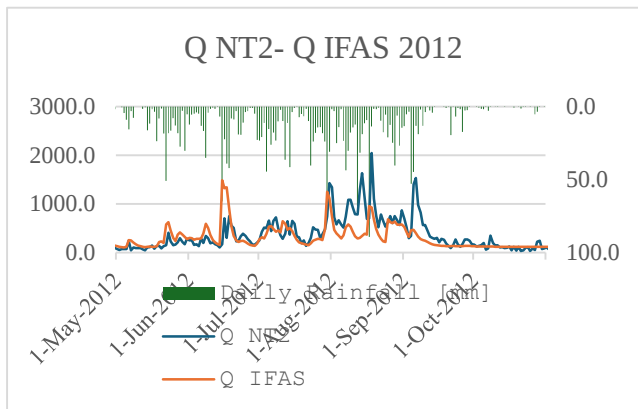
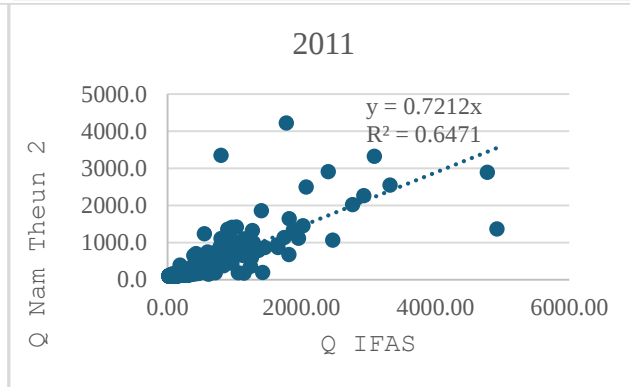
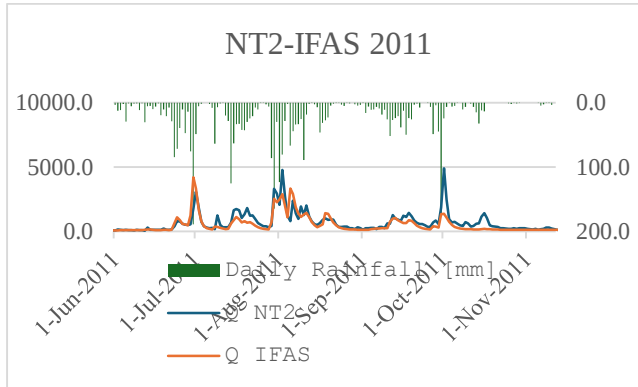
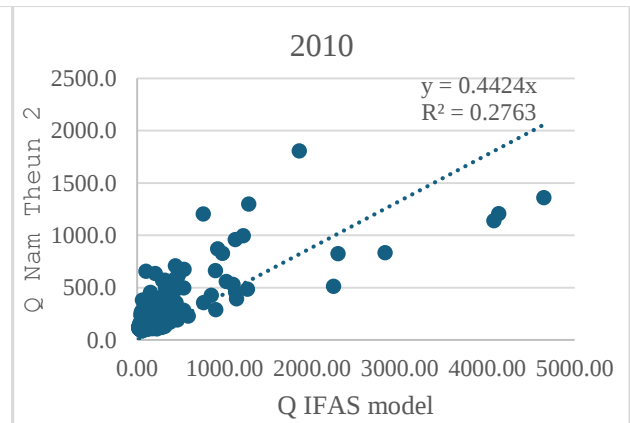
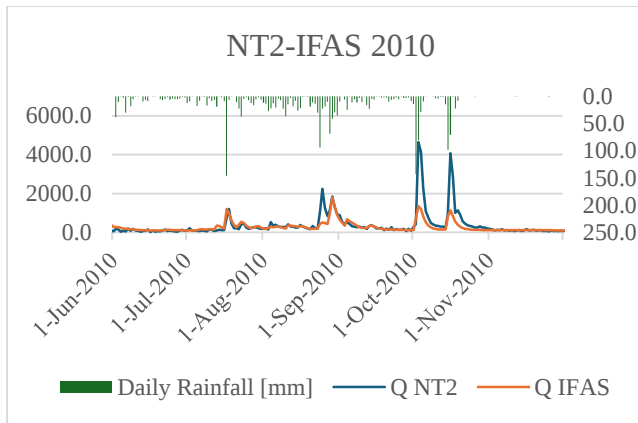
ຮູບພາບທີ 3: ແຜນທີ່ຄວາມສູງແລະທີ່ຕັ້ງຂອງອ່າງໂຕ່ງນໍ້າເທີນ 2 ແລະ ທີ່ຕັ້ງຂອງສະຖານນິ້ນໍ້າຝົນ

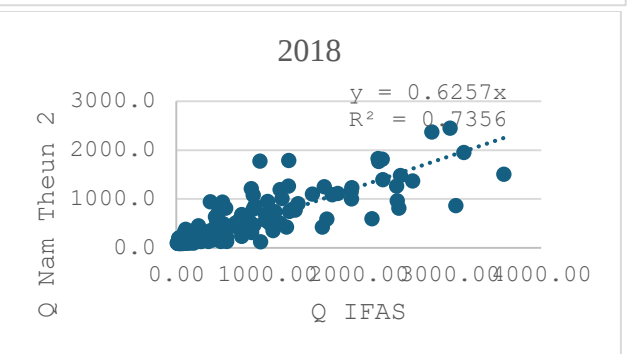
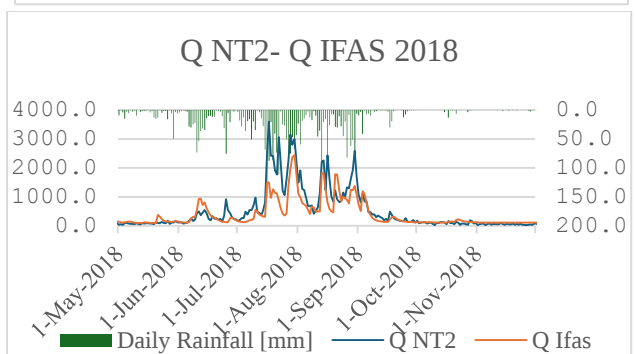
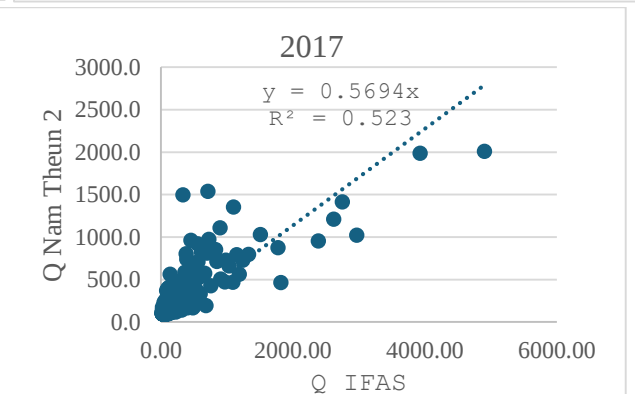
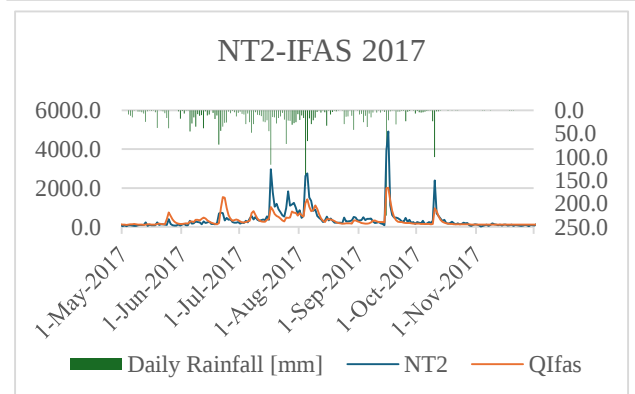
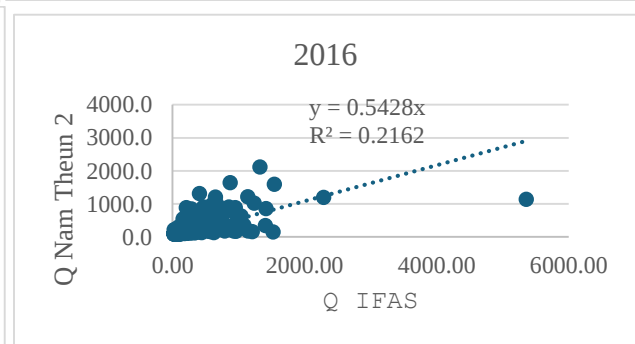
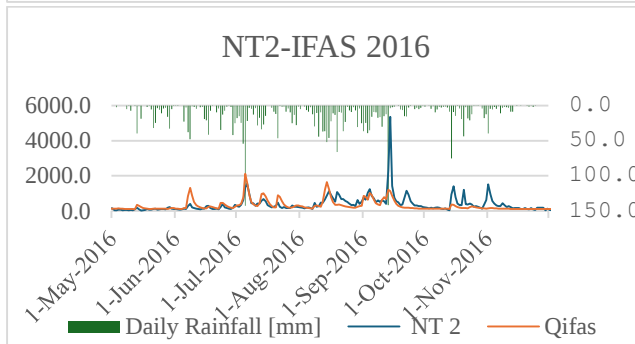
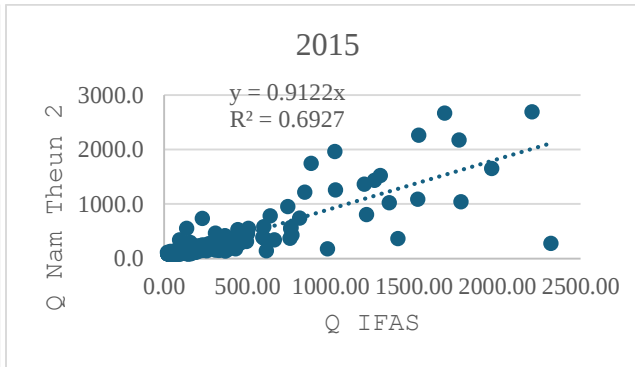
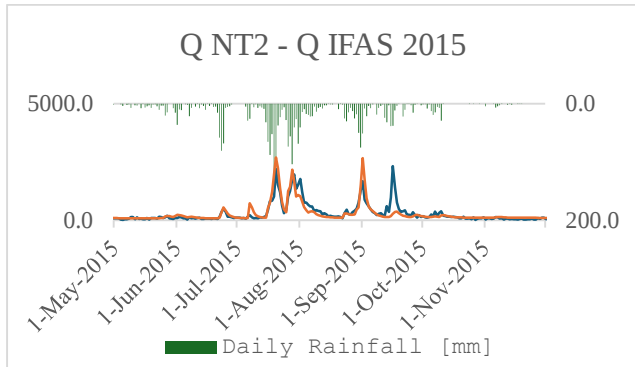
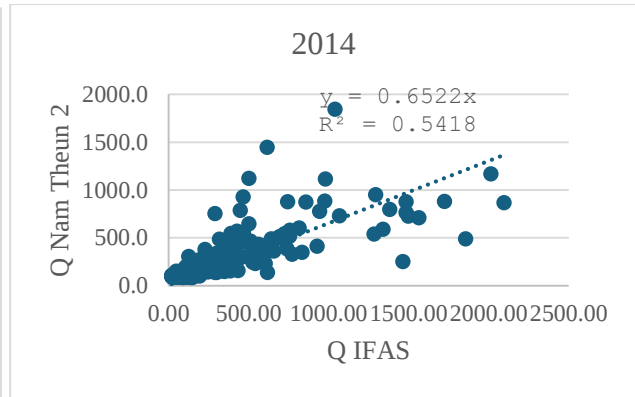
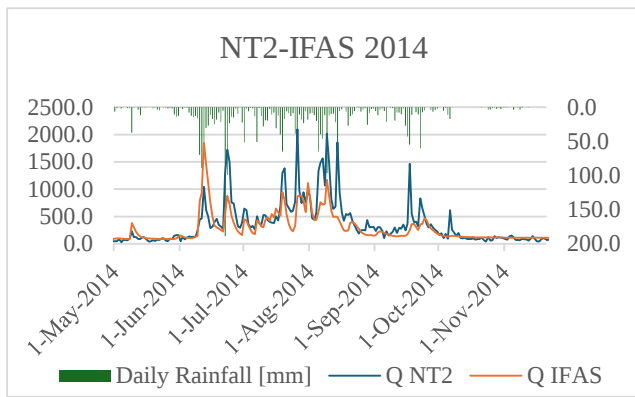


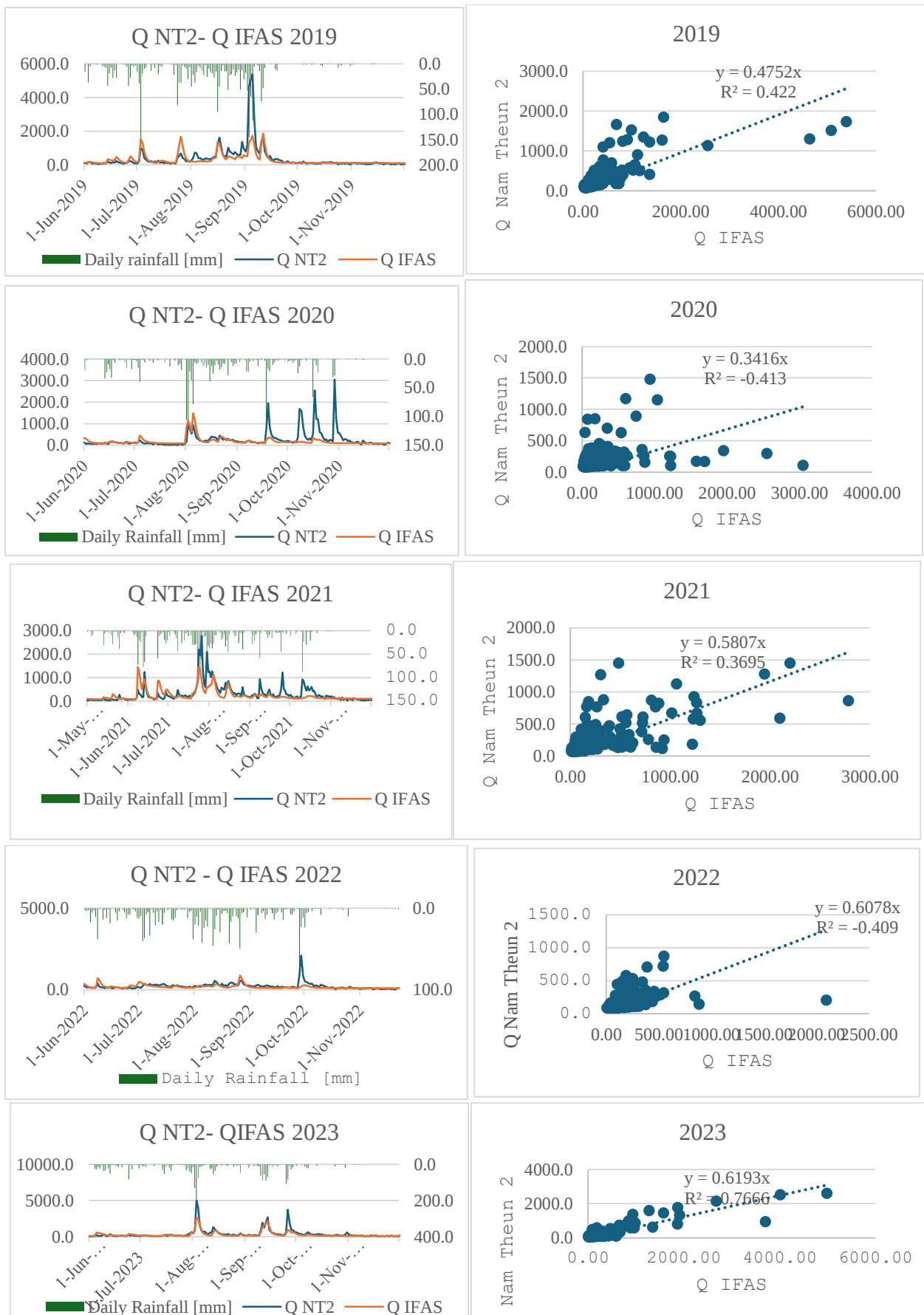
ຮູບພາບທີ 4: ຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນລາຍປີຂອງພື້ນທີ່ອ່າງໂຕ່ງຂອງອ່າງເກັບນໍ້າ ນໍ້າເທີນ 2

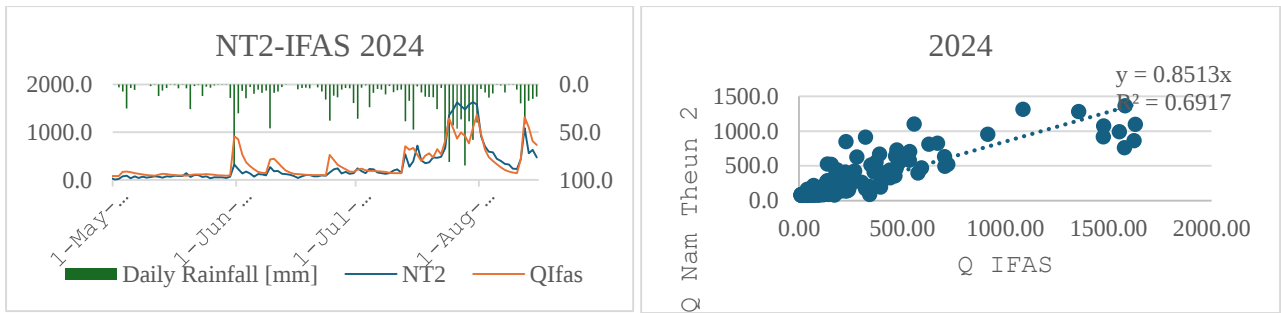


ຮູບພາບທີ 5: ຂໍ້ມູນນໍ້າຝົນເດືອນກໍລະກົດໃນພື້ນທີ່ອ່າງໂຕ່ງຂອງອ່າງເກັບນໍ້າ ນໍ້າເທີນ 2

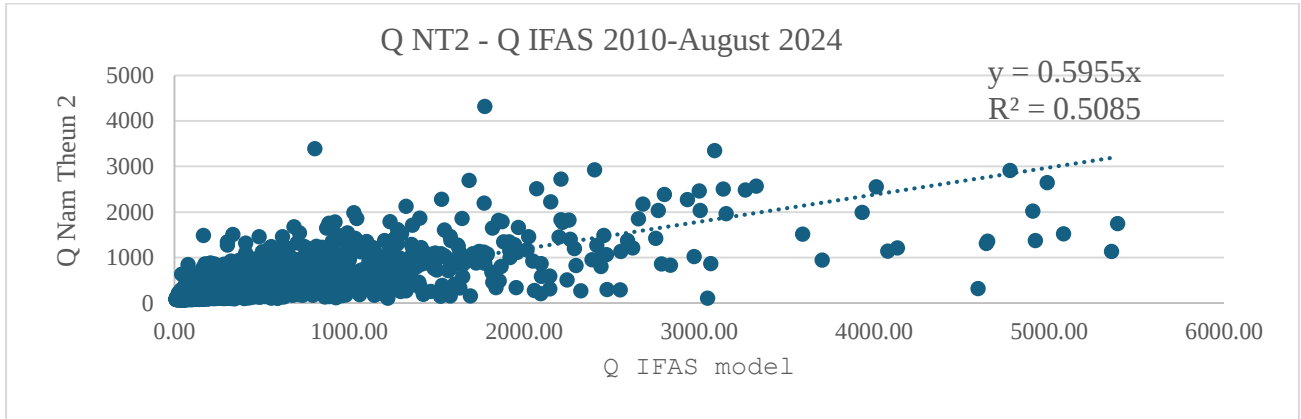




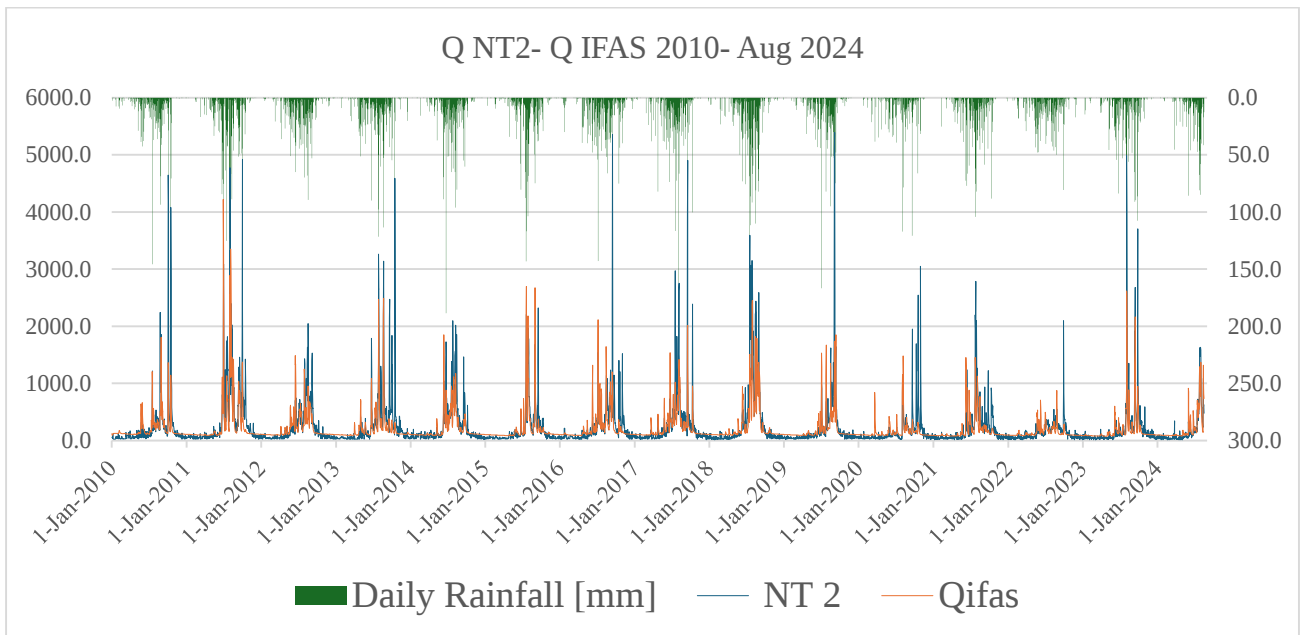




ຮູບພາບທີ 6: ການສຶກສາປະລິມານນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງນ້ຳເທີນ 2 ແລະ ແບບຈາລອງ ອຸທິກກະສາດ IFAS ແຕ່ປີ 2010-2024



ຮູບພາບທີ 7: ຄວາມສຳພັນຂອງປະລິມານນ້ຳໄຫຼເຂົ້າອ່າງນ້ຳເທີນ 2 ແລະ ແບບຈາລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ແຕ່ປີ 2010-2024



ຮູບພາບທີ 8: ການສຶກສາປະລິມານນ້ຳທີ່ໄຫຼເຂົ້າອ່າງຂອງເຂດອ່າງໂຕ່ງນ້ຳເທີນ2 ແລະ ແບບຈາລອງອຸທິກກະສາດ IFAS ແຕ່ປີ 2010-2024