



Risk of contamination of Arsenic in groundwater mapping along the Mekong River in 5 provinces of Laos

Banthasith Vongphouthone^{1*}, Phanthoudeth Pongpanya¹, Keophousone Phonhalath²,
Sengphet Keokangdong³, Thippamala Manivong¹, Vongsavanh Soysouvanh¹,
Soulisack Visaiphone¹

Mining Engineering Department, Faculty of Engineering, National University of Laos, Lao PDR

^{1*}Correspondence:

Banthasith Vongphouthone
Mining Engineering
Department, Faculty of
Engineering, National
University of Laos, Email:
banthasith@fe-nuol.edu.la,
Tel: +8562091113673

²Environmental Engineering
Department, Faculty of
Engineering, National
University of Laos

³Mechanical Engineering
Department, Faculty of
Engineering, National
University of Laos

Article Info:

Submitted: Oct 18, 2022

Revised: Mar 22, 2023

Accepted: Mar 28, 2023

Abstract

Arsenic (As) contamination of groundwater is often caused by As leaching from geological formations. This study focused on As concentration and illustrated risk of As concentration in groundwater of 5 provinces along the Mekong River, Laos. The study area is Bolikhamxay Province, Khammouane Province, Savannakhet Province, Salavan Province and Champasak Province. The average concentration of arsenic in groundwater is ranged 1-10 µg/l, which is within the Laos national environmental standard. However, some areas had high concentration in Khongsedone District, Pathouphone District, Soukhoumma District, and Champassack District (15-30 µg/l) which is a flat area and low land of the Mekong River flows. The Geographic Information System (GIS) program predicted a risk map of arsenic in groundwater, it can be a preliminary map in future research and sources tracking of arsenic.

Keywords: Arsenic concentration, Unconsolidated sediment, GIS, Mekong River.

1. ພາກສະເໜີ

ໃນປະຈຸບັນຄຸນນະພາບນໍ້າໃຕ້ດິນແມ່ນມີການສຶກສາຢ່າງກວ້າງຂວາງເຊັ່ນ: ຄວາມເປັນອາຊິດໃນນໍ້າໃຕ້ດິນເຮັດໃຫ້ບໍ່ສາມາດດື່ມໄດ້, ການມີທາດອົງຄະທາດໃນນໍ້າໃຕ້ດິນເຮັດໃຫ້ນໍ້າມີກິ່ນ ແລະ ມີລົດຊາດທີ່ປ່ຽນໄປ, ຄຸນນະພາບນໍ້າໃຕ້ດິນໃນບໍລິເວນບໍ່ແຮ່ ແລະ ບັນຫາທາດໂລຫະໜັກລະ ລາຍປົນຢູ່ໃນນໍ້າໃຕ້ດິນ. ບັນຫາຄຸນນະພາບນໍ້າເຫຼົ່ານີ້ເຮັດໃຫ້ເກີດຜົນຂ້າງຄຽງຕໍ່ຜູ້ຄົນທີ່ດື່ມ ແລະ ໃຊ້ນໍ້າທີ່ປົນເປື້ອນທາດຕ່າງໆ ເປັນເວລາຍາວນານຫຼາຍສິບປີ ແລະ ເຮັດໃຫ້ເກີດບັນດາພະຍາດທີ່ຕາມມາເຊັ່ນ: ເປັນຕຸ່ມຕາມຕີນມື, ໝາກໄຂ່ອັກເສບ, ໂລກຜິວໜັງ ແລະ ມະເລັງ (Kumar et al., 2015; Mandal et al., 2002; Buschmann et al., 2008), ເຊິ່ງໄດ້ມີການຄົ້ນຄວ້າວ່າໃນບາງເຂດຂອງປະເທດໄທ, ຫວຽດນາມ, ກຳ

ປູເຈຍ ແລະ ບັງກະລາເດດ ໂດຍມີການເຈັບປ່ວຍທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບທາດເຈືອປົນຕ່າງໆໃນນໍ້າໃຕ້ດິນທີ່ນຳມາຊົມໃຊ້ (Smedley et al., 2002; Nguyen et al., 2009). ທາດທີ່ສຳຄັນທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດພະຍາດຕ່າງໆ ແມ່ນອາເຊນິກ (As) ຫຼື ທີ່ປະຊາຊົນສ່ວນຫຼາຍເອີ້ນວ່າສານໝູ ໂດຍທີ່ປະຊາຊົນມີຜົນຂ້າງຄຽງ ແລະ ເຈັບປ່ວຍຍ້ອນການດື່ມນໍ້າທີ່ມີທາດອາເຊນິກ ເກີນມາດຕະຖານທີ່ອົງການອະນາໄມໂລກກຳນົດໄວ້ (WHO, As< 10µg/l) Arsenic in Drinking-water (2011). ໂດຍອີງໃສ່ຜົນການສຶກສາຂອງນັກຄົ້ນຄວ້າໃນພື້ນທີ່ສາມລ່ຽມແມ່ນໍ້າຂອງໂດຍສະເພາະປະເທດຫວຽດນາມ ແລະ ກຳປູເຈຍ ເຫັນວ່າພື້ນທີ່ດັ່ງກ່າວປະກົດທາດອາເຊນິກ ໃນນໍ້າໃຕ້ດິນເກີນຄ່າມາດຕະຖານຫຼາຍຈຸດທີ່ຢູ່ໃກ້ກັບແມ່ນໍ້າຂອງ (Chanpiwat et al., 2011) ເຊິ່ງສັງເກດເຫັນວ່າແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງທາດອາເຊນິກ

ມາຈາກການພັດພາຂອງແມ່ນ້ຳຂອງ ແລະ ສະສົມໃນຊັ້ນດິນພື້ນທີ່ແຄມນ້ຳ.

ການປົນເປື້ອນຂອງທາດໂລຫະໜັກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນແມ່ນເກີດຂຶ້ນໄດ້ໃນທຸກພື້ນທີ່ເຊິ່ງຂຶ້ນກັບການພັດພາ ແລະ ແຫຼ່ງກຳເນີດຂອງແຫຼ່ງທີ່ມາຂອງມັນ. ໃນຂົງເຂດພາກກາງ ແລະ ພາກໃຕ້ຂອງລາວແມ່ນປະຊາຊົນຍັງໃຊ້ນ້ຳບາດານ ແລະ ນ້ຳສ້າງ ເປັນຈຳນວນຫຼາຍເພາະວ່າມັນຫງ່າຍໃນເຂດໃກ້ແມ່ນ້ຳ ແລະ ພູພຽງ ທີ່ມີປະຊາຊົນຫຼາຍກະຈາຍໂຕຢູ່ພື້ນທີ່ຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ, ແຂວງຄຳມ່ວນ, ສະຫວັນນະເຂດ, ແຂວງສາລະວັນ ແລະ ແຂວງຈຳປາສັກ. ພື້ນທີ່ຕາມແມ່ນ້ຳຂອງສ່ວນຫຼາຍເປັນພື້ນທີ່ໃຫ້ນ້ຳ ເຊິ່ງສາມາດເຈາະນ້ຳບາດານໃຊ້ ເຊິ່ງມີຊັ້ນຮັບນ້ຳ (Aquifer) ເຊິ່ງເປັນບ່ອນຕົກຂ້ອນຂອງມວນດິນ ແລະ ແຮ່ທາດທີ່ຖືກພັດພາມາຈາກເຂດຜຸພັງ ຫຼື ຕາມນ້ຳສາຂາຕ່າງໆ ຂອງແມ່ນ້ຳຂອງ ເຮັດໃຫ້ພວກມັນນຳພາທາດອົງຄະທາດ ແລະ ອະນົງຄະ ທາດທີ່ສາມາດລະລາຍກັບນ້ຳ ພ້ອມທັງກໍ່ໂຕໃນຊັ້ນດິນຕ່າງໆ. ເມື່ອທາດຕ່າງໆຖືກພັດພາມາມີຈຳພວກທີ່ເປັນປະ ໂຫຍດ ແກ່ສິ່ງທີ່ມີຊີວິດ ແລະ ບາງຈຳພວກເປັນອັນຕະລາຍຕໍ່ມະນຸດ ແລະ ສັດ ເມື່ອຖືກນຳເຂົ້າສູ່ຮ່າງກາຍເກີນຄວາມສາມາດຮັບໄດ້. ໂດຍສະເພາະແມ່ນຈຳພວກທາດໂລຫະໜັກເຊັ່ນ: ອາເຊນິກ (As), ເຫຼັກ (Fe) ແລະ ມັງການ (Mn).

ຈຸດປະສົງຂອງການສຶກສານີ້ແມ່ນມີ 2 ຈຸດປະສົງຄື: ຄຸນນະພາບຂອງນ້ຳໃຕ້ດິນທີ່ມີປະລິມານທາດອາເຊນິກ (As) ທີ່ສະສົມໃນນ້ຳໃຕ້ດິນໃນເຂດພື້ນທີ່ສຶກສາ ແລະ ສ້າງແຜນທີ່ຂອບເຂດພື້ນທີ່ຄວາມສ່ຽງຂອງການນຳໃຊ້ນ້ຳໃຕ້ດິນທີ່ມີທາດ As ໃນນ້ຳໃຕ້ດິນຕາມແຂວງພາກໃຕ້ຂອງລາວທີ່ລຽບແມ່ນ້ຳຂອງ

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

ພື້ນທີ່ສຶກສາຕັ້ງຢູ່ລຽບຕາມແມ່ນ້ຳຂອງ ໃນ 5 ແຂວງຄື: ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ, ແຂວງຄຳມ່ວນ, ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ, ແຂວງສາລະວັນ ແລະ ແຂວງຈຳປາສັກ, ປະເທດລາວ

ດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ 1. ພື້ນທີ່ນີ້ແມ່ນເປັນທີ່ຮັບຮູ້ຢ່າງກ້ວາງຂວາງວ່າມີການປົນເປື້ອນທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ.

50 ຕົວຢ່າງນ້ຳແມ່ນຖືກເກັບລຽບຕາມແຄມແມ່ນ້ຳຂອງ. ໃນການສຶກສານີ້ ແມ່ນເກັບຕົວຢ່າງນ້ຳໃຕ້ດິນຈາກບໍ່ນ້ຳບາດານ ຂອງປະຊາຊົນ. ຂໍ້ມູນຈຸດເກັບຕົວຢ່າງນ້ຳ ແລະ ຄຸນນະພາບຂອງນ້ຳແມ່ນ ຖືກສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 1. ໂດຍຕົວຢ່າງຈະຖືກເກັບໃນຕຸກເກັບຕົວຢ່າງ polyethylene ແລະ ຂົນສົ່ງມາທົດລອງໃນຫ້ອງທົດລອງວິໄຈ.

2.1 ການທົດລອງຫາຄຸນນະພາບນ້ຳ

ແມ່ນການທົດລອງຫາຄຸນນະພາບຂອງນ້ຳໃຕ້ດິນ ໃນນີ້ທົດລອງຫາຄຸນສົມບັດຂອງນ້ຳ ໂດຍການວິເຄາະຫາຄ່າຕ່າງໆເຊັ່ນ: ຄ່າ pH, Oxydation Reduction Potential (ORP), ທາດໂລຫະຕ່າງໆ: As, Fe, Mn ໂດຍການນຳສິ່ງຕົວຢ່າງໄປວິເຄາະ ໃຊ້ເຄື່ອງມື Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES).

2.2 ການປະເມີນຄວາມສ່ຽງ ແລະ ການສ້າງແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງການເກີດທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ

ຈາກຜົນການໃຊ້ໂປແກມ Geographic information system (GIS) ສ້າງແຜນທີ່ປັດໄຈທີ່ມີຜົນຕໍ່ການເກີດຄວາມສ່ຽງຂອງທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ ເຊັ່ນ: ແຜນທີ່ຄວາມຊັນຂອງພື້ນທີ່, ແຜນທີ່ປະລິມານນ້ຳຝົນສະ ເລ່ຍຂອງພື້ນທີ່, ແຜນທີ່ປະລິມານທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ, ແຜນທີ່ຄຸນລັກສະນະດິນໃນພື້ນທີ່ ແລະ ແຜນທີ່ແມ່ນ້ຳຂອງ ແລະ ສາຂາແມ່ນ້ຳຂອງ ໂດຍການນຳໃຊ້ໂປແກມຈັດລຳດັບຄວາມສຳຄັນດ້ານຕ່າງໆ Bonham-Carter (1994), ເຊິ່ງແຜນທີ່ສຸດທ້າຍທີ່ໄດ້ແມ່ນສະແດງຄວາມສ່ຽງການເກີດທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນຂອງພື້ນທີ່ສຶກສາ ໂດຍແບ່ງເປັນ 5 ລະດັບຄື: ລະດັບທີ່ຕ່ຳຫຼາຍ, ລະດັບຕ່ຳ, ລະດັບປົກກະຕິ, ລະດັບສ່ຽງ ແລະ ລະດັບສ່ຽງຫຼາຍ ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 1.

3. ຜົນທີ່ໄດ້ຮັບ

3.1 ທາດອາເຊນິກ (As) ທີ່ສະສົມໃນນ້ຳໃຕ້ດິນທີ່ມີຜົນຕໍ່ຄຸນນະພາບນ້ຳໃຕ້ດິນ

ຈາກຜົນການທົດລອງຄຸນນະພາບນ້ຳທີ່ມີປະລິມານທາດອາເຊນິກໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ ດັ່ງສະແດງໃນຕາຕະລາງທີ 2 ແລະ ຮູບພາບທີ 2 ຊຶ່ງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຢູ່ເຂດຕົກຂ້ອນຂອງຊັ້ນດິນທີ່ເປັນບ່ອນຮາບພຽງເຂດສາລະວັນ ແລະ ຈຳປາສັກມີປະລິມານທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳໃຕ້ດິນທີ່ສູງກວ່າບໍລິເວນແຂວງອື່ນ ແລະ ມີຄ່າເກີນລະດັບມາດຕະຖານສິ່ງແວດລ້ອມແຫ່ງຊາດ, ນອກຈາກນີ້ເຫັນວ່າ ຄ່າທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບປະລິມານທາດອາເຊນິກໃນນ້ຳແມ່ນຄ່າ pH ທີ່ມີຄ່າຕໍ່າ ແລະ ຄ່າ ORP ທີ່ເປັນລັກສະນະລືດັກຊັ້ນ ເຊິ່ງສາມາດພົບໄດ້ໃນບໍລິເວນດິນຕົກຂ້ອນຂອງແມ່ນ້ຳໃຫຍ່ຕ່າງໆ ເຊັ່ນ: ປາກແມ່ນ້ຳຂອງ (ປະເທດຫວຽດນາມ) ແລະ ເຂດປາກອ່າວເບັງກໍ (ປະເທດບັງກະລາເທດ)

3.2 ແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງການເກີດທາດອາເຊນິກ

3.2.1 ສະພາບພູມມີປະເທດໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ

ພວກເຮົາໄດ້ລົງເກັບກຳສະພາບລວມຂອງ 5 ແຂວງທີ່ເປັນພື້ນທີ່ສຶກສາ ໂດຍເບິ່ງຕາມສະພາບທີ່ຕັ້ງສະເພາະຂອງແຕ່ລະແຂວງເຊິ່ງເຫັນວ່າພາຍໃນ 5 ແຂວງ, ແຕ່ລະແຂວງເປັນພື້ນທີ່ກວມເອົາທັງເຂດທີ່ເປັນພື້ນທີ່ທົ່ງພຽງໃນເຂດແມ່ນ້ຳຂອງ ແລະ ພູສູງໃກ້ຊາຍແດນຫວຽດນາມ ເຊິ່ງການກັດເຊາະ ແລະ ເຄື່ອນຕົວຂອງນ້ຳແມ່ນມາຈາກທາງແມ່ນ້ຳຂອງເປັນຫຼັກ ພ້ອມນັ້ນພື້ນທີ່ຮັບນ້ຳຕາມພູສູງທີ່ອ່າງຮັບນ້ຳ ແມ່ນໄຫຼລົງມາສົມທົບເຂດທົ່ງພຽງ ແລະ ເຂດຕົກຂ້ອນ ເຊິ່ງມີລະດັບຄວາມຊັນດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ 5a.

3.2.2 ສະພາບປະລິມານນ້ຳຝົນໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ

ສະພາບອາກາດຖືກຄວບຄຸມໂດຍລົມມໍລະສຸມເຂດຮ້ອນ. ລະດູຝົນເລີ່ມໃນກາງເດືອນພຶດສະພາ ແລະ ແກ່ຍາວເຖິງກາງເດືອນຕຸລາ, ຝົນຕົກໜັກມັກຈະເກີດຂຶ້ນໃນເດືອນກໍລະກົດ, ສິງຫາ ແລະ ເດືອນກັນຍາ. ປະລິມານນ້ຳຝົນສະເລ່ຍຕໍ່ປີແມ່ນ 1960 ມມ/ປີ, ເຊິ່ງມີລະດັບຈາກ 1,400 ມມ ຫາ 3,500 ມມ, ເຊິ່ງຂໍ້ມູນປະລິມານນ້ຳຝົນທີ່ໃຊ້ແມ່ນໃຊ້ປະລິມານນ້ຳຝົນສະເລ່ຍ 20 ປີຂອງ 5 ແຂວງ ໃນພື້ນທີ່

ສຶກສາ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບ 3b. ລະດູແລ້ງແກ່ຍາວເຖິງເດືອນພະຈິກຫາເດືອນເມສາ, ອຸນຫະພູມຕ່ຳສຸດມັກຈະເກີດຂຶ້ນໃນເດືອນທັນວາຫາເດືອນກຸມພາ (13-17°C), ແລະ ສູງສຸດໃນເດືອນເມສາ (35-38 °C).

3.2.3 ສະພາບແມ່ນ້ຳລຳເຊໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ

ແມ່ນ້ຳຂອງມີຄວາມຍາວປະມານ 4,900 ກິໂລແມັດ, ໄຫຼອອກຈາກແຫຼ່ງກຳເນີດເທິງພູພຽງທີ່ເປັນປະເທດຈີນ ຜ່ານມຽນມາ, ສປປ ລາວ, ໄທ, ກຳປູເຈຍ ແລະ ຫວຽດນາມ ຜ່ານທົ່ງພຽງແມ່ນ້ຳຂອງຂະໜາດໃຫຍ່ລົງສູ່ທະເລ. ອ່າງແມ່ນ້ຳຂອງມີເນື້ອທີ່ທັງໝົດ 795,000 ກມ² ແລະ ມີການປ່ອຍນ້ຳສະເລ່ຍຕໍ່ປີ 475 ກມ³, ເປັນອັນດັບທີ 10 ຂອງໂລກ Mekong River Commission ເຊິ່ງແມ່ນ້ຳຂອງມີ 14 ສາຂາ ແລະ ມີ 7 ສາຂາທີ່ໄຫຼຜ່ານພື້ນທີ່ສຶກສາ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ 4a.

4. ວິພາກຜົນ

ຈາກຜົນການຄົ້ນຄວ້າ ສະແດງໃຫ້ເຫັນປະລິມານອາເຊນິກ (As) ໃນນ້ຳທີ່ເກັບຕົວຢ່າງແມ່ນສ່ວນມີຄ່າລະຫວ່າງ 1- 10 µg/l ເຊິ່ງຢູ່ໃນເກນຄ່າທາດອາເຊນິກຕົກທີ່ມີໃນນ້ຳໃຕ້ດິນຕາມມາດຕະຖານ (Groundwater Quality Standard, 2017), ເຊິ່ງເຫັນວ່າ ມີຄ່າທີ່ສູງຫຼາຍໃນເຂດເມືອງຄົງເຊໂດນ, ເມືອງສຸຂຸມມາ, ເມືອງປະທຸມພອນ ແລະ ເມືອງຈຳປາສັກ ເຊິ່ງເຂດດັ່ງກ່າວ ເປັນພື້ນທີ່ຮາບພຽງ ແລະ ເປັນບ່ອນຕົກຂ້ອນຂອງແມ່ນ້ຳຂອງ ທີ່ໄຫຼມາຈາກພາກເໜືອ ເຊິ່ງອາດເປັນສາເຫດໜຶ່ງ ທີ່ເຮັດໃຫ້ເກີດການພັດພາທາດອາເຊນິກ ລົງມາສະສົມໃນຊັ້ນຫີນຮັບນ້ຳ (ສ່ວນທີ່ເປັນດິນຊາຍຮັບນ້ຳສ່ວນໃຫຍ່). ສ່ວນເຂດອື່ນ ເຊັ່ນ: ເຂດເມືອງເລົາງາມ, ເມືອງບາຈຽງຈະເລີນສຸກ ເມືອງປາກຊ່ອງ ແມ່ນເປັນພື້ນທີ່ສູງ ແລະ ເປັນເຂດພູເຂົາໄຟເກົ່າ, ເຊິ່ງເຫັນວ່າ ມີປະລິມານທາດອາເຊນິກບໍ່ສູງ ເຊິ່ງຢູ່ໃນຊັ້ນດິນກໍບໍ່ພົບປະລິມານທາດອາເຊນິກ, ໃນເຂດ ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ, ແຂວງຄຳມ່ວນ ແລະ ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ ແມ່ນເຫັນວ່າຢູ່ໃນຄ່າສະເລ່ຍມາດຕະຖານ, ແຕ່ກໍມີຈຳນວນບາງບ່ອນ ທີ່ມີຄ່າເພີ່ມຂຶ້ນ ເຊິ່ງອາດຈະເປັນພື້ນທີ່ຕ່ຳ ແລະ ໃກ້ກັບແຫຼ່ງທີ່

ເປັນບ່ອນຕົກຂ້ອນຂອງດິນຕ່າງໆ, ເຊິ່ງການໄຫຼພັດພາມາ ຈາກບ່ອນອື່ນ ແລ້ວມີການຕົກຂ້ອນໃນຊັ້ນດິນທີ່ເມັດໃຫຍ່ ແລະ ມີຊ່ອງວ່າງເປັນບ່ອນສະສົມຂອງທາດອາເຊນິກ (Vongphuthone et al., 2017; Huyen et al., 2019a; Huyen et al., 2019b; Kocar et al., 2012).

ເມື່ອອີງໃສ່ລັກສະນະຊັ້ນດິນ ແລະ ປະກົດການທາງ ທໍລະນີທີ່ມັກສົ່ງຜົນຕໍ່ການຜຸງພັງ ແລະ ພັດພາມາຕົກຂ້ອນ ຂອງທາດອາເຊນິກໃນພື້ນທີ່ຕ່າງໆ ໃນຂົງເຂດບັນດາ ປະເທດທີ່ມີບັນຫາການປົນເປື້ອນຂອງທາດອາເຊນິກ (Podgorski et al., 2022; Boyle et al., 1973; Feruson et al., 1972). ດັ່ງນັ້ນ, ການຈຳແນກປະເພດດິນ ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 5 ເປັນໜຶ່ງໃນຫຼາຍປັດໄຈທີ່ຊ່ວຍ ການສ້າງແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງຂອງການເກີດທາດອາເຊນິກ ໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ.

ຈາກແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງຂອງການເກີດອາເຊນິກໃນ 5 ແຂວງລຽບຕາມແມ່ນ້ຳຂອງດັ່ງສະແດງໃນຮູບທີ 6 ເຫັນ ວ່າສາມາດນຳໄປເປັນແຜນການນຳໃຊ້ກຳນົດເຂດການໃຊ້ ນ້ຳໃຕ້ດິນເບື້ອງຕົ້ນ ແລະ ສາມາດນຳໄປປະເມີນຄວາມສ່ຽງ ຂັ້ນລະອຽດໃນພື້ນທີ່ແຕ່ລະແຂວງ ໂດຍສົມທົບກັບຂໍ້ມູນ ປະລິມານທາດອາເຊນິກໃນດິນ ໂດຍການຊິເຈາະຊັ້ນດິນໃນ ພື້ນທີ່ສ່ຽງເພື່ອຫາທີ່ມາຂອງແຫຼ່ງທາດອາເຊນິກທີ່ຊັດເຈນ.

5. ສະຫຼຸບ

ເມື່ອມີການສະສົມຂອງທາດອາເຊນິກໃນຊັ້ນນ້ຳໃຕ້ ດິນເຮັດໃຫ້ທາດອາເຊນິກສາມາດລະລາຍຢູ່ໃນນ້ຳ ເມື່ອມີ ເງື່ອນໄຂທີ່ເໝາະສົມເຊັ່ນ: ການປ່ຽນແປງຂອງຄ່າ pH, ORP ເຮັດໃຫ້ເກີດການສະສົມຂອງປະລິມານທາດອາເຊ ນິກໃນນ້ຳ ແມ່ນເພີ່ມຂຶ້ນເຮັດໃຫ້ບາງບ່ອນມີທາດອາເຊນິກ ປົນເປື້ອນຫຼາຍເທົ່າ ແລະ ກວດເຫັນປະລິມານທາດອາເຊ ນິກສູງກວ່າຄ່າມາດຕະຖານສິ່ງແວດລ້ອມແຫ່ງຊາດ. ສະນັ້ນມັນຈຶ່ງເປັນການສ່ຽງຕໍ່ການຊົມໃຊ້ນ້ຳໃນພື້ນທີ່ ດັ່ງກ່າວ ໂດຍສະເພາະໃນພື້ນທີ່ເມືອງຄົງເຊໂດນ, ເມືອງຈຳ ປາສັກ, ເມືອງປະທຸມພອນ, ເມືອງສຸຂຸມມາ ຕາມທີ່ສະແດງ ໃນແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງທີ່ໄດ້ ແລະ ໂດຍໃນຕໍ່ໜ້າຕ້ອງໄດ້ສຶກ

ສາປັດໄຈທີ່ການສະສົມໂຕຂອງທາດອາເຊນິກໃນດິນມາປະ ກອບ ເພື່ອຫາແຫຼ່ງທີ່ມາຊັດເຈນ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິ ຍານຕົນວ່າ ຂໍ້ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງ ກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນ ໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອື້ອປະໂຫຍດໃຫ້ກັບພາກສ່ວນໃດພາກ ສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະ ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

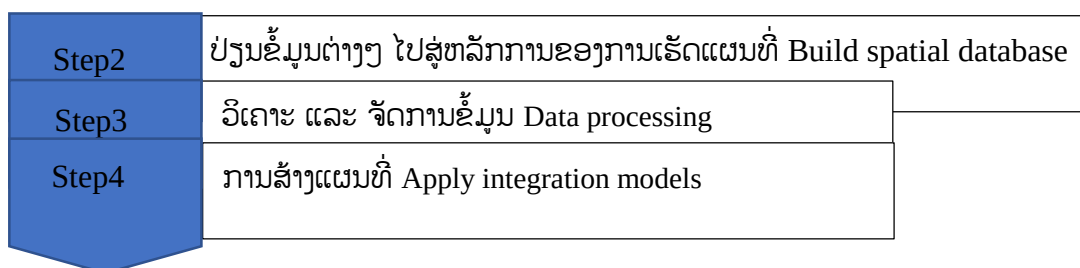
7. ຄໍາຂອບໃຈ

ພວກຂ້າພະເຈົ້າ ທີມງານຄົ້ນຄວ້າຂໍສະແດງຄວາມ ຂອບໃຈ ແລະ ຮູ້ບຸນຄຸນຢ່າງສູງມາຍັງກະຊວງສຶກສາທິການ ແລະ ກິລາ ແລະ ໂຄງການສ້າງຄວາມເຂັ້ມແຂງໃຫ້ການສຶກ ສາຊັ້ນສູງໄລຍະສອງ (SSHEP). ໂດຍໄດ້ຮັບທຶນຄົ້ນຄ້ ວາລະຫັດເລກທີ ADB Grant No. 0500-Lao (SF): Second Strength Higher Education Project (SSHEP) Competitive Research Fund (CRF).

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

- Arsenic in Drinking-water. (2011). Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality.
- Bonham, CGF. (1994). Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS
- Boyle, R. W., & Jonasson, IR. (1973). The geochemistry of arsenic and its use as an indicator element in geochemical prospecting. *Journal of Geochemical Exploration*, 2, 251-296.
- Buschmann, J ., Berg, M., Stengel, C., Winkel, L., Sampson, ML., Trang, PTK., & Viet, PH. (2008). Contamination of drinking water resources in the Mekong delta floodplains: arsenic and other trace metals pose serious health risks to population. *Environment International*, 34, 756-764
- Chanpiwat, P., Sthiannopkao, S., Cho KH., Kim, KW., San, V., Suvanthong, B., & Vongthavady, C. (2011). Contamination by arsenic and other trace elements of tube-well water along the Mekong river in Lao PDR. *Environmental Pollution*, 159, 567-576.

- Ferguson, JF., & Gavis, J. (1972). A Review of the Arsenic Cycle in Nature Waters. *Water Research*, 6, 1259-1274.
- Groundwater Quality Standard. (2017). Lao National Environmental Standards.
- Huyen, DT., Tabelin, CB., Thuan, HM., Dang, H., Truong, PT., Vongphuthone, B., Kobayashi, M., & Igarashi, T. (2019a). Geological and geochemical characterizations of sediments in six borehole cores from the arsenic-contaminated aquifer of the Mekong Delta, Vietnam. Data in Brief 25.
- Huyen, DT., Tabelin, CB., Thuan, HM., Dang, H., Truong, PT., Vongphuthone, B., Kobayashi, M., & Igarashi, T. (2019b). The solid-phase partitioning of arsenic in unconsolidated sediments of the Mekong Delta, Vietnam and its modes of release under various conditions. *Chemosphere*, 233:512-523.
- Kocar, BD., & Fendorf, S. (2012). Arsenic release and transport in sediments of the Mekong Delta. In *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry - Environmental Pollution and Ecotoxicology*: 117-124.
- Kumar, A., Ali, Md., Rahman, S. Md., Iqbal, A. Md., Anand, G., Niraj, PK., Shankar, P., & Kumar, R. (2015). Ground Water Arsenic Poisoning in "Tilak Rai Ka Hatta" Village of Buxar District, Bihar, India Causing Severe Health Hazards and Hormonal Imbalance. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*.
- Mandal, BK. and Suzuki, KT. (2002). Arsenic around the World: A Review. *Talanta*, 58, 201-235.
- Lower Mekong Water Quality Monitoring Report. (2019). Report of Mekong River Commission.
- Nguyen, KP., & Itoi, R. (2009). Source and release mechanism of arsenic in aquifers of the Mekong Delta, Vietnam. *Journal of Contaminant Hydrology*, 103, 58-69.
- Podgorski, J., Araya, D., & Berg, M. (2022). Geogenic manganese and iron in groundwater of Southeast Asia and Bangladesh – Machine learning spatial prediction modeling and comparison with arsenic. *Science of the Total Environment*.
- Smedley, PL., & Kinniburgh, DG. (2002). A review of the source, behavior and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry* 17: 517-568.
- Vongphuthone, B., Kobayashi, M., & Igarashi, T. (2017). Factors affecting arsenic content of unconsolidated sediments and its mobilization in the Ishikari Plain, Hokkaido, Japan. *Environ Earth Science*, 76, 645.



ຮູບພາບທີ 2: ສະແດງຂັ້ນຕອນການສ້າງແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງຂອງທາດອາຊີນິກ (As) ໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ

ຕາຕະລາງທີ 1: ການຈັດປະເພດລະດັບຄວາມສ່ຽງຂອງທາດອາຊີນິກ (As) ໃນນ້ຳໃຕ້ດິນ

ຄ່າດັດສະນີຄວາມສ່ຽງຂອງທາດອາຊີນິກ (As)	0	10-20	20-30	30-50	>50
ປະເພດຂອງລະດັບຄວາມສ່ຽງ (Vulnerability Classes)	ຕ່ຳຫຼາຍ	ຕ່ຳ	ປານກາງ	ສູງ	ສູງຫຼາຍ

ຕາຕະລາງທີ 2: ສະແດງຄຸນນະພາບນ້ຳໃຕ້ດິນໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ

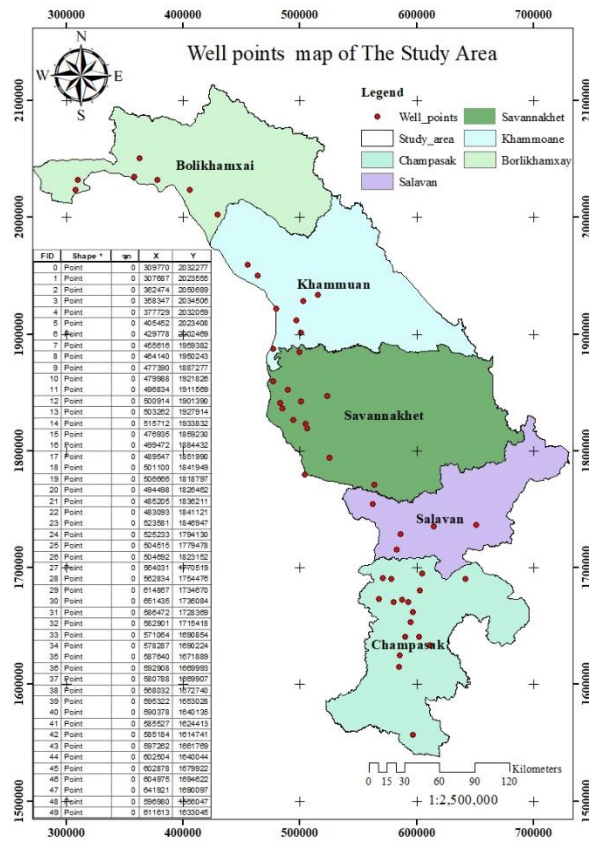
ຈຸດທີ	ທີ່ຕັ້ງ	ຕົວປະສານ	pH	ORP	EC	As (µg/L)
1	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	309770 2032277	6.8	240	5.2	0.4

2	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	307687	2023555	5	264	4.43	0
3	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	362474	2050689	6	243	38.6	0
4	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	358347	2034506	5.34	177	7.71	0
5	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	377729	2032059	7.9	58	78.9	4.6
6	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	405452	2023408	6.7	105	34.7	1.2
7	ແຂວງບໍລິຄຳໄຊ	429778	2002469	6.8	201	18.50	0.2
8	ແຂວງຄຳມ່ວນ	455616	1959382	6.5	85	22.5	0
9	ແຂວງຄຳມ່ວນ	464140	1950243	6.4	64	39	3.8
10	ແຂວງຄຳມ່ວນ	477390	1887277	4.8	278	16.1	0
11	ແຂວງຄຳມ່ວນ	479988	1921826	5.7	229	9.55	0
12	ແຂວງຄຳມ່ວນ	496834	1911569	6	133	383	6.7
13	ແຂວງຄຳມ່ວນ	500914	1901390	7.1	121	73.9	0.9
14	ແຂວງຄຳມ່ວນ	503262	1927914	6.4	144	89.2	0.1
15	ແຂວງຄຳມ່ວນ	515712	1933832	6.8	128	78.2	0
16	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	476935	1859230	5.3	206	13.71	0
17	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	499472	1884432	6.2	90	43.3	0.7
18	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	489547	1851990	7.2	17	230	0
19	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	501100	1841949	6.5	72	42.7	2.3
20	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	506666	1818797	6.8	13	55.6	2
21	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	494498	1826462	6.9	58	52.4	7.2
22	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	485205	1836211	6.3	-107	284	3.2
23	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	483093	1841121	4.6	294	33.1	0
24	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	523581	1846947	7.4	84,4	167	1.1
25	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	525233	1794130	6.9	37	86.5	0.6
26	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	504515	1779478	7.2	77	120.08	0
27	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	504692	1823152	7.4	62	70.7	2.3
28	ແຂວງສະຫວັນນະເຂດ	564031	1770519	8.2	155	5.2	0
29	ແຂວງສາລະວັນ	562834	1754476	6.9	40	87.1	1.7
30	ແຂວງສາລະວັນ	614867	1734670	6.7	103	13.7	0
31	ແຂວງສາລະວັນ	651435	1736084	7.1	64	152	3.4
32	ແຂວງສາລະວັນ	586472	1728369	7.01	60	94.5	10.6
33	ແຂວງສາລະວັນ	582901	1715418	7.5	-46	46.2	10.6
34	ແຂວງຈຳປາສັກ	571064	1690854	7.3	-60	42	7
35	ແຂວງຈຳປາສັກ	578287	1690224	7.3	32	56.8	3.2
36	ແຂວງຈຳປາສັກ	587640	1671889	6.7	70	100	0.4

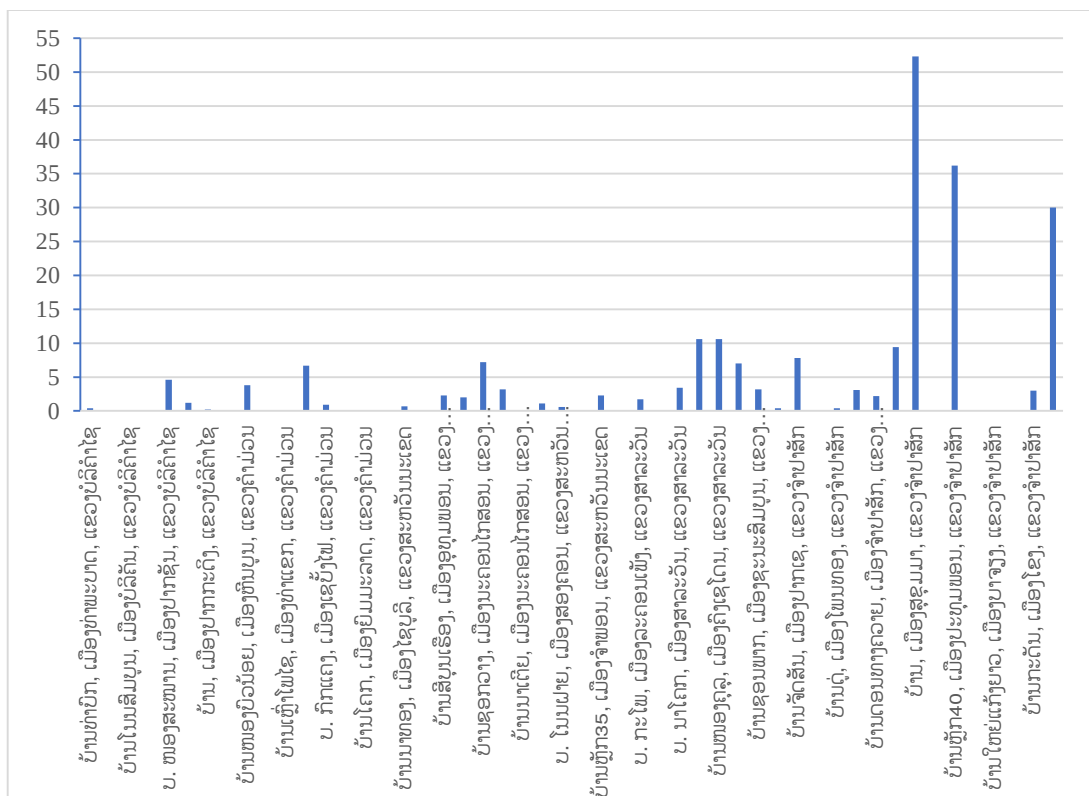
37	ແຂວງຈຳປາສັກ	592908	1669993	7.2	179	34.6	7.8
38	ແຂວງຈຳປາສັກ	580788	1669907	7.6	126	29.2	0
39	ແຂວງຈຳປາສັກ	568032	1672740	6.8	115	7.71	0.4
40	ແຂວງຈຳປາສັກ	595322	1653028	6.9	113	33.4	3.1
41	ແຂວງຈຳປາສັກ	590378	1640135	6.2	105	62.3	2.2
42	ແຂວງຈຳປາສັກ	585527	1624413	6.5	-10	45.6	9.4
43	ແຂວງຈຳປາສັກ	585184	1614741	7.3	-52	51.9	52.3
44	ແຂວງຈຳປາສັກ	597262	1661769	6.8	180	8.06	0.1
45	ແຂວງຈຳປາສັກ	602504	1640044	7.05	96,7	15	36.2
46	ແຂວງຈຳປາສັກ	602878	1679922	7.2	154	2.54	0
47	ແຂວງຈຳປາສັກ	604975	1694622	7.1	208	2.92	0
48	ແຂວງຈຳປາສັກ	641921	1690097	6.1	146	11.6	0
49	ແຂວງຈຳປາສັກ	596980	1556047	6.95	-1	70,5	3
50	ແຂວງຈຳປາສັກ	611709	1633365	7.2	150	10	30

ຕາຕະລາງທີ 3: ສະແດງການໃຫ້ຄະແນນຂອງປັດໄຈທີ່ໃຊ້ປະເມີນຄວາມສ່ຽງ

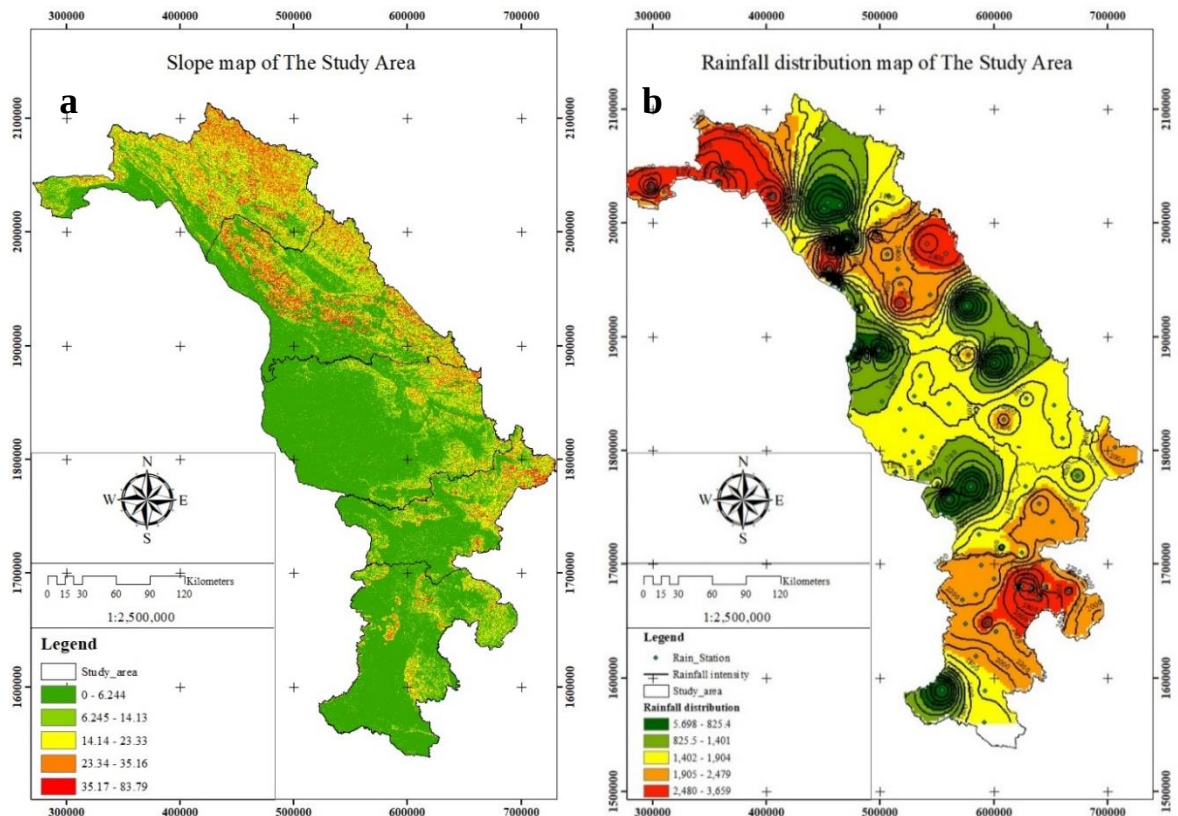
	ປະເພດ ດິນ	ສາຍນ້ຳ	ປະລິມານ ຝົນ	ລະດັບ ຄວາມສູງ	ປະລິມານທາດອາ ຊີນິກ (As)	ຄ່ານ້ຳໜັກ
ປະເພດດິນ	0.73	0.3	0.4	0.0	0.04	0.30
ສາຍນ້ຳ	0.12	0.2	0.0	0.3	0.39	0.21
ປະລິມານຝົນ	0.07	0.3	0.4	0.1	0.39	0.24
ລະດັບຄວາມສູງ	0.02	0.2	0.0	0.3	0.04	0.11
ປະລິມານທາດ ອາຊີນິກ (As)	0.05	0.2	0.0	0.3	0.13	0.14



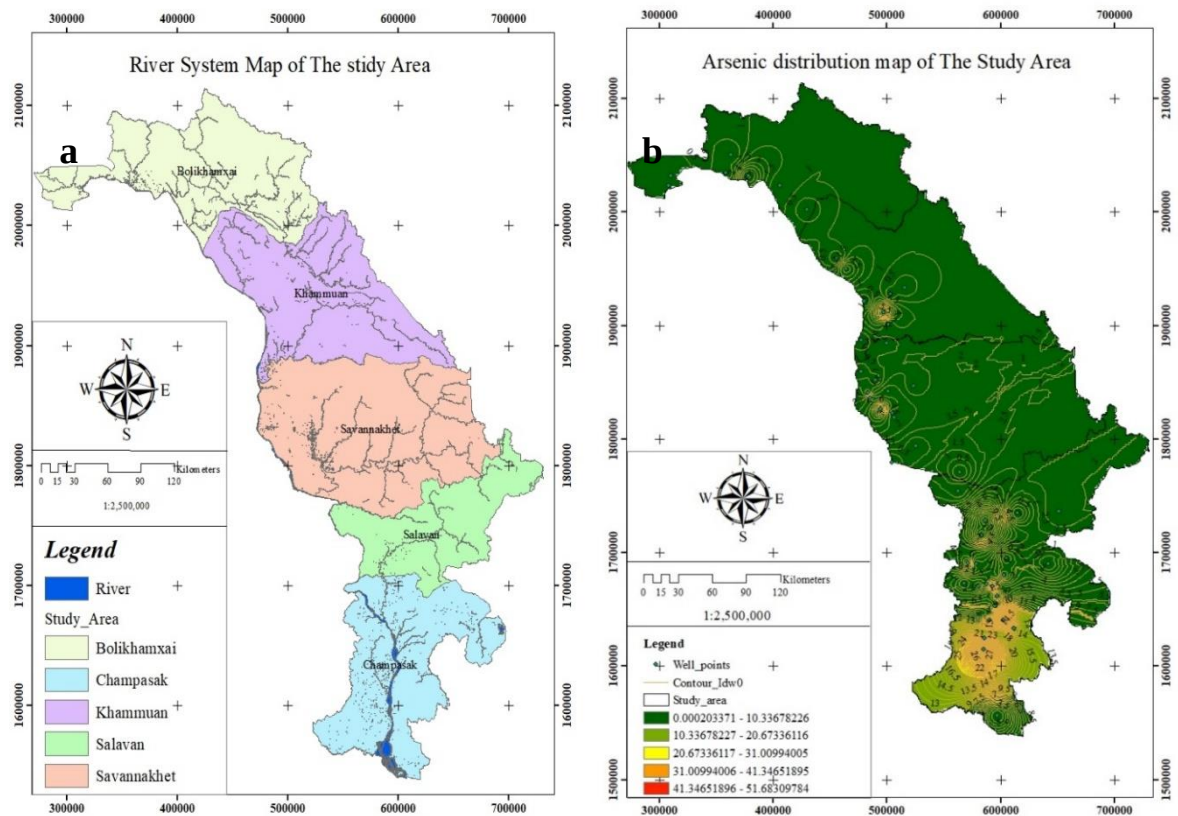
ຮູບພາບທີ 1: ສະແດງພື້ນທີ່ສຶກສາ ແລະ ຈຸດເກັບຕົວຢ່າງນໍ້າດິນຂອງການຄົ້ນຄ້ວາ ໃນ 5 ແຂວງ, ປະເທດລາວ



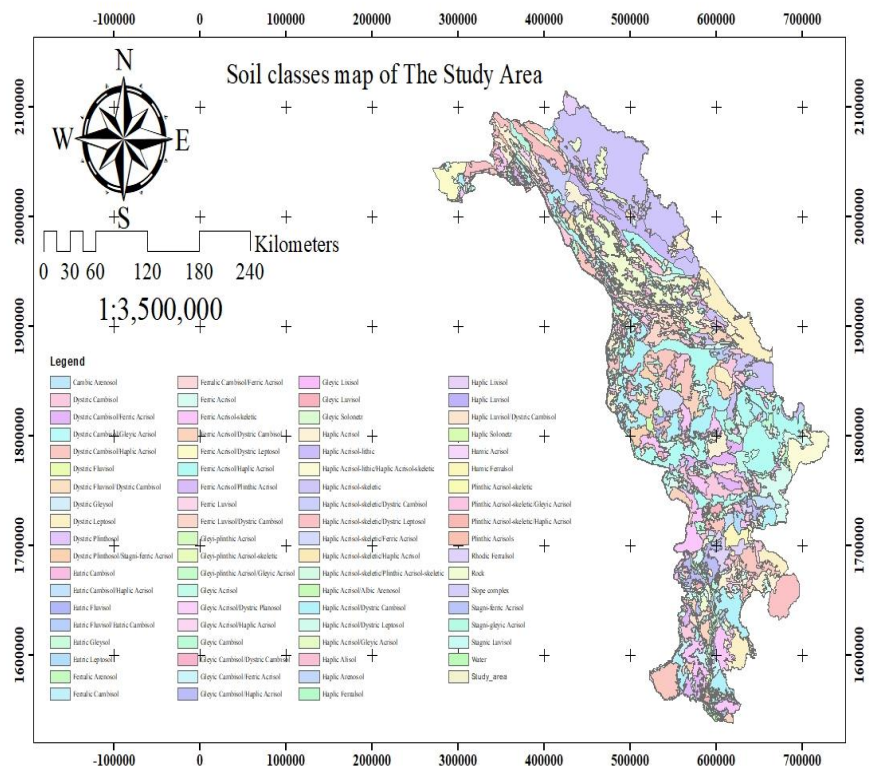
ຮູບພາບທີ 2: ສະແດງປະລິມານທາດອາຊີນິກໃນນໍ້າໃຕ້ດິນຂອງພື້ນທີ່ສຶກສາ



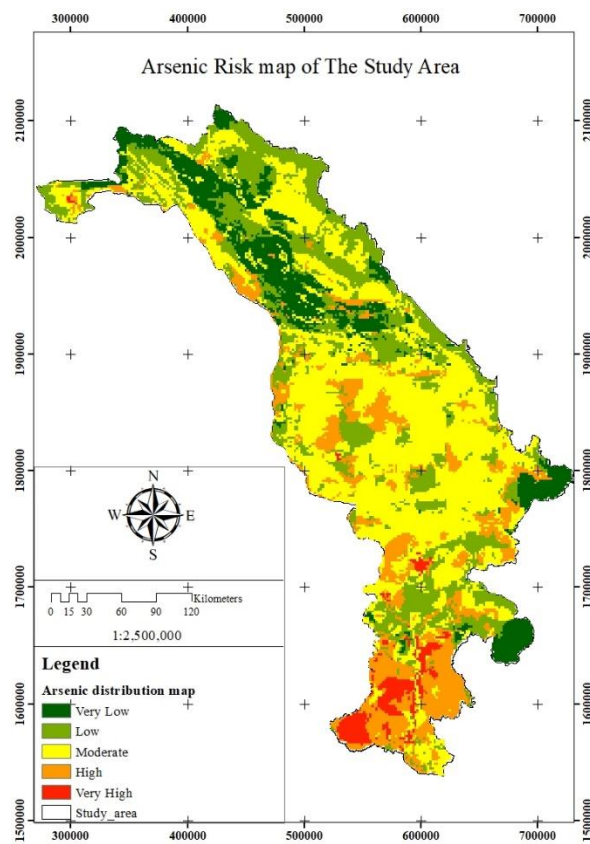
ຮູບພາບທີ 3: ສະແດງການສ້າງແຜນທີ່ a. ແຜນທີ່ຄວາມຊັນຂອງພື້ນທີ່ສຶກສາ b. ແຜນທີ່ການກາຈາຍຂອງນ້ຳຝົນໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ



ຮູບພາບທີ 4: ສະແດງການສ້າງແຜນທີ່ a. ແຜນທີ່ສາຍນ້ຳ ແລະ ແມ່ນ້ຳທີ່ເປັນສາຂາແມ່ນ້ຳຂອງໃນພື້ນທີ່ສຶກສາ b. ແຜນທີ່ການກະຈາຍໂຕຂອງທາດອາເຊນິກຕາມພື້ນທີ່ເກັບຕົວຢ່າງ



ຮູບພາບທີ 5: ສະແດງການສ້າງແຜນທີ່ປະເພດດິນເພື່ອໃຊ້ໃນການປະເມີນຄວາມສ່ຽງ



ຮູບພາບທີ 6 ສະແດງແຜນທີ່ຄວາມສ່ຽງຂອງການເກີດທາດອາຊີນິກໃນນ້ຳໄຕ້ດິນຂອງພື້ນທີ່ສຶກສາ