

การเปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอนใน อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร

Variations of Sediment Organic Matter and Nutrients in Nam Oun Dam Reservoir, Sakon Nakhon Province

กฤษณะ อัครพัฒน์, ไนนา เสนาศรี, พัชราราลัย ศรียะศักดิ์, สุพนธ์ณี สุวรรณภักดี,
สมศักดิ์ ระยัน และ ณัฏฐิยา ชำนาญคำ

Kritsana Akkharaphat, Naiyana Senasri, Patcharawalai Sriyasak, Supanee Suwanpakdee,

Somsak Rayan and Nattiya Chumnanka

สาขาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ประเทศไทย

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources,

Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Thailand

Received : 26 August 2025, Received in revised form : 23 December 2025, Accepted : 23 December 2025

Available online : 7 January 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์และที่มา : เขื่อนน้ำอูนเป็นเขื่อนขนาดใหญ่เพื่อการกักเก็บน้ำ การชลประทาน การบรรเทาอุทกภัย และการระบายน้ำ อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนครอบคลุมพื้นที่หลายอำเภอในจังหวัดสกลนคร การใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบอ่างเก็บน้ำ ได้แก่ ที่ตั้งของชุมชน แหล่งท่องเที่ยว แหล่งทำการประมง พื้นที่เกษตรกรรม (การเพาะปลูกและปศุสัตว์) เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ พื้นที่ทางน้ำเข้า และพื้นที่ระบายน้ำออก เป็นต้น พื้นที่เหล่านี้มีความสำคัญต่อการเกิดดินตะกอนและสารอาหารภายในอ่างเก็บน้ำ ปัจจุบันอ่างเก็บน้ำแห่งนี้กำลังประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของจอกหูหนูยักษ์ (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเร่งให้เกิดการสะสมของดินตะกอนและอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระยะยาวของอ่างเก็บน้ำได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะพื้นที่การใช้ประโยชน์และตามฤดูกาลของปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณสารอาหารในดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน รวมทั้งศึกษาปริมาณน้ำในดินและอนุภาคดินตะกอน

วิธีดำเนินการวิจัย : พื้นที่ศึกษาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนจำนวน 10 สถานี (S1-S10) ได้แก่ S1 (ประตูระบายน้ำออกฝั่งซ้าย) S2 (ประตูระบายน้ำออกฝั่งขวา) S3 (แหล่งท่องเที่ยวและชุมชน) S4 (แพท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และเขตรักษาพันธุ์สัตว์น้ำ) S5 (สถานีสูบน้ำประปาและพื้นที่เกษตรกรรม) S6 (ทางน้ำเข้าห้วยเหล็กไฟและแหล่งชุมชน) S7 (เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ) S8-S9 (แหล่งทำการประมงและเกษตรกรรม) และ S10 (ทางน้ำเข้าลำน้ำอูน) เก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ผิวหน้าโดยใช้เครื่อง Ekman Grab (15x15 เซนติเมตร) เก็บตัวอย่างดินตะกอนตามพื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำ 10 สถานีๆ ละ 3 ซ้ำ และตามฤดูกาลในรอบ 1 ปี จำนวน 3 ครั้ง แบ่งออกเป็นฤดูร้อน (ปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566) ฤดูฝน (กลางเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566) และฤดูหนาว (ต้นเดือนมกราคม พ.ศ. 2567) วิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนเพื่อหาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (OC) ปริมาณ

สารอินทรีย์ (OM) ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) ปริมาณน้ำในดินตะกอน (WC) และร้อยละ (%) ของอนุภาคดินตะกอน (อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคทราย) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-Way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์โดย Pearson's Correlation

ผลการวิจัย : ปริมาณ OC และ OM มีค่าอยู่ในช่วง 0.85-4.93% และ 1.46-8.50% และมีค่าเฉลี่ย $2.22 \pm 0.97\%$ และ $3.83 \pm 1.66\%$ ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) แต่พบความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) พื้นที่ S7 มีปริมาณ OC และ OM สูงที่สุด ส่วนปริมาณต่ำที่สุดพบที่ S1 S2 S3 S6 S9 และ S10 ค่าเฉลี่ยปริมาณ OM ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ในอ่างเก็บน้ำบึงห้วยระดับสารอินทรีย์ในดินตะกอนอยู่ในระดับที่ต่ำ ปริมาณ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ และ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ มีค่าอยู่ในช่วง 3.68-58.69 mg/kg 10.94-160.23 mg/kg และ 0.07-0.72 mg/kg และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.55 ± 12.99 mg/kg 50.17 ± 40.73 mg/kg และ 0.36 ± 0.20 mg/kg ตามลำดับ ปริมาณสารอาหารไม่มีความแตกต่างระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p > 0.05$) แต่พบความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ($p < 0.05$) ของปริมาณ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ และ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ โดยมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในฤดูหนาวและฤดูฝนตามลำดับ ส่วนปริมาณ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) ปริมาณ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณ OM ($p < 0.05$, $r = 0.41$) และอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ($p < 0.001$, $r = 0.68$) และยังพบว่าปริมาณ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ มีความสัมพันธ์กับปริมาณ OM อย่างมีนัยสำคัญสูง ($p < 0.01$, $r = 0.49$) บ่งชี้ได้ว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนส่งผลต่อปริมาณสารอาหารในดินตะกอนไปในทิศทางเดียวกัน WC มีค่าอยู่ในช่วง 41.47-77.11% และมีค่าเฉลี่ย $58.45 \pm 9.03\%$ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) WC มีปริมาณสูงที่สุดที่ S7 และ S8 และต่ำที่สุดที่ S3 ค่า WC มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณ OM ($p < 0.001$, $r = 0.83$) อย่างมีนัยสำคัญสูงกับปริมาณ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ($p < 0.01$, $r = 0.48$) และ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ($p < 0.01$, $r = 0.55$) และอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ($p < 0.05$, $r = 0.39$) ดังนั้นค่า WC สามารถเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่บ่งชี้ถึงสภาพของสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอนเบื้องต้นได้ ผลการศึกษาอนุภาคดินตะกอนพบว่า อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคทรายมีค่าอยู่ในช่วง 19.96-54.27% 14.72-44.57% และ 22.63-62.09% และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $29.06 \pm 8.50\%$ $26.83 \pm 8.28\%$ และ $44.17 \pm 11.60\%$ ตามลำดับ อนุภาคดินตะกอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) ผลการวิเคราะห์เนื้อดินตะกอนพบว่าพื้นที่ศึกษาของอ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่เป็นประเภทดินร่วนเหนียวปนทราย (S2 S4 S7 และ S8) รองลงมาเป็นประเภทดินร่วน (S1 S3 และ S5) ดินร่วนเหนียว (S6 และ S9) และ ดินเหนียว (S10) ตามลำดับ งานวิจัยนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคดินตะกอนกับปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอน

สรุปผลการวิจัย : พื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนมีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (OC และ OM) ปริมาณน้ำในดินตะกอน (WC) และอนุภาคดินตะกอน (ดินเหนียว ทรายแป้ง และทราย) ภายในอ่างเก็บน้ำ แต่ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารในดินตะกอน ในขณะที่ฤดูกาลไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ OC OM WC และอนุภาคดินตะกอน แต่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารอาหารในดินตะกอนส่วนใหญ่ การศึกษาความเร็วของ

กระแสน้ำเพิ่มเติมจะสามารถอธิบายทิศทางการแพร่กระจายดินตะกอนภายในอ่างเก็บน้ำได้มากขึ้น ข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางเบื้องต้นในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : ดินตะกอน ; สารอินทรีย์ ; สารอาหาร ; อ่างเก็บน้ำ ; เขื่อนน้ำอูน

Abstract

Background and Objectives : Nam Oun Dam is a large reservoir, serves water storage, irrigation, flood control and drainage. Nam Oun Dam Reservoir covers the areas of many districts in Sakon Nakhon province. Land use in the areas surrounding the reservoir, such as residential communities, tourist sites, fisheries, agriculture (crop cultivation and livestock farming), fisheries conservation zones, and water inflow and outflow areas. These areas are important for the generation of sediments and nutrients within the reservoir. This reservoir is currently facing the problem of Giant Salvinia infestation (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell), which creates a risk to accelerate the accumulation of sediments and may affect the water quality in the long-term of the reservoir. This study aimed to investigate the spatial and seasonal variations of organic matter and nutrient contents in the sediments of Nam Oun Dam Reservoir, including sediment water content and particle size.

Methodology : Study sites in Nam Oun Dam Reservoir were 10 stations (S1-S10) such as S1 (water outlet-left gate), S2 (water outlet-right gate), S3 (tourist attraction and community), S4 (raft-ecotourist attraction and fisheries conservation zone), S5 (pumping station for tap water production and agriculture areas), S6 (Huai Lek Fai inlet and community areas), S7 (fisheries conservation zone), S8-S9 (fisheries and agriculture area) and S10 (Nam Oun River inlet area). Surface sediment samples were collected using an Ekman Grab sampler (15x15 cm) from 10 stations (S1-S10) located in areas with different land uses surrounding the reservoir. Sampling was conducted seasonally within a year, three sampling periods were summer (late March 2023), rainy (mid- August 2023) and winter (early January 2024). The sediment samples were analyzed to determine the contents of organic carbon (OC), organic matter (OM), ammonium-nitrogen (NH_4^+ -N), nitrate-nitrogen (NO_3^- -N), phosphate-phosphorous (PO_4^{3-} -P), sediment water content (WC) and percentage (%) of sediment particles (clay, silt and sand). The data were statically analyzed using One-Way Analysis of Variance (ANOVA), the averages were compared by Duncan's Multiple Range Test, and the relationships between parameters were analyzed by Pearson's Correlation.

Main Results : The contents of OC and OM ranged from 0.85-4.93% and 1.46-8.50%, with the averages of $2.22 \pm 0.97\%$ and $3.83 \pm 1.66\%$, respectively. There were not significant seasonal differences ($p > 0.05$), whereas significant spatial differences were found among the study sites ($p < 0.05$). Site S7 was the highest OC and OM contents, while the lowest contents were found at S1, S2, S3, S6, S9 and S10. The averages of OM content in most areas of the reservoir indicated a low level of organic matter in the sediments. The averages of NH_4^+ -N, NO_3^- -N and

PO_4^{3-} -P contents ranged from 3.68-58.69 mg/kg, 10.94-160.23 mg/kg and 0.07-0.72 mg/kg, with the averages of 17.55 ± 12.99 mg/kg, 50.17 ± 40.73 mg/kg and 0.36 ± 0.20 mg/kg, respectively. There were not significant spatial differences for nutrients ($p > 0.05$). However, significant seasonal differences were observed for NO_3^- -N and PO_4^{3-} -P ($p < 0.05$), with the highest averages recorded in winter and rainy seasons, respectively. In contrast, NH_4^+ -N was not significant seasonal difference ($p > 0.05$). The NH_4^+ -N content was significantly correlated with OM content ($p < 0.05$, $r = 0.41$) and highly significantly correlated with NO_3^- -N content ($p < 0.001$, $r = 0.68$). Furthermore, PO_4^{3-} -P content was also found to be very significantly correlated with OM content ($p < 0.01$, $r = 0.49$). These indicated that the organic matter content in the sediments had positive effect on the nutrient contents. WC ranged from 41.47-77.11%, with the averages of $58.45 \pm 9.03\%$. WC was not significant differences between seasons ($p > 0.05$), but significant difference was found among study sites ($p < 0.05$). The highest contents were found at S7 and S8, with the lowest content was found at S3. WC showed highly significant positive correlation with the contents of OM ($p < 0.001$, $r = 0.83$), very significant positive correlation with NH_4^+ -N ($p < 0.01$, $r = 0.48$), and PO_4^{3-} -P ($p < 0.01$, $r = 0.55$) and significant positive correlation with NO_3^- -N ($p < 0.05$, $r = 0.39$). Therefore, WC could be the important parameter for preliminary indicator of the organic matter and nutrient conditions in the sediments. The results of the sediment particle size were found that clay, silt and sand ranged from 19.96-54.27%, 14.72-44.57% and 22.63-62.09%, with the averages of $29.06 \pm 8.50\%$, $26.83 \pm 8.28\%$ and $44.17 \pm 11.60\%$, respectively. Particle size was not statically significant seasonal difference ($p > 0.05$), but it was statically significant spatial difference ($p < 0.05$). The results of sediment texture analysis showed that sandy clay loam was mostly found in the study areas of the reservoir (S2, S4, S7 and S8), followed by loam (S1, S3 and S5), clay loam (S6 and S9) and clay (S10), respectively. This research did not detect a correlation in the particle size and the contents of organic matter and nutrients.

Conclusions : The land use areas surrounding the Nam Oun Dam Reservoir had a significant effect ($p < 0.05$) on the variations in sediment organic matter contents (OC and OM), water content (WC) and Particle size (clay, silt and sand) within the reservoir, but had no significant effect ($p > 0.05$) on the sediment nutrient contents. In contrast, the season had a significant effect ($p < 0.05$) on the variations of OC, OM and particle size, but had no significant effect ($p > 0.05$) on the variations of most sediment nutrients. Further study on water current velocity could provide more explanation of sediment transport direction. The data from this research can be used as baseline for sustainable management of Nam Oun Dam Reservoir.

Keywords : sediment ; organic matter ; nutrient ; reservoir ; Nam Oun Dam

Introduction

เขื่อนน้ำอูนเป็นเขื่อนดินสร้างกั้นลำน้ำอูนที่บ้านหนองบัว อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่และอ่างเก็บน้ำมีความจุ 520 ล้านลูกบาศก์เมตร เขื่อนน้ำอูนจัดเป็นเขื่อนเอนกประสงค์ใช้ในการกักเก็บน้ำ ทดและส่งน้ำบรรเทาอุทกภัย และเพื่อการระบายน้ำ (Royal Irrigation Department, 2017) อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนครอบคลุมพื้นที่ในหลายอำเภอของจังหวัดสกลนคร การใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบของอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนมีหลายประเภท ได้แก่ ที่ตั้งของแหล่งชุมชน (หมู่บ้านต่างๆ) แหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง เช่น หาดสวนหิน (บ้านดงคำโพธิ์ ตำบลปลาไหล อำเภวาริชภูมิ) และแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เช่น แพท่องเที่ยวบ้านนาเชือก (บ้านนาเชือก ตำบลแร่ อำเภอพังโคน) เขตอนุรักษ์ (เขตอภัยทาน และพื้นที่อนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ) พื้นที่เกษตรกรรม (การเพาะปลูกและปศุสัตว์) รวมไปถึงพื้นที่ทางน้ำเข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำ (ลำน้ำอูนและห้วยเหล็กไฟ) และพื้นที่ทางน้ำออก (ประตูระบายน้ำทั้งสองแห่งของเขื่อนน้ำอูน) เป็นต้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบของอ่างเก็บน้ำสามารถส่งอิทธิพลต่ออัตราการกัดเซาะและอัตราการตกตะกอน (erosion and sedimentation rates) (Pudyastuti *et al.*, 2020) นอกจากนี้ยังพบว่าในหลายพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนได้ประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของวัชพืชน้ำ คือ จอกหูหนูยักษ์ (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) บางบริเวณมีการระบาดของจอกหูหนูยักษ์แผ่ขยายครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง เช่น บริเวณใกล้กับโรงสูบน้ำประปา (บ้านธาตุ ตำบลวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ) และบางฤดูกาลจะถูกลมพัดพามาแพร่กระจายอย่างหนาแน่นบริเวณประตูระบายน้ำออกทั้งสองแห่งบริเวณที่ตั้งเขื่อน ซึ่งเป็นจุดท่องเที่ยวที่สำคัญของอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ การแพร่ระบาดของจอกหูหนูยักษ์ส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพของอ่างเก็บน้ำ และอาจจะส่งผลกระทบต่อแรงการสะสมของดินตะกอนบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอนอาจจะเพิ่มมากขึ้นจนส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระยะยาวได้ นอกจากนี้การทับถมของจอกหูหนูยักษ์อาจจะส่งผลให้อ่างเก็บน้ำตื้นเขินจนมีผลต่อประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำได้ในอนาคต กระบวนการเกิดดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 สาเหตุหลัก (Obialor *et al.*, 2019) ได้แก่ สาเหตุทางธรรมชาติและสาเหตุที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ตะกอนปริมาณมากที่พัดพามาจากลุ่มน้ำในต้นน้ำโดยแม่น้ำจะตกตะกอนทับถมที่ก้นของอ่างเก็บน้ำ ดินตะกอนที่ทับถมในอ่างเก็บน้ำจะมีบทบาทสำคัญต่อแหล่งน้ำโดยทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บและปลดปล่อยสารอาหารสู่มวลน้ำข้างบน โดยสารอินทรีย์ในดินตะกอนจะถูกเปลี่ยนรูปโดยผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารให้เป็นสารอนินทรีย์ และนำไปใช้โดยผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำ ซึ่งรูปของสารอินทรีย์หรือสารอาหารที่อยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดินตะกอน ได้แก่ แอมโมเนียม ไนเตรท และฟอสเฟต เป็นต้น (Meksumpun, 2005) ข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนพบว่ายังมีอยู่น้อยมาก ซึ่งอาจเป็นหนึ่งในข้อจำกัดในการบริหารจัดการแหล่งน้ำแห่งนี้ได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และปริมาณสารอาหารในดินตะกอน รวมทั้งศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนและอนุภาคของดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะพื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำและตามฤดูกาลของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังและบริหารจัดการแหล่งน้ำอย่างยั่งยืนต่อไป

Methodology

1. พื้นที่ศึกษา

อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน ตั้งอยู่ในจังหวัดสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนครอบคลุมพื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำ จำนวนทั้งหมด 10 สถานี (Station, S) ได้แก่ S1 ทางน้ำออก-ประตูระบายน้ำฝั่งซ้าย (บ้านหนองบัว ตำบลแร่ อำเภอพังโคน) S2 ทางน้ำออก-ประตูระบายน้ำฝั่งขวา (บ้านโคกสะอาด ตำบลแร่ อำเภอพังโคน) S3 หาดสวนหิน-แหล่งท่องเที่ยวและชุมชน (บ้านดงคำโพธิ์ ตำบลปลาไหล อำเภวาริชภูมิ) S4 แพนนาเขื่อน-แหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ (บ้านนาเชือก ตำบลแร่ อำเภอพังโคน) S5 โรงสูบน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาและแหล่งเกษตรกรรม (บ้านธาตุ ตำบลวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ) S6 ทางน้ำเข้า-ห้วยเหล็กไฟและแหล่งชุมชน (บ้านกุดตะกาบ ตำบลวาริชภูมิ อำเภวาริชภูมิ) S7 เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำ (บ้านไทยเจริญ ตำบลนิคมน้ำอูน อำเภอนิคมน้ำอูน) S8 แหล่งทำประมงและเกษตรกรรม (บ้านนาเลา ตำบลนาใน อำเภอพรรณานิคม) S9 แหล่งทำประมงและเกษตรกรรม (บ้านหนองปลิง ตำบลนิคมน้ำอูน อำเภอนิคมน้ำอูน) และ S10 ทางน้ำเข้า (ลำน้ำอูน) และแหล่งทำประมง (บ้านหนองผือ ตำบล นาใน อำเภอพรรณานิคม) (Table 1, Figure 1)

Table 1 Sampling stations and locations at Nam Oun Dam Reservoir, Sakon Nakhon Province

Station	Location			Geographic Coordinate System	
	Village	Subdistrict	District		
S1	Ban Nong Bua	Rae	Phang Khon	17.305771	103.742224
S2	Ban Khok Sa-ad	Rae	Phang Khon	17.297813	103.760601
S3	Ban Dong Kham Plo	Pla Lo	Waritchaphum	17.2832890	103.7250171
S4	Ban Na Chueak	Rae	Phang Khon	17.2736980	103.7626710
S5	Ban That	Waritchaphum	Waritchaphum	17.2721170	103.6915760
S6	Ban Kut Takab	Waritchaphum	Waritchaphum	17.2323279	103.6833634
S7	Ban Thai Charoen	Nikhom Nam Un	Nikhom Nam Un	17.2306470	103.7117840
S8	Ban Na Lao	Na Nai	Phanna Nikhom	17.2214200	103.7444930
S9	Ban Nong Pling	Nikhom Nam Un	Nikhom Nam Un	17.1964373	103.7470474
S10	Ban Nong Phue	Na Nai	Phanna Nikhom	17.1915150	103.7790140

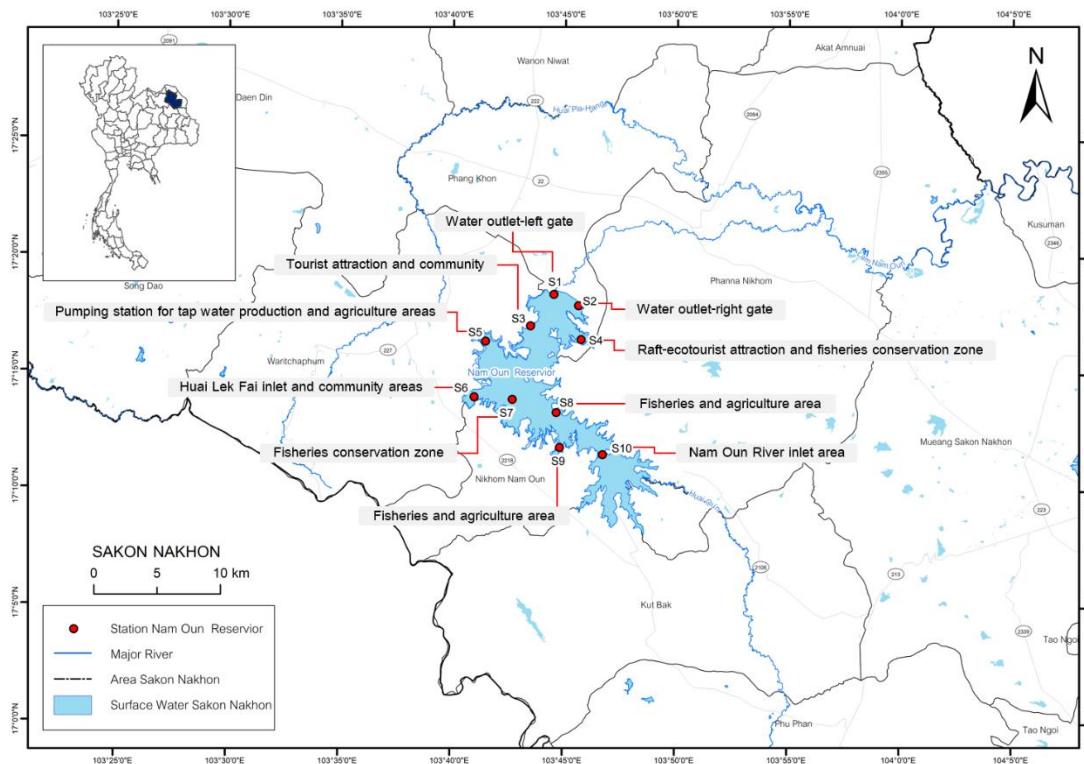


Figure 1 Location of Nam Oun Dam Reservoir and sampling stations

2. การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ผิวหน้า (surface sediment) มีความลึกดินตะกอน 10 เซนติเมตร (cm) โดยใช้เครื่องตักดิน (Ekman Grab) พื้นที่หน้าตัด 15x15 cm เก็บตัวอย่างตามลักษณะพื้นที่ทั้งหมด 10 สถานีๆ ละ 3 ซ้ำ และเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลในรอบ 1 ปี จำนวนทั้งหมด 3 ครั้ง ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2567 ได้แก่ ครั้งที่ 1 ฤดูร้อน (ปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566) ครั้งที่ 2 ฤดูฝน (กลางเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566) และครั้งที่ 3 ฤดูหนาว (ต้นเดือนมกราคม พ.ศ.2567) ซึ่งหลักเกณฑ์ในการแบ่งฤดูกาลในการศึกษานี้อ้างอิงจากประกาศการเข้าสู่ฤดูกาลของกรมอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย (Thai Meteorological Department, 2023a-c) และค่ามาตรฐาน 30 ปี (ค.ศ.1981-2010) ของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและปริมาณฝนของจังหวัดสกลนคร (Meteorological Development Division, 2022) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและปริมาณฝนต่ำที่สุด-สูงที่สุด ในฤดูร้อน (ระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม) 22.1-35.1 องศาเซลเซียส (°C) และ 57.5-227.6 มิลลิเมตร (mm) ตามลำดับ ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม) 22.6-32.5 °C และ 76.9-357.9 mm ตามลำดับ และในฤดูหนาว (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) 16.1-31.3 °C และ 4.7-29.3 mm ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

แบ่งตัวอย่างดินตะกอนเปียกส่วนหนึ่งนำมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำในดินตะกอน (water content, WC) และสกัดน้ำในช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินตะกอน (pore water) ตามวิธีการของ Chuan & Sugahara (1984) โดยใช้สารละลายโซเดียม

คลอไรด์ (NaCl) 3% ปริมาตร 400 มิลลิลิตร (ml) สกัดดินตะกอนเปียก 25 กรัม (g) นำตัวอย่างน้ำจากดินตะกอนที่สกัดได้มาวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonium-nitrogen, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$) วิธี Indophenol blue (Strickland & Parsons, 1972) ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen, $\text{NO}_3^- - \text{N}$) โดย Brucine method (APHA *et al.*, 1998) และปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (phosphate-phosphorus, $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$) วิธี Ascorbic acid (Strickland & Parsons, 1972) จากนั้นคำนวณปริมาณสารอาหารที่ละลายน้ำอยู่ในดินตะกอน โดยเทียบจากน้ำหนักดินตะกอนที่สกัดและปริมาตรน้ำที่สกัดได้ (Chuan & Sugahara, 1984; Department of Fisheries, 2019) ตัวอย่างดินเปียกอีกส่วนนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นในตู้ควบคุมความชื้น (desiccator cabinet) หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนที่แห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดดิน แบ่งตัวอย่างดินตะกอนแห้งที่บดแล้วออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งร่อนผ่านตะแกรงร่อน (ASTM sieve) เบอร์ 60 (ขนาดตา 250 ไมโครเมตร) และนำไปวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon, OC) ด้วย Walkley-Black method และคำนวณปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter, OM) โดย $\text{OM} = \text{OC} \times 1.724$ (Boyd, 1995) ตัวอย่างดินแห้งอีกส่วนนำไปร่อนผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 10 (ขนาดตา 2 มิลลิเมตร) และนำไปวิเคราะห์หอนุภาคของดินตะกอน (particle size) โดย Hydrometer method (Boyd, 1995)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One-Way ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์โดย Pearson's Correlation

Results

ผลการศึกษาข้อมูลรายวันในรอบ 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2566 ถึง 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ของปริมาณน้ำในเขื่อนน้ำอูนโดย Royal Irrigation Department (n.d.) พบว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนมีค่าอยู่ในช่วง 212.25-486.93 ล้านลูกบาศก์เมตร (Mm^3) ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำที่สุดและสูงที่สุดพบในวันที่ 3 มิถุนายน และ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2566 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยในรอบ 1 ปี ของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ $332.69 \pm 95.54 \text{ Mm}^3$ เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำรายวันมาคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเป็นรายเดือน (Figure 2) พบว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำต่ำที่สุดและสูงที่สุดพบในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 และตุลาคม พ.ศ. 2566 โดยมีค่าเฉลี่ย $215.77 \pm 1.62 \text{ Mm}^3$ และ $475.32 \pm 8.65 \text{ Mm}^3$ ตามลำดับ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและปริมาณฝน พ.ศ. 2566 จากสถานีตรวจอากาศจังหวัดสกลนครโดย Sakon Nakhon Provincial Statistical Office (2025) พบว่าในเดือนมีนาคม (ฤดูร้อน) มีอุณหภูมิต่ำที่สุด-สูงที่สุด และปริมาณฝนสูงที่สุด $17-40^\circ\text{C}$ (เฉลี่ย 27.76°C) และ 3.6 mm ตามลำดับ เดือนเดือนสิงหาคม (ฤดูฝน) $23-36^\circ\text{C}$ (เฉลี่ย 27.91°C) และ 62.6 mm ตามลำดับ และเดือนมกราคม (ฤดูหนาว) $9-33^\circ\text{C}$ (เฉลี่ย 20.98°C) และ 15 mm ตามลำดับ

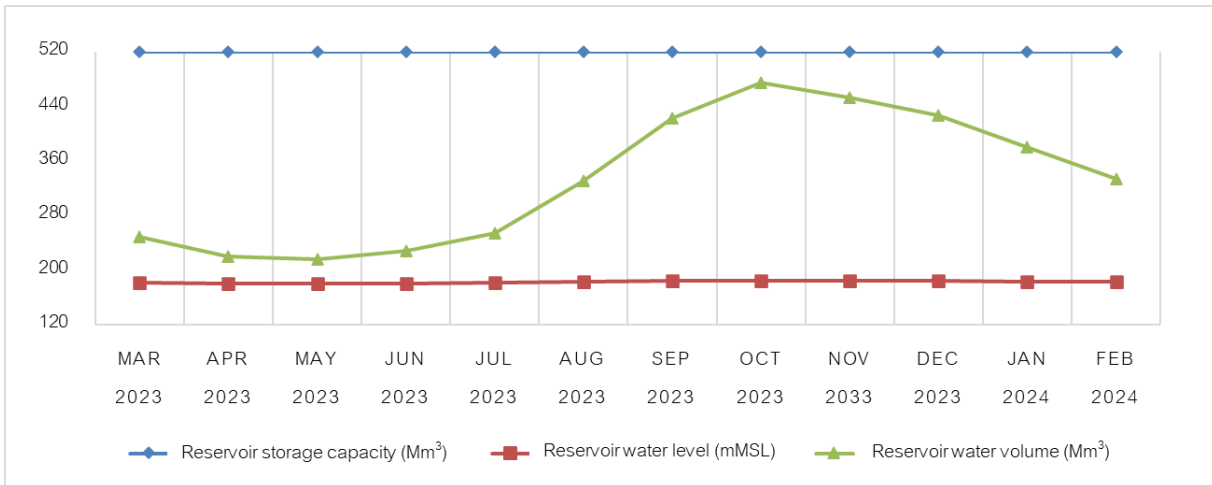


Figure 2 Monthly water conditions in Nam Oun Dam reservoir, calculated based on daily water data from Royal Irrigation Department (n.d.) between March 2023 and February 2024

ผลการศึกษาระดับคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนของอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนพบว่ามีความอยู่ในช่วง 0.85-4.93% และ 1.46-8.50% และมีค่าเฉลี่ย $2.22 \pm 0.97\%$ และ $3.83 \pm 1.66\%$ ตามลำดับ ทั้งสองพารามิเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) (Table 2) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) โดยทั้งปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณสารอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยทุกฤดูกาลสูงสุดที่ S7 และต่ำสุดที่ S9 S2 S3 S10 S6 และ S1 (Figure 3a-b)

ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$) ไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) และฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$) มีค่าอยู่ในช่วง 3.68-58.69 mg/kg 10.94-160.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักดินตะกอนแห้ง (mg/kg) และ 0.07-0.72 mg/kg ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.55 ± 12.99 mg/kg 50.17 ± 40.73 mg/kg และ 0.36 ± 0.20 mg/kg ตามลำดับ ปริมาณสารอาหารทุกพารามิเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p > 0.05$) (Figure 3c-e) และ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) ในขณะที่ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ และ $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างฤดูกาล ($p < 0.05$) โดยพบว่า $\text{NO}_3^- - \text{N}$ มีปริมาณสูงสุดในฤดูหนาว ส่วนปริมาณที่พบในฤดูฝนและฤดูร้อนไม่แตกต่างกันในทางสถิติ $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ มีปริมาณสูงสุดในฤดูฝน ส่วนฤดูร้อนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (Table 2) ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 41.47-77.11% และมีค่าเฉลี่ย $58.45 \pm 9.03\%$ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) (Table 2) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) มีค่าสูงที่สุดที่ S7 และ S8 และค่าต่ำที่สุดที่ S3 (Figure 3f)

อนุภาคดินเหนียว (clay) ทรายแป้ง (silt) และทราย (sand) มีค่าอยู่ในช่วง 19.96-54.27% 14.72-44.57% และ 22.63-62.09% ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $29.06 \pm 8.50\%$ $26.83 \pm 8.28\%$ และ $44.17 \pm 11.60\%$ ตามลำดับ ทุกพารามิเตอร์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล ($p > 0.05$) (Table 2) แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ศึกษา

($p < 0.05$) โดย % clay สูงสุดที่ S10 และต่ำสุดที่ S3 % silt สูงที่สุด S9 S5 และ S1 ส่วนค่าที่ต่ำสุดพบที่ S2 % sand สูงที่สุดที่ S2 และต่ำสุดที่ S9 ดินตะกอนส่วนใหญ่เป็นประเภทดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) (Table 3)

Table 2 Seasonal variations in the averages ($\pm$ SD) of sediment parameters in Nam Oun Dam Reservoir

Parameter	Season		
	Summer	Rainy	Winter
Organic Carbon (%)	2.33 $\pm$ 1.23	2.29 $\pm$ 0.84	2.05 $\pm$ 0.85
Organic Matter (%)	4.02 $\pm$ 2.13	3.95 $\pm$ 1.45	3.53 $\pm$ 1.46
Ammonium-Nitrogen (mg/kg)	15.08 $\pm$ 5.80	16.18 $\pm$ 11.44	21.40 $\pm$ 18.81
Nitrate-Nitrogen (mg/kg)	21.70 $\pm$ 12.38 ^b	36.51 $\pm$ 13.83 ^b	92.31 $\pm$ 43.82 ^a
Phosphate-Phosphorus (mg/kg)	0.32 $\pm$ 0.21 ^b	0.52 $\pm$ 0.15 ^a	0.23 $\pm$ 0.12 ^b
Water Content (%)	57.20 $\pm$ 10.82	60.44 $\pm$ 7.76	57.74 $\pm$ 8.86
Clay (%)	28.52 $\pm$ 9.72	30.70 $\pm$ 9.06	27.96 $\pm$ 7.16
Silt (%)	27.16 $\pm$ 9.39	24.80 $\pm$ 6.86	28.53 $\pm$ 8.83
Sand (%)	44.52 $\pm$ 10.81	44.47 $\pm$ 12.59	43.51 $\pm$ 12.54

*Different superscript letters in the same row indicated significant differences ($p < 0.05$)

Table 3 Spatial sediment particles in Nam Oun Dam Reservoir

Station	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Classification
S1	23.21 $\pm$ 3.48 ^{cd}	32.74 $\pm$ 10.10 ^a	43.95 $\pm$ 9.17 ^b	Loam
S2	23.09 $\pm$ 2.62 ^{cd}	17.64 $\pm$ 1.64 ^c	59.52 $\pm$ 3.27 ^a	Sandy clay loam
S3	21.18 $\pm$ 1.14 ^d	31.87 $\pm$ 12.49 ^{ab}	46.95 $\pm$ 12.15 ^{ab}	Loam
S4	24.85 $\pm$ 4.05 ^{cd}	24.68 $\pm$ 2.35 ^{abc}	50.48 $\pm$ 1.87 ^{ab}	Sandy clay loam
S5	26.11 $\pm$ 3.53 ^{cd}	33.83 $\pm$ 4.54 ^a	40.07 $\pm$ 4.17 ^{bc}	Loam
S6	30.58 $\pm$ 4.54 ^c	25.52 $\pm$ 3.26 ^{abc}	43.90 $\pm$ 7.77 ^b	Clay loam
S7	28.44 $\pm$ 2.25 ^{cd}	24.60 $\pm$ 9.22 ^{abc}	46.96 $\pm$ 9.56 ^{ab}	Sandy clay loam
S8	27.18 $\pm$ 2.93 ^{cd}	19.35 $\pm$ 3.21 ^{bc}	53.80 $\pm$ 5.99 ^{ab}	Sandy clay loam
S9	38.30 $\pm$ 6.40 ^b	35.37 $\pm$ 3.53 ^a	26.33 $\pm$ 4.98 ^d	Clay loam
S10	47.58 $\pm$ 5.90 ^a	22.73 $\pm$ 7.96 ^{abc}	29.70 $\pm$ 9.03 ^{cd}	Clay

*Different superscript letters in the same column indicated significant differences ($p < 0.05$)

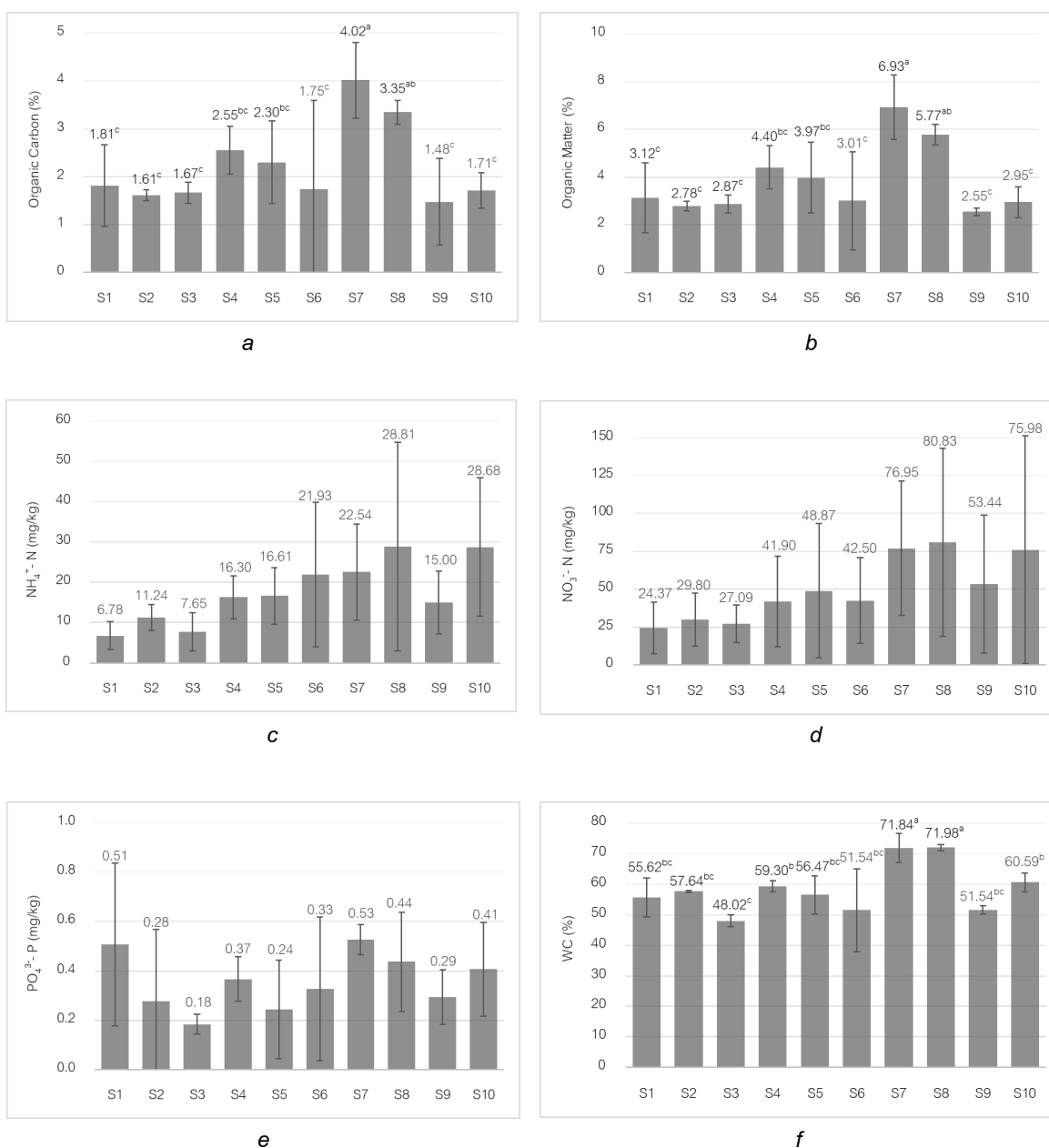


Figure 3 Spatial variations in the averages ($\pm$ SD) of sediment parameters in Nam Oun Dam Reservoir, organic carbon (a), organic matter (b), ammonium-nitrogen (c), nitrate-nitrogen (d), phosphate-phosphorus (e) and water content (f)

*Different superscript letters indicated significant differences ($p < 0.05$)

Discussion

คาร์บอนอินทรีย์และสารอินทรีย์ในดินตะกอนพื้นอ่างเก็บน้ำเป็นพารามิเตอร์ทางนิเวศวิทยาที่สำคัญ ซึ่งการย่อยสลายสารอินทรีย์จะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนในดินตะกอน (การกักเก็บคาร์บอน) นอกจากนี้สารอินทรีย์ในดินตะกอนยังเป็นแหล่งกักเก็บธาตุอาหารของอ่างเก็บน้ำ (Luvai *et al.*, 2022) การจำแนกระดับของสารอินทรีย์ในดินแบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำมาก (OM <2%) ระดับต่ำ (OM 2-4%) ระดับปานกลาง (OM 4-8%) และระดับสูง (OM >8%) (Brooks, 1983; Simbo *et al.*, 2022) ในงานวิจัยนี้พบว่าสารอินทรีย์มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.46-8.50% จัดอยู่ในช่วงที่มีสารอินทรีย์ในระดับต่ำมากไปจนถึงระดับสูง และค่าเฉลี่ยตลอดการศึกษานี้บ่งชี้สภาพดินตะกอนโดยเฉลี่ยของอ่างเก็บน้ำมีระดับสารอินทรีย์ต่ำ งานวิจัยนี้พบว่าฤดูกาลไม่ส่งผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และสารอินทรีย์ในดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำ ($p > 0.05$) การบริหารจัดการน้ำของเขื่อนเป็นส่วนช่วยลดความผันผวนของปริมาณสารอินทรีย์ การระบายน้ำออกในฤดูร้อนซึ่งโดยปกติสารอินทรีย์จะมาจากปัจจัยภายในอ่างเก็บน้ำเป็นส่วนใหญ่ในฤดูกาลนี้ ในฤดูฝนจะเกิดจากการนำเข้ามาจากปัจจัยภายนอกอ่างเก็บน้ำ การกักเก็บน้ำจะเริ่มในฤดูกาลนี้และเมื่อเข้าสู่ปลายฤดูหนาวระดับน้ำจะค่อยลดลงจากการระบายน้ำออกเพื่อการชลประทาน (Figure 2) ส่วนพื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณอ่างเก็บน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และสารอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ในอ่างเก็บน้ำบ่งชี้ระดับสารอินทรีย์ในดินอยู่ในระดับที่ต่ำ (S1 S2 S3 S5 S6 S9 และ S10) มีเพียง 3 สถานี (S4 S7 และ S8) จัดอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และสารอินทรีย์สูงสุดอยู่ที่ S7 (Figure 3a-b) ซึ่งพื้นที่ S7 ถูกใช้ประโยชน์เป็นเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำเป็นบริเวณที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย ซึ่งสารอินทรีย์จะมาจากปัจจัยภายในอ่างเก็บน้ำมากกว่าปัจจัยจากภายนอก ส่วนปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และสารอินทรีย์ต่ำที่สุดพบที่ S1 S2 S3 S9 และ S10 จากผลการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์แต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำส่วนใหญ่ยังมีระดับสารอินทรีย์ต่ำ การศึกษาพบว่าปริมาณสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำในดินตะกอนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$, $r = 0.83$) (Table 4) ปริมาณน้ำในดินตะกอนมี % สูงที่สุดใน S7 เช่นเดียวกัน (Figure 3f) และยังพบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอนทุกพารามิเตอร์ ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Fang *et al.* (2024) ในทะเลสาบ West Lake ประเทศจีน (43.7-70.8%) ปริมาณน้ำในดินตะกอนเป็นพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญโดยสามารถบ่งชี้ถึงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของสารอินทรีย์ในดินตะกอนได้ (Meksumpun, 2005)

งานวิจัยนี้ปริมาณ NO_3^- -N มีค่าสูงกว่าปริมาณ NH_4^+ -N ในทุกฤดูกาลและทุกพื้นที่ศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาการศึกษาในอ่างเก็บน้ำ Qingcaosha ประเทศจีนในปี ค.ศ. 2018 ของ Shen *et al.* (2021) ที่พบว่าไนโตรเจนอินทรีย์ในดินตะกอนส่วนใหญ่คือรูป NO_3^- -N ในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง และพบว่าว่ามีปริมาณสูงที่สุดถึง 141.38 mg/kg รองลงมาคือรูป NH_4^+ -N มีปริมาณสูงที่สุด 60.85 mg/kg ซึ่งทั้งสองพารามิเตอร์มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในทุกพื้นที่ศึกษาและทุกฤดูกาลของงานวิจัยนี้ และงานวิจัยนี้พบว่าปริมาณ NH_4^+ -N ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างฤดูกาลและพื้นที่ศึกษา ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณ NO_3^- -N ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง

ฤดูกาล ($p < 0.05$) โดยพบค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในฤดูหนาว ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องหลังสิ้นสุดฤดูฝนในกลางเดือนตุลาคม (Figure 2) เนื่องจากมีการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานอย่างต่อเนื่อง ทำให้กระแสน้ำภายในอ่างเก็บน้ำเกิดความผันผวน รวมทั้งปริมาณออกซิเจนที่อาจจะมีค่าเข้มข้นมากขึ้นจะไปช่วยยับยั้งการเกิดกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน (denitrification) และช่วยเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยนไนโตรเจนในรูปสารอินทรีย์ (organic nitrogen) และการเปลี่ยน $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ไปเป็น $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ผ่านกระบวนการแอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) และกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) โดยจุลินทรีย์ (nitrobacteria) (Shen *et al.*, 2021; Zhao *et al.*, 2021; Li *et al.*, 2023) ซึ่งถ้าหากสภาวะที่ปริมาณออกซิเจนต่ำปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจะลดลง และปฏิกิริยาแอมโมนิฟิเคชันจะเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการปลดปล่อยของ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ในดินตะกอน (Hu *et al.*, 2019) ในงานวิจัยนี้ปริมาณ $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ($p < 0.05$, $r = 0.41$) และอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับปริมาณ $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ($p < 0.001$, $r = 0.68$) (Table 4) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$) อย่างมีนัยสำคัญสูง ($p < 0.01$, $r = 0.49$) ดังนั้นสารอินทรีย์ในดินตะกอนจึงมีบทบาทสำคัญในการปลดปล่อยสารอาหารขึ้นสู่ผิวน้ำเบื้องบน และถูกนำไปใช้โดยผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำ (Meksumpun, 2005) ปริมาณ $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในฤดูฝน ($p < 0.05$) การที่ฝนตกจะทำให้เกิดการกัดกร่อนบนผิวดินหรือหน้าดิน และบริเวณที่ว่างเปล่าจะมีการชะล้างมาก เข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำ (Royal Irrigation Department, 2017) การชะล้างจากฝนที่เกิดขึ้นอาจทำให้แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำในอ่างเก็บน้ำจมลงไปสู่การสะสมธาตุฟอสฟอรัสในดินตะกอน นอกจากนี้กิจกรรมทางการเกษตรในบริเวณโดยรอบอ่างเก็บน้ำจะส่งผลต่อการสะสมฟอสฟอรัสในดินตะกอนเพิ่มมากขึ้น (Shen *et al.*, 2021) ปริมาณ $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ ซึ่งเป็นรูปอนินทรีย์ที่พืชนำไปใช้ในกระบวนการผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำในงานวิจัยนี้มีปริมาณต่ำมากเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Yang *et al.* (2024) ในอ่างเก็บน้ำ Karst Canyon ในประเทศจีน ที่พบว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus, IP) ในอ่างเก็บน้ำมีปริมาณอยู่ในช่วง 60.91-337.88 mg/kg (ค่าเฉลี่ย 174.82 mg/kg) แต่มีช่วงที่ใกล้เคียงกันกับค่า IP ที่พบในทะเลสาบ West Lake ประเทศจีน (0.5-1.6 mg/kg) (Fang *et al.*, 2024)

งานวิจัยนี้พบว่าฤดูกาลไม่มีผลชัดเจนต่ออนุภาคดินตะกอน (particles) ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน ($p > 0.05$) (Table 2) เนื่องจากการบริหารจัดการน้ำของอ่างเก็บน้ำเช่นเดียวกันกับปริมาณสารอินทรีย์ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ ส่วนการศึกษาในเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ของอ่างเก็บน้ำพบว่ามีค่าแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษา ($p < 0.05$) (Table 3) การวิเคราะห์อนุภาคดินตะกอนสามารถบ่งชี้ถึงความแตกต่างเชิงพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำได้ รวมไปถึงองค์ประกอบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น สารอินทรีย์ และสารอาหาร (Palma *et al.*, 2021) ผลการศึกษาลักษณะเนื้อดิน (soil texture) ของดินตะกอนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน โดยค่าอนุภาคดินเหนียว ทรายแป้ง และทราย พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ซึ่งพบได้ใน 4 สถานี (S2 S4 S7 และ S8) จากทั้งหมด 10 สถานีเก็บตัวอย่าง รองลงมาเป็นดินประเภทดินร่วน (loam) ซึ่งพบ 3 สถานี (S1 S3 และ S5) และดินประเภทดินร่วนเหนียว (clay loam) พบใน 2 สถานี (S6 และ S9) ซึ่ง S6 ส่วนดินตะกอนประเภทดินเหนียว (clay) พบเพียงสถานีเดียว คือ S10 ซึ่งเป็นบริเวณแหล่งรับน้ำจากลำน้ำอูน (แม่น้ำสายหลักที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ) อนุภาคดินเหนียวถูกพบมากที่สุดบริเวณ S10 (Table 3) ซึ่งเป็นบริเวณพื้นรับน้ำที่ไหลเข้ามาจากลำน้ำอูนจากการศึกษาของ Meksumpun (2021) บริเวณปากแม่น้ำพบว่าพื้นที่ท้องน้ำที่มีอนุภาคเป็นโคลนเหนียวละเอียดเป็นองค์ประกอบ

จะพบได้บริเวณที่มีความเร็วของน้ำลดต่ำลง ซึ่งอนุภาคขนาดเล็กและน้ำหนักเบาสามารถตกตะกอนสะสมลงในบริเวณพื้นที่ตื้น น้ำได้ งานวิจัยนี้พบร้อยละของอนุภาคทรายมากที่สุดเป็นส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา โดยมาจากการชะล้างดินจากพื้นที่โดยรอบ เข้ามาสู่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งภูมิประเทศบริเวณที่ตั้งของอ่างเก็บน้ำมีลักษณะเป็นแอ่ง เมื่อเกิดฝนตกหนักจะกลายเป็นแอ่งรับน้ำ ลักษณะของดินส่วนใหญ่เป็นดินปนทรายซึ่งมีโครงสร้างไม่แน่น ไม่กักเก็บน้ำ (Royal Irrigation Department, 2017) อนุภาค ทรายที่พบบ่อย เป็นปัจจัยที่อาจบ่งชี้ถึงอัตราการสะสมตัวของตะกอนที่ต่ำภายในอ่างเก็บน้ำ ซึ่งปกติสารอินทรีย์จะสัมพันธ์กับ อนุภาคดินละเอียด และมีผลต่อการปลดปล่อยสารอาหารสู่ชั้นน้ำบริเวณพื้นที่ตื้น (Palma *et al.*, 2021) งานวิจัยนี้ไม่พบ ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภาคดินตะกอนกับปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอน ($p>0.05$) (Table 4) นอกจากนี้ อนุภาคยังมีผลต่อคุณภาพทางเคมีและชีวภาพของดินตะกอน และยังเป็นปัจจัยที่กำหนดว่าสภาพของดินตะกอนนั้นเหมาะสม ต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และมีผลต่อโครงสร้างประชาคมสิ่งมีชีวิตหน้าดิน (Simpson & Batley, 2016)

อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนกำลังประสบกับปัญหาการแพร่ระบาดของจอกหูหนูยักษ์ (*Salvinia molesta* D.S. Mitchell) การแพร่กระจายไม่เป็นรูปแบบแน่นอน การแพร่กระจายจำกัดอยู่ในบางบริเวณเท่านั้น การแพร่ระบาดของวัชพืชน้ำชนิดนี้ ส่งผลต่อทัศนียภาพของแหล่งน้ำ บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ S5 พบจอกหูหนูยักษ์มีการแพร่กระจายอย่างหนาแน่นและต้องเฝ้า ระวังเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งบริเวณนี้มีความสำคัญเนื่องจากเป็นที่ตั้งโรงสูบน้ำเพื่อผลิตน้ำประปา จากการศึกษาพบว่าระดับ สารอินทรีย์ในดินตะกอนยังอยู่ในระดับที่ต่ำ และปริมาณสารอาหารไม่มีความแตกต่างจากบริเวณอื่นๆ ทั้งนี้อาจต้องมีการเฝ้า ระวัง ติดตามและตรวจสอบอย่างต่อเนื่องเพื่อป้องกันความเสี่ยงของการตกทับถมของจอกหูหนูยักษ์ที่จะเร่งให้เกิดการสะสม ของดินตะกอนและอาจจะส่งผลกระทบต่อปริมาณสารอินทรีย์และสารอาหารในดินตะกอน รวมถึงคุณภาพน้ำในระยะยาวของ อ่างเก็บน้ำได้

Table 4 Pearson's Correlation (r) of sediment parameters in Nam Oun Dam Reservoir

	OM	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	WC	Clay	Silt
NH ₄ ⁺ -N	0.41*						
NO ₃ ⁻ -N	0.25	0.68***					
PO ₄ ³⁻ -P	0.49**	0.19	-0.11				
WC	0.83***	0.48**	0.39*	0.55**			
Clay	-0.19	0.22	0.17	0.18	0.04		
Silt	-0.14	-0.15	-0.01	-0.01	-0.39*	-0.06	
Sand	0.24	-0.05	-0.12	-0.13	0.25	-0.70***	-0.68***

* ($p<0.05$), ** ($p<0.01$), *** ($p<0.001$)

Conclusions

พื้นที่การใช้ประโยชน์รอบอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณสารอินทรีย์) ปริมาณน้ำในดินตะกอน และอนุภาคดินตะกอน (อนุภาคดินเหนียว อนุภาคทรายแป้ง และอนุภาคทราย) โดยเป็นผลมาจากการพัดพาและการตกทับถมของดินตะกอนที่เกิดจากกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะพื้นที่กลับไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารในดินตะกอน ($\text{NH}_4^+ \text{-N}$ $\text{NO}_3^- \text{-N}$ และ $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$) เนื่องการบริหารจัดการน้ำของเขื่อนเป็นส่วนช่วยลดความผันผวนของปริมาณสารอาหารภายในอ่างเก็บน้ำ ด้านฤดูกาลพบว่าไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ปริมาณน้ำในดินตะกอน และอนุภาคดินตะกอน ซึ่งการบริหารจัดการน้ำของเขื่อนมีส่วนช่วยลดความผันผวนของการสะสมตัวของดินตะกอนซึ่งในฤดูร้อนมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนอย่างต่อเนื่องเพื่อการชลประทาน และเริ่มกักเก็บน้ำเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนและเมื่อเข้าสู่ปลายฤดูหนาวจะเริ่มระบายน้ำออกเพื่อการชลประทานอีกครั้ง ฤดูกาลส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารอาหารในดินตะกอนส่วนใหญ่ ($\text{NO}_3^- \text{-N}$ และ $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$) ยกเว้น $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ โดย $\text{NO}_3^- \text{-N}$ พบมีปริมาณสูงสุดในฤดูหนาว ซึ่งการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานอย่างต่อเนื่องจากปลายฤดูฝนทำให้กระแสน้ำภายในอ่างเกิดความผันผวนและปริมาณออกซิเจนอาจจะยังมีความเข้มข้นเพียงพอ ซึ่งช่วยยับยั้งกระบวนการดีไนริฟิเคชันและช่วยเร่งกระบวนการแอมโมนิฟิเคชันและกระบวนการไนริฟิเคชัน ส่วนปริมาณ $\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$ พบมีปริมาณสูงที่สุดในฤดูฝนซึ่งเกิดจากการชะล้างจากกิจกรรมการเกษตรพื้นที่รอบอ่างเก็บน้ำที่สูงขึ้นในฤดูกาลนี้รอบอ่างเก็บน้ำ การศึกษาความเร็วของกระแสน้ำเพิ่มเติมจะสามารถอธิบายทิศทางของการแพร่กระจายดินตะกอนและบริเวณที่มีการสะสมตัวของดินตะกอนภายในอ่างเก็บน้ำได้ดียิ่งขึ้นเพื่อป้องกันการตื่นตระหนกส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำ และเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ข้อมูลจากงานวิจัยนี้สามารถเป็นแนวทางเบื้องต้นในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำเขื่อน น้ำอูนได้อย่างยั่งยืน

Acknowledgments

ขอขอบคุณสาขาประมง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร และหน่วยป้องกันและปราบปรามประมงน้ำจืดเขื่อนน้ำอูน สกลนคร ในการสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

References

- APHA, AWWA, & WEF. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (20th Edition). Washington, DC: American Public Health Association.
- Boyd, C.E. (1995). *Bottom soil, sediment and pond aquaculture*. New York: Chapman & Hall Book.
- Brooks, R.H. (1983). *Soil Science and Agrochemistry*. Amsterdam: Royal Tropical Institute.

- Chuan, L.L. , & Sugahara, I. (1984). *A manual on Chemical Analysis of Coastal Water and Bottom water, Primary Production*. Singapore: Dept/ Marine Fisheries Research Dept., SEAFDE.
- Department of Fisheries. (2019). *Manual for Water Quality Analysis for Aquaculture and Farm Standard Certification*. Chiang Mai: Wanida Printing L.P. (in Thai)
- Fang, Q., Tang, Y., Zhu, J., Liao, H., Du, X., Bai, G., Yang, H., Wu, Z., & Zhang, Y. (2024). Nutrient status of overlying water and sediment of West Lake, Hangzhou, China. *HydroResearch*, 7, 55-70.
- Hu, S., Wang, T., Xu, S., Ma, L. , & Sun, X. (2019). Seasonal release potential of sediments in reservoir and its impact on water quality assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*., 16(18), 3303.
- Li, W., Xu, S., Chen, X., Han, D., & Mu, B. (2023). Influencing factors and nutrients release from sediments in the water level fluctuation zone of Biliuhe Reservoir, a drinking water reservoir. *Water*, 15, 3659.
- Luvai, A., Obiero, J., & Omuto, C. (2022). Physiochemical properties of bottom sediment in Maruba Dam Reservoir, Machakos, Kenya. *Applied and Environmental Soil Science*, 2022(1), 2382277.
- Meksumpun, C. (2005). *Sediments*. Bangkok: Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University. (in Thai)
- Meksumpun, C. (2021). *From Upstream to estuary Hydro-ecological Functions for Conservative Management*. (2nd Edition). Bangkok: Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University. (in Thai)
- Meteorological Development Division. (2022). *Sakon Nakhon-Last 30 years (1981-2010)*. Thai Meteorological Department. Retrieved from <https://www.tmd.go.th/en/weather/province/last30years-1981-2010/sakon-nakhon/26/356201>
- Obialor, C.A., Okeke, O.C., Onunkwo, A.A., Fagorite, V.I., & Ehujuo, N.N. (2019). Reservoir sedimentation: causes, effects and mitigation. *International Journal of Advanced Academic Research*, 5(10), 92-109.

- Palma, P.M., Penha, A.M., Novais, M.H.m Fialho,S., Lima, A., Mourinha, C., Alvarenga, P., Rosado, A., Iakunin, M., Rodrigues, G., Potes, M., Costa, M.J., Morais, M., & Salgado, R. (2021). Water-sediment physicochemical dynamics in a large reservoir in the Mediterranean region under multiple stressors. *Water*, 13, 707.
- Pudyastuti, P.S., Yakan, A.F., Abdurrosyid, J., & Budinetro, H.S. (2020). The impact of land-use on Cengklik Reservoir's sedimentation rate. *Journal of Physics: Conference Series*, 1858, 012052.
- Royal Irrigation Department. (n.d.). *Summary table of water conditions in Nam Oun Dam: data from March 1, 2023 to February 29, 2024*. Retrieved from https://app.rid.go.th/reservoir/rsvmiddle/dam_detail/100202/2023-03-01/2024-02-29. (in Thai)
- Royal Irrigation Department. (2017). *50 Years of Nam Oun Dam, half a century of pride*. Samut Sakhon: Pimdee Company Limited. (in Thai)
- Shen, Y., Peng, C., Yuan, P., Wu, X., Jiang, L., Chen, Si., & Song, X. (2021). Seasonal and spatial distribution and pollution assessment of nitrogen and phosphorus in sediments from one of the world's largest tidal reservoir. *Water*, 13, 395.
- Simbo, R.T., Gueta, M.R.D., Oladejo, T.A., & Bello, T.O. (2022). Organic carbon speciation in settling particulate matter and sediments. *Open Journal of Applied Science*, 12, 1730-1739.
- Simson, S., & Batley, G. (2016). *Sediment quality assessment: a practical guide (2nd Edition)*, Clayton South: CSIRO Publishing.
- Sakon Nakhon Provincial Statistical Office. (2025). *Sakon Nakhon Provincial Statistical Report 2024*. Sakon Nakhon Provincial Statistical Office. Retrieved from <https://sakonnk.nso.go.th/reports-publications/provincial-statistics-report/sakon-nakhon-provincial-statistics-report-2024.html> (in Thai)
- Strickland, J.D.H, & Parsons, T.R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada.

Thai Meteorological Department, (2023a). *The Commencement of Thailand's Summer Season B.E. 2566.*

Thai Meteorological Department. Retrieved from <https://www.tmd.go.th/warning-and-events/special-events/> (in Thai)

Thai Meteorological Department, (2023b). *Announcement on the Beginning of Thailand's Rainy Season B.E.*

2566. Thai Meteorological Department. Retrieved from <https://www.tmd.go.th/warning-and-events/special-events/> (in Thai)

Thai Meteorological Department, (2023c). *Announcement on the Beginning of Thailand's Winter Season B.E.*

2566. Thai Meteorological Department. Retrieved from <https://tmd.go.th/warning-and-events/special-events/> (in Thai)

Yang, L., Jiao, S., Wang, L., Li, Y., Yang, M., Feng, Y., Li, J., & Wei, Z. (2024). Characteristics and release risk of phosphorus from sediments in Karst Canyon Reservoir, China. *Applied Science*, 14, 2482.

Zhao, P., Wang, C., Wang, X., Yang, Z., & Liu, D. (2021). Effect of cascade reservoir on the transformation of nitrogen in pore water of sediments in the Lancang River. *River Research and Application*, 37, 1014-1054.