วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 27 (ฉบับที่ 1) มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2565
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 27 (No.1) January – April 2022 บทความวิจัย

ผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำ กรณีศึกษา เกาะลันตาใหญ่ จังหวัดกระบี่

The Impact of Water Discharge from Tourism Sites on Water Quality: Case Study of Koh Lanta Yai, Krabi Province

สิรภพ อบแพทย์ และ ภาสิณี วรชนะนันท์*

Siraphob Obpat and Pasinee Worachananant*

ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Environmental Technology and Management, Faculty of Environment, Kasetsart University

Received : 9 March 2021

Revised : 4 May 2021

Accepted : 10 May 2021

บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวทางทะเลเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เกาะลันตา จังหวัดกระบี่ เป็นหนึ่งในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่เริ่มเป็นที่นิยมของนักท่องเที่ยว ซึ่งผลกระทบที่ตามมาคือ การเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอย ของเสีย และน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภค โดยพบการปล่อยน้ำทิ้งลงมาในทะเลซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้จึงเก็บตัวอย่างน้ำทะเลทั้งหมด 5 สถานี ได้แก่ ชุมชนศาลาด่าน หาดคลองดาว หาดพระแอะ หาดคลองนิน และหาดบากันเตียง ซึ่งพบการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ โดยเก็บตัวอย่างจากคลองบนฝั่ง และในทะเลห่างจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด 5 10 และ 15 เมตรตามลำดับ ในช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว ปี พ.ศ. 2560 – 2561 เพื่อทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ จากการศึกษา พบว่า การปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งท่องเที่ยวลงมาในทะเลไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลทางกายภาพ เคมี แต่ส่งผลกับคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ ผลกระทบจากโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐานบริเวณสถานีชุมชนศาลาด่า อย่างไรก็ตาม ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ควรเป็นพารามิเตอร์ที่ต้องเฝ้าระวังเนื่องจากมีค่าเกินมาตรฐานบริเวณจุดกำเนิดมลพิษ และบนหาดทรายที่ไหลลงสู่ทะเล แต่เมื่อไหลลงมาในทะเลยังมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานเพราะถูกเจือจางโดยน้ำทะเล ซึ่งหากมีการปล่อยน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นในอนาคต อาจสร้างผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งได้ โดยเฉพาะสถานี ชุมชนศาลาด่าน หาดคลองดาว และหาดบากันเตียง

คำสำคัญ : เกาะลันตาใหญ่ ; คุณภาพน้ำ ; น้ำทิ้ง ; การท่องเที่ยว ; กระบี่

Abstract

Marine tourism is one of the activities that are important to the economy of Thailand. Koh Lanta, Krabi province is one of the marine attractions that are becoming popular with tourists. In which the consequences are increasing the amount of solid waste and water discharge from consumption of touristic activities. The release of effluent plume into the sea, which may affect the environment. In this study, water samples were collected from 5 stations as Saladan community, Klong-Daw beach, Pra-Ae beach, Klong-Nin beach, and Bakantieng beach, which found the discharge of wastewater into the water bodies. By collecting samples from canals on the banks and in the sea at the distance of 5, 10 and 15 meters from high tide level, respectively, during the low and peak of tourist season in 2017 – 2018 to study physical, chemical, and biological water quality. The study found that the discharge of wastewater from tourist sites into the sea does not affect the quality of the seawater in physical and chemical parameters but affect the biological parameter as total coliform bacteria at Saladan community exceeded the standard level. However, the amount of dissolved oxygen, phosphate-phosphorus and ammonia-nitrogen should be a parameter to be monitored because it exceeds the standards level at polluting sites and on the beach that connect to the sea. But when it flows into the sea, it still does not exceed the standard level because it was diluted by seawater. In which, if there is an additional discharge of effluent in the future, it could have an impact on the water quality of the coastal area especially stations Saladan communities, Klong Dao beach and Ba Kan Tiang beach.

Keywords : Koh Lanta-Yai ; water quality ; water discharge ; tourism ; Krabi

*Corresponding author. E-mail : pasinee.r@ku.th

บทนำ

เกาะลันตาใหญ่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในจังหวัดกระบี่ เนื่องจากมีทัศนียภาพที่สวยงามประกอบกับการคมนาคมที่สะดวก จึงทำให้การท่องเที่ยวและปริมาณนักท่องเที่ยวในเกาะลันตาใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันมีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับกิจกรรมท่องเที่ยว แต่การพัฒนาอย่างรวดเร็วนั้นย่อมส่งผลกระทบตามมาโดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม (Pongsakornrungsilp & Pongsakornrungsilp, 2018) จากการที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นส่งผลให้มีความต้องการใช้น้ำและการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ซึ่งหากไม่มีการจัดการน้ำทิ้งอย่างถูกวิธีอาจทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลง และส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยว (Peng & Oleson, 2017; Gedik & Mugan-Ertugral, 2019) ช่วงปี 2560 – 2562 เกาะลันตาใหญ่พบปัญหาน้ำทิ้งที่ผ่านชุมชนและไหลลงสู่ทะเลบริเวณชายหาดท่องเที่ยว สร้างความเดือดร้อนแก่ชุมชนและนักท่องเที่ยวโดยรอบ (Krabilocalnews, 2018; Thairath online, 2018; Workpoint today, 2020) โดยคุณภาพน้ำบนเกาะลันตาใหญ่บริเวณ หาดคลองดาวและหาดบากันเตียงมีค่าเกินขีดความสามารถในการรองรับด้านนิเวศวิทยา (Emphandhu *et al*., 2019) การศึกษาครั้งนี้ จึงศึกษาผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำบริเวณเกาะลันตาใหญ่ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยว

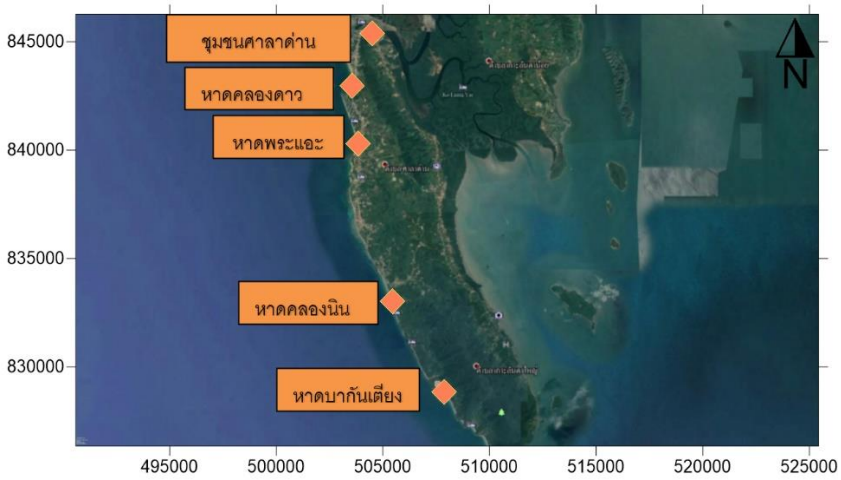
วิธีดำเนินการวิจัย

1.การศึกษาข้อมูลนักท่องเที่ยว

รวบรวมข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวจากองค์การบริหารส่วนตำบลศาลาด่าน อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว(พฤศจิกายน-มีนาคม) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2560-2561

2.การศึกษาคุณภาพน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเล 5 สถานี โดยเลือกบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ทะเล ได้แก่ สถานี ชุมชนศาลาด่าน หาดคลองดาว หาดพระแอะ หาดคลองนิน และ หาดบากันเตียง โดยเก็บตัวอย่างตามระยะห่างจากจุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้ง ได้แก่ จุดที่มีการปล่อยน้ำทิ้งบนฝั่ง บริเวณชายหาด จุดที่น้ำทิ้งไหลลงมาในทะเล และ บริเวณในทะเลห่างจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด 5 10 และ 15 เมตร ตามลำดับ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว ปี พ.ศ. 2560 – 2561 โดยพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดภาคสนาม ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งละลาย ความเค็ม โดยใช้เครื่องมือ Multiparameter analyzer และเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อมาตรวจวัดพารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณของแข็งแขวนลอย ไนไตรท-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน ฟอสเฟต–ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย-ไนโตรเจน บีโอดี โคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม ในห้องปฏิบัติการ ตามวิธีของกรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department, 2006)

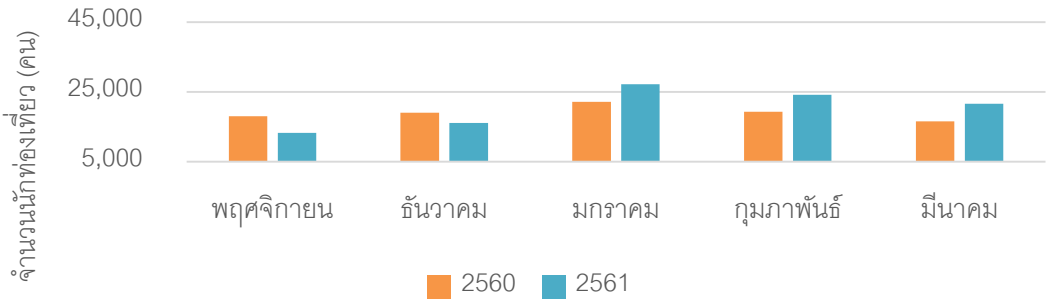


ภาพที่ 1 สถานีศึกษาบนเกาะลันตาใหญ่

ผลการวิจัย

1.จำนวนนักท่องเที่ยว

จากข้อมูลสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวโดยทางเรือ ณ ท่าเทียบเรือศาลาด่าน เกาะลันตาใหญ่ ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ปีพ.ศ. 2560-2561 มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในเกาะลันตาใหญ่ ทั้งสิ้นจำนวน 200,100 คน (โดยเฉลี่ย 98,550 ± 5,161 คนต่อปี) ซึ่งในปี 2560 มีนักท่องเที่ยวในฤดูกาลท่องเที่ยว ทั้งสิ้น 97,900 คน และในปี 2561 มีนักท่องเที่ยว ทั้งสิ้น 102,200 คน โดยในเดือนมกราคม เป็นเดือนที่มีจำนวนนักท่องเที่ยงสูงสุด (22,100 และ 27,200 คน ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ที่รายงานว่าจังหวัดกระบี่พบนักท่องเที่ยวมากที่สุดในช่วงเดือน มกราคม ถึง เดือนมีนาคม (Ministry of Tourism and Sports, 2020)



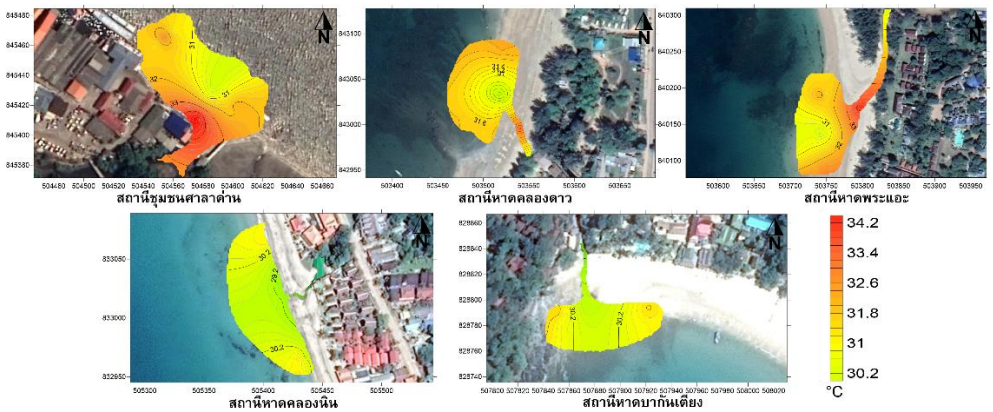
ภาพที่ 2 จำนวนนักท่องเที่ยวในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวบนเกาะลันตาใหญ่ ในปีพ.ศ. 2560-2561

2. การศึกษาคุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

- *อุณหภูมิน้ำ*

อุณหภูมิน้ำทั้ง 5 สถานี มีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.82 ± 0.20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด 35.00 องศาเซลเซียส บริเวณสถานี ชุมชนศาลาด่าน และอุณหภูมิต่ำสุด 25.40 องศาเซลเซียส บริเวณสถานีหาดคลองนิน โดยพบว่าอุณหภูมิแต่ละสถานีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 2.67$; $df = 4, 115$; $P < 0.05$) โดยอุณหภูมิน้ำบริเวณสถานีหาดพระแอะ หาดคลองนิน และหาดบากันเตียงมีความแตกต่างกัน (ภาพที่ 3) เนื่องจากความลึกของบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง และอุณหภูมิน้ำทิ้งจากชายฝั่งในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน (Smith, 2002) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าอุณหภูมิน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -20.48$; $n = 118$; $P < 0.05$) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีอุณหภูมิน้ำต่ำกว่าช่วงปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (26.42 ± 0.21 องศาเซลเซียส และ 31.70 ± 0.11 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) เนื่องจากช่วง เปิดฤดูกาลท่องเที่ยวเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูมรสุม ประกอบกับ เวลาเก็บตัวอย่างสภาพอากาศมีเมฆมาก ฝนตกเล็กน้อยส่งผลให้พบอุณหภูมิน้ำช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวน้อยกว่าช่วงปิดฤดูกาลท่องเที่ยวที่กำลังเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน (Preethi *et al.*, 2017) เมื่อเปรียบเทียบระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่า อุณหภูมิน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าอุณหภูมิจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณทรายจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในทะเล (ภาพที่ 3)

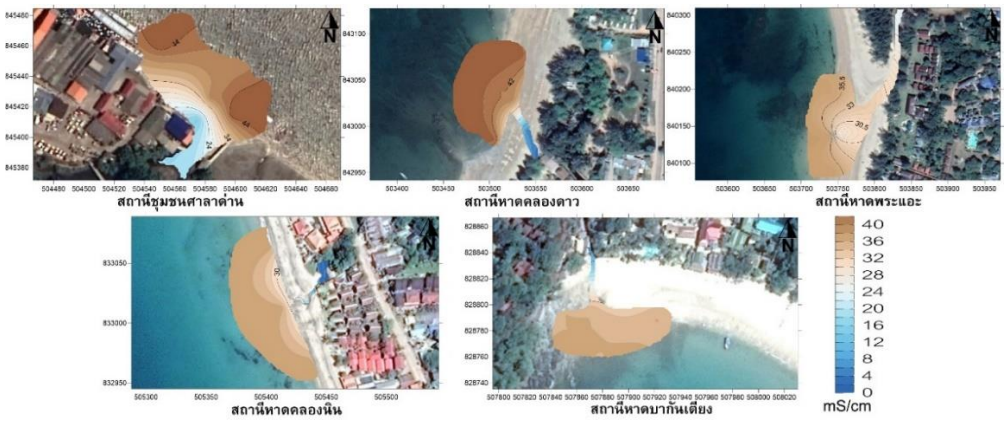


ภาพที่ 3 อุณหภูมิ (Temperature) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ค่าการนำไฟฟ้า*

ค่าการนำไฟฟ้าทั้ง 5 สถานี มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย 35.72 ± 2.04 mS/cm โดยมีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 43.67 mS/cm บริเวณสถานีหาดคลองดาว และมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุด 1.67 mS/cm บริเวณสถานีหาดคลองนิน โดยพบว่าค่าการนำไฟฟ้าแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าค่า

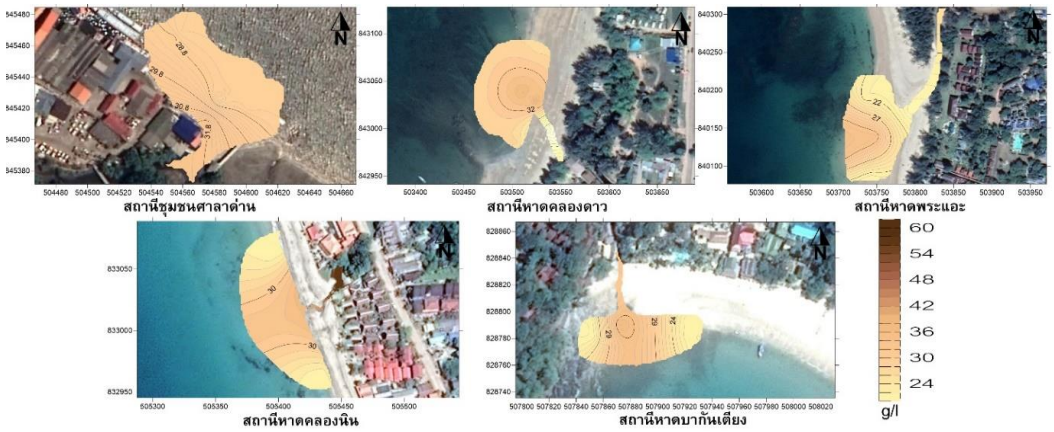
การนำไฟฟ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = -3.07 ; n = 118 ; P < 0.05) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (25.80 ± 3.11 และ 37.71 ± 2.33 ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่าค่าการนำไฟฟ้าบริเวณสถานีหาดคลองดาว และสถานีหาดบากันเตียง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้ง (F = 14.72, 16.79 : df = 3, 20 ; P < 0.05 ตามลำดับ) เนื่องจาก น้ำทะเลประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ซึ่งสามารถแตกตัวเป็นอิออนบวกและลบได้ จึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำจืด ค่าการนำไฟฟ้าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจึงน้อยกว่าในทะเล (Miller *et al*., 1998; Tyler *et al*., 2017) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณของแข็งละลาย*

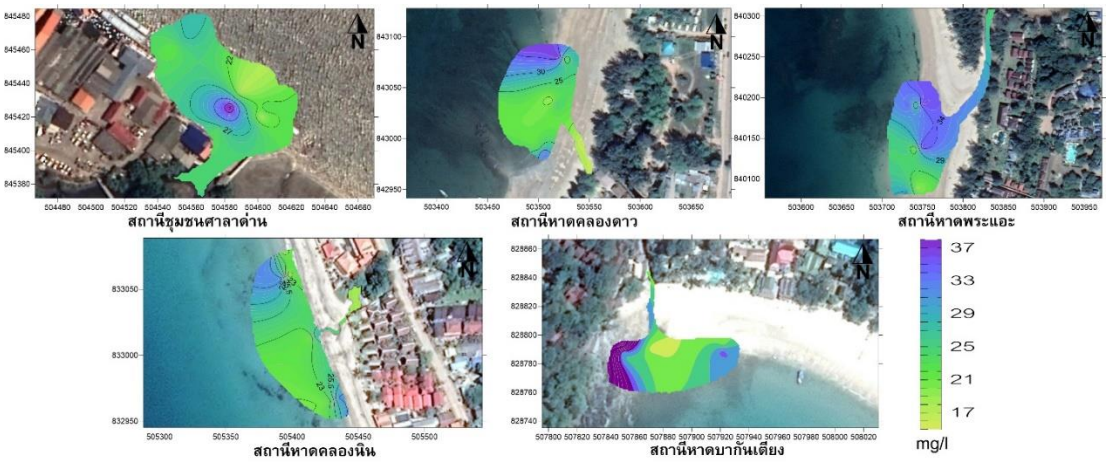
ปริมาณของแข็งละลายทั้ง 5 สถานี มีปริมาณของแข็งละลายเฉลี่ย 27.93 ± 1.68 g/l โดยมีค่าสูงสุด 57.70 g/l บริเวณสถานีหาดคลองนิน และมีค่าต่ำที่สุด 2.40 g/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว โดยพบว่าอุณหภูมิแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าปริมาณของแข็งละลายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = 8.24 ; n = 118 ; P < 0.05) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากว่าปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (52.76 ± 3.03 และ 22.96 ± 1.50 ตามลำดับ) เนื่องจากเป็นช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนแปลงฤดูมรสุม ประกอบกับ เวลาเก็บตัวอย่างสภาพอากาศมีเมฆมาก ฝนตกเล็กน้อย จึงส่งผลต่อปริมาณตะกอนและสารอินทรีย์จากการชะล้างหน้าดินของน้ำฝน (Rai *et al*., 2011) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของแข็งละลายระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณของแข็งละลาย (Total Dissolved Solids) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณของแข็งแขวนลอย*

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้ง 5 สถานี มีปริมาณของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 26.43 ± 1.21 mg/l โดยมีค่าสูงสุด 39.93 mg/l บริเวณสถานีหาดบากันเตียง และมีค่าต่ำที่สุด 15.88 mg/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว โดยพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี อย่างไรก็ตามปริมาณของแข็งแขวนลอยแปรผันตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ (Bilotta & Brazier, 2008)

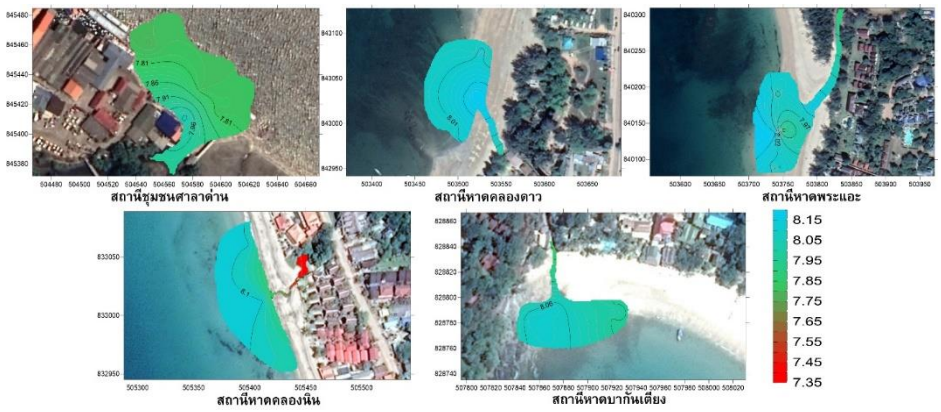


ภาพที่ 6 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

คุณภาพน้ำทางเคมี

- *ความเป็นกรดด่าง*

ความเป็นกรดด่างทั้ง 5 สถานี มีความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 7.97 ± 0.02 บริเวณสถานีหาดคลองนินเป็นสถานีที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดและต่ำสุด (8.09 และ 7.38 ตามลำดับ) โดยพบว่า ความเป็นกรด-ด่างแต่ละสถานีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 13.03$; $df = 4, 115$; $P < 0.05$) โดยความเป็นกรดด่างของสถานีชุมชนศาลามีค่าต่ำกว่าสถานีอื่น (7.81 ± 0.02) เนื่องจากสถานีชุมชนศาลาด่านได้รับอิทธิพลน้ำทิ้งจากแหล่งที่พักอาศัยและร้านค้าบริเวณชายฝั่งที่ยื่นมาในทะเลมากกว่าบริเวณอื่น ประกอบกับเป็นบริเวณที่ติดอยู่กับป่าชายเลนซึ่งมีการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ค่าความเป็นกรดด่างจึงอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงหากปนเปื้อนน้ำทิ้ง และส่งผลต่อความเป็นกรดด่างโดยธรรมชาติ ของน้ำทะเลในพื้นที่ศึกษา (El Sayed, 2002) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่าความเป็นกรดด่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 7)

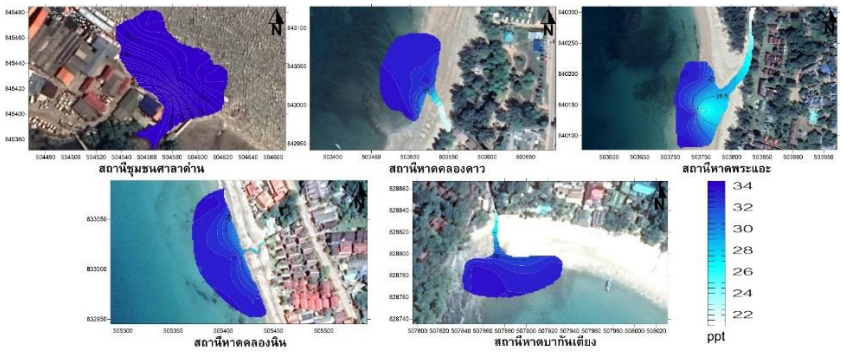


ภาพที่ 7 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ความเค็ม*

ความเค็มทั้ง 5 สถานีมีความเค็มเฉลี่ย 29.91 ± 0.74 ppt มีค่าสูงสุด 34.00 ppt บริเวณสถานีชุมชนศาลาด่าน และมีค่าต่ำสุด 4.80 ppt บริเวณสถานีหาดคลองดาว โดยพบว่าความเค็มแต่ละสถานีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 0.60$; $df = 4, 115$; $P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าความเค็มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -3.50$; $n = 118$; $P < 0.05$) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (22.25 ± 2.55 ppt และ 31.44 ± 0.64 ppt ตามลำดับ) เนื่องจากช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวยังได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประกอบกับวันที่เก็บตัวอย่างมีฝนตก (Katsaros & Buettner, 1969) เมื่อเปรียบเทียบความเค็มระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่า สถานีหาดคลองดาว และสถานีหาดบากันเตียง ความเค็มมีความแตกต่างตามระยะห่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (หาดคลองดาว : $F = 94.17, 9.65$: $df = 3, 20$; $P < 0.05$) โดยบริเวณที่มีการปล่อย

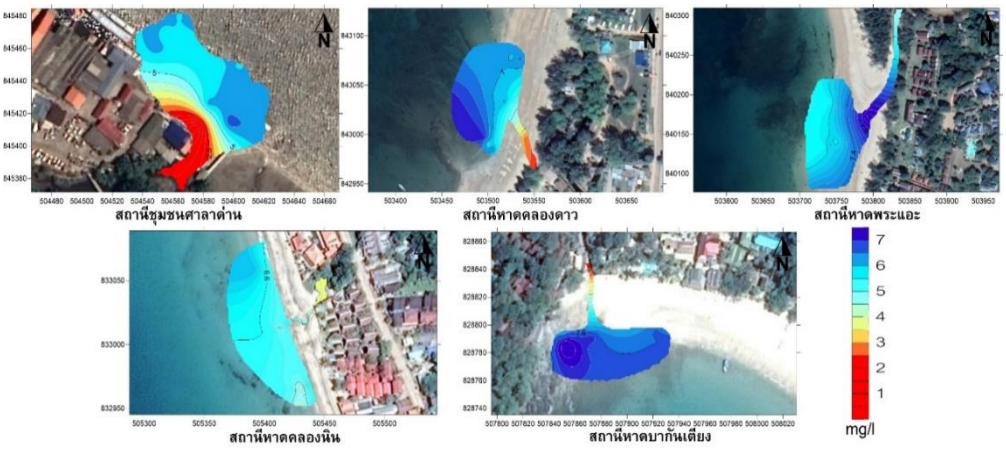
น้ำทิ้งลงมาจะมีความเค็มต่ำเนื่องจากน้ำทิ้งที่ปล่อยลงมาเป็นน้ำจืด เนื่องจากสองสถานีนี้เป็นสถานีที่มรการปล่อยน้ำทิ้งลงมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่ตรวจวัดได้ (Dávila *et al*., 2002) (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ความเค็ม (Salinity) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ*

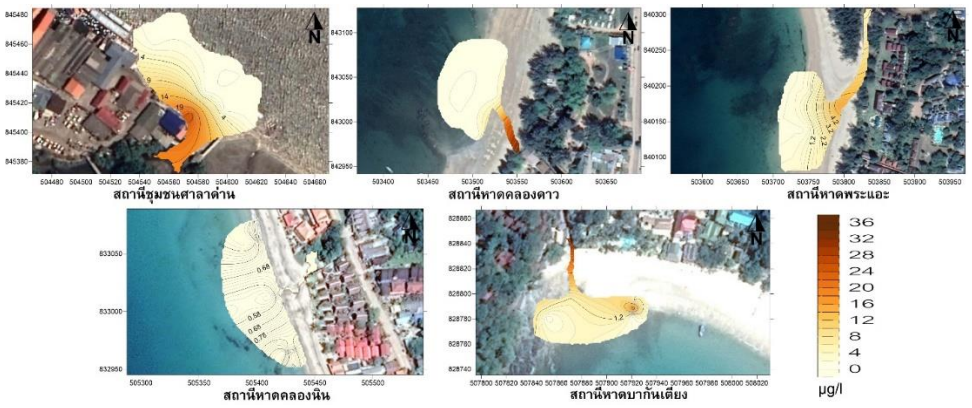
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำทั้ง 5 สถานี มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 6.59 ± 0.13 mg/l โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานีหาดพระแอะ 8.265 mg/l และมีค่าต่ำที่สุดบริเวณสถานีชุมชนศาลาด่าน 0.12 mg/l โดยพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำแต่ละสถานีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 5.77$; $df = 4, 115$; $P < 0.05$) (ภาพที่ 9) เนื่องจากลักษณะของน้ำทิ้งในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำทิ้งในแหล่งน้ำ ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงส่งผลให้บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูงมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อย (Babu *et al*., 2006) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -3.63$; $n = 118$; $P < 0.05$) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (5.95 ± 0.15 mg/l และ 6.72 ± 0.15 mg/l ตามลำดับ) เนื่องจากช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีการใช้น้ำมาก น้ำทิ้งจึงมีสารอินทรีย์ในปริมาณสูง (Morgan & Chompreeda, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่พบ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่าสถานีหาดคลองดาว และสถานีหาดบากันเตียงมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้ง ($F = 13.09, 5.22$: $df = 3, 20$; $P < 0.05$) (ภาพที่ 9)โดยพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายจะเพิ่มขึ้นตามระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้ง ที่เนื่องจากสารอินทรีย์ถูกเจือจางลงตามระยะห่างจากชายฝั่ง (Vijay *et al*., 2016) ทั้งนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในทุกสถานีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006) ยกเว้น สถานีชุมชนศาลาด่าน และหาดบากันเตียง บริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งและร่องน้ำบนชายหาดที่เชื่อมต่อสู่ทะเลที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 9 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส*

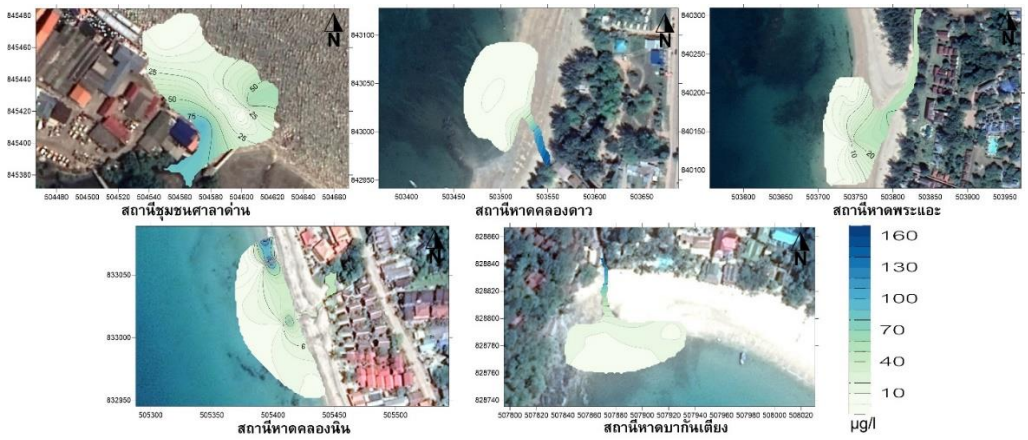
ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสทั้ง 5 สถานี มีปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 2.93 ± 0.67 µg/l มีค่าสูงสุด 34.49 µg/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว และมีค่าต่ำสุด 0.47 µg/l บริเวณสถานีศาลาด่าน โดยพบว่าปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี (ภาพที่ 10) อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจะมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น แต่เมื่อลงมาสู่ทะเลจะถูกน้ำทะเลเจือจางจนมีปริมาณน้อยลงมาก ทั้งนี้ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในทุกสถานีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006) ยกเว้น สถานีหาดคลองดาวบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งและร่องน้ำบนชายหาดที่เชื่อมต่อสู่ทะเลที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 10 ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Phosphate-Phosphorus) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน*

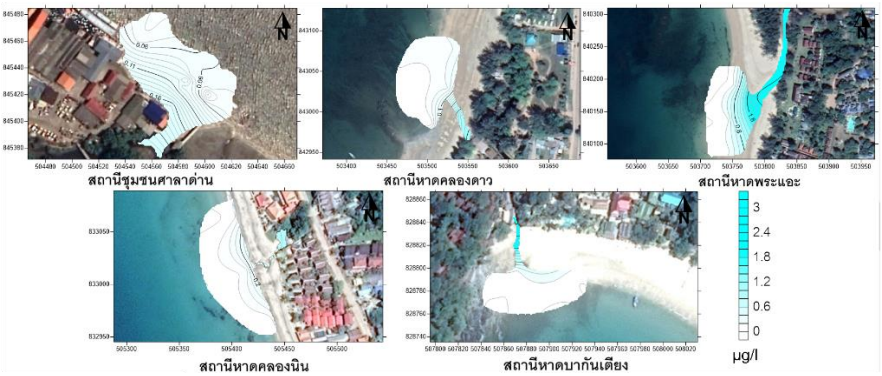
ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนทั้ง 5 สถานีมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ย 28.39 ± 42.81 µg/l มีค่าสูงสุด 158.77 µg/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว และต่ำสุด 1.72 µg/l บริเวณสถานีหาดคลองนิน โดยพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี (ภาพที่ 11) อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งจะมีค่าสูงกว่าบริเวณอื่น แต่เมื่อลงมาสู่ทะเลจะถูกน้ำทะเลเจือจางจนมีปริมาณน้อยลงมาก ทั้งนี้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในทุกสถานีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006) ยกเว้น สถานีหาดคลองดาวบริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งและร่องน้ำบนชายหาดที่เชื่อมต่อสู่ทะเล และสถานีชุมชนศาลาด่าน บริเวณร่องน้ำบนชายหาดที่เชื่อมต่อสู่ทะเลที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 11 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-nitrogen) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจน*

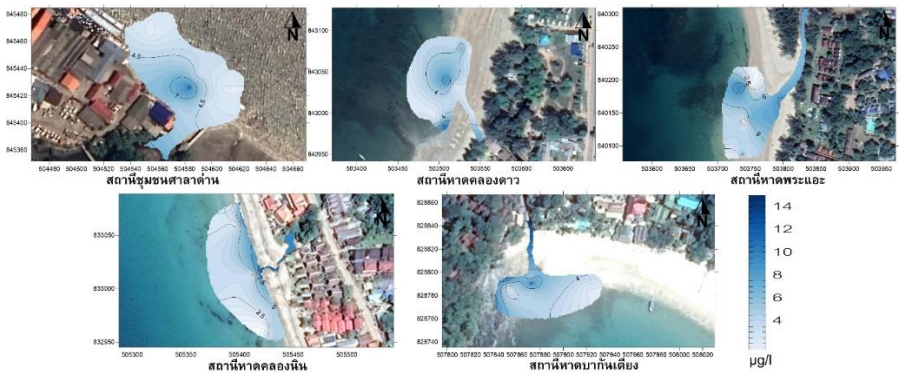
ปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนทั้ง 5 สถานี มีปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย 0.28 ± 0.1 µg/l โดยมีค่าสูงสุด 4.58 µg/l บริเวณสถานีบากันเตียง และมีค่าต่ำสุด 0.02 µg/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว โดยพบว่าปริมาณไนไตรท-ไนโตรเจนไม่มีความไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี (ภาพที่ 12) อย่างไรก็ตามไนไตรทสามารถอธิบายได้ว่าเป็นน้ำทิ้งที่เพิ่งปล่อยออกมาไม่นานเนื่องจากไนไตรทเป็นอีกรูปหนึ่งของไนโตรเจนจากการย่อยสลายแอมโมเนียของแบคทีเรียกลุ่ม nitrifying bacteria ในสภาวะที่ใช้ออกซิเจน (Rosca *et al*., 2009)



ภาพที่ 12 ไนไตรท-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน*

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนทั้ง 5 สถานี มีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ย 5.24 ± 0.49 µg/l มีค่าสูงสุด 14.36 µg/l บริเวณสถานีบากันเตียง และมีค่าต่ำสุด 2.32 µg/l บริเวณสถานีหาดคลองดาว โดยพบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนแต่ละสถานีไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 0.31$; $df = 4, 115$; $P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว พบว่าปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 3.11$; $n = 118$; $P < 0.05$) โดยช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (0.79 ± 0.43 µg/l และ 0.18 ± 0.08 µg/l ตามลำดับ) เนื่องจากช่วงเปิดฤดูกาลท่องเที่ยวยังได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประกอบกับวันที่เก็บตัวอย่างมีฝนตกเล็กน้อยจึงส่งผลให้เกิดการชะหน้าดินและพบปริมาณไนเตรทมากกว่าช่วงปิดฤดูกาลท่องเที่ยว (Gao *et al*., 2018) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 13) ทั้งนี้ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในทุกสถานีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006)

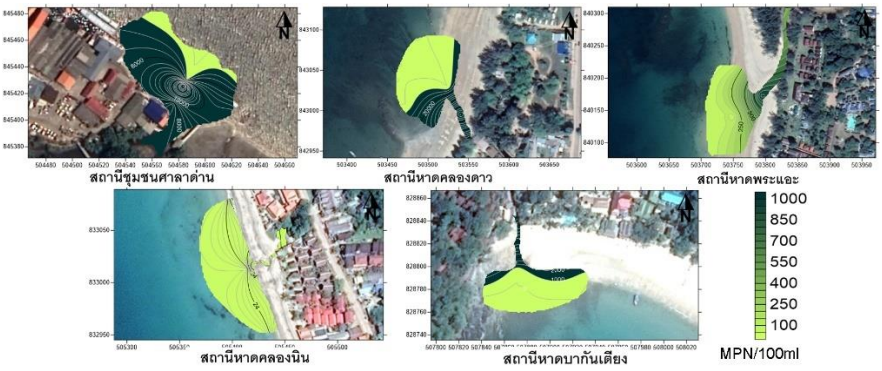


ภาพที่ 13 ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

- *ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด*

ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดทั้ง 5 สถานี มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 6,104.11 ± 3,127.49 MPN/100 ml มีค่าสูงสุด 92,000 MPN/100 ml บริเวณสถานีหาดคลองดาว และมีค่าต่ำสุด 15.93 MPN/100 ml บริเวณสถานีหาดคลองนิน โดยพบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี (ภาพที่ 15) ทั้งนี้ ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในทุกสถานีมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006) ยกเว้น สถานีชุมชนศาลาด่าน หาดคลองดาว และหาดบากันเตียง บริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งและบริเวณร่องน้ำบนชายหาดที่เชื่อมต่อสู่ทะเล และ บริเวณจุดห่างจากแนวน้ำขึ้นสูงสุด 5 เมตร ของสถานีชุมชนศาลาด่าน ที่มีเกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของเสียจากสัตว์เลือดอุ่นในน้ำ (Colclasure *et al*., 2015)



ภาพที่ 15 แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

- *ค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย*

ค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้ง 5 สถานี มีค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ย 3,332.44 ± 1,693.97 MPN/100 ml มีค่าสูงสุด 92,000 MPN/100 ml บริเวณสถานีหาดคลองดาว และมีค่าต่ำสุด 23.00 MPN/100 ml บริเวณสถานีหาดคลองนิน โดยพบว่าค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างสถานีที่ทำการศึกษา ไม่มีความแตกต่างระหว่างช่วงเปิดและปิดฤดูกาลท่องเที่ยว และไม่มีความแตกต่างระหว่างระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งในแต่ละสถานี (ภาพที่ 16) อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะมีค่าสูงบริเวณที่มีการปล่อยน้ำทิ้งและจะมีค่าลดลงตามระยะห่างจากจุดปล่อยน้ำทิ้งและเมื่อลงสู่ทะเลจะถูกเจือจางจนมีค่าน้อยมาก

ภาพที่ 16 แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria) ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2560 – 2561

วิจารณ์ผลการวิจัย

การปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งท่องเที่ยวลงมาในทะเลไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทะเลทางกายภาพ เคมี แต่ส่งผลกับคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ในบางสถานี ได้แก่ สถานีชุมชนศาลาด่าน ที่ได้รับผลกระทบจากโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีร้านอาหาร ที่พัก และท่าเรือท่องเที่ยวที่ยื่นในทะเล จึงได้รับน้ำทิ้งโดยตรงในระยะ 5 เมตรห่างจากชายฝั่ง และมีค่าเกินกว่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษกำหนด (Pollution Control Department, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hernández-Terrones และคณะ (2015) ที่พบว่ากิจกรรมการท่องเที่ยวส่งผลต่อแบคทีเรีย *E. coli* ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้งจากแหล่งท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำ กรณีศึกษา เกาะลันตาใหญ่ จังหวัดกระบี่ พบว่า การปล่อยน้ำทิ้งลงมาในทะเลส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำทางชีวภาพ โดยค่าคอลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ (Pollution Control Department, 2006) ส่งผลเสียต่อการใช้ประโยชน์ และกิจกรรมนันทนาการบริเวณชายฝั่ง จากการเกิดโรคในทางเดินอาหารของผู้ได้รับสัมผัส (Noble *et al*., 2003; Vasiliki maipa, 2001) อย่างไรก็ตาม ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องเฝ้าระวังเนื่องจากมีค่าเกินมาตรฐานบริเวณจุดกำนิดมลพิษ และ บนทราย แต่ยังไม่สร้างผลกระทบต่อน้ำทะเลชายฝั่ง ซึ่งหากในอนาคตหากมีการพัฒนาสิ่งปลูกสร้างบนเกาะลันตาให้มีความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวได้เพิ่มขึ้น จะทำให้น้ำทิ้งในพารามิเตอร์ดังกล่าว สร้างผลกระทบต่อน้ำทะเลได้ ในการจัดการปัญหาดังกล่าวควรแก้ไข ระบบบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลในสถานที่ท่องเที่ยวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การจำกัดจำนวนนักท่องเที่ยว และการรับรู้ถึงปัญหาของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในสถานที่ท่องเที่ยว (Davino *et al*., 2015; Dvarskas, 2017; Reopanichkul, 2009) นอกจากนี้ ควรมีการให้ความรู้กับชุมชนเกี่ยวกับผลกระทบของการปล่อยน้ำทิ้งลงมาในแหล่งน้ำโดยไม่ผ่านการบำบัด และเสนอแนะแนวทางในการจัดการ เพื่อเปิดโอกาสให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการและแก้ไข

ปัญหาการปล่อยน้ำทิ้ง การท่องเที่ยวบริเวณเกาะลันตาใหญ่จะได้สามารถดำเนินต่อไปได้อย่างยั่งยืนและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Babu, M. T., Kesava Das, V., & Vethamony, P. (2006). BOD-DO modeling and water quality analysis of a waste water outfall off Kochi, west coast of India. *Environment International*, *32*(2), 165-173.

Bilotta, G. S., & Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research*, *42*(12), 2849-2861.

Colclasure, V. J., Soderquist, T. J., Lynch, T., Schubert, N., McCormick, D. S., Urrutia, E., & Kavouras, J. H. (2015). Coliform bacteria, fabrics, and the environment. *American journal of infection control*, *43*(2), 154-158.

Dávila, P. M., Figueroa, D., & Müller, E. (2002). Freshwater input into the coastal ocean and its relation with the salinity distribution off austral Chile (35–55°S). *Continental Shelf Research*, *22*(3), 521-534.

Davino, A. M. C., Melo, M. B. d., & Caffaro Filho, R. A. (2015). Assessing the sources of high fecal coliform levels at an urban tropical beach. *Brazilian Journal of Microbiology*, *46*, 1019-1026.

Dvarskas, A. (2017). Dynamically linking economic models to ecological condition for coastal zone management: Application to sustainable tourism planning. *Journal of Environmental Management*, *188*, 163-172.

El Sayed, M. A. (2002). Distribution and behavior of dissolved species of nitrogen and phosphorus in two coastal Red Sea lagoons receiving domestic sewage. *Journal of King Abdulaziz University : Marine Sciences*, *13*, 47-73.

El Sayed, M. A., Al Farawati, R. K., El Maradny, A. A., Shaban, Y. A., & Rifaat, A. E. (2015). Environmental status and nutrients and dissolved organic carbon budget of two Saudi Arabian Red Sea coastal inlets: a snapshot statement. *Environmental Earth Sciences*, *74*(12), 7755-7767.

Emphandhu, D., Pongsakornrungsilp, P., & Arunpraparat, W. (2019). *Determination of tourism carrying capacity of enhancing tourism destination management standard at Mu Koh Lanta, Krabi Province*. Retrieved September 28, 2020, from http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG60T0029.

Gao, X., Chen, N., Yu, D., Wu, Y., & Huang, B. (2018). Hydrological controls on nitrogen (ammonium versus nitrate) fluxes from river to coast in a subtropical region: Observation and modeling. *Journal of Environmental Management*, *213*, 382-391.

Gedik, S., & Mugan Ertugral, S. (2019). The effects of marine tourism on water pollution. *Fresenius Environmental Bulletin*, *28*, 863-866.

Hernández-Terrones, L. M., Null, K. A., Ortega-Camacho, D., & Paytan, A. (2015). Water quality assessment in the Mexican Caribbean: Impacts on the coastal ecosystem. *Continental Shelf Research*, *102,* 62-72.

Katsaros, K., & Buettner, K. J. K. (1969). Influence of Rainfall on Temperature and Salinity of the Ocean Surface. *Journal of Applied Meteorology*, *8*(1), 15-18.

Krabilocalnews. (2018). *Wastewater Flowing into the Sea in Ba Kan Tieng Beach on Koh Lanta, the World's Tenth Place to Visit*. Retrieved September 26, 2020, from http://www.krabilocalnews.com/kkoaaw1235566/

Langland, M. J., & Cronin, T. M. (2003). *A summary report of sediment processes in Chesapeake Bay and watershed* (2003-4123). Retrieved September 26, 2020, from http://pubs.er.usgs.gov/publication/wri034123.

Miller, R. L., Bradford, W. L., & Peters, N. E. (1998). *Specific conductance: theoretical considerations and application to analytical quality control* (Vol. 142): US Government Printing Office.

Ministry of Tourism and Sports. (2020). *Tourism statistics 2018-2019*. Retrieved September 26, 2020, from https://www.mots.go.th/more_news_new.php?cid=411 (in Thai).

Morgan, M., & Chompreeda, K. (2015). The Relative Effect of Message-Based Appeals to Promote Water Conservation at a Tourist Resort in the Gulf of Thailand. *Environmental Communication*, *9*(1), 20-36.

Noble, R. T., Moore, D. F., Leecaster, M. K., McGee, C. D., & Weisberg, S. B. (2003). Comparison of total coliform, fecal coliform, and enterococcus bacterial indicator response for ocean recreational water quality testing. *Water Research*, *37*(7), 1637-1643.

Peng, M., & Oleson, K. L. L. (2017). Beach Recreationalists' Willingness to Pay and Economic Implications of Coastal Water Quality Problems in Hawaii. *Ecological Economics*, *136,* 41-52.

Pollution Control Department (2006*) Notification of the National Environment Board 27 edition Terms of sea water quality standards B.E.2549, 124 C.F.R. (2006)*. Retrieved September 26, 2020, from http://infofile.pcd .go.th/law/3_52_water.pdf?CFID=1141603&CFTOKEN=75156830 (in Thai)

Pongsakornrungsilp, P., & Pongsakornrungsilp, S. (2018). The Relationship Between Tourist Value and Psychological Carrying Capacity at Koh Lanta, Krabi, Thailand. *Global Fashion Management Conference*, 2018, 596-596.

Preethi, B., Mujumdar, M., Kripalani, R. H., Prabhu, A., & Krishnan, R. (2017). Recent trends and tele-connections among South and East Asian summer monsoons in a warming environment. *Climate Dynamics*, *48*(7), 2489-2505.

Rai, A. K., Paul, B., & Singh, G. (2011). Effect of waste disposal on water quality of river Harmu in Ranchi city, Jharkhand. *Indian Journal of Environmental Protection*, *31*, 758-763.

Reopanichkul, P. (2009). The Effect of Tourism on Water Quality and Coral Reef Communities. (Doctoral dissertation). Queensland. University of the Sunshine Coast.

Reopanichkul, P., Carter, R. W., Worachananant, S., & Crossland, C. J. (2010). Wastewater discharge degrades coastal waters and reef communities in southern Thailand. *Marine environmental research*, *69*(5), 287-296.

Reopanichkul, P., Schlacher, T. A., Carter, R. W., & Worachananant, S. (2009). Sewage impacts coral reefs at multiple levels of ecological organization. *Marine Pollution Bulletin*, *58*(9), 1356-1362.

Smith, N. P. (2002). Observations and simulations of water-sediment heat exchange in a shallow coastal lagoon. *Estuaries*, *25*(3), 483-487.

Thairath online. (2018). *It's over! Bakanteng Beach Sewage from Koh Lanta's Community Spilling into the sea*. Retrieved September 28, 2020, from https://www.thairath.co.th/news/local/south/1223930 (in Thai).

Tyler, R. H., Boyer, T. P., Minami, T., Zweng, M. M., & Reagan, J. R. (2017). Electrical conductivity of the global ocean. *Earth, Planets and Space*, *69*(1), 156.

Vasiliki Maipa, Y. A. E. B. (2001). Seasonal fluctuation of bacterial indicators in coastal waters. *Microbial Ecology in Health and Disease*, *13*(3), 143-146.

Vijay, R., Mardikar, T., & Kumar, R. (2016). Impact of sewage discharges on coastal water quality of Mumbai, India: present and future scenarios. *Environmental Monitoring and Assessment*, *188*(7), 1-13.

Workpoint today (Producer). (2020). *Koh Lanta residents cry,The water from the canal smelled terrible*. Retrieved September 28, 2020, from https://workpointtoday.com/ชาวเกาะลันตาโวย-น้ำเสีย/ (in Thai).