

## การเปลี่ยนแปลงประชาคมของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล บริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี Seasonal Variation of Phytoplankton Communities at Sichang Island, Chonburi Province

อนิศา ดีสุข (Anassaya Deesuk)\* พรเทพ พรณรัักษ์ (Pomtep Punnarak)\*\*

ดร. อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ (Dr. Ajcharaporn Piumsomboon)\*\*\*

### บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชพร้อมทั้งตรวจวัดปัจจัยสิ่งแวดล้อมและวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชาคมของแพลงก์ตอนพืชตามฤดูกาล พบว่าสามารถแบ่งประชาคมแพลงก์ตอนพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ประชาคมในฤดูแล้งและฤดูฝนที่ระดับความคล้ายคลึง 75% โดยพบไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่น ยกเว้นในช่วงฤดูฝนที่พบไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *Noctiluca scintillans* ชุกชุมจนทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีทางฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง สอดคล้องกับปริมาณสารอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอมโมเนียไนโตรเจน แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นที่พบตลอดการศึกษาได้แก่ *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia* และ *Trichodesmium* ซึ่งเป็นสกุลที่สามารถก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้เช่นกัน

### ABSTRACT

Diversity and abundance of phytoplankton at Sichang Island were investigated during north-east monsoon (dry season) and south-west monsoon (wet season). Physio-chemical parameters of seawater were measured in order to study seasonal variation of phytoplankton communities. Phytoplankton communities were separated into 2 groups of dry and wet season at 75% similarity. Diatom was the dominant phytoplankton group except in wet season where *Noctiluca scintillans* was in high density and turned water in the west coast of Sichang island into greenish color. This bloom related with high concentration of ammonia-nitrogen. *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia* and *Trichodesmium* were dominant genera through the study.

**คำสำคัญ:** แพลงก์ตอนพืช น้ำทะเลเปลี่ยนสี เกาะสีชัง

**Keywords:** Phytoplankton, Red tide, Sichang island

\*นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\*นักวิจัย สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\*\*รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทนำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมีบทบาททางนิเวศวิทยาที่สำคัญในการเป็นผู้ผลิตในสายใยอาหาร สามารถถ่ายทอดพลังงานและสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและส่งต่อไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นผ่านการกินโดยแพลงก์ตอนสัตว์ ลูกปลา และสัตว์น้ำ (Miller, Wheeler, 2012) การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำที่เป็นปัจจัยหลักในการเติบโตและเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ สารอาหาร แสง อุณหภูมิ และผู้ล่า ส่งผลต่อความหลากหลายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละพื้นที่และในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (Henriksen, 2009) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตที่ถือว่าเป็นตัวกำหนดความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตของระบบนิเวศในทะเล นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชบางชนิดยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของน้ำทะเลได้ เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดสามารถเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป

เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เป็นหนึ่งในสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน สภาพแวดล้อมบริเวณเกาะสีชังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ นอกจากนี้ ทะเลรอบเกาะสีชังยังได้รับสารอาหารจากมวลน้ำชายฝั่งร่วมกับปัจจัยอื่น เช่น แสง ที่มีอยู่เพียงพอตลอดปี จนเกิดสภาวะที่เอื้อต่อการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ทำให้บริเวณนั้นมีความหนาแน่นของ แพลงก์ตอนพืชสูงจนทำให้สีของน้ำทะเลเปลี่ยนไป ที่เรียกกันว่าปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี หรือปรากฏการณ์ซีบลาวาฟ (อัจฉราภรณ์, 2546) ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสัตว์น้ำหลายประการ เนื่องมาจากคุณภาพน้ำที่ต่ำลง เช่น แพลงก์ตอนพืชปริมาณมากมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นในช่วงกลางวันเนื่องจากไม่มีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จนทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายลดลง ส่งผลทำให้สัตว์น้ำอื่นๆนำไปใช้ไม่เพียงพอและไม่สามารถอยู่รอดได้ นอกจากนี้ แพลงก์ตอนพืชบางกลุ่ม เช่น ไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *Dinophysis caudata* และไดอะตอมบางชนิด เช่น *Pseudonitzschia* spp. และ *Nitzschia* spp. สามารถสร้างสารชีวพิษซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง หรือมีการสะสมต่อไปยังสิ่งมีชีวิตในลำดับการกินขั้นที่สูงขึ้นไป ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นตายได้ (Berdalet et al., 2016) ดังนั้น การติดตามเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดไปจนถึงประชากรของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละพื้นที่จึงสามารถนำมาคาดคะเนถึงการเปลี่ยนแปลงประชากรของสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศทางทะเลได้เช่นกัน รวมทั้งสามารถเฝ้าระวังถึงปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่อาจส่งผลเสียต่อสัตว์น้ำได้อีกด้วย

## วัตถุประสงค์การวิจัย

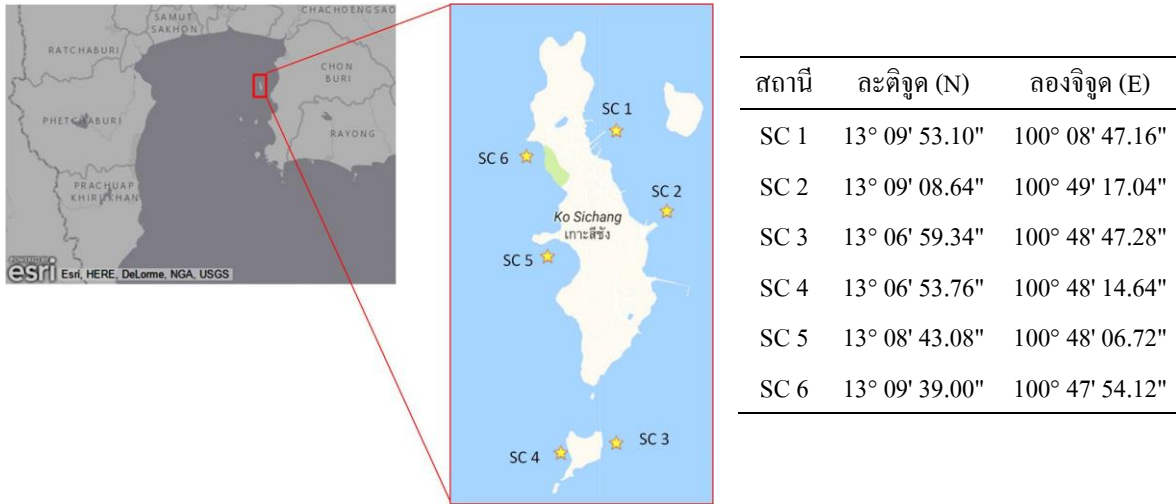
เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของแพลงก์ตอน พืชจากอิทธิพลของฤดูกาล (ระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) บริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

## วิธีการวิจัย

### พื้นที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในเดือนมกราคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) ตามลำดับ โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็นสองฝั่ง ฝั่งละ 3 จุด (ภาพที่ 1) คือ ทางฝั่งตะวันออก (SC 1 ถึง SC 3) และทางฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง (SC 4 ถึง SC 6) ซึ่งพื้นที่ในแต่ละฝั่ง เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน ทั้งจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) รวมถึงอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยสถานี SC 1 และ SC 2 เป็นสถานีที่ใกล้กับแผ่นดินใหญ่มากที่สุด และได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดจากปากแม่น้ำบางปะกง

และทางฝั่งศรีราชา ในช่วงฤดูฝน อีกทั้งเป็นบริเวณที่มีการตั้งถิ่นฐานบ้านเรือนและมีท่าเทียบเรืออยู่หนาแน่น รวมทั้งกระชังเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำให้ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ค่อนข้างมาก บริเวณสถานี SC 5 และ SC 6 เป็นบริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นอ่าวโค้งติดกับหาดทรายขนาดเล็ก (หาดถ้ำพัง) และหน้าผาชัน (ช่องเขาขาด) ตามลำดับ และสถานี SC 3 และ SC 4 เป็นสถานีด้านตะวันออกและตะวันตกของเกาะก้างขาว ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของเกาะสีชัง โดยสถานี SC 3 ถึง SC 6 ได้รับอิทธิพลจากมนุษย์น้อยกว่าสถานี SC 1 และ SC 2



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณเกาะสีชัง

### การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

#### 1. แพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช โดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเลปริมาตร 20 ลิตร ที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ ระดับต่ำลงมาจากผิวน้ำ 0.5 เมตรและระดับกลางน้ำโดยขึ้นอยู่กับความลึกในแต่ละสถานี เพื่อให้ครอบคลุมการกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืชในแนวตั้ง นำน้ำมากรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 20 ไมครอน ตัวอย่างที่ผ่านการกรองถูกรักษาสภาพตัวอย่างด้วยสารละลายผสม Lugol's solution : Formalin: Sodium thiosulfate ตามวิธีของ F. Rassoulzadegan (Sherr, Sherr, 1993)

#### 2. คุณภาพน้ำและข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ในแต่ละสถานี ตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพของน้ำทะเล ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าความเป็นกรดเบสของน้ำทะเล และปริมาณตะกอนแขวนลอยด้วย multiprobe รุ่น YSI XL600 และตรวจวัดความโปร่งใสของน้ำ ด้วย secchi disc เก็บตัวอย่างน้ำทะเลโดยใช้กระบอกเก็บน้ำ ปริมาตร 1 ลิตร ที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ ระดับต่ำลงมาจากผิวน้ำ 0.5 เมตรและระดับกลางน้ำโดยขึ้นอยู่กับความลึก ระดับละ 2 ซ้ำ ในแต่ละสถานี เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรต ฟอสเฟต และซิลิเกต

### การวิเคราะห์ตัวอย่าง

#### 1. แพลงก์ตอนพืช

จำแนกแพลงก์ตอนพืชโดยสุ่มอย่างไปจำแนกสกุลและนับจำนวนเซลล์ด้วย Sedwidge-Rafter slide จำนวน 2 ซ้ำ นำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบและจำแนกในระดับสกุลโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามเอกสารของ Round et al., 1990 และ Tomás, 1996 แสดงผลความหนาแน่นในหน่วยเซลล์ต่อลิตร

#### 2. คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ได้แก่ สารอาหารอนินทรีย์ในโตรเจนในรูปของ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรต สารอาหารฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และซิลิเกต-ซิลิกอน ด้วยวิธี Colorimetric method (Parsons et al., 1984)

#### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

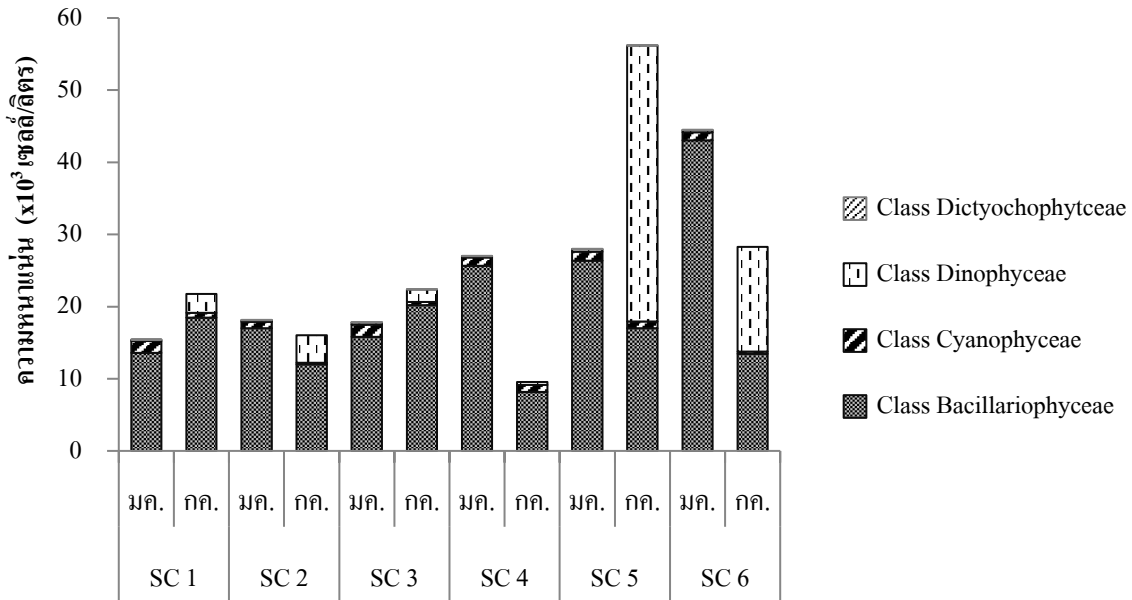
ศึกษาความหลากหลายและความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชโดยนำข้อมูลความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละสกุลมาวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner diversity index) และดัชนีความสม่ำเสมอ (Pielou's evenness) รวมทั้งวิเคราะห์การจัดกลุ่มเพื่อดูความคล้ายคลึง (Similarity) ตามลักษณะโครงสร้างประชากรโดยวิธี Cluster analysis เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างสถานีและระหว่างฤดูกาลด้วยโปรแกรม PRIMER 6 ของ Plymouth Marine Laboratory (Clarke, Warwick, 2001) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช โดยการหาค่าสหสัมพันธ์ (Pearson correlation)

### ผลการวิจัย

#### 1. สกุลและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

ผลการศึกษาพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 70 สกุล จากทั้งหมด 4 กลุ่ม (Class) ประกอบด้วยกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือไซยาโนแบคทีเรีย (Class Cyanophyceae) ไดโนแฟลกเจลเลต (Class Dinophyceae) ซิลิโคแฟลกเจลเลต (Class Dictyochophyceae) และไดอะตอม (Class Bacillariophyceae) ในสองฤดูมีจำนวนสกุลและสกุลที่ใกล้เคียงกัน โดยในฤดูแล้งพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 61 สกุล มากกว่าในฤดูฝนที่พบเพียง 59 สกุล แพลงก์ตอนพืชที่พบเฉพาะฤดูแล้งได้แก่ ไดอะตอม สกุล *Podolampas*, *Gambridiscus*, *Actinoptychus*, *Hemidiscus*, *Skeletonema*, *Triceratium*, *Proboscia*, *Bellerochea*, *Helicotheca*, *Lioloma*, *Tabellaria*, *Fragillaria* และ *Haslea* แต่ความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชในฤดูแล้ง ( $2.51 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร) มีค่าต่ำกว่าในฤดูฝนเล็กน้อย ( $2.57 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร) ความหนาแน่นเฉลี่ยทางฝั่งตะวันตกของเกาะ (สถานี SC 4 ถึง SC 6) มีค่ามากกว่าทางฝั่งตะวันออก(สถานี SC 1 ถึง SC 3) ส่วนในฤดูฝนพบแพลงก์ตอนพืชทั้ง 4 กลุ่มเช่นกันโดยแพลงก์ตอนพืชสกุลที่พบเฉพาะในฤดูฝนได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย *Chroococcus* และไดอะตอม *Ornithocercus*, *Peridinium*, *Pyrodinium*, *Asteromphalus*, *Thalassiothrix*, *Cocconeis* และ *Achnanthes* ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในสถานี SC 1 ถึง SC 3 มีค่าใกล้เคียงกัน ( $1.25 \times 10^4 - 2.09 \times 10^4$ ) ยกเว้นสถานี SC 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสถานีอื่นๆ ( $9.53 \times 10^3$  เซลล์ต่อลิตร) และในสถานี SC 6 และ 7 มีความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชสูง ( $5.62 \times 10^4$  และ  $2.83 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ) อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต ที่คิดเป็นสัดส่วน 51 และ 68 เปอร์เซ็นต์จากความหนาแน่นเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด ตามลำดับ แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นซึ่งมีความหนาแน่นเฉลี่ยและจำนวนสกุลเป็นสัดส่วนสูงสุดเกือบทุกสถานีในทั้งสองฤดู (ยกเว้นสถานี SC 6 และ SC 7) ได้แก่ ไดอะตอม ดังภาพที่ 2

แพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไซยาโนแบคทีเรียที่พบตลอดการศึกษามีเพียง 3 สกุล ได้แก่ *Trichodesmium*, *Pseudanabaena* และ *Chroococcus* ซึ่งสองสกุลแรกมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงในฤดูฝน กลุ่มซิลิโคแฟลกเจลเลต พบเพียง 1 สกุล คือ *Dictyocha* โดยในฤดูแล้งพบได้ในทุกสถานีและมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนที่พบได้เฉพาะในสถานี SC 3 และ SC 5 เท่านั้น และมีความหนาแน่นน้อย



ภาพที่ 2 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชบริเวณเกาะสีชังในเดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน)

ไดโนแฟลกเจลเลตที่พบในสองฤดูมีการเปลี่ยนแปลงสกุลเด่น ในฤดูแล้ง พบไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Protoperidinium* และ *Ceratium* เป็นสกุลเด่น ส่วนในฤดูฝน ไดโนแฟลกเจลเลตชนิดเด่น ได้แก่ *Noctiluca scintillans* และสกุล *Dinophysis*, *Protoperidinium* และ *Ceratium* และมีความหนาแน่นสูงขึ้น โดยในสถานี SC 5 และ SC 6 พบไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *N. scintillans* หนาแน่นถึง  $3.72 \times 10^4$  และ  $1.24 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งทำให้น้ำทะเลบริเวณนี้เปลี่ยนเป็นสีเขียว ไดอะตอมสกุลเด่นที่พบในการศึกษารั้งนี้ ในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia* และ *Eucampia* ส่วนไดอะตอมสกุลเด่นที่พบในช่วงฤดูฝน ได้แก่ *Pseudonitzschia*, *Chaetoceros*, และ *Lauderia* ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แพลงก์ตอนพืชสกุลเด่นแต่ละกลุ่มในฤดูแล้งและฤดูฝน

กลุ่ม	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
Class Cyanophyceae	<i>Trichodesmium</i>	<i>Trichodesmium</i>
	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Pseudanabaena</i>
Class Dinophyceae	<i>Protoperdinium</i>	<i>Noctiluca scintillans</i>
	<i>Ceratium</i>	<i>Dinophysis</i>
		<i>Protoperdinium</i>
		<i>Ceratium</i>
Class Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros</i>	<i>Eucampia</i>
	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>Chaetoceros</i>
	<i>Eucampia</i>	<i>Lauderia</i>
ความหนาแน่นเฉลี่ย (เซลล์ต่อลิตร)	$1.54 \times 10^4 - 4.44 \times 10^4$	$9.53 \times 10^3 - 5.61 \times 10^4$

## 2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำทะเล

ในเดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) ปัจจัยกายภาพของน้ำทะเลทั้งอุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดเบส และปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันในแต่ละสถานี (ตารางที่ 2) โดยอุณหภูมิ น้ำทะเลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $29.36 \pm 0.20$  องศาเซลเซียส ความเค็มมีค่าเท่ากับ  $31.58 \pm 0.02$  psu ปริมาณออกซิเจนละลายมีค่าเท่ากับ  $6.34 \pm 0.21$  มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเบสมีค่าเท่ากับ  $8.39 \pm 0.06$  ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำมีค่าเท่ากับ  $31.57 \pm 0.03$  มิลลิกรัมต่อลิตร และความโปร่งใส  $5.13 \pm 0.41$  เมตร ส่วนในเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรดเบส และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูแล้ง ยกเว้นปริมาณออกซิเจนละลายที่มีค่าต่ำกว่าและมีความแปรผันมากในแต่ละสถานี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย  $5.31 \pm 1.20$  มิลลิกรัมต่อลิตร มีเพียงสถานี SC 1 ที่มีค่า  $3.60$  มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่า  $4$  มิลลิกรัมต่อลิตร ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 1 เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ปัจจัยอื่นๆในแต่ละสถานีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำทะเลมีค่าเท่ากับ  $30.13 \pm 0.16$  องศาเซลเซียส ความเค็มมีค่าเท่ากับ  $32.99 \pm 0.14$  psu ความเป็นกรดเบสมีค่าเท่ากับ  $8.57 \pm 0.11$  ค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำมีค่าเท่ากับ  $32.85 \pm 0.09$  มิลลิกรัมต่อลิตร และความโปร่งใส  $2.71 \pm 0.06$  เมตร โดยรวมคุณภาพน้ำทะเลรอบชายฝั่งเกาะสีชังอยู่ในสภาพดี

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ในน้ำทะเลพบว่าค่าเฉลี่ยของสารอาหารทั้งหมด ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกตในช่วงฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง อาจเป็นผลมาจากการชะล้างจากแผ่นดินและไหลลงสู่ทะเลเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน เมื่อพิจารณาในแต่ละสถานีพบว่า ปริมาณสารอาหารในแต่ละฤดูเมื่อเปรียบเทียบกันมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นปริมาณไนเตรทในฤดูแล้งบริเวณสถานี SC 2 (ติดกับชุมชนและท่าเทียบเรือ) มีค่า  $0.61 \mu\text{g-at N/l}$  ซึ่งสูงกว่าสถานีอื่น และปริมาณแอมโมเนียในฤดูฝนบริเวณสถานี SC 2 (ติดกับชุมชนและท่าเทียบเรือ) และ SC 6 (ช่องเขาขาด) มีค่า  $4.01$  และ  $6.49 \mu\text{g-at N/l}$  ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าสถานีอื่นเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของแพลงก์ตอนพืชพบว่า สถานี SC 6 มีความหนาแน่นของ *Noctiluca scintillans* สูง ทำให้อาจเกิดการจับของเสียออกจากเซลล์หรือมีการตายลง ทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงได้ โดยปัจจัยสภาพแวดล้อมและปริมาณสารอาหารสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารแต่ละสถานีบริเวณเกาะสีชังในเดือนฤดูแล้งและฤดูฝน

ฤดู	สถานี	อุณหภูมิ (°C)	ความเค็ม (psu)	ปริมาณออกซิเจนละลาย (มก./ล)	ความเป็นกรดเบส	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (มก./ล)	ความโปร่งใสของน้ำ (ม.)	แอมโมเนีย ( $\mu\text{g-at N/l}$ )	ไนโตรเจน ( $\mu\text{g-at N/l}$ )	ไนโตรเจน ( $\mu\text{g-at N/l}$ )	ฟอสเฟต ( $\mu\text{g-at P/l}$ )	ซิลิเกต ( $\mu\text{g-at Si/l}$ )
ฤดูแล้ง	SC 1	29.27	31.60	6.48	8.27	31.59	5.50	0.34	0.09	0.30	0.03	4.94
	SC 2	29.49	31.58	6.35	8.39	31.58	4.75	0.28	0.09	0.61	0.07	4.95
	SC 3	29.48	31.61	6.41	8.38	31.60	6.25	0.20	0.10	0.16	0.10	5.04
	SC 4	29.39	31.56	6.22	8.40	31.56	4.25	0.33	0.07	0.27	0.26	4.96
	SC 5	29.30	31.57	6.34	8.44	31.51	5.50	0.27	0.07	0.07	0.19	4.94
	SC 6	29.23	31.56	6.25	8.41	31.56	4.50	0.23	0.07	0.24	0.12	4.95
	เฉลี่ย	29.36	31.58	6.34	8.39	31.57	5.13	0.27	0.08	0.27	0.13	4.96
		$\pm 0.20$	$\pm 0.02$	$\pm 0.21$	$\pm 0.06$	$\pm 0.03$	$\pm 0.41$	$\pm 0.05$	$\pm 0.01$	$\pm 0.19$	$\pm 0.08$	$\pm 0.04$
ฤดูฝน	SC 1	30.20	32.91	3.60	8.48	32.78	2.50	2.41	0.23	0.69	0.89	19.22
	SC 2	29.87	32.87	5.79	8.55	32.74	2.75	4.01	0.29	0.78	1.37	19.03
	SC 3	30.13	33.01	7.33	8.61	32.87	3.50	1.86	0.12	0.19	1.01	17.16
	SC 4	30.09	33.21	4.18	8.37	32.97	3.50	1.78	0.22	0.43	1.21	17.39
	SC 5	30.25	33.06	5.37	8.65	32.92	3.00	2.31	0.13	0.24	1.43	17.23
	SC 6	30.23	32.96	5.42	8.63	32.82	1.00	6.49	0.20	0.62	2.51	18.18
	เฉลี่ย	30.13	32.99	5.31	8.57	32.85	2.71	3.14	0.20	0.49	1.40	18.03
		$\pm 0.16$	$\pm 0.14$	$\pm 1.20$	$\pm 0.11$	$\pm 0.09$	$\pm 0.06$	$\pm 1.83$	$\pm 0.06$	$\pm 0.24$	$\pm 0.58$	$\pm 0.92$

### 3. ความหลากหลาย ความสม่ำเสมอและโครงสร้างประชาคมของแพลงก์ตอนพืช

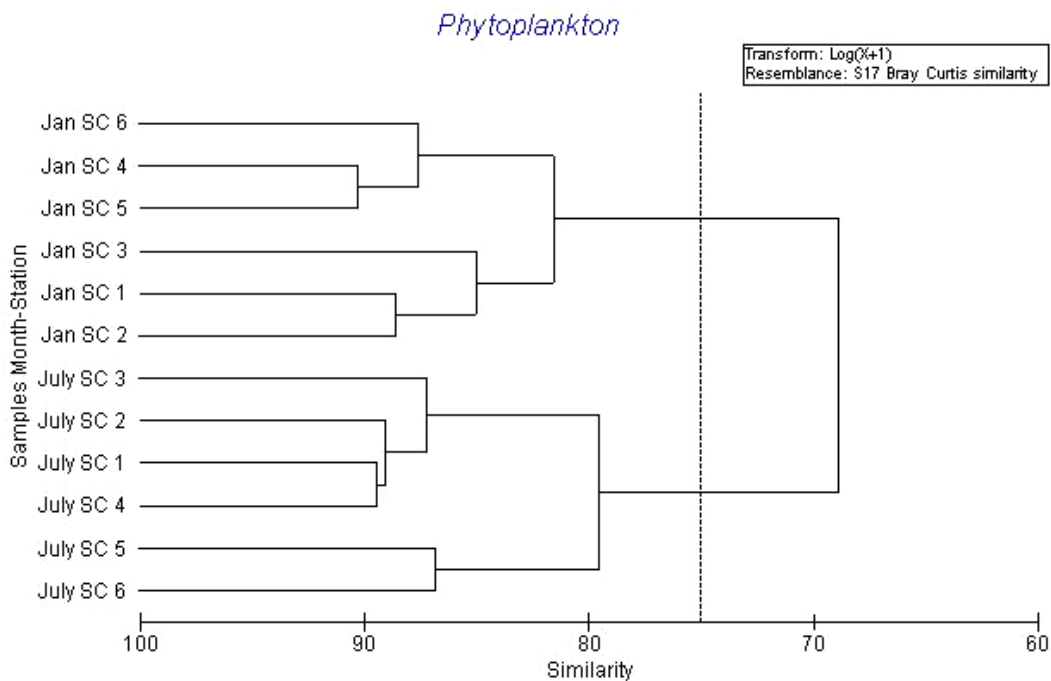
ดัชนีความหลากหลายในระดับสกุลของแพลงก์ตอนพืชมีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล แต่ในแต่ละสถานีในช่วงฤดูเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3) ในฤดูแล้งดัชนีความหลากหลายอยู่ในช่วง 2.02 – 2.44 และในฤดูฝนอยู่ในช่วง 1.32 – 1.80 ส่วนดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชในฤดูแล้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.61 – 0.64 และในฤดูฝนอยู่ในช่วง 0.36 – 0.49 ถึงแม้จำนวนสกุลของแพลงก์ตอนพืชระหว่างสองฤดูมีค่าใกล้เคียงกันแต่ในฤดูแล้งดัชนีความหลากหลายและความสม่ำเสมอในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน เนื่องจากในฤดูฝนพบ *N. scintillans* ซึ่งมี *Pedinomonas noctilucae* เป็น symbiotic green algae ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้อาศัยอยู่ภายในเซลล์ มีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นชนิดเด่น และทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสี ส่งผลทำให้ความหลากหลายและความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนในบริเวณนั้นลดลง



ตารางที่ 3 ดัชนีความหลากหลาย ( $H'$ ) และความสม่ำเสมอ ( $J'$ ) ของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณเกาะสีชังในฤดูแล้ง และฤดูฝน

สถานี	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	$H'$	$J'$	$H'$	$J'$
SC 1	2.30	0.63	1.32	0.36
SC 2	2.27	0.61	1.80	0.48
SC 3	2.33	0.64	1.46	0.40
SC 4	2.42	0.64	1.80	0.49
SC 5	2.44	0.63	1.34	0.36
SC 6	2.03	0.53	1.69	0.44

โครงสร้างประชาคมของแพลงก์ตอนพืชจากการจัดกลุ่มด้วย Clustering analysis สามารถแบ่งประชากรแพลงก์ตอนพืชออกเป็น 2 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึง (similarity) 75% โดยกลุ่มแรกประกอบด้วยประชาคมแพลงก์ตอนพืชในทุกสถานีในฤดูแล้ง และกลุ่มที่สองประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชในสถานีทั้งหมดในฤดูฝน จะเห็นได้ว่าการแบ่งโครงสร้างประชากรกันอย่างชัดเจนในระหว่างสองฤดูนี้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 Dendrogram แสดง โครงสร้างประชาคมของแพลงก์ตอนพืชบริเวณเกาะสีชัง ในแต่ละฤดูและสถานี (Jan และ July แทนฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ และ SC 1 – SC 6 แทนสถานีเก็บตัวอย่าง)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่าในฤดูแล้ง ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับความเป็นกรดเบสและปริมาณฟอสเฟต ส่วนในฤดูฝนพบความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดเบส ปริมาณตะกอน



แขวนลอย รวมทั้งปริมาณแอมโมเนียและฟอสเฟต (ตารางที่ 4) แต่ทุกปัจจัยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ( $p>0.05$ )

ตารางที่ 4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation) ระหว่างความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหารบริเวณเกาะสีชังในฤดูแล้งและฤดูฝน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหาร	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
อุณหภูมิ	-0.595	0.597
ความเค็ม	-0.765	-0.009
ปริมาณออกซิเจนละลาย	-0.746	0.149
ความเป็นกรดเบส	0.566	0.718
ปริมาณตะกอนแขวนลอย	-0.500	0.198
แอมโมเนีย	-0.301	0.028
ไนโตรเจน	-0.668	-0.588
ไนเตรต	-0.308	-0.459
ฟอสเฟต	0.405	0.221
ซิลิเกต	-0.257	-0.336

#### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชระหว่างฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ฤดูแล้ง) และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูฝน) มีจำนวนสกุลทั้งสิ้น 70 สกุล จาก 4 กลุ่ม ซึ่งเป็นสกุลที่มีรายงานว่าพบได้ทั่วไปในอ่าวไทยตอนในและชายฝั่งทะเลเกาะสีชัง โดยมีไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นมีการกระจายและมีความหนาแน่นเป็นสัดส่วนสูงสุดตลอดปี (พิชัย และคณะ, 2549; จิตรา, 2552) จากการศึกษาครั้งนี้พบไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นในฤดูแล้งและทางฝั่งตะวันออกของเกาะสีชังรวมถึงเกาะค้างคาว (สถานี SC 1 ถึง SC 4) ในฤดูฝน ไดอะตอมสกุลที่พบว่ามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูง (มากกว่า 1,000 เซลล์ต่อลิตร) ในฤดูแล้งเรียงลำดับตามความหนาแน่นมากไปน้อยได้แก่ *Chaetoceros*, *Pseudonitzschia*, *Eucampia*, *Guinardia*, *Bacteriastrum*, *Dactyliosolen*, *Lauderia* และ *Hemiaulus* ส่วนในฤดูฝนมีเพียง *Eucampia*, *Chaetoceros*, และ *Lauderia* โดยความหนาแน่นของไดอะตอมทั้งหมดไม่อยู่ในช่วงที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (อัจฉราภรณ์, ณีฐารัตน์, 2546) ไดอะตอมสองสกุล คือ *Chaetoceros* และ *Pseudonitzschia* ที่พบหนาแน่นในการศึกษารอบเกาะสีชังในครั้งนี้นี้ถูกรายงานว่าเป็นสกุล/ชนิดที่สามารถก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้และเป็นไดอะตอมสกุลเด่นที่เคยมีรายงานในบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน (หมั่น, อัจฉรา, 2527) และบริเวณหมู่เกาะแสมสาร (เอกพล, 2550)

กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตมีความหนาแน่นเพิ่มสูงขึ้นมากในช่วงฤดูฝนและเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีระหว่างการศึกษานี้ ได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลตชนิด *N. scintillans* ซึ่งเป็นชนิดที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้บ่อยครั้งในบริเวณชายฝั่งทะเลตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรีและระยอง (สมภพ และคณะ, 2546; พิชัย และคณะ, 2549) ความหนาแน่นที่เพิ่มสูงขึ้นของไดโนแฟลกเจลเลตสอดคล้องกับปริมาณสารอาหารที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนที่มีการชะล้างสารอาหารลงจากแผ่นดิน โดยสถานีที่พบว่ามีความ

หนาแน่นมากที่สุดได้แก่สถานีที่ตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของเกาะสีชัง (SC 5 และ SC 6) ซึ่งในช่วงฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีการพัดกระแสน้ำผิวหน้าขึ้นไปทางทิศเหนือ (อนุภู, 2551) และด้วยบริเวณนี้เป็นอ่าวโค้ง (หาดถ้ำพังและช่องเขาขาด) อาจทำให้มีการพัดสารอาหารเข้ามาสะสมประกอบกับมวลน้ำนิ่งใกล้ชายฝั่ง เกิดสภาวะที่เอื้อต่อการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณแอมโมเนียในบริเวณดังกล่าวมีความเข้มข้นสูงขึ้นและมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกับความหนาแน่นของ *N. scintillans* อาจกล่าวได้ว่าหลังจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของ *N. scintillans* แล้ว มีการตายลงจึงมีการปล่อยของเสียจากเซลล์ของ *N. scintillans* ออกมา ซึ่งพบว่ามีรายงานการตายของปลาและสัตว์น้ำหน้าดินบางชนิดในบริเวณชายฝั่งจังหวัดชลบุรีในปี พ.ศ. 2528, 2534, 2535 และ 2543 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับที่มีการ bloom ของไดโนแฟลกเจลเลตชนิดนี้ (อัครารักษ์, นิฎฐารัตน์, 2546) นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนยังพบสัดส่วนความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นของไดโนแฟลกเจลเลตสกุลอื่นที่มีรายงานว่าสามารถก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีได้เช่นกัน ได้แก่ *Ceratium* และ *Dinophysis* รวมทั้งไซยาโนแบคทีเรียสกุล *Trichodesmium* แต่มีความหนาแน่นไม่มากนัก

เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างประชากรของแพลงก์ตอนพืชระหว่างสถานีและฤดูกาล ที่ความคล้ายคลึงที่ 75 % สามารถแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 2 กลุ่มตามฤดู คือฤดูแล้งและฤดูฝน โดยแต่ละสถานีในฤดูเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีการแบ่งแยกลักษณะตามฤดูกาลค่อนข้างชัดเจน ถึงแม้การวิเคราะห์ทางสถิติจะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความหนาแน่นเฉลี่ยของประชาคมแพลงก์ตอนพืชระหว่างฤดูการรวมทั้งความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปริมาณสารอาหาร แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์โครงสร้างประชากรด้วย clustering analysis แล้ว พบว่าการแบ่งประชากรอย่างชัดเจน น่าจะเป็นสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 2 ข้างต้น จึงแยกกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชมาวิเคราะห์ความแปรปรวนในแต่ละฤดูกาล และพบว่า ความหนาแน่นของไซยาโนแบคทีเรียและซิลิโคแฟลกเจลเลตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงแพลงก์ตอนชนิดเด่น คือ *N. scintillans* ที่พบความหนาแน่นสูงถึง  $227 - 3.72 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตรในช่วงฤดูฝน แต่มีความหนาแน่นน้อยกว่า 5 เซลล์ต่อลิตรในฤดูแล้ง สอดคล้องกับค่าดัชนีความหลากหลายและความสม่ำเสมอที่พบว่ามีค่าต่ำลงในฤดูฝนจากสาเหตุเดียวกัน คือมีแพลงก์ตอนชนิดใดชนิดหนึ่งเด่นขึ้นมาและมีความหนาแน่นสูง ซึ่งก็คือ *N. scintillans* นอกจากนี้ ปริมาณแอมโมเนียและฟอสเฟตซึ่งเป็นสารอาหารจำเป็นและแอมโมเนียถือเป็นรูปแบบหนึ่งของไนโตรเจนที่แพลงก์ตอนพืชมักนำไปใช้ก่อนสารอาหารอนินทรีย์ไนโตรเจนรูปอื่นมีค่าสูงขึ้นในฤดูฝนและมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

คุณภาพน้ำบริเวณเกาะสีชังโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดีตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 1 เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ยกเว้นสถานี SC 1 ในฤดูฝนซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับ 3.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐาน 4 มิลลิกรัมต่อลิตรเล็กน้อย เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีชุมชนอยู่หนาแน่นและเป็นท่าเทียบเรือหลักของเกาะสีชัง ทั้งกิจกรรมของมนุษย์ประกอบกับเป็นช่วงฤดูฝน ทำให้มีการชะล้างธาตุอาหารลงสู่ทะเลเห็นได้จากปริมาณสารอาหารรวมถึงค่าตะกอนแขวนลอยที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับในฤดูแล้ง รวมทั้งสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในน้ำเนื่องจากกระบวนการย่อยสลาย ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายต่ำลงกว่า ถึงแม้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในฤดูฝนทั้งอุณหภูมิและความเค็มจะมีค่าต่ำกว่าในฤดูแล้งเนื่องมาจากน้ำฝนและปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล แต่ในการเก็บตัวอย่างเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ตั้งแต่วันที่ 1 - 12 กรกฎาคม) เท่ากับ 6.88 มิลลิเมตรซึ่งอยู่ในเกณฑ์ฝนตกเล็กน้อย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2559) ประกอบกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ความเค็มเพิ่มขึ้นจากการระเหยของน้ำได้

การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อชนิด ความหนาแน่น และการกระจายของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละพื้นที่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีซึ่งพบในการศึกษาในครั้งนี้คือ *N. scintillans* และทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มสูงขึ้นถึงแม้ว่าจะยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่หากมีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชชนิดนี้มากขึ้นและฝนตกเป็นระยะเวลาอันยาวนาน อาจทำให้เกิดการสะสมของสารอาหารและเกิดการเพิ่มจำนวนอย่างต่อเนื่องของแพลงก์ตอนจนส่งผลเสียต่อคุณภาพน้ำในระยะยาวรวมทั้งการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียในระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชบางชนิดที่มีการสร้างสารชีวพิษ เช่น ไดอะตอมสกุล *Pseudonitzshia* พบเป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำทะเลเปลี่ยนสีร่วมกับ *N. scintillans* บริเวณอ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและปากแม่น้ำเจ้าพระยา ในเดือนพฤศจิกายน 2546 (รวมทรัพย์, 2549) ได้เช่นกัน รวมทั้งไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Dinophysis* ที่พบหนาแน่นเพิ่มขึ้นในฤดูฝนเมื่อปริมาณสารอาหารเพิ่มขึ้นในการศึกษานี้เช่นกัน ดังนั้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำทะเลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชาคมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และสามารถประเมินความสมบูรณ์ของระบบนิเวศทางทะเลได้อีกทางหนึ่ง รวมทั้งช่วยเฝ้าระวังถึงปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีที่อาจส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้อีกด้วย

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา และโครงการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2559 เรื่องความหลากหลายทางนิเวศวิทยาและสายใยอาหารของสิ่งมีชีวิตในมวลน้ำและสิ่งมีชีวิตพื้นทะเลบริเวณชายฝั่งเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ผ่านทางสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

#### เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (พ.ศ.2549) เรื่อง กำหนดมาตรฐาน

คุณภาพน้ำทะเล. ใน ราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่มที่ 124 ตอนที่ 11ง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2550. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ; 2549.

กรมอุตุนิยมวิทยา. ปริมาณน้ำฝนของเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย [ออนไลน์] 2559 [อ้างเมื่อ 13 กรกฎาคม 2559].

จาก [https://www.tmd.go.th/province\\_weather\\_stat.php?StationNumber=48460](https://www.tmd.go.th/province_weather_stat.php?StationNumber=48460)

จิตรรา ตีระเมธี. ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนทะเลบริเวณหาดนางรอง เกาะจรเข้ม และหมู่เกาะจวง

อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา; 2552.

พิชัย สนแจ้ง, แหวด ทองระอา, ฉลวย มุสิกะ, ธิดารัตน์ น้อยรักษา, ขวัญเรือน ศรีนุ้ย, วันชัย วงสุดาวรรณ, และคณะ.

รายงานการวิจัยเรื่องโครงการเฝ้าระวังและการวางแผนป้องกันการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี. ชลบุรี: สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา; 2549.

รวมทรัพย์ ชำนาญธนา. แพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน.

เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2549. กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน; 2549.

- สมภพ รุ่งสุภา, ชลชยา ทรงรูป, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์, ณิชฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อานุกาพ พานิชผล, เอนก โสภณ. สถานการณ์การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. ใน: การตรวจเฝ้าระวัง ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2546. หน้า 74-104.
- หมั่น โพธิ์วิจิตร, อัจฉรา มโนเวชพันธ์. แพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. การสัมมนาการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย; 26-28 มีนาคม 2527; ศูนย์วิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ; 2527.
- อนุกุล นูรณ์ประทีปรัตน์. การไหลเวียนของกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนบน : การทบทวนงานวิจัย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2551;13(1); 75-83.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์. ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนและการเกิดความเป็นพิษของแพลงก์ตอนพืชในการตรวจเฝ้าระวัง ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2546. หน้า 42-53.
- อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบุรณ์, ณิชฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. ผลกระทบของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี. ใน: การตรวจเฝ้าระวัง ปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ส่วนแหล่งน้ำทะเล สำนักงานจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2546. หน้า 54-73.
- เอกพล รัตนพันธ์. ความหลากหลายชนิดของไดอะตอมสกุล *Chaetoceros* บริเวณหมู่เกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2550.
- Bargu S, Baustian MM, Rabalais NN, Del Rio R, Von Korff B, Turner RE. Influence of the Mississippi River on *Pseudo-nitzschia* spp. Abundance and Toxicity in Louisiana Coastal Waters. *Estuaries and Coasts* 2006; 39(5): 1345–135.
- Berdalet E, Fleming LE, Gowen R, Davidson K, Hess P, Backer LC, Moore SK, Hoagland P, Enevoldsen H. Marine harmful algal blooms, human health and wellbeing: challenges and opportunities in the 21st century. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 2016; 96(1):61-91.
- Henriksen P. Long-term changes in phytoplankton in the Kattegat, the Belt Sea, the Sound and the western Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 2009; 61(1-2):114-123.
- Miller CB, Wheeler PA. *Biological Oceanography*. 2<sup>nd</sup> ed. Malaysia: John Wiley & Son, Ltd; 2012.
- Parsons TR, Maita Y, Lalli CM. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Oxford: Pergamon Press; 1984.
- Round FE, Crawford, RM, Mann DG. *The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera*. New York: Cambridge University Press; 1990.
- Sherr EB, Sherr BF. Preservation and storage of samples for enumeration of heterotrophic protists. In: Kemp PF, Cole JJ, Sherr BF, Sherr EB, editors. *Handbook of Methods in Aquatic Microbial Ecology*. Boca Raton, Fla: Lewis publishers; 1993. p. 207-212.
- Tomás CR. *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. San Diego: Academic Press; 1996