

โครงการย่อยที่ 2.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและการประเมินสถานะทรัพยากรของ
ผลจับจากการประมงอวนลากในอ่าวไทย

คณะผู้วิจัย ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ
ดร.ปวโรจน์ นรนาถตระกูล
ผศ.ดร.สนธยา กุลกัลยา
นางสาวรัตนาวลี พูลสวัสดิ์
นายวีระพล จิตพิงศ์ตระกูล
นายวรพงษ์ เอี่ยมตระกูล
นางสาวสุกัญญา ใจชื่น

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ผลผลิตจากการประมงของไทยคิดเป็นร้อยละ 8 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ โดยร้อยละ 57 มาจากการจับสัตว์น้ำที่ส่วนใหญ่เป็นการประมงทะเล (กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, 2564) โดยมีปริมาณผลจับที่ 1.41 ล้านตันใน ปี พ.ศ. 2562 จากที่เคยมีผลจับรวมจากการประมงทะเลมากกว่า 2 ล้านตัน ก่อนทศวรรษที่ 1980-1990 และลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากนั้น (Ahmed et al., 2007) ซึ่งเป็นสภาวะการณ์ประมงที่เหมือนกันกับในหลายๆ ประเทศในภูมิภาคเอเชียที่มีการลงแรงประมงในระดับที่สูงเกินศักยภาพการผลิต (Funge-Smith et al., 2015) อย่างไรก็ตาม, จากการรายงานล่าสุดของสภาวะการณ์ประมงของโลก แสดงให้เห็นว่าใน พ.ศ. 2563 การประมงทะเลของไทยอยู่ในลำดับที่ 12 ของโลกและมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นจากช่วงทศวรรษที่ 2010 ที่มีปริมาณผลจับเฉลี่ยที่ 1.52 ล้านตันต่อปี เพิ่มขึ้นจากช่วง พ.ศ. 2560 – 2562 ที่อยู่ระหว่าง 1.3 – 1.4 ล้านตันต่อปี (FAO, 2022) ทั้งนี้เกิดจากการบริหารจัดการประมงทะเลที่เป็นระบบและมีการควบคุมที่มากขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในอันที่จะฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของสภาวะทรัพยากรประมงทะเลไทยและก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างยั่งยืนอันเป็นหลักประกันความมั่นคงทางอาหารไทยจากสัตว์ทะเล (กรมประมง, 2559) นอกจากนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางของการประมงของโลกในปัจจุบันที่เน้นเรื่องจรรยาบรรณการประมงอย่างมีความรับผิดชอบ โดยมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนของรัฐนั้นๆ เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ และมีหน่วยงานที่กำกับมาตรฐานการประมงทำหน้าที่ตรวจสอบการดำเนินงาน ซึ่งไม่เฉพาะแค่ในส่วนการทำประมงแต่ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่อุปทานเพื่อนำไปสู่ความยั่งยืนของการประมงทั้งระบบและความมั่นคงทางอาหาร และรวมทั้งเป็นการดำเนินการที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (UN-Sustainable Development Goals, SDGs) โดยเฉพาะในเป้าหมายที่ 14 (SDG 14) ที่ว่าด้วยอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ในประเด็นที่จกกำกับการทำประมงและยุติการทำประมงที่ผิดกฎหมาย ขาดการรายงาน และไร้การควบคุม รวมทั้งนำแผนการบริหารจัดการเชิงวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อฟื้นฟูสต็อกสัตว์น้ำและให้ใช้ประโยชน์ในระดับที่ให้ผลผลิตที่สูงสุดอย่างยั่งยืน (SDG Move Team, 2016)

แนวทางสำหรับการบริหารจัดการประมงทะเลเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในปัจจุบันนั้น นอกจากที่ต้องประเมินและหาแนวทางที่จะลดผลกระทบที่จะเกิดกับสัตว์น้ำที่เป็นเป้าหมายหลักแล้ว ยังจะต้องประเมินและหาแนวทางที่จะลดผลกระทบที่จะเกิดกับสัตว์น้ำอื่นในระบบนิเวศเดียวกัน ทั้งที่เป็นผลจับพลอยจับได้, กลุ่มสัตว์น้ำที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ถูกคุกคามหรือสัตว์น้ำคุ้มครอง (endangered, threatened and protected species: ETP), แหล่งที่อยู่อาศัย และระบบนิเวศเพื่อเข้าสู่การจัดการประมงภายใต้ฐานระบบนิเวศโดยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง (Smith et al., 2007; Hobday et al., 2011) โดยเพื่อที่จะให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล การทำการประมงและการบริหารจัดการประมงควรดำเนินงานภายใต้แผนพัฒนาการประมง (Fishery Improvement

Project, FIP <http://fisheryprogress.org>) ของแต่ละประเภทของการประมงเพื่อแสดงให้เห็นว่าการประมงนั้นๆ มีกระบวนการประมงที่มีความรับผิดชอบและยั่งยืน มีปริมาณสัตว์น้ำเพียงพอต่อการจับมาบริโภคในระยะยาว ควบคู่ไปกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงส่งเสริมการบริหารจัดการประมงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อนำไปปรับใช้กับการบริหารจัดการที่เหมาะสมซึ่งนอกจากสร้างความยั่งยืนต่อการประมงแล้ว ยังมีความสำคัญเพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับตลาดการค้าสากลและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการส่งออกของประเทศผู้ทำการประมง

แหล่งประมงทะเลที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย ได้แก่ อ่าวไทย โดยอ่าวไทยเป็นส่วนในสุดของมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก เชื่อมต่อมาจากด้านตะวันตกของทะเลจีนใต้ มีลักษณะเป็นอ่าวกึ่งปิด โดยมีช่องเปิดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ระหว่างแนวเชื่อมต่อระหว่างปลายแหลมญวน ประเทศเวียดนาม และเมืองโกตาบารู ประเทศมาเลเซีย โดยร้อยละ 63 ของพื้นที่อ่าวไทยทั้งหมดจัดอยู่อาณาเขตประเทศไทย ทั้งนี้ลักษณะภูมิฐานของพื้นที่อ่าวไทยมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ มีความลึกเฉลี่ยประมาณ 44 เมตร บริเวณใจกลางของอ่าวเป็นส่วนที่ลึกที่สุดประมาณ 86 เมตร ตอนกลางของอ่าวพื้นทะเลโดยทั่วไปเป็นโคลนเหลว โคลนปนทราย และทราย (กรมทรัพยากรธรณี, 2555) แหล่งทำประมงฝั่งอ่าวไทยมีอาณาเขตตั้งแต่ปลายแหลมมาลาญถึงแหลมดาเนาในอินโดจีน มีเนื้อที่ประมาณ 304,000 ตารางกิโลเมตร มีชายฝั่งทะเลยาว 1,784 กิโลเมตร และด้วยลักษณะเฉพาะตัวของอ่าวไทยนี้เอง ทำให้อ่าวไทยจัดเป็นหนึ่งในระบบนิเวศทางทะเลขนาดใหญ่ (Large Marine Ecosystem) ที่อยู่ในชั้น I ที่สามารถมีกำลังการผลิตที่สูง (กำลังการผลิตขั้นต้นมากกว่า 300 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อปี, Heileman and Chuenpagdee, 2008) ทั้งนี้กรมประมงได้แบ่งเขตประมงทางฝั่งอ่าวไทยของไทยออกเป็น 5 แหล่ง คือ อ่าวไทยด้านตะวันออก อ่าวไทยตอนใน อ่าวไทยด้านตะวันตกตอนบน อ่าวไทยด้านตะวันตกตอนล่าง และอ่าวไทยตอนกลาง (ภาพที่ 2.1-1) โดยการประมงในอ่าวไทยนั้นจะเป็นการประมงที่มีความหลากหลายทั้งชนิดของเครื่องมือประมงและองค์ประกอบของสัตว์น้ำที่จับได้ในแต่ละเครื่องมือทั้งในระดับการประมงพื้นบ้านและการประมงพาณิชย์ โดยหนึ่งในการประมงที่สำคัญและเป็นการประมงที่มีผลจับสูงสุด ได้แก่ การประมงอวนลาก



ภาพที่ 2.1-1 การแบ่งเขตการประมงในน่านน้ำไทย (กรมประมง, 2559)

การประมงอวนลากเป็นการทำการประมงด้วยเครื่องมือประมงที่ประกอบด้วยอวนที่ลากด้วยเรือ 1 ลำ หรือ 2 ลำ แล้วแต่ชนิดของอวนลากนั้นๆ ผ่านมวนน้ำไปบนพื้นท้องน้ำหรือกลางน้ำ และทำการจับปลาที่อาศัยในเส้นทางการลากอวนนั้น (Chokesanguan, 1985) การประมงอวนลากจัดเป็นการประมงทะเลที่สำคัญที่สุดของประเทศไทยโดยปริมาณผลจับสัตว์ทะเลมากกว่าร้อยละ 50 ของผลจับสัตว์น้ำ (FAO, 2014) ทั้งหมดทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันจากการประมงประเภทอวนลากหลัก 3 ชนิด ได้แก่ อวนลากคานถ่าง, อวนลากแผ่นตะเฒ่ และ อวนลากคู่ ซึ่งตามประกาศกรมประมง ในราชกิจจานุเบกษา 8 มกราคม 2564 ได้แบ่งเรือประมงออกเป็น 4 กลุ่มขนาดเรือ ได้แก่ (1) กลุ่มขนาดเรือต่ำกว่า 30 ตันกรอส (2) ขนาดเรือ ตั้งแต่ 30 ตันกรอส แต่ไม่ถึง 60 ตันกรอส (3) ขนาดเรือ ตั้งแต่ 60 ตันกรอส แต่ไม่ถึง 150 ตันกรอส (4) กลุ่มขนาดเรือ ตั้งแต่ 150 ตันกรอสขึ้นไป โดยผลจับที่ได้ส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ประโยชน์ และมีส่วนน้อยมากที่จะถูกคัดทิ้ง (FAO, 2014) ซึ่งผลจับถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งการบริโภคและเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมปลาป่นและอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ต่อเนื่องไปจนถึงการใช้อาหารสัตว์ในอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งนี้การบริหารจัดการการประมงอวนลากในปัจจุบันที่สำคัญ ได้แก่ การกำหนดขนาดช่องตาอวนกันลึงไม่น้อยกว่า 4 ซม. การห้ามทำการประมงในเขต 3 ไมล์ทะเลจากชายฝั่ง การควบคุมการแจ้งเรือเข้าออกเพื่อตรวจสอบปริมาณสัตว์น้ำและระดับการลงแรงประมงที่อนุญาต ดังตัวอย่างในพ.ศ. 2563 ที่สัตว์น้ำหน้าดินอันเป็นผลจับหลักของการประมงอวนลากได้ถูกกำหนดปริมาณ

สัตว์น้ำสูงสุดที่อนุญาตให้ทำการประมงที่ 751,436 ตันในอ่าวไทย และนำไปประเมินชั่วโมงการลงแรงประมงตามประสิทธิภาพของเรือประมง (กรมประมง, 2563) ซึ่งประเมินมาจากจากแบบจำลองผลผลิตส่วนเกินเพื่อประมาณค่าระดับผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนในรูปแบบหลากหลายชนิด (“Multi-species”- Maximum Sustainable Yield)

ในกลุ่มเครื่องมือประมงทะเล, อวนลากจัดเป็นเครื่องมือที่มีความท้าทายในการที่จะวางแผนบริหารจัดการประมงที่เหมาะสม ซึ่งโดยประมาณเครื่องมือประมงอวนลากสามารถจับสัตว์น้ำได้อย่างหลากหลายชนิดตั้งแต่กลุ่มปลากระตักอ่อน, ปลากระตักแข็ง, กุ้ง, ปู, หอย และ เอกโคโนเดิร์ม รวมกันแล้วมากกว่า 800 ชนิดในการทำประมงอวนลากทั่วเอเชีย (FAO, 2014) และได้มากกว่า 360 ชนิดในอ่าวไทย (พรศิลป์ และคณะ, 2561) ซึ่งทำให้เกิดความจำเป็นในการที่จะหาแนวทางบริหารจัดการทรัพยากรที่ให้ครอบคลุมเพื่อเกิดความสมดุลการประมงในผลจับทุกชนิดทั้งที่เป็นผลจับชนิดหลักและผลจับพลอยได้ทั้งที่เป็นลูกสัตว์น้ำเศรษฐกิจ และสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำ ซึ่งมีสัดส่วนที่แตกต่างกันไปตามชนิดและแหล่งประมงของอวนลาก ดังกรณีตัวอย่างอวนลากในอ่าวไทยที่มีผลจับพลอยได้ถึงประมาณร้อยละ 60-70 จากอวนลากคู่ และร้อยละ 30-40 และ 0.5 -1 จากอวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคานถ่าง ตามลำดับ (พรศิลป์ และคณะ, 2561; Ahmed et al., 2007)

จากการที่มีผลจับพลอยได้หรือสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำที่มีปริมาณค่อนข้างสูง ในการทำการประมงอวนลาก เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลในการประมงต่างๆ จะต้องการให้ความสำคัญต่อสัตว์น้ำในระดับรายชนิด และ/หรือกลุ่มชนิด ทั้งในประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงการจับและสภาวะทรัพยากร (Peacock, 2018; MSC, 2020) โดยงานศึกษาวิจัยที่เคยมีการศึกษาจะเป็นการประเมินผลจับพลอยได้ในภาพรวม อาทิเช่น จากการประเมินของ Kaewner and Wangvoralak (2004) พบว่าใน พ.ศ. 2542 สัดส่วนของผลจับพลอยได้หรือสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำจากการประมงทะเล คิดเป็นร้อยละ 31 จากผลจับทั้งหมด โดยร้อยละ 95 ของผลจับพลอยได้หรือสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำนั้นมาจากการประมงอวนลาก นอกจากนี้ Supongpan and Boonchuwong (2010) ได้ทำการประเมินผลจับจากอวนลากในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2550 พบว่าร้อยละ 42 ของผลจับเป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำและประมาณร้อยละ 35 ของสัตว์น้ำที่มีมูลค่าต่ำเหล่านี้เป็นปลาวัยรุ่นของสัตว์น้ำเป้าหมายหลัก โดยทั้งนี้การประเมินสภาวะทรัพยากรของในส่วนของผลจับพลอยได้ก็จะมีส่วนช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของผลจับสัตว์น้ำเป้าหมายหลักและนำไปใช้ประกอบการบริหารจัดการประมงได้อย่างเหมาะสม (Cook and Heath, 2018). สำหรับในประเด็นกลุ่มสัตว์น้ำที่เป็นอยู่ในกลุ่มสัตว์น้ำที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ถูกคุกคาม หรือสัตว์น้ำคุ้มครองถึงแม้ว่าจะไม่มีรายงานการประเมินที่ชัดเจนของการเป็นผลจับพลอยได้ของสัตว์น้ำกลุ่มนี้ แต่ที่ผ่านมาก็ได้มีการตระหนักในผลกระทบจากการทำอวนลากต่อสัตว์น้ำกลุ่มนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเลและเต่าทะเล (Chokesanguan, 1998) รวมทั้งการกำหนดมาตรการต่างๆ ที่จะป้องกันและบรรเทาผลกระทบตามหลักในการจัดการประมงอวนลากในเขตร้อนเช่นเดียวกันกับในประเด็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีมาตรการที่สำคัญคือ การกำหนดพื้นที่ห้ามทำการประมงอวนลาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขต 3 ไมล์ทะเลจากชายฝั่ง (FAO, 2014; Derrick 2017)

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการประมงอวนลากในประเทศไทย และตระหนักถึงผลต่อเนื่องจากการประมงดังกล่าวที่จะมีต่อทั้งความมั่นคงทางอาหารและความยั่งยืนของสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในอ่าวไทย

กรมประมงได้ร่วมมือกับภาคเอกชน คือ คณะทำงานการพัฒนากระบวนการผลิตสินค้าและผลิตภัณฑ์ประมงของไทย ประกอบด้วย 8 สมาคม ได้แก่ สมาคมการประมงแห่งประเทศไทย สมาคมการประมงนอกร่น้ำไทย สมาคมผู้ผลิตปลาป่นไทย สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย สมาคมกุ้งไทย สมาคมผู้ผลิตอาหารสำเร็จรูป สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย และสมาคมอุตสาหกรรมทูน่าไทย ได้ร่วมกันจัดทำแผนปฏิบัติการโครงการพัฒนาและปรับปรุงอวนลากอ่าวไทย ตั้งแต่ พ.ศ. 2561 โดยมีการเริ่มตั้งแต่กระบวนการระบุสถานการณ์ปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการทำประมงและผลกระทบของสิ่งแวดล้อม และการนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap analysis) ซึ่งได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้วจากการสนับสนุนของสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) (พรศิลป์และคณะ, 2561) และได้ดำเนินการแผนพัฒนาการประมงอวนลากในอ่าวไทย ซึ่งได้รับความเห็นชอบในการดำเนินการจากหน่วยงานตรวจสอบและให้การรับรอง ได้แก่ MarinTrust (<https://www.marin-trust.com>) เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ที่ผ่านมา ซึ่งการบริหารจัดการการประมงอวนลากในอ่าวไทยจะถูกประเมินตาม MarinTrust Multi-Species Assessment Guidance แล้วนำผลการประเมินไปจัดทำแผนพัฒนาการประมงต่อไป ซึ่งทั้งนี้ ในการประเมินตามแนวทางดังกล่าวล่าสุดเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 (Theparoonrat, 2022)

ทั้งนี้จากผลการรายงานในปีที่ 1 ที่ได้ทำการประเมินความเสี่ยงของสัตว์น้ำในอ่าวไทยต่อการทำการประมงอวนลาก ซึ่งเป็นการประเมินสถานะสต็อกของทรัพยากรประมงในระดับ 2 (tier 2) พบว่ามีชนิดและกลุ่มชนิดของปลาและสัตว์น้ำอื่นที่มีความเสี่ยงต่อการประมงอวนลากแต่ละรูปแบบในระดับที่แตกต่างกันไปและได้ทำการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการใน Noranarttragoon P., Koolkalaya S., Thitipongtrakul W., Avakul P., Phoosawat R. and Jutagate, T. 2023Trawl Fisheries in the Gulf of Thailand: Vulnerability Assessment and Trend Analysis of the Fish Landings. *Fishes*, 8, 177.

ดังนั้นเพื่อทำการประเมินสถานะสต็อกของทรัพยากรประมงในชนิดปลาและสัตว์น้ำอื่นที่มีความเสี่ยงสูงหรือค่อนข้างสูงจากการทำประมงอวนลากในอ่าวไทยในระดับของการวิเคราะห์ระดับ 3 (tier 3) อันเป็นการวิเคราะห์สถานะของสต็อกที่มีความแน่นอนและความน่าเชื่อถือในผลการประเมินที่แสดงถึงสถานะของทรัพยากรมากขึ้นโดยอาศัยพลวัตประชากรของสต็อกมาเป็นแนวทางในการประเมินเพื่อวางแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนในผลจับของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลากในอ่าวไทย
2. เพื่อประเมินสถานะของสต็อกของผลจับของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลากในอ่าวไทย

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในผลจับของปลาและสัตว์น้ำอื่นที่มีความเปราะบางสูงและค่อนข้างสูงจากผลการศึกษาในปีที่ 1 ที่เป็นการประเมินความเสี่ยงของสัตว์น้ำแต่ละสปีชีส์ในอ่าวไทยจากข้อมูลสถิติผลจับจากสถิติการประมงของไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2538 ถึง 2563 และใช้ข้อมูลชุดดังกล่าวประเมินสถานะของสปีชีส์จากระดับของการพัฒนาของการประมงที่มีต่อสปีชีส์ดังกล่าว รวมทั้งได้ทำการประเมินทางพลวัตประชากรและสถานะของทรัพยากรประมงในอ่าวไทยในสัตว์น้ำกลุ่มดังกล่าวจากข้อมูลความถี่ของความยาวในผลจับที่รวบรวมโดยกองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง จากการสุ่มสำรวจผลจับด้วยแบบจำลองต่างๆ รวมทั้งเปรียบเทียบกับผลการประเมินกับค่าอ้างอิงเพื่ออธิบายสถานะสปีชีส์ของทรัพยากรประมงนั้นๆ

ทฤษฎีและแนวคิดที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ในการศึกษาด้านชีววิทยาประมงและการจัดการประมง, สโตก (Stock) จะหมายถึงกลุ่มประชากรในแหล่งประมงใดๆ ที่ได้รับการลงแรงประมงในระดับเดียวกันและถูกบริหารจัดการด้วยแนวทางเดียวกัน, ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ แหล่งประมง ได้แก่ อ่าวไทย ที่เป็นหน่วยที่รับการประเมิน (Unit of assessment), ซึ่งจะมีผลให้สโตคนั้นๆ มีการเปลี่ยนแปลงและมีค่าทางพลวัตประชากรของสโตคที่เป็นเฉพาะตัว ซึ่งในบางครั้งบริบทของสโตคอาจสามารถประเมินเป็นกลุ่มชนิดปลาหรือสัตว์น้ำก็ได้เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการได้ โดยในการประเมินสถานะสโตคเพื่อการจัดการประมงนั้นสามารถทำการประเมินในรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของทั้งสโตคผ่านข้อมูลผลจับ (Holistic approach) และในรูปแบบวิธีการทางพลวัตประชากรของสโตค (Analytical approach) ผ่านค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องทั้งกับการเปลี่ยนแปลงในทางบวก อันได้แก่ การเติบโตและการทดแทน และการเปลี่ยนแปลงในทางลบ อันได้แก่ การตายทั้งโดยธรรมชาติและการประมงของสโตคนั้นๆ โดยหากปัจจัยในการเปลี่ยนแปลงของสโตคทั้งทางบวกและทางลบมีระดับที่เท่ากันจะทำให้สโตคนั้นๆ อยู่ในระดับสมดุลและมวลชีวภาพของสโตคนั้นๆ จะอยู่ในระดับที่คงที่ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$S_2 = S_1 + (R + G) - (M + F) \text{----- (1)}$$

เมื่อ S_2 และ S_1 คือขนาดของสโตคในปีที่ 2 และ 1 ตามลำดับ, R คือการทดแทน, G คือการเติบโต, M และ F คือ การตายในธรรมชาติและโดยการประมงตามลำดับ โดยปรกติการเปลี่ยนแปลงของสโตคสัตว์น้ำใดๆ จะอยู่ในสถานะสมดุลหากไม่มีปัจจัยจากการตายโดยการประมง โดยการเปลี่ยนแปลงในทางบวกของสโตค (การทดแทนและการเติบโต) จะสมดุลกับค่าการตายในธรรมชาติซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลงในทางลบของสโตค หากแต่เมื่อมีการประมงเกิดขึ้น การลงแรงประมงที่แตกต่างกันไปในแต่ละปีจะมีผลทำให้เกิดสมดุลใหม่ของสโตคจากการตายโดยการประมงที่เกิดขึ้นในปีนั้นๆ และมีผลกระทบต่อขนาดของสโตคในปีถัดๆ ไป

การเติบโต

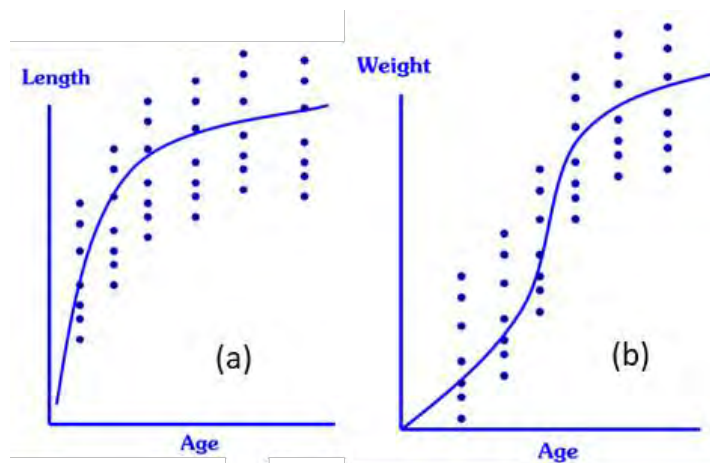
การเติบโตจะเป็นการเปลี่ยนแปลงความยาวและน้ำหนักเมื่อสิ่งมีชีวิตมีอายุที่เพิ่มขึ้น โดยการเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่นส่วนใหญ่จะอธิบายด้วยสมการการเติบโตของฟอน เบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy growth model; von Bertalanffy 1937) โดยสามารถแสดงสมการในรูปของความยาวได้เป็น

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)}) \text{ ----- (2)}$$

เมื่อ L_t คือค่าความยาวของปลาหรือสัตว์น้ำเมื่ออายุ t ใดๆ, L_∞ คือ ค่าความยาวที่มากที่สุดที่เป็นได้ของสปีชีสนั้นๆ หรือ ค่าความเฉลี่ยของปลาหรือสัตว์น้ำในสปีชีสนั้นๆของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด, K คือค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต และ t_0 คือค่าอายุสมมติเมื่อความยาวของปลาเท่ากับศูนย์ และสามารถเขียนสมการในรูปของน้ำหนักโดยอาศัยสมการที่ 2 และแสดงได้ดังในสมการสมการที่ 3

$$W_t = W_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})^b \text{ ----- (3)}$$

เมื่อ W_t คือค่าน้ำหนักของปลาหรือสัตว์น้ำเมื่ออายุ t ใดๆ, W_∞ คือ ค่าน้ำหนักที่มากที่สุดที่เป็นได้ของสปีชีสนั้นๆ หรือ ค่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาหรือสัตว์น้ำในสปีชีสนั้นๆของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด โดยค่า b จะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ยกกำลังของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาหรือสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ซึ่งโดยปกติจะกำหนดค่าที่เท่ากับ 3 เพื่อแสดงการเติบโตที่เป็นไอโซเมทริก นั่นคือ ความยาวและน้ำหนักมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนกันตลอดช่วงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยจากสมการการเติบโตของฟอน เบอร์ทาแลนฟี จะเห็นได้ว่าเส้นโค้งความสัมพันธ์ของอายุและความยาวจะเป็นเส้นโค้งแบบโมโนโมเลกุลลาที่มีขีดจำกัดบน (Asymptotic monomolecular curve; **ภาพที่ 2.1-2**) ในขณะที่ความสัมพันธ์ของอายุและน้ำหนักจะเป็นเส้นโค้งแบบซิกมอยด์ที่มีขีดจำกัดบน; Asymptotic sigmoid curve; **ภาพที่ 2.1-2**) ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มของน้ำหนักในช่วงแรกของชีวิตจะค่อยเพิ่มอย่างช้าๆ จนกระทั่งถึงอายุหนึ่งที่อวัยวะต่างๆ พัฒนาอย่างสมบูรณ์จนทำให้สามารถหาอาหารได้อย่างเต็มที่ที่จะทำให้เกิดจุดหักเห (Inflection point) ที่ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อนเข้าถึงอายุที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากทั้งน้ำหนักและความยาวทำให้น้ำหนักและความยาวเข้าสู่ขีดจำกัดบน



ภาพที่ 2.1-2 เส้นโค้งการเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่นตามสมการการเติบโตของฟอนเบอร์ทาแลนที่จุดแต่ละจุด แสดงค่าตัวแทนความยาว (หรือน้ำหนัก) ของปลาหรือสัตว์น้ำแต่ละตัว โดย (a) การเติบโตในมิติของความยาวหรือขนาด และ (b) การเติบโตในมิติของน้ำหนัก

ค่า L_{∞} (หรือ W_{∞}) และ K ซึ่งเป็นพารามิเตอร์หลักในการอธิบายการเติบโตนั้น จะเป็นค่าที่เฉพาะตัวในปลาและสัตว์น้ำชนิดใดๆ ในแต่ละสต็อก และจะมีช่วงของความผันแปรของค่าประมาณที่เฉพาะตามปลาและสัตว์น้ำแต่ละชนิดแตกต่างกันไป โดยการทดสอบความน่าเชื่อถือของค่าประมาณของพารามิเตอร์ดังกล่าว สามารถตรวจสอบผ่านค่าดัชนีการเติบโต (Growth performance index, ϕ') ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างคงที่ในแต่ละชนิด (Munro and Pauly, 1983) โดย

$$\phi' = \log_{10}K + 2\log_{10}L_{\infty} \text{ ----- (4)}$$

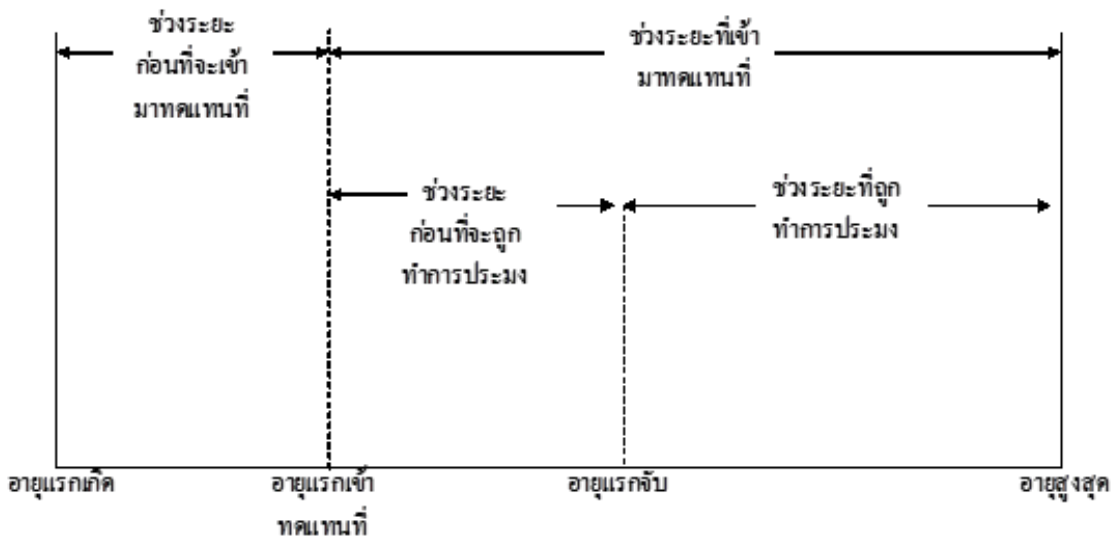
และเมื่อประเมินค่าทางพลวัตของสต็อกเรียบร้อยแล้ว ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จะนำเป็นค่านำเข้าเพื่อการประเมินสถานะของสต็อกต่อไป เพื่อการประเมินการเปลี่ยนแปลงในความสำเร็จของสต็อกต่อระดับของการประมงที่เกิดขึ้นและประเมินถึงขนาดของสต็อกในอนาคต

การทดแทน

การทดแทน คือ การที่สัตว์น้ำรุ่นใหม่เข้ามาพร้อมกับสต็อกตัวเต็มวัย, หรือสต็อกพ่อแม่พันธุ์, เมื่อสัตว์น้ำเหล่านั้นเติบโตจนได้ขนาดแล้ว (Methot and Wetzel, 2013) ซึ่งจะมีปริมาณมากน้อยเท่าใดนั้นขึ้นกับการตอบสนองต่อปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการพัฒนาของสต็อกผ่านช่วงเวลา ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทางชีวภาพหรือปัจจัยจากความหนาแน่น (biotic or density dependent factor) อันเนื่องมาจากอาหารและที่อยู่อาศัย ซึ่งได้รับสัมพันธ์กับปริมาณของสัตว์น้ำในสต็อก และปัจจัยที่ไม่ใช่ชีวภาพหรือปัจจัยที่ไม่เกิดจากความหนาแน่น

(abiotic or density independent factor) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมที่สโตคส์ตัวน้ำนั้นอาศัยอยู่ (Gulland, 1983) โดยจะเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ และมีผลอย่างมากต่อโอกาสการอยู่รอดและทดแทนที่ของสัตว์น้ำรุ่นใหม่ แต่ทั้งนี้ในสโตคส์ที่มีการประมงเราสามารถควบคุมปริมาณการลงแรงหรือปริมาณผลจับให้อยู่ในระดับที่พยายามจะรักษาสโตคส์พ่อแม่พันธุ์ให้อยู่ในระดับที่ให้ปริมาณการทดแทนที่เราต้องการ หรือ พยายามลดระดับการทำการประมงเพื่อให้ปริมาณของสัตว์น้ำที่เข้าไปทดแทนที่สามารถเติบโตจนกลายเป็นพ่อแม่พันธุ์ที่จะรักษาระดับของสโตคส์ที่เหมาะสมได้ (Froese and Kesner-Reyes, 2002)

ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของสัตว์น้ำตลอดช่วงชีวิตการประมง (fishable life span) จะเป็นไปดังที่แสดงในภาพที่ 2.1-3 โดยจากกลุ่มสัตว์น้ำที่เกิดในปีนั้นๆ ตั้งแต่เกิดจนเข้ามารวมในสโตคส์ตัวเต็มวัยที่มีการทำการประมง โดยเริ่มตั้งแต่เวลาที่สัตว์น้ำเข้ามาในสโตคส์ (อายุแรกเข้าทดแทน) จนกระทั่งสัตว์น้ำมีอายุมากที่สุด ซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำแก่ตายเองโดยธรรมชาติ



ภาพที่ 2.1-3 ไตอะแกรมการทดแทนที่ของสัตว์น้ำ (ดัดแปลงจาก Beverton and Holt, 1957)

การตาย

การตายของสัตว์น้ำจะอธิบายการเปลี่ยนแปลงในทั้งกลุ่มของสโตคส์ซึ่งเป็นการลดลงในลักษณะเอ็กโพเนนเชียล (ภาพที่ 2.1-4) โดยการตายจะมีค่าสูงในช่วงต้นในชีวิตของสัตว์น้ำ โดยในการประมาณค่าการตายสำหรับการประเมินสโตคส์ของสัตว์น้ำจะเป็นการประมาณค่าเฉพาะในส่วนของสัตว์น้ำเมื่อเข้าทดแทนในสโตคส์ตัวเต็มวัยเท่านั้น โดยสมการทั่วไปที่ใช้อธิบายการตายของสัตว์น้ำเป็นไปดังสมการที่ 5

$$N_t = N_0 \cdot e^{-Zt} \text{----- (5)}$$

เมื่อ N_t และ N_0 คือจำนวนสัตว์น้ำในสต็อก ณ เวลา t ใดๆ และ ณ ตอนเริ่มต้น และค่า Z คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Total mortality coefficient) ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายจะจัดเป็น “Instantaneous rate” เป็นค่าทันที ณ จุดเวลาที่พิจารณานั้นๆ เนื่องจากสัตว์น้ำในสต็อกมีการลดลงตลอดเวลา โดยมีหน่วยปรกติเป็น “ต่อปี” ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดในรูปแบบของช่วงเวลา (Interval) ที่มักจะกำหนดให้อยู่ในช่วงรอบปี (Annual survival rate; S) และรวมทั้งอัตราการตายในรอบปี (Annual mortality rate: a) ของสัตว์น้ำในสต็อก ที่เป็นร้อยละของจำนวนตัวสัตว์น้ำที่คงเหลืออยู่และตายในรอบปี เมื่อกำหนดให้ N_t เท่ากับ N_1 นั่นคือ จำนวนสัตว์น้ำที่เหลืออยู่เมื่อครบรอบ 1 ปี ต่อจำนวนสัตว์น้ำ ณ ตอนเริ่มต้นปี ดังนี้

$$S = N_1/N_0 = e^{-Z} \text{----- (6)}$$

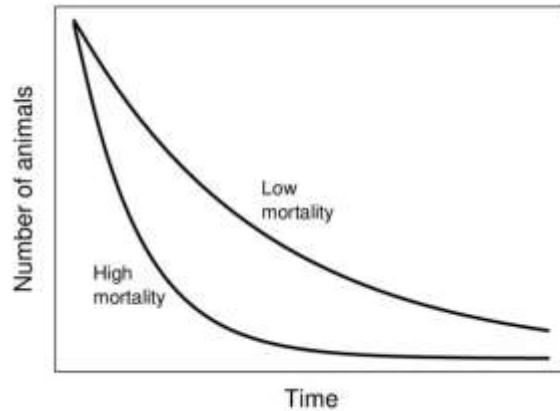
$$a = N_0 \cdot (1 - S) = N_0 \cdot (1 - e^{-Z}) \text{----- (7)}$$

เมื่อ S และ a จะเป็นค่าสัดส่วนซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1, หรืออธิบายในรูปของร้อยละ

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมจะแสดงให้เห็นอัตราการลดลงของสัตว์น้ำในสต็อก ณ จุดเวลาใดๆ ซึ่งสามารถแยกออกได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสาเหตุการลดลงได้เป็น 2 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (Natural mortality coefficient, M) และ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (Fishing mortality coefficient, F) โดย

$$Z = M + F \text{----- (8)}$$

ในทางนิเวศวิทยา ค่าประมาณ Z จะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของผลผลิตต่อมวลชีวภาพของสัตว์น้ำในสต็อก (Production/Biomass Ratio, P/B) ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบเพื่อศึกษาถึงความสามารถในการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำนั้นๆ ภายในสมดุลของระบบนิเวศที่สนใจ (Christensen et al., 2005)



ภาพที่ 2.1-4 เส้นโค้งแสดงการลดลงของสัตว์น้ำในลักษณะเอ็กโพเนนเชียล (Hewitt et al., 2007)

การประเมินสถานะของสต็อกสัตว์น้ำ

การประเมินสถานะของสต็อกเป็นกระบวนการในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และรายงานการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ (จำนวนตัวและมวลชีวภาพ) ของสต็อกสัตว์น้ำอันเนื่องมาจากระดับการลงแรงประมงที่เปลี่ยนแปลงไป และ/หรือ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ที่มีผลต่อกระบวนการเกิด การตาย และการทดแทน เพื่อทำนายถึงความอุดมสมบูรณ์ของสต็อกนั้นๆ ในอนาคตด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่างๆ ตามประเภทและความสมบูรณ์ของข้อมูลนำเข้า แล้วนำผลที่ได้มาประกอบการวางแผนในการจัดการประมง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการทำประมงเกินขนาดทั้งในรูปแบบ “overfished” ที่เป็นสถานะที่สต็อกสัตว์น้ำมีระดับความอุดมสมบูรณ์ที่ต่ำกว่าระดับที่จะผลิตผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด และรูปแบบ “overfishing” ที่เป็นระดับการประมงที่สูงเกินกว่าระดับที่เหมาะสม, นั่นคือระดับการประมงที่ทำให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด, และหากยังคงระดับที่เกินขนาดนี้ต่อไปจะทำให้เกิด “overfishing” ต่อผลผลิต, เนื่องจับสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กมากเกินไป (growth overfishing) และการทดแทน (recruitment overfishing) ของสต็อกสัตว์น้ำนั้นๆ

การเลือกชนิดหรือกลุ่มชนิดสัตว์น้ำเพื่อการประเมินสถานะของสต็อกนั้น นอกจากจะตัดสินใจจากประเด็นความเสี่ยงแล้ว ยังสามารถตัดสินใจได้จากชนิดสัตว์น้ำที่เป็นเป้าหมายหลักทางการประมง หรือสัตว์น้ำที่เป็นผลจับพลอยได้หลักของการประมงที่สนใจ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรภายใต้หลักการทำประมงอย่างมีความรับผิดชอบ ทั้งในแง่การจัดการทรัพยากรเป้าหมายโดยตรงและจัดการความหลากหลายทางชีวภาพในแหล่งประมง (Caddy, 1999) องค์ประกอบของผลจับในการประมงจะมีความแตกต่างกันโดยขึ้นกับหลายๆ ปัจจัยเข้ามามีอิทธิพลเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นจากลักษณะของการประมงเอง อาทิเช่น เครื่องมือประมง ขนาดของตาอวน และขนาดของเรือประมง และลักษณะของสภาพของแหล่งประมงที่มีความแตกต่างกันไปทั้งในมิติของพื้นที่และเวลา หรือแม้กระทั่งเกิดจากการที่มีมาตรการในการจัดการประมงที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้พัฒนาการของการประมงและสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของสต็อกสัตว์น้ำในระบบนิเวศก็มีผลทำให้เกิดพลวัตในองค์ประกอบผลจับที่แตกต่างกันไปตามแหล่งประมง (Quinn and Deriso, 1999; Conti et al., 2012)

โดยในปัจจุบัน, การทำความเข้าใจความแตกต่างในองค์ประกอบผลจับของการประมงจากเครื่องมือต่างๆ ทั้งในแหล่งประมงเดียวกันหรือต่างแหล่งประมงจะช่วยสร้างความเข้าใจถึงผลกระทบของเครื่องมือประมงนั้นๆ ต่อทรัพยากรประมงที่ต่างชนิดกันที่ถูกใช้ประโยชน์จากเครื่องมือประมงนั้นๆ รวมถึงผลกระทบต่อเนื้อที่มีต่อห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศ ทั้งนี้โดยสามารถอาศัยได้ทั้งจากการประมงโดยตรงหรือเก็บรวบรวมจากการวางแผนการสำรวจเก็บข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง (Russo et al., 2016)

แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินสต็อกสัตว์น้ำนั้นสามารถเลือกใช้ทั้งแบบจำลองประชากรหรือแบบจำลองผลผลิตเพื่อประเมินสถานะในปัจจุบันของสต็อกว่าอยู่ในระดับใดเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงที่กำหนด โดยทั้งนี้ผลของการประเมินสต็อกจะถูกนำไปเทียบกับจุดอ้างอิงต่างๆ เพื่อบ่งบอกถึงสถานะในปัจจุบันของสต็อกนั้นๆ โดยการกำหนดจุดอ้างอิงนั้น จะประกอบไปด้วยจุดอ้างอิงเป้าหมายและจุดอ้างอิงจำกัด ซึ่งจะเป็นจุดอ้างอิงตามแนวทางการวิธีการประเมินต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ เช่น ร้อยละของผลจับลูกปลาหรือลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน (เป้าหมายที่ร้อยละ 0, จำกัดที่ร้อยละ 15) หรือ ร้อยละของผลจับที่เป็นปลาเต็มวัย (เป้าหมายที่ร้อยละ 100, จำกัดที่ร้อยละ 80) หรือ จุดอ้างอิงที่เตรียมไว้สำหรับการประเมินสต็อกสัตว์น้ำในขั้นตอนที่ 9 เช่น ปริมาณผลจับ (เป้าหมายที่ร้อยละ 80 ของระดับผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน, จำกัดที่ร้อยละ 25 ของระดับผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน) หรือ ศักยภาพในการวางไข่ (เป้าหมายที่ร้อยละ 40, จำกัดที่ร้อยละ 20) เป็นต้น หลังจากนั้นอาจจะนำผลที่ได้ไปประกอบการพิจารณาการออกกฎการควบคุมผลจับสัตว์น้ำ ซึ่งสามารถปรับค่าให้เหมาะสมจากหลากหลายมิติโดยการทำงานร่วมกับผู้มีส่วนได้เสียเพื่อกำหนดแนวทางและมาตรการในการประมงเพื่อให้สอดคล้องกับจุดอ้างอิงที่ได้กำหนดไว้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนในผลจับของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลากในอ่าวไทย
2. ทราบถึงสถานะของสต็อกของผลจับของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลากในอ่าวไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

(ก) การวิเคราะห์แนวโน้มและความแปรปรวนในผลจับ

ทำการคัดกรองข้อมูลปริมาณผลจับในอ่าวไทยของชนิดของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างสูงจากการทำการประมงอวนลาก โดยอาศัยข้อมูลสถิติของกรมประมงที่เป็นข้อมูลสถิติผลจับตั้งแต่ พ.ศ. 2514 ถึง 2564 (<https://www4.fisheries.go.th/local/index.php/main/site/strategy-stat>) โดยคัดกรองมาเป็นชนิด / กลุ่มชนิดที่เกี่ยวข้องได้ 20 ชนิด ได้แก่ ปลาอินทรี *Scomberomorus commerson*, ปลาตาบลาว

Chirocentrus dorab, ปลาขี้กู่ *Megalapis cordyla*, ปลาสีกุน *Selar* spp. (รวมทั้ง *Selaroides* spp.), ปลา กะตัก *Stolephorus* spp., ปลากระบอก *Mugil* spp., ปลาจะละเม็ดดำ *Parastromateus niger*, ปลาน้ำดอกไม้ *Sphyraena* spp., ปลาทรายแดง *Nemipterus* spp., ปลาทรายขาว *Scolopsis taeniopterus*, ปลาปากคม *Saurida* spp., ปลาดาบเงิน *Trichiurus lepturus*, ปลากระพงแดง *Lutjanus* spp., ปลาทาหวาน *Priacanthus* spp., ปลาเห็ดโคน *Sillago* spp., ปลาตุ๊กทะเล *Plotosus* spp. ปลากระเบน Rays, ปลาฉลาม Sharks ปลา ยอดจาก *Muraenesox* spp. และหมึกกล้วย *Uroteuthis* spp.

ทำการวิเคราะห์แนวโน้มของผลจับจากชนิดปลาและสัตว์น้ำที่ได้เลือกมา โดยใช้สหสัมพันธ์ของลำดับโดย วิธีสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation) เพื่อตรวจหาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในชุดข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อหาจุดหักเหในชุดข้อมูลที่แยกความต่อเนื่องของความสัมพันธ์ซึ่งจะให้แต่ละช่วงความสัมพันธ์มีค่าเป็น

$$r_s^2 = (n_1 r_1^2 + n_2 r_2^2) / n \text{ ----- (9)}$$

เมื่อ r_s^2 เท่ากับค่าสหสัมพันธ์ถ่วงน้ำหนักสูงสุด n_1 และ n_2 คือจำนวนปีในความสัมพันธ์ช่วงที่ 1 และ 2 และ r_1 และ r_2 คือค่าสหสัมพันธ์ในแต่ละช่วงในจำนวนปีในความสัมพันธ์ช่วงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (Conti et al., 2010) สำหรับในการวิเคราะห์ความแปรปรวนในระยะยาวของปลาและสัตว์น้ำที่เลือก 20 ชนิด จะแสดงด้วย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (CVO) ของข้อมูลผลจับในช่วงปีที่ศึกษาโดยใช้ปีที่และจำนวนผลจับในแต่ละปีเป็นค่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ตามลำดับ นอกจากนี้ ความแปรปรวนในระยะยาวยังได้ทำการวิเคราะห์ด้วยค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (CV1) และโพลีโนเมียล (CV2) Conti et al., 2010) สำหรับใน ส่วนของความแปรปรวนระยะสั้น (ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงในผลจับปีต่อปี) จะวิเคราะห์ด้วยดัชนีของความ แปรปรวนสัมบูรณ์ (absolute variation, U_a) และความแปรปรวนสัมพัทธ์ (relative variation, U_r) ดังเสนอโดย Buijse et al. (1991) ตามสมการ

$$U_a = 100 \times \frac{\text{mean}|y_i - y_{i-1}|}{y} (\%) \text{ ----- (10)}$$

และ

$$U_r = 100 \times 2 \times \left(\left(1 - \frac{1}{10^r} \right) / \left(1 + \frac{1}{10^r} \right) \right) (\%) \text{ ----- (11)}$$

เมื่อ y คือ ค่าเฉลี่ยของผลจับ (ตัน) ของช่วงปีที่ทำการศึกษา, y_i และ y_{i+1} คือผลจับในปีที่ i ใดๆ และปีถัดไป และ r คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของค่าผลจับซึ่งสามารถประมาณค่าได้จาก

$$r = \frac{\sum_{i=2}^n |\log_{10}(y_i/y_{i-1})|}{(n-1)} \text{----- (12)}$$

เมื่อ n คือ ระยะเวลาของข้อมูลผลจับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่าง U_a กับ U_r จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี t-test

(ข) การประเมินสถานะของสต็อกในภาพรวมรายชนิด

จากชุดข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มและความแปรปรวนในผลจับ การประเมินสถานะของสต็อกในภาพรวมของชนิดปลาและสัตว์น้ำที่เลือกจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่นำเสนอภายใต้โครงการ Sea Around Us (<https://www.seaaroundus.org/>) ด้วยวิธี Stock-status plots (Kleisner and Pauly, 2011) โดยจะนำเสนอผลในรูปแบบกราฟที่แสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสต็อก เช่น ระดับกำลังพัฒนาการประมง (developing), ระดับพัฒนาการประมงเต็มที่ (fully exploited) หรือ ระดับทำการประมงเกินพอดี (overexploited), ตลอดช่วงระยะเวลาของข้อมูลที่ทำการศึกษา โดยในการวิเคราะห์นี้ สถานภาพสต็อกของทรัพยากรประมงเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 2.1-5) ตามเงื่อนไขดังนี้

- ระดับที่ 1 สถานะของสต็อกอยู่ในระดับเริ่มพัฒนาการประมง (Under-developing) มีเกณฑ์การพิจารณาคือ ปีของผลจับที่ศึกษามากกว่าปีที่มีผลจับสัตว์น้ำต่ำสุดหลังจากที่จับได้สูงสุด และผลจับสัตว์น้ำต่ำสุดหลังจากที่จับได้สูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 10 ของผลจับสัตว์น้ำสูงสุด และผลจับสัตว์น้ำของปีที่ศึกษาอยู่ระหว่างร้อยละ 10 - 50 ของผลจับสัตว์น้ำสูงสุด ซึ่งในระดับนี้จะใช้สัญลักษณ์สีเขียว
- ระดับที่ 2 อยู่ในช่วงการพัฒนาการประมง (Developing) มีเกณฑ์การพิจารณาคือ ปีของผลจับที่ศึกษาน้อยกว่าปีที่มีผลจับสัตว์น้ำสูงสุด และผลจับสัตว์น้ำของปีที่ศึกษาน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 ของผลจับสัตว์น้ำที่สูงสุด หรือปีที่มีผลจับสัตว์น้ำสูงสุดเท่ากับปีสุดท้ายของผลจับ ซึ่งจะใช้สัญลักษณ์สีเหลือง
- ระดับที่ 3 อยู่ในช่วงการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม (Exploited) มีเกณฑ์การพิจารณาคือ ผลจับสัตว์น้ำของปีที่ศึกษามากกว่าร้อยละ 50 ของผลจับสัตว์น้ำสูงสุด จับ ซึ่งในระดับนี้จะใช้สัญลักษณ์สีฟ้า
- ระดับที่ 4 อยู่ในช่วงการใช้ประโยชน์มากเกินไปเกินระดับที่เหมาะสม (Over exploited) มีเกณฑ์การพิจารณาคือ ปีของผลจับที่ศึกษามากกว่าปีที่มีผลจับสัตว์น้ำสูงสุดและผลจับสัตว์น้ำของปีที่ศึกษาอยู่ระหว่างร้อยละ 10 - 50 ของผลจับสัตว์น้ำสูงสุด จับ ซึ่งในระดับนี้จะใช้สัญลักษณ์สีแดง
- ระดับที่ 5 สต็อกล่มสลาย (Collapsed) มีเกณฑ์การพิจารณาคือ ปีที่ศึกษามีผลจับสัตว์น้ำมากกว่าปีที่มีผลจับสัตว์น้ำสูงสุด และผลจับสัตว์น้ำน้อยกว่าร้อยละ 10 ของผลจับสัตว์น้ำสูงสุด ซึ่งในระดับนี้จะใช้สัญลักษณ์สีแดง

ช่วงเริ่มพัฒนาการประมง	ช่วงการพัฒนาการประมง	ช่วงการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม	ช่วงการใช้ประโยชน์มากเกินไปในระดับที่เหมาะสม	สต็อกล่มสลาย
------------------------	----------------------	------------------------------	--	--------------

ภาพที่ 2.1-5 การให้สีสัญลักษณ์ในการประเมินสถานะของสต็อกด้วยวิธี Stock-status plots)

(ค) การประเมินสถานะของสต็อกด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลึกรายชนิดด้วยแบบจำลองการประเมิน

การประมาณค่าทางพลวัตประชากร (การเติบโตและการตาย)

ข้อมูลการแจกแจงความถี่ (Length frequency data) ชนิดของสัตว์น้ำชนิดที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างสูงที่เก็บรวบรวมโดยของกองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง โดยการสุ่มสำรวจผลจับจากการทั่วทั้งอ่าวไทย จะนำมาทำการประเมินค่าทางพลวัตประชากรโปรแกรมย่อย ELEFAN (Electronic Length Frequency Analysis) ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการประเมินสถานะทรัพยากร FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II, Gayanilo and Pauly, 1997) โดยเริ่มใช้สมการของ Powell-Wetherall plot (สมการที่ 13: Wetherall, 1986) ในการประมาณค่าประมาณเบื้องต้นของค่าความเฉลี่ยของปลาหรือสัตว์น้ำในสต็อกนั้นของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมต่อสัมประสิทธิ์การเติบโต (Z/K)

$$(\bar{L} - L') = a + b \cdot L' \text{ ----- (13)}$$

โดยที่ L' คือค่าความยาวตัดผ่าน (cut-off length) แต่ละช่วงที่ติดเครื่องมือประมง และ

$$\bar{L} = \left(\frac{L_{\infty} - L'}{1 + (Z/K)} \right) \text{ ----- (14)}$$

หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ค่าประมาณ L_{∞} และ K ด้วยการประมาณค่าที่ให้สมการที่ดีที่สุดภายใต้สมการการเติบโตของฟอน เบร์ทาลานที่ต่อข้อมูลการแจกแจงความถี่ชุดนั้นๆ โดยสมการที่ดีที่สุดจะเป็นสมการที่ให้ค่าดัชนีภาวะสารูปสนิทธิ (goodness of fit index, R_n) ที่ให้ค่าสูงสุดจากการลากผ่านรูปร่าง (Peak) ของปีที่ทำการศึกษามากที่สุด รวมใช้เมทริกซ์ค่าประมาณ 11×11 ระหว่างค่าประมาณ L_{∞} และ K จากวิธีการ Response surface analysis ช่วยในการตัดสินใจเพื่อให้ได้ค่าประมาณที่ดีและเหมาะสมที่สุด และตรวจสอบค่าประมาณที่ได้กั้นหนึ่งด้วยค่า ค่าดัชนีการเติบโต (ϕ') กับฐานข้อมูลใน FishBase (www.fishbase.org)

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) จะประมาณจากความสัมพันธ์ของอายุและผลจับ โดยการแปลงค่าความยาวเป็นอายุจากค่าประมาณการเติบโตที่ได้ โดยสามารถประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ได้จากการตั้งต้นจากค่าผลจับ (Catch, C) ในช่วงเวลา i ใดๆ ที่พิจารณา

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} \cdot N_i [1 - e^{-Z_i \cdot T_i}] \text{-----} (15)$$

เมื่อ T_i คือช่วงเวลา i ใดๆ ที่พิจารณา เมื่อ $T_i = t_i - t_{i+1}$ และ N_i คือจำนวนของสัตว์น้ำในช่วงเวลานั้นๆ และเมื่อทำการแกสมการตามเงื่อนไขทางพลวัตประชากรจะได้สมการที่จะประมาณค่า Z เป็น

$$\ln \left[\frac{C(t, t+\Delta t)}{\Delta t} \right] = \text{Constant} - Z \cdot \left(t + \frac{\Delta t}{2} \right) \text{-----} (16)$$

ในส่วนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) จะใช้สมการที่พัฒนาโดย Pauly (1980) ซึ่งใช้แนวทางการถดถอยแบบพหุเพื่อประมาณค่า M โดยใช้ตัวแปรทำนาย 3 ตัวแปร ได้แก่ ค่า L_∞ (ชม. ของความยาวทั้งตัว), ค่า K (ต่อปี) และอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบปีของแหล่งน้ำ T (หน่วยเป็นองศาเซลเซียส) ดังสมการ

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T \text{-----} (17)$$

และ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) จะประมาณค่าด้วยวิธีดังแสดงในสมการที่ 8 ทั้งนี้ค่าความยาวที่ถูกจับได้ร้อยละ 25, 50, และ 75 จะถูกประมาณค่าระหว่างการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอายุและผลจับ โดยอาศัยส่วนของความสัมพันธ์ด้านขวามือของเส้นโค้งความสัมพันธ์ (ดังแสดงในภาพผลการประมาณค่า Z) ที่เกิดจากการแปลงปริมาณร้อยละในผลจับแต่ละขนาดความยาวและประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละสะสมในผลจับกับความยาวด้วยวิธีโพรบิต (Probit) หรือ เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Running average) แล้วแต่กรณีความเหมาะสมของค่าประมาณ

แบบจำลองผลจับต่อหน่วยทดแทน (Yield-per-recruit model: YPR)

แบบจำลองผลจับต่อหน่วยการทดแทนที่ (Yield per recruit model: YPR) (Beverton and Holt, 1957) จะแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของประชากรรุ่นใดรุ่นหนึ่ง โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานทางพลวัตประชากรที่สำคัญ 3 ประการ คือ การเติบโต การตาย และการทดแทน ซึ่งโดยแบบจำลองนี้จะประมาณค่าระดับของการตายโดยการประมง (หรือการลงแรงประมง) หรือและความยาวแรกจับของสัตว์น้ำ โดยมีพารามิเตอร์การเติบโตและการตายในธรรมชาติเป็นตัวควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประมาณค่าระดับของค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่จะทำให้ผลจับของสัตว์น้ำในรุ่นใดรุ่นหนึ่งมีน้ำหนัมากที่สุด (F at maximum yield per recruit, F_{max}) จัดเป็นแบบจำลองที่สภาวะคงตัว นั่นคือสต็อกสัตว์น้ำในรอบ 1 ปีจะเท่ากับ 1 รุ่นของสัตว์น้ำตลอดชั่วชีวิต โดยผลจับจากสัตว์น้ำ (Y) ในการประมงรุ่นใดรุ่นหนึ่งและผลจับต่อหน่วยทดแทน (YPR) จะเป็นดังสมการที่ 18 และ 19 ตามลำดับ

$$Y = \int_{t_c}^{\infty} \frac{dY}{dt} dt \text{ ----- (18)}$$

$$YPR = FW_{\infty} e^{M(t_c - t_r)} \times \left(\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right) \text{ ----- (19)}$$

โดย $S = e^{-K(t_c - t_0)}$, K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโตของฟอน เบอร์ทาแลนพี, t_0 = อายุสมมติเมื่อสัตว์น้ำมีความยาวตัวเท่ากับศูนย์, t_c = อายุแรกจับ, t_r = อายุแรกทดแทน, W_{∞} = น้ำหนักเฉลี่ยของปลาหรือสัตว์น้ำในสต็อกนั้นของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด, F , M และ Z เป็นสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง, สัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ และสัมประสิทธิ์การตายรวม ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ไม่มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก เราสามารถใช้แบบจำลองผลจับต่อหน่วยทดแทนที่สัมพันธ์ (Relative yield per recruit model: $Y'PR$, Beverton and Holt, 1966) ตามสมการ

$$Y'PR = E \cdot U^{M/K} \times \left(1 - \frac{3U}{(1+m)} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \right) \text{ ----- (20)}$$

เมื่อ $U = 1 - (L_c/L_{\infty})$, L_c = ความยาวแรกจับ, L_{∞} = ความยาวเฉลี่ยของปลาหรือสัตว์น้ำในสต็อกนั้นของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด, $m = (1 - E)/(M/K) = K/Z$ และ $E = F/Z$ โดยทั้งนี้ผลการวิเคราะห์จะประมาณค่า F_{max} ที่เป็นระดับการตายโดยการประมงที่ให้ค่า YPR สูงสุด ประกอบกับจุดอ้างอิงสำหรับแบบจำลองผลจับต่อหน่วยทดแทน คือ $F_{0.1}$ หรือ $F_{0.5}$ ในการเป็นจุดอ้างอิง (Caddy and Mahon, 1995) โดย

- $F_{0.1}$ จะเป็นระดับการตายโดยการประมงที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน, กล่าวคือจุดที่เส้นตรงของค่าความชันที่ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นขนานกับเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ
- $F_{0.5}$ จะเป็นระดับการตายโดยการประมงที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีทำการประมง ($F = 0$)

นอกจากนี้ยังสามารถเลือกใช้ค่าประมาณ E (Exploitation rate, F/Z) ในการอธิบายผลแทนค่า F

แบบจำลองศักยภาพในการวางไข่โดยใช้ข้อมูลความถี่ความยาว

การประยุกต์แบบจำลองศักยภาพในการวางไข่โดยใช้ข้อมูลความถี่ของขนาด, หรือความยาว, อยู่ภายใต้หลักการที่ว่าองค์ประกอบขนาดในผลจับจะเป็นตัวแทนที่ดีและแม่นยำขององค์ประกอบของสัตว์น้ำในสต็อก โดยสามารถอธิบายได้โดยสมการที่ 5.30 (Hordyk et al., 2016)

$$SPR = \frac{\sum_g \sum_L \frac{1}{[(M/K)_{L,g} + V_L(F/M)(M/K)_{L,g}]} (\bar{D}_{L,g} - \bar{D}_{L+dL,g}) Fec_L}{\sum_g \sum_L \frac{1}{(M/K)_{L,g}} (\bar{D}_{L,g} - \bar{D}_{L+dL,g}) Fec_L} \text{-----} (21)$$

โดย $g = \text{growth-type-group}$ โดยการแบ่งอิตโตแกรมขนาดออกเป็นกลุ่มอายุ (Cohort) ก่อนที่จะแบ่งตามขนาดตัวอย่างในแต่ละรุ่นอายุด้วยเงื่อนไขที่ว่าในแต่ละรุ่นอายุ, ขนาดของสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีจำนวนตัวมากกว่าที่มีขนาดเล็ก, $L = \text{ขนาดของสัตว์น้ำ}$, $K = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต}$, M และ F ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติและโดยการประมง, ตามลำดับ, $V_L = \text{ค่าโอกาสการถูกเลือกจับที่แต่ละขนาดโดยสันนิษฐานว่าสอดคล้องกับเส้นโค้งแบบลอจิสติก ตามสมการที่ 5.31}$

$$V_L = \frac{1}{1 + e^{-\ln\left(\frac{L - S_{L50}}{S_{L95} - S_{L50}}\right)}} \text{-----} (22)$$

ค่า $\bar{D}_{L,g}$ คือค่า “ความหนาแน่น” ของจำนวนตัวที่แต่ละความยาวในรุ่นอายุ และ \bar{D}_{L+dL} จะประมาณค่าจากสมการที่ 5.32

$$\bar{D}_{L+dL} = \frac{\frac{1}{\theta_L}(N_L - N_{L+dL})}{\sum_L \frac{1}{\theta_L}(N_L - N_{L+dL})} \text{-----} (23)$$

เมื่อ θ_L คือค่าสัดส่วนระหว่างสัมประสิทธิ์การตายรวมที่แต่ละความยาวต่อสัมประสิทธิ์การเติบโต (Z_L/K) และ $Fec_L = \text{ค่าความตกไข่ที่แต่ละขนาด}$

โดยค่าประมาณ SPR จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 (เมื่อไม่มีการประมงเกิดขึ้น) ถึง 0 (เมื่อการประมงจับสัตว์น้ำจนเหลือแม่พันธุ์) และมักจะรายงานค่าในรูปร้อยละ โดยระดับที่ร้อยละ 20, 20% SPR, จะเป็นระดับที่ยอมรับทั่วไปว่าเป็นระดับที่มีการวางไข่ที่จะทำให้เกิดการทดแทนขึ้นได้ (replacement level) แต่ถ้าถึงระดับร้อยละ 10, 10% SPR, จะเรียกว่าเป็นระดับที่ล้มเหลวของศักยภาพในการวางไข่ (SPR Crash) ซึ่งจะทำให้สัตว์น้ำชนิดนั้นๆ มีแนวโน้มที่จะสูญไปจากพื้นที่หรือแหล่งประมงนั้น โดยค่าสำหรับการเป็นจุดอ้างอิงในการประมงโดยทั่วไปจะอยู่ที่ระดับร้อยละ 30 – 40 (30 – 40% SPR) ที่จะทำให้เกิดการทดแทนเพียงพอที่จะรองรับระดับผลจับที่ยั่งยืนสูงสุดและถ้าถึงระดับที่ตั้งแต่อ้อยละ 65 ขึ้นไป (> 50% SPR) จะเป็นระดับที่สามารถทดแทนได้ถึงระดับมวลชีวภาพสูงสุดของสต็อก (Mace and Sissenwine, 1993; Prince et al., 2020)

แบบจำลองการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (Thompson and Bell Analysis model: TBA)

แบบจำลองการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ หรือแบบจำลองของธอมป์สันและเบลล์ (Thompson and Bell, 1934) ได้พัฒนามาเพื่อใช้ทำนายผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับการประมงที่จะมีต่อผลจับ

โดยจะกำหนด X-Factor เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นสภาวะการประมง ณ ปัจจุบัน, หรือปีที่นำเข้าสู่ข้อมูล, และเปรียบเทียบกับระดับ F ที่ก่อให้เกิดผลจับสูงสุดที่ยั่งยืน หรือจุดสูงสุดของเส้นความสัมพันธ์ในรูปผลจับเพื่อแปลผลว่าการประมง ณ ปัจจุบันเหมาะสมหรือไม่

ขั้นตอนสำหรับการประเมินสต็อกสัตว์น้ำด้วยแบบจำลองของธอมป์สันและเบลล์ จะเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำ (Cohort Analysis, CA) โดยข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลอง CA จะประกอบด้วย (ก) จำนวนตัวสัตว์น้ำในผลจับในแต่ละกลุ่มอายุหรือช่วงความยาว (ข) ค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M-value) และ (ค) ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F-value) ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่ประมาณได้จะเป็นค่าที่เรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงสุดท้าย (Terminal F-value, $F_{terminal}$) ที่ให้ถือว่าเป็นค่าสำหรับกลุ่มสัตว์น้ำในผลจับที่มีอายุมากที่สุด และจะทำให้ประมาณค่าจำนวนตัวของสัตว์น้ำในรุ่นอายุสุดท้าย ($N_{terminal}$) ได้เป็น

$$N_{terminal} = \frac{C_{terminal}}{\frac{F_{terminal}}{Z_t}(1 - \exp(-Z_t))} \text{-----} (24)$$

โดยสำหรับค่า Z_t จะเท่ากับ $F_{terminal} + M$ และเมื่อทราบจำนวนตัวตั้งต้นในรุ่นอายุสุดท้ายแล้ว การประมาณค่าจำนวนตัวในรุ่นก่อนหน้าใดๆ (N_t) จะคำนวณย้อนที่ละรุ่นอายุโดย

$$N_t = \left[(N_{t+1} e^{M/2}) + C_t \right] e^{(M/2 \times \Delta t)} \text{-----} (25)$$

เมื่อ N_{t+1} = ค่าประมาณจำนวนตัวในรุ่นอายุก่อนหน้า และ C_t = จำนวนตัวสัตว์น้ำในผลจับในแต่ละกลุ่มอายุนั้นๆ ซึ่งค่าความแตกต่างในแต่ละช่วงอายุ (Δt) มักจะกำหนดให้เป็น 1 ปี และค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงในแต่ละรุ่นอายุ (F_t) จะประมาณค่าได้จาก

$$F_t = \ln \left(\frac{N_t}{N_{t+1}} \right) - M \text{-----} (26)$$

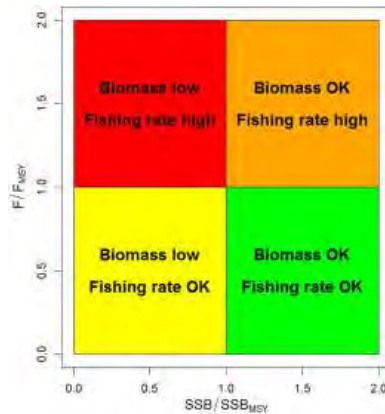
โดยทั้งนี้ในการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำ (CA) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำจากฐานข้อมูลความยาว (Jones' Length Cohort Analysis; Jones, 1990) โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ CA เรียบร้อยแล้ว จะสามารถดำเนินการสร้างแบบจำลองของธอมป์สันและเบลล์เพื่อการประมาณค่าน้ำหนักของผลจับและมวลชีวภาพเฉลี่ยในแต่ละช่วงความยาว i ไต ($i = (L_i, L_{i+1})$) จากค่าประมาณต่างๆ เพื่อการประเมินระดับสภาวะของสต็อกตั้งนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม $Z_i = M + XF_i$ ----- (27)
- จำนวนตัวสัตว์น้ำ $N_{(L_{i+1})} = N_{(L_i)} \times \frac{(1/H_i)-(XF_i/Z_i)}{H_i-(XF_i/Z_i)}$ ----- (28)
- จำนวนตัวในผลจับ $C_i = [N_{L_i} - N_{L_{i+1}}] \times (XF_i/Z_i)$ ----- (29)
- น้ำหนักเฉลี่ยของสัตว์น้ำแต่ละตัว $\bar{w}_i = q \times [(L_i + L_{i+1})/2]^b$ ----- (30)
- น้ำหนักของผลจับ $Y_i = C_i \times \bar{w}_i$ ----- (31)
- มวลชีวภาพเฉลี่ย $\bar{B}_i \times \Delta t_i = \bar{N}_i \times \Delta t_i \times \bar{w}_i$ ----- (32)

โดย XF_i = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงที่แต่ละช่วงความยาว, H_i = ปัจจัย H ของการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำจากฐานข้อมูลความยาว โดยประมาณค่าได้จากสมการที่ 33, q และ b = ค่าสัมประสิทธิ์จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาว

$$H_{(L_1,L_2)} = \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{2K} \text{----- (33)}$$

สำหรับการเสนอผลของแบบจำลองของธอมป์สันและเบลล์ ในรายงานนี้จะนำเสนอในรูปแบบของพล็อตโกเบ (Kobe Plot) ซึ่งจะเป็นการเสนอการเปลี่ยนแปลงของสถานะสต็อกตามช่วงเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอ้างอิงที่ผลจับอย่างยั่งยืนสูงสุด ของมวลชีวภาพของสต็อก (B/B_{MSY}) และสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F/F_{MSY}) ณ ช่วงเวลาหรือปีการประมงนั้นๆ โดยในพล็อตโกเบจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน (ภาพที่ 2.1-6, Kell, 2011) โดยส่วนสีแดงจะแสดงให้เห็นการเกิดทั้ง “overfished” และ “overfishing” ที่มวลชีวภาพต่ำกว่าระดับอ้างอิงที่ผลจับอย่างยั่งยืนสูงสุด และสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงก็เกินระดับอ้างอิงดังกล่าวด้วย เป็นระดับที่ต้องให้ความสำคัญสูงสุด เพื่อหาแนวทางสร้างความยั่งยืนของสต็อก ในขณะที่สีเหลืองจะเป็นส่วนที่อาจเกิด “overfished” หรือ “overfishing” เงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง และส่วนสีเขียวเป็นระดับที่แสดงว่ายังไม่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นในความยั่งยืนของสต็อกนั้นๆ



ภาพที่ 2.1-6 ตัวอย่างของพล็อตโกเบ (Kobe Plot) เพื่อแสดงผลความยั่งยืนของสต็อก (Carvalho et al., 2018)

ผลการวิจัย

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในผลจับและสภาวะของสต็อก

จากชนิด / กลุ่มชนิดของปลาและสัตว์น้ำที่เลือก 20 ชนิด ได้ดำเนินการวิเคราะห์แนวโน้มของผลจับ โดยการติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลจับตลอดช่วงของข้อมูลจะประยุกต์ใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman rank correlation coefficient) ไปที่ละช่วงของข้อมูลได้ผลดังแสดงในภาพที่ 2.1-7 ที่จะเห็นได้ว่ามีอยู่ 2 ชนิด/กลุ่มชนิด ที่แนวโน้มผลจับค่อนข้างคงตัว ได้แก่ *Muraenesox* spp. และหมึก *Uroteuthis* spp. ในขณะที่ชนิดที่มีแนวโน้มผลจับเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ได้แก่ *Sphyraena* spp. และในทางตรงข้ามที่ลดลงต่อเนื่อง ได้แก่ *S. commerson* และ *Mugil* spp. ในส่วนของแนวโน้มที่มีการปรับเปลี่ยนในรูปแบบ “เพิ่มขึ้นแล้วลดลง” จะพบได้ใน 7 ชนิด/กลุ่มชนิด เช่นในปลากระเบนและฉลาม รวมทั้ง *Saurida* spp. และสำหรับในรูปแบบ “ลดลงแล้วเพิ่มขึ้น” จะพบใน 6 ชนิด/กลุ่มชนิด อาทิเช่น *M. cordyla* และ *Plotosus* spp. และในแนวโน้มสุดท้ายที่มีช่วงพัก (break) ของแนวโน้มที่พบใน *Lutjanus* spp. ในขณะที่ *Stolephorus* spp. แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณผลจับที่ค่อนข้างคงที่ในช่วงปีท้ายๆ ของข้อมูล

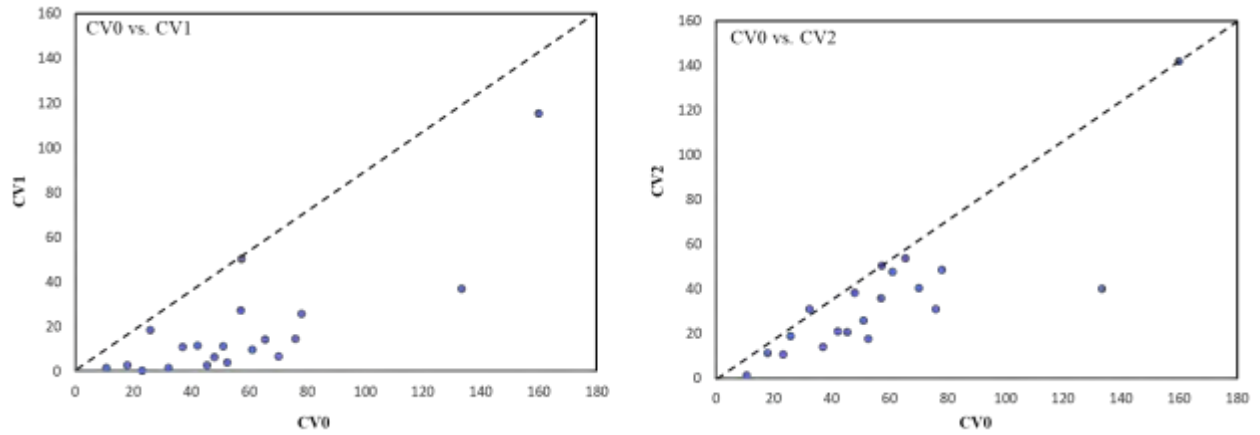
จากการที่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลจับไปในทิศทางที่แตกต่างกันไปตามชนิด/กลุ่มชนิด จึงดำเนินการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลจับทั้งในรูปความแปรปรวนระยะยาวและความแปรปรวนระยะสั้น โดยในสำหรับความแปรปรวนระยะยาวนั้น, ค่าฐานนิยมของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) ซึ่งให้เห็นว่าค่าส่วนใหญ่จะอยู่ที่ร้อยละ 10 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระยะยาวในวิธีปกติ (CV0) และอยู่ที่ร้อยละ 30 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระยะยาวด้วยโพลีโนเมียลทั้งชั้นที่ 1 (CV1) และชั้นที่ 2 (CV2) โดยทั้งนี้เมื่อทำการพล็อตความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระยะยาวในวิธีปกติ กับ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระยะยาวด้วยโพลีโนเมียลทั้งชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 (ภาพที่ 2.1-8) พบว่ามีการกระจายของคู่ลำดับอยู่ที่เส้นผ่าครึ่ง (bisectrix line) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากความแปรปรวนที่เกิดขึ้นในผลจับมีผลทำให้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจริงในกลุ่มของสต็อกปลาและสัตว์น้ำในอ่าวไทยที่เลือกมาทำการศึกษาค้นคว้า 20 ชนิด และสำหรับความแปรปรวนระยะสั้น (ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นปีต่อปี) ที่ประมาณค่าทั้งในรูปแบบที่แท้จริง (Ua) และรูปแบบสัมพัทธ์ (Ur) พบว่าการแจกแจงของค่าความแปรปรวนจะมีลักษณะเบ้ขวา (ภาพที่ 2.1-9) ที่แสดงให้เห็นว่าความการเปลี่ยนแปลงในผลจับปีต่อปีจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป และจากทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่า Ur มีค่ามากกว่า Ua อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งบอกเป็นนัยให้เห็นว่าความแปรปรวนระยะสั้นมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับผลจับ ซึ่งในกรณีเช่นนี้หากขนาดของสต็อกมีแนวโน้มที่ลดต่ำลงจะทำให้เกิดความไม่แน่นอนที่มากขึ้นของผลจับในระยะยาว (Buijse et al., 1994)

ผลการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสต็อกเป็นรายชนิด/กลุ่มชนิด จะได้ผลดังนำเสนอในภาพที่ 2.1-10 โดยพบว่าเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัตว์น้ำในผลจับที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างสูงจากการประมงอวนลากในอ่าวไทยชนิดต่างๆ ตั้งแต่ พ.ศ. 2514 ถึง 2564 จะมีแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยมีกลุ่มชนิดที่อยู่ระดับล่มสลาย ได้แก่

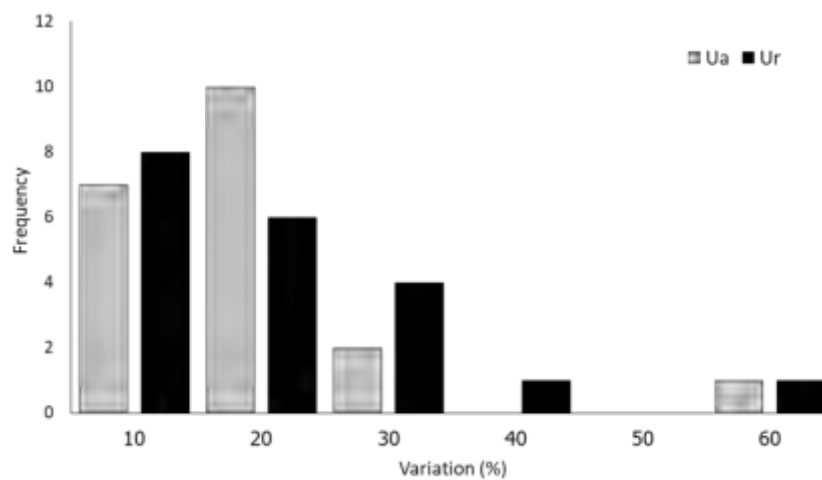
ปลาฉลาม กลุ่มที่อยู่ในช่วงการใช้ประโยชน์มากเกินไประดับที่เหมาะสม ได้แก่ ปลาอินทรี ปลาดาบขาว ปลาชังไก่ ปลาทรายแดง ปลาปากคม ปลาดาบเงิน ปลากะพงแดง ปลาตาหวาน ปลาเห็ดโคน ปลาตุกทะเล ปลากระเบน ปลายอดจาก และชนิดที่สภาวะสต็อกอยู่ในช่วงการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม ปลาสิğun ปลากระตัก ปลากระบอก ปลาจระเม็ด ปลาน้ำดอกไม้ ปลาทรายขาว และหมึกกล้วย และในภาพรวมในสัดส่วนของทั้ง 20 ชนิดที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างเสี่ยงสูง แสดงในภาพที่ 2.1-11 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ พ.ศ. 2560 สต็อกของกลุ่มที่มีความเสี่ยงจากการประมงอวนลากจะอยู่เลยระดับในช่วงการพัฒนาการประมง

fish	n1	r1	trends	n2	r2
อินทรี	36	-0.51		0	n.a.
ดาบขาว	14	0.85		22	-0.61
ชังไก่	20	-0.58		16	0.89
สิğun	25	-0.60		11	0.72
กระตัก	20	0.65		16	-0.50
กระบอก	36	-0.69		0	n.a.
จระเม็ดดำ	31	-0.64		5	0.90
น้ำดอกไม้	36	0.89		0	n.a.
ทรายแดง	18	0.95		18	-0.70
ทรายขาว	25	-0.73		11	0.63
ปากคม	17	0.91		19	-0.85
ดาบเงิน	18	0.44		18	-0.66
กะพงแดง	23	0.58		13	0.95
ตาหวาน	20	0.89		16	-0.81
เห็ดโคน	36	-0.52		0	n.a.
ตุกทะเล	24	-0.61		12	0.97
กระเบน	20	0.51		16	-0.80
ฉลาม	19	0.52		17	-0.87
ยอดจาก	36	0.11		0	n.a.
หมึกกล้วย	36	-0.01		0	n.a.

ภาพที่ 2.1-7 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลจับที่ทำการวิเคราะห์ตามความสัมพันธ์ตามแนวทางโมนोटอนิก (monotonic) ด้วยสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนตั้งแต่ พ.ศ. 2514 ถึง 2564



ภาพที่ 2.1-8 พล็อตการกระจายของค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในระดับต่างๆ ในชนิดของผลจับที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างสูงจากการประมงอวนลากในอ่าวไทย



ภาพที่ 2.1-9 การแจกแจงของค่าความแปรปรวนระยะสั้นแบบแท้จริง (Ua) และ แบบสัมพัทธ์ (Ur) ในชนิดของผลจับที่มีความเสี่ยงสูงและค่อนข้างสูงจากการประมงอวนลากในอ่าวไทย

การประเมินสถานะของสต็อกด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลึกรายชนิดด้วยแบบจำลองการประเมิน

จากการคัดกรองข้อมูลการเก็บรวบรวมการแจกแจงความถี่ความยาวในผลจับของปลาและสัตว์น้ำอื่นในชนิดที่มีความเสี่ยงสูงจากการทำประมงอวนลากในอ่าวไทย (Noranarttrakoon et al., 2022) มีชนิดที่มีข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพลวัตประชากรและการประเมินผลสถานะของสต็อกด้วยวิธีการวิเคราะห์โดยอาศัยแบบจำลองต่าง 3 รูปแบบดั่งนำเสนอ จำนวน 7 ชนิด ดังนี้ ปลาปากคม *Saurida elongata*, ปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon*, ปลาตาหวาน *Priacanthus tayenus*, ปลาน้ำดอกไม้ *Sphyraena jello*, ปลาอินทรี *Scomberomorus commerson* รวมทั้งหมึกคอก *Uroteuthis chinensis* และ หมึกหลอด *Uroteuthis duvalcelii* โดยมีผลการประเมินตามรายชนิด ดังนี้

ปลาปากคม

จำนวนตัวอย่างปลาปากคมที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2 – 41 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มมาเกิน 1 ล้านตัวในทุกปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของปลาปากคมในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 34 – 45 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.3 ถึง 0.6 ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-1 (ก) และภาพที่ 2.1-12) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของปลาปากคมในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปแบบสมการการเติบโตของของฟอน เบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา โดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 40.95(1 - e^{-0.32(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 37.80(1 - e^{-0.24(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 37.80(1 - e^{-0.32(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 43.05(1 - e^{-0.59(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 42.50(1 - e^{-0.58(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 1.63 – 2.99 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงเกินกว่าร้อยละ 80 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ในทุกปีตลอดช่วงการศึกษา และทำให้ค่าอัตราการใช้ประโยชน์มากกว่า 0.5 ยกเว้นใน พ.ศ. 2562 และปลาที่จับมาใช้ประโยชน์มีค่าความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 ที่ค่อนข้างต่ำและไม่ถึงครึ่งหนึ่งของค่า L_{∞} ในทุกปี (ตารางที่ 2.1-1 (ข) และภาพที่ 2.1-13)

ตารางที่ 2.1-1 ค่าพลวัตประชากรของปลาปากคมในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ชม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	5,056,290	4-39	40.95	0.32	0.175	2.73
2560	2,344,984	3-36	37.80	0.24	0.179	2.54
2561	2,420,019	2-36	37.80	0.32	0.177	2.66
2562	1,701,662	3-41	43.05	0.59	0.166	3.04
2563	1,912,702	3-30	42.5	0.58	0.135	3.02

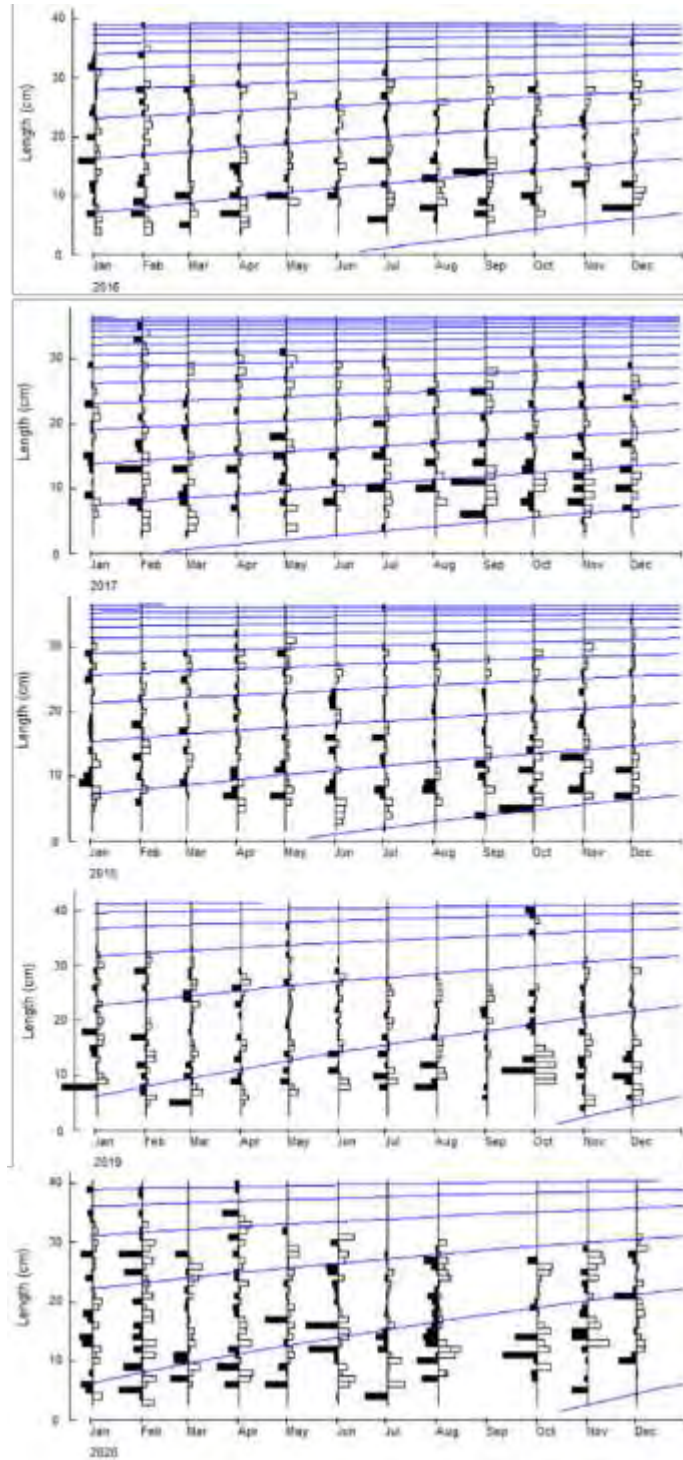
หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ชม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสาธารณสุข และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

ตารางที่ 2.1-1 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของปลาปากคมในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

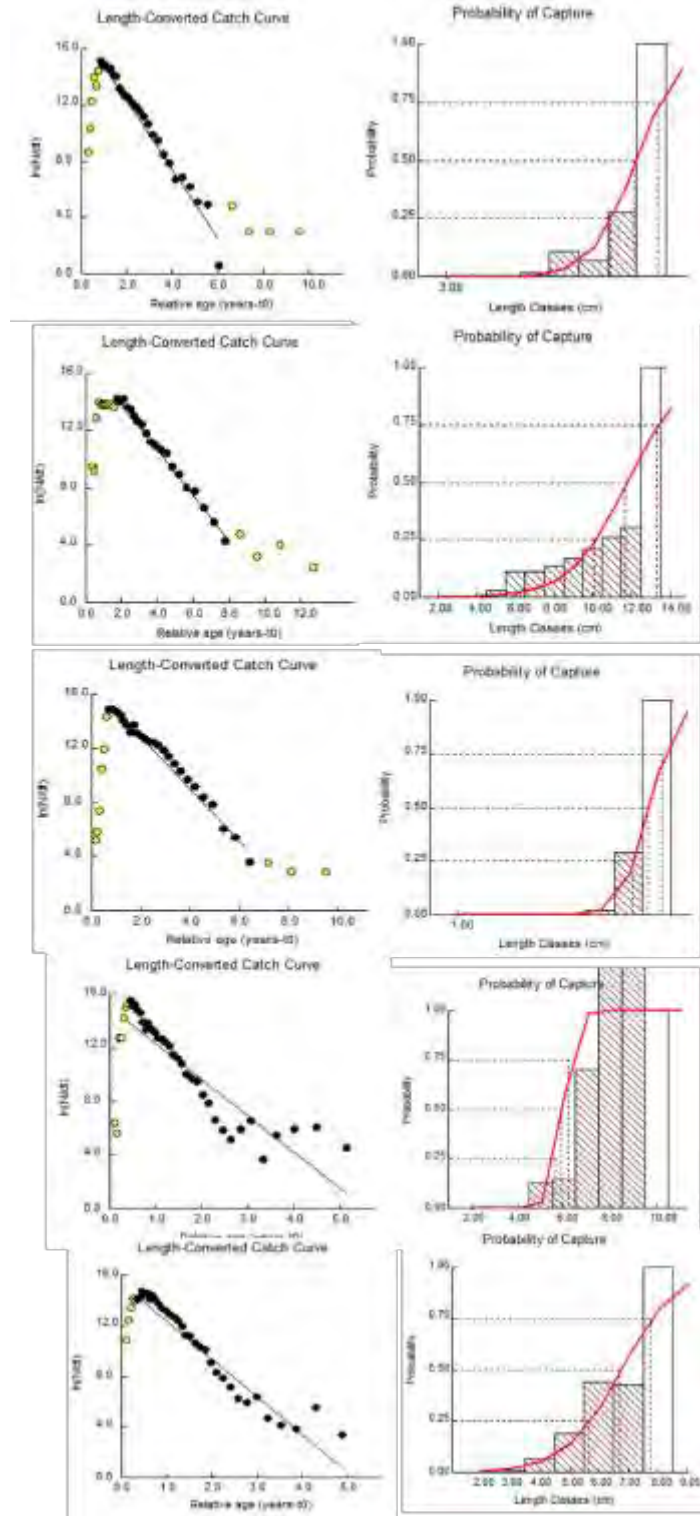
(ข) การตาย

พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ชม.)
2559	2.51	92%	0.80	1.71	9.41
2560	1.63	80%	0.68	0.95	11.70
2561	1.88	85%	0.82	1.06	7.67
2562	2.73	92%	1.81	0.92	5.90
2563	2.99	95%	1.17	1.82	6.71

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ชม. ของความยาวทั้งตัว)



ภาพที่ 2.1-12 เส้นโค้งการเติบโตของปลาปากคมในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่ปรับค่าแล้วในแต่ละปี



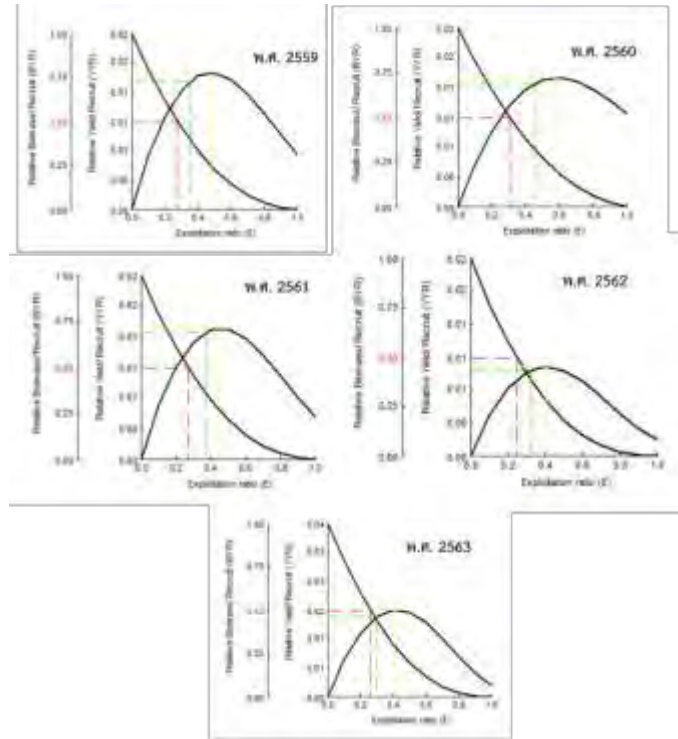
ภาพที่ 2.1-13 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของปลาปากคมในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

ในส่วนของการประเมินสภาวะทรัพยากร ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) ของปลาปากคมในอ่าวไทยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 – 0.58 ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา โดยมีระดับที่เหมาะสมของค่าอัตราการใช้ประโยชน์ใน พ.ศ. 2560 และใน พ.ศ. 2562 พบว่าเป็นช่วงปีที่ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปีนั้นอยู่ต่ำกว่า E_{max} ในขณะที่ปีอื่นๆ มีค่าที่สูงกว่า ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าเพื่อการบริหารจัดการประมงในมิติดผลจับต่อรุ่นประชากร ระดับของค่าอัตราการใช้ประโยชน์ของปลาปากคมในอ่าวไทยควรจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.3 – 0.4 (ตารางที่ 2.1-2 และ ภาพที่ 2.1-14) เพื่อเปิดโอกาสให้ประชากรของรุ่นที่เข้ามาทดแทนของปีนั้นๆ มีโอกาสเหลืออยู่ในสต็อกเพื่อสามารถฟื้นฟูความสมบูรณ์ของสต็อก ในส่วนของการประเมินศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์พบว่าจากระดับการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรที่เกินค่า E_{max} และการที่มีสัดส่วนปลาที่มีขนาดยังไม่สมบูรณ์เพศอยู่ในองค์ประกอบของผลจับที่ค่อนข้างสูง ทำให้ค่าศักยภาพในการวางไข่ของปลาปากคมในอ่าวไทยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 – 0.2 ยกเว้นใน พ.ศ. 2562 ที่ค่าประมาณอยู่ที่ 0.42 ซึ่งเป็นระดับที่ช่วยให้สต็อกสามารถฟื้นฟูตัวและสร้างประชากรรุ่นใหม่มาทดแทนในระดับเพียงพอที่จะรองรับระดับผลจับที่ยั่งยืนสูงสุดได้ (ภาพที่ 2.1-15) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-16) พบว่าการตายโดยการประมง (หรืออีกนัยหนึ่งคือระดับการลงแรงประมง) รวมทั้งมวลชีวภาพในสภาวะการประมงในปีนั้นๆ ได้เลยระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (Maximum sustained yield, MSY) ในเกือบทุกปีที่ทำการศึกษา ยกเว้นใน พ.ศ. 2562 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสต็อกของปลาปากคมในอ่าวไทยอยู่ในระดับที่ต้องให้เฝ้าระวังในระดับที่สูงเนื่องจากการที่ทั้งการประมงและมวลชีวภาพอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิง อย่างไรก็ตามการที่ผลของการทำพล็อตโกเบแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการฟื้นตัวของสต็อกได้ดังเช่นผลของ พ.ศ. 2562 ที่ผลการประเมินมาอยู่ในโซนสีเขียวของพล็อตโกเบที่แสดงให้เห็นว่าสต็อกในปีนั้นอยู่ในระดับที่ยั่งยืน

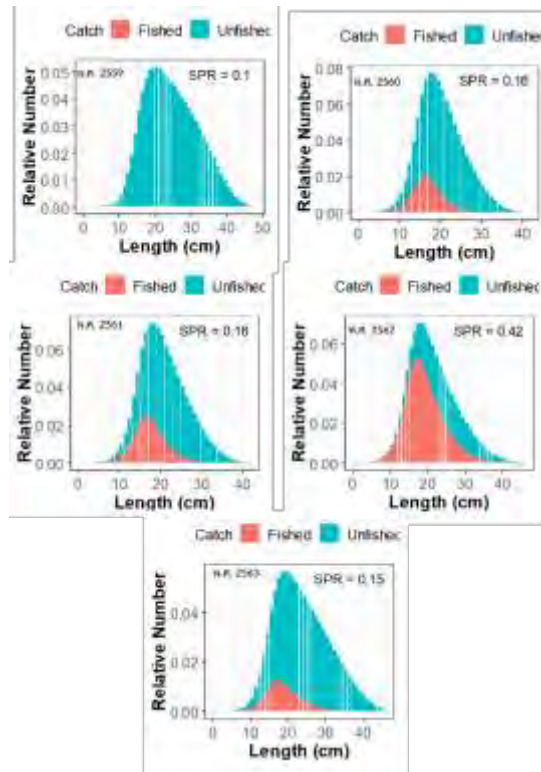
ตารางที่ 2.1-2 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของปลาปากคมในอ่าวไทยจากสภาวะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.68	0.48	0.35	0.28
2560	0.58	0.58	0.46	0.31
2561	0.56	0.46	0.37	0.27
2562	0.34	0.40	0.32	0.25
2563	0.60	0.42	0.30	0.26

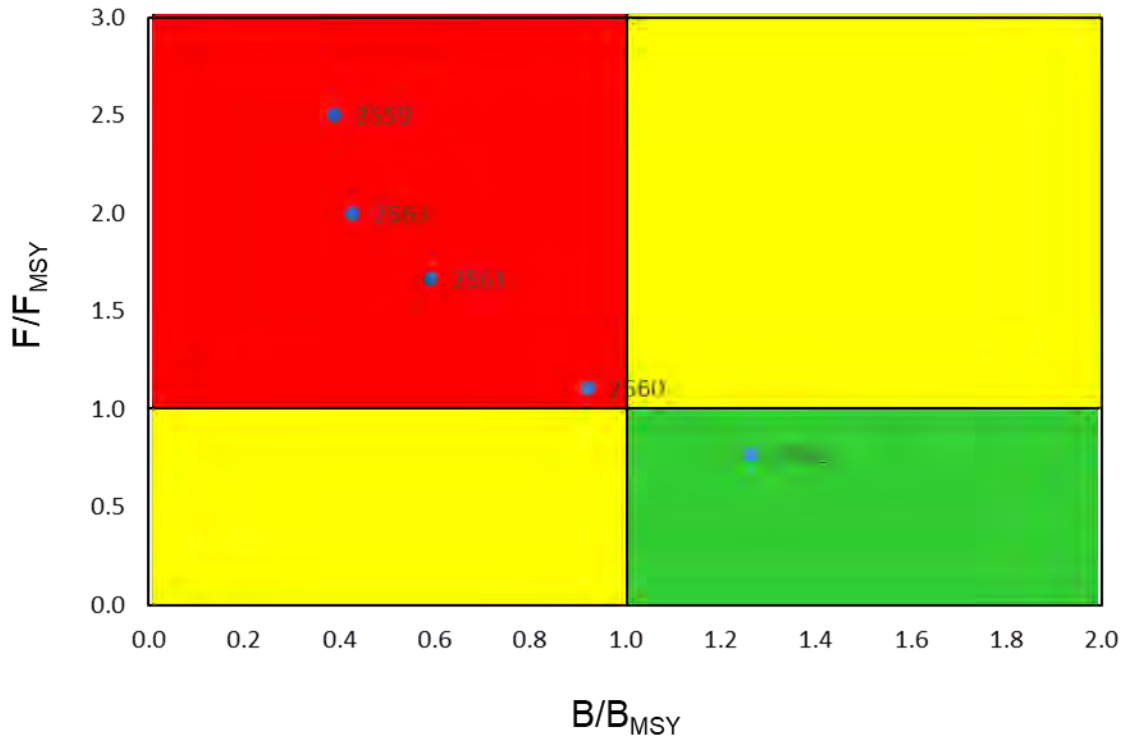
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มีมวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีการทำการประมง



ภาพที่ 2.1-14 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของปลาทูในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-15 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของปลาทูในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-16 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วยพล็อตโกเบของปลาปากคมในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

ปลาททรายแดง

จำนวนตัวอย่างปลาททรายแดงที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 3 – 32 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มมาช่วง 7 แสจนถึง 1 ล้านตัวในช่วงปีที่ทำการศึกษาค่าประมาณความเฉลี่ยของปลาททรายแดงในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 29-34 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.5 ถึง 0.8 ต่อปีตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-3 (ก) และภาพที่ 2.1-17) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของปลาททรายแดงในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของของฟอน เบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษาก็โดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

$$\text{พ.ศ. 2559} \quad L_t = 30.45(1 - e^{-0.82(t)})$$

$$\text{พ.ศ. 2560} \quad L_t = 33.60(1 - e^{-0.68(t)})$$

$$\text{พ.ศ. 2561} \quad L_t = 30.45(1 - e^{-0.61(t)})$$

$$\text{พ.ศ. 2562} \quad L_t = 29.50(1 - e^{-0.58(t)})$$

$$\text{พ.ศ. 2563} \quad L_t = 30.50(1 - e^{-0.58(t)})$$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 2.08 – 3.27 ต่อปี และเป็นผลให้ค่าอัตราการตายในรอบปีสูงเกินกว่าร้อยละ 80 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) เฉพาะ พ.ศ. 2560 ในขณะที่ในปีอื่นๆ ในช่วงระยะเวลาศึกษา มีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่น้อยกว่า 0.5 โดยค่าความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 มีค่าอยู่ระหว่าง 6-10 ซม. ของความยาวทั้งตัว (ตารางที่ 2.1-3(ข) และภาพที่ 2.1-18

ตารางที่ 2.1-3 ค่าพลวัตประชากรของปลาทรายแดงในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ซม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	765,818	3-29	30.45	0.82	0.140	2.88
2560	963,083	3-32	33.60	0.68	0.149	2.89
2561	769,753	4-29	30.45	0.61	0.135	2.75
2562	1,068,681	3-28	29.50	0.58	0.101	2.70
2563	652,298	4-29	30.50	0.58	0.101	2.73

หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ซม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสมบูรณ์ และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

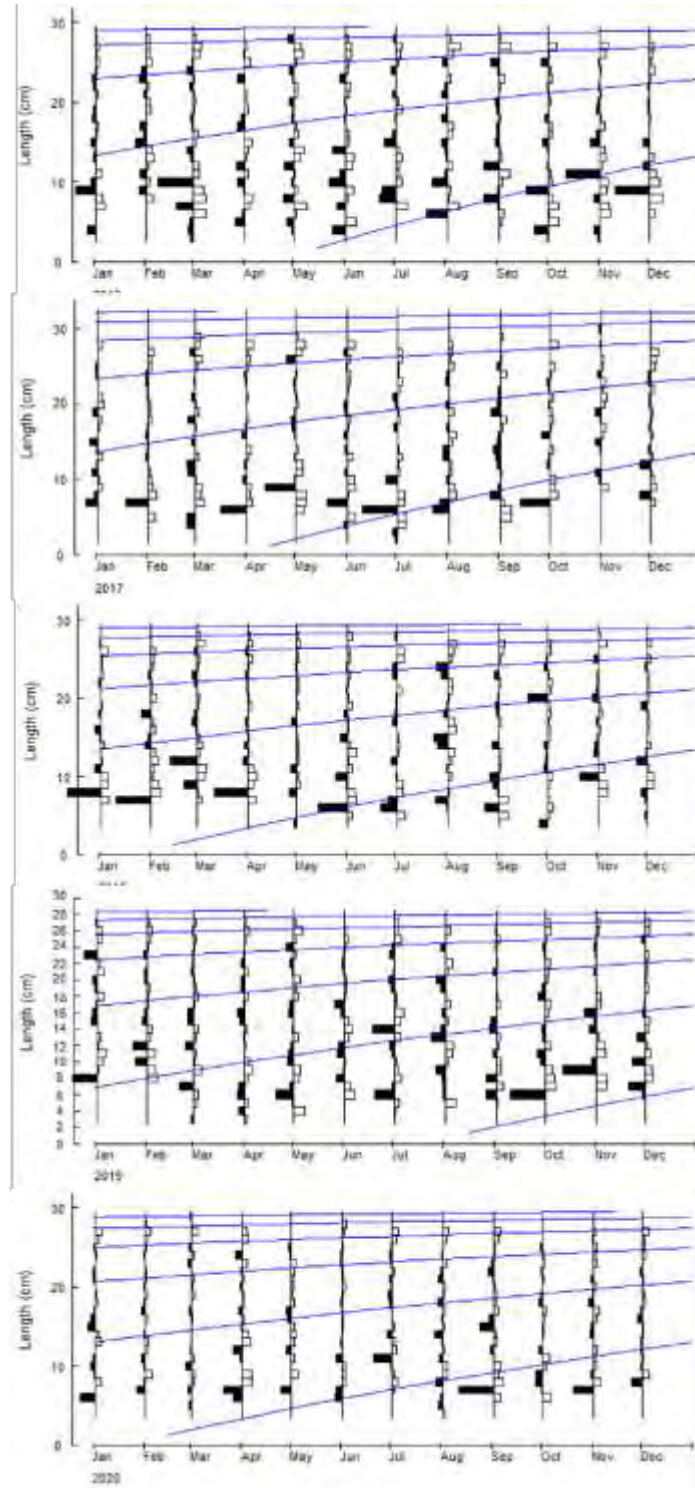
ตารางที่ 2.1-3 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของปลาทรายแดงในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ข) การตาย

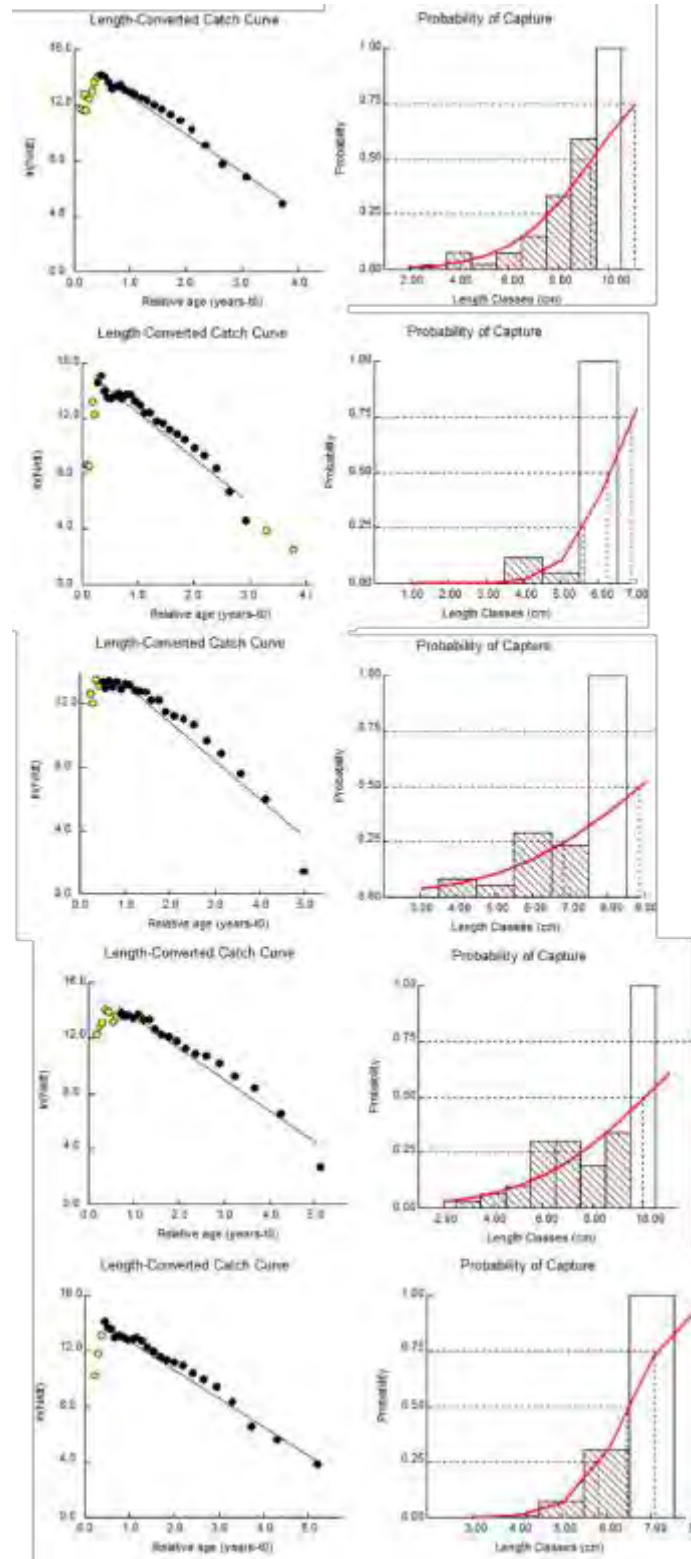
พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ซม.)
2559	2.81	92%	1.61	1.20	9.27
2560	3.27	97%	1.38	1.89	6.24
2561	2.33	88%	1.32	1.01	8.85
2562	2.27	88%	1.29	0.98	10.00
2563	2.08	87%	1.28	0.80	6.46

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่า

อัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ซม. ของความยาวทั้งตัว)



ภาพที่ 2.1-17 เส้นโค้งการเติบโตของปลาทรายแดงในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่รับค่าแล้วในแต่ละปี



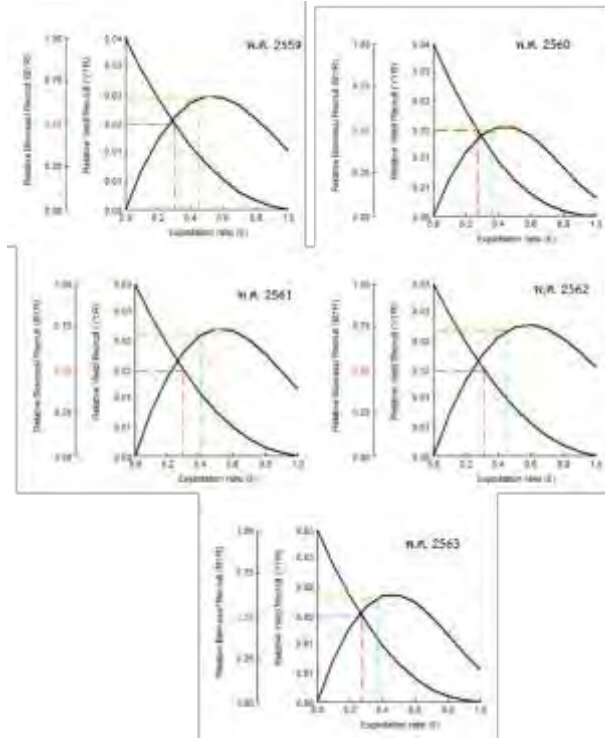
ภาพที่ 2.1-18 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของปลาทรายแดงในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

ในส่วนของการประเมินสถานะทรัพยากร ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.44 – 0.58 ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ซึ่งน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งว่าค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในแต่ละปีจะอยู่ต่ำกว่าค่า E_{max} ยกเว้นใน พ.ศ. 2560 และมีค่าใกล้เคียงกับระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน ($E_{0.1}$) ซึ่งเป็นระดับที่แนะนำให้ใช้ในการบริหารจัดการประมง ที่จะเป็นผลดีต่อทั้งผลจับต่อรุ่นปลาที่เข้ามาทดแทนและสต็อกของปลา (ตารางที่ 2.1-4 และ ภาพที่ 2.1-19) สำหรับการประเมินศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ปลาทรายแดงในอ่าวไทยนี้ พบว่าจะมีค่าอยู่ในระดับที่ยอมรับทั่วไปว่าเป็นระดับที่มีการวางไข่ที่จะทำให้เกิดการทดแทนขึ้นได้ (ค่าประมาณมากกว่าร้อยละ 20) ยกเว้นใน พ.ศ. 2560 ที่ได้ค่าประมาณที่ต่ำกว่าร้อยละ 20 จกจากนี้ค่าประมาณที่ได้ใน พ.ศ. 2563 ที่เท่ากับ 0.32 (ร้อยละ 32) ยังแสดงถึงแนวโน้มในการฟื้นฟูตัวของสต็อกด้วย (ภาพที่ 2.1-20) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-21) พบว่าการตายโดยการประมง รวมทั้งมวลชีวภาพในสถานะการประมงของปลาทรายแดงอยู่ในระดับที่เหมาะสมและสามารถสร้างความยั่งยืนของสต็อกได้เมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY) ยกเว้นใน พ.ศ. 2560

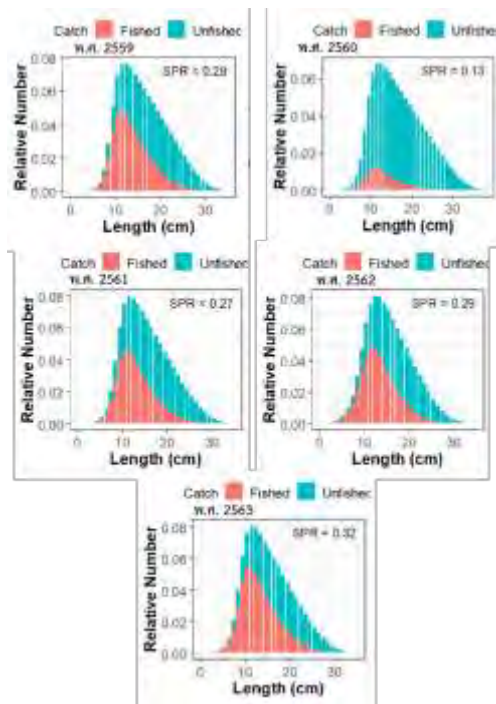
ตารางที่ 2.1-4 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยจากสถานะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.43	0.53	0.45	0.30
2560	0.57	0.44	0.36	0.27
2561	0.43	0.52	0.40	0.30
2562	0.43	0.58	0.45	0.31
2563	0.38	0.46	0.37	0.28

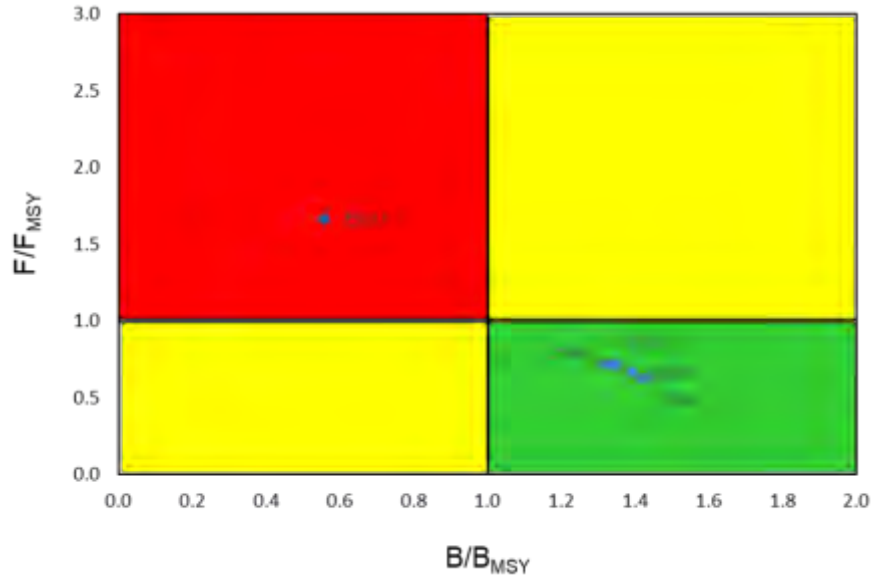
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีทำการประมง



ภาพที่ 2.1-19 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของปลาทรายแดงในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-20 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-21 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วยพล็อตโกเบของปลาทรายแดงในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

ปลาทาหวาน

จำนวนตัวอย่างปลาทาหวานที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2 – 31 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มวัดมามากกว่า 4 ล้านตัวในช่วงปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของปลาทาหวานในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_∞) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 30-32 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.4 ถึง 0.7 ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-5 (ก) และภาพที่ 2.1-22) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของปลาทาหวานในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของของฟอน เบอร์ทาลานฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษากำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 31.50(1 - e^{-0.68(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 30.50(1 - e^{-0.77(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 30.50(1 - e^{-0.67(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 30.35(1 - e^{-0.62(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 32.50(1 - e^{-0.48(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 2.23 – 3.59 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงเกินกว่าร้อยละ 90 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษายกเว้นใน พ.ศ. 2563 ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ใน พ.ศ. 2559 และ 2560 หลังจากนั้นค่า F

มีค่าต่ำกว่า M เล็กน้อยและสมดุลใน พ.ศ. 2563, นั่นคือ ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่เท่ากับ 0.5, โดยค่าความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 มีค่าอยู่ระหว่าง 4-8 ซม. ของความยาวทั้งตัว (ตารางที่ 2.1-5(ข) และภาพที่ 2.1-23)

ตารางที่ 2.1-5 ค่าพลวัตประชากรของปลาดาทานในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 2559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ซม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	5,812,356	2-30	31.50	0.68	0.152	2.829
2560	8,729,326	2-29	30.50	0.77	0.123	2.885
2561	5,759,924	2-29	30.50	0.67	0.103	2.795
2562	7,707,585	2-29	30.45	0.62	0.147	2.760
2563	4,050,259	2-31	32.50	0.48	0.130	2.705

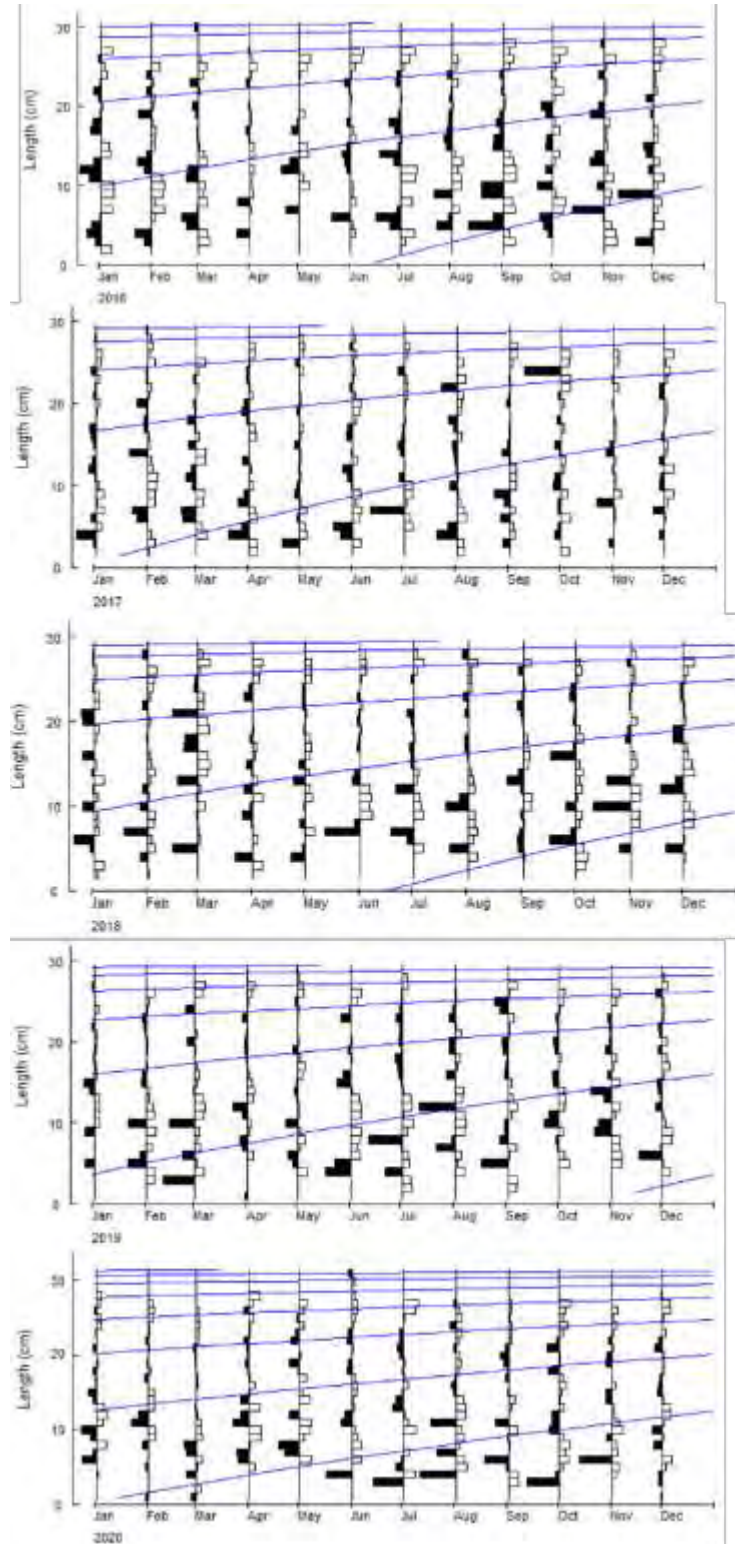
หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ซม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสมบูรณ์ และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

ตารางที่ 2.1-5 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของปลาดาทานในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 2559 - 2563

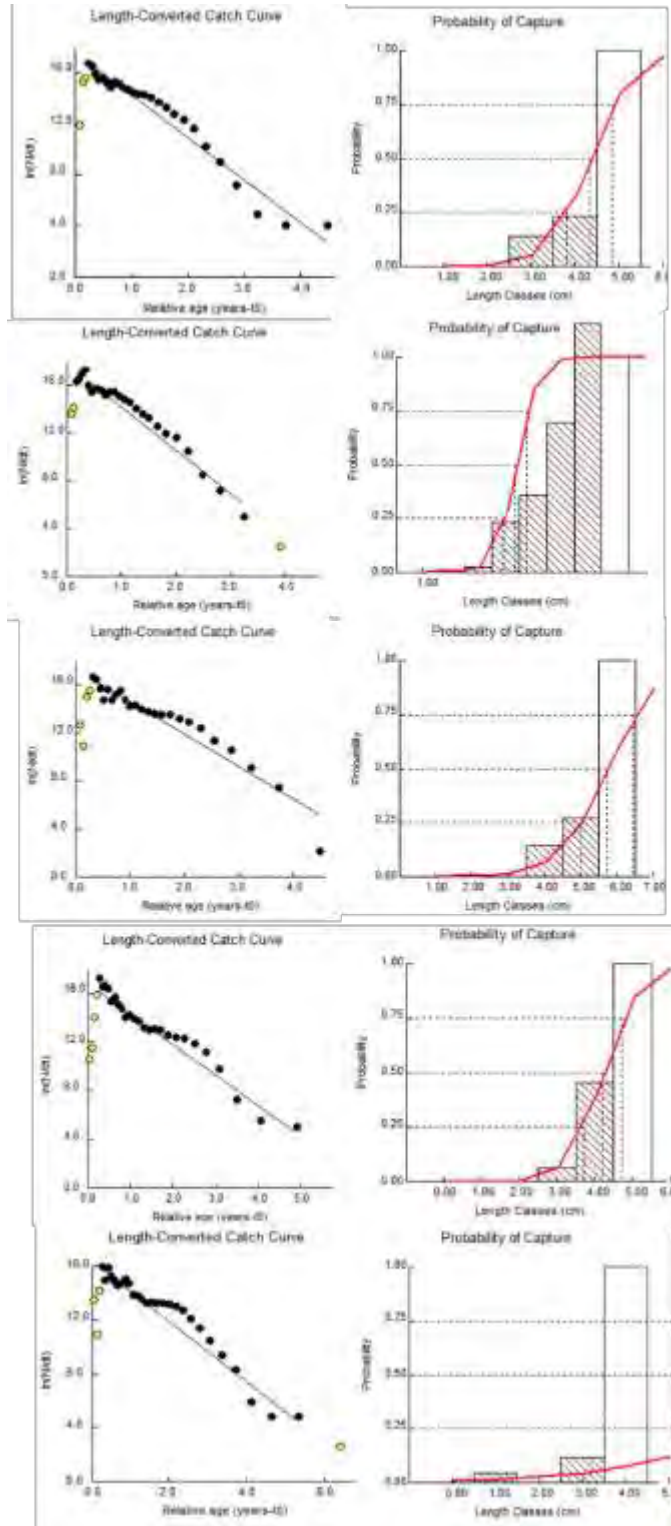
(ข) การตาย

พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ซม.)
2559	3.29	97%	1.41	1.88	4.33
2560	3.59	97%	1.54	2.05	4.35
2561	2.74	93%	1.41	1.33	5.73
2562	2.54	92%	1.34	1.20	4.21
2563	2.23	87%	1.11	1.12	8.75

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ซม. ของความยาวทั้งตัว)



ภาพที่ 2.1-22 เส้นโค้งการเติบโตของปลาตาหวานในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่ปรับค่าแล้วในแต่ละปี



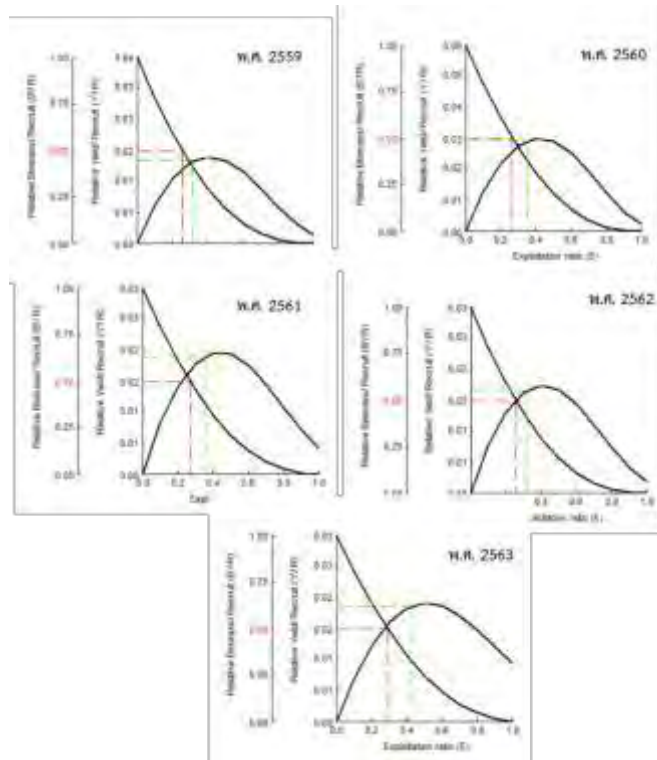
ภาพที่ 2.1-23 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของปลาตาหวานในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

ในส่วนของการประเมินสภาวะทรัพยากร ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันของ 4 ใน 5 ปีที่ทำการศึกษามีค่าเกินกว่าระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.41-0.51 ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ทั้งนี้จะเห็นแนวโน้มที่ดีของอัตราการใช้ประโยชน์ใน พ.ศ. 2563 ที่ค่าอัตราการใช้ประโยชน์เท่ากับค่า E_{max} . ที่อย่างไรก็ตามถ้าจะให้ผลประโยชน์สูงสุดต่อทรัพยากรควรจะปรับค่าอัตราการใช้ประโยชน์ให้ใกล้เคียงกับค่าระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน ($E_{0.1}$) ที่จะเป็นผลดีต่อทั้งผลจับต่อรุ่นปลาที่เข้ามาทดแทนและสต็อกของปลา (ตารางที่ 2.1-6 และ ภาพที่ 2.1-24) สำหรับการประเมินศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ปลาตหวานในอ่าวไทยนี้ พบว่าจะมีค่าอยู่ในระดับที่ยอมรับทั่วไปว่าเป็นระดับที่มีการวางไข่ที่จะทำให้เกิดการทดแทนขึ้นได้ (ค่าประมาณมากกว่าร้อยละ 20) ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง 2 ปีหลังจากที่ได้มีการออกพระราชกำหนดการประมง พ.ศ. 2559 ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มในการฟื้นฟูตัวของสต็อกด้วย (ภาพที่ 2.1-25) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-26) พบว่าการตายโดยการประมงรวมทั้งมวลชีวภาพในสภาวะการประมงของปลาทรายแดงอยู่ในระดับที่เหมาะสมและสามารถสร้างความยั่งยืนของสต็อกได้เมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY) ใน พ.ศ. 2563

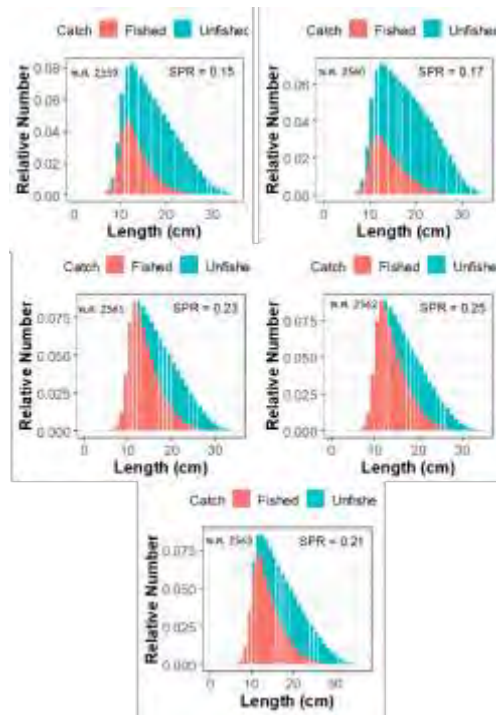
ตารางที่ 2.1-6 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของปลาทูตหวานในอ่าวไทยจากสภาวะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.57	0.41	0.31	0.27
2560	0.57	0.42	0.35	0.27
2561	0.48	0.44	0.36	0.27
2562	0.47	0.41	0.31	0.26
2563	0.50	0.51	0.42	0.29

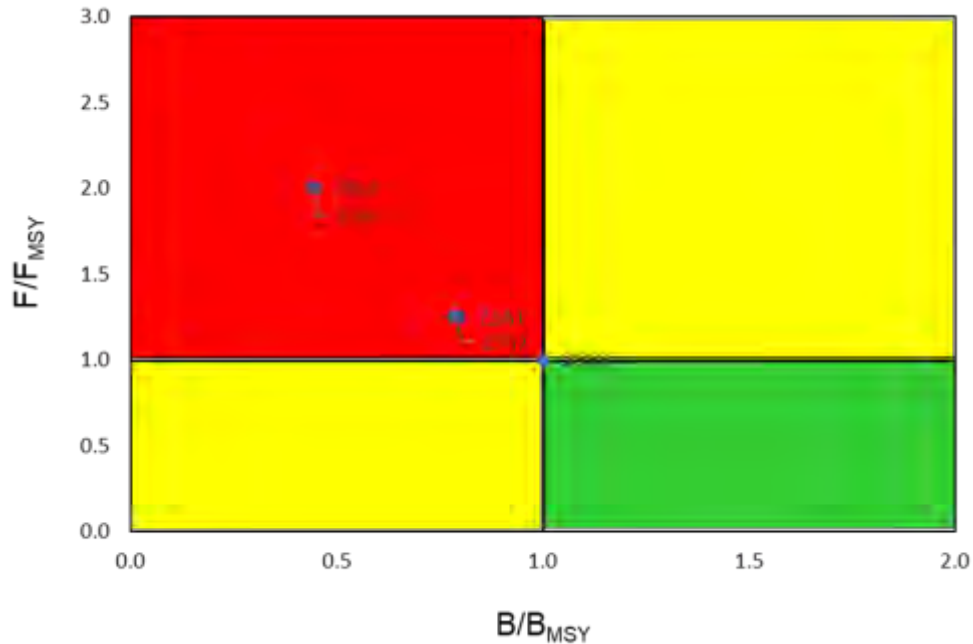
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีการทำการประมง



ภาพที่ 2.1-24 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของปลาตาหวานในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดงตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-25 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของปลาตาหวานในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-26 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วย Kobe Plot ของปลาตาหวานในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

ปลาน้ำดอกไม้

จำนวนตัวอย่างปลาน้ำดอกไม้ที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 3 – 86 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มวัดมาตั้งแต่ 2.1 ถึง 4.6 แสนตัวในแต่ละปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 60 - 65 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.2 - 0.3 ต่อปีตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-7 (ก) และภาพที่ 2.1-27) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของฟอน เบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา โดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 66.75(1 - e^{-0.33(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 68.10(1 - e^{-0.24(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 65.00(1 - e^{-0.33(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 86.70(1 - e^{-0.19(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 75.00(1 - e^{-0.28(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 1.21 - 1.58 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงเกินกว่าร้อยละ 70 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ยกเว้นใน พ.ศ. 2561 และค่าอัตราการใช้ประโยชน์มีค่าเกินระดับที่สมดุลที่ ค่าที่เท่ากับ 0.5 เล็กน้อยในเกือบทุกปี ยกเว้นใน พ.ศ. 2561, โดยค่าความยาวที่เริ่มจับค่อนข้างต่ำที่ประมาณ 4 ซม.ของความยาวทั้งตัว (ตารางที่ 2.1-7(ข) และภาพที่ 2.1-28)

ตารางที่ 2.1-7 ค่าพลวัตประชากรของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ซม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	345,448	6 - 66	66.75	0.33	0.134	3.075
2560	398,204	4 - 71	68.10	0.24	0.175	3.047
2561	210,726	5 - 68	65.00	0.33	0.207	3.144
2562	354,561	3 - 86	86.70	0.19	0.141	3.155
2563	466,829	4 - 77	75.00	0.28	0.179	3.197

หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ซม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสารูปสนิทธิ และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

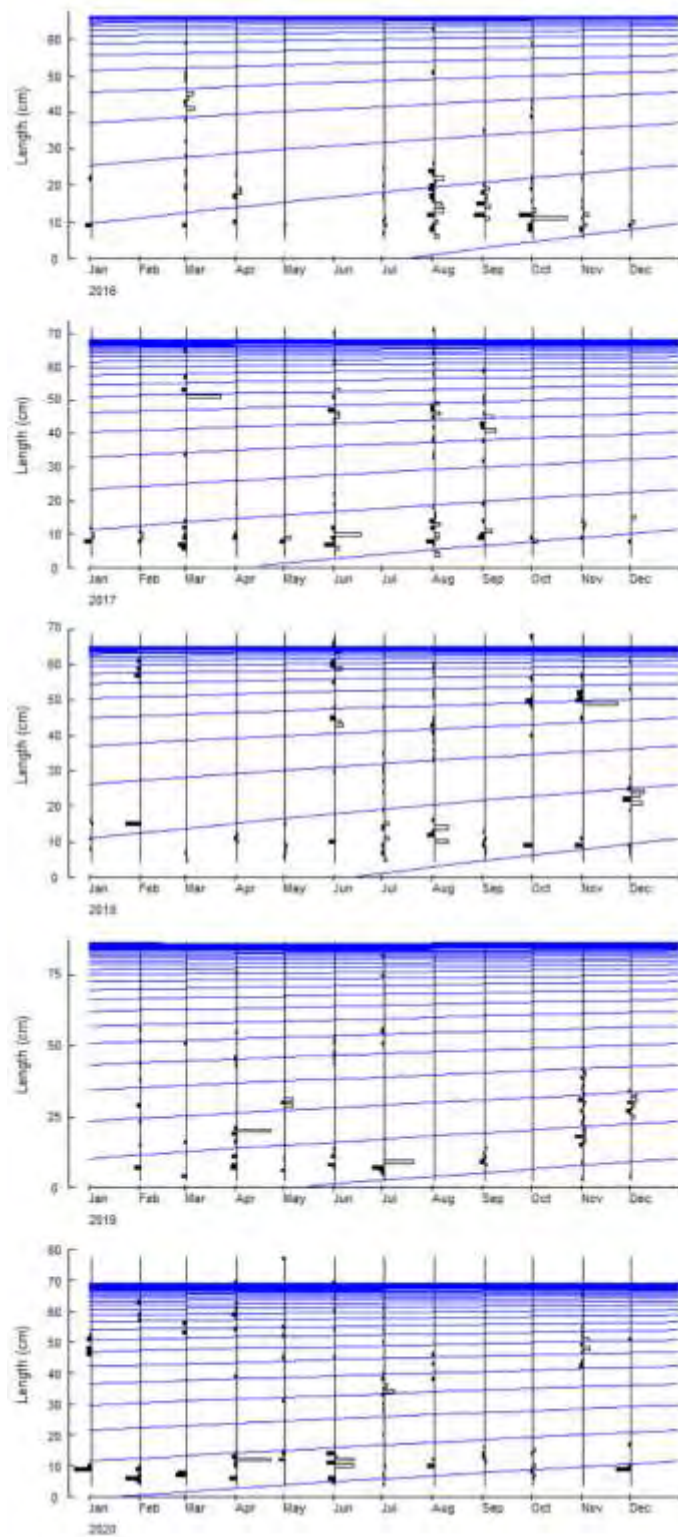
ตารางที่ 2.1-7 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ข) การตาย

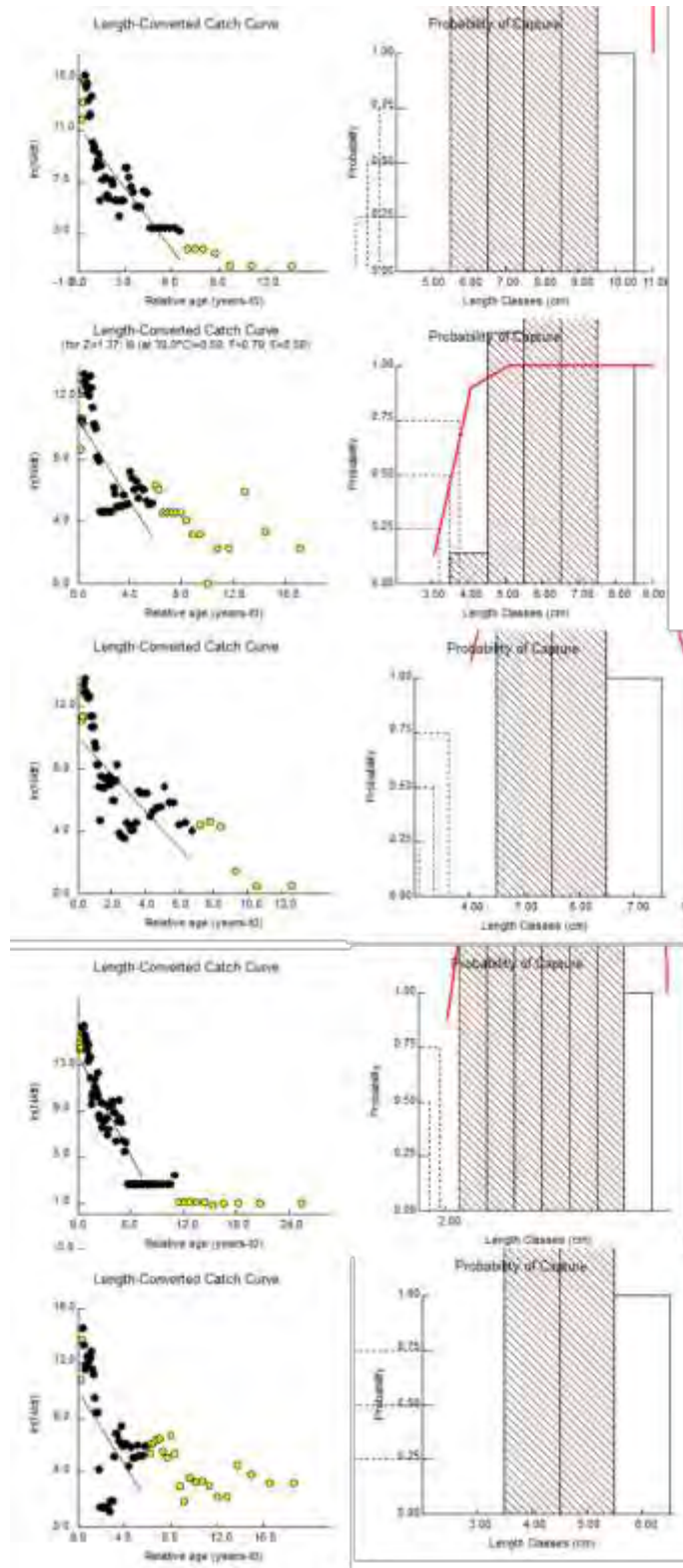
พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ซม.)
2559	1.58	79%	0.71	0.87	3.2*
2560	1.37	75%	0.58	0.79	3.5*
2561	1.21	70%	0.72	0.49	3.4*
2562	1.40	75%	0.46	0.94	1.4*
2563	1.36	74%	0.49	0.87	3.4*

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ซม. ของความยาวทั้งตัว).

*ค่าประมาณเกิดจากการปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายกับปริมาณผลจับ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณผลจับที่มีขนาดเล็กมีจำนวนมากใน องค์ประกอบทำให้เกิดอคติในค่าประมาณที่ได้จึงไม่เลือกใช้ค่าเหล่านี้ในการประเมินสถานะของสต็อก แต่เลือกใช้ค่าความยาวที่น้อยที่สุดในองค์ประกอบผลจับแทน



ภาพที่ 2.1-27 เส้นโค้งการเติบโตของปลาน้ำตอกไม้ในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่ปรับค่าแล้วในแต่ละปี



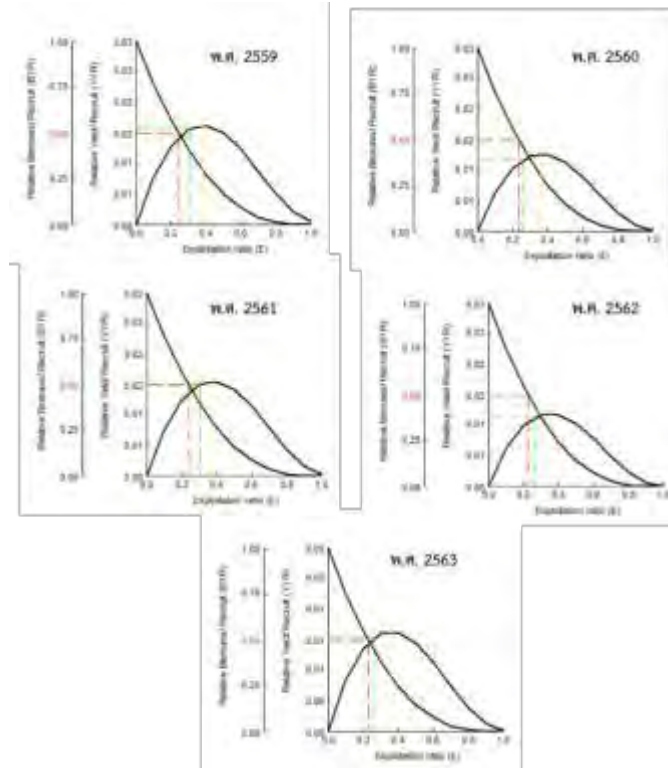
ภาพที่ 2.1-28 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของปลา
น้ำดอกไม้ในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

ในส่วนของการประเมินสภาวะทรัพยากร โดยทั่วไปไม่พบแนวโน้มที่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราการใช้ประโยชน์ของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทย เนื่องจากการที่เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาดังนั้นแม้ว่าจะแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นใน พ.ศ. 2562 – 2563 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบันของ 4 ใน 5 ปีที่ทำการศึกษามี, ยกเว้นใน พ.ศ. 2561, ที่มีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ไม่ได้เกินค่าที่แนะนำที่ 0.5 แต่อย่างไรก็ตาม, พบว่าในทุกปีทำการศึกษาค่าอัตราการใช้ประโยชน์จะมีค่าเกินกว่าระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) (ตารางที่ 2.1-8 และ ภาพที่ 2.1-29) สำหรับการประเมินศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยนี้ พบว่าจะมีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมากที่สุดที่ประมาณร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับศักยภาพในกรณีที่ไม่มีการทำการประมง ซึ่งเกิดจากการที่ปลาน้ำดอกไม้มีขนาดแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ที่ค่อนข้างสูงในขณะที่ขนาดในองค์ประกอบผลจับมีขนาดที่เล็กกว่าขนาดแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ในปริมาณมาก อย่างไรก็ตามพบว่าหากปรับค่าขนาดแรกจับดังปรากฏใน พ.ศ. 2561 จะเพิ่มศักยภาพในการวางไข่ที่จะทำให้เกิดการทดแทนขึ้นได้มากขึ้น และส่งผลต่อการฟื้นฟูตัวของสต็อกด้วย (ภาพที่ 2.1-30) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-31) พบว่าการตายโดยการประมง รวมทั้งมวลชีวภาพในสภาวะการประมงของปลาน้ำดอกไม้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างน่ากังวลในความยั่งยืนของสต็อกเมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY) ยกเว้นใน พ.ศ. 2561 ที่มีแนวโน้มที่เข้าสู่ช่วงที่ฟื้นตัวได้

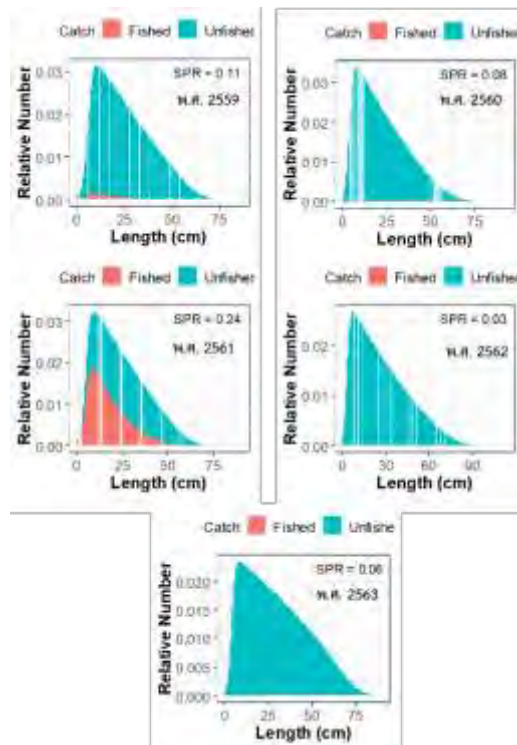
ตารางที่ 2.1-8 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยจากสภาวะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.47	0.38	0.31	0.24
2560	0.45	0.36	0.26	0.23
2561	0.51	0.37	0.31	0.24
2562	0.57	0.35	0.27	0.23
2563	0.62	0.35	0.26	0.23

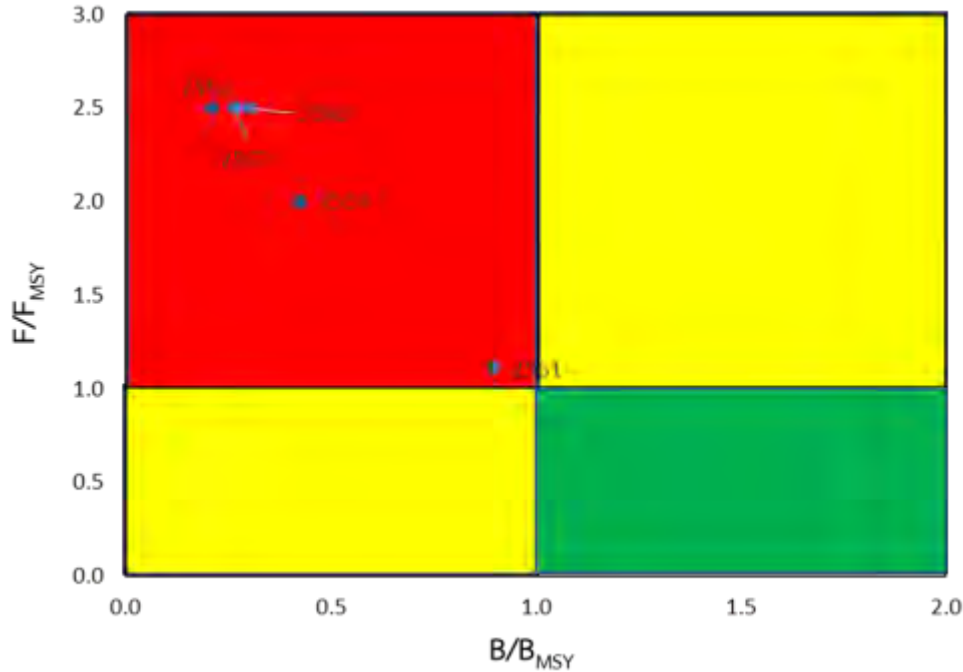
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.10}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีการทำการประมง, ค่าความยาวแรกจับที่ร้อยละ 50 ใช้ค่าความยาวที่น้อยที่สุดในองค์ประกอบผลจับ



ภาพที่ 2.1-29 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-30 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-31 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วยพล็อตโกเบของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

ปลาอินทรีบั้ง

จำนวนตัวอย่างปลาอินทรีบั้งที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2 - 95 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มวัดมาตั้งแต่ 2.5 ถึง 3 แสนตัวในแต่ละปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 86 - 96 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.4 - 0.5 ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-9 (ก) และภาพที่ 2.1-32) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของของฟอน เบอร์ทาลานฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา โดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 93.00(1 - e^{-0.42(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 86.50(1 - e^{-0.55(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 96.50(1 - e^{-0.46(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 95.50(1 - e^{-0.42(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 91.50(1 - e^{-0.51(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 1.88 – 3.54 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงเกินกว่าร้อยละ 80 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา และสูงถึงร้อยละ 97 ใน พ.ศ. 2563 ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าสูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ยกเว้นใน พ.ศ. 2560 และเช่นเดียวกันกับในกรณีที่พบในปลาน้ำดอกไม้ที่มีปลาขนาดเล็กเป็นจำนวนทำให้เกิดค่าอคติในการประมาณค่าความยาวแรกจับที่ร้อยละ 50 ในบางปีที่ต่ำกว่าค่าขนาดเล็กที่สุดในองค์ประกอบผลจับในบางปีที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 2.1-9(ข) และภาพที่ 2.1-33)

ตารางที่ 2.1-9 ค่าพลวัตประชากรของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ชม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	259,162	5 - 92	93.0	0.42	0.111	3.560
2560	359,447	2 - 85	86.5	0.55	0.118	3.641
2561	304,601	4 - 95	96.5	0.46	0.116	3.632
2562	390,317	3 - 94	95.0	0.42	0.119	3.583
2563	330,678	3 - 87	91.50	0.51	0.106	3.630

หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ชม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสารูปสนธิ และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

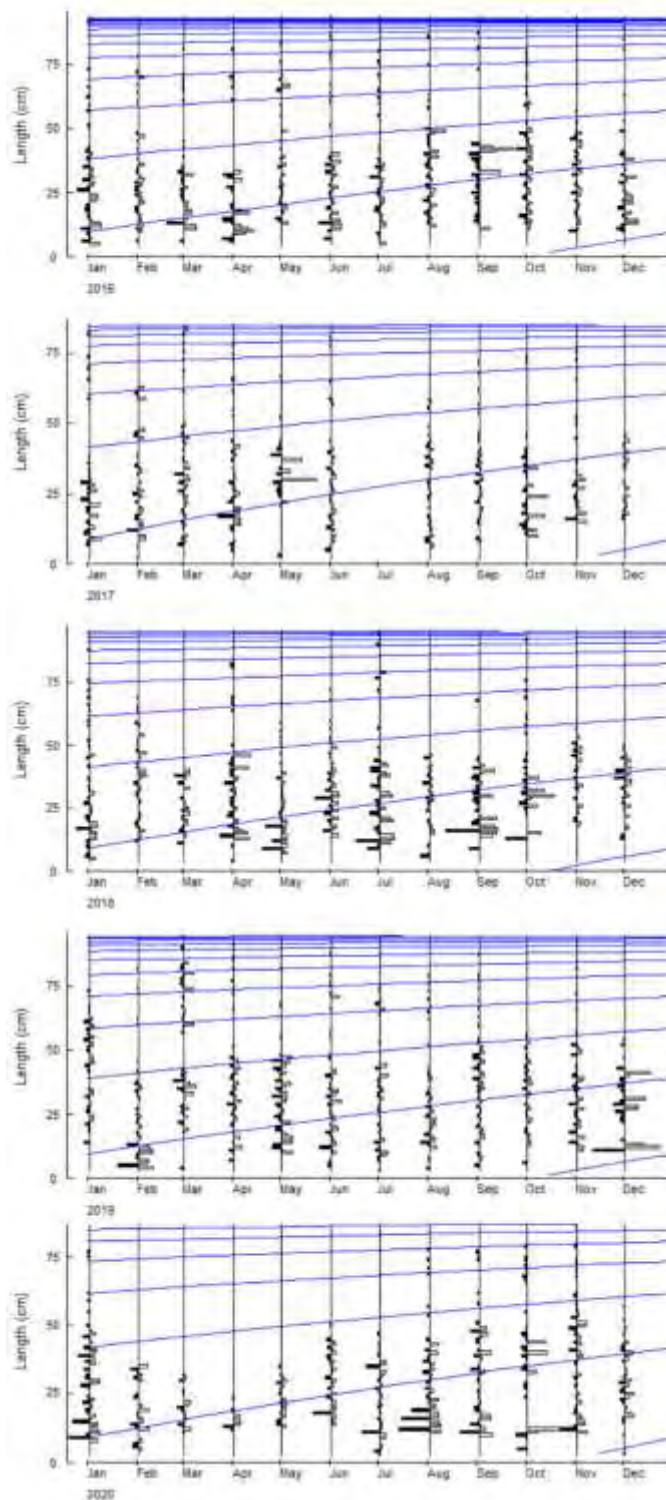
ตารางที่ 2.1-9 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ข) การตาย

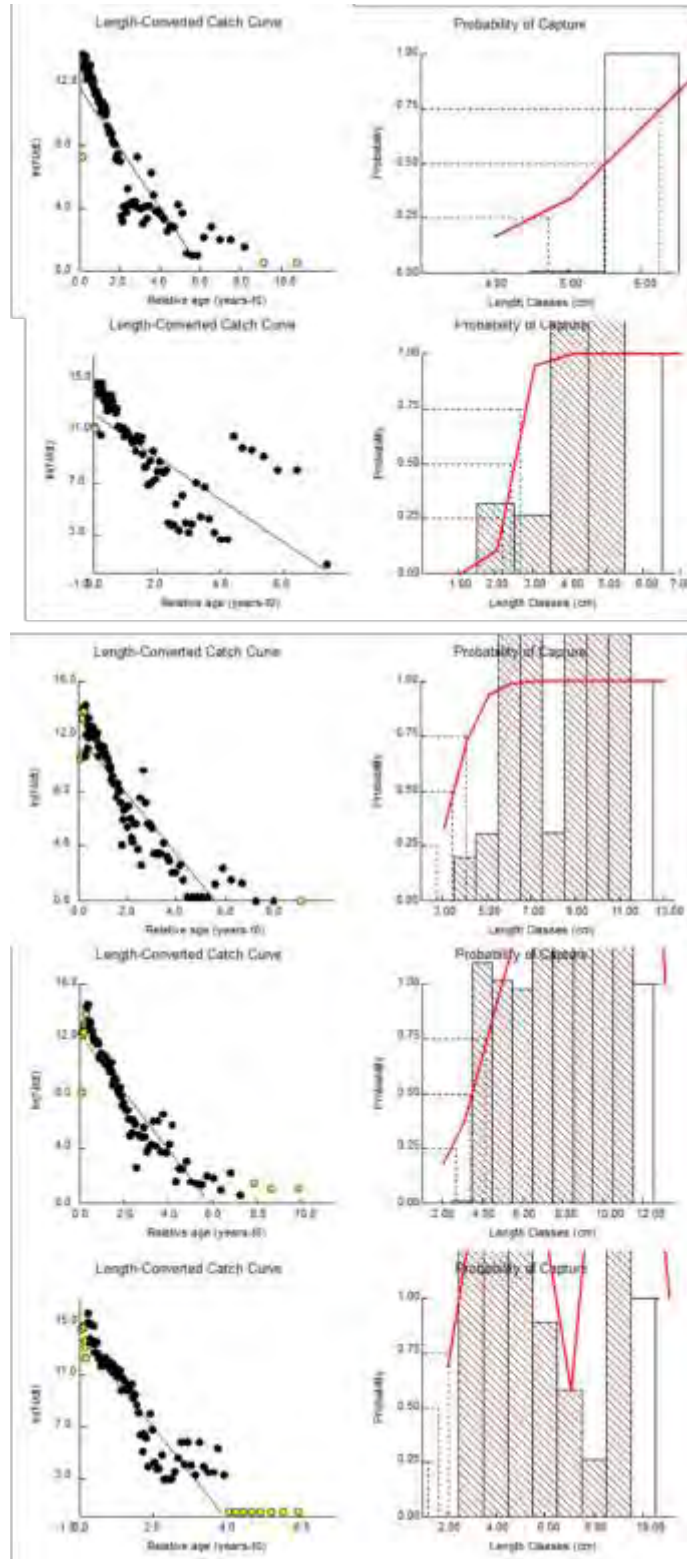
พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ชม.)
2559	1.88	85%	0.76	1.12	5.49
2560	1.64	81%	0.93	0.71	2.23
2561	2.14	88%	0.80	1.34	3.40*
2562	2.09	88%	0.76	1.33	3.39
2563	3.54	97%	0.87	2.67	1.67*

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ชม. ของความยาวทั้งตัว).

*ค่าประมาณเกิดจากการปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายกับปริมาณผลจับซึ่งเนื่องจากประมาณผลจับที่มีขนาดเล็กมีจำนวนมากในองค์ประกอบทำให้เกิดอคติในค่าประมาณที่ได้ จึงไม่เลือกใช้ค่าเหล่านี้ในการประเมินสถานะของสต็อก แต่เลือกใช้ค่าความยาวที่น้อยที่สุดในองค์ประกอบผลจับแทน



ภาพที่ 2.1-32 เส้นโค้งการเติบโตของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่ปรับค่าแล้วในแต่ละปี



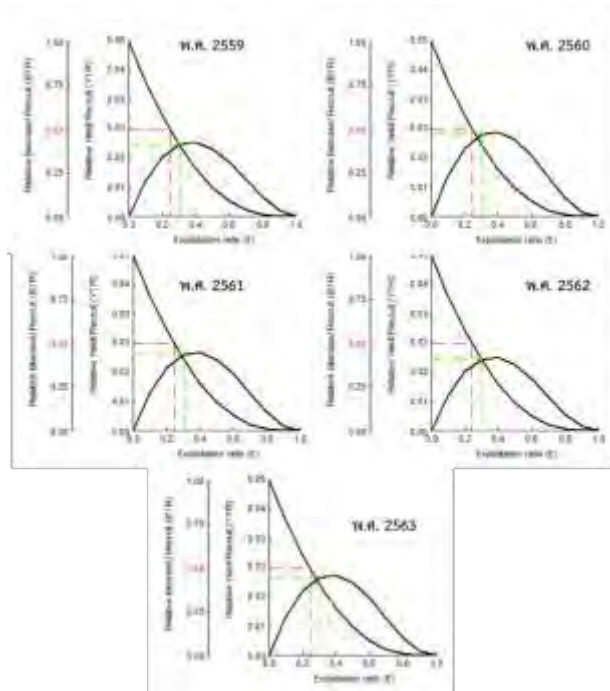
ภาพที่ 2.1-33 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

ในส่วนของการประเมินสภาวะทรัพยากร ในส่วนของการประเมินอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำได้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยจะอยู่ที่ประมาณ 0.37 ซึ่งพบว่าในสภาวะการประมงในช่วงรอบ 5 ปีที่ทำการศึกษามีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่เกินค่า E_{max} แล้วทั้งหมด ทั้งนี้นอกจากใน พ.ศ. 2560 ที่ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยเข้าใกล้ค่า E_{max} ในปีที่เหลือจะมีแนวโน้มการประมงที่เพิ่มขึ้นในปลาอินทรีบั้งและมีค่าอัตราการใช้ประโยชน์เป็นเกือบ 2 เท่าของค่า E_{max} (ตารางที่ 2.1-10 และ ภาพที่ 2.1-34) ผลของการประเมินสภาวะทรัพยากรปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยที่น่าเป็นห่วงที่สุด คือ ศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งพบว่าค่าประมาณมีค่าที่ค่อนข้างต่ำมาก (ภาพที่ 2.1-35) เนื่องจากสาเหตุหลัก 3 ประการ ได้แก่ (ก) การเติบโตที่ค่อนข้างช้าเพื่อให้ถึงขนาดที่สมบูรณ์เพศที่มีค่าค่อนข้างสูง (ข) การที่การตายโดยการประมงที่ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะใน พ.ศ. 2563 (ตารางที่ 2.1-9(ข)) และ (ค) การที่ขนาดในองค์ประกอบผลจับมีขนาดที่เล็กกว่าขนาดแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ในปริมาณมาก และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-36) สำหรับปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทย, เช่นเดียวกันกับปลาน้ำดอกไม้, พบว่าการตายโดยการประมง รวมทั้งมวลชีวภาพในสภาวะการประมงของปลาน้ำดอกไม้อยู่ในระดับที่ค่อนข้างน่ากังวลใน ความยั่งยืนของสต็อกเมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY)

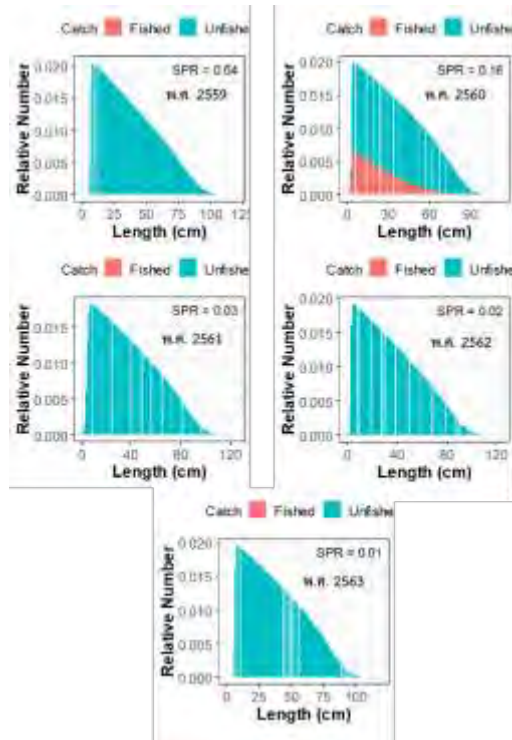
ตารางที่ 2.1-10 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยจากสภาวะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.60	0.38	0.31	0.25
2560	0.44	0.37	0.31	0.25
2561	0.63	0.37	0.31	0.24
2562	0.64	0.37	0.30	0.24
2563	0.75	0.37	0.31	0.24

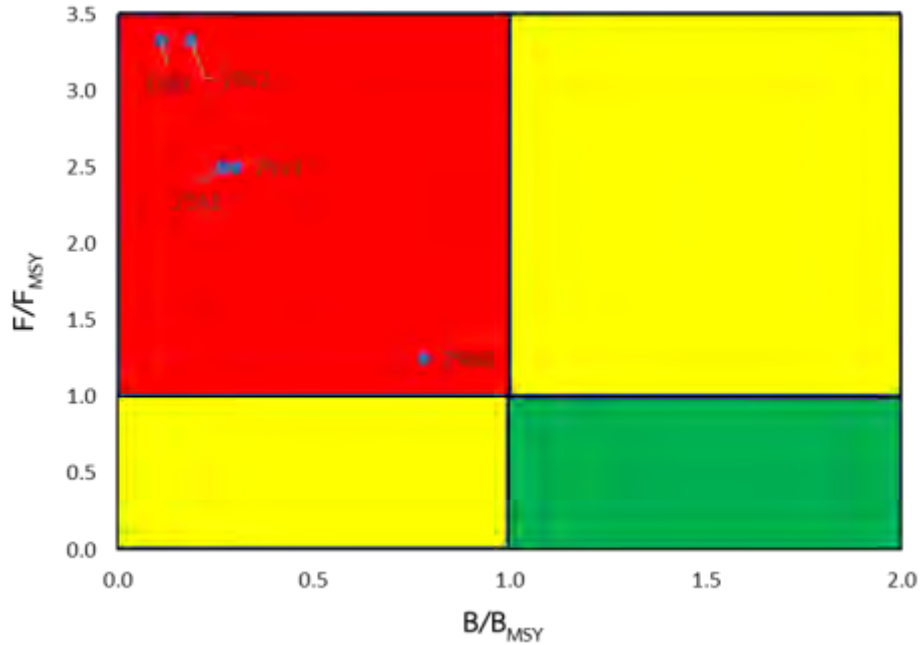
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีทำการประมง, ค่าความยาวแรกจับที่ร้อยละ 50 ใช้ค่าความยาวที่น้อยที่สุดในองค์ประกอบผลจับ



ภาพที่ 2.1-34 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-35 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-36 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วย Kobe Plot ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

หมึกกล้วย: หมึกศอก

จำนวนตัวอย่างของหมึกศอกที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีช่วงความยาวตั้งแต่ 2 - 46 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มวัดมาตั้งแต่ 6.5 แสน ถึง 3 ล้านตัวในแต่ละปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของหมึกศอกในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 40 - 49 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.4 - 0.8 ต่อปีตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-11 (ก) และภาพที่ 2.1-37) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของหมึกศอกในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของของฟอน เบร์ทาลานffy (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา โดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 40.50(1 - e^{-0.78(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 43.60(1 - e^{-0.64(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 46.40(1 - e^{-0.60(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 46.40(1 - e^{-0.64(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 49.00(1 - e^{-0.42(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกคอกในช่วงที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 2.24 – 2.89 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่อนข้างสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ทั้งนี้ ค่าขนาดแรกจับที่ร้อยละ 50 ของหมึกคอกในอ่าวไทยที่ประมาณค่าได้จะอยู่ระหว่าง 3 – 7 ซม. ของความยาวทั้งหมด (ตารางที่ 2.1-11(ข) และภาพที่ 2.1-38)

ตารางที่ 2.1-11 ค่าพลวัตประชากรของหมึกคอกในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 2559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ซม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	3,385,294	3 - 39	40.5	0.78	0.130	3.107
2560	2,208,450	2 - 42	43.6	0.64	0.133	3.085
2561	686,488	3 - 44	46.4	0.60	0.134	3.111
2562	827,166	2 - 44	46.4	0.64	0.122	3.139
2563	659,547	4 - 46	49.0	0.42	0.133	3.302

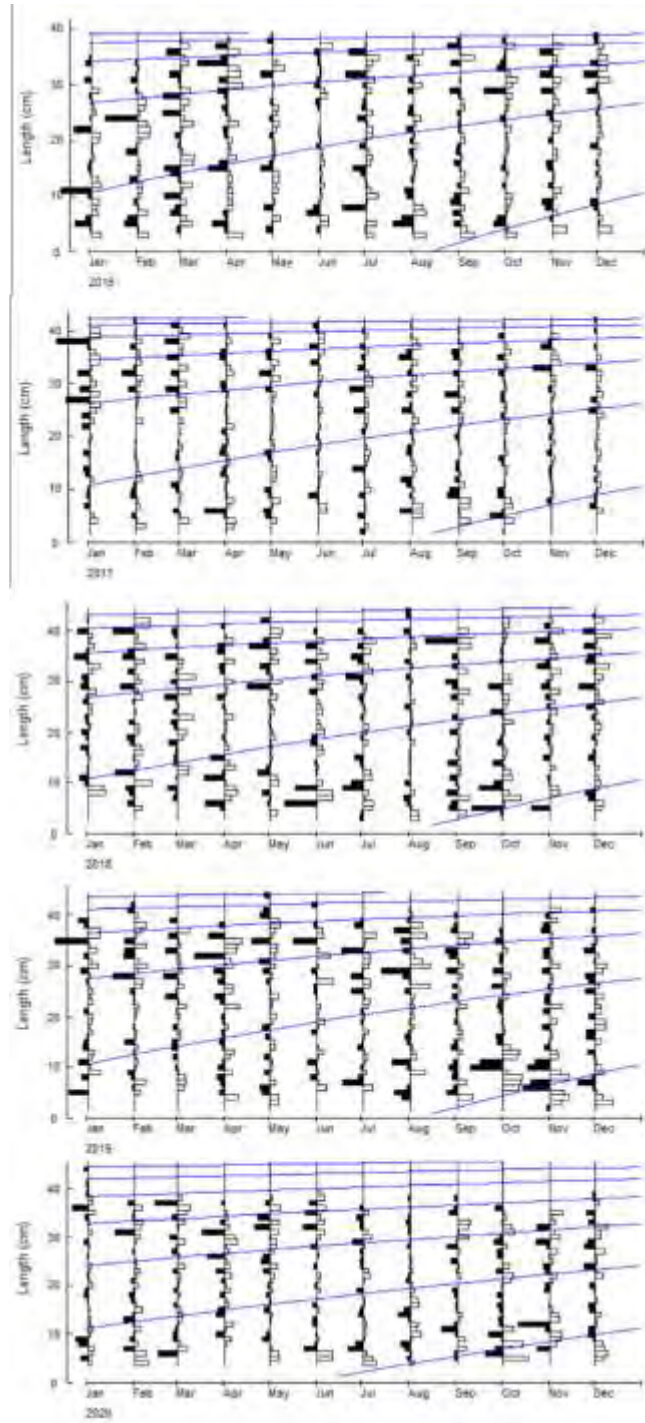
หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความยาวเฉลี่ยของหมึกในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ซม. ของความยาวทั้งหมด), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสภาวะอุปสรรค และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

ตารางที่ 2.1-11 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของหมึกคอกในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 2559 - 2563

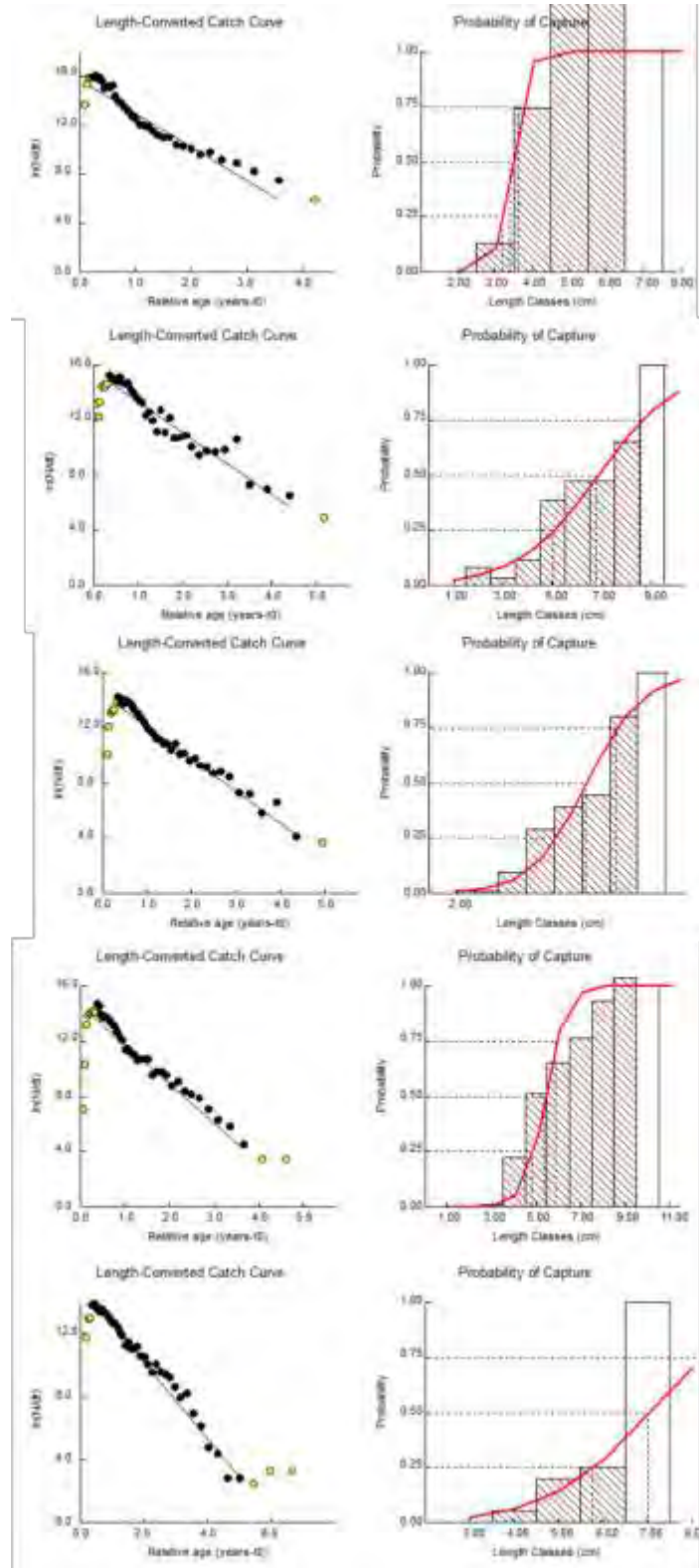
(ข) การตาย

พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ซม.)
2559	2.74	94%	1.44	1.30	3.107
2560	2.24	89%	1.24	1.00	3.085
2561	2.37	91%	1.17	1.20	3.111
2562	2.85	94%	1.21	1.63	3.139
2563	2.39	91%	0.91	1.48	3.302

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ซม. ของความยาวทั้งหมด).



ภาพที่ 2.1-37 เส้นโค้งการเติบโตของหมึกคอกในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่รับค่าแล้วในแต่ละปี



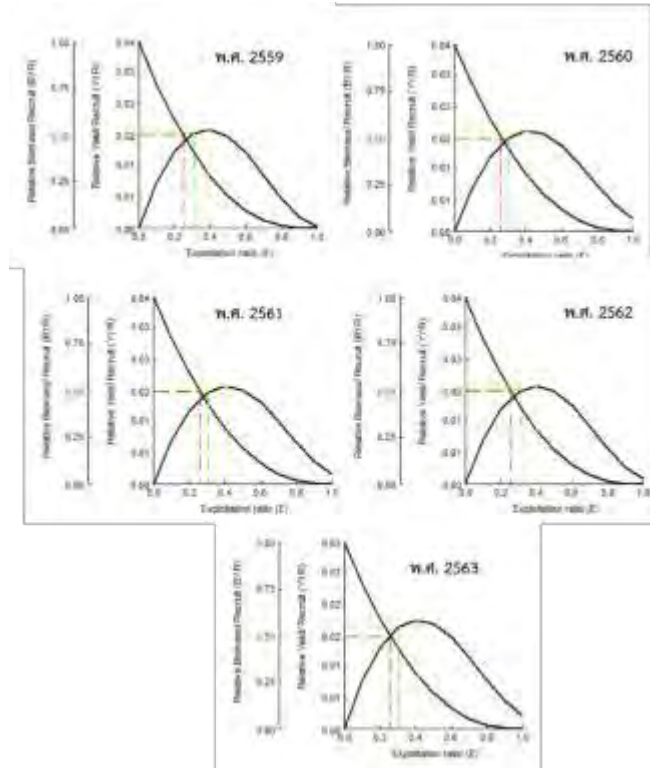
ภาพที่ 2.1-38 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของหมึกตอกในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

สำหรับผลการประเมินสถานะสต็อกของทรัพยากรหมึกคอกในอ่าวไทย ในส่วนของการประเมินอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) พบว่าค่าประมาณจะอยู่ที่ 0.4 ซึ่งพบว่าในสถานการณ์ประมงในช่วงรอบ 5 ปีที่ทำการศึกษามีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่เกินค่า E_{max} แล้วทั้งหมด ทั้งนี้นอกจากใน พ.ศ. 2560 ที่ค่าอัตราการใช้ประโยชน์เข้าใกล้ค่า E_{max} และพบว่าช่วงความแตกต่างระหว่างค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ($E_{current}$) จะเพิ่มขึ้นตามปี ซึ่งจำเป็นต้องทำการติดตามควบคุมการประมงอย่างเหมาะสม (ตารางที่ 2.1-12 และ ภาพที่ 2.1-39) สำหรับศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ของหมึกคอกอยู่ในช่วง 0.1 – 0.2 (ร้อยละ 10 -20) เมื่อเทียบกับศักยภาพเมื่อไม่มีการทำประมง โดยทั้งนี้ยังอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ในระดับที่ยอมรับได้ที่ 0.3 สำหรับสัตว์น้ำทั่วไป (ภาพที่ 2.1-40) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-41) สำหรับหมึกคอกในอ่าวไทยพบว่าการตายโดยการประมง รวมทั้งมวลชีวภาพในสถานะการประมงอยู่ในระดับที่ต้องเฝ้าระวังในความยั่งยืนของสต็อกเมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY) เนื่องจากมวลชีวภาพของสต็อกที่ลดลงและการตายโดยการประมงที่สูงขึ้น

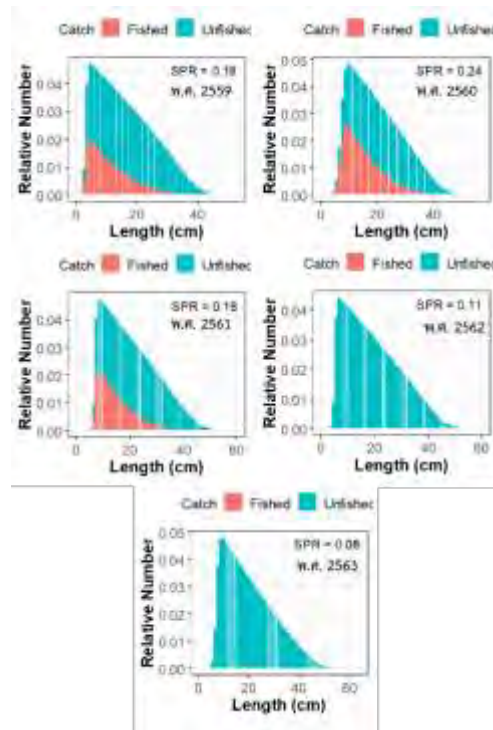
ตารางที่ 2.1-12 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของหมึกคอกในอ่าวไทยจากสถานะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.47	0.39	0.31	0.25
2560	0.45	0.42	0.30	0.26
2561	0.51	0.41	0.31	0.26
2562	0.57	0.40	0.32	0.25
2563	0.62	0.41	0.31	0.26

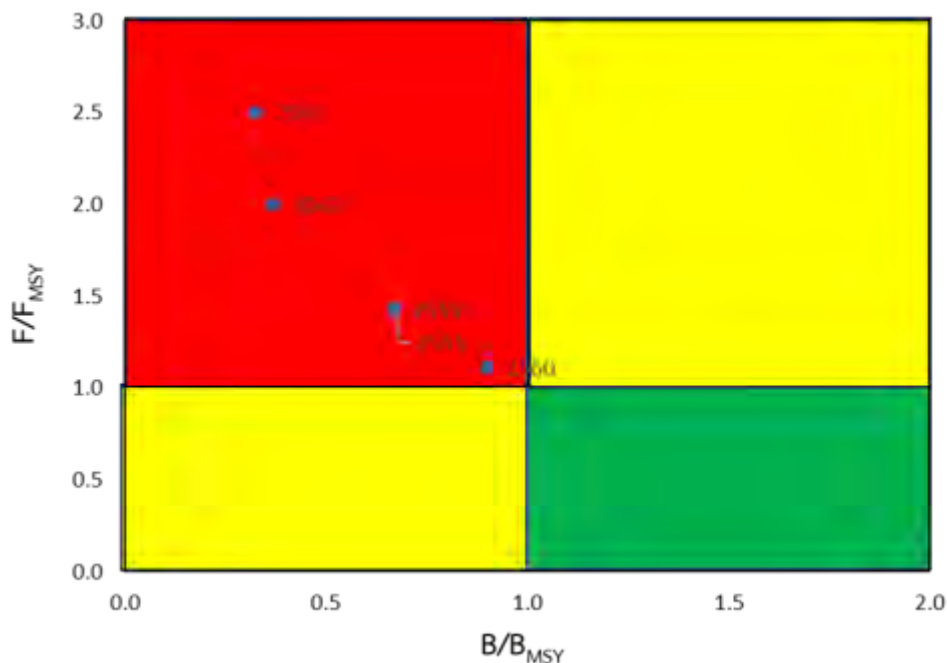
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีการทำการประมง



ภาพที่ 2.1-39 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของหมึกсокในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับ อัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-40 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของหมึกсокในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-41 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วย Kobe Plot ของหมึกคอกในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

หมึกหลอด

จำนวนตัวอย่างหมึกหลอดที่นำมาเป็นข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวตั้งแต่ พ.ศ. 2559 – 2563 มีความยาวตั้งแต่ 1-40 ซม. ของความยาวทั้งตัว โดยตัวอย่างในแต่ละปีจะมีตัวอย่างที่สุ่มวัดมาตั้งแต่ 3 ถึง 8 ล้านตัว ในแต่ละปีที่ทำการศึกษา ค่าประมาณความเฉลี่ยของหมึกคอกในอ่าวไทยของกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) มีค่าอยู่ในช่วง 29-41 ซม. ของความยาวทั้งตัว และระหว่าง 0.6 - 0.8 ต่อปีตามลำดับ (ตารางที่ 2.1-13(ก) และภาพที่ 2.1-42) โดยเมื่อแสดงการเติบโตของหมึกหลอดในอ่าวไทยให้อยู่ในรูปสมการการเติบโตของของฟอน เบอร์ทาลานฟี (von Bertalanffy growth model) ในแต่ละปีที่ทำการศึกษาโดยกำหนดให้ค่าอายุสมมติเมื่อความยาวตัวเป็นศูนย์เท่ากับ 0 จะได้เป็น

พ.ศ. 2559	$L_t = 38.60(1 - e^{-0.73(t)})$
พ.ศ. 2560	$L_t = 39.90(1 - e^{-0.82(t)})$
พ.ศ. 2561	$L_t = 40.50(1 - e^{-0.64(t)})$
พ.ศ. 2562	$L_t = 41.00(1 - e^{-0.60(t)})$
พ.ศ. 2563	$L_t = 28.50(1 - e^{-0.78(t)})$

ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกตลอดช่วงที่ศึกษามีค่าค่อนข้างสูงอยู่ระหว่าง 3.33 – 4.99 ต่อปี และเป็นผลให้มีค่าอัตราการตายในรอบปีสูงอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90 ตลอดช่วงปีที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีค่าที่มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) สะท้อนถึงการลงแรงงานประมงที่มากเกินไปจนจุดสมดุลในการตายของสัตว์น้ำ ภายใต้สมมติฐานหลักที่ให้การตายครึ่งหนึ่งเพื่อการใช้ประโยชน์ (ทางการประมง) และอีกครึ่งหนึ่งเพื่อการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ทั้งนี้ ค่าขนาดแรกจับที่ร้อยละ 50 ของหมึกตลอดในอ่าวไทยมีค่าที่ค่อนข้างต่ำมากที่สุดที่ระหว่าง 1-3 ซม. ของความยาวทั้งตัว (ตารางที่ 2.1-13(ข) และภาพที่ 2.1-43)

ตารางที่ 2.1-13 ค่าพลวัตประชากรของหมึกตลอดในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ก) การเติบโต

พ.ศ.	จำนวนตัวอย่าง	ช่วงความยาว	L_{∞} (ซม.)	K (ต่อปี)	R_n	ϕ'
2559	8,178,327	1 - 37	38.6	0.73	0.112	3.036
2560	8,448,063	1 - 39	39.9	0.82	0.121	3.116
2561	8,729,120	2 - 40	40.5	0.64	0.132	3.021
2562	7,224,072	2 - 40	41.0	0.60	0.107	3.004
2563	3,979,091	2 - 28	28.5	0.78	0.133	2.802

หมายเหตุ: L_{∞} = ค่าความเฉลี่ยของหมึกในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (ซม. ของความยาวทั้งตัว), K = ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (ต่อปี), R_n = ค่าดัชนีภาวะสสารปสนิทธิ และ ϕ' = ค่าดัชนีการเติบโต

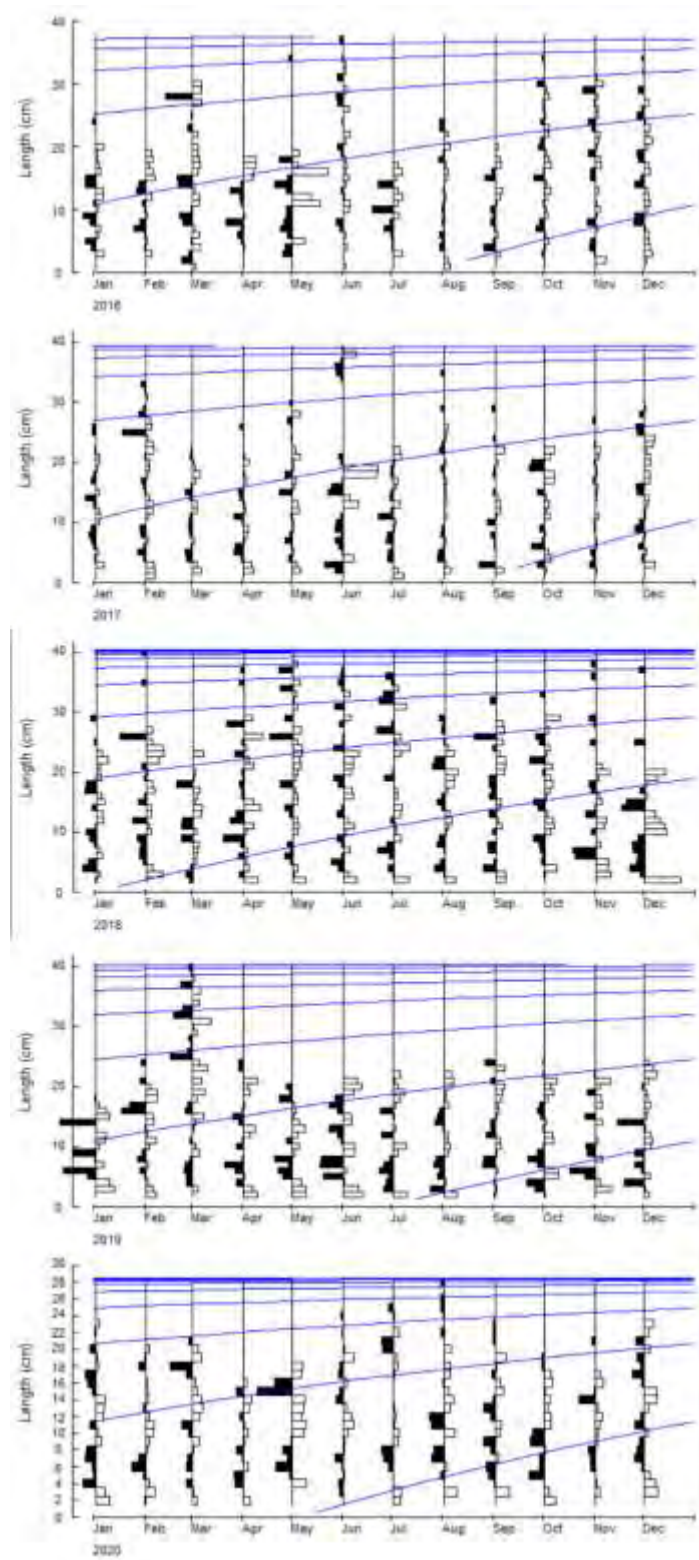
ตารางที่ 2.1-13 (ต่อ) ค่าพลวัตประชากรของหมึกตลอดในอ่าวไทยที่ประมาณค่าระหว่าง พ.ศ. 25559 - 2563

(ข) การตาย

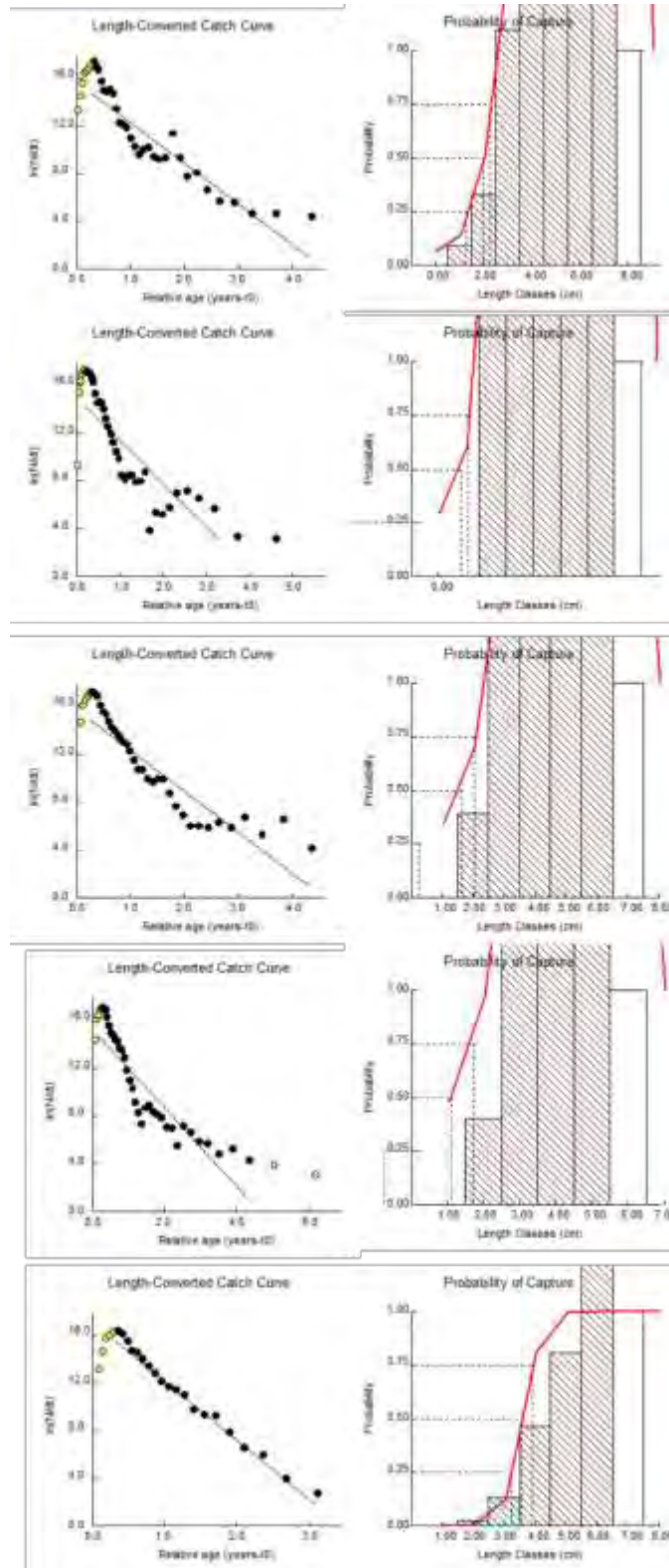
พ.ศ.	Z (ต่อปี)	a (%)	M (ต่อปี)	F (ต่อปี)	L_{50} (ซม.)
2559	3.39	97%	1.399	1.991	1.98
2560	3.50	97%	1.496	2.004	0.83*
2561	3.39	97%	1.266	2.124	1.65*
2562	3.33	96%	1.210	2.120	1.21*
2563	4.99	99%	1.590	3.400	3.57

หมายเหตุ: Z, M และ F = ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม, ในธรรมชาติ และ โดยการประมง, ตามลำดับ, a = ค่าอัตราการตายในรอบปี ($a = 1 - e^{-Z}$), และ L_{50} ค่าขนาดความยาวที่ถูกจับร้อยละ 50 (ซม. ของความยาวทั้งตัว).

* ค่าประมาณเกิดจากการปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายกับปริมาณผลจับ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณผลจับที่มีขนาดเล็กมีจำนวนมากในองค์ประกอบทำให้เกิดอคติในค่าประมาณที่ได้ จึงไม่เลือกใช้ค่าเหล่านี้ในการประเมินสถานะของสต็อก แต่เลือกใช้ค่าความยาวที่น้อยที่สุดในองค์ประกอบผลจับแทน



ภาพที่ 2.1-42 เส้นโค้งการเติบโตของหมึกหลอดในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563 ลากทับผ่านค่าความถี่ความยาวของตัวอย่างที่ปรับค่าแล้วในแต่ละปี



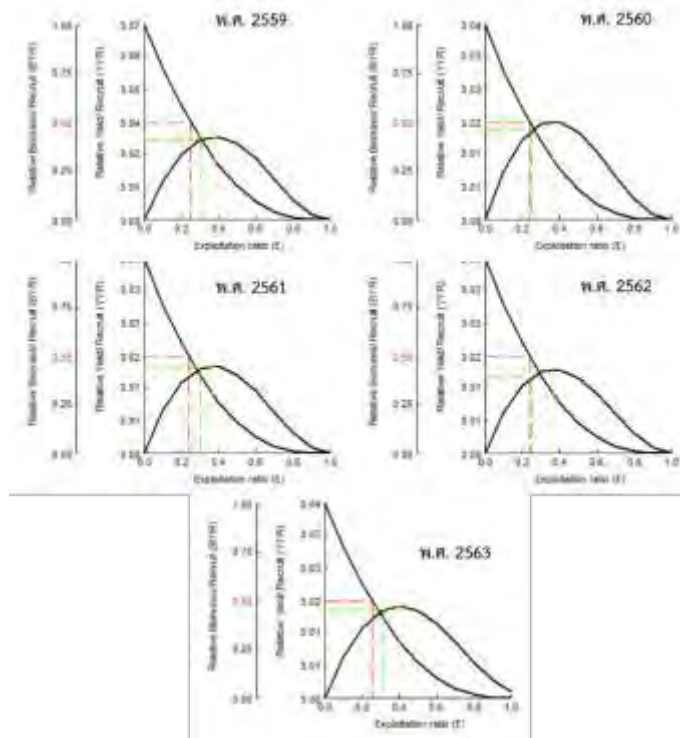
ภาพที่ 2.1-43 แนวโน้มความสัมพันธ์เส้นตรงของความสัมพันธ์ของอายุและผลจับและเส้นโค้งการเลือกจับของหมึกหลอดในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2559 – 2563

สำหรับผลการประเมินสถานะสต็อกของทรัพยากรหมึกหลอดในอ่าวไทย ในส่วนของการประเมินอัตราการใช้ประโยชน์ที่จะทำให้ได้ได้ผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) พบว่าค่าประมาณจะอยู่ที่ 0.37 ถึง 0.40 ซึ่งพบว่าในสถานะการประมงในช่วงรอบ 5 ปีที่ทำการศึกษามีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่เกินค่า E_{max} แล้วทั้งหมดในระดับที่ค่อนข้างสูง รวมทั้งพบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในค่าอัตราการใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ($E_{current}$) ของหมึกหลอดในอ่าวไทย ตลอดช่วง 5 ปีที่ทำการศึกษา ซึ่งจำเป็นต้องทำการติดตามและควบคุมการประมงอย่างเหมาะสม (ตารางที่ 2.1-14 และ ภาพที่ 2.1-44) โดยการที่มีอัตราการใช้ประโยชน์ที่ค่อนข้างสูงและขนาดแรกจับของหมึกหลอดที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้ศักยภาพในการวางไข่ของสต็อกพ่อแม่พันธุ์ของหมึกศอกอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.1 (ร้อยละ 10) และเป็นระดับที่มีความต้องการการควบคุมระดับการทำประมง (ภาพที่ 2.1-45) และในผลจากการประเมินแบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ (ภาพที่ 2.1-46) สำหรับหมึกหลอดในอ่าวไทย ก็เป็นไปเช่นเดียวกันกับในหมึกศอกที่พบว่าการตายโดยการประมง รวมทั้งมวลชีวภาพในสถานะการประมงอยู่ในระดับที่ต้องเฝ้าระวังในความยั่งยืนของสต็อกเมื่อเทียบกับระดับที่ใช้อ้างอิง คือ ระดับที่ก่อให้เกิดผลจับที่ยั่งยืนสูงสุด (MSY) เนื่องจากมวลชีวภาพของสต็อกที่ลดลงและการตายโดยการประมงที่สูงขึ้น

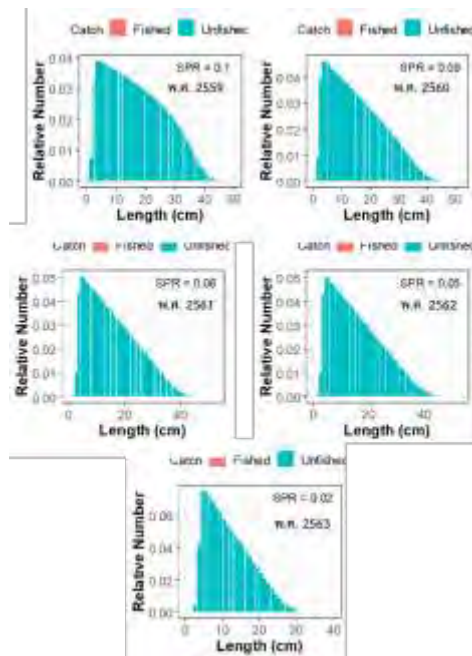
ตารางที่ 2.1-14 ค่าอัตราการใช้ประโยชน์ ($E=F/Z$) ของหมึกหลอดในอ่าวไทยจากสถานะการประมงในปีต่างๆ ที่ทำการศึกษาและจากค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทน

พ.ศ.	$E_{current}$	E_{max}	$E_{0.10}$	$E_{0.50}$
2559	0.59	0.38	0.31	0.25
2560	0.57	0.36	0.25	0.24
2561	0.63	0.37	0.30	0.24
2562	0.64	0.37	0.25	0.24
2563	0.68	0.40	0.32	0.25

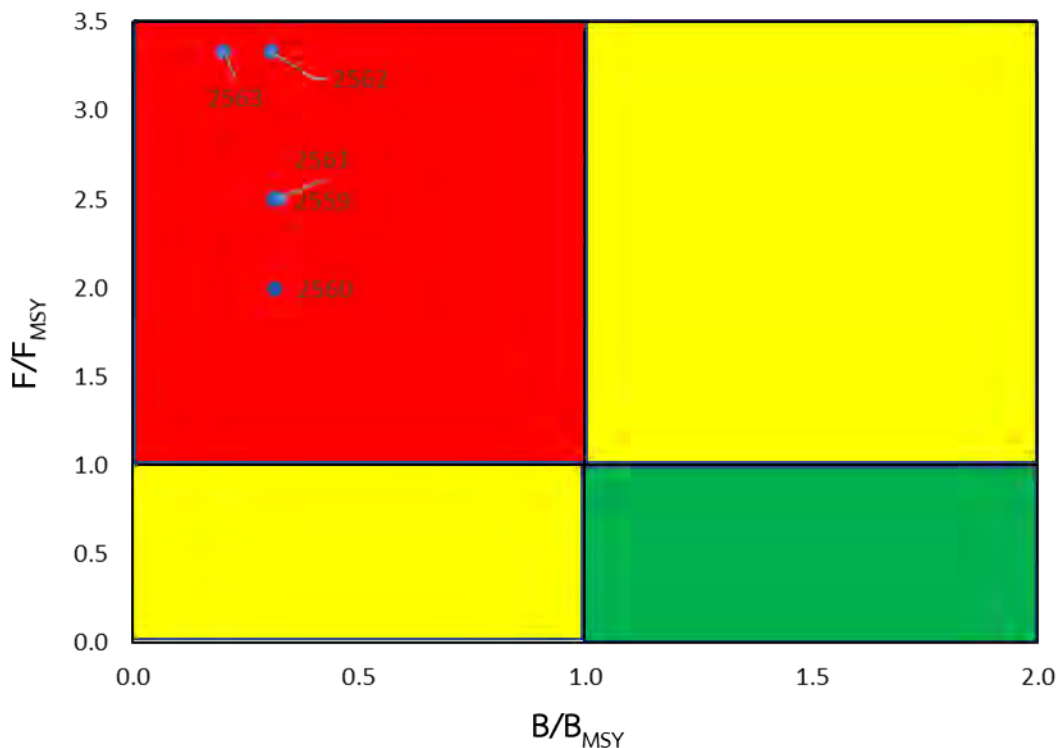
หมายเหตุ: E_{max} = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด, $E_{0.1}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ระดับความชันเท่ากับ 1/10 ของมุมตรงจุดตั้งต้นของเส้นโค้งผลจับต่อหน่วยทดแทน และ $E_{0.5}$ = ระดับอัตราการใช้ประโยชน์ ที่มวลชีวภาพในสต็อกลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50) เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีทำการประมง



ภาพที่ 2.1-44 ผลการวิเคราะห์ผลจับต่อหน่วยทดแทนของหมึกหลอดในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563 โดยระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ E_{max} , $E_{0.1}$ และ $E_{0.5}$ แสดงด้วยเส้นประสีเหลือง, เขียว และแดง ตามลำดับ



ภาพที่ 2.1-45 ผลการวิเคราะห์ศักยภาพในการวางไข่ของหมึกหลอดในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563



ภาพที่ 2.1-46 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์โดยแสดงผลด้วยพล็อตโกเบของหมึกหลอดในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2559 – 2563

ข้อวิจารณ์

แนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงมาว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณผลจับปลาในภาพรวมจะเป็นผลมาจากหลายๆ ปัจจัย แต่อย่างไรก็ตาม, การประมงและความต้องการของตลาดจะเป็นปัจจัยหลักของการเปลี่ยนแปลงนั้น (Conti et al., 2011) ยกตัวอย่างเช่นผลจับจากการประมงทะเลในประเทศจีนมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจากการเพิ่มขนาดของกองเรือและความต้องการอาหารทะเลภายในประเทศ (Ding et al., 2021) นอกจากนี้ Freire et al. (2021) ได้แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงในปริมาณผลจับของสัตว์น้ำชนิดใดๆ ในแหล่งประมงเดียวกันจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันทั้งในการประมงพื้นบ้านและประมงพาณิชย์

ทั้งนี้การเปลี่ยนผลจับในชนิดหรือกลุ่มชนิดที่มีการแนวโน้มการลดลงอย่างต่อเนื่อง หรือ แนวโน้มเปลี่ยนจากการเพิ่มขึ้นเป็นการลดลง (positive-then-negative) ต้องได้รับการเฝ้าระวังติดตามรวมทั้งเตรียมมาตรการในการจัดการเพื่อรักษาความยั่งยืนของทรัพยากร ทั้งนี้แนวโน้มดังกล่าวจะพบในกลุ่มปลากระดุกแข่งผู้ล่า เช่น ปลา

อินทรีและปลาปากคม ซึ่งมักจะมียุ่ช่วงอายุยาวและใช้เวลาในการฟื้นฟูสต็อกมากกว่าปลาชนิดอื่นๆ Suuronen et al. (2020) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการประมงอวนลากในเขตพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบผลจับจากการที่ปลาหรือสัตว์น้ำบางกลุ่มมีการฟื้นฟูตัวช้า มาเป้าหมายที่เป็นปลาหรือสัตว์น้ำที่มีช่วงอายุสั้น เติบโตเร็ว แต่มีการทดแทนที่สูงเพื่อรักษาระดับปริมาณของผลจับและรายได้ ในส่วนของฉลามและกระเบนที่ข้อมูลที่ครอบคลุมค่อนข้างมีจำกัดทั้งในระดับประเทศและภูมิภาค พบว่ามีแนวโน้มการลดลงในปริมาณผลจับของในอ่าวไทยของปลากระดุกอ่อนกลุ่มนี้เช่นเดียวกับกับแนวโน้มที่เกิดขึ้นทั่วโลก (Haque et al., 2021; FAO, 2022)

Dureuil et al. (2018) แสดงให้เห็นถึงการลดลงของปลาในกลุ่มฉลามและกระเบนในสหภาพยุโรปในบริเวณพื้นที่แหล่งประมงที่มีการทำอวนลากอย่างหนัก สำหรับในส่วนของปลาในกลุ่มที่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นในผลจับในช่วงระยะเวลาไม่นานมานี้ อาทิเช่น กลุ่มปลาเกะตัก ส่วนหลักน่าจะเป็นผลที่เกิดจากการประกาศใช้มาตรการในการควบคุมการลงแรงประมง ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการที่เหมาะสมในการจัดการทรัพยากรประมงจากการอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อการฟื้นฟูและสร้างความยั่งยืนให้กับสต็อกสัตว์น้ำ (Hilborn et al., 2020) ในส่วนของแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในผลจับของปลาน้ำดอกไม้ควรต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษจากการที่ผลการประเมินเป็นปลาในกลุ่มที่มีความเสี่ยงจากการประมงเนื่องจากคุณสมบัติทางชีวประวัติที่เป็นกลุ่มที่ฟื้นฟูตัวค่อนข้างช้า ควรมีแนวทางการติดตามการเปลี่ยนแปลงขนาดในผลจับและผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง เพราะจะเป็นกลุ่มที่ง่ายต่อการทำการประมงเกินขนาด สำหรับในส่วนของกรณีไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในปลายอดจากและกลุ่มหมึก ยืนยันการเกิดความผันแปรในผลจับที่ค่อนข้างต่ำในระยะยาวที่พบในการศึกษานี้ของปลาทั้งสองชนิด ทั้งนี้ Chotiyaputta et al. (2002) รายงานว่าผลจับในกลุ่มหมึกมีปริมาณค่อนข้างคงที่ เนื่องจากชีวประวัติที่มีการทดแทนที่เร็ว ต่อเนื่องทั้งปี และมีปริมาณมาก ทำให้ต้องการสต็อกในการสร้างการทดแทนไม่ต้องมีขนาดใหญ่สัก ในส่วนของผลการศึกษาที่พบว่าความผันแปรระยะสั้นที่ระดับร้อยละ 10 – 20 ในหลายชนิดปลาที่มีความเสี่ยงที่เลือกมาในการศึกษา แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงในผลจับจะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไป และผันแปรแบบปีต่อปี สำหรับการที่ค่าความผันแปรระยะสั้นสัมพันธ์ (Ur) มีค่ามากกว่าค่าความผันแปรระยะสั้นแท้จริง (Ua) สามารถแปลความหมายได้ว่า ผลจับของปลาและสัตว์น้ำในกลุ่มเหล่านี้มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณของสัตว์น้ำ และจะเป็นผลให้เกิดความไม่แน่นอนมากขึ้นในหากผลจับมีปริมาณลดลง, นั่นคือ จับมาในปริมาณมากเกินไปในอดีตจนปริมาณในธรรมชาติลดลงอย่างมาก (Buijse et al., 1991; Blanchard and Boucher, 2001)

การประเมินสถานะทรัพยากร Stock-status plots จะทำให้เห็นภาพรวมในรูปของผลจับ ซึ่งสะท้อนปริมาณของสัตว์น้ำในสต็อกที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามเพื่อติดตามความสามารถในการฟื้นตัวของสต็อกและดูความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ที่ดูเฉพาะผลจับ กับการวิเคราะห์เชิงลึกโดยการประเมินสถานะของสต็อกด้วยแบบจำลองต่างๆ จึงต้องทำควบคู่กันไป (Rosenberg et al., 2014) โดยทั่วไปจำนวนหน่วยตัวอย่างเพื่อการศึกษาพลวัตประชากรและการประเมินผลสถานะของสต็อกสัตว์น้ำควรจะมีมากกว่า 1,000 ตัวอย่างต่อเดือนเพื่อ

ครอบคลุมในทุกขนาดที่เป็นไปได้ของสต็อคนั้นๆ (Hoenig et al., 1987; Gayanilo et al., 2002) โดยจากแนวทางการประมาณค่าทางพลวัตประชากรและประเมินสถานะของสต็อคสัตว์น้ำแบบอนุรักษ์โดยตัดค่าขนาดของสัตว์น้ำในข้อมูลที่คาดว่าจะเป็ค่าค่าผิดปกติ (outliers) ออก พบว่ามีจำนวนเกินพอกว่าที่ต้องการ, นั่นคือมากกว่า 2 แแสนตัวในทุกชนิด, ซึ่งสามารถยืนยันถึงการเป็นตัวแทนที่ดีของปลาและหมึกในอ่าวไทยของชนิดที่มีความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลากที่เลือกมาศึกษา

ปิยะโชค และคณะ (2554) ได้ทำการประเมินสถานะทรัพยากรปลาปากคมนาชนิด *Saurida elongata* ในอ่าวไทย ใน พ.ศ. 2550 พบว่ามีค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) ที่ประมาณ 43 ซม. ของความยาวทั้งตัว และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 1.70 ต่อปี ซึ่งมากกว่าทั้งช่วงของค่า L_{∞} ของปลาปากคมนาที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้ที่อยู่ในช่วง 37 – 43 ซม. รวมทั้งช่วงของค่า K ที่ 0.32 - 0.59 ต่อปี และเมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลในฐาน FishBase (www.fishbase.org) พบว่าค่า L_{∞} และค่า K ของปลาปากคมนาในอ่าวไทยอยู่ในช่วง 37 – 46 ซม. และ ค่า K ตั้งแต่ 0.9 – 1.2 ต่อปี ซึ่งพบว่าจากสมการการเติบโตที่ผ่านมาในรอบ 1 ปีแรก ของอายุปลาปากคมนาจะสามารถโตได้ถึง 25 ซม. ในขณะที่ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าค่าขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาปากคมนาในช่วงปีแรกของอายุจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 15 ซม. ทั้งนี้เมื่อเทียบกับการศึกษาอายุและการเติบโตจากกระดูกหูของปลาปากคมนา *S. elongata* พบว่าในช่วงปีแรกจะมีความยาวที่ประมาณ 10 ซม. (Sakai et al., 2009) สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ในช่วงก่อนที่มีการควบคุมปริมาณการลงแรงประมงใน พ.ศ. 2559 สูงถึง 8.9 ต่อปี ทำให้มีอัตราการตายในรอบปี (a) สูงถึงเกือบร้อยละ 100 และมีค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ค่อนข้างสูง 0.75 เปรียบเทียบกับผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ Z ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1.5 – 3.0 ต่อปี รวมทั้งค่าอัตราการใช้ประโยชน์ลดลงที่ประมาณ 0.50 ในขณะที่ความยาวแรกที่เข้ามาทดแทนในแหล่งประมงไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงที่ความยาว 3.00 ซม. สำหรับในส่วนของการประเมินสถานะของสต็อคพบว่าทั้งระดับการใช้ประโยชน์ ความสามารถในการทดแทน และมวลชีวภาพของปลาปากคมนาในอ่าวไทยในช่วงระยะเวลาในการศึกษาอยู่ในระดับที่เกินกว่าระดับอ้างอิงที่แสดงถึงโอกาสที่จะเกิดความยั่งยืนของทรัพยากร อย่างไรก็ตามพบว่าเป็นการเกินค่าระดับอ้างอิงต่างๆ ที่ยอมรับได้ รวมทั้งเห็นถึงแนวโน้มในการฟื้นตัวของสต็อคจากมาตรการในการจัดการประมง และผลของมาตรการยังช่วยลดค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) ที่เคยเกินค่าอ้างอิง (FMSY) ที่ค่าประมาณ $F/FMSY$ ที่เคยสูงถึง 3.3 ใน พ.ศ. 2550 (ปิยะโชคและคณะ, 2554) ลดลงมาที่ระดับไม่เกิน 2.5 ในช่วงเวลาการศึกษาครั้งนี้

ในส่วนของปลาทรายแดง *Nemipterus hexodon* จากข้อมูลในฐาน FishBase (www.fishbase.org) พบว่ายังไม่มีข้อมูลรายงานเรื่องอายุและการเติบโตในอ่าวไทย อย่างไรก็ตาม รายงานจากประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในฐานดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ค่าค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาทรายแดงอยู่ในช่วง 24 – 27 ซม. ของความยาวทั้งตัว และ 0.4 –

0.7 ต่อปี, ตามลำดับ เทียบกับค่า L_{∞} ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยที่ได้ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษานี้ที่ประมาณ 30 ซม. และค่า K ที่ 0.5 – 0.8 ต่อปี แสดงให้เห็นถึงการเติบโตที่ค่อนข้างดีกว่าของปลาชนิดนี้ในอ่าวไทยเมื่อเทียบกับแหล่งประมงอื่นๆ โดย Paul et al. (2016) รายงานว่าปลาในสกุล *Nemipterus* จะมีค่าการเติบโตที่เท่ากันทั้งในเพศผู้และเพศเมีย ในส่วนอัตราการใช้ประโยชน์ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยในครั้งนี้นับว่ามีระดับที่ค่อนข้างสมดุล และใกล้เคียงกับระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด รวมทั้งค่าศักยภาพในการวางไข่ของปลาทรายแดงในอ่าวไทยอยู่ในระดับที่สร้างความเชื่อมั่นได้ว่าสามารถสร้างการทดแทนได้อย่างเพียงพอ ซึ่งสาเหตุหนึ่งน่าจะเกิดจากการที่ปลาชนิดนี้สามารถเข้าสู่ขนาดแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ได้ภายในช่วงปีแรกของอายุซึ่งอยู่ที่ประมาณ 15 ซม. ของความยาวทั้งหมด รวมทั้งสามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (จักรพันธ์ และคณะ 2551) นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์แสดงให้เห็นถึงสถานะที่สมบูรณ์ของสต็อกปลาทรายแดงในอ่าวไทย

อำนาจและคณะ (2553ก) ทำการประเมินสถานะทรัพยากรปลาตาหวาน *Priacanthus tayenus* ในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2550 พบว่ามีค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) ที่ประมาณ 30 ซม. ของความยาวทั้งหมด และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 1.20 ต่อปี ข้อมูลในฐาน FishBase (www.fishbase.org) พบว่าพบค่า L_{∞} และค่า K ของปลาตาหวานในอ่าวไทยอยู่ในช่วง 29 - 30 ซม. และ ค่า K ประมาณ 1.2 ต่อปี ในขณะที่ Lester and Watson (1985) ได้แสดงช่วงค่า L_{∞} ที่ 30 ซม. และ ค่า K ที่ 0.8 ต่อปีสำหรับสต็อกปลาตาหวานโดยทั่วไปในทะเลจีนใต้ ซึ่งเมื่อเทียบกับการศึกษาในครั้งนี้นับว่ามีค่า L_{∞} ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และค่า K ที่อยู่ในช่วง 0.5 – 0.8 โดยทั้งนี้ใน พ.ศ. 2550 ค่าค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ของปลาตาหวานในอ่าวไทยเคยสูงถึง 6.15 ต่อปี (อำนาจและคณะ, 2553ก) เทียบกับแนวโน้มของค่า Z ที่ค่อยๆ ลดลงในการศึกษาครั้งนี้ และแสดงให้เห็นถึงค่าอัตราการใช้ประโยชน์ที่ค่อยๆ เข้าสู่สมดุล ($E = 0.5$) ในการศึกษาครั้งนี้ และใกล้เคียงกับระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด ซึ่งเปรียบเทียบกับสถานการณ์ใน พ.ศ. 2550 ที่ค่า E สูงถึง 0.67 นอกจากนี้ยังพบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าศักยภาพในการวางไข่ของปลาตาหวานในอ่าวไทยในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่ง พัชรและคณะ (2561) รายงานว่าปลาตาหวานในอ่าวไทยสามารถเข้าสู่ขนาดแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ที่ความยาวประมาณ 15 ซม. ที่สามารถเข้าถึงความยาวนี้ได้ในปีแรกของชีวิตจากค่าประมาณ L_{∞} และ K ของปลาตาหวานในอ่าวไทยที่ได้ในครั้งนี้นับว่า ผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์แสดงให้เห็นถึงการเข้าสู่ระดับที่เหมาะสมของการประมงที่มีการลดค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เทียบกับค่าอ้างอิง (FMSY) ลดลงร้อยละ 50 โดยสอดคล้องกับ (อำนาจและคณะ, 2553ก) ที่เสนอว่าให้ลดระดับการลงแรงประมงเท่ากับร้อยละ 60 จะทำให้สต็อกของปลาตาหวานในอ่าวไทยเข้าสู่สมดุล

การศึกษาอายุและการเติบโตของปลาน้ำดอกไม้ *Sphyraena jello* มีค่อนข้างจำกัด และยังไม่พบรายงานในทะเลจีนใต้หรืออ่าวไทย ข้อมูลในฐาน FishBase (www.fishbase.org) พบว่าค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่ม

ที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาน้ำดอกไม้ที่รายงานมีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยค่า L_{∞} มีค่าระหว่าง 40 - 150 ซม. ในขณะที่ค่า K มีค่าระหว่าง 0.1 - 1.5 ทั้งยังไม่มีรายงานการศึกษาอายุและการเติบโตจากส่วนของปลาน้ำดอกไม้ชนิดนี้มาอ้างอิง ทั้งนี้จากจำนวนตัวอย่างมากกว่า 2 แสนตัวต่อปีเพื่อการศึกษาอายุและการเติบโตจากการแจกแจงความถี่ความยาวในครั้งนี้ พบว่าปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยมีค่า L_{∞} ที่ระหว่าง 65 - 85 ซม. ของความยาวทั้งตัว และค่า K ที่อยู่ในช่วง 0.2 - 0.3 ต่อปี และมีช่วงของค่าดัชนีการเติบโตเช่นเดียวกับในฐาน FishBase โดยพบว่าจากการใช้ค่าประมาณพารามิเตอร์การเติบโตประเมินค่าสัมประสิทธิ์การตายและอัตราการใช้ประโยชน์ ซึ่งจากผลการศึกษาหามองในมิติอัตราการใช้ประโยชน์อย่างเดียว สัตว์ของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยค่อนข้างสมดุลในการตายที่เกิดจากในธรรมชาติและการประมงเท่าๆ กัน (E ใกล้เคียง 0.5) อย่างไรก็ตาม ด้วยช่วงชีวิตที่ค่อนข้างนานและการเติบโตที่ค่อนข้างช้ากว่าความยาวจะเข้าสู่ L_{∞} (ประมาณ 7 ปี จากผลการศึกษาครั้งนี้) ทำให้ค่า E ที่ประมาณค่าได้ในแต่ละปีจะจากค่าระดับอัตราการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลจับต่อหน่วยทดแทนสูงสุด (E_{max}) ที่มีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 0.35 นอกจากนี้การที่มีค่าขนาดความแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ที่ค่อนข้างสูง (ประมาณ 30 ซม., Alam et al., 2013) เป็นผลให้ค่าศักยภาพในการวางไข่จะต่ำลงหากปลาที่มีขนาดความยาวน้อยกว่า 30 ซม. อยู่องค์ประกอบผลจับค่อนข้างสูง แต่ทั้งนี้หากควบคุมการลงแรงและขนาดแรกจับที่ร้อยละ 50 ให้เหมาะสม ก็สามารถทำให้สัตว์ของปลาน้ำดอกไม้ในอ่าวไทยสามารถเข้าใกล้ระดับสมดุลได้ตั้งในผลการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการทำนายของธอมป์สันและเบลล์ใน พ.ศ. 2561

ในส่วนของปลาอินทรีบั้ง *Scomberomorus commerson* ก็เป็นเช่นเดียวกันกับปลาน้ำดอกไม้ คือ ยังไม่มีรายงานด้านพลวัตประชากรและการประเมินสถานะของสัตว์ทั้งในฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ทั้งนี้ค่าความยาวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มที่มีอายุมากที่สุด (L_{∞}) และค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของปลาอินทรีบั้งที่รายงานในฐานข้อมูล FishBase (www.fishbase.org) มีค่า L_{∞} ตั้งแต่ 120 - 230 ซม. และค่า K ตั้งแต่ 0.1 - 0.8 ต่อปี ในขณะที่ผลการศึกษาในครั้งนี้ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยมีค่า L_{∞} อยู่ที่ระหว่าง 86 - 95 ซม. และค่า K ระหว่าง 0.4 - 0.5 ต่อปี และมีช่วงของค่าดัชนีการเติบโตเช่นเดียวกับในฐาน FishBase ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) มีแนวโน้มที่มากกว่าค่าสัมประสิทธิ์การตายในธรรมชาติ (M) ทุกปี ทำให้ค่าอัตราการใช้ประโยชน์สูงกว่า 0.5 ในเกือบทุกปีในช่วงที่ศึกษา และในทำนองเดียวกันกับปลาน้ำดอกไม้ที่ค่าขนาดความแรกสมบูรณ์เพศที่ร้อยละ 50 ที่ค่อนข้างสูงที่อย่างน้อยเท่ากับ 50 ซม. ในฐานข้อมูล FishBase ทำให้เห็นได้ว่าต้องใช้เวลาค่อนข้างนานกว่าปลาจะสมบูรณ์เพศ ดังผลการศึกษาปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยที่ต้องใช้เวลาประมาณ 2 ปี จากการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตในรายงานนี้ สำหรับในส่วนผลการประเมินสถานะสัตว์ของปลาอินทรีบั้งในอ่าวไทยทั้งใน 3 แบบจำลองพบว่าอยู่ระดับที่มีการลงแรงงานประมง, หรือการตายโดยการประมง, ที่สูงกว่าระดับอ้างอิง รวมทั้งมีปริมาณมวลชีวภาพที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับระดับอ้างอิง ทำให้ต้องมีการหาแนวทางเพื่อสร้างความยั่งยืนของปลาอินทรีบั้ง ในอ่าวไทยต่อไป ทั้งนี้เมื่อเทียบผลการศึกษาในช่วงเวลาเดียวกัน, พ.ศ. 2559 - 2563, ในฝั่งตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย พบว่าค่าเฉลี่ยของผลจับใน 5 ปีดังกล่าวลดลงเป็นครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบ

กับผลจับระหว่าง พ.ศ. 2516 - 2547 รวมทั้งขนาดความยาว L_{∞} ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้รัฐบาล ออสเตรเลียได้วางแนวทางเพื่อออกมาตรการโดยเฉพาะสำหรับปลาอินทรีบั้งในพื้นที่ดังกล่าว (Tanimoto et al., 2021)

สำหรับในหมึกกล้วยทั้ง 2 ชนิด คือ รวมทั้งหมึกคอก *Uroteuthis chinensis* และ หมึกหลอด *Uroteuthis duvalcelii* เมื่อเปรียบเทียบค่าประมาณทางพลวัตของพหุคูณทั้งสองชนิดในการศึกษาค้างนี้กับผล การศึกษาที่ผ่านมาของหมึกในอ่าวไทย พบว่าไม่มีความแตกต่างมากนักระหว่างค่าความเฉลี่ยของหมึกในกลุ่มที่มี อายุมากที่สุด (L_{∞}) ในหมึกคอกที่ประมาณ 40 ซม. แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในหมึกหลอดที่ค่า L_{∞} อยู่ที่ประมาณ 23 ซม. ในข้อมูลของ พ.ศ. 2550 (อำนาจและคณะ, 2553ข) ในขณะที่ค่าประมาณ L_{∞} ที่ได้จาก การศึกษาค้างนี้อยู่ที่ประมาณ 28 ซม. ทั้งนี้สาเหตุของความแตกต่างที่สำคัญเกิดจากช่วงการกระจายความถี่ความ ยาว ซึ่งในรายงานของอำนาจและคณะ, (2553ข) ค่าความยาวสูงสุดของข้อมูลอยู่ที่ 22.5 ซม. ในส่วนของค่า สัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ที่รายงานว่าเท่ากับ 1.65 และ 2.25 ต่อปี ตามลำดับสำหรับหมึกคอกและหมึกกล้วย ซึ่ง จะทำให้ขนาดของหมึกคอกสามารถเติบโตได้ถึงขนาดเกินกว่า 20 ซม. ในช่วงปีแรกของชีวิต ซึ่งเป็นขนาดที่เป็นไป เช่นเดียวกับรายงานในก่อนหน้านั้น ในขณะที่จะมีขนาดประมาณ 20 ซม. (จากค่าเฉลี่ย K ที่ 0.6 ต่อปีในการศึกษา ค้างนี้) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาจากการอ่านอายุจาก Statolith ของหมึกคอกพบว่าเมื่ออายุ 1 ปีจะมีขนาดประมาณ 21 ซม. โดยอาศัยสมการโลจิสติกในการทำนาย (Jin et al., 2019) ในขณะที่หมึกหลอดจะ มีขนาดความยาวประมาณ 14 ซม. ในช่วงปีแรกของชีวิต ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของหมึกหลอดในอ่าวไทยใน พ.ศ. 2550 (อำนาจและคณะ, 2553ข) อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับการศึกษาจาก Statolith ของ Supongpan (1996) จะพบว่าหมึกหลอดจะมีขนาดความยาวประมาณ 15 ซม. ในช่วงปีแรกของชีวิต ทั้งนี้ Sajikumar et al. (2022) ได้แสดงให้เห็นว่าการเติบโตของหมึกหลอดเพศผู้มีความอัตราการเติบโตที่สูงกว่าเพศเมีย โดยในระยะเวลา 6 เดือนหมึกหลอดในทะเลอ่าวราเบียนจะเติบโตที่ประมาณ 15 - 20 ซม. ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์ การตายรวมที่ค่อนข้างสูงทำให้อัตราการตายไปในรอบปีจะมีมากกว่าร้อยละ 95 ของหมึกทั้งสองชนิดต่อรุ่น ในส่วน ผลของการประเมินสภาวะทรัพยากรแสดงให้เห็นว่าการประมงมีผลให้ประชากรต่อรุ่นของหมึกทั้ง 2 ชนิด มีการถูก ใช้ประโยชน์ที่เกิดขนาดในทุกแบบจำลองการประเมิน อย่างไรก็ตาม ด้วยลักษณะทางชีวประวัติที่มีการเติบโตเร็ว ช่วงชีวิตที่สั้น และการฟื้นตัวของสต็อกที่ค่อนข้างรวดเร็วภายในรอบปี โดยทั้งนี้จะเห็นว่าอายุที่ถูกจับจากการ ประมงส่วนใหญ่ของหมึกกล้วยทั้งในทะเลอ่าวราเบียน อ่าวเบงกอล ทะเลอันดามัน หรือแม้แต่ในอ่าวไทยจะเป็น กลุ่มที่มีอายุประมาณ 6 เดือนเป็นส่วนใหญ่ (Supongpan and Natsukari, 1996; Sukramongkol et al., 2007; Jin et al., 2019; Sajikumar et al., 2022) ทั้งนี้ควรอ้างอิงถึงข้อวิเคราะห์ของ Sajikumar et al. (2022) ที่ว่า การใช้การแพร่กระจายในการวิเคราะห์พลวัตของหมึกเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ และควรใช้ส่วนแข็งของ ร่างกายสำหรับการอ้างอิงในการศึกษาพลวัตประชากรของกลุ่มหมึก

สรุปและข้อเสนอแนะ

Hilbourn et al. (2020) ได้แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ของการฟื้นฟูของสต็อกสัตว์น้ำผ่านการบริหารจัดการทรัพยากรที่เหมาะสมภายใต้การใช้ผสมผสานองค์ความรู้ต่างๆ รวมทั้งการใช้ฐานวิทยาศาสตร์และการประเมินสถานะของสต็อก การศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินเพื่อทำความเข้าใจในความผันแปรและแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงของสต็อกสัตว์น้ำสำคัญที่มีความเสี่ยงต่อการทำประมงอวนลากในอ่าวไทย รวมทั้งการประเมินสถานะของสต็อกผ่านแบบจำลองต่างๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงสต็อกที่อยู่ในระดับที่สมดุลในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรเช่นปลาเกะตักและปลาทรายแดง ในขณะที่หลายสต็อกอยู่ในสถานะที่ทำการประมงทั้งที่มีการทำการประมงเกินขนาดและขนาดของสต็อกอยู่ในระดับที่ต่ำระดับที่สามารถสร้างผลผลิตที่ยั่งยืนสูงสุด อย่างไรก็ตามหลายสต็อก เช่น ปลาปากคม ปลาตาหวาน และหมึกแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการฟื้นฟูหากได้รับการจัดการที่ดีจากศักยภาพในการผลิตไข่ที่สามารถสร้างการทดแทนได้ภายในรอบระยะเวลาที่ไม่ต้องใช้ระยะเวลานาน อย่างไรก็ตามในหลายๆ สต็อกที่มีชีวประวัติเป็นกลุ่มที่มีช่วงอายุยาว และใช้ระยะเวลานานมากกว่า 1 ปีกว่าจะเข้าสู่ระยะที่สมบูรณ์เพศ เช่นปลาน้ำดอกไม้และปลาอินทรีบั้ง ทั้งนี้อาจวางมาตรการเพื่อการบริหารจัดการที่เหมาะสมแยกตามลักษณะทางชีวประวัติและความเสี่ยงจากการทำการประมงอวนลาก สำหรับในส่วนของปลากระดุกอ่อน เช่น ปลาฉลามและปลากระเบนที่จัดว่าเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงแต่เนื่องจากการจำกัดของข้อมูล ทั้งนี้ Pattarapongpan et al. (2021) ได้ประเมินสถานะสต็อกของฉลามกบ *Chiloscyllium punctatum* ในอ่าวไทย ซึ่งพบสถานะที่มีการทำการประมงที่เกินขนาดเช่นกัน อย่างไรก็ตามการที่มีแผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่อการอนุรักษ์และการบริหารจัดการปลาฉลาม (กรมประมง, 2562) ทำให้สามารถมั่นใจในแนวทางบริหารจัดการที่ดีของปลากลุ่มนี้โดยเฉพาะ ทั้งการวางแผนการเก็บที่ครอบคลุมหลากชนิดที่มีความเสี่ยงจะทำให้ได้เห็นภาพรวมของสถานะสต็อกสัตว์น้ำที่ถูกทำการประมงด้วยอวนลาก รวมทั้งการศึกษาอายุและการเติบโตจากส่วนแข็งจะเป็นส่วนที่สำคัญในการอ้างอิงในการประเมินพลวัตของปลาและสัตว์น้ำในสต็อกที่สนใจ

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2555. ธรณีวิทยากายภาพพื้นทะเลอ่าวไทยตอนบน. รายงานวิชาการเลขที่ สทช. 9/2555.
 ส่วนธรณีวิทยาทางทะเล สำนักเทคโนโลยีธรณี.
- กรมประมง 2562 แผนปฏิบัติการแห่งชาติเพื่อการอนุรักษ์และการบริหารจัดการปลาดุกรวม พ.ศ. 2563-2567 กรม
 ประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 57 น.
- กรมประมง. 2559. ยุทธศาสตร์กรมประมง พ.ศ. 2560 – 2564. กรมประมง, กรุงเทพฯ 38 น.
- กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง.2564. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยพ.ศ. 2562. กองนโยบาย
 และยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ 87 น.
- จักรพันธ์ ปิ่นพุทธศิลป์, ปิยวรรณ หัสดี, ขนิษฐา เสรีรักษ์, ปุณณวิทย์ แก้วกุล และ สุวัทธิษ วงษ์โท. 2551.
 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon* (Quoy and Gaimard, 1824) บริเวณอ่าว
 ไทยตอนบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2543. กรมประมง. 43 น.
- ปิยะโชค สินอนันต์, ทิวรัตน์ สินอนันต์, ไกรศักดิ์ ไชยมีสุข, อุดมสิน อักษรผอบ และ อำนวย คงพรหม. 2558.การ
 ประเมินสถานะทรัพยากรปลาปากคมในอ่าวไทย รายงานการประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2555 กรม
 ประมง
- พรศิลป์ พัชรินทร์ตนะกุล, สุชาดา บุญภักดี, ปัทมา ศรีเที่ยงตรง, สุกัญญา ใจชื่น และ ปรีชา กันทรากกรกิติ. 2561.
 การวิเคราะห์ช่องว่าง (Gap Analysis) การพัฒนาการประมงอวนลากของไทยสู่ความยั่งยืน ปีที่ 2
 (กรณีศึกษาอ่าวไทย). สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, กรุงเทพฯ 252 น.
- พัชรี พันธุ์เล่ง, นิรชา สองแก้ว, จักรพันธ์ ปิ่นพุทธศิลป์และ บุญฤทธิเจริญสมบัติ. 2561. วิทยาการสืบพันธุ์ของปลา
 ตาหวานจุด (*Priacanthus tayenus* Richardson, 1846) ในอ่าวไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2561
 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอ่าวไทยตอนกลาง, กรมประมง, 53 น.
- อำนวย คงพรหม, คณิต เชื้อพันธุ์, อุดมสิน อักษรผอบ, ทิวรัตน์ สินอนันต์, ณรงค์ศักดิ์ คงชัย และ รัตนาวลี พูล
 สวัสดิ์. 2553ก. การประเมินสถานะทรัพยากรปลาทาหวานจุด [*Priacanthus tayenus* Richardson,
 1846] ในอ่าวไทย. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน:ภูเก็ต. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2553.
 กรมประมง, 42 น.
- อำนวย คงพรหม, กฤษณา ธงศิลา, อุดมสิน อักษรผอบ, นิภา กุลานุกาโร. 2553ข. การประเมินสถานะทรัพยากร
 หมึกกล้วยชนิด *Photololigo chinensis* และ *P. duracelii* ในอ่าวไทย. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมง
 ทะเลฝั่งอันดามัน: ภูเก็ต. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2553. กรมประมง, 53 น.

- Ahmed M., Boonchuwongse P., Dechboon W., Squires D. 2007. Overfishing in the Gulf of Thailand: policy challenges and bioeconomic analysis. *Environment and Development Economics* 12: 145–172.
- Alam, L., Abd Ghaffar, M. and Mokhtar, M.B., 2013. A Study on the Variability of Calorific Values and Their Relationship to the Maturity Stages of Demersal Fish Species. *World Applied Sciences Journal*, 24(7), pp.889-894.
- Beverton, R. J. H, and Holt, S. J. 1966. Manual of methods for fish stock assessment. Part 2. Tables of yield functions. *FAO Fish. Tech, Pap.*, 38: 1 - 67.
- Beverton, R.J.H. and Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agri. Fish. Food G.B. (2 Sea Fish.)*, 19. 533 p.
- Blanchard, F.; Boucher, J. Temporal Variability of Total Biomass in Harvested Communities of Demersal Fishes. *Fish. Res.* 2001, 49 (3), 283-293. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00203-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00203-4).
- Buijse, A.; van Densen, W.; Machiels, M. Characteristics in the Annual Variation of Yield from Professional Fisheries in Freshwater Bodies of the Temperate and the Tropical Zones. In *Catch and Effort Sampling Strategies their Applications in Freshwater Fisheries Management*, Cowx, I.G., Eds.; Fishing News Books: London, 1991, pp. 305-322.
- Caddy, J. F. (1999). Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply?. *Reviews in fish biology and fisheries*, 9, 1-43.
- Caddy, J.F. and Mahon, R. 1995. Reference points for fisheries management. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 347. FAO, Rome. 83 p.
- Chokesanguan B. 1998. Introductions of TEDs in Asoa. Training Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Thailand. 28 p.
- Chokesanguan B., 1985. Basic knowledge of trawl and trawling. Training Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Thailand. 23 p.
- Chotiyaputta, C., Nootmorn, P. and Jirapunpipat, K., 2002. Review of cephalopod fishery production and long-term changes in fish communities in the Gulf of Thailand. *Bulletin of marine science*, 71(1), pp.223-238.

- Christensen, V, C.J. Walters and D. Pauly. 2005. *Ecopath with Ecosim: a User's Guide*. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver. November 2005 edition, 154 p.
- Conti, L., Grenouillet, G., Lek, S. & Scardi, M. (2012). Long-term changes and recurrent patterns in fisheries landings from Large Marine Ecosystems (1950–2004). *Fisheries Research*, 119–120, 1–12.
- Cook, Robin M. and Heath, Michael R. (2018) Population trends of bycatch species reflect improving status of target species. *Fish and Fisheries* 19: 455-470.
- Derrick B, Noranarttragoon P, Zeller D, Teh LCL and Pauly D (2017) Thailand's Missing Marine Fisheries Catch (1950–2014). *Front. Mar. Sci.* 4:402. doi: 10.3389/fmars.2017.00402
- Ding, Q.; Shan, X.; Jin, X.; Gorfine, H. A Multidimensional Analysis of Marine Capture Fisheries in China's Coastal Provinces. *Fish Sci.* 2021, 87, 297-309.
- Dureuil, M.; Boerder, K.; Burnett, K. A.; Froese, R.; Worm, B. Elevated Trawling inside Protected Areas Undermines Conservation Outcomes in a Global Fishing Hot Spot. *Science* 2018, 362 (6421), 1403-1407. doi: 10.1126/science.aau0561.
- FAO. 2014. APFIC/FAO Regional Expert Workshop on "Regional guidelines for the management of tropical trawl fisheries in Asia". Phuket, Thailand, 30 September–4 October 2013. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2014/01, 91 pp.
- FAO. 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. FAO, Rome. 266 p.
- Freire, K. M. F.; Almeida, Z. d. S. d.; Amador, J. R. E. T.; Aragão, J. A.; Araújo, A. R. d. R.; Ávila-da-Silva, A. O.; Bentes, B.; Carneiro, M. H.; Chiquieri, J.; Fernandes, C. A. F.; Figueiredo, M. B.; Hostim-Silva, M.; Jimenez, E. A.; Keunecke, K. A.; Lopes, P. F. M.; Mendonca, J. T.; Musiello-Fernandes, J.; Olvavo, G.; Primitivo, C.; Rotundo, M. M.; Santana, R. F.; Sant'Ana, R.; Scheidt, G.; da Silva, L. M. A.; Trindade-Santos, I.; Velasco, G.; Vianna, M. Reconstruction of Marine Commercial Landings for the Brazilian Industrial and Artisanal Fisheries From 1950 to 2015. *Front. Mar. Sci.* 2021, 8, 1-16.
- Froese, R., & Kesner-Reyes, K. (2002). Impact of Fishing on the Abundance of Marine Species. *ICES Journal of Marine Science*, 59(5), 761-767.

- Funge-Smith, S., Lindebo, E., and Staples, D. (2005). Asian fisheries today: The production and use of low value/trash fish from marine fisheries in the Asia-Pacific region,” in RAP Publication 2005/16 (Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific), 38.
- Gayanilo, F. C.; Sparre, P.; Pauly, D., 2002: The FAO-ICLARM stock assessment tools II (FiSAT II Ver. 1.0). FAO, Rome, pp. 124.
- Gayanilo, F.C., Pauly, D., 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). Reference Manual. FAO, Rome
- Haque, A. B.; Cavanagh, R. D.; Seddon, N. Evaluating Artisanal Fishing of Globally Threatened Sharks and Rays in the Bay of Bengal, Bangladesh. *PloS one* 2021, 16 (9), e0256146.
- Heileman, S., and Chuenpagdee, R., 2008. VIII-11 Gulf of Thailand LME. In: Sherman, K., Hempel, G. (Eds.), *The UNEP Large Marine Ecosystems: A Perspective on Changing Conditions in LMEs of the World's Regional Seas*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, pp. 255–267.
- Hewitt, D.A., Lambert, D.M., Hoenig, J.M., Lipcius, R.N., Bunnell, D.B. and Miller, T.J., 2007. Direct and indirect estimates of natural mortality for Chesapeake Bay blue crab. *Transactions of the American Fisheries Society*, 136(4), pp.1030-1040.
- Hilborn, R., & Walters, C. J. (1992). Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics, and Uncertainty. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2(2), 177-178.
- Hilborn, R.; Amoroso, R. O.; Anderson, C. M.; Baum, J. K.; Branch, T. A.; Costello, C.; de Moor, C. L.; Faraj, A.; Hively, D.; Jensen, O. P.; Kurota, H.; Little, L. R.; Mace, P.; McClanahan, T.; Melnychuk, M. C.; Minto, C.; Osio, G. C.; Parma, A. M.; Pons, M.; Segurado, S.; Szuwalski, C. S.; Wilson, J. R.; Ye, Y. 2020. Effective Fisheries Management Instrumental in Improving Fish Stock Status. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 117 (4), 2218-2224.
- Hobday, A.J., Smith, A.D.M., Stobutzki, I.C., Bulman, C., Daley, R., Dambacher, J.M., Deng, R.A., Dowdney, J., Fuller, M., Furlani, D., Griffiths, S.P., Johnson, D., Kenyon, R., Knuckey, I.A., Ling, S.D., Pitcher, R., Sainsbury, K.J., Sporcic, M., Smith, T., Turnbull, C., Walker, T.I., Wayte, S.E., Webb, H., Williams, A., Wise, B.S. & Zhou, S. 2011. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108, 372–384.

- Hoenig, J. M. (1987). Estimation of growth and mortality parameters for use in length-structured stock production models. In Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings (Vol. 13, No. 468, pp. 121-128).
- Hordyk, A.R., Ono, K., Prince, J.D. and Walters, C.J., 2016. A simple length-structured model based on life history ratios and incorporating size-dependent selectivity: application to spawning potential ratios for data-poor stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 73(12), pp.1787-1799.
- Jin, Y., Li, N., Chen, X., Liu, B., & Li, J. (2019). Comparative age and growth of *Uroteuthis chinensis* and *Uroteuthis edulis* from China Seas based on statolith. *Aquaculture and Fisheries*, 4(4), 166-172.
- Kaewnern, M., and Wangvoralak, S. (2004). Overview of Status and Trend of “Trash Fish“ from Marine Fisheries and their Utilization, with Special Reference to Aquaculture: Thailand. Bangkok: Report to FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Kell, L. T. (2011). A standardised way of presenting species group executive summaries. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 66(5), 2213-2228.
- Kleisner, K., & Pauly, D. (2011). The Marine Trophic Index (MTI), the Fishing In Balance (FIB) Index. *Fisheries Centre Research Reports*, 19, 41.
- Lester, R. J. G., & Watson, R. A. (1985). Growth, mortality, parasitism, and potential yields of two *Priacanthus* species in the South China Sea. *Journal of fish biology*, 27(3), 307-318.
- Mace, P., Sissenwine, M., 1993. How much spawning is enough? In: Smith, S.J., Hunt, J.J., Rivard, D. (Eds.), *Risk Evaluation and Biological Reference Points for Fisheries Management*. In: *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, vol. 120, pp. 101–118.
- Method, R. D., & Wetzel, C. R. (2013). Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research*, 142, 86-99.
- Munro, J. L., & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, 1(1), 5-6.
- Noranarttragoon P., Koolkalaya S., Thitipongtrakul W., Avakul P., Phoonsawat R. and Jutagate, T. 2023Trawl Fisheries in the Gulf of Thailand: Vulnerability Assessment and Trend Analysis of the Fish Landings. *Fishes*, 8, 177. <https://doi.org/10.3390/fishes8040177>

- Pattarapongpan, S., Arnupapboon, S., Ali, A. and Matsuishi, T.F., 2021. Yield per Recruit and Spawning per Recruit of Brownbanded Bamboo Shark, *Chiloscyllium punctatum* in Southeast Asia. *Journal of Fisheries and Environment*, 45(3), pp.14-27.
- Paul, M., Pradit, S., Hajisamae, S., Perngmak, P. and Hoque, S., 2016. Size and growth variation at maturity of six Nemipterus species in the South China Sea. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 59(11), pp.156-164.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES journal of Marine Science*, 39(2), 175-192.
- Prince, J., Creech, S., Madduppa, H., & Hordyk, A. (2020). Length based assessment of spawning potential ratio in data-poor fisheries for blue swimming crab (*Portunus* spp.) in Sri Lanka and Indonesia: Implications for sustainable management. *Regional Studies in Marine Science*, 36, 101309.
- Quinn, T. J., and R. B. Deriso. 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, Inc., New York.
- R Core Team, 2023. R: A language and environment for statistical computing.
- Rosenberg, A. A., Fogarty, M. J., Cooper, A. B., Dickey-Collas, M., Fulton, E. A., Gutiérrez, N. L. & Ye, Y. (2014). Developing new approaches to global stock status assessment and fishery production potential of the seas. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*, (1086), 0_1.
- Russo, T., Carpentieri, P., Fiorentino, F., Arneri, E., Scardi, M., Cioffi, A., & Cataudella, S. (2016). Modeling landings profiles of fishing vessels: An application of Self-Organizing Maps to VMS and logbook data. *Fisheries Research*, 181, 34-47.
- Sajikumar, K. K., Sasikumar, G., Jayasankar, J., Bharti, V., Venkatesan, V., Joy, K. J., ... & Mohamed, K. S. (2022). Dynamics of growth and spawning in the Indian squid *Uroteuthis duvaucelii* (Cephalopoda: Loliginidae) from the tropical Arabian Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 52, 102324.
- Sakai, T., Yoneda, M., Shiraishi, T., Tokimura, M., Horikawa, H. and Matsuyama, M., 2009. Age and growth of the lizardfish *Saurida elongata* from the Tsushima/Korea Strait. *Fisheries science*, 75, pp.895-902.

- SDG Move team 2016 Goal 14: Life Below Water <https://www.sdgmovement.com/2016/10/07/goal-14-life-below-water/>
- Smith, A., A. Hobday, H. Webb, R. Daley, S. Wayte, C. Bulman, J. Dowdney, A. Williams, M. Sporcic, J. Dambacher, M. Fuller, D. Furlani, T. Walker. (2007) Ecological Risk Assessment for the Effects of Fishing: Final Report. R04/1072 for the Australian Fisheries Management Authority, Canberra.
- Sukramongkol N., Tsuchiya K., Segawa S. Age and maturation of *Loligo duvauceli* and *L. chinensis* from Andaman Sea of Thailand *Revi. Fish. Biol. Fish.*, 17 (2007), pp. 237-246
- Supongpan M., Natsukari Y. Age and Growth Determination using Statoliths Increments of *Loligo Duvauceli* in the Gulf of Thailand: Technical Paper, 9/1996 Bangkok Marine Fisheries Development, Bangkok Thailand (1996), pp. 1-14
- Supongpan, M. and Boonchuwong, P. 2010. Bycatch management in trawl fisheries in the Gulf of Thailand. 880 Thailand National Report. FAO-GEF REBYC-II CTI Project, 108 p. <http://www.rebyc-cti.org/>
- Suuronen, P., Pitcher, C.R., McConnaughey, R.A., Kaiser, M.J., Hiddink, J.G. and Hilborn, R., 2020. A path to a sustainable trawl fishery in Southeast Asia. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 28(4), pp.499-517.
- Tanimoto, M., Fox, A. R., O'Neill, M. F., & Langstreth, J. (2021). Stock assessment of Australian east coast Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*).
- Theparoonrat Y. 2022. Multi species fisheries assessment report. MarinTrust, London. 70 p.
- Thompson, W.F. & Bell F.H. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. Report Internal Fisheries (Pacific Halibut) Commission 8: 49.
- von Bertalanffy, L. (1937). Biologische Gesetzlichkeit im Lichte der organismischen Auffassung. *Travaux du IXe Congrès International de Philosophie*, 7, 158-164.
- Wetherall, J. A. (1986). A new method for estimating growth and mortality parameters from length frequency data. *Fishbyte*, 4(1), 12-14.