การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคเหนือของไทย
: การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว

AQUADAPT

www.aquadapt.org

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรายงานนี้

น้ำท่วม

ฝนตกหนัก

การเลี้ยงปลาในบ่อดิน

แห้งแล้ง

ฟ้าปิด

การเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำ

คลื่นความร้อน

การเลี้ยงปลาในกระชังในอ่างเก็บน้ำ

อากาศหนาวจัด

โรงเพาะพันธุ์ปลา

การเขียนอ้างอิงสำหรับเอกสาร

หลุยส์ เลอเบล, ชนกันต์ จิตมนัส (บ.ก.) 2558. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคเหนือของไทย : การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกในการปรับตัว. โครงการอควาแคป. หน่วยวิจัยสังคมและสิ่งแวดล้อม, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาวัยเชียงใหม่.

รายชื่อคณะผู้เขียนผลงาน

หลุยส์ เลอเบล (USER, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ชนกันต์ จิตมนัส (มหาวิทยาลัยแม่โจ้)

สัณฐิตา กาญจนพันธุ์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

มาโนช โพธาภรณ์ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

นิวุฒิ หวังชัย (มหาวิทยาลัยแม่โจ้)

อนุวัติ อุปนันไชย (กรมประมง)

พิมพกานต์ เลอเบล (USER, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่)

ชูสิทธิ์ อภิรัมณีกุล (สถาบันสิ่งแวดล้อมสต็อคโฮล์ม)

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานนี้ได้รับการสนับสนุนทุนดำเนินงานจากศูนย์พัฒนางานวิจัยนานาชาติไอดีอาร์ซี (International Development Research Centre) เมืองออตตาวา ประเทศแคนาดา เพื่อดำเนินโครงการ AQUADAPT ขอขอบพระคุณผู้ช่วยวิจัย ภาคสนามทุกๆ ท่าน นักศึกษา เจ้าหน้าที่ภาครัฐและภาคเอกชน เกษตรกร ที่ช่วยเหลืองานด้านการสำรวจพื้นที่ งานประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะและการประเมินกิจกรรมการดำเนินงาน

สารบัญ

1 **บทสรุปผู้บริหาร** 1

บทสรุปโดยย่อของรายงานประเมินทั้งหมด

2 **การประเมินโครงการ** 3

ความสำคัญ จุดประสงค์ หลักการพื้นฐานและกระบวนการสำหรับการประเมินโครงการ

3 **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด** 5

แนวโน้ม ผลผลิตและความต้องการบริโภคสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

4 **สภาพภูมิอากาศ** 7

ฤดูกาล ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในแต่ละปี และการพยากรณ์สภาพอากาศในอนาคตในเขตภาคเหนือของไทย

5 **ความเสี่ยงและความเปราะบาง** 9

กลไกของผลกระทบ ความเสี่ยงและความเปราะบางของระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต่างกันในสภาพอากาศปัจจุบันและอนาคต

6 **การจัดความเสี่ยง** 19

การบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศในสถานที่และเวลาที่แตกต่างกัน

7 **ความยืดหยุ่นระดับครัวเรือน** 25

ทรัพย์สิน วิถีชีวิต ความสัมพันธ์ในสังคมและผลประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

8 **การปรับตัว** 27

การวิเคราะห์ความมุ่งมั่นในการสร้างกลยุทธ์การปรับตัวภายใต้เหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

9 **การพัฒนานโยบายและแนวทางปฏิบัติ** 33

นำผลที่ได้จากกิจกรรมการประเมินไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบาย แนวทางปฏิบัติและการต่อยอดงานวิจัย

10 **แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม** 35

1 บทสรุปผู้บริหาร

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาเขตภาคเหนือของไทยต้องเผชิญกับปัญหาความแปรปรวนจากสภาพอากาศ ซึ่งมีความรุนแรงมากขึ้นและจะเกิดบ่อยขึ้นในอนาคต รายงานนี้เป็นการประเมินความคิดเห็นและวิธีปฏิบัติต่อความเสี่ยงอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนของสภาพอากาศที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในเขตภาคเหนือ และมุ่งมั่นในการแสวงหาทางเลือกในการปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงจากสภาพอากาศ

สภาพอากาศในปัจจุบันและการบริหารจัดการน้ำมีความสำคัญต่อความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศต่อกิจการฟาร์มเลี้ยงปลา

การประเมินนี้ประกอบด้วยงานวิจัยที่บูรณาการจากศาสตร์หลากหลายสาขา การสำรวจพื้นที่ การสัมภาษณ์เกษตรกร เจ้าหน้าที่ภาครัฐและผู้เชี่ยวชาญ การทบทวนวรรณกรรม การจัดประชุมกลุ่ม โดยกิจกรรมทั้งหมดเป็นส่วนหนึ่งของโครงการอควาแดป (AQUADAPT) ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์พัฒนางานวิจัยนานาชาติ (International Development Research Centre, IDRC) ความเสี่ยงจากสภาพอากาศที่สำคัญและมีผลต่อกำไรของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด ได้แก่ ฤดูกาล ระบบหรือรูปแบบการเลี้ยง ทำเลที่ตั้งของฟาร์ม นั่นหมายความว่า ความเสี่ยงจะแตกต่างกันไปในแต่ละฟาร์ม ความเสี่ยง ที่สำคัญของการเลี้ยงปลาในกระชัง คือ กระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวในฤดูน้ำหลากและการไหลเวียนของน้ำน้อยในฤดูแล้ง ส่วนความเสี่ยงหลักๆ สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดิน ได้แก่ น้ำท่วม ภัยแล้งและฝนตกหนัก ความเสี่ยงของการเลี้ยงปลากระชังในอ่างน้ำปิดขนาดใหญ่ คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและท้องฟ้าปิดเป็นเวลานาน อุปสรรคของการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ ได้แก่ อากาศที่ร้อนจัดหรือคลื่นความร้อน อากาศที่หนาวจัด และการขาดแคลนน้ำสะอาด การบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวกับสภาพอากาศจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ การจัดการและกลยุทธ์ในการบริหารความเสี่ยงที่เกษตรกรได้ปฏิบัติกันภายในฟาร์ม ประกอบด้วย การเลือกสถานที่เลี้ยงที่เหมาะสม การปรับความหนาแน่นของปลาที่เลี้ยง การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ ส่วนการบริหารความเสี่ยงระดับชุมชนและลุ่มน้ำ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเตือนภัยของสภาพอากาศ การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านเทคนิคการเลี้ยงปลา ส่วนการจัดการภาครัฐจะเกี่ยวข้องกับการจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้เลี้ยงปลาหากเกิดภัยพิบัติและการกำหนดนโยบายด้านการกำหนดพื้นที่การเลี้ยง มาตรฐานการเลี้ยง มาตรฐานฟาร์มและผลผลิต

จากที่ไม่สามารถคาดการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศในเขตภาคเหนือของไทยให้ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดนโยบายที่เข้มแข็งและยืดหยุ่นได้

การสร้างเสริมความเข้มแข็งในแนวทางจัดการความเสี่ยงสำหรับการเลี้ยงปลาน้ำจืด ประกอบด้วยแผนระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว การจัดการที่สามารถทำได้ทันทีในกรณีที่คาดว่าจะเกิดความเสี่ยง คือ การย้ายกระชัง การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ หรือการจับปลาฉุกเฉิน แผนระยะกลาง คือ การปรับเปลี่ยนการปล่อยปลาลงเลี้ยงเพื่อหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงสูง การกักเก็บน้ำไว้ใช้หน้าแล้ง ส่วนกลยุทธ์ระยะยาว เกษตรกรอาจจะต้องหาแหล่งรายได้อื่นเสริม และการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาสายพันธุ์ปลาที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ การปรับเปลี่ยนเทคนิคการเลี้ยงให้มีความเหมาะสม

นอกจากนี้เกษตรกรยังต้องเผชิญกับความเสี่ยงอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับสภาพอากาศ เช่น อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่สูง ราคาอาหารปลาที่สูงขึ้น ราคาและปริมาณความต้องการปลาลดลง การบริหารจัดการความเสี่ยงเหล่านี้อาจจะต้องทำไปพร้อม ๆ กับการจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ โดยการจัดการความเสี่ยงเกี่ยวกับสภาพอากาศจะต้องไม่ก่อให้เกิดผลเสียหรือทำให้เกิดความเสี่ยงด้านอื่นๆ เพิ่มมากขึ้น การคาดการณ์สภาพอากาศอนาคตในภาคเหนือของไทยให้ถูกต้องนั้นทำได้ยาก ระดับความคลาดเคลื่อนสูงจะมีความสำคัญมากที่จะผลักดันให้สร้างมาตรการเพื่อให้เกษตรกรมีความสามารถในการปรับตัวอย่างเข้มแข็งและยืดหยุ่นได้ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น ภาพจำลองเหตุการณ์ด้านสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคตที่สร้างขึ้นมา 4 แบบ ถูกนำมาใช้ในกิจกรรมการประเมิน เพื่อช่วยให้เข้าใจผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบการเลี้ยงปลา ปริมาณฝนเป็นตัวแปรหนึ่งในการกำหนดภาพอนาคตซึ่งอาจจะมีปริมาณฝนเพิ่มมากขึ้น ปริมาณฝนลดลง ทำให้แห้งแล้งกว่าเดิม หากเกิดความแตกต่างของ

ฤดูกาลมากขึ้น ฝนจะตกเยอะในช่วงหน้าฝนและลดลงมากในช่วงหน้าแล้ง ในทางตรงกันข้ามความแตกต่างของฤดูกาลน้อยลง ฝนจะตกน้อยลงในหน้าฝนแต่อาจจะมีฝนบ้างในช่วงหน้าร้อน

มีการใช้ภาพจำลองสภาพอากาศทั้งสี่แบบร่วมกับสมมุติฐานเกี่ยวกับความต้องการน้ำและความต้องการอื่น ๆ ในการเลี้ยงปลา แล้วกำหนดยุทธศาสตร์ในการปรับตัวระยะยาวได้ทั้งหมด 16 กลยุทธ์ ผลประโยชน์หรือข้อดีของการนำกลยุทธ์มาใช้ เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ การสร้างเขื่อน ฝายหรือพนังกั้นน้ำ ระบบประกันภัย การพัฒนาระบบเตือนภัย แม้ว่า จะไม่ใช่เป็นคำตอบหรือการป้องกันแก้ไขที่ดีที่สุด แต่ก็ช่วยบรรเทาความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้บ้าง อย่างไรก็ตามกลยุทธ์ต่าง ๆ ควรมีการใช้แบบผสมผสานเพื่อทำให้การปรับตัวของการเลี้ยงสัตว์น้ำในสภาพอากาศไม่แน่นอนเกิดผลดีและยืดหยุ่นได้

จากการตรวจสอบนโยบายรัฐบาลด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่าไม่มีนโยบายใดที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเลย แต่บางนโยบายมีการพูดถึงความสำคัญของสภาพอากาศต่อน้ำท่วม ภัยแล้งและคุณภาพน้ำในปัจจุบัน ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอาจจะมีผลทำให้นโยบายของภาครัฐไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำส่วนผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศไปใช้ในการกำหนดนโยบายด้วย

ผลที่ได้จากการประเมินสามารถนำไปสู่การกำหนดนโยบาย สร้างแนวทางปฏิบัติที่ดีและการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ซึ่งสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้ สำหรับส่วนงานนโยบายและแผน ได้แก่ (1) เสริมสร้างความเข้มแข็งในการบริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศ (2) ปรับเปลี่ยนนโยบายการพัฒนาแผนและยุทธศาสตร์ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ (3) เพิ่มการเฝ้าระวังและให้ความสำคัญเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำที่มีผลต่อภาคการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (4) กระตุ้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการบริหารจัดการที่ดีระหว่างผู้เลี้ยงปลาด้วยกัน (5) ทำงานร่วมกันระหว่างบริษัทเอกชนและเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางในการจัดการความเสี่ยง (6) การจัดตั้งและผลักดันนโยบายการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงปลา (7) สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีที่ช่วยในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และ (8) ร่างกลยุทธ์ด้านการบริหารจัดการน้ำสำหรับการเลี้ยงปลาในสภาวะอากาศปัจจุบันและอนาคต

สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา (1) ต้องวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงจากสภาพอากาศให้เป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนทางธุรกิจ (2) ลงทุนอย่างเหมาะสมในการจัดหาเครื่องมือ เทคโนโลยีหรือวิธีการเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น (3) ตรวจสอบนวัตกรรมด้านเทคนิคการเลี้ยงปลาเพื่อสร้างโอกาสในการปรับตัวหรือสร้างความยืดหยุ่น (4) พัฒนาเครือข่ายและเสริมสร้างความเข้มแข็งของสมาคมหรือชมรมผู้เลี้ยงปลา เพื่อเพิ่มอำนาจการต่อรองเรื่องต่าง ๆ โดยเฉพาะการบริหารจัดการน้ำ

ประเด็นสำคัญเพื่อศึกษาเพิ่มเติม สำหรับนักวิจัย ได้แก่ (1) สร้างและจัดหาเครื่องมือ วิธีการหรือนวัตกรรมด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา (2) การปรับระบบนิเวศน์ให้เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดินและในแม่น้ำ (3) กลยุทธ์ระยะยาวในการปรับตัวเพื่อเลี้ยงสัตว์น้ำในโลกที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น 4 องศาเซลเซียส (a +4 ºC world) (4) การสนับสนุนส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้ชุมชนเข้มแข็งและปรับตัวได้ (5) การปรับตัวด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ความเสี่ยงอันเนื่องมาจากสภาพอากาศมีความสำคัญต่อการเลี้ยงปลา อาจส่งผลทำให้เกษตรกรบางรายไม่สามารถทำธุรกิจต่อไปได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการบริหารที่ดีทั้งระยะสั้นและระยะยาว อาจจะช่วยเสริมความเข้มแข็ง ปรับตัวและลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

2 การประเมิน

2.1 ความสำคัญ

วันนี้ความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศต่อการเลี้ยงปลามีความสำคัญมาก และจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและความต้องการน้ำที่มากขึ้น

สัตว์น้ำที่เราบริโภคในปัจจุบันประมาณครึ่งหนึ่งของมาจากการเพาะเลี้ยง[13] และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความมั่นคงทางอาหาร[60] ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ เป็นแหล่งอาหารที่ดีมีคุณภาพและก่อให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจในเขตร้อนและร้อนชื้นของเอเชีย[22] การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยให้ผลผลิตสูงถึง 40 – 50% ของผลผลิตสัตว์น้ำทั้งหมด[10, 18, 22] จึงมีการกำหนดนโยบายและสร้างโครงการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาฟาร์มสัตว์น้ำ อันที่จะนำไปสู่การพัฒนาความมั่นคงทางอาหารและคุณภาพชีวิตของคนไทยในชนบท[21, 50,1]

สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง ภัยธรรมชาติที่รุนแรง เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง ส่งผลเสียและสร้างความเสียหายต่อผลผลิตและผลกำไร ความรู้เกี่ยวกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างไรนั้นยังมีจำกัด อย่างไรก็ตาม มีการตระหนักถึงความท้าทายในการปรับตัวโดยเฉพาะความยุ่งยากในการบริหารจัดการน้ำให้เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มมากขึ้นในฤดูแล้ง ขณะเดียวกันก็ต้องบริหารเพื่อช่วยป้องกันภัยพิบัติจากอุทกภัยในหน้าฝน

พื้นที่ในการประเมินจะเน้นที่ภาคเหนือของไทย เนื่องจากสภาพพื้นที่มีฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทั้งเย็นสบายแห้งแล้ง สภาพอากาศที่ร้อนขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวันเพิ่มสูงขึ้นและฝนตกหนักมากขึ้น รวมทั้งมีการบริหารจัดการลุ่มน้ำของแม่น้ำหลัก (ภาพ 1) ซึ่งจะมีการเมืองมาเกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่า การบริหารจัดการน้ำบริเวณนี้ มีส่วนสำคัญทางเศรษฐกิจต่อนโยบายการป้องกันน้ำท่วมและภัยแล้งในประเทศไทย เกษตรกรในภาคเหนือจะเลี้ยงปลานิลเป็นหลัก และมีการเลี้ยงปลาชนิดอื่น ๆ ด้วยทั้งในบ่อดิน ในกระชังในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ

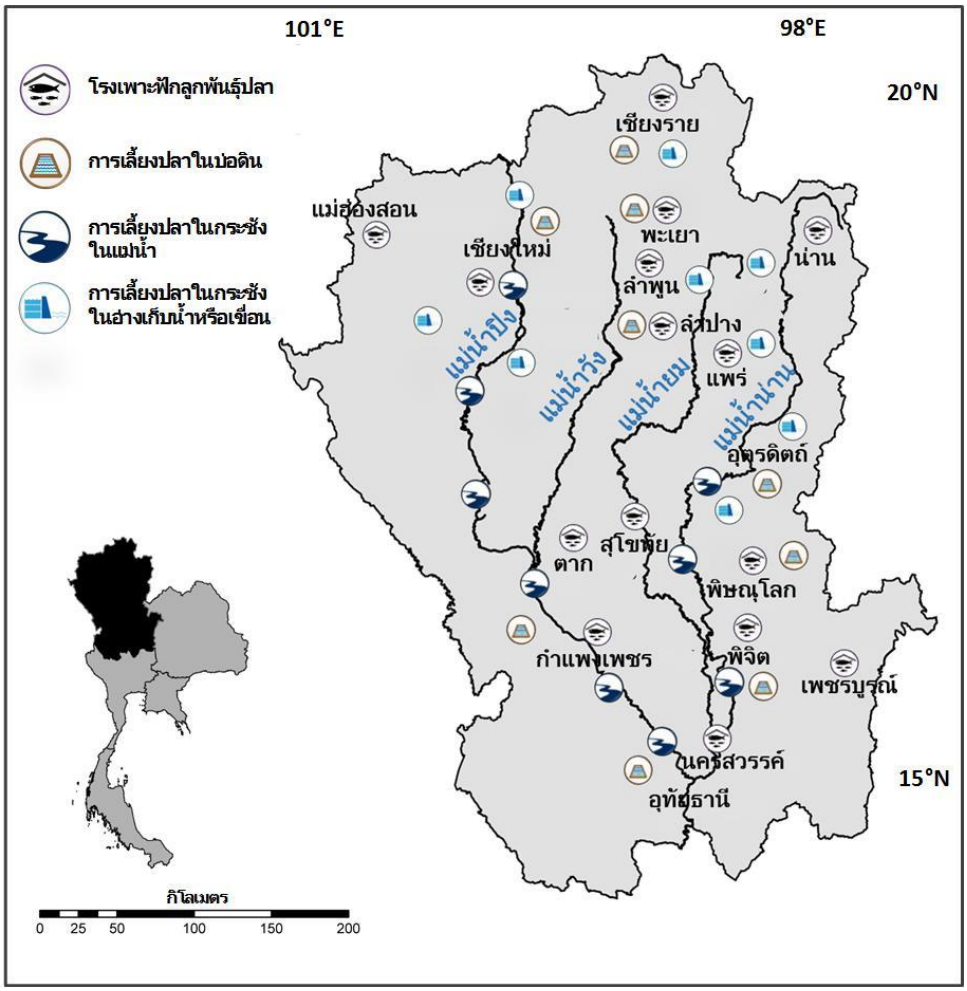
2.2 ขอบเขตและจุดประสงค์ของการประเมิน

เป้าหมายหลัก:

> ร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในเขตภาคเหนือของไทย และเสาะหาทางเลือกในการปรับตัวที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์เฉพาะ ประกอบด้วย

1. วิเคราะห์ความอ่อนไหว (sensitivity) ความเปราะบาง (vulnerability) และความเสี่ยงอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
2. รวบรวมและเรียบเรียงเอกสารเกี่ยวกับยุทธศาสตร์และวิธีการจัดการความเสี่ยง
3. สร้างภาพจำลองเพื่อค้นหาและเรียนรู้เกี่ยวกับผลที่อาจจะเกิดขึ้นกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและทรัพยากรน้ำ อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต
4. ประเมินความเข้มแข็งของทางเลือกในการปรับตัวที่สามารถปฏิบัติได้จริงในสภาพปัจจุบัน
5. เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงการจัดการความเสี่ยง การกำหนดนโยบายด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและแผนการลงทุนที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ



ภาพ 1
แผนที่แสดงพื้นที่ที่ใช้ศึกษาการประเมินการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในจังหวัดต่าง ๆ ภาคเหนือของไทย

2.3 กระบวนการ

กระบวนการประเมินประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ

กระบวนการประเมินเป็นการตรวจสอบองค์ประกอบด้านกายภาพ นิเวศวิทยาและสังคม โดยการมีส่วนร่วมจากกลุ่มที่ปรึกษาและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ขั้นตอนแรก รวบรวมผลการศึกษาจากการลงพื้นที่ การสัมภาษณ์และวิจัยในโครงการอควาแดปเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ ซึ่งการศึกษาประกอบด้วยการสำรวจการรับรู้ความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนไป การจัดการบ่อเลี้ยงปลาและกระชัง (ภาพ 1) การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงปลาทั้งสามรูปแบบในพื้นที่ศึกษาแตกต่างกันตลอดทั้งปี การสัมภาษณ์เชิงลึกเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา ชุมชน ผู้จัดการ โรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำและผู้เกี่ยวข้องในวงจรธุรกิจตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำและปลายน้ำ การสร้างเกมโมเดลหรือแบบจำลองสถานการณ์การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับระบบนิเวศน์ในบ่อความสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำสาขาซึ่งเป็นการเชื่อมโยงให้เห็นภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 จะดำเนินงานควบคู่ไปกับงานวิจัย ประกอบด้วยการจัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นระดับชุมชนในหัวข้อที่แตกต่างกันไปตามความสนใจของเกษตรกร รวมทั้งการรวบรวมความคิดเห็น มุมมองและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญในการประชุมกลุ่มที่ปรึกษา[4-7]

ขั้นตอนที่ 3 คัดเลือกนโยบาย แผนและยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการประมงและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การจัดการน้ำ การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่มีอยู่ มาประเมินความเหมาะสม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้ที่มีส่วนในการรับผิดชอบหรือผู้เชี่ยวชาญในภาครัฐและภาคเอกชน

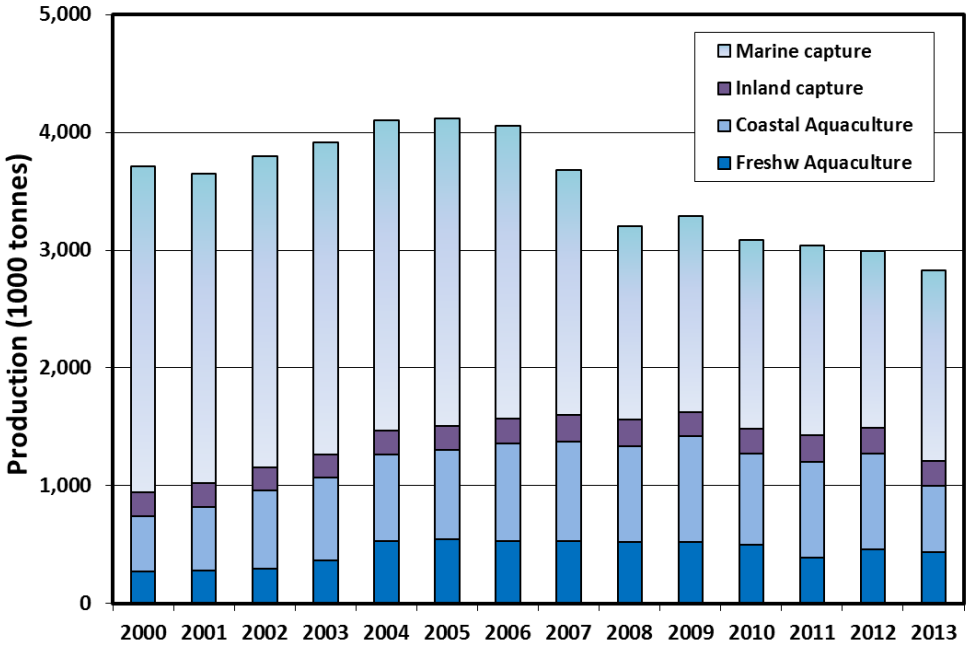
3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

3.1 แนวโน้มผลผลิตสัตว์น้ำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความสำคัญคือเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณภาพ ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ การจ้างงาน การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมสำหรับคนไทย[1, 62, 63, 69] รายได้จากการขายผลผลิตสัตว์น้ำ การทำงานในฟาร์มและโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำทำให้ประชาชนมีฐานะการเงินที่ดีขึ้น[22] ผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีค่าต่ำกว่า 20% ของผลผลิตสัตว์น้ำทั้งหมดในปี 2543 และได้เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 43% ในปี 2552 แต่ในปี 2556 ได้ลดลงเหลือ 35%

ภาพ 2

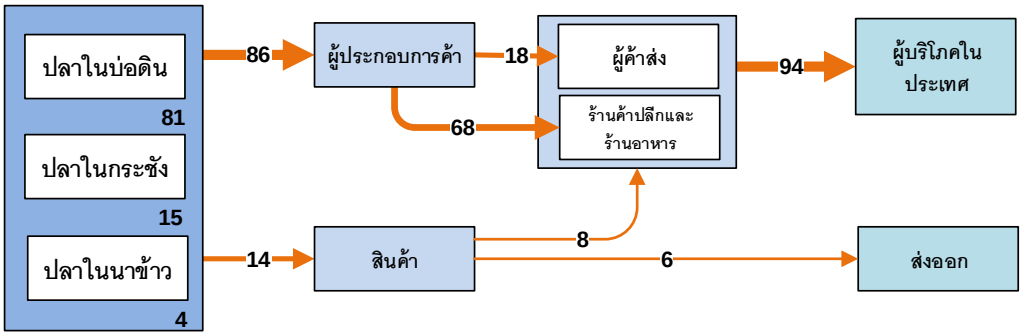
ผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการจับและการเพาะเลี้ยงของไทย ในปี 2543 - 2556[16]



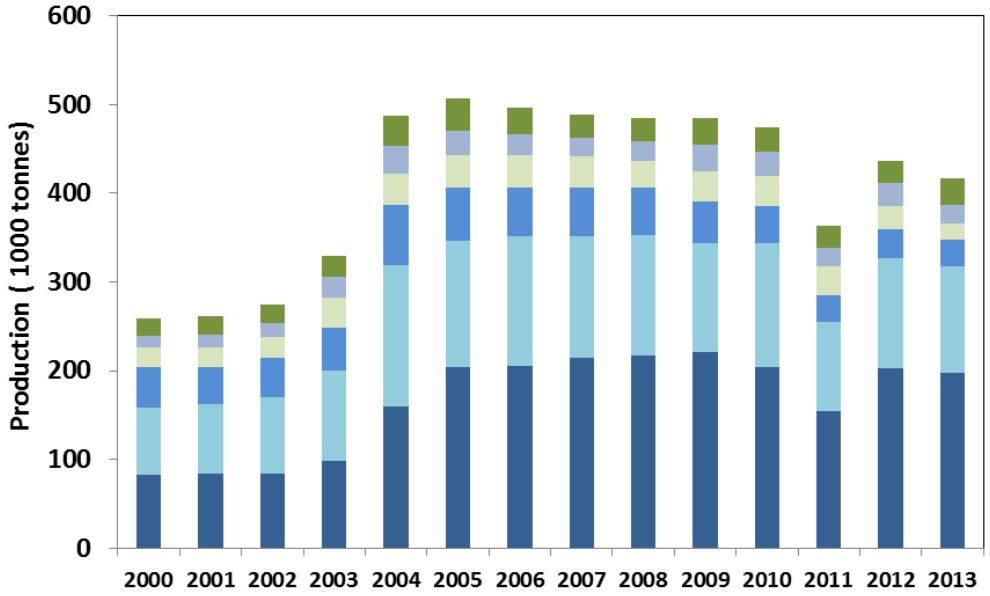
การบริโภคสัตว์น้ำจืดและสัตว์น้ำทะเลแตกต่างกัน อาหารทะเลมักจะอยู่ในรูปแช่แข็งหรือบรรจุกระป๋อง เศษปลาหรือปลาเป็ดจะนำมาทำอาหารสัตว์ แต่ส่วนใหญ่ปลาน้ำจืดผู้บริโภคต้องการปลาสด ๆ หรือมีชีวิต ปัจจุบันการบริโภคสัตว์น้ำของไทยอยู่ในระดับสูง (30 กิโลกรัมต่อคนต่อปี) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีการบริโภคปลาน้ำจืดเพียงหนึ่งในสาม[1] ผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงของไทยสูงถึง 44% ของสัตว์น้ำที่เราบริโภค ในปี 2552 ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีการเพาะเลี้ยงสูงที่สุดและส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ (ภาพ 3, ภาพ 4)

ภาพ 3

ผลผลิตปลานิลในห่วงโซ่ คุณค่า จำนวนตัวเลขในลูกศร คือค่าประมาณการร้อยละของผลผลิตปลานิลทั้งหมดในปี 2552 คือ 221,043 ตัน



การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมีจำนวนมากในประเทศไทย ผลผลิตของสัตว์น้ำเศรษฐกิจได้แสดงในตารางที่ 1 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในฟาร์มขนาดเล็ก มักจะเป็นปลากินพืชและปลากินทั้งพืชและสัตว์ เช่น ปลาไน ปลาตะเพียนขาว ปลาดุกและปลานิล



ภาพ 4

ผลผลิตของสัตว์น้ำจืดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงของไทยระหว่างปี 2000-2013 (หน่วย : พันตัน)[17]

3.2 รูปแบบการเลี้ยง

การเพาะเลี้ยงปลานิลสามารถจำแนกได้ 5 รูปแบบ (ตาราง 1) การเลี้ยงปลาในบ่อดินมีวิธีการที่หลากหลายมากกว่าการเลี้ยงปลาในกระชังซึ่งมักจะเป็นการเลี้ยงเชิงพาณิชย์

ตาราง 1

รูปแบบของการเลี้ยงปลานิลในการศึกษาครั้งนี้ [35, 39, 58]

ลักษณะบ่อ	บ่อดิน			กระชัง	
	ผสมผสาน	เชิงพาณิชย์	ยังชีพ	แม่น้ำ	อ่างน้ำ
อัตราปล่อย (ตัว/ตร.ม)	2-3	2-3	1	100	60
ระยะเวลาในการเลี้ยง (เดือน)	6	6-7	14	4-5	4-5
ลักษณะอาหารที่ให้	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	ผัก เศษอาหาร อาหารเม็ดสำเร็จรูป	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	อาหารเม็ดสำเร็จรูป
การใส่ปุ๋ยคอก	ใช่	-	-	-	-
การเปลี่ยนถ่ายน้ำ	ไม่ค่อยได้เปลี่ยนถ่าย	ประมาณวันละ 10%	ไม่ค่อยได้เปลี่ยนถ่าย	น้ำไหลเวียนตลอดเวลา ยกเว้นในช่วงหน้าแล้ง	มีการไหลเวียนผ่านตาข่ายกระชัง
การจับ	จับพร้อมกัน	จับพร้อมกัน	จับเป็นระยะ ๆ ตามความต้องการ	จับพร้อมกัน	จับพร้อมกัน

4 สภาพภูมิอากาศ

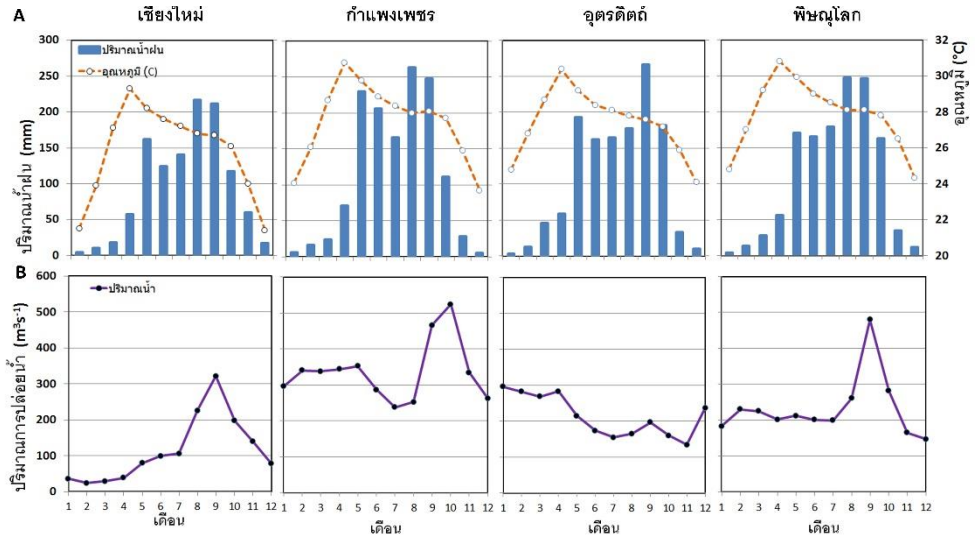
4.1 ฤดูกาลของภาคเหนือของไทย

สภาพอากาศทางภาคเหนือของไทยมีความแตกต่างในแต่ละฤดูกาลสูง (ภาพ 5A) โดยฝนตกชุกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ในขณะที่ไม่มีฝนระหว่างเดือนธันวาคมถึงมีนาคม อุณหภูมิอากาศจะเย็นสบายระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิต่ำสุดพบในจังหวัดเชียงใหม่และบริเวณลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน (ภาพ 5A)

ภาพ 5

สภาพอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนและการไหลของน้ำในแต่ละฤดูกาลบริเวณพื้นที่เลี้ยงปลา ที่ใช้ในการศึกษา

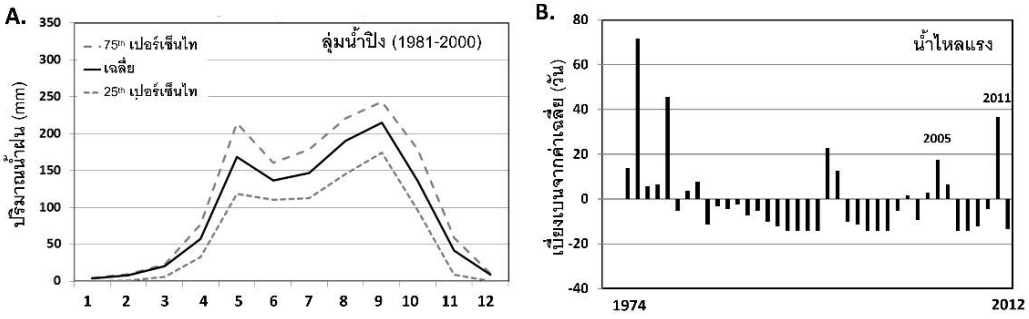
(A) ค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ (B) อัตราไหลของน้ำเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ในแต่ละเดือน[43]



ค่าเฉลี่ยของการไหลของน้ำจะสูงสุดหลังฝนตกหนักและค่อย ๆ ลดลง (ภาพ 5B) การไหลของน้ำบริเวณแม่น้ำปิงตอนบนจะน้อยมากในหน้าแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับเขตอื่น โดยการไหลของน้ำจะสัมพันธ์อย่างมากกับลมพายุและลมมรสุมในฤดูฝน ส่วนการไหลเวียนของน้ำที่น้อยกว่าปกตินั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การสร้างเขื่อน การสร้างระบบชลประทาน ลักษณะของการใช้ที่ดิน[44] หรือการใช้น้ำเพื่อการเกษตร การบริหารจัดการน้ำในหลายพื้นที่จะขึ้นอยู่กับการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ การปิดเปิดประตูน้ำของเหมืองฝายและระบบการชลประทาน ตัวอย่างเช่น การไหลเวียนของน้ำในฤดูฝนเขตจังหวัดอุตรดิตถ์จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในเขื่อนสิริกิติ์และนโยบายการบริหารจัดการน้ำของเขื่อน (ภาพ 5B) ความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนที่ตกเหนือเขื่อนในแต่ละปีและน้ำที่ปล่อยจากเขื่อนลงสู่แม่น้ำมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการน้ำเช่นกัน (ภาพ 6) จากการวิเคราะห์ข้อมูลการไหลของน้ำและสภาพอากาศ 90 ปี ที่ผ่านมาของแม่น้ำปิงตอนบนที่สะพานนวรัตน์ พบว่า การไหลของน้ำไม่ได้เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2464 ในขณะที่การไหลของน้ำต่ำที่สุดและปริมาณน้ำที่ไหลในช่วงหน้าฝนมีแนวโน้มลดลง[44] จากการวิเคราะห์ข้อมูลในรอบ 38 ปี ที่ผ่านมา พบว่า ปริมาณฝนในแต่ละปีลดลง[49]

ภาพ 6

(A) การเปลี่ยนแปลงในปริมาณเฉลี่ยของน้ำฝนในลุ่มน้ำปิง (1991-2010)[61] และ (B) การเปลี่ยนแปลงกระแสน้ำในรอบน้ำ (>200 m^3s^{-1}) ที่สะพานนวรัตน์ (1974-2012)[42]



4.2 สภาพอากาศในอนาคต – แนวโน้มและความไม่แน่นอน

สภาพอากาศอนาคตในภาคเหนือของไทยมีความไม่แน่นอนสูง โดยเฉพาะปริมาณฝน[33] จากการศึกษาเพื่อพยากรณ์สภาพอากาศโดยใช้แบบจำลองสภาพอากาศ การย่อขนาดภาพจำลอง การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและข้อมูลทางสถิติ ให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน[43] และสามารถสร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 4 แบบ ได้แก่ ฝนตกมากขึ้น แห้งแล้งกว่าเดิม ความแตกต่างฤดูกาลมากขึ้น ความแตกต่างฤดูกาลน้อยลง ซึ่งทั้งหมดจะมีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (สภาพอากาศอนาคตในภาคเหนือของไทยมีความไม่แน่นอนสูง โดยเฉพาะปริมาณฝน7) สถานการณ์ฝนตกมากขึ้น หมายถึง ฝนตกเพิ่มขึ้นทั้งในหน้าฝนและหน้าแล้ง ในขณะที่สถานการณ์แห้งแล้งกว่าเดิม ฝนจะลดลงทุกฤดูกาล ความแตกต่างฤดูกาลมากขึ้น หมายถึง ฝนตกเพิ่มมากขึ้นในหน้าฝนแต่ตกน้อยลงในหน้าแล้ง ส่วนความแตกต่างของฤดูกาลน้อยลง หมายถึง ฝนตกน้อยในหน้าฝนแต่ตกเพิ่มขึ้นในหน้าแล้ง กำหนดให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเพิ่มขึ้นในทุกสถานการณ์ แต่ในสภาวะที่มีความแตกต่างของฤดูกาลน้อยนั้นจะไม่เกิดภาวะคลื่นความร้อน จัดว่า เป็นสถานการณ์ปกติ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรง

ความเสี่ยง	สถานการณ์จำลอง			
	ฝนตกมากขึ้น	แห้งแล้งกว่าเดิม	แตกต่างของฤดูกาลมาก	แตกต่างของฤดูกาลน้อย
ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ	↑	↑	↑	↑
ปริมาณฝน	↑	↓	–	–
โอกาสที่จะเกิดน้ำท่วม	↑	↓	↑	↓
โอกาสที่จะเกิดภัยแล้ง	↓	↑	↑	↓
โอกาสที่จะเกิดฟ้าเปิด	↑	↓	↑	–
ฝนตกหนักบ่อยขึ้น	↑	↓	↑	–
ช่วงเวลาที่หนาวเย็น	↓	–	–	↓
ภาวะคลื่นความร้อน	↑	↑	↑	–

ภาพ 7

สถานการณ์จำลองของสภาพอากาศในอนาคตและความเสี่ยงอันเนื่องมาจากน้ำที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทิศทางลูกศรแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ในอดีต[35]

เพื่อให้เข้าใจความแตกต่างที่เป็นไปได้ในแต่ละสถานการณ์จำลอง เราได้วิเคราะห์ข้อมูลในอดีตร่วมกับข้อมูลที่พยากรณ์ร่วมกันเกี่ยวกับอุทกอุตุนิยมวิทยาต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ และสร้างแบบจำลองสภาพอากาศโดยปรับลดขนาดสำหรับพยากรณ์ในปี 2583 - 2602 (2040 – 2059) ภายใต้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 2 รูปแบบ[31, 62] สภาพอากาศที่ฝนตกชุกที่สุดและแห้งแล้งที่สุดจำนวน 9 แบบจำลอง ถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสูงขึ้น 15% เป็นสถานการณ์ที่ฝนตกชุก และปริมาณน้ำฝนที่ลดลง 5% เป็นสถานการณ์ที่แห้งแล้ง แบบจำลองที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคมและมากที่สุดในเดือนตุลาคม (เดือนที่มีการเปลี่ยนฤดูกาลของภาคเหนือ) ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ระดับการเปลี่ยนแปลงของน้ำฝนสำหรับสองเดือนนั้น: -20% จัดเป็นสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลมากขึ้น และ +10% เป็นการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลที่น้อยลง ส่วนสถานการณ์ที่มีความแตกต่างของฤดูกาลมากขึ้นนั้น หมายถึง ความไม่สมดุลย์ของฝนจะมีเดือนที่ฝนตกเยอะขึ้น (มิถุนายน – กันยายน) ในขณะที่ความแตกต่างของฤดูกาลน้อยฝนจะตกในเดือนที่เคยไม่มีฝน (พฤศจิกายน -เมษายน) อุณหภูมิถูกคาดว่าน่าจะเพิ่มขึ้น 1.5 – 2.0 ºC โดยจะมีค่าสูงสุดในเดือนที่ร้อนที่สุดของปี มีการเปลี่ยนแปลงจากเดือนที่ไม่มีฝนเป็นเดือนที่มีอยู่ในหน้าฝน คือ เดือนพฤษภาคม มีรายงานว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนต่อปริมาณน้ำไหลในแม่น้ำจะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลา [49] การลดลงของปริมาณฝน โดยเฉพาะในหน้าฝน ช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน ทำให้ปริมาณน้ำไหลในแม่น้ำปิงลดลง [49, 54] การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลทำให้น้ำไหลเพิ่มขึ้นในหน้าแล้ง โดยเฉพาะเดือนเมษายน แต่จะลดลงในหน้าฝน ซึ่งจะมีปริมาณการไหลสูงสุดในเดือน กันยายน – ตุลาคม [49]

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการคาดคะเนสภาพอากาศในภูมิภาคนำมาใช้กำหนดสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 4 รูปแบบ

5 ความเสี่ยงและความเปราะบาง

5.1 กลไกของผลกระทบจากสภาพอากาศ

สรุปความเป็นไปได้ของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศและความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น ตาราง 2 เป็นการสรุปความเข้าใจความเสี่ยงจากสภาพอากาศต่อผลกำไรของฟาร์มสัตว์น้ำ

ตาราง 2

กลไกของผลกระทบของความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศและความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ความเสี่ยงอันเนื่องจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบที่เกิดขึ้น	ตัวขับเคลื่อนสภาพอากาศหลัก	ความตระหนักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	ปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบ
บ่อดิน				
น้ำล้นบ่อ	ปลาหนีออกจากบ่อ ปลาต่างถิ่นเข้าสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ บ่อและเครื่องมือพังเสียหาย	พายุโซนร้อนพัดผ่าน ทำให้ฝนตกเหนือเขื่อนหรือพื้นที่ใกล้เคียง 3-5 วัน	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้น	ระบบชลประทาน
น้ำท่วมระยะสั้น น้ำท่วมขัง หรือ น้ำหลาก	น้ำเสีย ตะกอนดิน ทำให้ปลาเครียด ปลาตายเป็นโรคง่ายขึ้น	ฝนตกหนัก	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้น	การใช้ที่ดินในพื้นที่ใกล้เคียงและสภาพพื้นที่ลุ่มน้ำด้านบน
น้ำไหลเอื่อย การขาดแคลนน้ำ	คุณภาพน้ำแย่ลง ปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำ ทำให้ปลาเครียดและตายได้	หน้าฝนมาช้ากว่าปกติ	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาที่ต้องเผชิญยาวนานขึ้น	การขาดแคลนน้ำเนื่องจากมีผู้ใช้น้ำร่วมกันหลายราย การสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ
ท้องฟ้ามืดครึ้ม ฟ้าปิด	การสังเคราะห์แสงน้อยลงในช่วงกลางวัน นำไปสู่ปริมาณออกซิเจนในน้ำต่ำมากในตอนกลางคืน อาจจะทำให้ปลาเครียดและตายยกบ่อได้	ความรุนแรงของพายุอาจจะมากขึ้น ยาวนานขึ้น เมฆปกคลุมหรือฟ้ามืดครึ้มนานขึ้น	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาที่ต้องเผชิญยาวนานขึ้น	บ่อที่มีการเพิ่มธาตุอาหารลงในบ่อสูง และ บ่อที่มีการเจริญของแพลงค์ตอนพืชในปริมาณสูง
ภาวะคลื่นความร้อนอุณหภูมิสูงขึ้นมาก	การเจริญรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืชส่งผลต่อคุณภาพน้ำ ความเครียดของปลาที่เกิดจากปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิ	การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล การเข้าสู่ฤดูฝนช้าลง	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้น ความรุนแรงของภาวะคลื่นความร้อนมากขึ้น	บ่อที่มีการเพิ่มธาตุอาหารลงในบ่อสูง และ ไม่มีน้ำเปลี่ยนถ่าย
การเลี้ยงปลากระชังในแม่น้ำ				
น้ำไหลแรงและน้ำท่วม จากปริมาณน้ำในแม่น้ำที่เยอะขึ้น	ตาข่ายและกระชังผิดรูปร่าง ปลาถูกน้ำพัดติดตาข่าย ปลาว่ายน้ำจนอ่อนแรง เศษขยะหรือเศษไม้ทำลายกระชัง	พายุโซนร้อนพัดผ่าน ทำให้ฝนตกเหนือเขื่อน 3 – 5 วัน	ความถี่และความรุนแรงเพิ่มขึ้น	โครงการพื้นฐานพังทะลาย (เช่น เหมือง ฝายพัง)

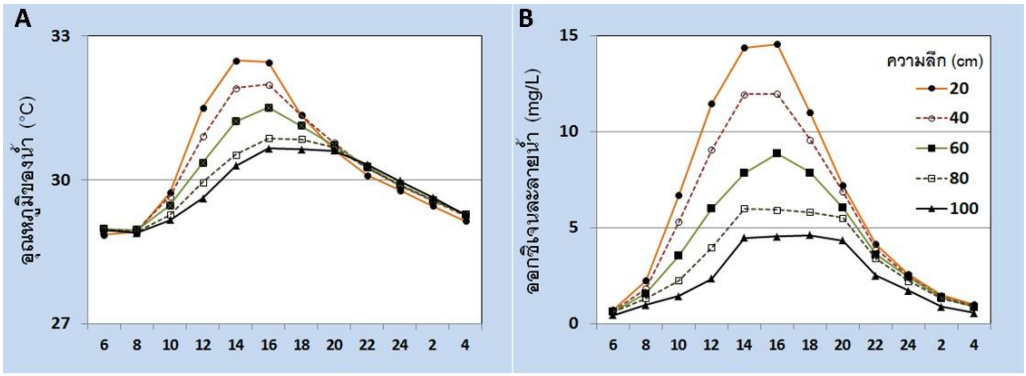
ความเสี่ยงอันเนื่องจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง	ผลกระทบที่เกิดขึ้น	ตัวขับเคลื่อนสภาพอากาศหลัก	ความตระหนักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ	ปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบ
ฝนตกหนักและการชะล้างของน้ำลงสู่แม่น้ำ	น้ำเสีย ตะกอนดิน ทำให้ปลาเครียด ปลาตาย เป็นโรคง่ายขึ้น	ฝนหนักมากขึ้น ฝนแรกหลังจากเว้นช่วงเป็นเวลานาน	ฝนตกถี่ขึ้น	การใช้พื้นที่ในบริเวณลุ่มน้ำและการตั้งบ้านเรือนริมแม่น้ำ
น้ำไหลเอื่อย และ น้ำตื้นเขิน	คุณภาพน้ำแย่ลง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง ลดจำนวนกระชัง ลดความหนาแน่นปลาในกระชัง	ฤดูฝนมาช้ากว่าปกติ (ลมมรสุม)	ความเป็นไปได้เพิ่มสูงขึ้นและระยะเวลาที่ต้องเผชิญยาวนานขึ้น	การกักเก็บน้ำและการใช้ประโยชน์ของน้ำร่วมกันจากหลายภาคส่วน
อ่างเก็บน้ำ				
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำที่รวดเร็ว	การแบ่งชั้นน้ำ น้ำผุด การพลิกตัวของชั้นน้ำหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ทำให้ปลาเจอกับน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ เป็นผลให้ปลาเครียดและตายได้	การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลหนาว หรือฤดูซึ่งไม่มีฝน สภาพการพัดของลม การผสมของชั้นน้ำ หรือน้ำผุด	ความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเพิ่มสูงขึ้น	การบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำที่เกี่ยวข้องกับการผสมของน้ำ
ภัยแล้ง	การเคลื่อนย้ายกระชังไปยังแหล่งเลี้ยงที่มีกระชังจำนวนน้อย หรือแหล่งที่มีคุณภาพน้ำดี การลดจำนวนกระชัง การลดจำนวนปลาต่อกระชัง	ฝนตกน้อยลงในหน้าฝน เข้าหน้าฝนช้าลง	รุนแรงมากขึ้น หรือฤดูแล้งยาวนานขึ้น	การบริหารจัดการน้ำในเขื่อน อันเกี่ยวข้องกับการชลประทานเพื่ออุปโภค บริโภค เพื่อการเกษตร หรือนโยบายป้องกันน้ำท่วม
โรงเพาะพันธุ์ปลา				
ภาวะคลื่นความร้อน	พัฒนาการของลูกปลาที่รวดเร็วเกินไป	อุณหภูมิโดยภาพรวมสูงขึ้นกว่าปกติ	อุณหภูมิอากาศในอนาคตมีแนวโน้มสูงกว่าเดิมมาก	
การขาดแคลนน้ำ	ไม่มีน้ำเปลี่ยนถ่าย ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพน้ำไม่ดี	ฤดูร้อนที่ยาวนาน (ลมมรสุมมาช้ากว่าเดิม)	ปริมาณฝนลดน้อยลง	ความต้องการน้ำเพิ่มสูงขึ้น ต้องแก่งแย่งน้ำกับผู้ใช้น้ำคนอื่น ๆ

5.2 การเลี้ยงปลาในบ่อดิน

5.2.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้น

ปัญหาน้ำท่วม ภัยแล้ง ฟ้าปิดและฝนตกหนักเป็นความเสี่ยงหลักของการเลี้ยงปลาในบ่อดิน[4, 49] อากาศที่เย็นจัดในช่วงหน้าหนาวจะทำให้ปลาโตช้า การขาดแคลนน้ำช่วงหน้าแล้ง ทำให้เกษตรกรไม่มีน้ำในการเปลี่ยนถ่าย เกิดความยุ่งยากในการควบคุมคุณภาพน้ำและความลึกของน้ำในบ่อ [48, 59] รวมทั้งปริมาณแพลงค์ตอนพืชในบ่อเจริญอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดปัญหาการขาดอากาศหรือปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) ต่ำเกินไปในช่วงดึกจนถึงเช้าตรู่ เพราะแพลงค์ตอนพืชและสัตว์น้ำใช้ออกซิเจนจำนวนมากเพื่อหายใจในยามค่ำคืน [32, 58] ปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ต่ำเกินไปจะทำให้ปลาเครียด กินอาหารน้อยลง การเจริญเติบโตลดลง ติดโรคได้ง่ายและปลาตายได้ [58]

การแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำที่เกิดตามด้วยการพลิกตัวของน้ำอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้ปลาเจอกับน้ำด้านล่างที่มีออกซิเจนน้อยหรือไม่มีออกซิเจนเลยยกตัวขึ้นมา เป็นผลให้ปลาตายจำนวนมาก (ภาพ 8)[57] ปลาที่เลี้ยงในบ่อที่มีสารอาหารสูงจะมีความเสี่ยงสูง หากช่วงที่ฟ้าปิด หรือท้องฟ้ามืดครึ้มเป็นเวลานาน ความสามารถในการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืชในบ่อลดลง ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจนได้ [58] การแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำจะเกิดช่วง 14:00 – 16:00 น. ในแต่ละวัน เมื่อความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำและอุณหภูมิของน้ำในระดับที่ต่ำกว่าต่างกัน 1.3 – 4.0 ºC [58] การผสมกันของชั้นอุณหภูมิน้ำในช่วงหน้าร้อนและหน้าหนาวมักเกิดขึ้นตอนดึก ขณะที่ในฤดูฝนการผสมของชั้นน้ำจะเกิดในช่วงบ่ายที่อุณหภูมิเย็นลงจากน้ำฝน



ภาพ 8 (A) การแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำ (B) ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อที่มีสารอาหารสูง ในรอบ 24 ชั่วโมง

การสร้างแบบจำลองลักษณะชีวกายภาพในบ่อเลี้ยงปลาจากข้อมูลการเลี้ยงปลาในเขตภาคเหนือของไทย พบว่า การแบ่งชั้นอุณหภูมิของน้ำ เกิดจากความเข้มของแสง ความขุ่นและอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศมีผลต่อการแบ่งชั้นน้ำมากกว่าความแตกต่างของอุณหภูมิในรอบวัน ความเสี่ยงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบมากขึ้นเมื่อความเข้มแสงลดลงและความขุ่นในน้ำมากขึ้น แต่จะลดลงหากมีลมพัดให้เกิดการผสมของน้ำ[56] ผู้บริโภคไม่ชอบปลาที่มีกลิ่นโคลน ปลาที่เลี้ยงในบ่อที่มีสารอาหารสูงและมีสาหร่ายสีเขียวเจริญมากเกินไป อาจทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลา ความเสี่ยงของการเกิดกลิ่นโคลนในสัตว์น้ำแตกต่างกันตามฤดูกาลและสภาพอากาศ จากการศึกษาบ่อปลาในเขตจังหวัดเชียงราย สารที่ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์มี 2 ชนิด คือ เอ็มไอบีและจีออสมิน ซึ่งเอ็มไอบีจะพบสูงสุดในเดือนตุลาคมในขณะสารจีออสมินไม่พบว่าแตกต่างตามฤดูกาล[47] ความเสี่ยงอันเนื่องมาจากกลิ่นโคลนหรือปัญหาการขาดออกซิเจนสำหรับบ่อที่มีสารอาหารน้อยหรือบ่อที่ไม่มีการเติมปุ๋ยคอกจะมีน้อย

5.2.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

หากในอนาคตต้องเผชิญกับภัยแล้ง จะเป็นเหตุการณ์ท้าทายมาก โดยเฉพาะถ้ามีความต้องการน้ำที่จะใช้ในบ่อเลี้ยงปลาสูง อาจส่งผลต่อปริมาณผลผลิตปลา และอาจจะทำให้ปลามีราคาแพงขึ้น

การเลี้ยงปลาในบ่อดินในสภาพอากาศที่มีฝนชุกเพิ่มขึ้น อาจจะสร้างความยุ่งยากให้กับบ่อเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ในที่ราบลุ่มหรือบริเวณที่มีน้ำท่วม ซึ่งทำให้ปลาต่างถิ่นหรือชนิดที่ธรรมชาติไม่ต้องการหลุดเข้าในระบบนิเวศน์ หากน้ำท่วมไม่สูง แต่ท่วมยาวนาน อาจจะส่งผลดีต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในบางพื้นที่ เช่น บริเวณลุ่มแม่น้ำโขง ทำให้ชาวนาสามารถเลี้ยงปลาในนาข้าว[12] และจะส่งผลดีต่อระบบนิเวศน์ทางการเกษตรในที่ราบที่มีน้ำท่วมถึงหากน้ำท่วมไม่ลึกมาก [55]

ปริมาณฝนที่ตกมากขึ้น ทำให้โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงจากน้ำท่วมและช่วงเวลาที่ฟ้าปิดมากขึ้น เกิดความเสี่ยงต่อการมีออกซิเจนในบ่อต่ำมากขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการแนะนำให้มีการใช้เครื่องเติมอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

สิ่งท้าทายมากที่สุดสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อดิน คือ หากความแตกต่างทางฤดูกาลมากขึ้น ในขณะที่ความต้องการน้ำเพิ่มสูงขึ้นแต่ตลาดต้องการปลาน้อยลง ในสถานการณ์เช่นนี้ จำเป็นต้องมีการลงทุนลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในหน้าฝน และความเสี่ยงจากอากาศร้อนจัดและขาดแคลนน้ำอย่างหนักในหน้าแล้ง แต่หากไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลมากนัก ผลกระทบก็ไม่ได้แตกต่างจากสถานการณ์ปัจจุบัน

สภาพอากาศที่ร้อนขึ้นส่งผลให้เกิดทั้งผลดีและผลเสียต่อการเลี้ยงปลาในบ่อดิน ปลาบางชนิดสามารถปรับตัวได้ เพราะคุ้นเคยกับการอาศัยในอากาศที่ร้อนขึ้น ปลานิลและปลาไนจะมีการใช้ออกซิเจนมากขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 °C [20] ในบางพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่สูงที่มีอากาศหนาวเย็น คาดว่าสภาพอากาศที่สูงขึ้นจะช่วยให้ปลาโตดีขึ้น อัตราแลกเนื้อดีกว่าเดิม และมีฤดูกาลการเลี้ยงปลาที่ยาวนานขึ้น [23, 46] แม้ว่าสัตว์น้ำโตเร็วแต่อาจจะทำให้เกิดผลเสียด้านอื่น ๆ ได้ เช่น ทำให้หมดโอกาสที่จะสืบพันธุ์หรือเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรค [9, 26]

ปลานิลแดงหรือปลาทับทิมมักจะเลี้ยงอย่างหนาแน่นในกระชัง แต่มีเกษตรกรบางรายได้เลี้ยงปลาชนิดนี้ในบ่อดิน เนื่องจากมีราคาสูงกว่าปลานิลดำ

5.3 การเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำ

5.3.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้น

การเลี้ยงปลานิลในกระชังของภาคเหนือของไทยได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมเมื่อสองสามปีที่ผ่านมา แม้ว่า เกษตรกรได้มีการสร้างกระชังโดยมีทุ่นแขวนลอยน้ำที่แข็งแรงเพื่อให้สามารถยกระดับขึ้นลงตามการเปลี่ยนแปลงระดับความลึกของน้ำ แต่บางครั้งก็เกิดความเสียหายได้หากน้ำไหลแรงเกินไป หรือมีเศษไม้เศษขยะพัดมากับน้ำ รวมทั้งน้ำมีตะกอนดินสูงหรือปนเปื้อนสารพิษ [5, 39] ซึ่งทำให้กระชังปลาเสียหาย[63] หรือทำให้ปลาเหนื่อย หมดแรงและช้ำจากการกระแทกหรือเสียดสีกับกระชัง เกิดบาดแผลและเป็นโรคได้ง่ายขึ้น ความเสี่ยงของการเลี้ยงปลาในแม่น้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากผลของฤดูกาลและการไหลของน้ำ ซึ่งแตกต่างกันไปตามพื้นที่ (ตาราง 3)[42] น้ำที่ไหลเอื่อยหรือน้ำที่ตื้นเขินในหน้าแล้ง ส่งผลให้คุณภาพน้ำต่ำ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง ทำให้ปลาเครียดและเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรค (กล่อง 2)[5, 15] ความเหมาะสมของการเลี้ยงปลาในกระชังจะแตกต่างกันไปแต่ละสภาพภูมิประเทศ ความคดเคี้ยว ความลึกและขนาดของแม่น้ำ รวมทั้งผลของการเปิดปิดน้ำของเขื่อนหรือฝาย[39, 43] เกษตรกรต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศด้วย ฟาร์มส่วนใหญ่ (84%) ประสบปัญหาโรคสัตว์น้ำในสองปีที่ผ่านมา อาการของโรคปลาที่เกษตรกรพบมากที่สุด คือ ตาโปน ซึ่งลักษณะอาการดังกล่าวน่าจะเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย สเตปโตคอคคัส เกษตรกรส่วนมาก กล่าวว่า ความเสี่ยงของการเกิดโรคจะเท่า ๆ กันทุกเดือน แต่ดูเหมือนว่า เดือนเมษายนมักพบปัญหามากที่สุด[15]

ตาราง 3
ผลกระทบของน้ำท่วมและน้ำไหลน้อยต่อการเลี้ยงปลากระชัง ใน 4 พื้นที่ รอบสองปีที่ผ่านมา[43]

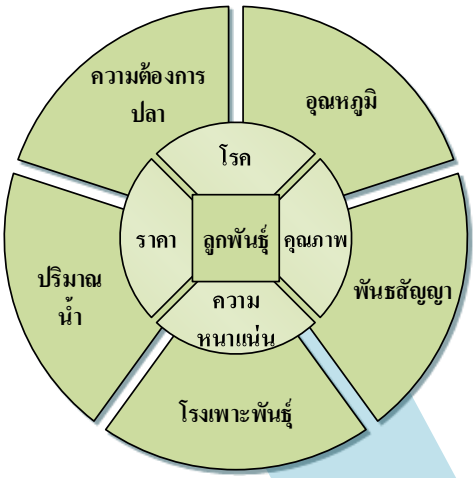
ลักษณะเหตุการณ์	ปี	ฟาร์มที่ได้รับผลกระทบ (%)					การสูญเสียรายได้จากปลาตาย
		แม่น้ำปิงตอนบน	แม่น้ำปิงตอนล่าง	แม่น้ำน่านตอนบน	แม่น้ำน่านตอนล่าง	ภาพรวม	หน่วย : พันบาท ค่าเฉลี่ย (SEM)
น้ำท่วม (น้ำไหลเชี่ยว)	2012	25	40	19	11	24	61 (10)
น้ำท่วม	2011	61	67	67	64	65	81 (7)
ภัยแล้ง (น้ำไหลเอื่อย)	2012-3	33	26	63	34	44	63 (9)
ภัยแล้ง	2011-2	34	14	11	6	18	46 (7)

5.3.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

หากอนาคตมีความแตกต่างของฤดูกาลมากขึ้น อาจจะสร้างความยุ่งยากให้เกษตรกรที่เลี้ยงปลาในกระชัง แต่หากมีฝนมากขึ้นก็อาจจะเกิดผลดีต่อแหล่งเลี้ยงปลาบริเวณที่เป็นแม่น้ำขนาดเล็ก เช่น แม่น้ำปิงตอนบน ในขณะที่บริเวณอื่น ๆ อาจจะเกิดผลกระทบทางลบเนื่องจากมีกระแสน้ำที่รุนแรงมากขึ้น ความท้าทายสำหรับผู้เลี้ยงปลากระชัง ก็คือ หากเกิดภัยแล้งมากขึ้น และมีความต้องการใช้น้ำสูงขึ้น การเลี้ยงปลากระชังอาจจะทำได้ยาก เพราะว่าต้องแย่งน้ำกับผู้ใช้จากภาคส่วนอื่น ๆ นอกจากนี้คลื่นความร้อนและกระแสน้ำที่ไหลช้าลงจะส่งผลเสียต่อการเลี้ยงปลากระชัง แต่หากอนาคตไม่มีความแตกต่างของฤดูกาลมากนัก ผลกระทบของสภาพอากาศต่อการเลี้ยงปลาไม่มากนัก ผู้เลี้ยงปลากระชังก็น่าจะรับมือได้ อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นไม่มากนัก จะไม่มีผลมากต่อการเลี้ยงปลากระชัง แต่อาจจะส่งผลดีต่อการเลี้ยงปลาในหน้าหนาวหากมีน้ำไหลเวียนเพียงพอ

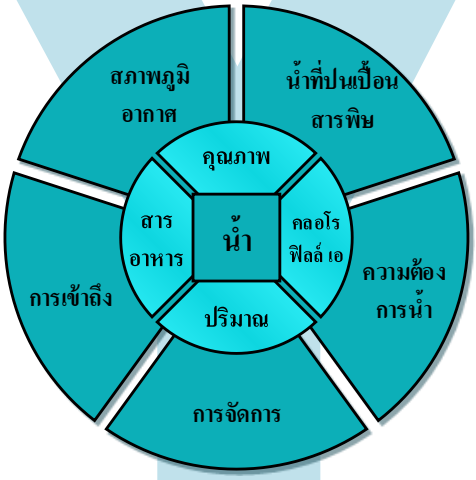
ลูกพันธุ์ปลา อาหาร และน้ำเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญและเป็นแหล่งของความเสี่ยงที่มีต่อผลกำไร

กล่อง 1



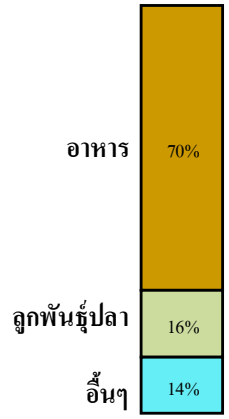
ปริมาณลูกพันธุ์จากโรงเพาะและอนุบาลสัตว์น้ำอาจจะไม่เพียงพอในบางฤดูกาล เช่น ฤดูหนาว

คุณภาพและราคาของอาหารและลูกพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญที่เกษตรกรตระหนัก เพราะเป็นองค์ประกอบสำคัญของต้นทุน

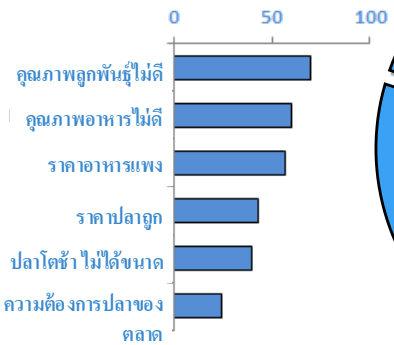


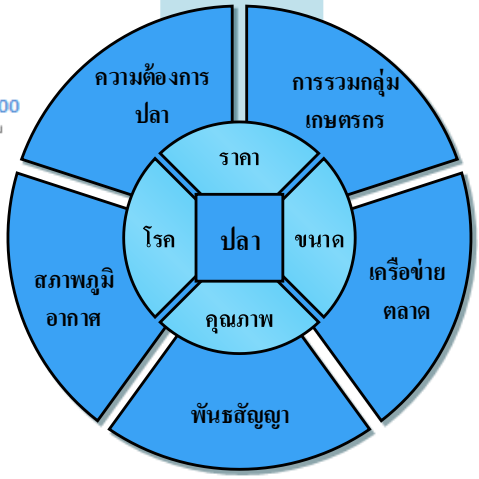
ความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารมีผลต่อคุณภาพน้ำ ดังนั้นต้องมีการบริหารจัดการที่ดี โดยเฉพาะในช่วงที่มีภัยพิบัติ เช่น คลื่นความร้อน ฟ้าปิดเป็นเวลานาน

องค์ประกอบของต้นทุน



สิ่งที่เกษตรกรกังวล (ร้อยละของเกษตรกร)





ความสัมพันธ์ระหว่างความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศกับความเสี่ยงด้านการตลาดต่อผลกำไร

5.4 การเลี้ยงปลาในกระชังในอ่างน้ำ

5.4.1 ผลกระทบที่เกิดขึ้น

ความเสี่ยงจากสภาพอากาศของการเลี้ยงปลากระชังในอ่างน้ำ ได้แก่ ภัยแล้ง อุณหภูมิที่สูงเกินไป (ตาราง 5) อ่างเก็บน้ำมักมีธาตุอาหารน้อย ทำให้มีแพลงค์ตอนพืชน้อย การเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำจึงมาจากลมที่พัดเป็นส่วนใหญ่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเนื่องจากฝนตกหรือการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลอาจทำให้เกิดการพลิกตัวของน้ำแล้วดึงเอาน้ำที่มีออกซิเจนต่ำหรือไม่มีออกซิเจนขึ้นสู่ผิวน้ำ ส่งผลต่อปลาที่เลี้ยงไว้ในกระชัง[64] แต่เหตุการณ์ปลาน็อคตายยกกระชังหลังจากน้ำมีการพลิกตัว ไม่เกิดบ่อยมากนักในอ่างน้ำเขตภาคเหนือของไทย

ตาราง 4

ร้อยละ (%) ของฟาร์มที่ผลผลิตล่าสุดได้รับผลกระทบจากสภาพอากาศ 4 แบบ

	น้ำไหลน้อยแห้งแล้ง	ร้อนจัด	หนาวจัด	ฟ้าปิด
ฟาร์มที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงที่ผ่านมา	32	45	51	50
ลักษณะของผลกระทบ (หากได้รับผลกระทบ)				
ปลากินอาหารน้อยลง / โตช้า	74	77	98	88
ปลาอ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย	68	75	71	77
ปลาตาย	87	93	84	81
ปลามีกลิ่นโคลน	26	25	18	27
ประมาณความเสียหาย หากได้รับผลกระทบ (บาท)	337,000	21,000	40,000	81,000

5.4.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

สภาพอากาศที่แห้งแล้งมากขึ้นเป็นสิ่งท้าทายมาก เพราะทุกภาคส่วนมีความต้องการใช้น้ำที่มากขึ้น จึงต้องมีการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำไม่ว่าจะเป็นการกักเก็บน้ำหรือการปล่อยน้ำให้เพียงพอเพื่อการอุปโภคบริโภคหรือเพื่อการเกษตรอื่น ๆ หากในอนาคตมีฝนมากขึ้นหรือไม่มีความแตกต่างของฤดูกาลจะมีผลดีต่อการเลี้ยงปลากระชังในอ่างน้ำมากกว่าสภาพที่แห้งแล้ง แต่ถ้าสภาพอากาศมีความแตกต่างของฤดูกาลมากขึ้น ผลกระทบการเลี้ยงปลาอาจจะซับซ้อน เพราะขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งผลกระทบต่อการแบ่งชั้นน้ำและการพลิกตัวของน้ำซึ่งอาจจะมีผลทำให้ปลาน็อคตายได้

ฝนตกหนักและอากาศที่หนาวจัดอาจจะทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำในบ่อและอ่างเก็บน้ำ การติดตั้งเครื่องให้อากาศและการตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำอาจจะเป็นตัวช่วยในการป้องกันความเสียหายจากการขาดออกซิเจน

คลื่นความร้อนและอากาศที่ร้อนจัดจะทำให้เกิดผลเสียต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่หากอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่สูงมากนัก อาจจะไม่ก่อให้เกิดผลเสียแต่กลับให้ผลดีในฤดูหนาว

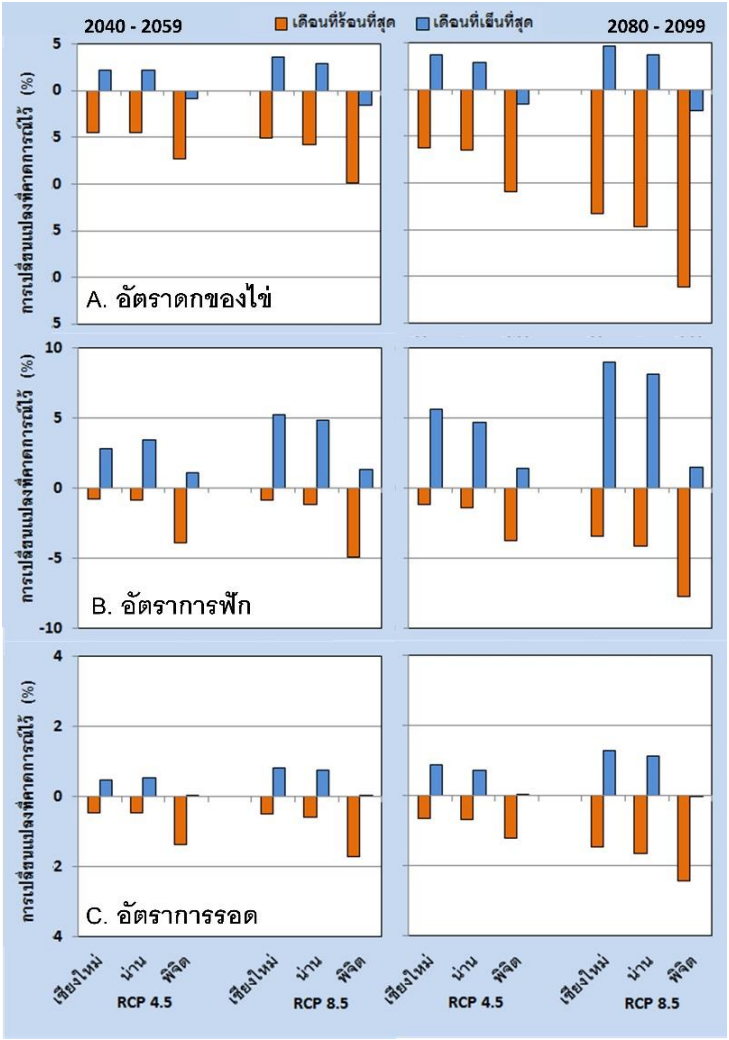
5.5 โรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ

5.5.1 ผลกระทบ

อุณหภูมิที่สูงมากเกินไปโดยเฉพาะช่วงน้ำน้อยและในช่วงก่อนเข้าหน้าฝน ทำให้ปลาเครียดและเสี่ยงต่อการเกิดโรค ในขณะที่ฝนตกหนักและฝนแรกที่จะชะล้างตะกอนและสารพิษลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้ปลาตายจำนวนมาก ภาคเหนือมีอากาศที่หนาวเย็นกว่าภาคอื่น ๆ ปลากินอาหารลดลงในหน้าหนาว ทำให้ปลาโตช้าและเป็นอุปสรรคในการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำด้วย[61]

5.5.2 ผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

การบริหารงานโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่สะอาดและมีปริมาณน้ำเพียงพอ ซึ่งจะได้รับผลกระทบทางลบหากในอนาคตเกิดภัยแล้งหรือมีความแตกต่างของฤดูกาลที่เพิ่มมากขึ้น หากมีฝนมากขึ้น ปัญหาจะเกิดเฉพาะโรงเพาะพันธุ์ที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมและไม่มีการสร้างแนวป้องกันน้ำท่วม ส่วนอุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้นจะทำให้ความดกของไข่ปลาลดลงในเดือนที่ร้อนที่สุด (เมษายน) โดยเฉพาะในจังหวัดพิจิตรที่มีอุณหภูมิสูงมาก (ภาพ 9A)[61] ส่วนเดือนที่หนาวจัด (ธันวาคมหรือมกราคม) อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยให้ความดกของไข่ปลามากขึ้นในเชียงใหม่และน่าน แต่อาจจะมีผลทางลบต่อปลาในเขตพิจิตร ส่วนอัตราการฟักไข่ไม่แตกต่างมากนัก หรือจะก่อให้เกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อย (ภาพ 9B) โดยหากอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้ไข่ปลาฟักตัวได้เร็วขึ้นในฤดูหนาว อย่างไรก็ตามในหน้าร้อน พื้นที่ที่มีความร้อนสูงที่สุด เช่น พิจิตร นอกจากความดกของไข่และอัตราฟักลดลงแล้ว ยังประสบปัญหาอัตรารอดของลูกปลาลดลงอีกด้วย (ภาพ 9C) สำหรับตัวบ่งชี้เกี่ยวกับการดำเนินงานของโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำไม่ว่าจะเป็นผลดีหรือผลเสียนั้นจะเห็นผลชัดเจนในระยะยาว (ปี 2080-2099) หากมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอัตราสูง (RCP 8.5, ภาพ 9)



ภาพ 9

การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงของความดกของไข่
(a) อัตราฟัก
(b) ของปลานิลเพศเมีย และอัตรารอดของตัวอ่อน
(c) จากพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัดทางภาคเหนือของไทย ภายใต้การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก RCP 4.5 และ 8.5 ในช่วงเดือนที่ร้อนที่สุดและหนาวจัดที่สุด

โดยเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างปี 2040–2059 หรือ 2080–2099 กับปี 1980–2004[61]

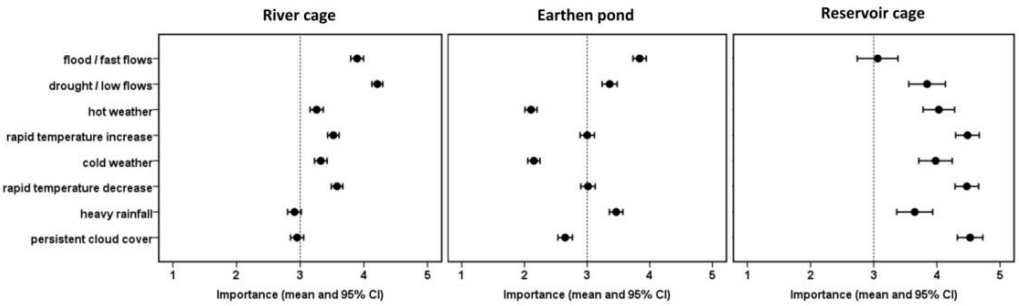
5.6 การรับรู้เกี่ยวกับความเสี่ยง

การรับรู้เกี่ยวกับความเสี่ยงมีความสำคัญที่แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรมีปฏิกิริยาและปฏิบัติต่อภัยพิบัติหรือความเสี่ยงอย่างไร ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระดับความตระหนักของเกษตรกรต่อสถานการณ์ต่าง ๆ มีส่วนช่วยให้นักวิชาการได้วางแผนในการสื่อสารความเสี่ยงหรือสร้างกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อลดความเสี่ยง

ภาพ 10 แสดงให้เห็นความแตกต่างของการรับรู้ความเสี่ยงของเกษตรกรซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะรูปแบบการเลี้ยงปลา เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในบ่อดินส่วนใหญ่จะตระหนักถึงความเสี่ยงด้านต่าง ๆ ในการเลี้ยงปลาน้อยกว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลากระชัง แต่ความตระหนักของผู้เลี้ยงปลากระชังแต่ละรายแตกต่างกันค่อนข้างเยอะ

ภาพ 10

ระดับความตระหนักของเกษตรกรแต่ละรายถึงความสำคัญของผลกระทบที่เกิดจากสภาพอากาศต่อผลกำไรในฟาร์มเลี้ยงปลา 3 รูปแบบ คะแนน: 5 (ตระหนักสูงสุด) 3 (ตระหนักปานกลาง) 1 (ไม่สนใจเลย)[42, 48]



ข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้ความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้เลี้ยงปลากระชัง[38, 42] ต่อมาทีมวิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตัดสินใจเกี่ยวกับความเสี่ยงของกลุ่มเกษตรกรตัวอย่างบางรายโดยใช้การเล่นเกมส์ตามบทบาทสมมุติ (a role-playing simulation game) (กล่อง 2).[44]

เกษตรกรที่เพิ่งประสบความเสียหายจากอุทกภัย น้ำไหลน้อยหรือภัยแล้ง เมื่อไม่นานมานี้ จะมีการรับรู้ต่อความเสี่ยงสูงเนื่องจากได้รับประสบการณ์ตรง[42] จากการสร้างสถานการณ์เกมส์จำลองเกี่ยวกับจำนวนปลาที่จะปล่อยลงเลี้ยงในครั้งต่อไป พบว่า หากเกษตรกรเสียหายอย่างหนักจากภัยพิบัติน้ำท่วม เขาจะตัดสินใจปล่อยปลาน้อยลงในครั้งถัดไป (กล่อง 2) อย่างไรก็ตาม พบว่า เป็นการยากสำหรับเกษตรกรในการประเมินความเสี่ยงและเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้กำไรและขาดทุนในอดีต แล้วตัดใจว่า ควรปล่อยปลาเท่าไรในครั้งต่อไป [44] ความยุ่งยากในการตัดสินใจเมื่อระดับความเสี่ยงในเกมส์ที่เพิ่มขึ้น แสดงถึง สิ่งที่ยากในการคาดเดาว่า อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง

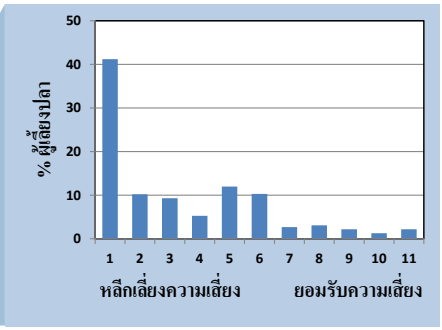
เกษตรกรผู้เลี้ยงปลามีทัศนคติต่อความเสี่ยงที่หลากหลาย บางรายไม่กล้าที่จะเสี่ยงในขณะที่บางรายยอมรับกับความเสี่ยง[38] จากการสัมภาษณ์เชิงลึก ความแตกต่างในความคิดเกี่ยวกับความเสี่ยงของเกษตรกร จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ได้รับจากภัยพิบัติ ระดับความเสียหาย ผลกำไรที่เคยได้รับ ทรัพย์สินที่มีอยู่ แต่ความรู้สึกและอารมณ์ของเกษตรกรบางรายก็มีผลต่อความคิดเห็น

ความเข้าใจที่ลึกซึ้งจากงานวิจัยนี้มีความสำคัญในการกำหนดนโยบายและพัฒนาโครงการที่ช่วยให้มีการบริหารจัดการความเสี่ยงเรื่องการเลี้ยงปลาน้ำจืดได้ดียิ่งขึ้น การรับรู้เกี่ยวกับความเสี่ยงมีส่วนสำคัญเพื่อทำให้เกิดกลไลในการแบ่งปันความเสี่ยง เช่น การประกันภัย ซึ่งผู้ทำประกันจะได้รับค่าชดเชยหากผลผลิตเสียหาย แต่ถ้าเกษตรกรมีการจัดการความเสี่ยงที่ดีก็ไม่จำเป็นต้องได้รับค่าชดเชยแต่อย่างใด[25]

การรับรู้ความเสี่ยงที่มีผลต่อการตัดสินใจ
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ความเสี่ยง

ลักษณะส่วนบุคคล
การรับรู้ของความเสี่ยงมีความแตกต่างกันระหว่างเพศอายุ การศึกษา สินทรัพย์ ประสบการณ์การเลี้ยง

ทัศนคติ
ผู้เลี้ยงปลามีความแตกต่างกันในระดับการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงโดยวัดจากตามมาตรฐาน



ความรู้สึก
ความรู้สึก เช่น ความภาคภูมิใจ เครียด ผ่อนคลาย ตื่นเต้น มีผลต่อการตัดสินใจ

ข้อมูล
ความรู้และการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เชื่อถือได้ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ

การรับรู้
การรับรู้ความเสี่ยงขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ความรู้ สถานที่ตั้งฟาร์มและประสบการณ์

สถานการณ์
การขาดทุนอย่างต่อเนื่องหรือการได้กำไรที่ผ่านมา จะมีผลต่อการรับรู้และอารมณ์ความรู้สึก

การตัดสินใจความเสี่ยง
ในเกมจำลองผู้เลี้ยงปลาต้องเลือกระหว่างเสี่ยงมากหรือเสี่ยงน้อยในการลงปลาที่มีลักษณะใกล้เคียงกันกับสถานการณ์จริง

ความเป็นไปได้
ผู้เลี้ยงปลาสามารถประเมินความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมจากประสบการณ์ที่ผ่านมา

ผลลัพธ์
ผลกระทบจากสภาพอากาศต่อผลกำไรขึ้นอยู่กับการตัดสินใจที่ผ่านไปแล้ว

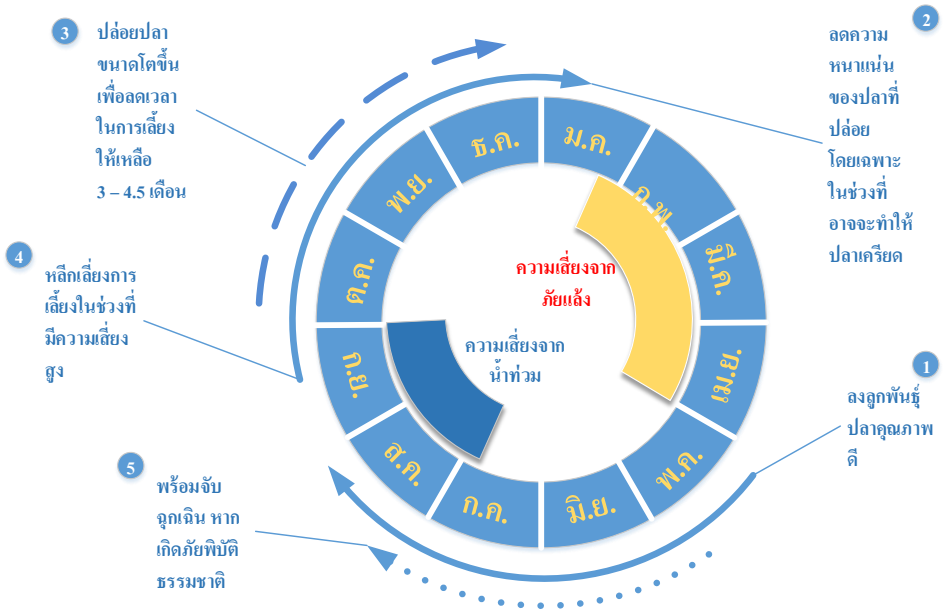
ผลที่ได้รับ
ประสบการณ์ที่เพิ่งผ่านมา ผู้เลี้ยงปลาที่ได้รับผลกระทบจะมีผลต่อการรับรู้ในความเสี่ยงที่สูงกว่า

6 การจัดการความเสี่ยง

ปัจจุบัน เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาปรับตัวเพื่อลดความเสี่ยงจากสภาพอากาศโดยใช้หลายวิธีร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นปรับวิธีการเลี้ยง ปรับช่วงเวลาที่เริ่มปล่อยปลา (ภาพ 11) ปรับวิธีการบริหารจัดการน้ำ รวมทั้งวิธีการบริหารการเงินและการสร้างเครือข่ายทางสังคมเพื่อบริหารความเสี่ยง ความเสี่ยงหลายตัวสามารถบริหารจัดการโดยเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา แต่ในส่วนการจัดการปริมาณและคุณภาพน้ำที่ใช้ร่วมกันต้องมีการบริหารจัดการในระดับชุมชนหรือระดับลุ่มน้ำ

ภาพ 11

ปฏิทินการปล่อยปลาเป็นแนวทางในการลดและจัดการความเสี่ยง



การจัดการความเสี่ยงแตกต่างตามสถานที่และเวลา (ตารางที่ 5) ในระยะสั้น การตัดสินใจเกี่ยวกับภัยที่เผชิญอยู่และการปฏิบัติตอบสนองส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา ส่วนระยะกลาง การตัดสินใจเกี่ยวข้องกับความหนาแน่นมากและช่วงเวลาที่ปล่อยปลา โดยทั่วไป การจัดการระยะสั้นมักจะทางเลือกที่ไม่ก่อให้เกิดผลเสีย ในขณะที่ทางเลือกระยะกลาง ผลที่ได้รับจากการลดความเสี่ยงนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการ ความเข้าใจเกี่ยวกับความเสี่ยงและต้นทุนที่ลงไป เกษตรกรต้องการมีส่วนร่วมในการกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวในการบริหารจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำและระดับประเทศ ภาครัฐบาลและผู้เชี่ยวชาญได้วางยุทธศาสตร์ระยะยาวด้านการจัดการระบบนิเวศน์ การกำหนดพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ การคัดเลือกชนิดและสายพันธุ์ปลาที่เหมาะสม การพัฒนาระบบมาตรฐานเพื่อการส่งออก แผนระยะสั้นและระยะยาวมีความสำคัญต่อการจัดการความเสี่ยงอันเนื่องมาจากสภาพอากาศ ในขณะที่แผนระยะยาว โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างยิ่ง และจะกล่าวถึงในการวิเคราะห์แบบจำลองอนาคตในส่วนที่ 8 ของรายงานนี้

ระดับของพื้นที่และช่วงเวลา	ระยะสั้น ชั่วโมง – วัน สภาพอากาศปัจจุบัน ภัยธรรมชาติและการตอบสนองแบบฉุกเฉิน	ปานกลาง สัปดาห์ – เดือน (1 รอบการเลี้ยง) ความแตกต่างของฤดูกาล ความเสี่ยงและความสามารถในการปรับตัวระยะปานกลาง	ระยะยาว ปี – 10 ปี (หลายรอบการเลี้ยง) ความแตกต่างของสภาพอากาศในแต่ละปี ความสามารถในการปรับตัวหรือความยืดหยุ่นในการปรับตัวระยะยาว
ระดับฟาร์มหรือระดับครัวเรือน	- การเคลื่อนย้ายกระชังเข้า-ออกจากฝั่ง [R] - จับฉุกเฉินหรือจับทันทีก่อนถึงขนาดตลาด - การติดตั้งเครื่องให้อากาศ - การปรับ/ลด/หยุดให้อาหาร - การเปลี่ยนถ่ายน้ำ [E] - การย้ายปลาจากกระชังไปพักไว้ในบ่อ [R]	- ปรับความหนาแน่นและช่วงเวลาปล่อยปลาลงเลี้ยง - ทำให้กระชังมีความแข็งแรง [R,D] - การตรวจวัดคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ [P] - ซื้อ จัดหาหรือพัฒนาเทคโนโลยีในการจัดการน้ำ การจัดการเลี้ยง - ชำระหนี้ตรงตามเวลา - แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านวิธีการเลี้ยง - เก็บน้ำ/สำรองน้ำไว้ใช้หน้าแล้ง [E] - เพิ่มการตรวจและเฝ้าระวังโรคระบาด - พัฒนามาตรฐานฟาร์ม	- การอพยพถิ่นฐาน - การย้ายพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ - การเสาะหาแหล่งรายได้เสริม - การทำฟาร์มแบบผสมผสานเพื่อให้ใช้ประโยชน์ของพื้นที่สูงสุด [E] - การสะสมเงินไว้สำรองในยามฉุกเฉิน
ระดับลุ่มน้ำหรือระดับชุมชนขนาดใหญ่	- การให้ข้อมูลเตือนภัย - การให้ข้อมูลด้านการตลาด - การร่วมด้วยช่วยกันในยามฉุกเฉินหรือเกิดวิกฤติ	- การปรับการจัดการโครงสร้างพื้นฐาน การปรับเปลี่ยนการเปิดน้ำ การจัดสรรน้ำตามฤดูกาล - ความร่วมมือหรือสร้างกลุ่มเพื่อมีอำนาจการต่อรองในการจัดหาปัจจัยการผลิตและจำหน่ายผลผลิต - การแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ด้านการเลี้ยงปลา - การเข้าร่วมกิจกรรมการบริหารจัดการน้ำทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับลุ่มน้ำ - แลกเปลี่ยนข่าวสารด้านสินเชื่อ - การตรวจสอบคุณภาพน้ำ [R,D]	- เสริมสร้างความเข้มแข็งของชมรมหรือสมาคมผู้เลี้ยงปลาเพื่อสร้างนวัตกรรมและเรียนรู้แนวทางการปฏิบัติงานที่ดี - รักษาระดับความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อให้ลุ่มน้ำยังคงความอุดมสมบูรณ์ - สนับสนุนการริเริ่มการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ - ปรับปรุงระบบข้อมูลข่าวสารด้านสภาพอากาศเพื่อช่วยพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลที่มีความจำเพาะต่อพื้นที่ในแต่ละท้องถิ่น - ลงทุนและก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานในการบริหารจัดการน้ำ
ระดับชาติ	- จัดหาแนวทางวิธีการในการบรรเทาความเสียหายจากภัยพิบัติ - แลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับการเตือนภัยกับหน่วยงานท้องถิ่น	- มีการช่วยเหลือสนับสนุนหรือจูงใจเพื่อกำหนดพื้นที่ทำการเพาะเลี้ยงหรือโซนนิ่ง - สร้างมาตรฐานฟาร์มหรือมาตรฐานการผลิตสัตว์น้ำโดยสมัครใจ - ติดตามตรวจสอบและออกกฎเพื่อควบคุมการผลิตและการตลาดให้ค่าชดเชยตามความเหมาะสม	- วางแผนระบบประกันภัยและการจ่ายค่าชดเชย - พัฒนาช่องทางเลือกในตลาดสินค้าส่งออก - ให้ทุนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางเลือกและสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดใหม่

ตาราง 5

การบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทั้งในพื้นที่และเวลาที่ต่างกัน อธิบายโดยการยกตัวอย่าง หากมีตัวอักษรยกขึ้นกำกับอยู่ แสดงว่าลักษณะดังกล่าวไม่ครอบคลุมทุกระบบการเลี้ยง

โดยตัวยก R = การเลี้ยงปลากระชัง,

E =การเลี้ยงปลาบ่อดิน

D = การเลี้ยงในอ่างเก็บน้ำ 40

6.1 การจัดการบ่อ

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาควรมีการเตรียมบ่อที่ดี ไม่ควรให้อาหารปลามากจนเกินไป ดูแลจัดการคุณภาพน้ำ การจัดการตะกอนหรือของเสียภายในบ่อ เพื่อป้องกันการสะสมสารอินทรีย์หรือของเสียก้นบ่อ ซึ่งจะมีผลเสียต่อคุณสมบัติของน้ำ เช่น ออกซิเจน ความเป็นกรดด่าง แอมโมเนีย เกษตรกรควรติดตั้งเครื่องให้อากาศ เพื่อให้ปลาได้รับออกซิเจนเพียงพอ ไม่ทำให้ปลาเครียดและตายยกบ่อ[58] การติดตั้งเครื่องให้อากาศแบบต่าง ๆ จะช่วยลดปัญหาอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นในบ่อจนเกิดการแบ่งชั้นน้ำซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลกระทบทางลบในการเลี้ยงปลา (ภาพ 12)[46] เครื่องให้อากาศช่วยทำให้เกิดการผสมของน้ำมากขึ้น ทำให้เกิดการละลายของออกซิเจนในอากาศลงสู่น้ำ ทำให้จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในบ่อทำงานได้ดีขึ้น หรือหากมีน้ำเพียงพอ ควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ้าง (ตาราง 6)

การบริหารจัดการน้ำที่ดี การเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบปิด หรือการเลี้ยงโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ สามารถลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในหน้าแล้งและลดปัญหาการปล่อยน้ำเสียจากบ่อปลา[14] ระบบการเกษตรแบบผสมผสานจะช่วยให้เกิดการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ใหม่ ทำให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้น[3] จากการศึกษาเปรียบเทียบระบบการเลี้ยงปลาในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน พบว่า สารอาหารในบ่อที่อยู่นอกเขตชลประทานซึ่งใช้น้ำจากน้ำฝนจะขึ้นอยู่กับปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นแหล่งกักเก็บน้ำที่สำคัญสำหรับการเกษตรอื่น ๆ ในหน้าแล้ง เช่น การปลูกผัก สวนผลไม้และนาข้าว รวมทั้งเป็นที่รองรับสารอาหารจากกิจกรรมฟาร์ม เพื่อเป็นอาหารธรรมชาติสำหรับการเลี้ยงปลา[45] การเลี้ยงปลาในนาข้าว เป็นตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการนำน้ำมาใช้ประโยชน์และการใช้สารอาหารจากฟาร์มปลาให้เป็นประโยชน์ต่อการปลูกข้าว[2] การสร้างบ่อปลาในฟาร์มทำให้ภูมิทัศน์เปลี่ยนแปลงไป แต่ก็เป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อใช้สำหรับการเกษตรอื่น ๆ ในหน้าแล้ง

จากการชักจูงเกษตรกรให้มีการประชุมกลุ่ม ผู้เลี้ยงปลาได้มีการประเมินวิธีการที่เขาได้ปฏิบัติทั้งระยะสั้นและระยะกลางในระดับฟาร์มและระดับลุ่มน้ำ (กล่อง 4) โดยวิธีการประเมินจะครอบคลุมการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน รวมทั้งการสังเกตว่าแต่ละฟาร์มจะได้รับผลดีผลเสียอย่างไรในการจัดการเหล่านั้นในสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

ภาพ 12

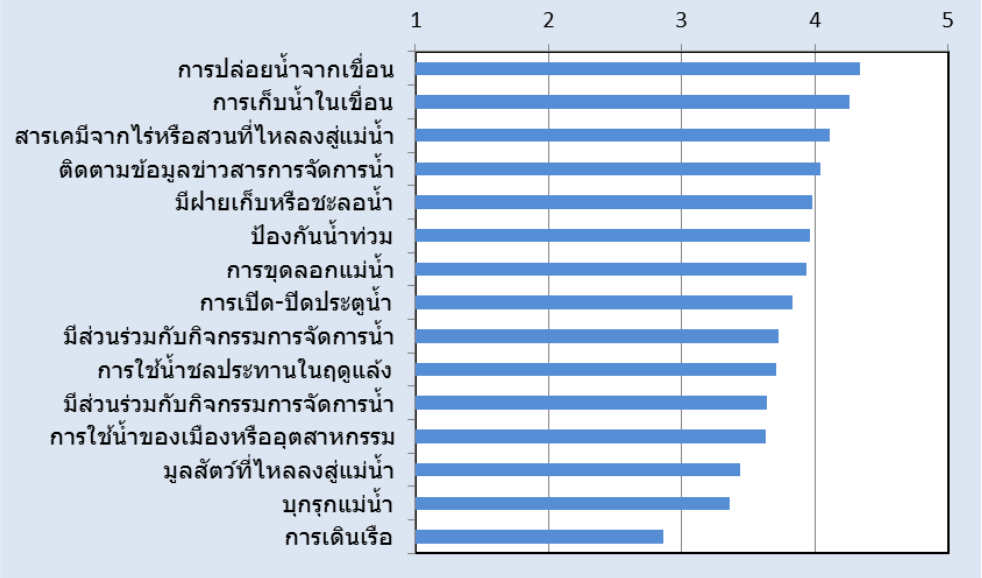
การเติมอากาศโดยใช้เครื่องตีน้ำเป็นวิธีการที่ช่วยลดความเสี่ยงจากปลาน็อคตายจากการขาดออกซิเจน

6.2 การจัดการการเลี้ยงปลากระชังในแม่น้ำ

เกษตรกรปรับเปลี่ยนการเลี้ยงหลายวิธีร่วมกัน เช่น ปรับช่วงเวลาปล่อยปลาลงเลี้ยง ปรับวิถีชีวิตทางสังคมและบริหารการเงิน เพื่อจัดการความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นต่อผลผลิตและกำไรที่ได้จากการเลี้ยงปลาในกระชัง[41] ในระยะสั้นเกษตรกรมีการติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศสำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดินและในกระชัง ช่วงที่มีน้ำไหลน้อยและเมื่อปลามีขนาดโตขึ้น หรือเมื่อเกิดความเสี่ยงที่น้ำจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ (ตาราง 6) การเพิ่มการเปลี่ยนถ่ายน้ำ การสร้างบ่อกักเก็บน้ำหรือพักน้ำก่อนนำมาใช้ในบ่อ รวมทั้งการเจาะน้ำบาดาลเป็นทางเลือกสำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดิน ส่วนการเลี้ยงปลาในกระชัง คงต้องเลือกสถานที่เลี้ยงที่เหมาะสม รวมทั้งมีการเคลื่อนย้ายกระชัง เพื่อให้อยู่ในที่ซึ่งมีน้ำไหลเวียนเหมาะสม หรืออาจจะต้องย้ายกระชังหลบกระแสน้ำที่เชี่ยวกรากในช่วงน้ำหลาก[41]

การจัดการความเสี่ยงในแต่ละปัจจัยต้องใช้วิธีการและกลยุทธ์ที่หลายหลาย ในทางกลับกันการจัดการความเสี่ยงบางอย่างอาจสืบเนื่องมาจากความเสี่ยงหลาย ๆ อย่าง การลดความหนาแน่นในการเลี้ยงปลาช่วยลดความเสี่ยงได้หลายอย่าง[44] เช่น ลดปัญหาเรื่องปริมาณออกซิเจนไม่พอ ความเสี่ยงต่อการเกิดโรค ปริมาณของเสียจากการขับถ่ายของปลา การปล่อยลูกพันธุ์ปลาที่มีขนาดโตขึ้น ทำให้ลดระยะเวลาในการเลี้ยงลดลง ทำให้ลดความเสี่ยงต่อความแปรปรวนของฤดูกาลหรือความเสี่ยงอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นหากต้องเลี้ยงปลาในเวลายาวนานขึ้น ส่วนการลดความเสี่ยงที่เกิดจากน้ำท่วมต้องปรับวิธีการเลี้ยงหลายอย่าง เช่น การลดปริมาณการให้อาหาร การตรวจเช็คปลาและกระชังบ่อยขึ้น การเคลื่อนย้ายกระชัง เป็นต้น การจัดการเพื่อลดความเสี่ยงไม่จำเป็นต้องรอตรวจสอบความถูกต้องก่อน บางครั้งการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับวิธีการ เทคนิคและเทคโนโลยีที่มีอยู่และสามารถปฏิบัติได้จริงมีคุณค่ามาก

การคัดเลือกสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นวิธีการสำคัญในการลดความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศ ความเข้าใจถึงความแตกต่างของแต่ละพื้นที่จะช่วยให้การตัดสินใจในการลงทุนถูกต้อง หากคิดว่าความเสี่ยงจะมีความรุนแรงมากขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ ในระยะยาว อาจต้องพิจารณาเปลี่ยนพื้นที่เลี้ยง การสร้างเขื่อน ฝายและก้ารบริหารจัดการน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยงในระดับลุ่มน้ำ (ตาราง 6, ภาพ 13).



ภาพ 13

ความคิดเห็นของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชัง 662 รายต่อระดับความสำคัญในการจัดการความเสี่ยงด้านต่าง ๆ แสดงเป็นระดับคะแนนค่าเฉลี่ย จาก 1 (ไม่สำคัญ) ถึง 5 (สำคัญมากที่สุด) [41]

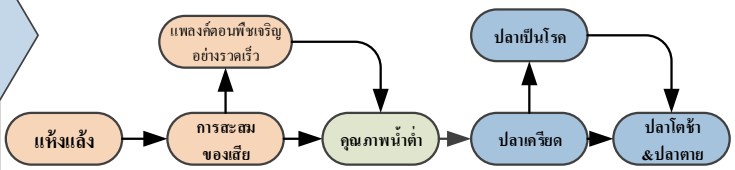
วิธีการของเกษตรกรในการจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศ

1 วิเคราะห์ความเสี่ยง

ภัยแล้งหรือการขาดแคลนน้ำเป็นความเสี่ยงสำคัญในหน้าแล้ง ปัญหาการขาดแคลนน้ำจะทวีความรุนแรงเมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้น

2 ทำความเข้าใจถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

หากอากาศร้อนและแห้งแล้ง จะมีการสะสมของเสีย เกิดการเจริญอย่างรวดเร็วของแพลงค์ตอนพืช และทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการขาดออกซิเจน ปลาจะเครียดเป็นโรคและตาย



3 ประเมินหาวิธีการปรับตัว

เกษตรกรจะมีการคิดถึงต้นทุนผลตอบแทน รวมทั้งคาดเดาว่า หากไม่ทำอะไรจะเสียหายหรือไม่ รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนวิธีการในการรับมือกับความเสี่ยง

- ติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศ
- การลดความหนาแน่น
- หยุดเลี้ยงบางฤดูกาล
- การจับฉุกเฉิน

4 การเลือกวิธีดำเนินการจัดการความเสี่ยง

จากการทำกิจกรรมกลุ่มเกษตรกรมีความเห็นตรงกันว่า สิ่งสำคัญประการแรก คือ การรวมกลุ่มที่เข้มแข็งจะทำให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการจัดการความเสี่ยง

5 การทำให้การจัดการความเสี่ยงได้ผล

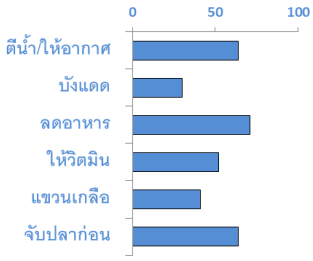
มีการขอร้องให้มีการทำวิจัยและให้คำปรึกษาต่อไป วิเคราะห์ถึงข้อดีและข้อจำกัดของการรวมกลุ่มและการประกันภัย รวมทั้งการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างกลุ่มเกษตรกร

6.3 การจัดการการเลี้ยงปลากระชังในอ่างเก็บน้ำ

การจัดการความเสี่ยง เช่น การให้อากาศและการลดการให้อาหาร สามารถทำได้ในระดับฟาร์มในช่วงที่ปลาเครียด[37] การจับปลาก่อนกำหนดช่วงน้ำหลากเป็นอีกวิธีที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากระชังหลายรายใช้เพื่อลดความสูญเสีย[39] เกษตรกรให้ความสำคัญกับการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข่าวสภาพอากาศ ข่าวารบริหารจัดการน้ำ (ตาราง 5) ฟาร์มขนาดใหญ่จะมีความสามารถในการจัดการความเสี่ยงได้มากกว่าฟาร์มขนาดเล็ก เกษตรกรเจ้าของฟาร์มขนาดใหญ่จะให้ความสำคัญเกี่ยวกับการจัดเก็บและปล่อยน้ำจากเขื่อนมากกว่าเกษตรกรรายย่อย

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาให้ความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำในระดับลุ่มน้ำ เพื่อลดความเสี่ยงจากการชะล้างสารเคมีจากพื้นที่การเกษตร คุณภาพน้ำจะมีความสัมพันธ์กับสภาพอากาศ โดยเฉพาะช่วงหน้าแล้งของเสียจากฟาร์มปลาจะเข้มข้นมากขึ้น ดังนั้น ความหนาแน่นของปลาควรไม่เกินศักยภาพที่แหล่งน้ำจะยอมรับได้ ยุทธศาสตร์ระยะยาวควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปรับตัวทั้งในด้านเทคนิคการเลี้ยงและกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การหารายได้เสริม การสร้างเครือข่ายและความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เกษตรกรรับรู้ว่าสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงและจะมีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต จึงมีความจำเป็นต้องมีการวางแผนล่วงหน้า การบริหารจัดการในฟาร์มต้องทำร่วมกับการจัดการลุ่มน้ำและการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ

การจัดการความเสี่ยงในช่วงที่มีอากาศร้อนจัดในอ่างเก็บน้ำ (%)



6.4 การจัดการโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ

มีการเสนอ 3 ยุทธศาสตร์ เพื่อให้เกิดการปรับตัวของโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ[61] ยุทธศาสตร์แรกที่เห็นผลทันที คือการปรับวิธีการเพาะพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพอากาศปัจจุบัน การเตรียมการรับมือกับภาวะการขาดแคลนน้ำในช่วงหน้าแล้งและการป้องกันน้ำท่วมในหน้าฝน ซึ่งการบริหารจัดการน้ำต้องทำควบคู่ไปกับผู้ใช้น้ำจากภาคส่วนอื่น ๆ ด้วย

ประการที่สอง ปรับวิธีการติดตามตรวจสอบข้อมูลข่าวสารให้รวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อกิจการโรงเพาะพันธุ์และเกษตรกร ปัจจุบันผู้ดำเนินงานโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ ขาดการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความดกของไข่ อัตราฟักและอัตรารอดของลูกพันธุ์ ขาดการตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีการบันทึกข้อมูลสภาพอากาศในพื้นที่ จึงควรมีการจัดเก็บข้อมูล พัฒนาระบบเตือนภัยและให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศ มีการติดตามข้อมูลข่าวสารที่ให้ผลดีต่อการวางแผนการเพาะพันธุ์ปลา ปรับแผนการผลิตเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากการแปรปรวนของฤดูกาลและความแตกต่างของฝนและอากาศในแต่ละปี

ยุทธศาสตร์ที่สาม คือ การพัฒนางานวิจัยเพื่อให้ได้สายพันธุ์ปลาที่ดีและทนต่อสภาพแวดล้อม รวมทั้งปรับโรงเพาะพันธุ์และวิธีการเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงผลของฤดูกาลและสภาพอากาศต่อการวางไข่และผลผลิตของปลาชนิดต่าง ๆ ในโรงเพาะพันธุ์ปลา อย่างไรก็ตามงานวิจัยพื้นฐาน เช่น การจัดการพ่อแม่พันธุ์ อาหารสัตว์น้ำ การให้อาหาร การจัดการโรคและการจัดการคุณภาพน้ำ ก็ควรมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง

ผลผลิตในโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลและสภาพอากาศ ทำให้บางครั้งไม่สามารถผลิตลูกพันธุ์ให้เพียงพอกับเกษตรกร

7 การปรับตัวระดับครัวเรือน

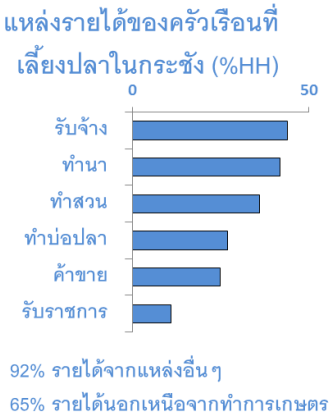
7.1 สินทรัพย์

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาแต่ละรายจะมีทรัพย์สินที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำมาใช้เมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน ครัวเรือนร่ำรวยที่มีฟาร์มปลาขนาดใหญ่จะมีทรัพย์สินและเงินออมที่มากกว่า ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการยอมรับความเสียหายมากกว่าครอบครัวที่ยากจนกว่า โดยทั่วไปเขาสามารถจะจัดหาหรือลงทุนในพื้นที่ที่เหมาะสมมากกว่า สามารถเข้าถึงแหล่งน้ำที่ดีกว่า อาจจะมีพื้นที่สำหรับกักเก็บน้ำและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งช่วยให้การเลี้ยงปลาทนต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำ [27]

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังปรับตัวโดยพยายามหาพื้นที่ที่เหมาะสมอยู่ใกล้แม่น้ำ มีการจัดเตรียมแหล่งเงินทุนและการจัดหาที่ดิน[40] สำหรับการเลี้ยงปลาเชิงพาณิชย์ การจัดหาแรงงานในฟาร์มให้เพียงพอเป็นสิ่งสำคัญ ผู้เลี้ยงปลาส่วนใหญ่อยู่ในวัยกลางคนและเป็นผู้สูงอายุ[22, 37, 39] อย่างไรก็ตามการเลี้ยงปลาในกระชังอาจจะไม่ต้องใช้เวลามาก เพียงแต่ไปดูแลและให้อาหารปลาไม่กี่ครั้งต่อวัน [52]

7.2 แหล่งสะสมรายได้

เกษตรกรผู้เลี้ยงปลามีรายได้จากหลายแหล่ง[39] ดังนั้นความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายจากผลผลิตทางการเกษตรทั้งหมดในยามที่เกิดภัยพิบัติอาจจะน้อยลง เขาสามารถปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตเพื่อสร้างรายได้จากแหล่งอื่นมาทดแทน



ประเด็นหลักของการสร้างรายได้ที่หลากหลาย เพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงหรือภัยพิบัติ โดยหวังว่า ภัยพิบัตินั้น ๆ จะไม่ได้สร้างความเสียหายกับผลผลิตการเกษตรทั้งหมดที่เขาได้ทำมา ความเสี่ยงนั้นจะแตกต่างกันไปตามกิจกรรมการเกษตร การทำการเกษตรผสมผสานก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเป็นการลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการบริหารจัดการธาตุอาหารในระบบนิเวศน์ พัฒนาคุณภาพและสร้างแนวทางในการผลิตอาหารที่ปลอดภัย [47] เป็นต้นแบบในการพัฒนาความหลากหลายของรายได้หรือเศรษฐกิจพอเพียง

การเคลื่อนย้ายแรงงานหรือเงินทุนเป็นการปรับตัวอีกแบบหนึ่งของการทำฟาร์ม การเคลื่อนย้ายแรงงานออกนอกพื้นที่หรือนอกภาคการเกษตรมีส่วนช่วยสะสมเงินมาลงทุนเลี้ยงปลา[51] การเลี้ยงปลาในฟาร์มขนาดใหญ่ต้องการเงินลงทุนที่สูง ดังนั้นการเคลื่อนย้ายแรงงานอาจจะออกไปไกลจากพื้นที่มากกว่าและบางครั้งจำเป็นต้องใช้ฝีมือที่สูงกว่า[50] การพัฒนาฝีมือนี้มีส่วนช่วยปรับตัวหรือปรับวิธีการเลี้ยงในเวลาต่อมา จากเหตุการณ์ภัยแล้งในปี 2556 – 2557 พบว่า เกษตรกรบางรายมีการย้ายถิ่นเพื่อหางานทำ[53] แต่ข้อจำกัดของการเคลื่อนย้ายแรงงาน คือ การมีภาระที่ต้องดูแลครอบครัวและต้องดูแลปลาที่เลี้ยง[52]

7.3 ความสัมพันธ์ในสังคม

ความสัมพันธ์ที่ดีในสังคมของชุมชนผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญของความรู้ด้านเทคนิคในการเลี้ยงปลา ข้อมูลความเสี่ยงที่เกี่ยวกับสภาพอากาศ และวิธีที่หลากหลายในการรับมือความเสี่ยง เครือข่ายในสังคมมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัวในการเลี้ยงปลา ชุมชนที่มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันจะสามารถปรับตัวและลดความเสี่ยงในการเลี้ยงปลาได้ดี[30] การรวมกลุ่มที่เหนียวแน่นและเข้มแข็งช่วยเพิ่มอำนาจการต่อรอง รวมทั้งช่วยให้เกิดการเลี้ยงปลาได้ง่ายขึ้น [28, 40]

การรวมกลุ่มมีความสำคัญในการบริหารจัดการความเสี่ยงระดับลุ่มน้ำและระดับชาติ จากการศึกษา 3 หมู่บ้านในปี 2556 – 2557 พบว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาบ่อดิน สามารถใช้เครือข่ายทางสังคมในการเข้าถึงน้ำในยามหน้าแล้งและในยามที่เกิดภาวะน้ำเสีย เมื่อหน่วยงานภาครัฐขาดการบริหารจัดการน้ำที่ดีหรือมองข้ามเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา [28] ควรพัฒนาความสัมพันธ์หรือทำงานร่วมกันระหว่างกลุ่มผู้ใช้น้ำที่ได้จัดตั้งมาแต่ในอดีตและกลุ่มผู้เลี้ยงปลาซึ่งอาจจะไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ เพื่อร่วมกันวางแผนในการจัดสรรน้ำให้เพียงพอกับทุกภาคส่วน จากการศึกษาเปรียบเทียบความเข้มแข็งของการรวมกลุ่มเกษตรกร พบว่า จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้การเข้าถึงแหล่งเงินทุนแตกต่างกัน[30] พฤติกรรมของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลารายใหญ่จะมีความสำคัญมาก หากเขาช่วยแบ่งปันความรู้และประสบการณ์ให้กับเพื่อนสมาชิกจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้เลี้ยงปลาในกลุ่ม[29]

7.4 ผลประโยชน์ที่ได้รับและความเสี่ยงอื่น ๆ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก่อให้เกิดผลดีทางเศรษฐกิจ สำหรับพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำเพียงพอและมีการปรับวิธีการเลี้ยง ส่งผลโดยตรงต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา ทำให้เกิดการจ้างงานทั้งในฟาร์มและธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงปลา ในทางตรงกันข้าม ผลดีทางเศรษฐกิจนี้จะช่วยเป็นภูมิคุ้มกันในการปรับตัวหากได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศหรือภัยพิบัติที่รุนแรง [11, 19, 24]

“อยู่ที่บ้านเครียด ไม่สนุก ไปอยู่กับปลาสนุกกว่าเยอะ”[36]

ผลดีทางเศรษฐกิจจะมีประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา ผู้เลี้ยงปลามีความสุขและมีความสามัคคีกันในกลุ่มผู้เลี้ยง การบริหารความเสี่ยงและจัดการความเสี่ยงเป็นเรื่องน่าตื่นเต้น และหากจัดการสำเร็จก็ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ[38] ทัศนคติเกี่ยวกับความท้าทายที่จะรับมือกับความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศเป็นสิ่งสำคัญในการปรับตัวในระดับชุมชน การเลี้ยงปลาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในชุมชน ความเสี่ยงจากสภาพอากาศเป็นเพียงส่วนหนึ่งของความท้าทายที่เกษตรกรเผชิญเท่านั้น การจัดการความเสี่ยงทางการเงิน เช่น การชำระเงินกู้ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ราคาขายของปลา ราคาปัจจัยการผลิต และการออมเงิน ก็เป็นสิ่งที่จำเป็น ความเสี่ยงทางสังคมมีความสำคัญแต่มักจะถูกมองข้าม เช่น การสร้างความสัมพันธ์ในกลุ่มหรือเครือข่ายเพื่อให้เข้าถึงความช่วยเหลือหรือได้รับข้อมูลข่าวสาร[21] ภายใต้สภาวะความแปรปรวนของสภาพอากาศ เกษตรกรไม่สามารถบริหารความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศแยกออกมาจากความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีเทคนิคในการบริหารจัดการแบบบูรณาการในอนาคต[41]

“ปัจจุบันรายได้จากการเลี้ยงปลาค่อนข้างดี ฉันเลี้ยงไม่เคยขาดทุน ดีกว่าการอยู่บ้านเฉย ๆ ไม่ทำอะไร ตอนนี้ก็มีเงินสำหรับใช้จ่ายและซื้อทองคำ”[38]

8 การปรับตัว

8.1 ยุทธศาสตร์การปรับตัวระยะยาว

แม้ว่าการจัดการความเสี่ยงระยะสั้นและระยะปานกลางมีความสำคัญต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ยุทธศาสตร์ในการจัดการความเสี่ยงระยะยาวเป็นสิ่งท้าทายเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (ตาราง 7) กลยุทธ์มีทั้งในระดับฟาร์ม ระดับชุมชนและระดับชาติ

แหล่งรายได้เสริมและความสัมพันธ์อันดีในชุมชนเป็นสิ่งสำคัญในการรับมือกับความเสี่ยงและผลกระทบของสภาพอากาศที่มีต่อการเลี้ยงปลาในระยะยาว การออมมีความสำคัญมากเพื่อนำเงินมาใช้เมื่อเกิดวิกฤต การทำฟาร์มปลาร่วมกับการเลี้ยงสัตว์หรือกิจกรรมการเกษตรอื่น ๆ เป็นอีกทางเลือกในการลดต้นทุนการผลิต โดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาเลี้ยงปลา

ตาราง 6

ยุทธศาสตร์การปรับตัวระยะยาวของการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด[34]

ตัวย่อ	ยุทธศาสตร์	คำอธิบาย
[Diver]	การจัดหารายได้จากหลายแหล่ง	เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากความเสียหายของการเลี้ยงปลา จะได้มีรายได้จากที่อื่นมาเสริม
[Integ]	การทำเกษตรผสมผสานเพื่อใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ	สำหรับการเลี้ยงปลาในบ่อดิน: กักเก็บน้ำไว้ใช้เพื่อการเกษตรยามหน้าแล้ง; ใช้ธาตุอาหารเพื่อการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยคอกจากไก่หรือวัวควาย
[Save]	ออมเงิน และกู้ยืม เพื่อใช้ยามฉุกเฉินหรือสูญเสียจากภัยพิบัติ	เพื่อไว้ใช้ในยามฉุกเฉินในกรณีที่เลี้ยงปลาขาดทุน
[Grow]	พัฒนาเครือข่าย กลุ่ม ชมรม สหกรณ์ให้มีความเข้มแข็ง	เพื่อให้ได้ซื้ออาหารปลาหรือปัจจัยการผลิตราคาย่อมเยา ก่อให้เกิดอำนาจต่อรองกับพ่อค้าปลา เป็นแหล่งกู้ยืมเงินหรือปัจจัยการผลิตระยะสั้น เพิ่มอำนาจต่อรองกับบริษัทเอกชนและภาครัฐ ช่วยให้เข้าถึงความรู้เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติที่ดีในการเลี้ยงปลา การรวมกลุ่มไม่เพียงแต่ได้ประโยชน์ในการบริหารความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศเท่านั้น ยังมีส่วนช่วยในการจัดการการเลี้ยงให้มีคุณภาพดีขึ้น
[Best]	มีการแลกเปลี่ยนแนวปฏิบัติที่ดี	นักวิชาการส่งเสริมทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจะมีส่วนช่วยสร้างและกระจายองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติที่ดี ไม่ว่าจะเป็นเทคนิคการเลี้ยง การเติมอากาศ การให้อาหารเสริม การคำนวณอัตราแลกเนื้อ การคาดเดาสภาวะการตลาด
[Ecos]	การฟื้นฟูและรักษาระบบนิเวศน์	การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่แก้มลิงเพื่อลดความรุนแรงของน้ำท่วม ช่วยกักเก็บน้ำไว้ใช้ยามหน้าแล้ง ระบบนิเวศน์ทางน้ำที่ดีจะช่วยปรับคุณภาพน้ำไม่ให้มีแร่ธาตุในแหล่งน้ำมากเกินไป ลดตะกอนดิน ลดปัญหาภัยแล้ง ต้นไม้และพืชน้ำในบริเวณลุ่มน้ำจะเป็นตัวช่วยดูดซึมมลพิษและตะกอนดิน ไม่ให้ส่งผลเสียต่อการเลี้ยงปลา การปลูกป่าจะช่วยสร้างร่มเงา ทำให้เกิดความร่มรื่น ลดปัญหาคลื่นความร้อน ก่อให้เกิดเป็นแหล่งต้นน้ำและป้องกันการพังทะลายของดิน
[Zone]	การกำหนดเขตการเลี้ยงตามศักยภาพของพื้นที่	กำหนดจำนวนกระชังสูงสุดในแม่น้ำหรืออ่างน้ำ กำหนดจำนวนบ่อที่ตั้งอยู่ในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน เพื่อบริหารจัดการน้ำให้มีคุณภาพเหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งที่มีน้ำจำกัด

ยุทธศาสตร์ 3 อันแรกเป็นการบริหารจัดการระดับฟาร์ม ส่วนต่อมาเป็นการจัดการระดับชุมชนและระดับลุ่มน้ำ

ตัวย่อ	ยุทธศาสตร์	คำอธิบาย
[Iwrm]	การบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการ	ต้องมีการนำเรื่องการใช้น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นส่วนหนึ่งในการวางแผนการจัดสรรน้ำ โดยเฉพาะในหน้าแล้ง และควรพิจารณาเกี่ยวกับวิธีการป้องกันน้ำท่วมที่อาจจะมีผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ
[Infra]	สร้างใหม่หรือซ่อมแซมเหมือง ฝายและเขื่อน	เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาควรมีสิทธิในการวางแผนการใช้น้ำจากเขื่อน การปิดเปิดน้ำเพื่อรักษาคุณภาพของน้ำในแม่น้ำ ให้ผู้เลี้ยงปลามีส่วนในการออกความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เช่น เหมือง ฝายหรือเขื่อน
[Warn]	ระบบการเตือนภัย	มีระบบการเตือนภัยที่จำเพาะต่อพื้นที่สำหรับน้ำท่วม ข้อมูลคลื่นความร้อน ภัยหนาวและภัยแล้ง รวมทั้งการกักและปล่อยน้ำจากเขื่อน
[Info]	ปรับปรุงข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสภาพอากาศ	การจัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศที่เกษตรกรสามารถเข้าถึงและใช้งานได้ มีการพยากรณ์ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับมรสุม ภัยแล้งและหนาวที่ยาวนานหรือเอนโซ่ (ENSO) รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณฝน
[Insur]	พัฒนาระบบประกันภัย การแบ่งรับความเสี่ยงและการจ่ายค่าชดเชย	การประกันภัยสัตว์น้ำโดยใช้ดัชนีสภาพอากาศ โดยความร่วมมือจากภาครัฐและภาคเอกชน การจ่ายค่าชดเชยเนื่องจากการสร้างคลื่น หรือภัยพิบัติธรรมชาติ การป้องกันความเสี่ยงร่วมกันระหว่างผู้เลี้ยงปลาและบริษัทเอกชนเจ้าของพันธสัญญา
[Trad]	พัฒนาทางเลือกตลาดเพื่อการส่งออก	การกำหนดนโยบายและวิธีการด้านการทำฟาร์มและมาตรฐานผลผลิตเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและเพิ่มโอกาสในการส่งออก โดยวิธีการอาจจะไม่จำเพาะในด้านการป้องกันความเสี่ยงจากสภาพอากาศแต่หวังว่า จะจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น โดยอาจจะพัฒนาไปพร้อมกับการทำมาตรฐานการผลิตสัตว์น้ำชนิดใดชนิดหนึ่ง [Stand]
[Tech]	วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม	การติดตั้งเครื่องเติมอากาศและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพน้ำราคาย่อมเยา การหาวิธีในการจัดการคุณภาพน้ำที่เหมาะสม เพื่อเผชิญกับภาวะภัยแล้ง การหาวิธีที่ทนต่อสภาวะคลื่นความร้อน รวมทั้งนวัตกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำที่สามารถทนต่อน้ำท่วม การสร้างกระชังที่ทนทาน การสร้างพนังกั้นน้ำเพื่อลดความเสียหายของการเลี้ยงปลาในบ่อดินและโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ
[Stand]	การพัฒนามาตรฐานการเลี้ยง	การให้รางวัลหรือสร้างสิ่งจูงใจให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนวิธีการเลี้ยงที่ดีเพื่อสัมพันธ์กับภาวะการตลาดและราคา การพัฒนาระบบการเลี้ยงซึ่งสอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ [Zone] โดยระบบการเลี้ยงจะไม่มีความจำเพาะต่อความเสี่ยงอย่างใดอย่างหนึ่ง
[Spec]	การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ	ทดลองและปรับปรุงชนิดและสายพันธุ์สัตว์น้ำให้มีความทนต่อโรคและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลจากสภาพอากาศ

ส่วนที่เหลือเป็นยุทธศาสตร์ระดับชาติที่ช่วยเกื้อหนุนการปรับตัวของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด

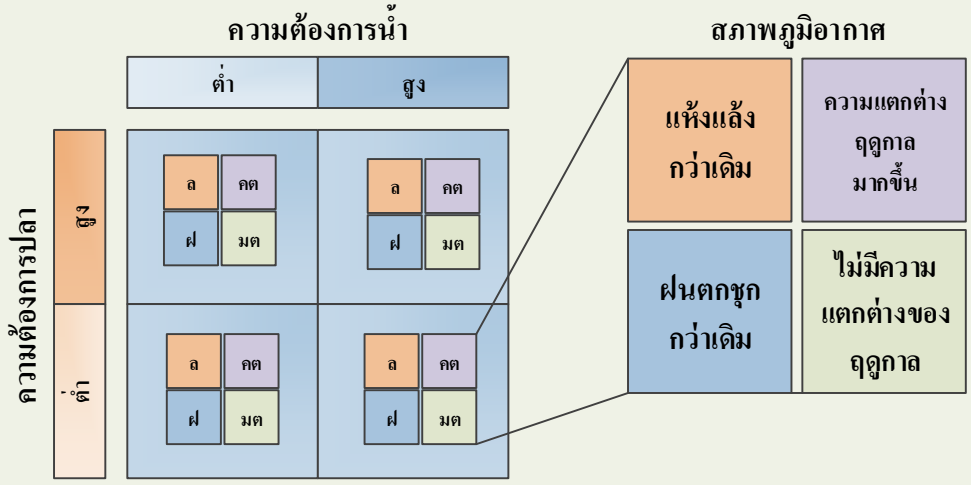
เมื่อต้องเผชิญกับสภาวะที่ต้องใช้ทรัพยากรน้ำร่วมกัน การติดตามตรวจสอบปริมาณและคุณภาพน้ำในระดับชุมชนและระดับลุ่มน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น [Warn] การวางแผนในการสร้างเขื่อนหรือฝาย มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงเหมาะสำหรับการวางแผนในการจัดการความเสี่ยงระยะยาว [Infra] อย่างไรก็ตาม ความเสี่ยงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องคำนึงถึงต้นทุนหรือการปรับเปลี่ยนหากต้องใช้เครื่องมือชนิดอื่นแทนในอนาคต

ในระยะยาวการสร้างกลุ่มและการทำให้กลุ่มเกษตรกรมีความเข้มแข็ง [Grow] จะเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศ และยังช่วยลดต้นทุนการผลิต สร้างโอกาสทางการตลาด เพิ่มอำนาจการต่อรองกับภาครัฐและภาคเอกชน ช่วยเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวทางปฏิบัติที่ดีระหว่างกลุ่มและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง [Best] ยุทธศาสตร์ระยะยาว คือ การอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศน์ระดับชุมชนและลุ่มน้ำ [Ecos] การกำหนดเขตพื้นที่เลี้ยงที่เหมาะสมไม่ให้เกินศักยภาพของพื้นที่และสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำ [Zone]

บทบาทหน้าที่ระยะยาวของกรมประมง หน่วยงานวิจัยและภาคเอกชน คือ การปรับปรุงพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์และชนิดสัตว์น้ำที่เหมาะสม [Spec] การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้มีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การพัฒนาสร้างบ่อสาธิตในการลดการใช้พลังงาน [Tech] การปรับปรุงระบบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับภูมิอากาศ [Info] การสร้างมาตรฐานการผลิต [Stand] ที่ทำให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเกิดความยั่งยืนและเพิ่มมูลค่าให้สามารถส่งออกไปขายต่างประเทศได้ [Trad]

กล่อง 4

สถานการณ์จำลองเกี่ยวกับความต้องการปลาและความต้องการน้ำ[35]



การสร้างภาพจำลองอนาคตใน 35 ปีข้างหน้า (ถึงปี 2593) สำหรับความต้องการน้ำและปลาแตกต่างกันไปในสภาพภูมิอากาศที่อาจจะเปลี่ยนไป 4 ลักษณะ ทำให้ได้สถานการณ์ทั้งหมด 16 รูปแบบ ความต้องการน้ำที่สูงขึ้น หมายรวมถึง ความต้องการน้ำในภาคอื่น ๆ เช่น นาข้าว อุตสาหกรรม ท่องเที่ยวและอุปโภคบริโภคในเมืองใหญ่ภายในภาคเหนือของไทยและบริเวณด้านล่างลงไปด้วย สำหรับความต้องการน้ำลดลงนั้น ดูเหมือนว่า จะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมาก แต่อาจจะเกิดได้หากการส่งออกข้าวมีปัญหาหรือเศรษฐกิจถดถอย

ความต้องการปลาสูงขึ้น หมายถึง ความต้องการบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้ต้องผลิตปลาจำนวนมากเพื่อตอบสนองความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นการส่งออก การพัฒนาระบบมาตรฐานและการทำเครื่องหมายการค้า ราคาปลาสูงขึ้นแต่ความต้องการปลาลดลง ทำให้ปริมาณน้ำสำหรับใช้ลดลง เนื่องจากมีความต้องการใช้น้ำสำหรับการเลี้ยงปลามากพอ ๆ กับความต้องการใช้น้ำในภาคธุรกิจอื่น ๆ ส่วนความต้องการปลาลดลง อาจจะเกิดขึ้นได้เช่นกันในกรณีที่ผู้บริโภคเกิดกระแสต่อต้านการบริโภคปลา ปัญหาโรคระบาดสัตว์น้ำหรือไม่สามารถผลิตสัตว์น้ำแข่งขันกับประเทศเพื่อนบ้าน

8.2 ความแข็งแกร่งของกลยุทธ์

ภาพ 14 สรุปให้เห็นว่า ยุทธศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรับมือภัยแล้งมีความเหมาะสมอย่างไรกับสถานการณ์จำลองทั้ง 16 แบบ (กล่อง 4) ตัวอย่างเช่น หากในสภาพที่เกิดภัยแล้งมากกว่าเดิม ความต้องการน้ำและปลาสูงขึ้น ยุทธศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีประโยชน์ ในทางกลับกันหากสภาพอากาศที่มีฝนตกชุกมากขึ้น ความต้องการน้ำและปลาลดลง ยุทธศาสตร์เกี่ยวกับการจัดหาน้ำก็ไม่มีประโยชน์แต่อย่างใด ยุทธศาสตร์บางอย่าง เช่น การจัดการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศน์จะเป็นประโยชน์ต่อทุกสถานการณ์ เป็นการได้ประโยชน์ร่วมกัน ส่วนการประกันภัยแล้ง จะเกิดประโยชน์เฉพาะในช่วงที่เกิดภัยแล้งหรือยามที่มีความแตกต่างของฤดูกาลมาก และความต้องการปลาสูง (ภาพ 14) ในสถานการณ์ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ความจำเป็นในการปรับตัวมีน้อย แต่หากเจอสถานการณ์ที่ยุ่งยากหรือเกิดภัยพิบัติที่รุนแรง มีความจำเป็นในการปรับตัวสูง

นอกจากปัญหาการขาดแคลนน้ำสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำแล้ว ภาพจำลองเหตุการณ์ของสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงและความต้องการปลา จะมีส่วนช่วยในการกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อบริหารจัดการความเสี่ยง การประกันภัยน้ำท่วม การสร้างเขื่อน พนังกันน้ำ ระบบการเตือนภัย เป็นสิ่งจำเป็นหากโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมมากขึ้นและมีความต้องการปลามากขึ้น หากอนาคตแห้งแล้งกว่าเดิมหรือความแตกต่างของฤดูกาลมีน้อย การฟื้นฟูระบบนิเวศน์น่าจะเป็นประโยชน์ที่สุดเพราะให้ผลประโยชน์ที่หลากหลาย การลงทุนด้านเทคโนโลยีป้องกันน้ำท่วมจะเกิดประโยชน์เฉพาะช่วงที่มีความเสี่ยงของอุทกภัยสูงขณะที่ความต้องการปลาต่ำ

		Climate scenarios							
		Wetter		***Drier***		***More Seasonal***		***Less Seasonal***	
High Water Demand	**High fish demand**	○ Insur ◐ Warn ● Stand ◐ Zone	○ Infra ◐ Ecos ○ Diver ◐ Integ	● Insur ● Warn ● Stand ● Zone	● Infra ● Ecos ◐ Diver ● Integ	● Insur ● Warn ● Stand ● Zone	● Infra ● Ecos ◐ Diver ● Integ	● Insur ◐ Warn ● Stand ◐ Zone	○ Infra ◐ Ecos ◐ Diver ◐ Integ
	Low fish demand	○ Insur ○ Warn ○ Stand ○ Zone	○ Infra ◐ Ecos ◐ Diver ● Integ	● Insur ● Warn ○ Stand ◐ Zone	● Infra ◐ Ecos ● Diver ● Integ	◐ Insur ● Warn ○ Stand ◐ Zone	● Infra ● Ecos ● Diver ● Integ	○ Insur ○ Warn ○ Stand ○ Zone	○ Infra ◐ Ecos ◐ Diver ● Integ
Low Water Demand	**High fish demand**	○ Insur ○ Warn ◐ Stand ○ Zone	○ Infra ◐ Ecos ○ Diver ○ Integ	● Insur ● Warn ◐ Stand ◐ Zone	◐ Infra ● Ecos ◐ Diver ◐ Integ	● Insur ● Warn ◐ Stand ◐ Zone	◐ Infra ● Ecos ◐ Diver ◐ Integ	○ Insur ○ Warn ◐ Stand ○ Zone	○ Infra ◐ Ecos ○ Diver ○ Integ
	Low fish demand	○ Insur ○ Warn ○ Stand ○ Zone	○ Infra ○ Ecos ◐ Diver ◐ Integ	◐ Insur ◐ Warn ○ Stand ◐ Zone	○ Infra ◐ Ecos ● Diver ◐ Integ	○ Insur ◐ Warn ○ Stand ◐ Zone	○ Infra ◐ Ecos ● Diver ◐ Integ	○ Insur ○ Warn ○ Stand ○ Zone	○ Infra ○ Ecos ◐ Diver ◐ Integ

ภาพ 14

คุณค่าของยุทธศาสตร์ 16 ตัว ในการจัดการกับภัยแล้งในการเลี้ยงปลาในบ่อดิน ภายใต้ภาพจำลองเหตุการณ์อนาคต 16 เหตุการณ์ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่มีใช้

● **Strongly worthwhile**
◐ **Somewhat worthwhile**
○ **Not worthwhile**

จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากภัยแล้งหรือการขาดแคลนน้ำในบ่อดิน โดยพิจารณาร่วมกับการเลี้ยงปลาชนิดอื่น ๆ เช่น การเลี้ยงปลาในกระชังทั้งในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ การจัดการโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ และความเสี่ยงจากสภาพอากาศ (น้ำท่วม ภัยแล้งและคลื่นความร้อน) เมื่อวิเคราะห์ยุทธศาสตร์แต่ละอันในสถานการณ์จำลองที่ต่างกัน พอสรุปได้ว่า ยุทธศาสตร์ที่เข้มแข็งน่าจะเป็นการพัฒนาเทคโนโลยี การทำประกันภัยและการเตือนภัย ((กล่อง 5). ยุทธศาสตร์ที่มีความสำคัญน้อย คือ ยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้า มาตรฐานและการกำหนดเขตการเลี้ยงปลา ยุทธศาสตร์เกี่ยวกับกฎระเบียบและการพัฒนาหน่วยงานเพิ่มเติมคล้ายกับว่าจะมีความสำคัญน้อยกว่าการพัฒนาความรู้ เทคโนโลยี การบริหารการเงินและการจัดการฟื้นฟูระบบนิเวศน์ ยุทธศาสตร์บางอย่างเสริมกันและกัน เช่น การจัดเตรียมข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสภาพอากาศสามารถทำควบคุมไปกับระบบการเตือนภัย แต่บางยุทธศาสตร์อาจจะส่งผลทางลบต่อกิจกรรมอย่างอื่น เช่น การลงทุนในการสร้างเขื่อนหรือพนังกันน้ำอาจจะส่งผลทางลบต่อระบบนิเวศน์

ยุทธศาสตร์การปรับตัวที่ประสบผลสำเร็จ ก่อให้เกิดความพึงพอใจที่หลากหลาย

ยุทธศาสตร์ที่แข็งแกร่งจะต้องสามารถใช้ได้กับทุกสถานการณ์

ยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพจะลดความเสี่ยงอย่างเห็นชัด

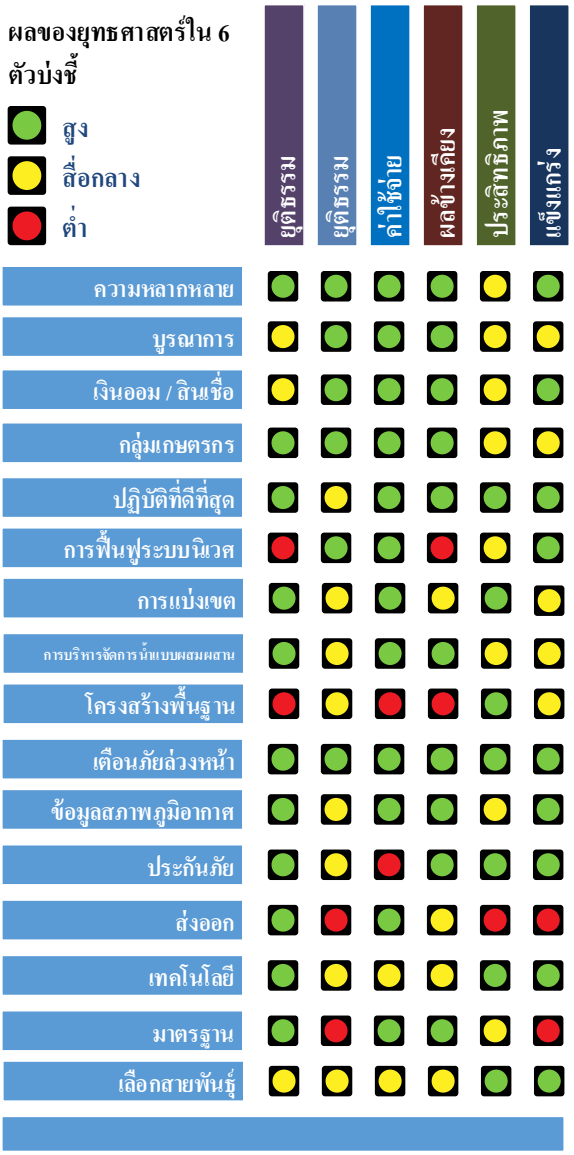
ยุทธศาสตร์อาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนหรือเลิกใช้เมื่อสถานการณ์หรือสภาพอากาศเปลี่ยนไป

ยุทธศาสตร์ควรช่วยเหลือเกื้อกูลอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะเกษตรกรกลุ่มเสี่ยงและเกษตรรายย่อย

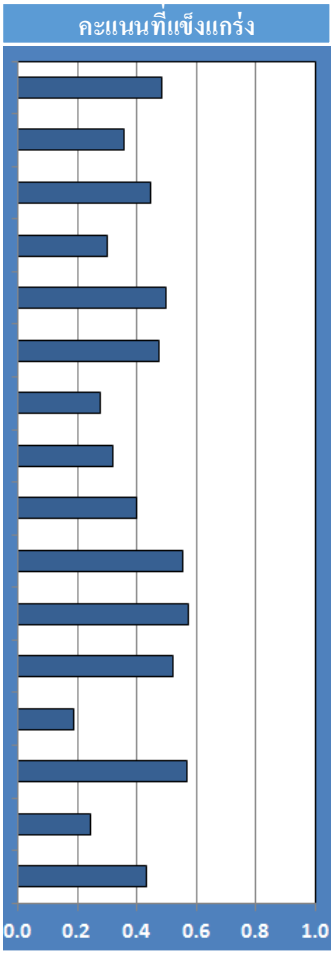
ยุทธศาสตร์ไม่ส่งผลกระทบทางลบต่อกิจกรรมอื่น ๆ

คำนึงถึงต้นทุนหรือผู้ที่จะรับผิดชอบค่าใช้จ่าย

ผลของยุทธศาสตร์ใน 6 ตัวบ่งชี้



ระดับคะแนนของผลยุทธศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ



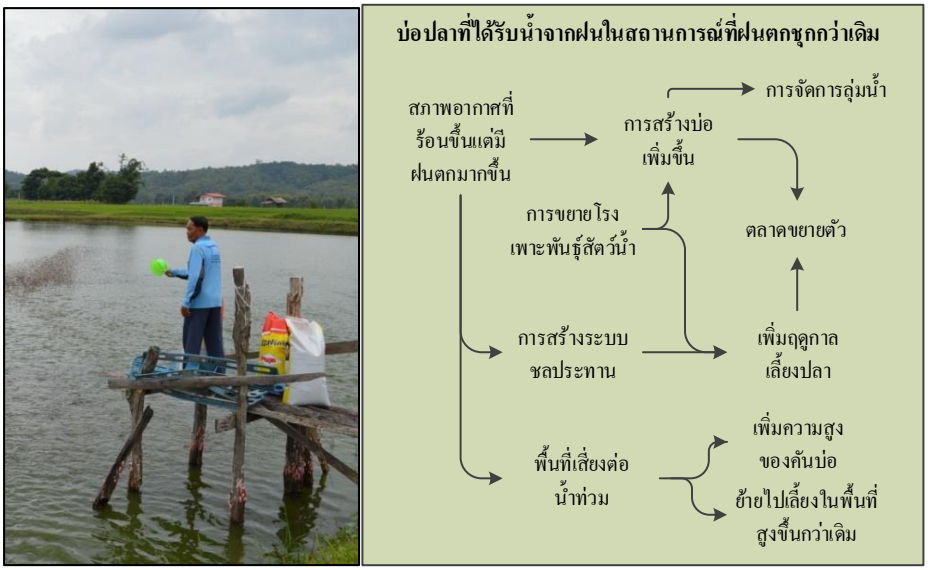
9 แนวทางปรับตัว

การเสริมสร้างความเข้มแข็งในการจัดการความเสี่ยงด้านภูมิอากาศต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด จำเป็นต้องมีการวางแผนทั้งระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว ทั้งในระดับฟาร์ม ชุมชนและระดับชาติ จากการศึกษาพบว่า หากต้องการให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเข้มแข็งและยั่งยืน จำเป็นต้องมีการวางแผนระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นการจัดหาเทคโนโลยีที่เหมาะสม การสร้างโครงสร้างพื้นฐานรองรับการเปลี่ยนแปลง การสร้างระบบประกันภัย การปรับปรุงระบบการเตือนภัย ซึ่งต้องมีการบริหารจัดการครอบคลุมทั้งเรื่องสภาพอากาศ ความต้องการน้ำและความต้องการปลา ในการที่จะนำยุทธศาสตร์ไปใช้ต้องมีความยืดหยุ่น เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง ยุทธศาสตร์บางอย่างต้องยกเลิก ปรับเปลี่ยน ควบรวม หรือมีการสร้างยุทธศาสตร์ใหม่ ตามสถานการณ์และความรู้ที่เปลี่ยนแปลง เส้นทางหรือกระบวนการปรับตัวสำหรับการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดเป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปสู่การปฏิบัติอย่างเหมาะสม หรือการพัฒนาความยืดหยุ่นเพื่อลดความรุนแรงจากภัยพิบัติ การปรับตัวควรมีทั้งในระดับชุมชน การปรับตัวนโยบายและกลยุทธ์ในระดับลุ่มน้ำและระดับชาติ[34] วิธีการปรับตัวในแต่ละขั้นตอนจะมีความอ่อนไหวและเปราะบางเกิดขึ้นได้โดยแตกต่างกันไปในแต่ละวิธี การปรับตัวในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องการการบูรณาการของกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งวิธีการหลายอย่างจะสัมพันธ์กับลักษณะของสภาพอากาศที่คาดเดาหรือพยากรณ์ไว้ แต่ในความจริงนั้น สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ผลกระทบที่เกิดขึ้นในอดีต หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดผลกระทบดังกล่าว จะเป็นบทเรียนที่ช่วยประกอบการตัดสินใจ ภาพ 15 อธิบายถึงแนวทางในกรณีที่คาดการณ์ว่า จะมีฝนมากขึ้นในอนาคต ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการเพิ่มบ่อเลี้ยงปลา หากมีการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบชลประทานหรือมีการสร้างโรงเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ

การจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศในการเลี้ยงปลาน้ำจืด จำเป็นต้องบริหารจัดการทั้งระยะสั้น ระยะกลางและระยะยาว ในระดับครัวเรือน ชุมชนและระดับชาติ

การตัดสินใจลงทุนของเจ้าของฟาร์มเลี้ยงปลาเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นหัวใจสำคัญในขั้นตอนของการปรับตัวเพื่อให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความยั่งยืน การเลือกสถานที่ที่เหมาะสม การมีน้ำเพียงพอ การใช้เทคนิคและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลา การเข้าถึงองค์ความรู้หรือข้อมูลข่าวสาร มีส่วนทำให้ลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามการจัดการในระดับที่สูงขึ้นจากการบริหารจัดการโดยเกษตรกรในฟาร์ม ได้แก่ การบริหารจัดการตลาด การพัฒนานวัตกรรม การสร้างกฎระเบียบและนโยบาย ความร่วมมือของผู้มีส่วนร่วมหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อย่างไรก็ตามนโยบายที่จะช่วยส่งเสริมให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความยั่งยืนต้องลงถึงระดับผู้ปฏิบัติงานหรือตัวเกษตรกรแต่จะต้องมีความยืดหยุ่น [8] การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดเชิงพาณิชย์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้มีผลกระทบต่อภาครัฐและภาคเอกชน[10] ในอดีตการพัฒนาจะมีการพัฒนาชุมชนเมืองเป็นหลัก หรือการพัฒนาผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้บริโภค

กระบวนการปรับตัวในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะต้องสามารถยืดหยุ่นได้ เมื่อความรู้สถานการณ์และเวลาเปลี่ยนไป ยุทธศาสตร์บางอย่างอาจจะต้องยกเลิกไป ปรับเปลี่ยนหรือ



ภาพ 15

ตัวอย่างของกระบวนการในการปรับตัวสำหรับการเลี้ยงปลาในสภาพอากาศที่เหมาะสมสำหรับการขยายพื้นที่เลี้ยงซึ่งมีน้ำเพียงพอ[34]

10 การพัฒนานโยบายและแนวทางปฏิบัติ

10.1 คำแนะนำเพื่อกำหนดนโยบายและการวางแผน

เพิ่มความเข้มแข็งในการบริหารจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ พัฒนาระบบการจัดหาข้อมูลข่าวสารด้านสภาพอากาศและฤดูกาลที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การสร้างระบบเตือนภัยธรรมชาติที่เหมาะสมกับเกษตรกร มีกลยุทธ์ที่จะพัฒนาให้ได้ผลเชิงประจักษ์ อย่างไรก็ตามควรมีการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในอนาคต

การปรับเปลี่ยนนโยบาย แผนและกลยุทธ์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ จัดหาวิธีการจัดการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหากต้องเผชิญกับภัยธรรมชาติที่รุนแรง ความแปรปรวนของสภาพอากาศ และกำหนดยุทธศาสตร์ระยะยาวในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ นโยบายภาครัฐเกี่ยวกับมาตรฐาน การจดทะเบียนฟาร์ม การส่งเสริมการส่งออกควรมีการคำนึงถึงปัญหาที่อาจจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศด้วย

เพิ่มการเฝ้าระวังเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การมีส่วนร่วมอย่างใกล้ชิดในนโยบายการบริหารจัดการลุ่มน้ำ การจัดการลำน้ำหรือแม่น้ำ การชลประทาน การปิดเปิดน้ำจากเขื่อนที่มีการผลิตไฟฟ้า นโยบายป้องกันน้ำท่วม ทั้งในระดับชุมชนและระดับชาติ การประชุมจะต้องนำไปสู่การให้ข้อมูลและมีส่วนร่วมในการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ

กระตุ้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการความเสี่ยงระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา มีการบันทึกและยกย่องนวัตกรรมท้องถิ่นระหว่างงานบริการวิชาการ งานประชุมสมาคม ชมรมหรือเครือข่ายด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในชุมชน การแลกเปลี่ยนความรู้มีความสำคัญในการเพิ่มความสามารถในการปรับตัวเพื่อรับมือกับความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ การจัดการโรคสัตว์น้ำ

ประสานงานกับบริษัทเอกชนและเกษตรกรเพื่อแลกเปลี่ยนแนวทางรับมือกับความเสี่ยง มีการทบทวนการทำประกันแบบกลุ่มหรือประกันภัยผลผลิตโดยใช้ดัชนีสภาพอากาศในประเทศไทย (index-based insurance) สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพิจารณาว่าระบบนี้จะมีข้อดีข้อเสียกว่าการจ่ายค่าชดเชยที่เคยมีมาหรือไม่ วิเคราะห์การประกันความเสี่ยงในลักษณะเกษตรพันธสัญญาว่า ภาครัฐควรมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการหรือไม่

การกำหนดนโยบายเขตพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรใช้ข้อมูลศักยภาพของพื้นที่ สภาพแวดล้อม ความแตกต่างในฤดูกาล ความเพียงพอของน้ำ การไหลเวียนน้ำ เป็นตัวกำหนดเขตพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นโยบายควรมีการปรับเปลี่ยนตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสภาพแหล่งน้ำ

การลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการปรับตัวเพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำในสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง การบำบัดคุณภาพน้ำ การปรับปรุงสายพันธุ์สัตว์น้ำให้ทนต่อสภาพแวดล้อมและโรคระบาด การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในทางเศรษฐกิจ การติดตั้งเครื่องเติมอากาศ

ร่างยุทธศาสตร์ด้านการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ยุทธศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งในการจัดการความเสี่ยงจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงในการเลี้ยงปลาน้ำจืด ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำควบคู่กันไป

10.2 คำแนะนำสำหรับผู้เลี้ยงปลา

การวางแผนธุรกิจหรือเลี้ยงปลาต้องมีการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากสภาพอากาศ ความเสี่ยงแตกต่างกันไปตามฤดูกาล วิเคราะห์เวลาที่เหมาะสมต่อการปล่อยปลาลงเลี้ยง

การวางแผนและพัฒนาระบบมาตรฐานเพื่อให้ฟาร์มสามารถปรับตัวได้ การสร้างมาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับและเพิ่มมูลค่า รวมทั้งสร้างแนวปฏิบัติที่ดีเพื่อลดความเสี่ยง

การลงทุนอย่างเหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงในระดับฟาร์ม เช่น การติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศในบ่อเลี้ยงที่มีออกซิเจนต่ำหรือเมื่อปลามีขนาดโตขึ้น รวมทั้งการติดตั้งในแม่น้ำช่วงที่มีน้ำไหลเอื่อยหรือไหลน้อย รวมทั้งมีการติดต่อสื่อสารกับบริษัทหรือพ่อค้าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อขอความช่วยเหลือหากจำเป็นต้องมีการจับปลาขายอย่างฉุกเฉิน

การคิดค้นนวัตกรรมด้านเทคนิคการจัดการฟาร์มสัตว์น้ำเพื่อเสาะหาวิธีการเพิ่มความยืดหยุ่นในการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ พัฒนาระบบการเลี้ยงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความอ่อนไหวต่อความเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งทางกายภาพ ปัญหาด้านการตลาด ความเสี่ยงด้านสังคมและนโยบาย กระตุ้นให้นักวิจัยศึกษานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการเงินที่ใช้ในการจัดการความเสี่ยง

การสร้างเสริมความเข้มแข็งของสมาคม ชมรมและเครือข่ายเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้มีอำนาจการต่อรองในการบริหารจัดการน้ำ โดยทั่วไปชมรมหรือสมาคมมีอำนาจในการต่อรองการซื้ออาหารสัตว์น้ำ การจับปลาเพื่อจำหน่าย แต่ควรเพิ่มเติมบทบาทในส่วนของการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งในส่วนนี้ บางพื้นที่ได้มีเครือข่ายอย่างไม่เป็นทางการในการร้องขอการปล่อยน้ำจากเขื่อนในหน้าแล้ง หรือในกรณีที่เกิดปัญหาน้ำเสีย

10.3 คำแนะนำสำหรับนักวิจัย

นำผลการวิจัยไปสร้างเครื่องมือจัดการความเสี่ยงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศสำหรับเกษตรผู้เลี้ยงปลา โดยเฉพาะเครื่องมือที่สามารถใช้ได้กับสมาร์ทโฟนเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศ

การปรับระบบนิเวศน์ในบ่อเลี้ยงและแม่น้ำให้มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การจัดการที่ดีเพื่อลดของเสียและรักษาคุณภาพน้ำภายในบ่อและแม่น้ำระหว่างการเลี้ยง

ยุทธศาสตร์ระยะยาวด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อปรับตัวในโลกที่อุณหภูมิสูงขึ้น 4 ºC การร่วมมือกับภาคเอกชนในการคิดค้นนวัตกรรมเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน ร่วมกันกำหนดนโยบายในการปรับตัวของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาและผู้มีส่วนร่วมทางธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ ปลายน้ำ ให้เป็นดั่ง “สายธารแห่งคุณค่า” (value chain)

การสนับสนุนส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อให้ชุมชนปรับตัวได้ ศึกษาเปรียบเทียบสภาพความเป็นอยู่ของเกษตรกรในชุมชนเพื่อประเมินว่า การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำลักษณะใดที่สามารถเพิ่มความยืดหยุ่นในการปรับตัวหรือลดความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

การขยายกิจกรรมการประเมินการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไปยังสัตว์น้ำชนิดอื่นและพื้นที่อื่น ๆ เพิ่มการศึกษาการประเมินความเสี่ยงและแนวทางในการปรับตัวเปรียบเทียบกับภาคอื่น ๆ ของไทยและประเทศเพื่อนบ้าน ด้วยวิธีการศึกษาเดียวกัน เพื่อค้นหาแนวทางปฏิบัติที่ดี รวมไปถึงการดำเนินกิจกรรมการประเมินกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก

11 แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

1. ADB (2005). *An evaluation of small-scale freshwater rural aquaculture development for poverty reduction.* Operations Evaluation Department, Asian Development Bank.: Manila.
2. Ahmed, N., J.D. Ward, and C.P. Saint (2014). *Can integrated aquaculture-agriculture (IAA) produce "more crop per drop"?* Food Security DOI 10.1007/s12571-014-0394-9.
3. Allison, E., N. Andrew, and J. Oliver (2007). *Enhancing the resilience of inland fisheries and aquaculture systems to climate change.* SAT eJournal 4(1): 1-35.
4. AQUADAPT (2014). *Report of a participatory assessment workshop on climate risk management with earthen pond farmers in Ban Tum, Phayao, 23 October 2014 [in Thai].* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
5. AQUADAPT (2014). *Report of a participatory assessment workshop on climate risk management with river cage farmers in Doi Lor, Chiang Mai, 27 August 2014 [in Thai].* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
6. AQUADAPT (2015). *Minutes of the 5th meeting of the AQUADAPT Stakeholder Advisory Group, 16 January 2015 [in Thai].* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
7. AQUADAPT (2015). *Minutes of the 6th meeting of the AQUADAPT Stakeholder Advisory Group, 5 September 2015 [in Thai].* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
8. Badjeck, M.-C., E.H. Allison, A. Halls, and N. Dulvy (2010). *Impacts of climate variability and change on fishery-based livelihoods.* Marine Policy 34: 375-383.
9. Baez, V., J. Aigo, and V. Cussac (2011). *Climate change and fish culture in Patagonia: present situation and perspectives.* Aquacultural Research 42(6): 787-796.
10. Belton, B. and D.C. Little (2011). *Immanent and interventionist inland Asian aquaculture development and its outcomes.* Development Policy Review 29(4): 459-484.
11. Blythe, J., M. Flaherty, and G. Murray (2014). *Vulnerability of coastal livelihoods to shrimp farming: Insights from Mozambique.* Ambio.
12. Bosma, R.H., D.K. Nhan, H.M.J. Udo, and U. Kaymak (2012). *Factors affecting farmers' adoption of integrated rice-fish farming systems in the Mekong delta, Vietnam.* Reviews in Aquaculture 4(3): 178-190.
13. Bostock, J., B. McAndrew, R. Richards, K. Jauncey, T. Telfer, K. Lorenzen, D. Little, L. Ross, N. Handisyde, I. Gatward, and R. Corner (2010). *Aquaculture: global status and trends.* Phil. Trans. R. Soc. B 365: 2897-2912.
14. Cathcart, T., C. Wax, J. Pote, and S. Tiriyono (2007). *A climatological basis for conserving groundwater and reducing overflow in aquaculture ponds in the Southeast United States.* Aquacultural Engineering 36: 225-232.
15. Chitmanat, C., P. Lebel, N. Whangchai, J. Promya, and L. Lebel (forthcoming). *Self-reported fish disease and management in river-based cage aquaculture in northern Thailand.* Journal of Applied Aquaculture.
16. DOF (2011). *Data provided by the Information Centre of the Department of Fisheries. August 2011.* Department of Fisheries: Bangkok.
17. DOF (2011). *Fisheries statistics of Thailand. Available on-line: http://www.fisheries.go.th/it-stat/.* Department of Fisheries, Thailand: Bangkok.
18. DOF (2012). *Master Plan for Aquaculture in Thailand 2012-2016 [in Thai].* Planning Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives: Bangkok.
19. E-Jahan, K.M., M. Ahmed, and B. Belton (2010). *The impacts of aquaculture development on food security: lessons from Bangladesh.* Aquaculture Research 41(4): 481-495.
20. Ficke, A., C. Myrick, and L. Hansen (2007). *Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries.* Rev. Fish. Biol. Fisheries 17: 581-613.
21. Ganjanapan, S. (2015). *AQUADAPT Project. Activity 3.1 Effects of aquaculture on household resilience. 5th Activity Report. 15 February 2015* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
22. Hishamunda, N., P. Bueno, N. Ridler, and W. Yap (2009). *Analysis of aquaculture development in Southeast Asia: A policy perspective. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 509.* Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome.
23. IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC.* Cambridge, UK: Cambridge University Press pp.
24. Irz, X., J.R. Stevenson, A. Tanoy, P. Villarante, and P. Morissens (2007). *The Equity and Poverty Impacts of Aquaculture: Insights from the Philippines.* Development Policy Review 25(4): 495-516.

25. Kallayanamitra, C., M. Potapohn, and L. Lebel (2014). *Aquaculture insurance: innovative risk transfer under a variable and changing climate. USER Working Paper WP-2014-03.* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
26. Kayansamruaj, P., N. Pirarat, I. Hirono, and C. Rodkhum (2014). *Increasing of temperature induces pathogenicity of Streptococcus agalactiae and the up-regulation of inflammatory related genes in infected Nile tilapia (Oreochromis niloticus).* Veterinary Microbiology 172(1–2): 265-271.
27. Kengkaj, W. (2014). *Climate vulnerabilities and livelihood capitals of fish pond farmers in Upper northern Thailand. AQUADAPT Working Paper No. 19.* Chiang Mai University: Chiang Mai.
28. Kengkaj, W. (2015). *Fish farmers' utilization of social networks in adapting to drought and water pollution in Upper Northern Thailand. AQUADAPT Working Paper 32.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
29. Kengkaj, W. (2015). *Forming social capital for climate-related adaptation of fish pond farming in Northern Thailand. AQUADAPT Working Paper 33.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
30. Kengkaj, W. (2015). *Sources of social capital in the networks of fish-pond farmers and their implications for adaptive capacity. AQUADAPT Working Paper 19.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
31. Kotsuke, S., K. Tanaka, and S. Watanabe (2014). *Projected hydrological changes and their consistency under future climate in the Chao Phraya River Basin using multi-model and multi-scenario of CMIP5 dataset.* Hydrological Research Letters 8: 27-32.
32. Kunlasak, K., C. Chitmanat, N. Whangchai, J. Promya, and L. Lebel (2013). *Relationships of dissolved oxygen with chlorophyll-a and phytoplankton composition in tilapia ponds.* International Journal of Geosciences 4: 46-53.
33. Lacombe, G., C. Hoanh, and V. Smakhtin (2012). *Multi-year variability or unidirectional trends? Mapping long-term precipitation and temperature changes in continental Southeast Asia using PRECIS regional climate model.* Climatic Change 113: 285-299.
34. Lebel, L. (2012). *Adaptation pathways for inland aquaculture in the tropics and subtropics. USER Working Paper WP-2012-09.* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
35. Lebel, L., P. Lebel, C. Chitmanat, M. Potapohn, A. Uppanunchai, and C. Apirumanekul (2015). *Improving climate risk management as an adaptation strategy in inland aquaculture in northern Thailand. USER Working Paper WP-2015-02.* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
36. Lebel, P., P. Chaibu, and L. Lebel (2009). *Women farm fish: gender and commercial fish cage culture on the Upper Ping River, northern Thailand.* Gender, Technology and Development 13(2): 199-224.
37. Lebel, P., P. Sriyasak, C. Duangsuwan, and L. Lebel (2015). *Climate-related risks to cage aquaculture in the reservoirs of northern Thailand.* USER Working Paper WP-2015-03. Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University Chiang Mai.
38. Lebel, P., P. Sriyasak, C. Kallayanamitra, C. Duangsuwan, and L. Lebel (2015). *Risk aversion and emotions in the management of climate-related risks by fish farmers. USER Working Paper WP-2015-01.* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University Chiang Mai.
39. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, P. Chaibu, P. Sriyasak, and L. Lebel (2013). *River-based cage aquaculture of Tilapia in northern Thailand: Sustainability of rearing and business practices.* Natural Resources 4(5): 410-421.
40. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2014). *Access to fish cage aquaculture in the Ping River, northern Thailand.* Journal of Applied Aquaculture 26: 32-48.
41. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2015). *Climate risk management in river-based Tilapia cage culture in northern Thailand.* International Journal of Climate Change Strategies and Management 7(4).
42. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2015). *Perceptions of climate-related risks and awareness of climate change of fish cage farmers in northern Thailand.* Risk Management 17: 1-22.
43. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2015). *Risk of impacts from extreme weather and climate in river-based Tilapia cage culture in northern Thailand.* International Journal of Global Warming 9(1): in press.
44. Lebel, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, P. Sriyasak, C. Kallayanamitra, C.R. Duangsuwan, W, and L. Lebel (2015). *Learning about climate-related risks: decisions of Northern Thailand fish farmers in a role-playing simulation game* Regional Environmental Change DOI:10.1007/s10113-015-0880-4
45. Pant, J., H. Demaine, and P. Edwards (2005). *Bio-resource flow in integrated agriculture-aquaculture systems in a tropical monsoonal climate: a case study in Northeast Thailand.* Agricultural Systems 83: 203-219.
46. Pickering, T., B. Ponia, C. Hair, P. Southgate, E. Poloczanska, L. Patrona, A. Teitelbaum, C. Mohan, M. Phillips, J. Bell, and S. De Silva (2011). *Vulnerability of aquaculture in the tropical Pacific to climate change.* In *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*, J. Bell, J. Johnson, and A.J. Hobday, Editors. Secretariat of the Pacific Community: Noumea, New Caledonia. Pages 647-731.

47. Pimolrat, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, T. Itayama, and L. Lebel (2015). *Off-flavor Characterization in High Nutrient Load Tilapia Ponds in Northern Thailand.* Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 15: 275-283.
48. Pimolrat, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2013). *Survey of climate-related risks to Tilapia pond farms in northern Thailand.* International Journal of Geosciences 4: 54-59.
49. Sharma, D. and M. Babel (2013). *Application of downscaled precipitation for hydrological climate-change impact assessment in the upper Ping River basin of Thailand.* Climate Dynamics 41(9-10): 2589-2602.
50. Sin-ampol, P. (2014). *Reducing vulnerability to climate-related disasters and policies by remittances of fish farmers in the Ping River, Thailand. AQUADAPT Working Paper No. 20.* Chiang Mai University: Chiang Mai.
51. Sin-ampol, P. (2015). *The contributions of different forms and periods of mobility to sustaining fish cage farming in the Ping River. AQUADAPT Working Paper 20.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
52. Sin-ampol, P. (2015). *Impacts of fish farming household burdens on mobility decisions in reducing vulnerability to climate-related and socio-economic risks. AQUADAPT Working Paper 35.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
53. Sin-ampol, P. (2015). *Mobility as a response for fish cage farming households in Northern Thailand to multiple risks in the dry season. AQUADAPT Working Paper 34.* Unit for Social and Environmental Research, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University: Chiang Mai.
54. Singhrattna, N. and M. Babel (2011). *Changes in summer monsoon rainfall in the Upper Chao Phraya River Basin, Thailand.* Climate Research 49(2): 155-168.
55. Sinh, B.T., L. Lebel, and N.T. Tung (2009). *Indigenous knowledge and decision-making in Vietnam: living with floods in An Giang Province, Mekong Delta, Vietnam* In *Indigenous knowledge and disaster risk reduction: from practice to policy*, R. Shaw, A. Sharma, and Y. Takeuchi, Editors. NOVA Science Publishers. Pages 445-457.
56. Sriyasak, P. (2015). *Climate sensitivity of tilapia culture in earthen ponds in northern Thailand.* In *Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources*. Maejo University: Chiang Mai.
57. Sriyasak, P., C. Chitmanat, N. Whangchai, and L. Lebel (2013). *Effects of temperature upon water turnover in fish ponds in northern Thailand.* International Journal of Geosciences 4: 18-23.
58. Sriyasak, P., C. Chitmanat, N. Whangchai, J. Promya, and L. Lebel (2015). *Effect of water destratification on dissolved oxygen and ammonia in Tilapia ponds in northern Thailand.* International Aquatic Research in press.
59. Sriyasak, P., N. Whangchai, C. Chitmanat, J. Promya, and L. Lebel (2014). *Impacts of climate and season on water quality in aquaculture ponds.* Khon Kaen University Research Journal 19(5): 743-751.
60. Troell, M., R.L. Naylor, M. Metian, M. Beveridge, P.H. Tyedmers, C. Folke, K.J. Arrow, S. Barrett, A.-S. Crépin, P.R. Ehrlich, Å. Gren, N. Kautsky, S.A. Levin, K. Nyborg, H. Österblom, S. Polasky, M. Scheffer, B.H. Walker, T. Xepapadeas, and A. de Zeeuw (2014). *Does aquaculture add resilience to the global food system?* Proceedings of the National Academy of Sciences.
61. Uppanunchai, A., C. Apirumanekul, and L. Lebel (2015). *Planning for production of freshwater fish fry in a variable climate in Northern Thailand.* Environmental Management 56(4): 859-873.
62. Watanabe, S., Y. Hirabayashi, S. Kotsuki, N. Hanasaki, K. Tanaka, C. Mateo, M. Kiguchi, E. Ikoma, S. Kanae, and T. Oki (2014). *Application of performance metrics for climate models to project future river discharge in Chao Phraya River Basin.* Hydrological Research Letters 8: 33-38.
63. Whangchai, N. (2014). *AQUADAPT Project. Activity 1.2.Climate-related sensitivities of aquaculture production. 4th Activity Report. 20 July 2014* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.
64. Whangchai, N. (2015). *AQUADAPT Project. Activity 1.2.Climate-related sensitivities of aquaculture production. 5th Activity Report. 15 February 2015* Unit for Social and Environmental Research, Chiang Mai University: Chiang Mai.