



**JFPR**  
Japan Fund for Prosperous and Resilient Asia and the Pacific



From  
the People of Japan



ADB TA-9993 THA: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
ในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความยั่งยืนในพื้นที่สูง

## เกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง: ข้อมูลเชิงลึกจากเอเชีย



**AIT**  
Asian Institute of Technology

**NIPPON KOEI**

**TEAM GROUP**





# TA 9993-THA: โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความ ยั่งยืนในพื้นที่สูง

## สื่อเผยแพร่

เกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง: ข้อมูลเชิงลึกจากเอเชีย

กุมภาพันธ์ 2567



**ชื่อโครงการ:** โครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตรเพื่อเพิ่มการฟื้นตัวและความยั่งยืนในพื้นที่สูง

**รหัสโครงการ:** TA 9993-THA

**เสนอต่อ:** ธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (OAE)

**ประเภทเอกสาร:** สื่อเผยแพร่ (Knowledge Product – KP9)

**แก้ไขครั้งที่:** 1

**วันที่:** 19 กุมภาพันธ์ 2568

**ผู้เขียน:** บาสันต์ มาเฮศวารี (Basant Maheshwari), มุกันด์ บาเบล (Mukand Babel), จอห์น วอร์ด (John Ward)

รายงานฉบับนี้ไม่ได้แสดงถึงมุมมองของ ADB หรือหน่วยงานรัฐหน่วยงานใดที่เกี่ยวข้อง โดย ADB และหน่วยงานรัฐไม่มีส่วนรับผิดชอบใด ๆ ต่อเนื้อหาในรายงานฉบับนี้

## คำนำ

การประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติเกี่ยวกับเกษตรทำทันภูมิอากาศ(CSA) ในพื้นที่สูง จัดขึ้นในวันที่ 29-30 ตุลาคม 2567 ณ ศูนย์การประชุมสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้กำหนดนโยบาย ผู้ปฏิบัติงาน และเกษตรกรได้ร่วมกันแบ่งปันประสบการณ์และข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับแนวปฏิบัติ CSA ที่จะช่วยปรับปรุงความสามารถในการแข่งขันด้านการเกษตรในพื้นที่สูงได้ การประชุมเชิงปฏิบัติการดังกล่าวมีการอภิปรายเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการดำเนินงานและการแบ่งปันความรู้เพื่อส่งเสริมการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ การจัดการกับความท้าทายต่าง ๆ ผ่านวิธีแก้ปัญหาที่พิสูจน์แล้ว ความรู้ใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น และการอภิปรายแลกเปลี่ยนในระดับภูมิภาคหลายภาคส่วน

สื่อเผยแพร่ความรู้ เรื่อง "การเกษตรทำทันสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูง: ข้อมูลเชิงลึกจากเอเชีย" จัดทำขึ้นเพื่อรวบรวมผลการค้นพบที่สำคัญ กรณีศึกษา และคำแนะนำจากการประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ภาพรวมที่ครอบคลุมเกี่ยวกับความท้าทายและโอกาสที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อน CSA ในพื้นที่สูงโดยใช้ข้อมูลเชิงลึกจากอนุภูมิภาคแม่น้ำโขงตอนล่าง (GMS) และประเทศอื่นๆ

สื่อเผยแพร่ความรู้ มีโครงสร้างประกอบด้วย 6 ส่วน คือ:

- (1) **บทนำ:** ให้ข้อมูลในบริบทและพื้นหลังเกี่ยวกับ CSA ในพื้นที่สูง โดยเน้นถึงความท้าทายและโอกาส
- (2) **การประเมินความเปราะบางต่อสภาพภูมิอากาศและความสามารถในการปรับตัว:** สำรวจความเปราะบางของระบบเกษตรกรรมในพื้นที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความสามารถในการปรับตัวของชุมชนและระบบนิเวศ
- (3) **เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่เท่าทันภูมิอากาศ:** นำเสนอเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติใหม่ ๆ ในการจัดการน้ำ การอนุรักษ์ดิน การกระจายพันธุ์พืชปลูก และพื้นที่อื่น ๆ ที่สามารถเพิ่มความยั่งยืนและความยืดหยุ่นของเกษตรในพื้นที่สูงได้
- (4) **คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ห่วงโซ่คุณค่า และเทคโนโลยีดิจิทัล:** เน้นถึงความสำคัญของคุณภาพผลิตภัณฑ์ ความปลอดภัย และการเพิ่มมูลค่าในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรในพื้นที่สูง
- (5) **การเพิ่มความรู้และศักยภาพในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ:** เน้นถึงบทบาทสำคัญของความรู้และการสร้างศักยภาพในการเสริมพลังให้กับบุคคล ชุมชน และหน่วยงานต่าง ๆ ในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิสภาพอากาศและการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (6) **ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ:** สรุปผลการค้นพบที่สำคัญและข้อเสนอแนะของการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับริเริ่มและการลงทุนในอนาคตเพื่อปรับปรุง CSA ในพื้นที่สูง

คณะผู้เขียนหวังว่าสื่อเผยแพร่ความรู้ฉบับนี้ จะมีคุณค่าสำหรับเกษตรกร นักวิจัย ผู้กำหนดนโยบาย และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ ที่มุ่งมั่นในการส่งเสริมการเกษตรทำทันสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูง นอกจากนี้ สื่อเผยแพร่ยังจะให้ข้อมูลเชิงปฏิบัติ กลยุทธ์ที่ดำเนินการได้ และกรอบความร่วมมือในการสร้างระบบเกษตรกรรมที่มีความยืดหยุ่นและยั่งยืนมากขึ้นในภูมิภาคที่สำคัญเหล่านี้

# สารบัญ

## คำนำ

## สารบัญตาราง

## สารบัญรูป

## รายการตัวย่อ

## 1. บทนำ

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| 1.1 | บริบทของสถานการณ์  | ๑ |
| 1.2 | ความท้าทายสำหรับเกษตรกรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง  | ๑ |
| 1.3 | การประชุมเชิงปฏิบัติการระดับนานาชาติเรื่องเกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง: แนวทางที่ดีที่สุดและการถอดบทเรียน | ๒ |

## 2. การประเมินความเปราะบางจากสภาพภูมิอากาศและความสามารถในการปรับตัว

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 2.1 | กรณีศึกษา 1: การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประเมินผลกระทบ และการปรับตัวในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน: แนวทางแบบจำลองจากบนลงล่าง (Top-Down Modelling Approach)      | ๕  |
| 2.2 | กรณีศึกษาที่ 2: ความเปราะบางของการเกษตรในภาคต่าง ๆ ของจังหวัดน่านต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความต้องการและช่องว่างในการเสริมสร้างศักยภาพสำหรับการประเมินความเปราะบาง | ๑๑ |
| 2.3 | กรณีศึกษาที่ 3: การสร้างความยืดหยุ่นที่ง่ายและสามารถเข้าถึงได้สำหรับการเกษตรในพื้นที่ภูเขา  | ๑๖ |
| 2.4 | กรณีศึกษา 4: การปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่นำโดยชุมชนเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน: ประสบการณ์และบทเรียนที่ได้เรียนรู้จากชนบทในประเทศอินเดีย                                       | ๒๕ |
| 2.5 | กรณีศึกษาที่ 5: การเกษตรที่ฉลาดกับสภาพภูมิอากาศในเทือกเขาหิมาลัย: การส่งเสริมความมั่นคงด้านอาหารและการดำรงชีวิตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ                            | ๓๒ |

## 3. เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติทางเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.1 | กรณีศึกษา 6: แนวปฏิบัติการจัดการน้ำที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศในจังหวัดน่าน  | ๔๐ |
| 3.2 | กรณีศึกษา 7: การจัดการดินเท่าทันภูมิอากาศ   | ๔๘ |
| 3.3 | กรณีศึกษา 8: การได้ประโยชน์สามด้านจากการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าในเกษตรกรรมพื้นที่สูง: ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ผลผลิตมันสำปะหลัง, และรายได้ครัวเรือน   | ๕๘ |
| 3.4 | กรณีศึกษา 9: การเสริมสร้างศักยภาพชุมชนในพื้นที่สูงของหิมาลัยผ่านการพัฒนา, การตรวจสอบ และการเผยแพร่เครื่องทำความร้อนและปรุงอาหารหลายวัตถุประสงค์เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดมลพิษทางอากาศ | ๖๕ |
| 3.5 | กรณีศึกษาที่ 10: การปรับปรุงสภาพภูมิประเทศและสภาพอากาศเพื่อการหลากหลายพืชผล   | ๗๒ |

## 4. คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร, ห่วงโซ่มูลค่า และเทคโนโลยีดิจิทัล

๗๘

4.1	กรณีศึกษา 11: การปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์การเกษตรในพืชทางเลือก ในจังหวัดน่าน ประเทศไทย	๘๐
4.2	กรณีศึกษา 12: การใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลเพื่อยกระดับความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร: ข้อมูลเชิงลึกจากอุตสาหกรรมส่งออกทุเรียนของประเทศไทย	๘๘
4.3	กรณีศึกษา 13: โซลูชันดิจิทัลที่ได้จริงสำหรับเกษตรกรรายย่อย: การเชื่อมโยงการจัดการฟาร์มตั้งแต่การปลูกจนถึงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการติดตามและความยั่งยืนที่ดียิ่งขึ้น	๙๘
4.4	กรณีศึกษา 14: การเพิ่มความสามารถในการติดตามและความถูกต้องของสัมผัสนวัตกรรมผ่านเทคโนโลยีบล็อกเชน, เนปาล	๑๐๗
<b>5.</b>	<b>การเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ</b>	<b>๑๑๒</b>
5.1	กรณีศึกษา 15: การเสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชนในจังหวัดน่าน	๑๑๔
5.2	กรณีศึกษา 16: การสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศผ่านการเกษตรอัจฉริยะ (CSA) ในประเทศเนปาล	๑๒๒
5.3	กรณีศึกษา 17: การเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ภูเขาของจังหวัดอัลเบย์ ฟิลิปปินส์ ผ่านการเก็บน้ำฝน	๑๓๐
5.4	กรณีศึกษา 18: การฟื้นฟูระบบนิเวศและชีวิตความเป็นอยู่: นวัตกรรมทางเกษตรนิเวศในกลุ่มน้ำมานูปาลี, มินดาเนา, ฟิลิปปินส์	๑๓๖
5.5	กรณีศึกษา 19: การปลูกข้าวในนาข้าวแบบเปียกและแห้งสลับกันช่วยเพิ่มผลผลิตและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตชานเตียน จังหวัดยูนนาน	๑๔๒
<b>6.</b>	<b>ข้อเสนอแนะ และแนวทางข้างหน้า</b>	<b>๑๔๙</b>
6.1	ส่วนสำคัญของการอภิปรายมุ่งเน้นไปที่สองช่วงหลักของการประชุม:	๑๔๙
6.2	การวางแผนการลงทุนในเกษตรกรรมที่ยั่งยืนสำหรับพื้นที่สูง	๑๔๙
6.3	สรุป (Summary)	๑๕๐
6.4	ข้อสรุป (Conclusions)	๑๕๑
6.5	ข้อเสนอแนะ	๑๕๒
6.6	แนวทางสำหรับการขยายการใช้ CSA ในพื้นที่สูง	๑๕๓

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1: แนวทางปฏิบัติด้านการประกอบอาชีพและการผลิตที่เป็นทางเลือกใหม่เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในพื้นที่สูงของประเทศไทย	๑๓
ตารางที่ 2: การผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ เทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้	๔๕
ตารางที่ 3: รายละเอียดทางภูมิศาสตร์ของเมืองพุทธภูมิและเมืองกาเศศวารี	๑๒๓

## สารบัญรูป

รูปที่ 1: พิธีเปิดการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อการเสริมสร้างศักยภาพด้านการประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรมในพื้นที่สูง: ความท้าทายและโอกาส จัดขึ้นที่จังหวัดน่าน ประเทศไทย	๘
รูปที่ 2: การอภิปรายกลุ่มในการประชุมเชิงปฏิบัติการประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรมในพื้นที่สูง: ความท้าทายและโอกาส จัดขึ้นที่จังหวัดน่าน ประเทศไทย	๘
รูปที่ 3: แนวทางการสร้างความยืดหยุ่นบนภูเขา	๑๘
รูปที่ 4: ผลกระทบของ jholmal/no jholmal ต่อผลผลิตข้าว (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ข้อผิดพลาดมาตรฐาน) ในปี 2559 ใน 8 แหล่งที่แตกต่างกัน ปาฏเลเขต (Patleket-PK) คัลเชเบซี (Kalchhebesi-KB) นายากอน-เดอปุร์ (Nayagaun-Deupur -ND) มหาเทพสถาน มานตัน (Mahadevsthan Mandan-MM) ราบี (Rabi - RB) โอปี (Opi-OP) บาลูวา (Baluwa-BA) และเบลล่า (Bela-BE) (ที่มา: Subedi et al., 2019)	๑๙
รูปที่ 5: การสาธิตวิธีการและเทคโนโลยีที่เรียบง่าย ราคาไม่แพง และสามารถทำซ้ำได้ ซึ่งได้รับการพัฒนาและจัดการโดยเกษตรกรที่สวนสาธารณะความรู้ในท้องถิ่น	๒๐
รูปที่ 6: กลุ่มสตรีจากหมู่บ้านนาร่องแห่งหนึ่งในเนปาล	๒๒
รูปที่ 7: กระบวนการสร้างแบบจำลองแบบมีส่วนร่วม: การอภิปรายกลุ่มการร่างแบบ และเล่าเรื่อง (Storytelling) เป็นกลุ่มเพื่อบูรณาการการรับรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรภายในกรอบการออกแบบร่วมกัน	๒๗
รูปที่ 8: การประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างศักยภาพแบบมีส่วนร่วม: เกษตรกรเข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างศักยภาพที่ออกแบบมาเพื่อมอบผลการสร้างแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์	๒๘



รูปที่ 9: การดำเนินการตามแผนการปลูกล่วงหน้าแบบมีส่วนร่วม	๒๙
รูปที่ 10: การดำเนินการตามแผนปลูกพืชระยะเริ่มต้นอย่างมีส่วนร่วม	๒๙
รูปที่ 11: การเก็บข้อมูลในระดับครัวเรือนโดยคณะผู้ดำเนินโครงการ	๓๓
รูปที่ 12: การประชุมกับเกษตรกรและตัวแทนองค์กรชุมชน	๓๖
รูปที่ 13: : การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง CSA ให้กับเจ้าหน้าที่รัฐในพื้นที่สูง	๓๖
รูปที่ 14: ที่ตั้งจุดสาธิตระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และการไถแบบคีย์ไลน์	๔๐
รูปที่ 15: ชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ในตำบลบัวใหญ่	๔๔
รูปที่ 16: การไถดินแบบคีย์ไลน์ในตำบลบัวใหญ่	๔๔
รูปที่ 17: ปุ่มพลังงานแสงอาทิตย์ที่ศูนย์ภูมิภาคของห้องปฏิบัติการนวัตกรรมด้านพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย	๕๑
รูปที่ 18: ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ ปุ่มทำงานด้วยไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์	๕๑
รูปที่ 19: กระบวนการผลิตและคุณสมบัติถ่านชีวภาพ	๕๒
รูปที่ 20: การไถแบบคีย์ไลน์/การไถได้ผิวดินด้วยเครื่อง Yeomans	๕๒
รูปที่ 21: ตัวอย่างของการคลุมดินโดยใช้เศษพืช A) ข้าวโพดที่ปลูกโดยใช้การไถพรวนให้น้อยที่สุดและคลุมดินในประเทศแซมเบีย; (B) การใช้ฟางข้าวคลุมในแปลงปลูกพริกในประเทศไทย	๕๓
รูปที่ 22: ข้าวโพดลูกผสมทนแล้ง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร	๕๓
รูปที่ 23: แนวปฏิบัติด้านวนเกษตรประเภทต่าง ๆ - (A) ระบบวนเกษตรในการปลูกร่วมกันของมะพร้าวและขมิ้นในรัฐมิฬนาซู ประเทศอินเดีย, (B) แนวทางการจัดการวนเกษตรแบบหลายชั้น (Multilayered Agroforestry) ด้วยมะพร้าว-สับประรด-ข้าวฟ่าง, (C) Coconut and ginger agroforestry system in the Philippines, (D) รูปแบบการเพาะปลูกด้วยการไถแบบแนวคีย์ไลน์ภายใต้ระบบวนเกษตร ในรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา	๕๔
รูปที่ 24: สถานที่ศึกษา หมู่บ้านเกาวาย (Cau Vai) ในตำบลมวดอง อำเภอวันเยน จังหวัดเยนไป	๕๙
รูปที่ 25: คำแนะนำสำหรับการแบ่งปันข้อมูลพยากรณ์อากาศที่แม่นยำและความร่วมมือ CSA หลายระดับสำหรับการดำเนินการตามกลยุทธ์ปี 2564-2573 ของ NTM	๖๓
รูปที่ 26: โครงสร้าง ระดับจุลภาคของถ่านชีวภาพ	๖๘
รูปที่ 27: เครื่องไฟโรไลเซอร์	๖๘
รูปที่ 28: โรงเพาะชำในทรายเพื่อทำให้ต้นกล้าเพิ่มความทนแล้ง	๗๕
รูปที่ 29: มีการนำโรงเรือนพลาสติกแบบต่ำ อุโมงค์สองชั้น อุโมงค์ตาข่ายบังแดด อุโมงค์หลบฝน แผ่นไม้ทอ และตาข่ายกันลูกเห็บมาใช้เพื่อป้องกันพืช	๗๕
รูปที่ 30: การตอบแบบสอบถามโดยการพบปะเกษตรกร	๘๓
รูปที่ 31: การตอบแบบสอบถามโดยการพบปะเกษตรกร	๘๓

รูปที่ 32: การมีส่วนร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน	๙๒
รูปที่ 33: สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ได้ผ่านแอป	๙๓
รูปที่ 34: รหัส QR บนรถบรรทุกช่วยให้สามารถตรวจสอบได้แบบเรียลไทม์ระหว่างการขนส่ง	๙๓
รูปที่ 35: การใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของแปลงเกษตรและการกลั่นให้ชัดเจน	๑๐๐
รูปที่ 36: แปลงเกษตรและกิจกรรมการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกตะไคร้หอม	๑๐๐
รูปที่ 37: มุมมองของลูกค้า รายงานเกี่ยวกับชุดเฉพาะ (ขวา) เชื่อมโยงวัตถุดิบกับแปลงเกษตรที่ปลูกเฉพาะ (ซ้าย) ทั้งสองเชื่อมโยงกันด้วยรหัสของแปลงเกษตร	๑๐๑
รูปที่ 38: ภาพถ่ายจากโดรน ดำเนินการโดย ListenField ด้วยความร่วมมือกับ Kubota Research and Development Asia (KRDA)	๑๐๒
รูปที่ 39: การสาธิตการประเมินคุณค่าธาตุอาหารในดินแบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่แก่เกษตรกร	๑๐๒
รูปที่ 40: อบรมการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการทำฟาร์มแบบดิจิทัล	๑๐๓
รูปที่ 41: อบรมเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรประจำเขตเกี่ยวกับหน้าปัดแดชบอร์ดเว็บสำหรับการติดตามข้อมูลเกษตรกร	๑๐๓
รูปที่ 42: ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสามารถรวบรวมได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเดินทางไปที่สนาม ซึ่งจะแตกต่างกับโดรน	๑๐๔
รูปที่ 43: มีการบันทึกปริมาณน้ำฝนรายวันตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม 2567 ข้อมูลจากสถานี TMD ระบุว่าปริมาณน้ำฝนที่รายงานเกินจริง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อตัดสินใจ จำเป็นต้องมีการอ่านค่าสภาพภูมิอากาศย่อยที่แม่นยำ	๑๐๕
รูปที่ 44: สัมหวนที่ปลูกในพื้นที่สินธุลี	๑๐๘
รูปที่ 45: การจัดอบรมเพื่อให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน แนวปฏิบัติที่ยั่งยืน และกลยุทธ์การสร้างแบรนด์	๑๐๙
รูปที่ 46: กิจกรรมเสริมสร้างศักยภาพเกษตรกร	๑๑๘
รูปที่ 47: การมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่รัฐ	๑๑๙
รูปที่ 48: ฟาร์มผักในเขตกิ่งเมือง (Kageshwari Manohara) และการมีส่วนร่วมของเกษตรกรสตรี	๑๒๔
รูปที่ 49: เกษตรกรสตรีเข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติ CSA	๑๒๗
รูปที่ 50: การจัดตั้งร่วมกันของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บน้ำฝนโดยใช้ประโยชน์จากการดำเนินการร่วมกัน (bayanihan) ของเกษตรกรในชุมชนเกษตรกรรมบนที่สูงทั้งสามแห่ง	๑๓๓
รูปที่ 51: ประเภทและขนาดของบ่อเก็บน้ำฝนจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่โครงการทั้ง 3 แห่ง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น	๑๓๓
รูปที่ 52: การทำแผนที่แบบมีส่วนร่วม	๑๓๘
รูปที่ 53: การวางแผนขั้นสูงสุดในฟาร์มสาธิตในเขตกันชน MKRNP โดยใช้โครง A ชั่วคราว	๑๓๙
รูปที่ 54: ชาวนาปลูกต้นไม้พื้นเมืองในร่องที่มีฝักสวนครัว	๑๔๐

รูปที่ 55: ผีก่อบรมเกษตรกรด้วย RPQPT

๑๕๕

รูปที่ 56: การสู่มตัวอย่างอากาศรายสัปดาห์ในกล่องรวบรวมเพื่อวัดปริมาณมีเทน

๑๕๕

## รายการตัวย่อ

<b>ADB</b>	Asian Development Bank ธนาคารพัฒนาเอเชีย
<b>AI</b>	Artificial Intelligence ปัญญาประดิษฐ์
<b>AIT</b>	Asian Institute of Technology สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
<b>APEC</b>	Asia-Pacific Economic Cooperation ความร่วมมือทางเศรษฐกิจเอเชีย-แปซิฟิก
<b>CASP</b>	Core Agriculture Support Program โครงการสนับสนุนการเกษตรแกนกลาง
<b>CBOs</b>	Community-Based Organizations องค์กรฐานชุมชน
<b>CEAPRED</b>	Centre of Environmental and Agricultural Policy Research, Extension and Development ศูนย์วิจัยนโยบาย การส่งเสริมและพัฒนาด้านสิ่งแวดล้อมและเกษตร
<b>CMIP6</b>	Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 การประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก
<b>CSA</b>	Climate-Smart Agriculture เกษตรเท่าทันภูมิอากาศ
<b>DSR</b>	Direct-Seeded Rice การปลูกข้าวโดยใช้เมล็ดโดยตรง
<b>EPCIS</b>	Electronic Product Code Information Services เลขรหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับเทคโนโลยี RFID
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization องค์กรอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ
<b>GACC</b>	General Administration of Customs China สำนักงานศุลกากรแห่งประเทศจีน
<b>GAP</b>	Good Agricultural Practices การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี
<b>GB</b>	Gilgit-Baltistan กิลกิต บัลติสถาน
<b>GCMs</b>	General Circulation Models แบบจำลองการไหลเวียนทั่วไป
<b>GESI</b>	Gender Equality and Social Inclusion ความเท่าเทียมทางเพศ ความเท่าเทียมทางเพศ และการมีส่วนร่วมของทุกกลุ่มคนในสังคมอย่างเท่าเทียม
<b>GHG</b>	Greenhouse Gas ก๊าซเรือนกระจก
<b>GIS</b>	Geographic Information Systems ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
<b>GIZ</b>	German Corporation for International Cooperation องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งเยอรมัน
<b>GMP</b>	Good Manufacturing Practices แนวทางปฏิบัติที่ดีในการผลิต หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต
<b>GMS</b>	Greater Mekong Subregion อนุภูมิภาคแม่น้ำโขง
<b>GS1</b>	Global Standards One (for traceability systems)

<b>HACCP</b>	Hazard Analysis and Critical Control Points การวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤต
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis and Critical Control Points การวิเคราะห์อันตรายและจุดควบคุมวิกฤต
<b>HKH</b>	Hindu Kush Himalaya เทือกเขาฮินดูกูช
<b>ICIMOD</b>	International Centre for Integrated Mountain Development ศูนย์บูรณาการการพัฒนาพื้นที่ภูเขานานาชาติ
<b>IDB</b>	Inter-American Development Bank ธนาคารพัฒนาอินเตอร์อเมริกา
<b>IoT</b>	Internet of Things อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
<b>JICA</b>	Japan International Cooperation องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศแห่งญี่ปุ่น
<b>KR-20</b>	Kuder-Richardson Formula 20 คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตร 20
<b>MARA</b>	Ministry of Agriculture and Rural Affairs (China) กระทรวงกิจการเกษตรและชนบท
<b>MOAC</b>	Ministry of Agriculture and Cooperatives (Thailand) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
<b>NEM</b>	Northeast Monsoon มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
<b>NGO</b>	Non-Governmental Organization องค์การนอกภาครัฐ องค์การพัฒนาเอกชน
<b>NIR</b>	Near Infrared ความยาวคลื่นใกล้อินฟราเรด
<b>NSTDA</b>	National Science and Technology Development Agency (Thailand) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
<b>PGS</b>	Participatory Guarantee Systems การรับรองแบบมีส่วนร่วม
<b>PPPs</b>	Public-Private Partnerships การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชนในกิจการของรัฐ
<b>PRC</b>	People's Republic of China สาธารณรัฐประชาชนจีน
<b>QR</b>	Quick Response คิวอาร์โค้ด
<b>R&amp;D</b>	Research and Development การวิจัยและพัฒนา
<b>RFID</b>	Radio-Frequency Identification การระบุเอกลักษณ์ด้วยคลื่นวิทยุ
<b>RMS</b>	Resilient Mountain Solutions แนวทางที่ยืดหยุ่นสำหรับพื้นที่ภูเขา
<b>SASRP</b>	Sustainable Agriculture and Food Security Program โปรแกรมการเกษตรที่ยั่งยืนและความมั่นคงทางอาหาร
<b>SI</b>	Supplemental Irrigation การชลประทานเสริม
<b>SMEs</b>	Small and Medium-sized Enterprises วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม
<b>SSP</b>	Shared Socioeconomic Pathway วิถีทางเศรษฐกิจและสังคมที่เข้าร่วมกัน
<b>SWM</b>	Southwest Monsoon มรสุมตะวันตกเฉียงใต้
<b>TA</b>	Technical Assistance โครงการความช่วยเหลือทางวิชาการ

<b>TAS</b>	Thai Agricultural Standard มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทย
<b>TMD</b>	Thai Meteorological Department กรมอุตุนิยมวิทยา
<b>VA</b>	Vulnerability Assessment การประเมินความเปราะบาง
<b>VI</b>	Vulnerability Index ดัชนีความเปราะบาง
<b>WGA</b>	Working Group on Agriculture คณะทำงานด้านการเกษตร

# 1. บทนำ

## 1.1 บริบทของสถานการณ์

การเกษตรมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมากกว่า 48% ของประชากรอาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบท และมากกว่า 30% ของแรงงาน มีการจ้างงานในภาคการเกษตร แต่อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดน่าน กำลังเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญจากการทำการเกษตรที่ยั่งยืน โดยเฉพาะการเพาะปลูกข้าวโพดแบบการเกษตรเชิงเดี่ยว (monoculture) การทำในลักษณะนี้ ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของทรัพยากร ผลผลิตทางการเกษตรต่ำ และรายได้ที่ไม่มั่นคง การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ขนาดใหญ่ให้กลายเป็นทุ่งข้าวโพด ได้ทำให้เกิดการทำลายป่า การกัดเซาะของดิน และการเกิดภัยแล้ง

การใช้สารเคมีเกษตรในปริมาณมากในการปลูกข้าวโพด ยังทำให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อน ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์และระบบนิเวศทางน้ำ การใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงอย่างเข้มข้น ซึ่งมักได้รับการส่งเสริมจากการสนับสนุนของภาครัฐและภาคเอกชน ได้ทำให้ระบบนิเวศตามธรรมชาติได้รับผลกระทบ ลดความหลากหลายทางชีวภาพ และเพิ่มการกัดเซาะของดิน

ด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้น และความถี่ที่เพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สภาพภูมิอากาศ ที่เปลี่ยนแปลงอย่างสุดขั้ว เช่น ภัยแล้ง และน้ำท่วม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ปัญหาดังกล่าวรุนแรงขึ้น ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้การผลิตทางการเกษตรและการดำรงชีวิตของชุมชนชนบทในประเทศไทยเป็นเรื่องที่น่ากังวลมากขึ้น เนื่องจากความแปรปรวนและความไม่แน่นอนของฝนที่ตกทำให้เกิดภัยแล้ง และน้ำท่วมบ่อยขึ้น ส่งผลกระทบต่ออุปทานน้ำในการชลประทาน กำหนดเวลาการปลูกพืชซึ่งกัน และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียหายของผลผลิต

นอกจากปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว พื้นที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทยยังเผชิญกับปัญหาทางสังคมและเศรษฐกิจ เช่น ความยากจน ความไม่มั่นคงทางอาหาร และปัญหาการถือครองที่ดิน เกษตรกรจำนวนมากไม่มีสิทธิในการถือครองที่ดินหรือสิทธิการใช้ที่ดินที่มั่นคง ซึ่งทำให้การลงทุนในการทำการเกษตรที่ยั่งยืนเป็นเรื่องยาก การขาดเอกสารการครอบครองที่ดินที่ชัดเจนและข้อบังคับเกี่ยวกับป่าที่ล้าสมัยยังทำให้สถานการณ์ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ปัญหาดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการเปลี่ยนแปลงไปสู่การเกษตรที่ยั่งยืนมากขึ้นในพื้นที่สูงของภาคเหนือของประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงนี้ควรมุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมการเกษตรทำทันภูมิอากาศ (Climate-Smart Agriculture: CSA) และการทำเกษตรอินทรีย์ที่สร้างความยืดหยุ่นชุมชนในพื้นที่สูง อีกทั้งปกป้องสิ่งแวดล้อม และเสริมสร้างความยั่งยืนในการผลิตทางการเกษตร

## 1.2 ความท้าทายสำหรับเกษตรกรทำทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง

ในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน การทำการเกษตรที่ยั่งยืนได้สร้างความท้าทายให้กับการจัดการดิน และน้ำ การปลูกพืชในพื้นที่ลาดชันโดยไม่ได้มีการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินที่เพียงพอทำให้เกิดการกัดเซาะของดินอย่างรุนแรง ส่งผลให้สูญเสียชั้นดินที่อุดมไปด้วยสารอาหาร นอกจากนี้การทำเกษตรเชิงเดี่ยวยังทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของดิน โดยเฉพาะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่

ต่ำ และผลผลิตลดลง การใช้ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงมากเกินไปยังทำให้เกิดมลพิษในดิน และน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ และทำลายระบบนิเวศทางน้ำ อีกหนึ่งความท้าทายที่สำคัญในพื้นที่สูงสุดของพื้นที่สูงคือการขาดแคลนน้ำ ทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้ที่ดิน และทำให้สถานการณ์ภัยแล้งแย่ลง

### 1.2.1 ความท้าทายด้านสิทธิการถือครองที่ดินและนโยบาย

นอกจากความท้าทายในการจัดการดินและน้ำแล้ว การนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ในพื้นที่สูงยังต้องเผชิญกับความท้าทายเกี่ยวกับสิทธิการถือครองที่ดินและนโยบายต่าง ๆ เกษตรกรจำนวนมากขาดสิทธิในการถือครองที่ดินหรือสิทธิการใช้ที่ดินที่มั่นคง ซึ่งทำให้การลงทุนระยะยาวในแนวทางการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืนเป็นเรื่องยาก นอกจากนี้ การขาดนโยบายที่สนับสนุนและสร้างแรงจูงใจในการนำเอาแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ ยังทำให้การเปลี่ยนแปลงไปสู่การทำเกษตรที่ยั่งยืนเป็นไปได้ยากขึ้น

### 1.2.2 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อการทำเกษตรในพื้นที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของสภาพอากาศที่ก่อให้เกิดความแปรปรวนและความรุนแรงมากขึ้น รูปแบบฝนที่ไม่แน่นอนส่งผลกระทบต่อการกักเก็บน้ำสำหรับการชลประทาน ควบคุมตารางเวลาการปลูกพืช และเพิ่มความเสี่ยงต่อการล้มเหลวของผลผลิต นอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงขึ้นยังส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช โดยเฉพาะพืชที่ไวต่อความเครียดจากความร้อน

เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และคลื่นความร้อน ยังทำให้ปัญหาทวีความรุนแรงขึ้น เหตุการณ์เหล่านี้ทำลายผลผลิตทางการเกษตร สัตว์เลี้ยง และโครงสร้างพื้นฐาน นำไปสู่การขาดแคลนอาหาร ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ และการย้ายถิ่นฐานของชุมชน

### 1.2.3 ความท้าทายทางสังคมและเศรษฐกิจ

พื้นที่สูงของจังหวัดน่านต้องเผชิญกับความท้าทายทางสังคมและเศรษฐกิจที่อาจขัดขวางการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ อัตราความยากจนที่มีอยู่สูงและความไม่เสมอภาคทางรายได้ กลายเป็นข้อจำกัดการเข้าถึงทรัพยากร ข้อมูล และเทคโนโลยีของเกษตรกร ทำให้การลงทุนในแนวทางการเกษตรที่ยั่งยืนเป็นเรื่องยาก

การพึ่งพาการทำเกษตรแบบการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว และความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความไม่มั่นคงทางอาหาร ส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตและความเป็นอยู่ของชุมชน นอกจากนี้ การที่พื้นที่สูงตั้งอยู่ห่างไกลและขาดโครงสร้างพื้นฐานที่เพียงพอยังกีดขวางการเข้าถึงตลาด ทำให้ขายผลผลิตในราคาที่เป็นธรรมและการเข้าถึงปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่จำเป็นเป็นเรื่องยาก

## 1.3 การประชุมเชิงปฏิบัติการระดับนานาชาติเรื่องเกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง: แนวทางที่ดีที่สุดและการถอดบทเรียน

การประชุมเชิงปฏิบัติการระดับนานาชาติ เรื่อง เกษตรเท่าทันภูมิอากาศในพื้นที่สูง – แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดและการถอดบทเรียน (International Workshop on Climate-Smart Agriculture in Highlands – Best Practices and Lessons) ซึ่งจัดขึ้นระหว่างวันที่ 29-30 ตุลาคม 2567 ได้รวบรวมผู้เชี่ยวชาญ ผู้กำหนดนโยบาย นักปฏิบัติการ และเกษตรกร เพื่อมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์และมุมมองเกี่ยวกับวิธีการที่แนวปฏิบัติ CSA สามารถพัฒนาความสามารถในการแข่งขันทาง



การเกษตรของพื้นที่สูง การประชุมเชิงปฏิบัติการนี้ได้เปิดโอกาสให้มีการหารือเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการดำเนินการและการแบ่งปันความรู้เพื่อสนับสนุนการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ โดยการแก้ไขปัญหาผ่านทางวิธีที่พิสูจน์แล้วว่าได้ผล ความรู้ใหม่ ๆ และการแลกเปลี่ยนในระดับภูมิภาคและหลายภาคส่วน

การประชุมเชิงปฏิบัติการมุ่งเน้นไปที่วัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ:

### มุ่งเน้นไปที่ความยืดหยุ่นของพื้นที่สูง

- การจัดการความเสี่ยงที่เฉพาะเจาะจง: หารือเกี่ยวกับความท้าทายและความเปราะบางที่เกิดจากความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วในพื้นที่สูง
- การนำเสนอเรื่องราวความสำเร็จ: แบ่งปันกรณีศึกษาหรือโครงการนำร่องที่แสดงให้เห็นถึงเทคนิคทาง CSA ที่มีประสิทธิภาพจากพื้นที่สูง

### เร่งการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้

- การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของสินค้าเกษตร: สำรวจโอกาสใหม่ในการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าของเกษตรกรรมในพื้นที่สูง รวมถึงเทคโนโลยีดิจิทัล
- ส่งเสริมการสนทนาแลกเปลี่ยนและความร่วมมือ: ส่งเสริมการสนทนาแลกเปลี่ยนระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ขับเคลื่อนการนำแนวทาง CSA มาใช้ในชุมชนพื้นที่สูง

### การเสริมสร้างประสบการณ์

- การใช้ประโยชน์จาก ADB TA-9993 และข้อมูลจากโครงการอื่นๆ: ดึงข้อมูลจากประสบการณ์จริงและบทเรียนที่ได้รับจากการดำเนินการโครงการ ADB TA-9993 และโครงการอื่น ๆ เพื่อเป็นแรงบันดาลใจในการดำเนินการในอนาคต

การประชุมเชิงปฏิบัติการถูกจัดขึ้นตามสี่หัวข้อหลัก:

- การประเมินความเปราะบางจากสภาพภูมิอากาศและความสามารถในการปรับตัวโดยคำนึงถึงมิติหญิงชายในพื้นที่สูง
- เทคโนโลยีและแนวทางการทำการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศสำหรับพื้นที่สูง
- คุณภาพผลิตภัณฑ์เกษตร ห่วงโซ่คุณค่า และเทคโนโลยีดิจิทัล
- การเสริมสร้างความรู้และความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่สูงในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ผลลัพธ์สำคัญจากการประชุมเชิงปฏิบัติการมีดังนี้:

- ข้อมูลเชิงปฏิบัติและกลยุทธ์ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการส่งเสริมแนวปฏิบัติ CSA ในพื้นที่สูง
- เครือข่ายความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มุ่งมั่นในการพัฒนา CSA ในพื้นที่สูง
- ชุดข้อเสนอแนะและแผนการดำเนินงานที่สามารถนำไปใช้ในการดำเนินการและการลงทุนในอนาคตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ CSA ในพื้นที่สูง

## 2. การประเมินความเปราะบางจากสภาพภูมิอากาศ และความสามารถในการปรับตัว

เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการสำรวจขั้นตอนที่สำคัญในการประเมินว่าระบบการเกษตรและชุมชนต่าง ๆ นั้นมีความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากน้อยเพียงใดผ่านกรณีศึกษา ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจจะแตกต่างกันไปตามสถานที่ต่าง ๆ และความเปราะบางของสถานที่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการปรับตัวของสถานที่และผู้คน

ความเปราะบาง (Vulnerability) หมายถึงความอ่อนไหวของระบบ เช่น ชุมชนหรือระบบนิเวศต่อผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระบบหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับความถี่และความรุนแรงที่จะเปิดรับผลกระทบที่เกิดขึ้น (Exposure) และความไว (Sensitivity) ของระบบนั้นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความสามารถในการปรับตัว (Adaptive Capacity) คือความสามารถของระบบในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น และใช้ประโยชน์จากโอกาสหรือรับมือกับผลกระทบที่เกิดขึ้น การประเมินความเปราะบางเป็นสิ่งสำคัญจากหลายเหตุผล เช่น การระบุพื้นที่ที่มีความเปราะบาง การชี้แนะแนวทางการปรับตัว และการประเมินความก้าวหน้า การประเมินเหล่านี้ช่วยชี้ให้เห็นสถานที่ ชุมชน หรือภาคส่วนที่มีความเปราะบางต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประเมินความเปราะบางช่วยในการวางแผนการปรับตัวและช่วยให้การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการปรับตัวสำหรับพื้นที่ที่มีความเปราะบางมากที่สุด นอกจากนี้ยังให้ฐานข้อมูลสำหรับติดตามผลการดำเนินมาตรการปรับตัวและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในความเปราะบางตามเวลา

วิธีการต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการประเมินความเปราะบาง ซึ่งแต่ละวิธีมีจุดแข็งและข้อจำกัดของตัวเอง เทคนิคมาตรฐานบางประการที่ใช้ในการประเมินความเปราะบาง ได้แก่ การสำรวจและสัมภาษณ์ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ การจำลองผลกระทบต่อผลผลิตพืช และแนวทางที่มีส่วนร่วม ซึ่งรวมถึงการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการรับรู้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรและชุมชนและความสามารถในการปรับตัวของพวกเขา การใช้ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ในการทำแผนที่และวิเคราะห์ปัจจัยความเปราะบาง เช่น การใช้ที่ดิน ประเภทดิน และทรัพยากรน้ำ การจำลองผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตพืช และความต้องการน้ำ โดยใช้แบบจำลองการเติบโตของพืช และการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการระบุและประเมินความเปราะบางของตนเอง และการพัฒนากลยุทธ์การปรับตัวตามลำดับ

ความสามารถในการปรับตัวเป็นสิ่งสำคัญในการลดความเปราะบางและเสริมสร้างความยืดหยุ่น (Resilience) ที่ช่วยในการฟื้นตัวจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการปรับตัว ได้แก่ การเข้าถึงทรัพยากร ความรู้และทักษะ ทุนทางสังคม และการกำกับดูแลและนโยบาย ซึ่งรวมถึงการมีทรัพยากรทางการเงิน เทคโนโลยี และโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับความพยายามในการปรับตัว การเข้าใจผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์

การปรับตัวที่มีประสิทธิภาพ ความเข้มแข็งของเครือข่ายชุมชนและสถาบันที่ช่วยทำให้เกิดการดำเนินการร่วมกันและการปรับตัว และนโยบายที่สนับสนุนและโครงสร้างการกำกับดูแลที่มีประสิทธิภาพในการวางแผนและการดำเนินการปรับตัวตามลำดับ การประเมินความเปราะบางและการวางแผนการปรับตัวควรมีการบูรณาการกันเพื่อให้มั่นใจว่ามาตรการปรับตัวมีความ เฉพาะเจาะจงและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการระบุจุดที่มีความเปราะบางสูง การจัดลำดับความสำคัญของมาตรการ การปรับตัว และการพัฒนากลยุทธ์การปรับตัวที่เหมาะสมกับพื้นที่ในท้องถิ่น

## 2.1 กรณีศึกษา 1: การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การประเมินผลกระทบ และการปรับตัวในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน: แนวทางแบบจำลองจากบนลงล่าง (Top-Down Modelling Approach)

Prof. Sangam Shrestha<sup>a</sup>, Dr. S. Mohanasundaram<sup>a</sup>

<sup>a</sup> สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ประเทศไทย

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษานี้คือการประเมินความเปราะบางของการเกษตรกรรมในพื้นที่สูงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในปัจจุบันและอนาคต และเสนอแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมเพื่อเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบ ผลการศึกษาปัจจุบันแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิประจำปีคาดการณ์จะเพิ่มขึ้น 1.8 – 3.6 องศาเซลเซียสภายในปลายศตวรรษนี้ โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด จะสูงกว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูงสุด ฝนที่คาดการณ์จะเพิ่มขึ้น 4–37% โดยมีความแปรปรวนทางพื้นที่ในพื้นที่สูงของจังหวัดน่านในอนาคต ผลผลิตพืชที่คาดการณ์แสดงถึงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นสำหรับข้าว ข้าวโพด และถั่วเหลือง ขณะที่ผลผลิตกาแฟมีแนวโน้มลดลง อำเภอบัวใหญ่เป็นอำเภอที่เปราะบางที่สุดต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต การศึกษานี้ยังได้ระบุปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนความเปราะบางสูงและแนะนำแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงความยั่งยืนในการเกษตรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน

### ที่มาและความสำคัญ

พื้นที่สูงของจังหวัดน่านตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของภาคเหนือของประเทศไทย โดยมีพรมแดนติดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวทางทิศตะวันออก ระดับความสูงของพื้นที่ในจังหวัดน่านอยู่ระหว่าง 200 - 2000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมากในภูมิประเทศ และการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของลักษณะอากาศจากพื้นที่ต่ำไปสู่ภูเขาสูง ประมาณ 85% ของจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ภูเขา และมีพื้นที่ราบลุ่มเพียง 2.5% ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเข้าถึงพื้นที่การเพาะปลูกในจังหวัดน่าน ประชากรทั้งหมดของจังหวัดน่านมีจำนวน 478,000 คน โดย 80% ของประชากรเป็นชาวไทยเหนือ (คนเมือง) ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ราบลุ่ม ส่วนที่เหลือเป็นกลุ่มชนชาติพันธุ์หลัก 5 กลุ่ม ได้แก่ ลัวะหรือลวะ (Lau) ม้ง (Hmong) เมี่ยน หรือเย้า (Mien) ขมุ (Khmu) และผีตองเหลือง (Mlabri) การเกษตรเป็นแหล่งรายได้หลักของคนท้องถิ่น ความยากจน และการขาดกรรมสิทธิ์ในที่ดินเป็นปัญหาทางสังคมเศรษฐกิจที่สำคัญของคนในจังหวัดน่าน ขณะเดียวกันปัญหาเหล่านี้ยังเกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงในวิธีการเกษตรที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น การปลูกพืชเชิงเดี่ยวอย่างข้าวโพดและยางพารา ทำให้ดินขาดสารอาหารและส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตทางการเกษตรลดลง นอกจากนี้พื้นที่ลาดชันในพื้นที่สูงมีความเสี่ยงที่จะเกิดการกัดเซาะของดิน เมื่อน้ำดินถูกเปิดในระหว่างฤดูการปลูก การขาดการหมุนเวียนพืชยังทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ในดินลดลง พืชบาง

ชนิด เช่น ข้าวโพด ต้องการน้ำในปริมาณมากซึ่งทำให้เกิดการใช้น้ำเกินกำลัง และส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำในท้องถิ่น ปุ๋ย และสารเคมีที่ใช้ในพื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยวยังทำให้เกิดสารเคมีที่เป็นอันตรายและการไหลบ่าของสารปนเปื้อนในลำธารและแม่น้ำใกล้เคียง ส่งผลกระทบต่อชุมชนที่อยู่ทางตอนล่าง นอกจากนี้ปัญหาทางสังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องแล้ว การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศยังเพิ่มความเสี่ยงเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้น อุทกภัย และภัยแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชนเกษตรกรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน

## เหตุผล

พื้นที่สูงของจังหวัดน่านในภาคเหนือของประเทศไทยเผชิญกับปัญหาสิ่งแวดล้อมและสังคมเศรษฐกิจที่สำคัญจากหลายปัจจัย เช่น การปลูกพืชเชิงเดี่ยว สภาพอากาศที่รุนแรง ขาดแคลนน้ำ มลพิษจากปุ๋ยและสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร การกัดเซาะของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลง ผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลง การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การขาดกรรมสิทธิ์ในที่ดิน รายได้ต่ำ และความยากจน พื้นที่สูงยังมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศเนื่องจากภูมิประเทศที่ลาดชัน หน้าดินที่บาง และการพึ่งพาฝนและอุณหภูมิที่คงที่สำหรับการเกษตรที่ยั่งยืน ความผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญในรูปแบบสภาพอากาศจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในพื้นที่สูง ชุมชนเกษตรกรและการดำรงชีวิตของพวกเขาในพื้นที่สูงของจังหวัดน่านส่วนใหญ่พึ่งพาการเกษตร ดังนั้นจึงมีความเปราะบางมากขึ้นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศ เช่น รูปแบบสภาพอากาศที่ไม่สามารถคาดเดาได้ ภัยแล้ง น้ำท่วม และอุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยเฉพาะพืชผลเชิงพาณิชย์ เช่น กาแฟในจังหวัดน่านที่ไวต่อความผิดปกติของสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่มีนัยสำคัญจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตของกาแฟและลดรายได้ของเกษตรกร

การประเมินสถานะความเปราะบางในปัจจุบันและอนาคตของระบบการเกษตรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่านจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งเพื่อระบุปัจจัยขับเคลื่อนหลักที่ทำให้ระบบการเกษตรมีความเปราะบางสูง และเพื่อแนะนำแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบด้านลบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกษตรในพื้นที่สูง การปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตรและการเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถทำได้โดยมีประสิทธิผลโดยการใช้แผนที่ความเปราะบางของระบบการเกษตรในพื้นที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและในอนาคตในพื้นที่ศึกษานี้ การจัดการและเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรในพื้นที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไม่เพียงแต่เป็นการประกันความยั่งยืนของชุมชนเกษตรกรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน แต่ยังเป็นการรักษาความมั่นคงทางนิเวศวิทยาและความมั่นคงทางอาหารของภูมิภาคที่เปราะบางและอ่อนไหวในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน

## วิธีการที่เสนอ

ความยืดหยุ่นของการเกษตรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่านต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถเสริมสร้างได้โดยการประเมินสถานะความเปราะบางของระบบการเกษตรในปัจจุบันและอนาคตต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการเสนอแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง กรณีศึกษาได้ดำเนินการโดยพิจารณาข้อมูลจากหมู่บ้าน 8 แห่งในตำบลบัวใหญ่ อำเภอพาน้อย จังหวัดน่าน กรอบการประเมินความเปราะบาง (Vulnerability Assessment Framework) ได้รับการพัฒนา โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ด้าน ได้แก่ ความล่อแหลม (Exposure) ต่อการได้รับผลกระทบ ความไว (Sensitivity) และความสามารถในการปรับตัว (Adaptive Capacity) ซึ่งถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อระบุพื้นที่ที่มีความเปราะบาง

สูงในพื้นที่ศึกษา (Naset et al., 2019) องค์ประกอบของความล่อแหลมแสดงถึงระดับที่ระบบมีโอกาสดูถูกเปิดให้สัมผัสต่ออันตรายอันเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศ โดยที่ระบบในที่นี้หมายถึงหมู่บ้าน 8 แห่ง และที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของหมู่บ้านเหล่านั้น รวมถึงที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม ปศุสัตว์ และพื้นที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ภัยอันตราย (Hazard) ที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ หมายถึงระยะเวลาและความรุนแรงของเหตุการณ์สุดขีด เช่น น้ำท่วมและภัยแล้ง องค์ประกอบของความไวแสดงถึงขอบเขตที่ระบบได้รับผลกระทบจากภัยอันตรายที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น ผลผลิตทางการเกษตร ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การกัดเซาะดิน ความหลากหลายของพืช และความหนาแน่นของประชากร เป็นพารามิเตอร์ที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลง และการประเมินผลกระทบจากภัยอันตรายที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศต่อพารามิเตอร์เหล่านี้ ความสามารถในการปรับตัวแสดงถึงความสามารถของระบบในการปรับตัว การยอมรับ และรับมือกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC 2007a) ตัวอย่างขององค์ประกอบความสามารถในการปรับตัว ได้แก่ การเข้าถึงเทคโนโลยี ความรู้และทักษะ ขนาดการถือครองที่ดิน ฯลฯ ดัชนีความเปราะบาง (Vulnerability Index - VI) ได้รับการคำนวณหลังจากการปรับมาตรฐานและการให้น้ำหนักกับปัจจัยต่าง ๆ สำหรับช่วงเวลาปัจจุบัน (พ.ศ. 2528 – 2557) และอนาคต (พ.ศ. 2563 – 2643)

กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและหน่วยงานต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินความเปราะบาง (Vulnerability Assessment - VA) ใน 8 หมู่บ้านในตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักประกอบด้วยเกษตรกรจากภูมิภาค เจ้าหน้าที่หน่วยงานของรัฐ ผู้กำหนดนโยบาย นักเรียน และนักวิจัยจากสถาบันการวิจัยและองค์กรวิจัย ข้อมูลหลักได้มาจากเกษตรกรโดยตรงผ่านการสำรวจในพื้นที่ ข้อมูลรองได้มาจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เช่น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร นอกจากนี้ ชุดข้อมูลเปิดจากแหล่งข้อมูลทั่วโลกและข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการยังถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลเสริมเมื่อข้อมูลไม่พร้อมหรือขาดหายไปในการศึกษา สำหรับการพยากรณ์สภาพอากาศ ข้อมูลจากแบบจำลองทั่วไป (General Circulation Models - GCMs) จำนวน 6 ชุด ของการประเมินแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลก (CMIP6) ถูกใช้เพื่อพยากรณ์สภาพอากาศในพื้นที่ศึกษาหลังจากที่ปรับความผิดปกติของข้อมูลด้วยวิธีการแมปปิงควอนไทล์ (quantile mapping) สำหรับการพยากรณ์ผลผลิตทางการเกษตรแบบจำลอง AquaCrop ถูกใช้เพื่อพยากรณ์ผลผลิตของข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าว และกาแฟ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศที่พยากรณ์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดินและพืช การใช้แพลตฟอร์มการเขียนโปรแกรม R ที่เป็นแหล่งข้อมูลเปิดช่วยในการรวบรวมตัวแปรต่าง ๆ จากองค์ประกอบการความล่อแหลม ความไว และความสามารถในการปรับตัว เพื่อคำนวณค่า VI สำหรับหมู่บ้านที่เลือกในช่วงเวลาและในสถานการณ์เส้นทางสังคมเศรษฐกิจ (Shared Socioeconomic Pathway- SSP) ต่าง ๆ

เครื่องมือการประเมิน VA ที่พัฒนาจากการศึกษานี้ได้ถูกนำมาใช้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียผ่านการฝึกอบรมและการเสริมสร้างความสามารถ (รูปที่ 1 และ รูปที่ 2) โดยมีเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่นในประเทศไทย รวมถึงเกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ จำนวนประมาณ 20 คน ได้รับการฝึกอบรมเป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือการประเมิน VA นี้เพื่อใช้พยากรณ์สภาพอากาศและประเมินความเปราะบางของระบบการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในจังหวัดน่าน มีการดำเนินการสร้างความตระหนักรู้ในหมู่เกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้เครื่องมือการประเมินความเปราะบาง เพื่อระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง นอกจากนี้ ยังได้จัดทำหนังสือแนะนำเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับ "ความเปราะบางของการเกษตรบนพื้นที่สูง: สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในปัจจุบันและอนาคต" ในทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (KP2, 2564) และคู่มือแนะนำเกี่ยวกับ "การประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่สูง" ซึ่งมีการอธิบายวิธีการและแนวทางการประเมิน VA ในรายละเอียด (KP3, 2565)

**รูปที่ 1: พิธีเปิดการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อการเสริมสร้างศักยภาพด้านการประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรมในพื้นที่สูง: ความท้าทายและโอกาส จัดขึ้นที่จังหวัดน่าน ประเทศไทย**



**รูปที่ 2: การอภิปรายกลุ่มในการประชุมเชิงปฏิบัติการประเมินความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อภาคเกษตรกรรมในพื้นที่สูง: ความท้าทายและโอกาส จัดขึ้นที่จังหวัดน่าน ประเทศไทย**



## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

การพยากรณ์สภาพอากาศในจังหวัดน่าน รวมถึงอำเภอเมือง และตำบลบัวใหญ่แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิขั้นต่ำจะเพิ่มขึ้นมากกว่าอุณหภูมิสูงสุดในช่วงปลายศตวรรษนี้ โดยอุณหภูมิขั้นต่ำคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 3 – 4 °C ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดคาดว่าจะเพิ่มขึ้นจาก 2 – 3 °C เมื่อเทียบกับค่าพื้นฐาน โดยรวมแล้ว คาดว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้น 1.8 – 3.6 °C ภายในปลายศตวรรษนี้ ในทางตรงกันข้าม ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์ไว้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของฝนจากช่วงเวลาพื้นฐาน การวิเคราะห์ฝนในช่วงต่าง ๆ เช่น ฝนรายปี ฤดูแล้ง และฤดูฝน ปรากฏว่าจะมีฝนเพิ่มขึ้น 4 – 37% ในขณะที่ยังมีลักษณะไม่สอดคล้องกันในระดับพื้นที่และฤดูกาล

ผลผลิตทางการเกษตรที่คาดการณ์แสดงให้เห็นถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในพืชผลต่าง ๆ ถั่วเหลืองและข้าวโพด แสดงผลผลิตที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 1– 33% ภายในปลายศตวรรษนี้ ในขณะที่ผลผลิตข้าวคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 2–15% ในอนาคตระยะกลางและระยะไกล แต่ในอนาคตระยะไกล แสดงถึงการลดลงของผลผลิตข้าว 1–5% ผลผลิตกาแฟแสดงการลดลงอย่างต่อเนื่องของผลผลิตที่ 14–32% การลดลงในผลผลิตกาแฟอาจเกิดจากการที่อุณหภูมิที่คาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากพืชกาแฟมีความไวต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น

การประเมิน VA แสดงให้เห็นว่าในหมู่บ้าน 8 แห่งในตำบลบัวใหญ่ คือ บ้านใหม่มงคล และบ้านทัพมาน มีความเปราะบางสูงมากต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตระยะกลาง (พ.ศ. 2590–2616) ภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 ในขณะที่หมู่บ้านทั้ง 8 แห่งมีความเปราะบางสูงมากในอนาคตระยะไกล (พ.ศ. 2617 –2643) ภายใต้สถานการณ์ SSP585

การศึกษานี้ยังได้ระบุปัจจัยหลัก 4 ประการที่เป็นตัวขับเคลื่อน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี ประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช ปริมาณสารอินทรีย์ในดินชั้นบน และความเป็นกรดต่างของดิน ซึ่งเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในความเปราะบางของระบบการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

## ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในจังหวัดน่านเกี่ยวกับการจัดการน้ำ ได้แก่ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการชลประทานทางเลือก โดยสามารถดำเนินการจัดตั้งอ่างเก็บน้ำในพื้นที่เกษตร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในปริมาณน้ำฝนประจำปีได้รับการระบุว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้ระบบการเกษตรมีความเปราะบาง ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการพืช ได้แก่ การเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้พืชคลุมดินและการใช้วัสดุคลุมดิน เนื่องจากประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืชได้รับการระบุว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการดิน ได้แก่ การเติมถ่านชีวภาพ (Biochar) การใช้ปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มสารอินทรีย์ในดิน การปลูกพืชหมุนเวียนพืชเพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินและความพร้อมของธาตุอาหาร สำหรับดินที่เป็นกรด ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับตัว ได้แก่ การใส่ปูนขาวในดิน การคลุมดินเพื่อปรับสมดุล pH ของดินในระยะยาว และการเลือกปลูกพืชที่เหมาะสมกับค่าความเป็นกรดต่างของดิน

นอกจากนี้ยังแนะนำให้มิโปรแกรมเสริมสร้างศักยภาพจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานภาครัฐสำหรับเกษตรกรและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษาด้านความเปราะบางของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบในภาคเกษตรกรรม เพื่อเพิ่มพูนความรู้และการดำเนินการที่เพียงพอเกี่ยวกับการปรับตัว ข้อเสนอแนะด้านนโยบายสำหรับการปรับตัวที่เสนอ ได้แก่ การ

สาธิตการปฏิบัติในพื้นที่ให้กับเกษตรกรและการแสดงประโยชน์ของการปรับตัวเหล่านั้น ผ่านการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค โดยให้เกษตรกรได้เรียนรู้เทคโนโลยี ความรู้ และทักษะที่ทันสมัยในการจัดการแปลงเกษตรของตนอย่างมีประสิทธิภาพ และผ่านการส่งเสริมการเกษตรที่ให้ความรู้และการสนับสนุนจากหน่วยงานขยายผลและสถาบันต่าง ๆ

#### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) IPCC. (2007a). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (H. C. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ (Ed.)). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00250-9>
- (2) Naset, T. S., Wiréhn, L., Opach, T., Glaas, E., & Linnér, B. O. (2019). Evaluation of indicators for agricultural vulnerability to climate change: The case of Swedish agriculture. *Ecological Indicators*, 105(April), 571–580. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.042>
- (3) KP3. (2022). Guidelines for Vulnerability Assessment of Highland Agriculture: A guidance manual, Consultant report prepared by Asian Institute of Technology Thailand, 2022.
- (4) KP2. (2021). Climate Change Vulnerability of Highland Agriculture: Insights from Nan Province – Analytical booklet developed by Asian Institute of Technology Thailand, 2021.



## 2.2 กรณีศึกษาที่ 2: ความเปราะบางของการเกษตรในภาคต่าง ๆ ของจังหวัดน่านต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และความต้องการและช่องว่างในการเสริมสร้างศักยภาพสำหรับการประเมินความเปราะบาง

Sivapuram Venkata Rama Krishna Prabhakar

*Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan*

### บทคัดย่อ

ชุมชนในพื้นที่สูงกำลังเผชิญกับความท้าทายมากมายที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในการใช้ที่ดิน และการปกคลุมของที่ดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศท้องถิ่น การขาดการมีส่วนร่วมจากองค์กรภาคประชาสังคมและองค์กรไม่แสวงหากำไรอื่น ๆ จึงทำให้หน่วยงานในท้องถิ่นต้องมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวของชุมชน การจัดสรรทรัพยากรให้แก่หน่วยงานในท้องถิ่น พร้อมทั้งกำหนดหน้าที่ที่ชัดเจนและแผนกลยุทธ์ที่ครอบคลุมเป็นสิ่งสำคัญเพื่อที่จะเปลี่ยนจากการรับมือปัญหาในลักษณะตอบสนอง (Reactive) มาเป็นการวางแผนล่วงหน้า (Proactive) สำหรับการเผชิญกับความท้าทายในอนาคต การเสริมสร้างศักยภาพให้แก่ชุมชนท้องถิ่นและหน่วยงานในท้องถิ่นเป็นสิ่งจำเป็น พร้อมกับสร้างเครือข่ายของผู้มีส่วนได้เสียท้องถิ่น เครือข่ายนี้ควรรวมถึงองค์กรภาคประชาสังคม การทำงานร่วมกับภาคเอกชน และการพัฒนาแนวทางการปรับตัวของพื้นที่สูงร่วมกัน โดยมีสถาบันวิจัยและการศึกษาท้องถิ่นเป็นศูนย์กลางของกลยุทธ์ในการเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวในพื้นที่สูง

### ที่มาและความสำคัญ

พื้นที่สูงในประเทศไทยกำลังเผชิญกับความกดดันอย่างหนัก พื้นที่ภูเขาซึ่งประกอบด้วย 9 จังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย ปัญหาด้านการเกษตรที่สำคัญในพื้นที่สูงของไทยประกอบด้วย การเสื่อมสภาพของดิน การกัดเซาะดิน การปนเปื้อนสารเคมีในสิ่งแวดล้อม และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในด้านการปฏิบัติการเกษตรและสภาพเศรษฐกิจและสังคมกำลังเกิดขึ้น ซึ่งอาจคุกคามความยั่งยืนของระบบนิเวศในพื้นที่สูง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เห็นได้ชัดคือการขยายตัวของสวนยางพารา ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากนโยบายรัฐบาลตั้งแต่ทศวรรษ 1970 ร่วมกับการเพิ่มขึ้นของการปลูกข้าวโพด ที่ได้รับแรงผลักดันจากความต้องการวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ในตลาดโลก การพัฒนาเหล่านี้ได้ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของสิ่งแวดล้อม และการทำลายถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ เมื่อเวลาผ่านไปการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอย่างรวดเร็วนี้มีส่วนสำคัญในการตัดไม้ทำลายป่าและปัญหาสิ่งแวดล้อมต่างๆ ในภูมิภาค การปฏิบัติการเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเกินเลยส่งผลให้เกิดการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ การลดลงของผลผลิต การลดลงของสุขภาพชุมชนและสัตว์ และรายได้ที่ไม่มั่นคง ระหว่างปี 2545-2566 มีการสูญเสียป่าดั้งเดิมไปประมาณ 372,640 เฮกตาร์ในจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่สูง (Global Forest Watch, 2023) พื้นที่ที่ถูกตัดไม้ทำลายได้ถูกแปลงเป็นสวนยางพารา การเพาะปลูกข้าวโพดแบบเชิงเดี่ยว และบางพื้นที่ก็เปลี่ยนแปลงนาในพื้นที่ที่มีน้ำฝนธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ พืชพรรณที่ปกคลุมพื้นดิน ความสมบูรณ์ของดิน และคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมในพื้นที่สูง

พื้นที่สูงมีความอ่อนไหวต่อความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ ปัจจัยที่กล่าวถึงข้างต้นทำให้ระบบนิเวศเหล่านี้เป็นหนึ่งในพื้นที่ที่เปราะบางที่สุดต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากความห่างไกล

และการพัฒนาเศรษฐกิจที่จำกัดในช่วงหลายปีที่ผ่านมา พื้นที่เหล่านี้คาดว่าจะเผชิญกับผลกระทบที่สำคัญจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะยิ่งทวีความรุนแรงจากความแปรปรวนและความอ่อนไหวที่สูง รวมถึงอุณหภูมิที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่สมส่วนในพื้นที่เหล่านี้

### เหตุผล

การปรึกษาหารือกับผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนได้เสียในชุมชนที่จัดทำขึ้นสำหรับการออกแบบโครงการ ADB (TA9993) ให้ข้อมูลว่า พื้นที่สูงมีความอ่อนไหวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษและขาดความสามารถที่จำเป็นในการประเมินความแปรปรวนและดำเนินกลยุทธ์การบรรเทาผลกระทบที่เหมาะสม ข้อบกพร่องนี้มีสาเหตุหลักมาจากการขาดแคลนข้อมูล ขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ทั้งในด้านเทคนิคและการบริหาร รวมถึงขาดแคลนทรัพยากรทางการเงินในการสนับสนุนโครงการที่มุ่งเน้นการจัดการกับความแปรปรวนเหล่านี้ นอกจากนี้ การดำเนินการจากหน่วยงานภาครัฐที่ช้าและมีข้อจำกัดในระบบนิเวศที่แปรปรวนซึ่งเพิ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นทรัพยากรทางเศรษฐกิจเมื่อไม่นานมานี้ ยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาในการประเมินความแปรปรวนอีกด้วย

ความแปรปรวนทางพื้นที่ที่สำคัญในลักษณะของพื้นที่สูงจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดสูงและคุณภาพสูงเกี่ยวกับสภาพทางชีวภาพและสังคมเศรษฐกิจ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวหาได้ในพื้นที่เหล่านี้ ข้อมูลทั้งในลักษณะทั้งที่เป็นแบบรวมและแบบแยกย่อย ยังขาดแคลนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของภูมิภาคสูง ทำให้ผู้วิจัยต้องพึ่งพาการสมมติฐาน ซึ่งทำให้การวิเคราะห์และตีความสภาพท้องถิ่นซับซ้อนขึ้น งานวิจัยด้านความแปรปรวนส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่พื้นที่ราบ การใช้ดัชนีความแปรปรวนมักจะจำเพาะต่อสถานที่ ซึ่งทำให้ยากที่จะนำผลการวิจัยจากพื้นที่อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้ในบริบทของพื้นที่สูง นอกจากนี้ การศึกษาความแปรปรวนที่มักจะมุ่งเน้นไปที่สถานการณ์ที่มีภัยพิบัติเป็นตัวกำหนด ความแตกต่างและความรุนแรงของภัยในพื้นที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ราบยังจำกัดการประยุกต์ใช้และความเกี่ยวข้องของงานวิจัยที่มีอยู่ต่อสภาพพื้นที่สูง

### วิธีการที่เสนอ

แม้ว่าพื้นที่สูงของไทยจะเผชิญกับปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนหลายประการ แต่ก็มีโอกาสพิเศษในการสำรวจมิติที่ต่างออกไปของความแปรปรวนที่อาจไม่สามารถเข้าถึงได้ในพื้นที่อื่น ๆ ได้ การพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่สูงอย่างมากสำหรับความยืดหยุ่นทางสังคม รวมทั้งบทบาทสำคัญที่การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและให้บริการจากระบบนิเวศเป็นปัจจัยสำคัญในการบริหารจัดการทรัพยากรเหล่านี้ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญในการเสริมสร้างความยืดหยุ่นในพื้นที่สูง ซึ่งเน้นความจำเป็นในการส่งเสริมแนวปฏิบัติที่สนับสนุนการหมุนเวียนทรัพยากรและพัฒนาระบบเกษตรกรรมแบบที่มีการนำทรัพยากรกลับมาใช้ที่สามารถเสริมสร้างความยืดหยุ่นทางการเกษตรได้ นอกจากนี้พื้นที่สูงยังเอื้อให้เกิดโอกาสในการกระจายการเพาะปลูกพืชหลากหลายชนิดได้มากขึ้นเนื่องจากเกิดการอุ่นตัวในแนวตั้ง (vertical warming) ของอากาศ การเกษตรแบบดั้งเดิมซึ่งได้พัฒนาไปตามความกลมกลืนกับระบบนิเวศท้องถิ่น และประเพณีทางวัฒนธรรม ช่วยในการอนุรักษ์ระบบนิเวศเหล่านี้ กลยุทธ์ต่าง ๆ ได้รับการระบุผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม รวมถึงการสนทนากลุ่มย่อยและการปรึกษาเฉพาะบุคคลกับเกษตรกร เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น และองค์กรพัฒนาเอกชน (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1: แนวทางปฏิบัติด้านการประกอบอาชีพและการผลิตที่เป็นทางเลือกใหม่เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตในพื้นที่สูงของประเทศไทย**

รายการ	ทางเลือก
เกษตรกรรม	สิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ
	พันธุ์พืชที่ทนต่อภาวะแล้งและอุณหภูมิต่ำ
	การพยากรณ์ไฟฟ้า
	การเผยแพร่ข้อมูลสภาพอากาศและแนวทางการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ
	การประกันพืชผล
	วิธีการจัดการศัตรูพืชและโรคพืชแบบผสมผสานแบบใหม่และดีขึ้นกว่าเดิม
	การขยายพื้นที่ชลประทานรวมทั้งการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
	พืชชนิดใหม่และทางเลือกอื่นที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต
	การสร้างขีดความสามารถในวิธีการทำการเกษตรที่ใช้ปัจจัยการผลิตต่ำและเกษตรอินทรีย์
	บริการสนับสนุนรวมถึงการคาดการณ์ราคาตลาดและการพัฒนาการเชื่อมโยงตลาด
กลยุทธ์การจัดการการเงินของเกษตรกร	
การเลี้ยงสัตว์	การจัดการโรคด้วยการฉีดวัคซีน
	การปรับปรุงสายพันธุ์
	มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการเลี้ยงสัตว์
	วิธีการเลี้ยงสัตว์เชิงพาณิชย์
	การเชื่อมโยงตลาด การสร้างตราสินค้า และการเพิ่มมูลค่า
การปลูกพืช	การใช้พื้นที่แนวตั้งของสวนอย่างมีประสิทธิภาพ
	การจัดการสวนที่ดีขึ้นเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรเทาก๊าซเรือนกระจก
	แก้ไขปัญหาการรักษาเสถียรภาพของพื้นที่ลาดชันและการพังทลายของดิน
	การจัดการห่วงโซ่อุปทานและการเข้าถึงตลาดและราคาที่ดีกว่า

แนวทางแก้ไขที่เสนอจะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพหากมีการจัดตั้งกรอบการบริหารจัดการที่เหมาะสมเพื่อเสริมสร้างความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ในการทำงานร่วมกับชุมชนท้องถิ่น กลยุทธ์การบริหารจัดการที่สำคัญประกอบด้วย: 1) การให้ความสำคัญอิสระทางการเงินที่เพียงพอแก่หน่วยงานในท้องถิ่น เพื่อให้สามารถตัดสินใจในการจัดสรรงบประมาณได้อย่างมีข้อมูลรองรับ 2) การรับรองให้มีผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคในพื้นที่สำคัญ เช่น เกษตรกรรมและการพัฒนาชนบท เพื่อให้หน่วยงานในท้องถิ่นสามารถดำเนินโครงการที่ตอบโจทย์ความต้องการของชุมชนได้ 3) การส่งเสริมการพัฒนาองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) และองค์กรอื่น ๆ ผ่านการทำงานร่วมกันและการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง 4) การกระจายอำนาจให้แก่หน่วยงานในท้องถิ่นในการออกแบบและดำเนินการริเริ่มที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดความเสี่ยงจากภาวะปรายบาง 5) การพัฒนาระบบตลาดท้องถิ่นและการเชื่อมโยงกับตลาดภายนอก เพื่อเป็นตัวกระตุ้นในการกระจายรายได้ของชุมชนท้องถิ่น ปรับปรุงทักษะ และเพิ่มศักยภาพในการผลิตสินค้าคุณภาพสูงและบริการ

### การถอดบทเรียนที่ได้รับ

3 บทเรียนสำคัญที่เกิดขึ้นจากการสำรวจความเปราะบางในพื้นที่สูงของไทยมีดังนี้:

- (1) การให้ความสำคัญมากเกินไปกับการประเมินความเปราะบางที่เกี่ยวข้องกับมิติหญิงชาย อาจนำไปสู่การแสวงหาปัญหาที่ไม่เป็นจริง ชุมชนในพื้นที่สูงของไทยมีระดับความเท่าเทียมทางเพศที่สูงเมื่อเทียบกับชุมชนในชนบทของอินเดียและแอฟริกา ซึ่งทำให้แนวคิดเกี่ยวกับความแตกต่างทางเพศยากที่จะเข้าใจ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะหลีกเลี่ยงการนำมุมมองทางโลกาภิวัตน์หรือกรอบแนวคิดที่ไม่เกี่ยวข้องมาใช้ในการประเมินเหล่านี้ การแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้องกับการจำเป็นต้องมีความเข้าใจที่ละเอียดอ่อนและการประเมินวิธีการและสมมติฐานที่ใช้ในบริษัทนี้
- (2) พื้นฐานของการลดความเปราะบางอยู่ที่การเสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่น ชุมชนในพื้นที่สูงของไทยมีจิตวิญญาณของผู้ประกอบการและมุ่งมั่นที่จะปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ พวกเขามีส่วนร่วมในการผลิตสินค้า การเกษตรคุณภาพสูงและกระตือรือร้นที่จะนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ แม้ว่าพวกเขาจะมีคุณสมบัติเหล่านี้ แต่หน่วยงานในท้องถิ่นยังคงมีปัญหาในการเชื่อมโยงกับชุมชนเหล่านี้และให้บริการขยายผลที่จำเป็น ทั้งชุมชนท้องถิ่นและ NGOs มองว่าหน่วยงานในท้องถิ่นขาดความสามารถทางเทคนิคและการเงิน ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นก่อนที่จะเน้นการพัฒนาความสามารถของชุมชนท้องถิ่น
- (3) การทำงานร่วมกันของหลายภาคส่วนมีความสำคัญในการเสริมสร้างขีดความสามารถของทั้งหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชน ดังที่กล่าวไปแล้ว ความเป็นอิสระของหน่วยงานในท้องถิ่นทำให้ไม่สามารถเชื่อมต่อกับชุมชนท้องถิ่นและ NGOs ได้ นอกจากนี้ แนวโน้มที่หน่วยงานของรัฐบาลทำงานแยกจากกัน และขาดการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ก็เป็นอุปสรรคในการดำเนินกลยุทธ์ที่บูรณาการและเป็นรูปแบบของรัฐบาลทุกภาคส่วน

### ข้อเสนอแนะ

การขาดการประเมินความเปราะบางทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในพื้นที่สูงถือเป็นอุปสรรคสำคัญในการเสริมสร้างศักยภาพของชุมชนในพื้นที่ดังกล่าว การมีข้อมูลเฉพาะพื้นที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับพื้นที่สูงในการตัดสินใจที่มีข้อมูลรองรับและมีประสิทธิภาพ ความแปรผันทางพื้นที่ในลักษณะท้องถิ่นของพื้นที่สูงทำให้จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดสูง ซึ่งครอบคลุมปัจจัยทางชีวภาพและสังคมเศรษฐกิจทั้งหมด การจัดการกับข้อจำกัดนี้ต้องใช้การลงทุนอย่างมากในกระบวนการ

เก็บข้อมูล การจัดเก็บ และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายในหลายระดับการบริหารจัดการ โครงการเหล่านี้ควรมุ่งมั่นในการผลิตชุดข้อมูลทั้งในรูปแบบข้อมูลที่เป็นระเบียบและแยกย่อยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สูง

นอกจากนี้ การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และกรอบการตีความที่เหมาะสมเพื่อหาวิธีแก้ไขเฉพาะพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะสำหรับนักวิจัยและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทางสถาบันรวมถึงสถาบันการศึกษาที่ต้องร่วมมือกันเพื่อพัฒนาแนวทางดังกล่าว การมีตัวชี้วัดความเปราะบางที่เหมาะสมกับสภาพเฉพาะของพื้นที่สูงจะเป็นการลดการพึ่งพาข้อมูลจากพื้นที่อื่นในการตัดสินใจ ในขณะเดียวกัน เนื่องจากการประเมินความเปราะบางมักมุ่งเน้นไปที่สถานการณ์ที่มีภัยเฉพาะ ตัวแปรที่ต่างกันของภัยพิบัติในพื้นที่สูงและที่ต่ำทำให้ผลการวิจัยจากพื้นที่ต่ำอาจไม่สามารถนำมาใช้ในพื้นที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้กระทั่งในพื้นที่สูงเอง การพยายามขยายข้อมูลความเปราะบางในทางภูมิศาสตร์จะพบอุปสรรคจากความหลากหลายทั้งในแนวตั้งและแนวนอนที่มีความสำคัญ

## 2.3 กรณีศึกษาที่ 3: การสร้างความยืดหยุ่นที่ง่ายและสามารถเข้าถึงได้สำหรับการเกษตรในพื้นที่ภูเขา

Nand Kishor Agrawal<sup>a</sup> and Erica Udas<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Independent Development Consultant (ex-ICIMOD)

<sup>b</sup> International Centre for Integrated Mountain Development

### บทคัดย่อ

ภูมิภาคฮินดูกูชเทือกเขาหิมาลัย (Hindu Kush Himalaya-HKH) เป็นที่อยู่อาศัยของประชากรกว่า 240 ล้านคน และผู้พึ่งพาที่อยู่ปลายน้ำ (downstream dependents) ของภูมิภาคนี้อีกกว่า 1.65 พันล้านคน ระบบนิเวศภูเขาที่เปราะบางแห่งนี้กำลังเผชิญกับความท้าทายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง อาทิเช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ฝนที่ตกไม่แน่นอน และสภาพอากาศที่รุนแรง ซึ่งทำให้การดำรงชีวิต การทำเกษตรกรรม และความมั่นคงทางอาหารตกอยู่ในความเสี่ยง ชุมชนเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ภูมิภาคเนปาล เขตอุตสาหกรรมของอินเดีย พม่า และพื้นที่สูงของภูฏาน เป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการอันตรายที่เกิดขึ้นจากการลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดิน การขาดแคลนน้ำ และภาวะที่ไม่สมส่วนที่ตกอยู่กับผู้หญิงเนื่องจากการอพยพของผู้ชายจำนวนมากจากพื้นที่

การสร้างความยืดหยุ่นต่อภูมิอากาศ จำเป็นต้องใช้แนวทางที่เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ภูเขา ซึ่งต้องผสมผสานความรู้ดั้งเดิมเข้ากับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยในหลายหมู่บ้านในเนปาลและภูฏาน พบว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายและราคาไม่แพง เช่น การใช้ปุ๋ยชีวภาพ การทำเกษตรที่ปรับตัวกับสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์น้ำ และเครื่องมือดิจิทัลเพื่อข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศและตลาด ได้แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ดี โครงการเหล่านี้ช่วยเพิ่มผลผลิตและความยืดหยุ่นของชุมชนพร้อมกัลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การขยายขนาดของวิธีการเหล่านี้ต้องการกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับบริบท ความร่วมมือ และการสอดคล้องกับนโยบาย ซึ่งเสนอข้อเรียนรู้ที่มีค่าในการเสริมสร้างความยืดหยุ่นในระบบนิเวศภูเขาทั่วโลก กรณีศึกษานี้เน้นการแทรกแซงและผลลัพธ์ของโครงการ Resilient Mountain Solutions ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD) โดยมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์จากเนปาลแต่ยังรวมถึงบทเรียนจากภูฏาน อินเดีย และพม่า ซึ่งให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีค่ามากในการเสริมสร้างความยืดหยุ่นทางภูมิอากาศในระบบนิเวศภูเขาที่หลากหลาย และเปราะบาง

### ที่มาและความสำคัญ

ภูมิภาค Hindu Kush Himalaya (HKH) ครอบคลุมพื้นที่ 3,500 กม. ผ่าน 8 ประเทศ ตั้งแต่พม่าไปจนถึงอัฟกานิสถาน และรองรับประชากรกว่า 240 ล้านคน และอีก 1.65 พันล้านคนที่อยู่ปลายน้ำที่ต้องพึ่งพาภูมิภาคนี้ ภูมิภาคนี้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาเศรษฐกิจที่รวดเร็วอย่างไม่สมส่วน โดยการคาดการณ์แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 1-2 องศาเซลเซียส ภายในปี พ.ศ. 2593 การเกิดมรสุมที่ไม่สม่ำเสมอ และมีฝนตกหนักแต่ไม่บ่อย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้ชุมชนในภูเขามีความเสี่ยงมากขึ้นจากน้ำท่วมฉับพลัน ความแห้งแล้งที่ยาวนาน และการไหลของแม่น้ำที่แปรปรวนซึ่งทำให้ภูมิภาค HKH ถูกกำหนดให้เป็น "จุดเชื่อมต่อของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change Hotspot)" ความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมเหล่านี้คุกคามการดำรงชีวิต โดยเฉพาะในชุมชนที่พึ่งพาการเกษตรซึ่งภาคการเกษตรเป็นสันหลังหลักทางเศรษฐกิจ

ภูมิภาคเนปาลตอนกลางเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของความท้าทายเหล่านี้ ระดับความสูงของพื้นที่แตกต่างกันตั้งแต่ 700-1,600 เมตร และมีสภาพอากาศที่หลากหลายตั้งแต่เขตร้อนชื้นจนถึงเขตอบอุ่น ประมาณ 70% ของประชากรในพื้นที่พึ่งพา

การเกษตร โดยผลิตอาหารสำคัญ เช่น ผักสด ข้าว และผลไม้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเกษตรของเกษตรกรรายย่อยที่ผสมผสานกับการป่าไม้และการเลี้ยงสัตว์ เกษตรกรรายย่อยที่โดยเฉลี่ยถือครองที่ดินน้อยกว่า 1 เฮกตาร์ เผชิญกับความท้าทายที่เพิ่มขึ้นจากความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลง การระบาดของศัตรูพืช และการขาดแคลนน้ำที่เพิ่มขึ้น

ภูมิภาคเนปาลตอนกลางยังประสบกับการอพยพออกจากพื้นที่ที่สูง โดยมี 38.6% ของครัวเรือนที่มีสมาชิกในครัวเรือนอย่างน้อยหนึ่งคนที่อพยพออกไป ซึ่งทำให้แรงงานท้องถิ่นลดลง โดยผู้หญิงต้องรับภาระในการจัดการเกษตรกรรมและทรัพยากรธรรมชาติ แม้ว่าผู้หญิงจะมีบทบาทสำคัญ แต่พวกเขากลับขาดการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และไม่มีเครื่องมือความรู้ และบริการที่จำเป็น ซึ่งยิ่งทำให้ความเปราะบางเพิ่มขึ้น

ในเนปาล แนวทาง Resilient Mountain Solutions (RMS) (รูปที่ 3) ได้ถูกทดสอบในสองเขต คือ เขตคัพรี (Kavre) และเขตดาเดลดุรา (Dadeldhura) การประเมินความเปราะบางได้ระบุความเสี่ยงหลัก ๆ รวมถึงความแห้งแล้ง การโจมตีของศัตรูพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลง และการขาดความรู้ทางเทคนิค การจัดการกับความท้าทายที่เกี่ยวข้องเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาการดำรงชีวิต การเสริมพลังให้กับกลุ่มที่มีความเปราะบาง และการสร้างความยืดหยุ่นต่อความไม่แน่นอนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น

## เหตุผล

นอกเหนือจากความท้าทายทางเศรษฐกิจสังคมและสภาพภูมิอากาศทั่วไปแล้ว ชุมชนในภูเขายังเผชิญกับความท้าทายอีกชุดหนึ่ง เช่น ความอ่อนแอ ความขาดแคลน และการเข้าถึงที่จำกัด แบบจำลองการเกษตรทั่วไปมักจะไม่ประสบความสำเร็จในบริบทเหล่านี้ เนื่องจากการทำเกษตรกรรมในภูเขามีสภาพแวดล้อม การกระจายความหลากหลายทางการเกษตรและโอกาสในการผลิตสินค้าพิเศษเฉพาะภูเขายังมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เทคโนโลยีที่ใช้ที่ดินมากมาย ดังนั้นวิธีการที่มีความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศควรมุ่งเน้นไปที่เทคโนโลยีที่ง่าย และราคาถูกที่ชุมชนสามารถนำไปใช้ และบูรณาการเข้ากับแนวทางปฏิบัติที่มีอยู่

แนวทาง RMS ได้แก้ไขความท้าทายเหล่านี้โดยการนำเสนอแนวทางที่เฉพาะเจาะจงสำหรับบริบท มีราคาไม่แพง และสามารถปรับตัวได้เพื่อช่วยให้ชุมชนสามารถรับมือกับรูปแบบสภาพภูมิอากาศที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ แนวทาง RMS สอดคล้องกับกรอบเกษตรทำทันภูมิอากาศ(CSA) โดยการผสมผสานความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการปฏิบัติแบบดั้งเดิมเพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างยั่งยืนและสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การสร้างความยืดหยุ่นสะท้อนถึงค่านิยมของสังคม ซึ่งกำหนดสิ่งที่ควรอนุรักษ์หรือเปลี่ยนแปลง ในภูมิภาคภูเขาซึ่งมีความหลากหลายและแปรผันสูง ความยืดหยุ่นจึงเป็นสิ่งสำคัญในกลยุทธ์การสร้างความยืดหยุ่น โดยกลยุทธ์เหล่านี้ต้องมีลักษณะการมีส่วนร่วม เป็นไปตามที่ชุมชนกำหนด และสามารถปรับตัวได้ตามความต้องการและบริบทเฉพาะของแต่ละชุมชน

**แนวทาง RMS สำหรับการสร้างความยืดหยุ่นใช้เป้าหมายหลัก 3 ประการ:**

- (1) **ความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ:** มุ่งเน้นการเสริมสร้างระบบการเกษตร ปรับปรุงการจัดการน้ำ ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนเพื่อการผลิต และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวทางนี้เน้นการใช้วิธีการที่ยืดหยุ่น หลากหลาย และเป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งสามารถนำไปใช้โดยเกษตรกรได้ง่าย
- (2) **ความยืดหยุ่นทางเศรษฐกิจและสังคม:** มุ่งสร้างความยืดหยุ่นให้กับชุมชนโดยการส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน การสร้างเครือข่ายความปลอดภัยทางสังคม การสนับสนุนกลุ่มผู้ด้อยโอกาส (โดยเฉพาะผู้หญิง) และการเสริมสร้างศักยภาพในการตัดสินใจในระดับท้องถิ่น แนวทางนี้จะช่วยให้แน่ใจว่าแง่มุมทางสังคมและการเมืองได้รับการพิจารณาควบคู่ไปกับการแทรกแซงทางเทคนิคเพื่อลดความเปราะบาง
- (3) **ความยืดหยุ่นในอนาคต:** มุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมให้ชุมชนมีทรัพยากร ทักษะ และความมั่นคงทางการเงินที่จำเป็นในการปรับตัวต่อความเสี่ยงและภัยพิบัติที่ไม่คาดคิด แนวทางนี้เน้นการเข้าถึงข้อมูลที่ทันเวลา กลไกทางการเงิน เช่น การประกันภัย และการพัฒนาระบบแผนการเตรียมความพร้อมสำหรับภัยพิบัติ โดยส่งเสริมการสื่อสารแบบสองทางระหว่างชุมชนและหน่วยงานในท้องถิ่น

**รูปที่ 3: แนวทางการสร้างความยืดหยุ่นบนภูเขา**



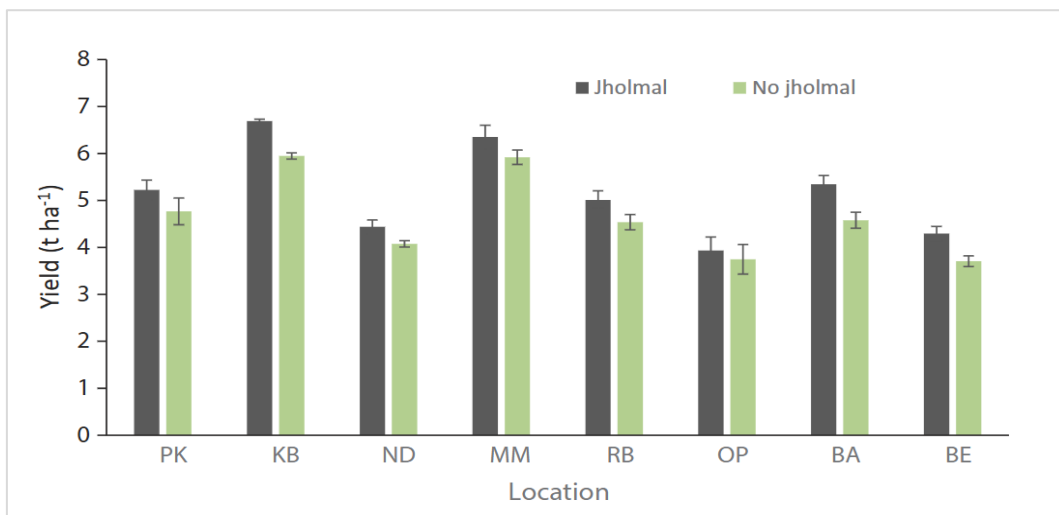


## วิธีการที่เสนอ

เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้ในการเกษตรที่รับมือกับผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ:

- (1) **การใช้โจลมัล (Jholmal):** เกษตรกรได้รับการสนับสนุนให้ใช้โจลมัล ซึ่งเป็นปุ๋ยชีวภาพเหลวและยาฆ่าแมลงที่ทำจากปัสสาวะของวัวและพืชท้องถิ่น โจลมัลมีคุณสมบัติในการไล่แมลงและลดการระบาดของศัตรูพืช ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชและลดการระบาดของศัตรูพืช (Subedi et al., 2019; Bhusal et al., 2022; Tashi et al., 2023) โจลมัลช่วยลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี ปรับปรุงสุขภาพของดิน และเพิ่มความต้านทานของพืชต่อโรค (รูปที่ 4) แคมเปญสร้างความตระหนักและการสาธิตได้เพิ่มการใช้งานโจลมัล และร้านค้าเกษตรและสัตวแพทย์ในท้องถิ่นรายงานการลดลงของความต้องการปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ แนวโน้มของเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากฟาร์มและปุ๋ยหมักจากซากพืช และการคลุมดินช่วยปรับปรุงคุณภาพดินและการเก็บกักน้ำในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**รูปที่ 4: ผลกระทบของ jholmal/no jholmal ต่อผลผลิตข้าว (ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ข้อผิดพลาดมาตรฐาน) ในปี 2559 ใน 8 แหล่งที่แตกต่างกัน ปฏุกเขต (Patlekhhet-PK) คัลเชเบซี (Kalchhebesi-KB) นายากอน-เดอปูร์ (Nayagaun-Deupur -ND) มหาเทพสถาน มานตัน (Mahadevsthan Mandan-MM) ราบี (Rabi - RB) โอปี (Opi-OP) บาลูวา (Baluwa-BA) และเบลล่า (Bela-BE) (ที่มา: Subedi et al., 2019)**



- (2) **แนวทางการทำการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ:** เทคนิคต่าง ๆ เช่น การเพาะปลูกข้าวด้วยวิธีการหว่านเมล็ดโดยตรง (Direct-Seeded Rice-DSR) ช่วยเพิ่มผลผลิต ประหยัดน้ำ และลดการใช้แรงงาน การใช้โรงเรือนช่วยในการผลิตผักนอกฤดู ช่วยเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารและตอบสนองความต้องการในตลาด
- (3) **พลังงานแสงอาทิตย์:** การสาธิตการใช้ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนในการชลประทาน
- (4) **บริการดิจิทัลและข้อมูลสภาพอากาศ:** การส่งข้อมูลคำแนะนำทางการเกษตรผ่านมือถือให้กับเกษตรกรกว่า 1,000 คน เกี่ยวกับสภาพอากาศ ราคาตลาด และวิธีการทางเทคนิค โดยมีการติดตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาที่โรงเรียน 5 แห่งเพื่อสร้างข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่นและให้การศึกษาแก่นักเรียนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- (5) **โครงการอนุรักษ์น้ำ:** การใช้วิธีการอนุรักษ์น้ำที่มีประสิทธิภาพ เช่น การสร้างถังน้ำแบบดินซีเมนต์ การใช้อุปกรณ์น้ำหยด และการเก็บน้ำฝนจากหลังคาช่วยในการชลประทาน ซึ่งช่วยเพิ่มการผลิตทางการเกษตร

- (6) **สวนความรู้ชุมชน:** การสาธิตแนวทางที่ง่ายและมีราคาไม่แพงในทีเดียวในระดับชุมชนให้เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนรู้และการแบ่งปัน เพื่อกระตุ้นให้เกษตรกรอื่น ๆ สามารถนำไปใช้และทำซ้ำในพื้นที่ของตนได้

**รูปที่ 5: การสาธิตวิธีการและเทคโนโลยีที่เรียบง่าย ราคาไม่แพง และสามารถทำซ้ำได้ ซึ่งได้รับการพัฒนาและจัดการโดยเกษตรกรที่สวนสาธารณะความรู้ในท้องถิ่น**



นอกเหนือจากแนวทางที่กล่าวถึงข้างต้น RMS ยังมุ่งเน้นในการเสริมพลังให้กับเกษตรกรหญิงโดยการฝึกอบรมพวกเธอในวิธีการเกษตรที่ยั่งยืน และการมีส่วนร่วมในกระบวนการวางแผนและการตัดสินใจในระดับหมู่บ้าน (รูปที่ 5) นอกจากนี้ยังมีการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรใหม่เพื่อสร้างเครือข่ายความปลอดภัยทางสังคมสำหรับการตัดสินใจร่วมกัน การแบ่งปันข้อมูล และการรณรงค์ที่ขับเคลื่อนโดยชุมชน

**นวัตกรรมและความเกี่ยวข้องในพื้นที่ภูเขา**

- (1) นวัตกรรมที่นำมาใช้โดยแนวทาง RMS แก้ไขปัญหาที่เกษตรกรในพื้นที่ภูเขาเผชิญได้อย่างครบวงจร ตัวอย่างเช่น การใช้โจลมาล ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งในการสนับสนุนการทำเกษตรอินทรีย์โดยการลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี ในหนึ่งจากสองอำเภอที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเคมีเกินความจำเป็นทำให้เกิดความกังวลเกี่ยวกับคุณภาพของผัก การใช้โจลมาลเป็นปุ๋ยและยากำจัดศัตรูพืชไม่เพียงแต่ลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร แต่ยังเพิ่มความไว้วางใจของผู้บริโภคในสินค้าท้องถิ่นที่จำหน่าย เช่น ผักอินทรีย์สด
- (2) นอกจากนี้ ชุมชนในพื้นที่ภูเขาที่ห่างไกลยังประสบปัญหาการเชื่อมต่อที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลและบริการได้ การให้คำแนะนำการเกษตรผ่านมือถือช่วยให้เกษตรกรมากกว่า 1,000 คนสามารถรับข้อมูลการตรวจสอบสภาพอากาศ ราคาตลาด และคำแนะนำทางเทคนิค ขณะที่สถานีอุตุนิยมวิทยาที่ติดตั้งในโรงเรียน 5 แห่งยังช่วยเก็บข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่นและส่งเสริมการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- (3) ปัญหาทางสังคมที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น การย้ายถิ่นฐานที่มีอัตราสูง การเข้าถึงทรัพยากรที่จำกัด และอำนาจการตัดสินใจที่จำกัดสำหรับผู้หญิง ได้รับการแก้ไข โดยการออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาให้เรียบง่ายและสามารถจ่ายได้เพื่อให้แน่ใจว่าเกษตรกรหญิงจะสามารถนำไปใช้ได้ ในอัตราที่สูง

## บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- (1) **ชุมชน:** ในแนวทาง RMS สมาชิกในชุมชนเป็นผู้มีส่วนร่วมที่สำคัญในการผสมผสานความรู้ดั้งเดิมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พวกเขามีบทบาทสำคัญในการนำวิธีการทางธรรมชาติและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมาใช้ ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ประหยัดต้นทุน เสริมสร้างความยืดหยุ่น และลดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารเคมี ความเต็มใจของพวกเขาที่จะปรับตัวต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จของรูปแบบโมเดลนี้
- (2) **องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น:** หน่วยงานส่วนท้องถิ่น ไม่เพียงแต่ให้การสนับสนุนด้านการเงินบางส่วนสำหรับโครงสร้างพื้นฐาน เช่น โรงเรือนที่ใช้โพลียูรีเทนคลุมและบ่อน้ำเก็บน้ำ แต่ยังมีกรมมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น ผู้ให้บริการดิจิทัล ภาคเอกชน และเทศบาลอื่น ๆ ในการเรียนรู้ แบ่งปัน และขยายผล พวกเขาช่วยให้การเข้าถึงตลาดสำหรับผลิตผลทางการเกษตรที่เป็นอินทรีย์และผลิตที่ออกนอกฤดูกาล และมีส่วนร่วมในแผนการเตรียมความพร้อมสำหรับภัยพิบัติสำหรับเกษตรกรซึ่งช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น
- (3) **รัฐบาล:** รัฐบาลมีบทบาทที่สำคัญในแนวทาง RMS โดยไม่สามารถจะปฏิบัติเสถียรได้ โดยทำงานร่วมกับหน่วยงานในท้องถิ่นเพื่อเพิ่มความเป็นเจ้าของและการมีส่วนร่วม และกับรัฐบาลกลางในการทำให้โมเดลนี้เป็นสถาบันและขยายผลได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในความสำเร็จของแนวทาง RMS แนวทางนี้ได้ขยายผลไปยังหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น 41 แห่งทั่วเนปาลแล้ว
- (4) **องค์กรพัฒนาเอกชน (Non-Governmental Organizations; NGOs):** องค์กรพัฒนาเอกชนให้การสนับสนุนทางเทคนิคและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนผ่านการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกร, การรวมกลุ่มทางเพศ, และการตัดสินใจแบบมีส่วนร่วม องค์กรอย่าง CEAPRED (ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรกรรมและนโยบายสิ่งแวดล้อม) ร่วมกับ ICIMOD ตั้งแต่นั้นในการดำเนินการ RMS และได้จัดหาทุนเพิ่มเติมเพื่อขยายแนวทางนี้ โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างศักยภาพในการปรับตัวและความยืดหยุ่นด้านภูมิอากาศในหลายเขตของเนปาล

## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

### การเพิ่มผลผลิต

- (1) การใช้โกลมาลแสดงผลลัพธ์ที่น่าทึ่งในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การทดลองภาคสนามที่ดำเนินการในช่วงปี 2557–2559 และในภายหลังแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ในผลผลิตข้าวเมื่อใช้โกลมาล เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืชเคมีตามปกติ
- (2) นอกจากนี้ บ่อซีเมนต์สำหรับเก็บน้ำในราคาต่ำช่วยให้การชลประทานพืชผลง่ายขึ้นและประหยัดเวลาให้กับเกษตรกร ความพยายามเหล่านี้ร่วมกันทำให้การประหยัดและผลผลิตเพิ่มขึ้น

### การสร้างความยืดหยุ่น

- (1) **การจัดการปัญหาการขาดแคลนน้ำและความไม่แน่นอน:** บ่อซีเมนต์ดินและการเก็บน้ำฝนจากหลังคาเพื่อเก็บน้ำฝน และน้ำทิ้งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการชลประทานและการใช้น้ำสำหรับสัตว์เลี้ยง การเพิ่มขึ้นของน้ำที่มีให้ใช้ช่วยเพิ่มผลผลิตผักและลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำ
- (2) **ประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม:** แนวปฏิบัติเช่น การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชหลากหลายชนิด และการปลูกพืชแซม ช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและความชื้น การทดสอบพันธุ์พืชเพื่อหาความเหมาะสมกับรูปแบบของฝนและสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นช่วยให้เกษตรกรใช้ข้อมูลเพื่อการเลือกพืชที่มีความยืดหยุ่น เทคนิคต่าง ๆ เช่น การทำสวนครัวที่

บ้าน การจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ และการใช้โกลมาลแทนการใช้สารเคมี ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขณะเดียวกันก็เพิ่มผลผลิตและรักษาความสมบูรณ์ของดินและสุขภาพของมนุษย์

- (3) **การเสริมสร้างความสามารถทางเศรษฐกิจและสังคม:** RMS ได้ประสบความสำเร็จในการระดมเกษตรกรให้เข้าร่วมกลุ่ม โดยมีสัดส่วนผู้หญิงมากกว่า 80% ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน การดำเนินการร่วมกัน, และการตัดสินใจร่วมกัน กลุ่มเหล่านี้ช่วยเสริมสร้างกรอบการทำงานของสถาบันโดยการทำงานร่วมกับหน่วยงานในท้องถิ่นเพื่อให้มั่นใจในความเป็นเจ้าของและความยั่งยืนในระยะยาว
- (4) **ความเป็นผู้นำของผู้หญิง:** ด้วยการย้ายถิ่นฐานของผู้ชายทิ้งให้ผู้หญิงต้องดูแลการเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ การให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างความรู้และเครื่องมือให้แก่เกษตรกรหญิงในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศและเศรษฐกิจเป็นประโยชน์อย่างมาก การฝึกอบรมเกี่ยวกับแนวทางที่มีต้นทุนต่ำ ง่าย และยั่งยืนช่วยเสริมสร้างความเป็นผู้นำและพลังการตัดสินใจของพวกเขา โดยการเชื่อมโยงกลุ่มผู้หญิงกับหน่วยงานท้องถิ่น RMS ทำให้พวกเขามีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในการวางแผนระดับหมู่บ้านและการบริหารทรัพยากร (รูปที่ 6)

รูปที่ 6: กลุ่มสตรีจากหมู่บ้านนาร์องแห่งหนึ่งในเนปาล



### ความท้าทายและอุปสรรค

แม้ว่าแนวทาง RMS จะพิสูจน์แล้วว่าเป็นประโยชน์ แต่ต้องมีการพิจารณาความท้าทายบางประการเพื่อให้แน่ใจว่าการนำไปปฏิบัติมีประสิทธิภาพ:

- (1) **การแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงกับบริบท:** วิธีการนี้เน้นการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจงตามการประเมินความเปราะบาง ซึ่งทำให้การขยายผลเป็นเรื่องท้าทาย เนื่องจากเทคโนโลยีและนโยบายจะต้องปรับให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ไม่มีแบบแผนที่ใช้ได้ทั่วไปสำหรับการปฏิบัติ
- (2) **การหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากเกษตรกรที่พึ่งพาการเกษตร:** เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่ภูเขาเป็นเกษตรกรขนาดเล็กที่พึ่งพาการเกษตรเพื่อความยังชีพ ซึ่งไม่สามารถรับความเสี่ยงจากเทคโนโลยีใหม่ได้ หากการปฏิบัติใหม่ล้มเหลวอาจทำให้ความเสี่ยงของพวกเขาเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้การนำไปใช้ยากขึ้น นอกจากนี้ ตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์อินทรีย์ที่จำกัดยังทำให้ความสามารถในการทำเศรษฐกิจจากการใช้แนวปฏิบัติที่ยั่งยืนลดลง

- (3) **การมีส่วนร่วมของชุมชน:** การมีส่วนร่วมของชุมชนที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญในการดึงดูดเกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย แต่กระบวนการนี้ใช้เวลานาน
- (4) **แนวโน้มเศรษฐกิจและสังคมระดับโลก:** การอพยพจากพื้นที่ภูเขาทำให้การมีแรงงานลดลง ส่งผลให้ต้นทุนแรงงานสูงขึ้นและเพิ่มภาระให้กับผู้ที่เหลืออยู่ โดยเฉพาะเกษตรกรหญิง สถานการณ์นี้ทำให้การดำเนินการตามแนวปฏิบัติที่ต้องใช้แรงงานเข้มข้นเป็นเรื่องยากขึ้น
- (5) **ความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย:** โครงการ RMS ได้รับประโยชน์จากการสนับสนุนของสถาบันท้องถิ่นต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางระบบและขยายขอบเขตการเป็นเจ้าของ แต่การมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่ายอาจทำให้ความรับผิดชอบเบาลงและการประสานงานที่มีประสิทธิภาพระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่ายอาจเป็นเรื่องท้าทาย

### ข้อเสนอแนะ

#### กลยุทธ์ในการส่งเสริมการนำ CSA ไปใช้:

- (1) **ง่ายและสามารถเข้าถึงได้:** ควรให้แนวทางที่เสนอง่ายต่อการนำไปใช้ ราคาถูก และครอบคลุมทุกฝ่าย
- (2) **ปรับให้เหมาะสม:** ปรับแนวทางและกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับบริบทและความต้องการของพื้นที่
- (3) **ความร่วมมือกับ NGO:** ร่วมมือกับ NGO ใหม่ ๆ เพื่อลองสำรวจพื้นที่และชุมชนที่คล้ายคลึง
- (4) **การแบ่งปันความรู้:** ส่งเสริมการร่วมผลิตและถ่ายทอดความรู้เพื่อขยายการนำแนวปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เช่น โจลมาล และถังดินซีเมนต์ ไปใช้ในวงกว้าง

#### ข้อเสนอแนะสำหรับผู้กำหนดนโยบาย นักวิจัย และผู้ปฏิบัติ:

- (1) **การมีส่วนร่วมในช่วงแรกกับหน่วยงานในท้องถิ่น:** ควรให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของหน่วยงานในท้องถิ่นตั้งแต่เริ่มต้นในการวางแผนและการทำความเข้าใจแนวคิด
- (2) **สอดคล้องกับนโยบายระดับชาติและระดับโลก:** วางโครงการให้เป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ตอบโจทย์ความต้องการของนโยบายระดับชาติและระดับโลก
- (3) **เพิ่มการลงทุน:** ควรจัดหาทุนที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการขยายผลและความยั่งยืนในระยะยาว
- (4) **สร้างหลักฐานที่ใช้วิทยาศาสตร์:** การสร้างหลักฐานเกี่ยวกับความมีประสิทธิภาพของแนวทางในบริบทท้องถิ่นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการขยายผล
- (5) **การสร้างศักยภาพ:** การสร้างศักยภาพให้กับชุมชนท้องถิ่นรวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น ๆ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้และการขยายผลแนวทาง
- (6) **ความร่วมมือ:** ใช้แนวทางร่วมมือในการขยายผลและส่งเสริมการลงทุน

#### สิ่งจูงใจสำหรับการมีส่วนร่วมของภาคเอกชน:

- (1) **การรวมผลิตภัณฑ์จากภาคเอกชน:** ใช้ผลิตภัณฑ์จากภาคเอกชนที่ยั่งยืน เช่น พลังงานหมุนเวียน บริการดิจิทัล และการเชื่อมโยงตลาดในการตั้งต้นเพื่อให้นั่นใจในความเป็นอิสระในระยะยาว
- (2) **สนับสนุนผู้ประกอบการท้องถิ่น:** สนับสนุนธุรกิจท้องถิ่นที่ใช้ความรู้ท้องถิ่น, ผลิตภัณฑ์เฉพาะภูเขา, และการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในขณะที่รักษาความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมและประโยชน์ต่อชุมชน

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Agrawal, N. K., Udas, E., Leikanger, I., Bhatta, L. D., Sharma, E., & Joshi, K. D. (2021). Resilience Building Solutions for Mountain Smallholders: Catalyzing Transformations with an Integrated Modular Approach in the Hindu Kush Himalaya. In *Springer eBooks* (pp. 1–19). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22759-3\\_156-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22759-3_156-1)
- (2) Subedi, R., Bhatta, L. D., Udas, E., Agrawal, N. K., Joshi, K. D., & Panday, D. (2019). Climate-smart practices for improvement of crop yields in mid-hills of Nepal. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1631026>
- (3) Tashi, S., Wangchuk, K., Udas, E., Gaki, S., & Aryal, K. (2023). A solution at the doorsteps: Improved biofertilizer enhances soil fertility and yield of Chili (*Capsicum annuum* L.) in Bhutan. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 12: 259-267. Doi: 10.30486/IJROWA.2022.1952686.1416
- (4) Bhusal K, Udas E, Bhatta LD (2022). Ecosystem-based adaptation for increased agricultural productivity by smallholder farmers in Nepal. *PLoS ONE* 17(6): e0269586. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269586> *Resilient Mountain Villages (RMV) : Laying foundations for resilient development through simple solutions.* (n.d.). UNW WRD Knowledge Hub. <https:// wrd.unwomen.org/practice/resources/resilient-mountain-villages-rmv-laying-foundations-resilient-development-through>
- (5) *Resilient Mountain Solutions - ICIMOD*. ICIMOD - International Centre for Integrated Mountain Development. <https://www.icimod.org/initiative/rms/>

## 2.4 กรณีศึกษา 4: การปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่นำโดยชุมชนเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน: ประสบการณ์และบทเรียนที่ได้เรียนรู้จากชนบทในประเทศอินเดีย

Masoud K. Barati<sup>a</sup>, Bankaru-Swamy Soundharajan<sup>a,b</sup>, and Degu Zewdu<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Amrita School for Sustainable Futures, Amrita Vishwa Vidyapeetham, Kollam 690525, India

<sup>b</sup> Amrita School of Engineering, Amrita Vishwa Vidyapeetham, Coimbatore, 641112, India

### บทคัดย่อ

ด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้มีความแปรปรวนของปริมาณฝนตกในภูมิภาคเอเชียใต้ การดำเนินมาตรการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศจึงเป็นเรื่องสำคัญเพื่อบรรเทาผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อการเกษตรในเขตอบอุ่นกึ่งแห้งแล้งของอินเดีย การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากลยุทธ์ที่ยั่งยืนในการจัดการกับความท้าทายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อผลผลิตพืชผล โดยใช้แนวทางการจำลองที่มีส่วนร่วม ด้วยโมเดล AquaCrop กระบวนการจำลองแบบโต้ตอบได้ถูกรวมเข้ากับกรอบการออกแบบร่วมเพื่อรวมความคิดเห็น ประสบการณ์ และข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์และการอภิปราย จากนั้นจึงประเมินประสิทธิภาพของแนวทางแก้ไขที่ระบุ เช่น การปรับเวลาเพาะปลูกให้เหมาะสม การเปลี่ยนพืชผล และการให้น้ำเสริม (Supplemental irrigation-SI) ในการบรรเทาความเครียดจากน้ำ การจำลองผลผลิตในอดีตและอนาคตแสดงให้เห็นว่าการเพาะปลูกในช่วงต้นฤดูจะช่วยลดความต้องการน้ำได้อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เพิ่มผลผลิต การประเมินการเปลี่ยนชนิดพืชผล แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนจากข้าวโพดและข้าวไปใช้ข้าวฟ่างช่วยลดความต้องการ SI ได้สูงสุดถึง 90% กลยุทธ์การปรับตัวเหล่านี้เน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของแนวทางการเกษตรที่มีความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในการสร้างความมั่นคงทางอาหารที่ยั่งยืน การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และการปกป้องความเป็นอยู่ของชาวนาในช่วงเวลาที่มีความไม่แน่นอนด้านสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น

### หลักการและเหตุผล

การศึกษานี้ดำเนินการในพื้นที่เชิงเขาของเทือกเขาเวสเทิร์นกัทส์ โดยเฉพาะในพื้นที่ บล็อกธอนดามูธูร์ (Thondamuthur block) ของรัฐทมิฬนาฑู ประเทศอินเดีย พื้นที่นี้ตั้งอยู่ในเขตเขตร้อนกึ่งแห้งแล้ง ซึ่งมีปริมาณฝนเฉลี่ยประจำปี 590 มม. และอุณหภูมิประจำปีเฉลี่ย 26.5°C บล็อกธอนดามูธูร์มีพื้นที่ประมาณ 480 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ระหว่างพิกัด 10°54'42.57" N, 76°41'14.46" E และ 11°1'20.33" N, 76°55'12.4" E พื้นที่นี้มีลักษณะเป็นภูมิประเทศที่ราบลอนคลื่น และดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวปนทรายซึ่งมีความสามารถในการกักเก็บน้ำปานกลาง และสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแห้งแล้งเมื่อได้รับการเสริมด้วยสารอินทรีย์ การเกษตรเป็นรากฐานของบล็อกธอนดามูธูร์ โดยคิดเป็น 48% ของการใช้ที่ดิน และเป็นอาชีพหลักของประชากรส่วนใหญ่ พืชสำคัญที่ปลูกได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และข้าวสาลี ซึ่งปลูกในสภาพฝนตกตามฤดูกาล ทำให้ภาคการเกษตรขึ้นอยู่กับฝนมรสุมอย่างมาก การปลูกข้าวมีสองฤดูหลักคือ ฤดูฝน หรือ คาริฟ (Kharif) (พฤษภาคม-กันยายน) ซึ่งตรงกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest Monsoon; SWM) และฤดูใบไม้ผลิ หรือ ราบี (Rabi) (ตุลาคม-กุมภาพันธ์) ซึ่งขึ้นอยู่กับฝนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast Monsoon; NEM) เกษตรกรในพื้นที่เผชิญกับความท้าทายเช่น การขาดแคลนน้ำจากการลดลงของน้ำใต้ดินและรูปแบบการตกของฝนที่ไม่สม่ำเสมอ การเข้าถึงเทคโนโลยีที่จำกัด ทรัพยากรทางการเงิน และโอกาสทางการตลาดยังเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ผลผลิตลดลง พื้นที่นี้ประสบปัญหาความแปรปรวนของฝนที่รุนแรง ซึ่งทำให้ความเสี่ยงต่าง ๆ เช่น ภัยแล้ง การเสื่อมสภาพของดิน และผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอเพิ่มสูงขึ้น ปัญหาดังกล่าวทำให้ความยั่งยืนทาง

การเกษตรลดลง และเพิ่มความเสี่ยงจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดฝนที่ยาวนาน ร่วมกับการเสื่อมสภาพของดินและการกัดเซาะ ทำให้ความสามารถในการฟื้นตัวของระบบการเกษตรลดลง การแก้ไขปัญหาที่ต้องการการปรับใช้แนวปฏิบัติที่ยืดหยุ่น เช่น การเลือกวันที่ปลูกที่เหมาะสมและการชลประทานเสริม (SI) โดยมีเป้าหมายเพื่อบรรเทาความเครียดของพืชจากการขาดน้ำ เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และรักษาชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนในพื้นที่ที่กึ่งแห้งแล้งนี้

### เหตุผล

การศึกษานี้มุ่งเน้นที่สามเสาหลักของการเกษตรทำทันภูมิอากาศ (CSA) ได้แก่ การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน การเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเป็นไปได้ การเกษตรขนาดเล็กในบล็อกธอนดามูร์ของรัฐบาลพม่าเผชิญกับความท้าทายที่สำคัญจากความแปรปรวนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษานี้ได้พัฒนามาตรการการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศที่ยืดหยุ่นกับชุมชนเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในขณะที่รักษาทรัพยากรธรรมชาติ การใช้กลยุทธ์เช่น การเลือกวันที่ปลูกที่เหมาะสมและการวางแผนการชลประทานเสริม (SI) ร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่เพื่อให้สอดคล้องกับความแปรปรวนของมรสุม (Abed et al., 2025) แนวทางเชิงรุกเหล่านี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและรักษาผลผลิตแม้อากาศที่ไม่เอื้ออำนวย ซึ่งจะทำให้การเกษตรสามารถยั่งยืนได้ในระยะยาว การวิจัยนี้ใช้กรอบการทำงานแบบมีส่วนร่วมที่รวมมุมมองของเกษตรกรเข้ากับการวิเคราะห์ทางเทคนิค รวมถึงการประเมินความแปรปรวนของฝนและการจำลองพืช (Barati et al., 2022) โดยการปรับช่วงเวลาการปลูกให้สอดคล้องกับรูปแบบฝนที่คาดการณ์และการออกแบบตารางการชลประทานเสริมที่มีเหตุผล การศึกษานี้ช่วยลดความเสี่ยงจากความเครียดทางน้ำและลดความเสี่ยงจากฝนที่ไม่สม่ำเสมอ การเปลี่ยนแปลงพืชเช่น การปลูกข้าวโพดและข้าวสาลีในฤดูราบีแทนการปลูกข้าวและข้าวโพดที่ต้องใช้น้ำมากช่วยลดความต้องการน้ำตามฤดูกาลลงได้ถึง 90% มาตรการเหล่านี้ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับการปฏิบัติงานให้เข้ากับความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ และเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวของระบบการเกษตรขนาดเล็กให้สามารถทนทานต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในอนาคต การศึกษานี้ยังสำรวจกลยุทธ์การจัดการพืชและน้ำเพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Barati et al., 2024) แม้ว่าปั๊มพลังงานแสงอาทิตย์จะมีการปล่อยคาร์บอนต่ำ แต่การดึงน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินลึกยังคงพึ่งพาปั๊มดีเซล เนื่องจากทางเลือกพลังงานแสงอาทิตย์ไม่เหมาะสมจากข้อจำกัดทางด้านต้นทุนและเทคนิค ซึ่งส่งผลให้มีการปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเปลี่ยนไปปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยและการปรับปฏิทินการปลูกให้สอดคล้องกับปริมาณฝนสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงดีเซลและช่วยลดการปล่อยก๊าซได้ การเลือกวันที่ปลูกที่เหมาะสมและการใช้ฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุดยังช่วยลดการดึงน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินอีกด้วย ดังนั้นกลยุทธ์การปรับตัวที่ยืดหยุ่นกับชุมชนจึงส่งเสริมการใช้แนวทางการเกษตรที่สอดคล้องกับกลยุทธ์การเกษตรที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ

### วิธีการที่เสนอ

การศึกษานี้ได้ดำเนินการใช้แนวทางเกษตรทำทันภูมิอากาศที่ปรับแต่งมาเฉพาะเพื่อแก้ไขความท้าทายที่เป็นเอกลักษณ์ของสภาพพื้นที่กึ่งแห้งแล้งในเขตภูเขาสูงของบล็อกธอนดามูร์ มาตรการหลักที่นำมาใช้รวมถึงการปรับวันที่ปลูกให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบฝน การออกแบบตารางการชลประทานเสริม (SI) ที่มีประสิทธิภาพโดยอิงจากความแปรปรวนของฝน และการส่งเสริมการหลากหลายพืชโดยหันไปปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อย เช่น ข้าวฟ่าง นวัตกรรมเหล่านี้ได้พัฒนาผ่านการออกแบบร่วมที่มีส่วนร่วมเพื่อให้มั่นใจว่าแนวทางที่นำมาใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการและศักยภาพในการปรับตัวของเกษตรกรในพื้นที่ เครื่องมือขั้นสูง เช่น การจำลอง AquaCrop และการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศจาก CMIP6 ถูกนำมาใช้เพื่อทำนายผลกระทบของสภาพภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งช่วยให้สามารถพัฒนากลยุทธ์การปรับตัวที่แม่นยำ โดยการ



เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ การเพิ่มผลผลิต และการสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ แนวทางเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความยั่งยืนทางการเกษตร แต่ยังแก้ไขข้อจำกัดด้านทรัพยากรที่สำคัญในระบบการเกษตรของพื้นที่ภูเขาสูงด้วย

ความสำเร็จของแนวทางเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก เกษตรกรมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์และนำแนวทางเหล่านี้ไปใช้จริง โดยเห็นถึงประโยชน์ เช่น การลดความเคียดจากน้ำและการเพิ่มผลผลิต ซึ่งช่วยกระตุ้นการนำไปใช้แม้จะมีความท้าทาย เช่น ข้อจำกัดทางทรัพยากรทางการเงิน (รูปที่ 7 และรูปที่ 8) ภาคเอกชนได้สนับสนุนโครงการโดยการจัดหาตัวเครื่องมือชลประทาน การปรับปรุงดิน และการเชื่อมโยงกับตลาด ในขณะที่การสนับสนุนจากรัฐบาลในการจัดหาสินเชื่อเพื่อโครงสร้างพื้นฐานด้านชลประทานและนโยบายที่ส่งเสริมการเก็บน้ำฝนและการหลากหลายพืชช่วยเสริมสร้างการดำเนินงาน องค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) มีบทบาทสำคัญในการมีส่วนร่วมกับชุมชนและการสนับสนุนทางเทคนิค เพื่อให้มั่นใจว่าแนวทางที่นำมาใช้เหมาะสมทั้งในด้านวัฒนธรรมและเศรษฐกิจ การทำงานร่วมกันนี้แสดงให้เห็นถึงแบบจำลองที่สามารถขยายผลได้สำหรับการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ภูเขาสูง ซึ่งให้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ความสามารถในการปรับตัว และความยั่งยืนในสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

**รูปที่ 7: กระบวนการสร้างแบบจำลองแบบมีส่วนร่วม: การอภิปรายกลุ่มการร่างแบบ และเล่าเรื่อง (Storytelling) เป็นกลุ่มเพื่อบูรณาการการรับรู้และประสบการณ์ของเกษตรกรภายในกรอบการออกแบบร่วมกัน**



**รูปที่ 8: การประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างศักยภาพแบบมีส่วนร่วม: เกษตรกรเข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการสร้างศักยภาพที่ออกแบบมาเพื่อมอบผลการสร้างแบบจำลองและการจำลองสถานการณ์**



**การถอดบทเรียนที่ได้รับ**

การดำเนินการใช้แนวทางการเกษตรเท่าทันภูมิอากาศในบล็อกเชนตามูธูร์ได้ผลลัพธ์ที่สำคัญในด้านการเพิ่มผลผลิต การปรับวันที่ปลูกและการนำตารางการชลประทานเสริมมาใช้ทำให้ผลผลิตของพืชสำคัญเพิ่มขึ้น โดยข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในฤดูใบไม้ผลิหรือราบี (Rabi) ได้รับการปรับปรุงผลผลิตถึง 88% และ 12% ตามลำดับ (Barati et al., 2024) แนวทางเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร แต่ยังช่วยเพิ่มรายได้ของเกษตรกร ซึ่งมีส่วนช่วยให้ความมั่นคงในอาชีพและการดำรงชีวิตดีขึ้น การหลากหลายพืชโดยเลือกปลูกพืชที่ใช้น้ำน้อยเช่น ข้าวฟ่างยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและรักษาผลผลิตในสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

โครงการนี้ได้เสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวโดยการลดความเสี่ยงจากความแปรปรวนของฝนและการขาดแคลนน้ำ กลยุทธ์การจัดการน้ำที่มีเหตุผลและการเลือกวันที่ปลูกล่วงหน้าช่วยลดความเครียดจากการขาดน้ำในช่วงเวลาสำคัญของการเจริญเติบโตของพืช ลดการพึ่งพาฝนมรสุมที่ไม่สม่ำเสมอ (รูปที่ 9 และรูปที่ 10) การเปลี่ยนพืชที่ใช้น้ำมากเป็นพืชที่ใช้น้ำน้อยช่วยลดความต้องการการชลประทานตามฤดูกาลได้ถึง 90% ช่วยประหยัดทรัพยากรน้ำใต้ดินและรักษาความเสถียรของการเกษตร (Barati et al., 2024) ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมรวมถึงการลดการปล่อยคาร์บอนจากการดึงน้ำใต้ดินและการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพจากพืชที่หลากหลายชนิด

### รูปที่ 9: การดำเนินการตามแผนการปลูกล่วงหน้าแบบมีส่วนร่วม



### รูปที่ 10: การดำเนินการตามแผนปลูกพืชระยะเริ่มต้นอย่างมีส่วนร่วม



ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าผลประโยชน์ทางการเกษตร ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นและการลดการพึ่งพาทรัพยากรช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ในขณะที่กรอบการทำงานที่มีส่วนร่วมส่งเสริมการเสริมพลังให้กับชุมชนและความครอบคลุม โดยเฉพาะเกษตรกรหญิงที่มักจะถูกกันออกจากการตัดสินใจ แต่ได้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยกัน ซึ่งส่งเสริมความเสมอภาคทางเพศ อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายบาง

ประการ เช่น ข้อจำกัดทางการเงิน การเข้าถึงเทคโนโลยีขั้นสูงที่จำกัด และช่องว่างทางความรู้ในหมู่เกษตรกรที่เป็นอุปสรรคต่อการนำไปใช้ในวงกว้าง การต่อต้านทางสังคมและวัฒนธรรมต่อการหลากหลายพืชและการมีส่วนร่วมที่จำกัดของภาคเอกชนในการพัฒนาความสามารถและการเข้าถึงตลาดก็เป็นอุปสรรคเพิ่มเติม การสนับสนุนจากนโยบายและสถาบันมีบทบาทสำคัญ แต่ยังคงต้องการปรับให้สอดคล้องกับความท้าทายที่เป็นระบบ การขยายการสนับสนุนจากรัฐบาล การสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชน และการดำเนินโครงการการสร้างความรู้ที่มุ่งเป้าอาจเร่งการนำไปใช้ได้ โครงการนี้เน้นย้ำความจำเป็นในการใช้แนวทางที่ครอบคลุมและมีส่วนร่วมจากหลายฝ่ายเพื่อเอาชนะความท้าทายและรับรองความยั่งยืนในระยะยาว ซึ่งให้บทเรียนที่มีค่าในการใช้แนวปฏิบัติ CSA ในบริบทที่คล้ายคลึงกัน

### ข้อเสนอแนะ

เพื่อส่งเสริมการนำ CSA ไปใช้ในบริบทที่คล้ายคลึงกัน ต้องมีกลยุทธ์ที่มุ่งเป้าเพื่อจัดการกับอุปสรรคทางเทคนิค การเงิน และสถาบัน การขยายกรอบการทำงานที่มีส่วนร่วมซึ่งรวมการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาคือช่วยให้นักวิจัยและผู้ปฏิบัติงานมีความเกี่ยวข้องและสร้างความเชื่อมั่น ซึ่งจะช่วยให้เกิดการนำปฏิบัติที่ยั่งยืน โปรแกรมการพัฒนาขีดความสามารถที่ปรับให้เหมาะสมกับความต้องการในพื้นที่ เช่น การฝึกอบรมเทคนิคการชลประทานขั้นสูงและระบบการปลูกพืชที่ทนทาน เป็นสิ่งจำเป็น การส่งเสริมองค์กรชุมชนสามารถเพิ่มการแบ่งปันความรู้และการทำงานร่วมกันในระดับชุมชน

สำหรับผู้กำหนดนโยบาย การปรับสอดคล้องระหว่างการสนับสนุนทางการเงินและสิ่งจูงใจกับวัตถุประสงค์ของแนวปฏิบัติ CSA เช่น การสนับสนุนทางการเงินในการพัฒนาแหล่งเก็บน้ำฝน และการหลากหลายพืชเป็นสิ่งสำคัญ การกำหนดนโยบายที่ส่งเสริมการเก็บน้ำฝน การฟื้นฟูน้ำใต้ดิน และการเกษตรแม่นยำสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการปฏิบัติที่ยั่งยืน นักวิจัยควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมกับบริบทโดยการรวมเครื่องมือการจำลองขั้นสูงเข้ากับความรู้พื้นบ้าน เพื่อให้สามารถปรับตัวได้กับสภาพท้องถิ่น ผู้ปฏิบัติงานต้องมุ่งเน้นการทำให้เทคโนโลยีง่ายต่อการเข้าถึงสำหรับเกษตรกร โดยการขจัดช่องว่างระหว่างนวัตกรรมและการนำไปใช้จริง

การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนสามารถกระตุ้นได้ผ่านประโยชน์ทางภาษี โอกาสในการร่วมทุน และโปรแกรมการยอมรับธุรกิจที่ลงทุนในเทคโนโลยีแนวปฏิบัติ CSA หรือการเชื่อมโยงตลาด ความร่วมมือระหว่างรัฐบาล องค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) และภาคเอกชนสามารถเสริมสร้างการระดมทรัพยากรและขยายขอบเขตการดำเนินการ การสนับสนุนความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนจะช่วยให้การดำเนินการ CSA สามารถขยายตัวได้และเกิดความยั่งยืน ส่งเสริมความยืดหยุ่นและผลผลิตทางการเกษตรในระยะยาว

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Abed, N., Kakolaki, M. B., Ramesh, M. V., Sankarannair, S., Murugan, R., Soundharajan, B. S., & Pushpalatha, R. (2025). Assessing farm-level agricultural sustainability in India: A comparative study using a mixed-method approach. *Agricultural Systems*, 224, 104223. doi: 10.1016/j.agsy.2024.104223
- (2) Barati, M. K., Manivasagam, V. S., Nikoo, M. R., Saravanane, P., Narayanan, A., & Manalil, S. (2022). Rainfall Variability and Rice Sustainability: An Evaluation Study of Two Distinct Rice-Growing Ecosystems. *Land*, 11(8), 1242. doi: 10.3390/land11081242

- (3) Barati, M. K., Soundharajan, B.-S., & Nikoo, M. R. (2024). Simulation of climate-adaptation responses to rainfall variability on rainfed yield anomalies. *Environmental and Sustainability Indicators*, 22, 100411. doi: [10.1016/j.indic.2024.100411](https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100411)

## 2.5 รมศึกษาที่ 5: การเกษตรที่ฉลาดกับสภาพภูมิอากาศในเทือกเขาหิมาลัย: การส่งเสริมความมั่นคงด้านอาหารและการดำรงชีวิตภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Saeed A. Asad<sup>a</sup> และ Muhammad Abid<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Biosciences, COMSATS University Park Road, Chak Shahzad, Islamabad-45550, Pakistan

<sup>b</sup> Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Pakistan

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเกษตรในภูมิภาคฮินดูกูชเทือกเขาหิมาลัย (HKH) ของปากีสถาน นอกจากนี้ยังได้สำรวจกลยุทธ์การปรับตัว อุปสรรค การจัดระเบียบสถาบัน และความพร้อมของเกษตรกรในการนำแนวทางเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA) มาใช้ การสำรวจระดับแปลงเกษตรได้ดำเนินการเพื่อศึกษาประสบการณ์ของเกษตรกรที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและพฤติกรรมปรับตัว การศึกษาพบว่าเกษตรกรมีความตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการเกษตร การนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ในพื้นที่นี้ยังคงจำกัดอยู่ที่การหมุนเวียนพืช การหลากหลายพืช และการปลูกพืชบนสันร่อง (มันฝรั่ง) เนื่องจากการนำ CSA มาใช้ยังมีข้อจำกัด จึงได้มีการระบุแนวทาง CSA ที่เหมาะสมกับพื้นที่เฉพาะในระดับต่ำ ปานกลาง และสูงสำหรับการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ โครงการนี้แนะนำให้ใช้ CSA แบบเฉพาะที่ รวมถึงการปลูกแบบไม่พลิกดิน การทำเกษตรป่าไม้ การอนุรักษ์น้ำ และการเปลี่ยนแปลงชนิดพืช พันธุ์พืช วันที่ปลูก และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับเกษตรกรที่ปลูกพืช ในขณะที่การเลี้ยงสัตว์แนะนำให้ใช้ข้ามสายพันธ์ การจัดการอาหารและโรงเรือนสำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการฝึกอบรมเกษตรกรให้เตรียมอาหารหมักสำหรับสัตว์ (silage/feed) ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตนมและเนื้อ แนวทางที่แนะนำเหล่านี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัวของพืชและสัตว์ และเพิ่มผลผลิตได้อย่างยั่งยืน

### ที่มาและความสำคัญ

เทือกเขา ฮินดูกูชเทือกเขาหิมาลัย (HKH) เป็นบ้านและแหล่งการยังชีพของผู้คนมากกว่า 200 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภูเขา โดยมีประมาณ 52 ล้านคนอาศัยอยู่ในประเทศปากีสถาน เขตกิลกิต บัลติสสถาน (Gilgit-Baltistan - GB) การคาดการณ์ในอนาคตแสดงให้เห็นว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นระหว่าง 1.4 °C-3.7 °C ในปากีสถานภายในปี พ.ศ. 2603 โดยพื้นที่ทางเหนือของ GB อาจประสบกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงของมรสุมและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากต่อการเกษตรและครัวเรือนที่พึ่งพาการเกษตรในพื้นที่นี้ เหตุการณ์สุดขั้วที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีการประเมินว่าจะทำให้ประเทศสูญเสีย GDP ถึง 1.5 - 2% การเกษตรในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นแปลงเกษตรกรรมขนาดเล็กที่ทำการปลูกพืชเชิงเดี่ยวหรือพืชสองชนิดเพื่อการยังชีพ เกษตรกรมีทรัพยากรจำกัดและอาชีพหลักของพวกเขาคือการเกษตร โดยส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ อุณหภูมิที่ลดลงในฤดูหนาวเป็นปัญหาที่ท้าทายอย่างมากสำหรับเกษตรกรรายย่อยเมื่อพวกเขาต้องเลี้ยงสัตว์ ดังนั้น เกษตรกรมักจะขายสัตว์ของตนก่อนถึงฤดูหนาว หรือเลี้ยงสัตว์ด้วยฟางที่เก็บในช่วงฤดูร้อน โดยใช้ใบไม้จากต้นไม้หรือบางครั้งก็เป็นหญ้าที่ตัด ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านความพร้อมของอาหารในครัวเรือน ในพื้นที่ที่มีภูมิประเทศเป็นภูเขา การกัดเซาะของดินเป็นปัญหาหลักในช่วงมรสุม ซึ่งทำให้การเก็บเกี่ยวผลผลิตลดลงหรือไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้เลย นอกจากนี้ยังไม่มีระบบการเก็บน้ำในระดับแปลงเกษตร ซึ่งเป็นอุปสรรคในการจัดการน้ำในช่วงฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น การเกษตรส่วนใหญ่ทำโดยเกษตรกรชาย โดยมีบทบาทของสมาชิกหญิงในกระบวนการตัดสินใจที่น้อยมาก การปลูกพืช

เชิงเดี่ยว (มันฝรั่ง) ในบางพื้นที่ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมาได้ทำให้เกิดความเสียหายที่ไม่สามารถแก้ไขได้กับดิน ส่งผลให้ดินสูญเสียความสามารถในการปลูกพืชชนิดอื่น การเกิดโรคพืชและการสูญเสียทั้งหมดของครัวเรือนเกษตรกร กลยุทธ์การปรับตัวแบบดั้งเดิมที่ใช้เพื่อลดผลกระทบจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้กลายเป็นสิ่งที่ล้าสมัย ดังนั้น การเกษตรที่ยั่งยืนจึงจำเป็นต้องมีการแก้ปัญหาด้วยเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA) ที่ถูกระบุ ขยายขนาด และตรวจสอบที่ระดับท้องถิ่นเพื่อเพิ่มความมั่นคงด้านอาหาร

## เหตุผล

ภูมิภาค HKH ในปากีสถานมีประชากรมากกว่า 50 ล้านคน ซึ่งส่วนใหญ่พึ่งพาการเกษตรแบบยังชีพในพื้นที่ภูเขา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดความท้าทายอย่างมากต่อระบบเกษตรกรรมที่เปราะบางเหล่านี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดการรบกวนในวิธีการเกษตรแบบดั้งเดิม โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอากาศและฝน รวมถึงการละลายของธารน้ำแข็ง แม้ว่าจะมีการรับรู้ถึงความท้าทายเหล่านี้มากขึ้น แต่การวิจัยเกี่ยวกับพลศาสตร์ทางสังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรยังคงมีจำกัด (Mishra et al., 2019) นอกจากนี้ งานวิจัยหลายชิ้นที่มีอยู่ (เช่น Zahoor et al., 2021) ใช้แนวทางจากบนลงล่าง ซึ่งมักมองข้ามปัจจัยทางสังคมเศรษฐกิจในท้องถิ่นและพฤติกรรมกรรมการปรับตัว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบการแทรกแซงแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพ การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นในการเติมเต็มช่องว่างนี้ โดยการวิเคราะห์การรับรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการระบุแนวทางเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ (CSA) ที่ช่วยลดความเปราะบางที่ระดับแปลงเกษตร เราได้ทำการสำรวจที่ระดับความสูงสามระดับ (หุบเขา ระดับกลาง และระดับสูง) โดยมีขนาดตัวอย่างรวม 120 ครัวเรือน (40 ครัวเรือนในแต่ละระดับความสูง) ผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random) เพื่อระบุแนวทาง CSA (รูปที่ 11) ข้อมูลที่ได้ถูกวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการ CSA ที่สามารถทำซ้ำได้ และอุปสรรคที่เกษตรกรเผชิญในการปรับตัวตามแนวทาง CSA ที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

### รูปที่ 11: การเก็บข้อมูลในระดับครัวเรือนโดยคณะผู้ดำเนินโครงการ



เกษตรกรสังเกตเห็นผลกระทบที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อพืชและสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่ออารยชีพของพวกเขาผ่านการลดลงของผลผลิต และบางครั้งเกิดการล้มเหลวของพืชผล ในบางพื้นที่ การปฏิบัติ CSA ได้รับการนำไปใช้สำเร็จ ในขณะที่เกษตรกรในบางพื้นที่ยังไม่ทราบถึงประโยชน์ของมัน หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าการทำไร่แบบไม่พลิกดิน การปลูกที่หลากหลายชนิด การกักเก็บน้ำฝน การทำวนเกษตร การเลี้ยงสัตว์ข้ามสายพันธุ์ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ได้รับการแนะนำตามลักษณะแปลงเกษตรในระดับความสูงทั้งสามระดับ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของแนวทาง CSA ที่มีต้นทุนต่ำและเหมาะสมกับท้องถิ่นในการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตของพืช และผลผลิตจากการเลี้ยงสัตว์ รวมถึงการปรับปรุงการยังชีพของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม การขาดการสนับสนุนจากสถาบันในการนำ CSA มาใช้เป็นอุปสรรคสำคัญ การขยายการใช้แนวทางเหล่านี้ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีลักษณะเหมือนกันสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกแก่ผู้คิดค้นและกำหนดนโยบายในการออกแบบกลยุทธ์ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับการสนับสนุนเกษตรกรในพื้นที่สูงในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

### วิธีการที่เสนอ

โครงการนี้ได้ดำเนินการปฏิบัติการเกษตรกรรมที่เท่าทันภูมิอากาศ (CSA) ที่ระบุไว้ในภูมิภาคฮินดูคุชเชอิกเขาหิมาลัย (HKH) ของปากีสถานได้สำเร็จ หนึ่งในเทคนิคหลักที่ถูกแนะนำคือการกักเก็บน้ำฝน ซึ่งได้รับการแนะนำในทุกระดับความสูง เทคนิคนี้สามารถใช้ได้ทั่วทั้งภูมิภาค HKH เนื่องจากน้ำที่ไหลจากพื้นที่สูงสามารถถูกเก็บและเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำที่อยู่ต่ำกว่าเพื่อใช้ในช่วงฤดูแล้ง ประสิทธิภาพของน้ำฝนที่เก็บได้สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการนำมาใช้ร่วมกับระบบชลประทานท้องถิ่น เช่น ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด (Drip irrigation) นอกจากนี้ยังมีการแนะนำให้รัฐบาลจัดทำนโยบายเพื่อสนับสนุนการเก็บน้ำฝนในภูมิภาค HKH ผ่านเงินอุดหนุนเบี้ยต่ำสำหรับเกษตรกรรายย่อยในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการเก็บน้ำ การทำไร่แบบไม่พลิกดิน (Zero tillage) ซึ่งเป็นเทคนิค CSA ที่มีต้นทุนต่ำ ได้รับการแนะนำและนำไปใช้ในวงกว้างโดยเกษตรกร ซึ่งได้มีการให้การศึกษแก่เกษตรกรเกี่ยวกับประโยชน์ของเทคนิคนี้ (การอนุรักษ์ความชื้นในดิน การปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน) โดยใช้แรงงานน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการหลากหลายพืชที่ปลูก ซึ่งเป็นวิธีการที่แนะนำเพื่อแก้ไขปัญหาลำบากของดินจากการปลูกมันฝรั่งอย่างต่อเนื่องตลอดสองทศวรรษ ซึ่งเป็นการทำเกษตรพันธะสัญญากับบริษัทข้ามชาติ เกษตรกรได้รับการสนับสนุนให้ปลูกพืชหลายชนิดและฝึกการทำวนเกษตรเพื่อฟื้นฟูความสมบูรณ์ดินและเพิ่มรายได้จากการเกษตร

การเลี้ยงสัตว์ในฤดูหนาวเป็นอีกหนึ่งความท้าทายที่ได้รับการแก้ไขด้วยการฝึกอบรมเกษตรกรในการเตรียมอาหารหมักจากเศษผักขาวโพดซึ่งสามารถเก็บได้ในระยะยาว เทคนิคที่ง่ายและมีต้นทุนต่ำนี้ได้รับการตอบรับจากเกษตรกรเนื่องจากความเหมาะสมในการใช้งาน เกษตรกรยังได้รับคำแนะนำให้เลี้ยงสัตว์แบบข้ามสายพันธุ์ร่วมกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูง เพื่อปรับปรุงผลผลิตจากน้ำนม เนื่องจากช่วยเพิ่มรายได้จากการผลิตน้ำนมที่สูงขึ้น ทีมงานได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเลือกพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศท้องถิ่นและแนะนำให้เกษตรกรขอการสนับสนุนจากสัตวแพทย์

ช่องว่างสำคัญที่ถูกระบุเกี่ยวกับการสนับสนุนจากรัฐบาล ได้แก่ การขาดการเชื่อมโยงตลาดที่เพียงพอ, การเข้าถึงบริการขยายความรู้ที่จำกัด และการขาดค่าเตือนเกี่ยวกับสภาพอากาศในเวลาที่เหมาะสม เกษตรกรมีความกังวลเกี่ยวกับการขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานในการปรับปรุงการเชื่อมโยงระหว่างตลาดในชนบทกับศูนย์กลางเมืองเพื่อให้ได้ราคาผลผลิตที่สูงขึ้น ที่น่าประหลาดใจคือ เจ้าหน้าที่ส่งเสริมของรัฐหลายคนยังไม่ทราบถึงแนวทาง CSA ล่าสุด เพื่อตอบสนองต่อปัญหานี้ ทีมงานได้พัฒนาคู่มือการฝึกอบรมที่ครอบคลุมและการประชุมเชิงปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ของรัฐ รวมถึงเจ้าหน้าที่ส่งเสริมและ



เจ้าหน้าที่เกษตร (รูปที่ 12) คู่มือนี้ได้ครอบคลุมแนวคิดหลักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความเสี่ยงจากภัยพิบัติ และแนวทาง CSA เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความรู้ที่จำเป็นในการสนับสนุนเกษตรกรอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการเผยแพร่ความรู้ CSA ให้กว้างขวางขึ้น โครงการได้ร่วมมือกับองค์กรชุมชน (Community-based organizations CBOs) และได้ฝึกอบรมตัวแทนขององค์กร เพื่อถ่ายทอดความรู้ CSA สู่เกษตรกร อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อจำกัดทางกฎหมาย บทบาทขององค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ในการเสริมสร้างความตระหนักในชุมชนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังคงจำกัด โครงการได้เน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของรัฐบาลในการสร้างขีดความสามารถให้เกษตรกร สนับสนุนเงินอุดหนุนสำหรับเกษตรกรรายย่อย และปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการขนส่งผลผลิตทางการเกษตรไปยังตลาด การเข้าถึงตลาดที่ดีขึ้นจะช่วยให้เกษตรกรมีรายได้ที่ดีกว่า ซึ่งจะช่วยให้พวกเขาสามารถลงทุนในแนวทาง CSA อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ของครัวเรือน

อุปสรรคสำคัญในการนำ CSA มาใช้รวมถึงการเข้าถึงทรัพยากรที่จำกัด, ขนาดหน่วยการผลิตที่เล็ก, บริการการตลาดที่ไม่เพียงพอ, และการเข้าถึงสถาบันที่ไม่ดี โครงการนี้ได้เน้นถึงความจำเป็นในการพัฒนาโปรแกรมการสร้างขีดความสามารถที่ปรับให้เหมาะสมกับการปฏิบัติ CSA ตามพื้นที่ เพื่อปรับปรุงการยังชีพของเกษตรกรและรับรองความมั่นคงด้านอาหารในพื้นที่สูง การศึกษาแนะนำให้เสริมสร้างบริการสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ เช่น การพยากรณ์อากาศที่ทันเวลา และการปรับปรุงการเชื่อมโยงตลาดท้องถิ่น การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานในชนบท เช่น ถนนและเครือข่ายการขนส่ง ได้รับการระบุว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเพิ่มความสามารถในการทำกำไรของเกษตรกร การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแนวปฏิบัติ CSA ที่ง่าย ต้นทุนต่ำ และสามารถปรับตัวได้ง่ายสามารถเพิ่มความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูมิภาค HKH ได้ อย่างมีนัยสำคัญ การขยายการใช้มาตรการเหล่านี้ผ่านการสนับสนุนจากรัฐบาลและการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของชุมชนท้องถิ่นเป็นสิ่งสำคัญในการรับประกันความยั่งยืนในระยะยาวและการปรับปรุงการยังชีพของครัวเรือนเกษตรกรในภูมิภาค HKH

### บทเรียนที่ได้รับ

โครงการนี้ให้ผลลัพธ์ที่มีค่าต่อความสามารถในการปรับตัวของการปฏิบัติ CSA ที่แนะนำ ผลประโยชน์หลักรวมถึงการเพิ่มความตระหนักถึงปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด เช่น เกษตรกร, เจ้าหน้าที่เกษตร, และตัวแทนจากองค์กรชุมชน พร้อมทั้งกระตุ้นการนำ CSA มาใช้เพื่อตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (รูปที่ 13) การปฏิบัติ CSA ที่แนะนำจะช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชและการผลิตนมได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะเดียวกันก็ช่วยลดผลกระทบต่อระบบนิเวศธรรมชาติ, อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ผลประโยชน์ทางการเงินจาก CSA ที่แนะนำสามารถทำให้การเกษตรน่าสนใจสำหรับคนรุ่นใหม่ การมีส่วนร่วมของคนรุ่นใหม่ในธุรกิจเกษตรอาจสร้างโอกาสในการจ้างงานและช่วยลดความยากจนในภูมิภาค

อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายหลายประการที่จำกัดการนำ CSA ไปใช้ในวงกว้าง หน่วยการผลิตที่มีขนาดเล็กเป็นข้อจำกัดสำคัญในการนำ CSA มาใช้ในวงกว้าง เกษตรกรรายย่อยมักประสบปัญหาการลงทุนในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการจัดตั้งสหกรณ์เพื่อรวบรวมทรัพยากรและช่วยให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงและนำเทคโนโลยี CSA ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกหนึ่งความท้าทายคือการมีส่วนร่วมของเกษตรกรหญิงที่น้อยมาก ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากบรรทัดฐานทางวัฒนธรรม แม้ว่าเกษตรกรหญิงจะมีบทบาทสำคัญในกิจกรรมการเกษตร แต่พวกเขากลับมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจ

และการเข้าถึงทรัพยากรน้อยมาก ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์การเกษตร เช่น การแปรรูปและการคัดเกรด/บรรจุภัณฑ์ผลไม้และผัก ซึ่งผู้หญิงสามารถทำที่บ้านได้เพื่อเสริมสร้างรายได้ของครัวเรือนและสนับสนุนการใช้ CSA

นอกจากนี้ ธนาคารเอกชนควรลดเกณฑ์การถือครองที่ดินขั้นต่ำเพื่อสนับสนุนเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่แทนที่จะให้การเงินกับธุรกิจเกษตรขนาดใหญ่เท่านั้น การขยายบริการทางการเงินสำหรับเกษตรกรรายย่อยจะช่วยให้การกระจายทรัพยากรและโอกาสมีความเท่าเทียมมากขึ้น สุดท้ายนี้ นโยบายการเกษตรที่สอดคล้องกันควรได้รับการปรับให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่นเพื่อตอบสนองความท้าทายเฉพาะที่เกษตรกรในภูมิภาค HKH เผชิญอยู่และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA มาใช้ในวงกว้าง

### รูปที่ 12: การประชุมกับเกษตรกรและตัวแทนองค์กรชุมชน



### รูปที่ 13: : การอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง CSA ให้กับเจ้าหน้าที่รัฐในพื้นที่สูง



## ข้อเสนอแนะ

การมีส่วนร่วมของเกษตรกร เจ้าหน้าที่ส่งเสริม ผู้กำหนดนโยบาย และตัวแทนจากภาคเอกชนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการ CSA การเสริมสร้างขีดความสามารถให้กับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมก็เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการนำการปฏิบัติ CSA มาใช้ เนื่องจากพื้นที่ในภูมิภาค HKH มีลักษณะคล้ายคลึงกัน การนำการปฏิบัติ CSA ที่ประสบความสำเร็จในพื้นที่หนึ่งสามารถปรับใช้และขยายขนาดไปยังประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาค HKH ที่มีความสูงใกล้เคียงกันได้ การสร้างแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยนความรู้ในระดับภูมิภาคเกี่ยวกับ CSA จึงเป็นแนวทางที่แนะนำเพื่อให้เกษตรกรและผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงทรัพยากรได้ง่ายขึ้น องค์กรระดับภูมิภาคเช่น ICIMOD สามารถนำในการจำลองการปฏิบัติ CSA จากภูมิภาคหนึ่งไปยังภูมิภาคอื่น ๆ ของ HKH

นอกจากนี้ การเชื่อมต่อระหว่างเกษตรกรเพื่อแบ่งปันประสบการณ์เชิงปฏิบัติสามารถช่วยกระตุ้นให้การนำ CSA ไปใช้ในวงกว้างได้อย่างมาก โมดูลการฝึกอบรมที่พัฒนาในโครงการนี้สามารถแปลเป็นภาษาท้องถิ่นเพื่อให้สามารถเข้าถึงได้สำหรับเกษตรกรและผู้ปฏิบัติงานในบริบทที่คล้ายกัน เมื่อพิจารณาถึงความเปราะบางของภูมิภาค HKH ต่อภัยพิบัติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รัฐบาลต้องกำหนดนโยบายการเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อรวม CSA เป็นส่วนสำคัญของกรอบการเกษตรระดับภูมิภาคเพื่อจัดการกับความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศและความยั่งยืน สุดท้าย รัฐบาลควรสนับสนุนการร่วมทุนจากภาคเอกชนเพื่อขยาย CSA ผ่านรูปแบบการเงินเฉพาะพื้นที่ โครงการเหล่านี้จะช่วยสร้างภูมิภาค HKH ที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมีความมั่นคงทางอาหาร

## เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Mishra, A., Appadurai, A. N., Choudhury, D., Regmi, B. R., Kelkar, U., Alam, M., ... Sharma, U. (2019). Adaptation to climate change in the Hindu Kush Himalaya: Stronger action urgently needed. In P. Wester, A. Mishra, A. Mukherji, & A. Shrestha (Eds.), *The Hindu Kush Himalaya Assessment*. Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-319-92288-1\_13.
- (2) Zahoor, B., Liu, X., Kumar, L., Dai, Y., Tripathy, B. R., & Songer, M. (2021). Projected shifts in the distribution range of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Hindu Kush Himalaya due to climate change. *Ecological Informatics*, 63, 101312.
- (3) <https://www.apn-gcr.org/project/identification-and-up-scaling-of-climate-smart-agriculture-csa-practices-for-sustainable-food-security-in-high-altitude-farming-regions-of-himalaya/> (project).
- (4) Asad SA, Abid M, Ahmad I, Thapa G, Dendup T. (2023). Climate change risk perceptions, vulnerability, and adaptation in high altitude farming regions of Hindu Kush Himalaya. *APN Science Bulletin*. 13: 87-101. <https://www.apn-gcr.org/bulletin/author/saeed-ahmad-asad/>
- (5) Zulfiqar, F, Ahmad, I, Asad, SA. (2024). Climate-smart agriculture in the western Hindu-Kush Himalayan region: a case study from northern Pakistan. In: Schneiderbauer, S, Pisa, P, Szarzynski, J. (Eds.), *Safeguarding Mountain social-ecological systems*, Vol. 2. *Building Transformative Resilience in Mountain Regions Worldwide*. Chapter 37, pp 281-287. Science direct. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443328244000286>

### 3. เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติทางเกษตรเท่าทัน ภูมิอากาศ

เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติทางเกษตรเท่าทันภูมิอากาศมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มความสามารถในการฟื้นตัวของระบบการเกษตรในพื้นที่สูงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ นวัตกรรมเหล่านี้มุ่งเน้นการปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน การใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรพร้อมกับลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการผสมผสานเทคนิคการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน การใช้น้ำแบบแม่นยำ และแนวทางทางเกษตรนิเวศ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรในพื้นที่สูงสามารถลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและเสริมสร้างความยั่งยืนทางการเกษตรในระยะยาว

หัวข้อนี้ใช้กรณีศึกษาบางส่วนที่คัดเลือกมาเพื่อสำรวจเทคโนโลยีและแนวทางปฏิบัติใหม่ๆ ที่ประกอบเป็นเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ (CSA) CSA คือแนวทางในการจัดการภูมิทัศน์ พื้นที่เพาะปลูก ปศุสัตว์ ป่าไม้ และประมง เพื่อแก้ไขปัญหาที่เชื่อมโยงกันของความมั่นคงด้านอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติของ CSA เป็นสิ่งสำคัญในการบรรลุสามเป้าหมายหลัก ได้แก่ เป้าหมายแรกคือการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้เพื่อปรับปรุงความมั่นคงด้านอาหารและความเป็นอยู่ที่ดีของเกษตรกร เป้าหมายที่สองคือการเสริมสร้างความสามารถในการฟื้นตัวของระบบการเกษตรจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม และอุณหภูมิสุดขั้ว เป้าหมายสุดท้ายคือการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางการเกษตรและส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินและชีวมวล

เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติของ CSA หลายอย่างสามารถนำไปใช้ในพื้นที่สูงได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการและบริบทเฉพาะของระบบการเกษตรแต่ละระบบ ตัวอย่างเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติที่สำคัญได้แก่:

การจัดการน้ำอย่างยั่งยืน: การใช้งานระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ เช่น การให้น้ำหยดและหัวฉีดไมโครสปริงเกลอร์ รวมถึงการส่งเสริมเทคนิคการอนุรักษ์น้ำเพื่อลดการใช้น้ำและเพิ่มความพร้อมของน้ำ

- **การปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน:** การเพิ่มสารอินทรีย์ในดินโดยการใส่ปุ๋ยคอก ชีวมวลถ่าน (Biochar) และพืชคลุมดินเพื่อเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และการคงอยู่ของสารอาหารในดิน
- **การปลูกพืชหลากหลายชนิด:** การปลูกพืชที่หลากหลาย รวมถึงพันธุ์ที่ทนทานต่อภัยแล้งและความร้อน สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการเสียหายของผลผลิตและเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหาร
- **การทำวนเกษตร:** การบูรณาการต้นไม้และพุ่มไม้เข้าไปในพื้นที่ทำการเกษตรเพื่อให้ร่มเงา ป้องกันลม และสร้างแหล่งรายได้เพิ่มเติม ขณะเดียวกันก็ช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและความหลากหลายทางชีวภาพ
- **การจัดการสัตว์เลี้ยงอย่างยั่งยืน:** การนำระบบการเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียนมาใช้ การปรับปรุงสุขภาพและโภชนาการของสัตว์ รวมถึงการส่งเสริมการจัดการมูลสัตว์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มผลผลิตจากสัตว์

- **พลังงานทดแทน:** การใช้แหล่งพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลม เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากฟอสซิลและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนจากกิจกรรมทางการเกษตร
- **การเกษตรแม่นยำ:** การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น เซ็นเซอร์ โดรน และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ของพืช การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการตัดสินใจทางการเกษตรที่ดีขึ้น

การสร้างนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาและปรับใช้เทคโนโลยีและแนวปฏิบัติ CSA ให้เหมาะสมกับความต้องการและความท้าทายเฉพาะของเกษตรกรในพื้นที่สูง ซึ่งรวมถึงการลงทุนในการวิจัยเพื่อระบุและส่งเสริมเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติ CSA ใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่สูง การอำนวยความสะดวกในการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีจากสถาบันวิจัยไปยังเกษตรกรและชุมชน และการส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมและการทดลองจากเกษตรกรเพื่อปรับใช้แนวปฏิบัติ CSA ให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น

การนำเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้สามารถนำมาซึ่งประโยชน์มากมาย เช่น การเพิ่มผลผลิต การเสริมสร้างความสามารถในการฟื้นตัว การลดการปล่อยก๊าซ การปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ การเสริมสร้างความมั่นคงด้านน้ำ และการเสริมพลังให้กับชุมชน

### 3.1 กรณีศึกษา 6: แนวปฏิบัติการจัดการน้ำที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศในจังหวัดน่าน

Nathsuda Pumijumong

Mahidol University, Thailand

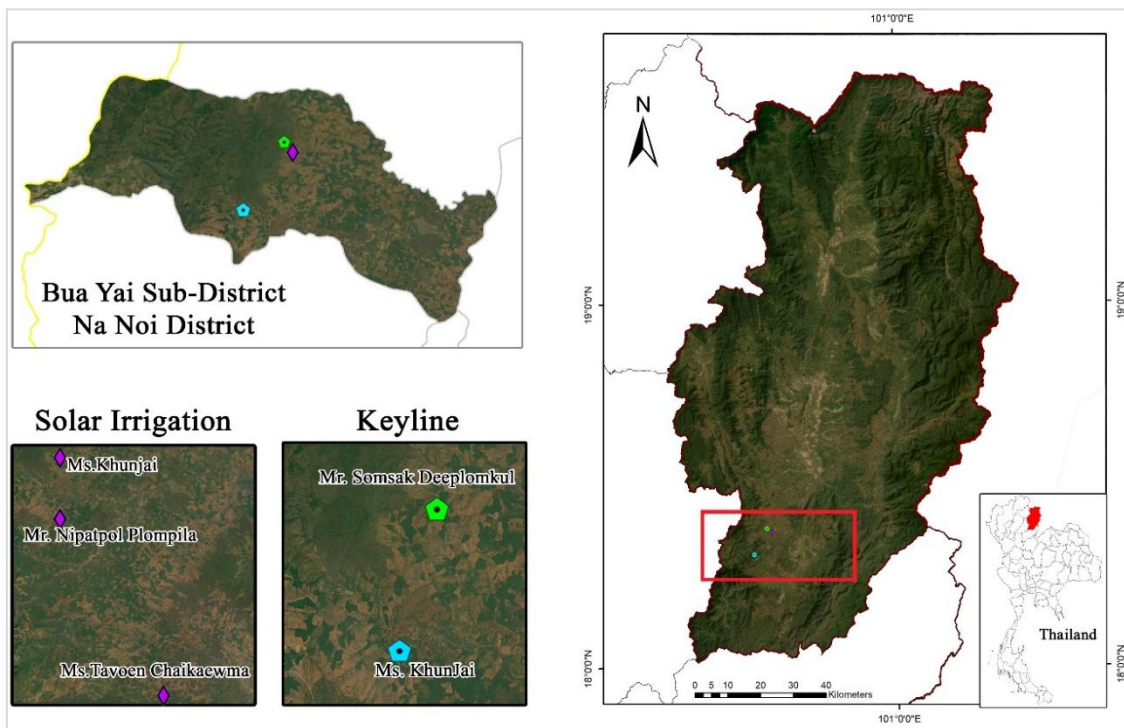
#### บทคัดย่อ

การชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และการไถดินแบบคีย์ไลน์ (Keyline) เป็นสองแนวปฏิบัติการจัดการน้ำที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศที่ใช้ในการเกษตรในพื้นที่สูงในตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้สูงถึง 3,067 กก. CO<sub>2</sub>e ต่อเฮกตาร์ ระบบเหล่านี้ยังช่วยให้เกษตรกรปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยทำให้พวกเขาสามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี ซึ่งช่วยเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารสำหรับเกษตรกรในพื้นที่สูง การไถดินแบบคีย์ไลน์ จะมีประสิทธิภาพในการรักษาความชื้นในดินได้นานขึ้น แต่จะทำงานได้ดีที่สุดในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย แพลงสถิติของโครงการแสดงให้เห็นว่าปริมาณความชื้นในดินสามารถสูงขึ้นถึง 1.5 เท่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้แนวปฏิบัตินี้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความลาดชันและความพร้อมของน้ำในพื้นที่

#### ที่มาและความสำคัญ

จังหวัดน่านตั้งอยู่ในภูมิภาคตอนบนของภาคเหนือของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 668 กิโลเมตร ตามเส้นทางหลวงหมายเลข 101 ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7.58 ล้านไร่ (โดย 1 เฮกตาร์เท่ากับ 6.25 ไร่) โดย 87.2 % ของพื้นที่เป็นภูเขา ซึ่งมีความสูงประมาณ 2,115 เมตรจากระดับน้ำทะเล แม่น้ำป่านเริ่มต้นในจังหวัดนี้และไหลจากทิศเหนือไปทิศใต้ พื้นที่ราบมีพื้นที่เพียง 12.8% ของพื้นที่ทั้งหมด (รูปที่ 14)

รูปที่ 14: ที่ตั้งจุดสถานีระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และการไถแบบคีย์ไลน์



จากข้อมูลทะเบียนประชากรเมื่อเดือนกันยายน 2564 จังหวัดน่านมีประชากรทั้งหมด 475,915 คน แยกเป็นชาย 238,071 คน และหญิง 237,898 คน เนื่องจากภูมิประเทศที่เป็นภูเขาส่วนใหญ่ เกษตรกรจึงทำการเกษตรในพื้นที่สูง อย่างไรก็ตาม การเกษตรในพื้นที่สูงมีปัญหาหลายประการ รวมถึงการกัดเซาะดินอย่างรุนแรง การเสื่อมสภาพของดินจากการทำการเกษตรแบบทำมาหากินเดี่ยว การปนเปื้อนของดิน และน้ำจากภูมิประเทศที่ลาดชัน การใช้ปุ๋ยและสารเคมีมากเกินไป และการสะสมตะกอนในแหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลให้ลดความสามารถในการรองรับของพื้นที่ (Zeng et al., 2018)

จังหวัดน่าน รวมถึงพื้นที่อำเภอขนาดเล็ก ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำและภัยแล้งยาวนาน เนื่องจากความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้น การตัดไม้ทำลายป่า และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Baicha, 2016; Chuensin et al., 2021) ปัญหาทางสภาพภูมิอากาศของจังหวัดน่าน รวมถึงอุณหภูมิที่สูงขึ้น ภัยแล้งที่เพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพของดิน การกัดเซาะ และความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นจากน้ำท่วม และไฟป่า การจัดการที่ดินที่ยั่งยืน ซึ่งทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น การรับมือกับปัญหาดังกล่าว จังหวัดน่านจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์การปรับตัวและการลดผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ โดยกลยุทธ์เหล่านี้ควรรวมถึงแนวทางการเกษตรที่ยั่งยืน การอนุรักษ์ป่าไม้ การจัดการน้ำที่ดีขึ้น และการเสริมสร้างขีดความสามารถในการฟื้นตัวของชุมชน ด้วยการจัดการปัญหาดังกล่าว จะสามารถปกป้องระบบนิเวศของน่านและรับรองความยั่งยืนระยะยาวของภาคการเกษตรและชุมชนท้องถิ่น (Promping and Tingsanchali, 2022; Kruasilp et al., 2024)

การพยากรณ์อากาศในอนาคตสำหรับจังหวัดน่าน คาดการณ์ว่าอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน 3 ช่วง ได้แก่ อนาคตระยะใกล้ (พ.ศ.2558-2588) อนาคตระยะกลาง (พ.ศ.2589-2619) และอนาคตระยะไกล (พ.ศ.2620-2643) การวิเคราะห์นี้อิงจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก CMIP6 ทั้ง 6 โมเดลภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 และ SSP5-8.5 โดยคาดว่าอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1°C ในอนาคตใกล้ และ 2°C ในอนาคตระยะกลางและอนาคตระยะไกลในทั้งสองสถานการณ์ เช่นเดียวกับอุณหภูมิสูงสุดที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1°C ในอนาคตระยะใกล้ และ 3°C ในอนาคตระยะกลางและอนาคตระยะไกลภายใต้สถานการณ์เดียวกัน ปริมาณน้ำฝนยังคงคาดว่าจะเพิ่มขึ้นในปีต่อไป โดยในตำบลบัวใหญ่ และอำเภอขนาดเล็ก ปริมาณน้ำฝนคาดว่าจะเพิ่มขึ้น 2-4% ในอนาคตระยะใกล้ 8-11% ในอนาคตระยะกลาง และ 16-19% ในอนาคตระยะไกลภายใต้สถานการณ์ SSP2-4.5 (TA 9993-THA, 2024)

## เหตุผล

พื้นที่สูงเป็นระบบนิเวศที่เปราะบาง ซึ่งให้บริการที่สำคัญ เช่น น้ำ ความหลากหลายทางชีวภาพ, อาหาร และภูมิทัศน์ที่สวยงาม แม้ว่าการเกษตรจะยังคงเป็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจหลักในพื้นที่ภูเขาเหล่านี้ แต่ก็ยังไม่ได้รับความสนใจจากการวิจัยมากนัก ซึ่งมุมมองนี้ล้าสมัยไปแล้ว เนื่องจากการเกษตรในพื้นที่ภูเขาภาคเหนือได้พัฒนาไปอย่างมากจากโครงการพัฒนาพื้นที่หลาย ๆ โครงการ และได้เปลี่ยนแปลงไปสู่การปลูกพืชเชิงพาณิชย์ในพื้นที่ถาวร (Trebuil et al., 2000; Tungittiplakorn and Dearden, 2002)

ดินในพื้นที่ภูเขาส่วนใหญ่จะเป็นดินตื้น ขาดความอุดมสมบูรณ์ และมีความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำ โดยมีอัตราการกัดเซาะที่สูง ซึ่งจำกัดความเหมาะสมในการทำการเกษตร (Vityakon et al., 2004) ผลลัพธ์คือ เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเพื่อรักษาคุณภาพดินและผลผลิต ซึ่งเพิ่มต้นทุนการผลิต น้ำมักกลายเป็นปัจจัยที่จำกัดสำหรับการเกษตรในพื้นที่ภูเขาเนื่องจากฤดูแล้งที่ยาวนานและรูปแบบฝนที่ไม่สม่ำเสมอในฤดูฝน

ในภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะในจังหวัดน่าน การเกษตรในพื้นที่สูงมีส่วนสำคัญในการตัดไม้ทำลายป่า การปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยว เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์นำไปสู่การกัดเซาะดินอย่างรุนแรง และการปนเปื้อนจากสารเคมีและโลหะหนัก นอกจากนี้ การเผาซึ่งข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวทำให้มลพิษทางอากาศรุนแรงขึ้น เพิ่มระดับสารอนุภาคขนาดเล็ก (PM 2.5) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพและส่งผลกระทบต่อการทำงานที่เกี่ยวข้องจากทัศนวิสัยที่ลดลง

การทำเกษตรเท่าทันภูมิอากาศการบริหารจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และการฟื้นฟูระบบนิเวศมีความสำคัญในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในจังหวัดน่านและพื้นที่ภูเขาอื่น ๆ การใช้แนวทางที่ครอบคลุมซึ่งรวมถึงการเกษตรที่ยั่งยืน การจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพ การมีส่วนร่วมของชุมชน และโครงสร้างพื้นฐานที่ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งจำเป็นในการเสริมสร้างความสามารถในการฟื้นตัวอย่างมีประสิทธิภาพ

การร่วมมือระหว่างรัฐบาล ชุมชนท้องถิ่น และภาคเอกชนมีความสำคัญในการสร้างจังหวัดน่านที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การปรับนโยบายท้องถิ่นให้สอดคล้องกับเป้าหมายสภาพภูมิอากาศระดับชาติ การบูรณาการแนวทางการใช้พลังงานสะอาด และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความยั่งยืนในระยะยาว

## วิธีการที่เสนอ

ตำบลบัวใหญ่ตั้งอยู่ในอำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน กำลังเผชิญกับความท้าทายอย่างมาก: การขาดแคลนน้ำสำหรับการเกษตร การเกษตรในพื้นที่ที่จำกัดเฉพาะฤดูฝน โดยปลูกข้าวในที่ราบและข้าวโพดบนภูเขาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ การปฏิบัตินี้ที่มีมายาวนานทำให้เกิดการกัดเซาะของดินและความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง

การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศยังทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและสารกำจัดวัชพืชที่สูงขึ้น ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องเป็นหนี้มากขึ้นท่ามกลางผลผลิตที่ลดลงและราคาที่ไม่สามารถคาดเดาได้ นอกจากนี้ การกัดเซาะของดินและการปนเปื้อนของสารกำจัดวัชพืชยังคุกคามแหล่งน้ำท้องถิ่นที่ใช้สำหรับการบริโภคและการเกษตร

เกษตรเท่าทันภูมิอากาศ (Climate-smart agriculture; CSA) คือการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตอาหารเกษตรโดยการใช้แนวทางที่ยั่งยืนซึ่งสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals; SDGs) และข้อตกลงปารีส โดยมุ่งเน้นที่การเพิ่มผลผลิต การเพิ่มความสามารถในการต้านทานสภาพภูมิอากาศ และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในพื้นที่บัวใหญ่ ระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการไถดินแบบคีย์ไลน์ (รูปที่ 15 และ รูปที่ 16 ตามลำดับ) ช่วยจัดการกับความท้าทายเหล่านี้ (Khamkhunmuang et al., 2022)

ระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศในจังหวัดน่าน ประเทศไทย ซึ่งการเกษตรต้องพึ่งพาการมีน้ำให้ใช้ ระบบเหล่านี้ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการกับการขาดแคลนน้ำ อุณหภูมิที่สูงขึ้น และสภาพอากาศที่ไม่สามารถคาดเดาได้อย่างยั่งยืน

เกษตรกรสามารถสูบน้ำได้ในพื้นที่ห่างไกลโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นพลังงานทดแทนได้ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพงและไม่น่าเชื่อถือ หรือไฟฟ้าจากโครงข่าย นี่เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในช่วงที่เกิดภัยแล้งและฝนตกไม่สม่ำเสมอ



การชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยให้เกษตรกรสามารถรดน้ำพืชในช่วงที่มีอากาศแห้งโดยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับระบบที่ใช้ดีเซลหรือไฟฟ้า นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้น้ำโดยใช้ระบบรดน้ำแบบน้ำหยดหรือสปริงเกอร์ ซึ่งช่วยลดการระเหยและการสูญเสีย

แม้ว่าการลงทุนเริ่มแรกจะสูงกว่าระบบปกติ แต่การชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีการประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว โดยการลดต้นทุนพลังงาน ทำให้เป็นตัวเลือกที่คุ้มค่าและช่วยเพิ่มความสามารถในการต้านทานต่อเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง (Verma et al. 2018)

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline) เป็นเทคนิคการจัดการที่ดินที่ตามลักษณะธรรมชาติของพื้นดินเพื่อเพิ่มการกักเก็บน้ำและลดการกัดเซาะของดิน พัฒนาโดยเกษตรกรชาวออสเตรเลีย P.A. Yeomans ในปี 1950s ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบการออกแบบ Keyline ของเขาที่เน้นการออกแบบภูมิทัศน์ การจัดการน้ำ และการฟื้นฟูระบบนิเวศ

หลักการสำคัญของการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ประกอบด้วย:

- (1) **การไถตามแนวระดับเส้นชั้นความสูง (Contour):** การไถตามแนวระดับเส้นชั้นความสูงของที่ดินเพื่อสร้างร่องที่ช่วยชะลอการไหลของน้ำและส่งเสริมการกักเก็บน้ำ
- (2) **การไถดินลึก:** กระบวนการนี้จะช่วยแตกชั้นดินที่อัดแน่นเพื่อเพิ่มการซึมผ่านของน้ำ

เครื่องมือการไถแบบคีย์ไลน์มีความเฉพาะจะช่วยสร้างร่องและช่องทางที่ช่วยกักเก็บน้ำและระบายการไหลของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในพื้นที่ทั่วไปได้มีการติดตั้งระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใน 3 พื้นที่:

- (1) ที่แปลงสาธิตของคุณถวัลย์ ชัยแก้วมา ตั้งอยู่ในหมู่บ้านที่ 8 บ้านหนองห้า (0.8 ไร่)
- (2) ที่แปลงสาธิตของนางขวัญใจ แหวงเรียงขวาง ตั้งอยู่ในหมู่บ้านที่ 2 บ้านใหม่มงคล (1.92 ไร่)
- (3) ที่แปลงสาธิตของนายนิพัทธ์พล พรหมพิละ ตั้งอยู่ในหมู่บ้านที่ 4 บ้านทัพม่าน (1.44 ไร่)

เงื่อนไขสำหรับการติดตั้งระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แก่:

- (1) พื้นที่การเกษตรต้องมีกรรมสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- (2) ต้องมีแหล่งน้ำที่เชื่อถือได้ตลอดทั้งปี
- (3) เกษตรกรต้องมีความมุ่งมั่นในการดูแลรักษาอุปกรณ์และปฏิบัติตามแนวทางของโครงการ

การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ได้ดำเนินการใน 2 พื้นที่:

- (1) พื้นที่การเกษตรของนายสมศักดิ์ ดีพรมกุล ตั้งอยู่ในหมู่บ้านที่ 4 บ้านทัพม่าน
- (2) พื้นที่ฟาร์มของนางขวัญใจ แหวงเรียงขวาง ตั้งอยู่ในหมู่บ้านที่ 2 บ้านใหม่มงคล

เกณฑ์ในการเลือกพื้นที่สำหรับการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ ได้แก่:

- (1) พื้นที่ทำการเกษตรต้องมีกรรมสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- (2) พื้นที่ไม่ควรชันเกินไป
- (3) ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำ

รูปที่ 15: ชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ในตำบลบัวใหญ่



รูปที่ 16: การไถดินแบบคีย์ไลน์ในตำบลบัวใหญ่



## บทเรียนที่ได้รับ

การชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์:

เนื่องจากระยะเวลาในการติดตามและประเมินผลค่อนข้างสั้น โครงการจึงเลือกใช้วิธีการที่ง่ายในการประเมินความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยคำนวณความสามารถในการผลิตไฟฟ้าจากจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ ที่ติดตั้งในแต่ละพื้นที่สาธิต และเปรียบเทียบกับค่าปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นต่อวัตต์ของไฟฟ้าที่ผลิตได้

(1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

### ตารางที่ 2: การผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ เทียบกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้

รายการ	หมู่ที่ 8	หมู่ที่ 2	หมู่ที่ 4
จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ x จำนวนวัตต์ (กิโลวัตต์)	8*410/1000	18*410/1000	14*410/1000
ความสามารถในการผลิตไฟฟ้า	3.28 KW/day	7.38 KW/day	5.74 KW/day
ไฟฟ้าที่ผลิตได้ กิโลวัตต์/ปี (ผลิตไฟฟ้า วันละ 5 ชั่วโมง และ 265 วัน/ปี)	4346 KW	9778.5	7606.5
ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก/ปี (kgCO <sub>2</sub> e)	2529.81	5692.06	4427.16
เท่ากับการปลูกต้นไม้ (ตัน)	316.23 ตัน	711.51 ตัน	553.40 ตัน

Emission Factor of electricity (1 Unit) = 0.5821 (IPCC, 2006)

ต้นไม้ 1 ตัน ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ (CO<sub>2</sub>) = 8 กก (Thailand Greenhouse Gas Organization)

- (2) ระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยให้เกษตรกรสามารถรดน้ำพืชในช่วงที่มีอากาศแห้งโดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการขาดแคลนน้ำ
- (3) ปุ่มเหล่านี้ยังช่วยให้การกระจายน้ำเป็นไปอย่างควบคุม ลดการระเหยและการสูญเสียน้ำจากการไหลบ่า

## การไถดินแบบคียไลน์

พื้นที่สาธิตสองแห่งได้รับการไถดินแบบคียไลน์โดยมีการติดตามความชื้นของดินในสามแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถแบบคียไลน์ มีการไถแบบคียไลน์ และมีการไถแบบคียไลน์พร้อมการให้น้ำเพิ่มเติม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความชื้นสูงขึ้นในพื้นที่ที่ใช้การไถแบบคียไลน์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการให้น้ำ การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าระดับความชื้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างพื้นที่ที่ใช้การไถแบบคียไลน์และพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้การไถแบบคียไลน์ นอกจากนี้ การไถแบบคียไลน์ยังปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> เทียบเท่าประมาณ 42 กิโลกรัมต่อไร่

การลงทุนร่วมกันที่ไม่เพียงพอกจากภาครัฐและเอกชนเป็นอุปสรรคในการพัฒนาระบบการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่สูง ซึ่งจำกัดการเข้าถึงอุปกรณ์ของเกษตรกร ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตรสามารถช่วยโดยการให้เงินกู้ดอกเบี้ยต่ำเพื่อส่งเสริมการนำไปใช้

การไถดินแบบคีย์ไลน์มีข้อจำกัดที่สำคัญ: อุปกรณ์เฉพาะทางอาจไม่สามารถหาซื้อได้โดยเกษตรกรทุกคน นอกจากนี้ จะได้ผลดีที่สุดในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย เพราะความชันที่เกิน 15% ในพื้นที่บัวใหญ่จะขัดขวางประสิทธิภาพของการไถคีย์ไลน์

พืชที่เหมาะสมสำหรับการไถแบบแนวคีย์ไลน์ เช่น หญ้าสำหรับอาหารสัตว์ เนื่องจากการไถแบบคีย์ไลน์ควรทำทุก ๆ 4 ถึง 5 ปี

### ข้อเสนอแนะ

การสร้างสภาพแวดล้อมที่มีแรงจูงใจทางการเงิน การถ่ายโอนความรู้ และการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมเกษตรเท้านภูมิอากาศ(CSA) โดยเฉพาะระบบชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการไถดินแบบคีย์ไลน์ ในตำบลบัวใหญ่ อำเภอน่านน้อย จังหวัดน่าน และพื้นที่ที่คล้ายกัน การร่วมมือกันระหว่างเกษตรกร หน่วยงานภาครัฐ องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร สถาบันวิจัย และภาคเอกชนเป็นสิ่งสำคัญในการขยายแนวทางการทำเกษตรเท้านภูมิอากาศ(CSA) ช่วยให้เกษตรกรปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและรับประกันความยั่งยืน

เพื่อให้เกษตรเท้านภูมิอากาศ(CSA) ประสบความสำเร็จในจังหวัดน่าน การร่วมมือระหว่างผู้กำหนดนโยบาย นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญ ผู้กำหนดนโยบายควรพัฒนานโยบายที่สนับสนุนและจัดหาทุนสนับสนุน ในขณะที่นักวิจัยควรมุ่งเน้นการค้นหาวิธีแก้ปัญหาท้องถิ่น ผู้ปฏิบัติงาน รวมถึงเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ถือเป็นกุญแจสำคัญในการนำแนวทางการเกษตรอัจฉริยะด้านสภาพภูมิอากาศไปใช้ โดยการแก้ไขปัญหของแต่ละกลุ่ม สามารถช่วยให้เกษตรกรปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพิ่มผลผลิต และสร้างความยืดหยุ่น

การกระตุ้นการมีส่วนร่วมจากภาคเอกชน ต้องการแรงจูงใจทางการเงิน การสนับสนุนด้านกฎระเบียบ และการเข้าถึงตลาด โดยการสร้างเงื่อนไขการลงทุนที่เอื้อต่อการลงทุน ผู้กำหนดนโยบายสามารถกระตุ้นการปฏิบัติที่ยั่งยืน ภาคเอกชนสามารถให้ทุน ความเชี่ยวชาญ และเทคโนโลยีที่จำเป็นในการขยายการใช้ CSA และส่งเสริมความยั่งยืนทางการเกษตร

กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น โปรแกรมสนับสนุนทางการเงิน การฝึกอบรมทางเทคนิค การสร้างกรอบนโยบายที่แข็งแกร่ง และ รมรณรงค์การสร้างความตระหนักเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการกับความท้าทายเหล่านี้ การใช้แนวทางหลายฝ่ายที่รวมถึงภาครัฐ ภาคเอกชน องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร และชุมชนท้องถิ่นสามารถอำนวยความสะดวกในการนำไปใช้ที่ประสบความสำเร็จ โดยการผสมผสานการสนับสนุนทางการเงิน การฝึกอบรมทางเทคนิค การสนับสนุนจากสถาบัน และการริเริ่มเพื่อการสร้าง ความตระหนัก การนำระบบชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการไถดินแบบคีย์ไลน์ไปใช้ สามารถเพิ่มขึ้นอย่างมากในตำบลบัวใหญ่ และรับประกันความยั่งยืนในระยะยาวในด้านการจัดการน้ำและผลผลิตทางการเกษตร

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Baicha, W. 2016. Land use dynamics and land cover structure change in Thailand (as exemplified by the mountainous Nan Province). *Geography and Natural Resources* 37; 87–92.
- (2) Chuensin, P., Limnirankul, B., Kramol, P. 2021. Cross-sectoral impacts of water deficits in Nan River basin, Thailand. *World Environmental and Water Resources Congress 2017*; 535-548.
- (3) Khamkhunmuang T, Punchay K, Wangpakapattanawong P. 2022. Case of Climate-Smart Agriculture in Southeast Asia highlands: Implications for ecosystem conservation and Sustainabilities. *Agr. Nat. Resour.* 56; 473–486. Journal homepage: <http://anres.kasetsart.org>

- (4) Kruasilp J, Pattanakiat S, Lawawirojwong S, Phutthai T, Vardhanabindu P, Kiadtikomthaweeyot Evans W. 2024. Unveiling Long-term Impacts of Forest Cover Changes and Carbon Storage Assessment in Nan Province, Thailand. *App. Envi. Res.* 46(3): 038. <https://doi.org/10.35762/AER.2024038>.
- (5) Nan Provincial Statistical Office. 2021. Nan Province National Statistical Office Ministry of Digital Economy and Society (<https://nso.go.th> access on 7 December 2024).
- (6) Promping T and Tingsanchali T. 2022. Effects of Climate Change and Land-use change on future inflow to a Reservoir: A case study of Sirikit Dam, Upper Nan River Basin, Thailand. *GMSARN International Journal* 16; 366-376.
- (7) TA 9993-THA. 2024. Climate Change Adaptation in Agriculture for Enhanced Recovery and Sustainability of Highlands. Working Document, Climate Change Projection Analysis of Nan River Basin at District and Sub-district Level.
- (8) Trebuil G, Ekasingh B, Ekasingh M. 2006. Agricultural commercialization, diversification, and conservation of renewable resources in northern Thailand highlands. *Moussons* 9–10:131–155.
- (9) Tungittiaplakorn W, Dearden P. 2002. Biodiversity conservation and cash crop development in northern Thailand. *Biodiversity and Conservation* 11:2007–2025.
- (10) Verma S, Kashyap D, Shah T, Crettaz M, Sikka A. 2018. SoLAR: Solar irrigation for agriculture resilience. SDC-IWMI DISCUSSION PAPER. IWMI. 16 pages.
- (11) Vityakon P, Subhadhira S, Limpinuntana S, Trelo-Ges V, Sriboonlue V. 2004. From forest to farm fields: Changes in land use in undulating terrain of northeast Thailand at different scales during the past century. *Southeast Asian Studies (Kyoto)* 41(4):444–472.
- (12) Zeng Z, Gower DB, Wood EF, 2018. Accelerating forest loss in Southeast Asia Massif in the 21st century: A cast study in Nan Province, Thailand. *Global Change Biology* 24(10), 4682-4695. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.14366>

## 3.2 กรณีศึกษา 7: การจัดการดินเท่าทันภูมิอากาศ

Prof. Avishek Datta

Department of Food, Agriculture and Natural Resources, School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology

### บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสร้างความท้าทายสำคัญให้กับภาคการเกษตร โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ฝนที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ และเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง ซึ่งส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารและความเป็นอยู่ของผู้นานาชาติทั่วโลก การเปลี่ยนแปลงไปสู่การเกษตรที่ยั่งยืนและมีความอ่อนไหวต่อสภาพภูมิอากาศเป็นสิ่งจำเป็น เกษตรเท่าทันภูมิอากาศนำเสนอแนวทางแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มผลผลิต ความยืดหยุ่น และการบรรเทาผลกระทบ การศึกษาในครั้งนี้ระบุการปฏิบัติตามแนวทาง CSA เจ็ดประการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ภูเขาของจังหวัดน่าน ประเทศไทย ได้แก่ ระบบชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ถ่านชีวภาพ วิถีโคตแบบแนวคีย์ไลน์ การทำปุ๋ยอินทรีย์ การคลุมดิน พันธุ์พืชที่ทนต่อความเครียด และการเกษตรผสมผสาน (Agroforestry) การปฏิบัติเหล่านี้ช่วยแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการขาดแคลนน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ต่ำ โดยเสนอโอกาสในการเพิ่มผลผลิต เพิ่มความยืดหยุ่นของการเกษตรในพื้นที่ภูเขา และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) ตัวอย่างเช่น การชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และถ่านชีวภาพช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและคุณภาพดิน การคลุมดินและการทำปุ๋ยอินทรีย์นำเสนอแนวทางที่คุ้มค่าในการจัดการดินและที่ดิน ขณะที่พันธุ์พืชที่ทนต่อความเครียดและการเกษตรผสมผสานช่วยเสริมสร้างการปรับตัวและการบรรเทาผลกระทบ การวิจัยนี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของแนวปฏิบัติ CSA ที่สามารถเปลี่ยนแปลงการจัดการดินในภาคการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการส่งเสริมการดำรงชีวิตที่ยั่งยืนและการต่อสู้กับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

### ที่มาและความสำคัญ

การผลิตอาหารทั่วโลกต้องเพิ่มขึ้น 70% ภายในปี 2593 เพื่อรองรับความต้องการที่เกิดจากการเติบโตของประชากรและรายได้ โดยส่วนใหญ่ของการเพิ่มขึ้นนี้จะต้องเกิดขึ้นในภูมิภาคเอเชีย ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีการเติบโตของประชากรอย่างรวดเร็ว ความยากจนแพร่หลาย และผลผลิตทางการเกษตรที่ต่ำ (Wahlqvist et al., 2012) เกือบ 38% ของพื้นที่ทั่วโลกถูกใช้ในการเกษตร (Müller, 2011) แต่ภาคการเกษตรยังเผชิญกับความเสี่ยงที่สำคัญจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Bandara and Cai, 2014) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ เหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล กำลังคุกคามผลผลิตการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่มีการพึ่งพาการเกษตรสูง ปัญหานี้ยิ่งทวีความรุนแรงจากการที่การเกษตรมีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (14% โดยตรงและ 17% โดยอ้อม) จากการดำเนินกิจกรรมที่จัดการไม่เหมาะสม (Azadi et al., 2021; IPCC, 2007, 2013) การเปลี่ยนไปใช้แนวทางการเกษตรที่ยั่งยืนและมีความยืดหยุ่นจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการบรรเทาความท้าทายเหล่านี้

ประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศไทยมีระบบการเกษตรที่หลากหลาย ซึ่งถูกกำหนดโดยสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ภูเขาในจังหวัดน่านและพื้นที่ใกล้เคียงมีภูมิประเทศที่หลากหลาย โดยพื้นที่เหล่านี้มีความอ่อนไหวต่อสภาพภูมิอากาศสูงเนื่องจากพึ่งพาฝนตามฤดูกาลและระบบนิเวศที่เปราะบางซึ่งเสี่ยงต่อการชะล้างดินและการเสื่อมโทรม การเกษตรยังคงเป็นเสาหลักของการดำรงชีวิต ซึ่งช่วยสนับสนุนชุมชนชนบทและมีส่วนสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ เกษตรกรรายย่อยเป็นกลุ่ม

หลักที่ครอบครองการเกษตร โดยมีขนาดแคลนทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการปรับตัว จึงทำให้พวกเขาเสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แม้ว่าภาคเอกชนจะเติบโต แต่การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนในห่วงโซ่อุปทานทางการเกษตรยังไม่เพียงพอที่จะรับมือกับความท้าทายที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก่อให้เกิดขึ้น ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในจังหวัดน่าน ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ความถี่ของภัยแล้งที่เพิ่มขึ้น และรูปแบบการตกของฝนที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของพืชขาดช่วงและลดผลผลิตลง การเสื่อมสภาพของดินจากการชะล้างและเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรงยิ่งทำให้ปัญหานี้ทวีความรุนแรงขึ้น การแก้ไขความเปราะบางเหล่านี้ต้องการการนำแนวทาง CSA มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต สร้างความยืดหยุ่น และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสอดคล้องกับความพยายามระดับโลกในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs)

## เหตุผล

ในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น จังหวัดน่าน ซึ่งการเกษตรเป็นเสาหลักของการดำรงชีวิตในชนบท การปรับปรุงการจัดการดินและพืชให้ทันสมัย โดยเน้นการปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศสามารถครอบคลุมทั้งสามเสาหลักของ CSA ที่เป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนได้ในที่สุด

**การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน:** การปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะปลูกสามารถเพิ่มผลผลิตและรายได้ของเกษตรกรไทยได้อย่างยั่งยืน ตัวอย่างเช่น การปลูกพืชด้วยพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศพร้อมกับการใช้เทคนิคการจัดการดินที่ดีจะทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้นแม้ในสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน การปฏิบัติเช่น การไถพรวนดินรักษา การคลุมดิน และการใช้ถ่านชีวภาพ สามารถช่วยปรับปรุงสุขภาพของดิน โดยการเพิ่มความสามารถในการเก็บน้ำและการมีสารอาหารที่เพียงพอ ซึ่งจะเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในระยะยาว เทคโนโลยีที่ใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร เพื่อป้องกันปัญหาขาดแคลนน้ำในขณะที่เพิ่มผลผลิตการเกษตร วิธีการเหล่านี้สอดคล้องกับเป้าหมายความมั่นคงทางอาหารของประเทศ และเป็นเส้นทางไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

**การเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ:** ความเปราะบางของเกษตรกรไทยต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ต้องให้ความสำคัญกับการปรับตัว การใช้แนวทางการจัดการที่ประหยัดทรัพยากรมีบทบาทสำคัญในการปรับตัวต่อสภาพอากาศสุดขั้ว เช่น การคลุมดินและการเกษตรผสมผสานช่วยลดการชะล้างของดินรักษาความชื้นในดินระหว่างช่วงภัยแล้ง และเสถียรภาพของระบบนิเวศจากสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ การใช้ระบบการปลูกพืชที่หลากหลายและวิธีการอนุรักษ์ดินช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตร ทำให้สามารถฟื้นตัวได้เร็วขึ้นจากผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศ วิธีเหล่านี้ช่วยลดการทำเกษตรที่ต้องขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศและทำให้การผลิตมั่นคงขึ้นแม้ในช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งจะช่วยปกป้องชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชน

**การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก:** ภาคการเกษตรมีส่วนสำคัญในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่แนวทางการปฏิบัติต่าง ๆ เช่น การลดการไถพรวนดินและการใช้ชีวภาพจะช่วยดักจับคาร์บอนในดินและลดการปล่อยมีเทน (CH<sub>4</sub>) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) การทำเกษตรผสมผสานและการหมุนเวียนพืชจะช่วยดักจับคาร์บอนและเพิ่มแหล่งรายได้ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นประโยชน์ร่วมกับเกษตรกร แนวทางเหล่านี้สนับสนุนการที่ประเทศไทยมุ่งมั่นในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การกำหนดของการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contributions)

## วิธีการที่เสนอ

แนวคิด CSA (เกษตรเท่าทันภูมิอากาศ) กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในการรับมือกับความท้าทายในการปรับเปลี่ยนวิธีการเกษตรให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ แนวปฏิบัติ CSA มีต้นกำเนิดจากตัวย่อ SMART ซึ่ง S หมายถึงเฉพาะเจาะจง (Specific) M หมายถึงสามารถวัดได้ (Measurable) A หมายถึงสามารถบรรลุได้ (Achievable), R หมายถึงน่าเชื่อถือ (Reliable) และ T หมายถึงทันเวลา (Timely) (McCarthy et al., 2012) ดังนั้น CSA จึงเป็นแนวทางที่บูรณาการในการพัฒนายุทธศาสตร์การเกษตรเพื่อให้มั่นใจในความมั่นคงทางอาหารอย่างยั่งยืนภายใต้ผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Das and Ansari, 2021) ตามที่องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (FAO, 2010) กล่าวไว้ว่า CSA เป็นวิธีการเกษตรที่เพิ่มผลผลิตและความยืดหยุ่น (มีการปรับตัว) และลด/กำจัดก๊าซเรือนกระจก (การบรรเทาผลกระทบ) ในขณะเดียวกันยังส่งเสริมการบรรลุเป้าหมายความมั่นคงทางอาหารและการพัฒนาของประเทศ ซึ่งเป็นการบูรณาการแนวทางสามมิติในการพัฒนาที่ยั่งยืน (เศรษฐกิจ, สังคม และสิ่งแวดล้อม) และมีข้อกังวลทั้งเรื่องความมั่นคงทางอาหารและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Terdoo and Adekola, 2014) ดังนั้น CSA จึงมุ่งหวังที่จะให้ผลลัพธ์แบบสามทางที่ได้ประโยชน์ทั้งในเรื่องความมั่นคงทางอาหาร การปรับตัว และการบรรเทาผลกระทบ ด้วยการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ที่ยั่งยืน (ความมั่นคงทางอาหาร) การปรับตัวและสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (การปรับตัว) และการลดและ/หรือกำจัดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (การบรรเทาผลกระทบ) แนวทางการปฏิบัติ CSA ที่ได้เสนอสำหรับการนำไปใช้ในพื้นที่ภูเขาของประเทศไทย (จังหวัดน่าน) เพื่อรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหาร ได้แก่:

- (1) ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ (รูปที่ 17 และ รูปที่ 18)
- (2) ถ่านชีวภาพ (รูปที่ 19)
- (3) การไถดินแบบคีย์ไลน์ (รูปที่ 20)
- (4) การทำปุ๋ยหมักอินทรีย์แบบดั้งเดิม
- (5) การคลุมดินและการใช้ผ้าคลุมดิน (รูปที่ 21)
- (6) พันธุ์พืชที่ทนต่อความเครียด (ภาวะภัยแล้ง) โดยเฉพาะข้าวและข้าวโพด (รูปที่ 22)
- (7) การเกษตรผสมผสาน (รูปที่ 23)



รูปที่ 17: ปั๊มพลังงานแสงอาทิตย์ที่ศูนย์ภูมิภาคของห้องปฏิบัติการนวัตกรรมด้านพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย<sup>1</sup>



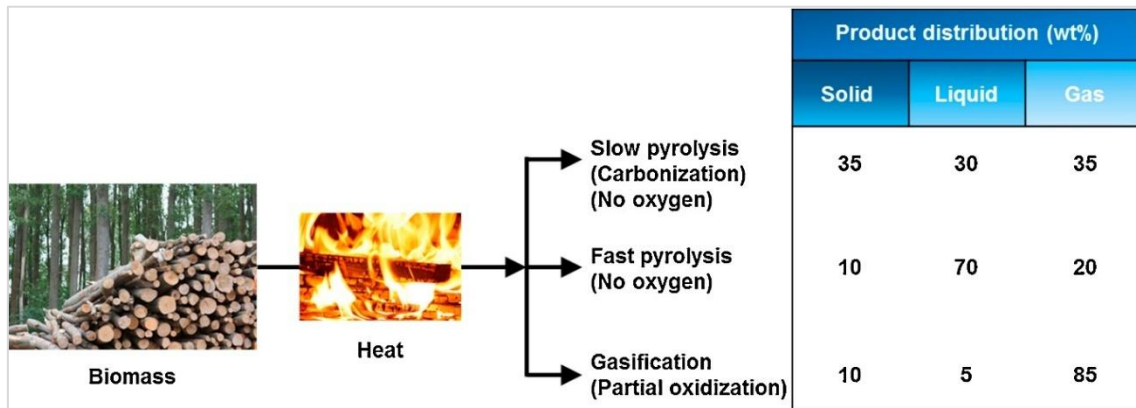
รูปที่ 18: ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ ปั๊มทำงานด้วยไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์<sup>2</sup>



<sup>1</sup> [หมายเหตุ: ปั๊มนี้อาจเปิดใช้งานการให้น้ำแบบน้ำหยดในพื้นที่ห่างไกลที่มีไฟฟ้า ต้นทุนการจัดหาเชื้อเพลิงสูง และระยะทางจากแหล่งน้ำซึ่งทำให้การชลประทานเป็นเรื่องยากสำหรับเกษตรกรรายย่อย]

<sup>2</sup> ที่มา: <https://www.climateaction.org/news/solar-irrigation-can-improve-prosperity-and-food-security-says-un-agency> (เข้าถึงเมื่อ : 15 ธันวาคม 2567)

รูปที่ 19: กระบวนการผลิตและคุณสมบัติถ่านชีวภาพ<sup>3</sup>



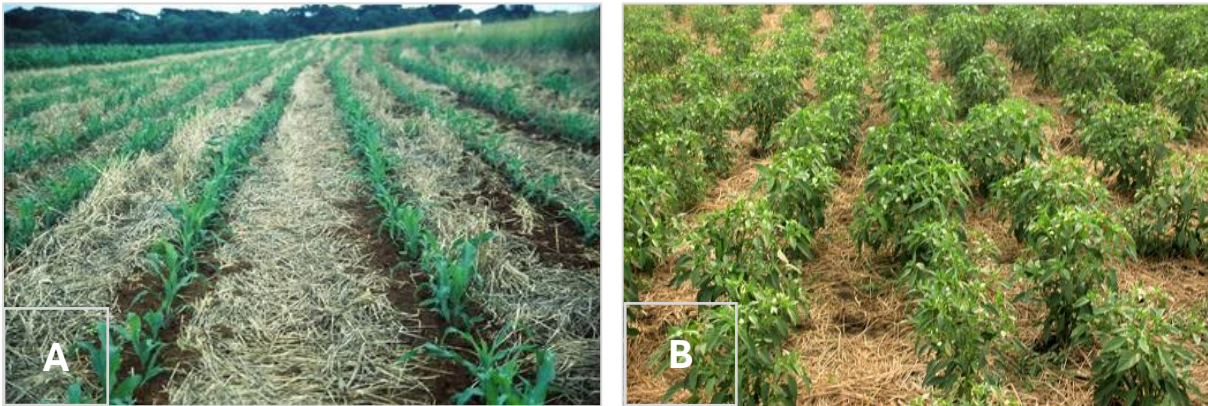
รูปที่ 20: การไถแบบคีย์ไลน์/การไถใต้ผิวดินด้วยเครื่อง Yeomans<sup>4</sup>



<sup>3</sup> ที่มา: Cha et al., 2016

<sup>4</sup> ที่มา: <https://permacultureapprentice.com/permaculture-water-management/> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

รูปที่ 21: ตัวอย่างของการคลุมดินโดยใช้เศษพืช A) ข้าวโพดที่ปลูกโดยใช้การไถพรวนให้น้อยที่สุดและคลุมดินในประเทศแซมเบีย<sup>5</sup>; (B) การใช้ฟางข้าวคลุมในแปลงปลูกพริกในประเทศไทย<sup>6</sup>



รูปที่ 22: ข้าวโพดลูกผสมทนแล้ง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร<sup>7</sup>



<sup>5</sup> ที่มา: Branca et al., 2013

<sup>6</sup> ที่มา: <https://aseanow.com/topic/563570-rice-straw-mulch/> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

<sup>7</sup> ที่มา: <https://www.cimmyt.org/news/new-maize-and-new-friendships-to-beat-thai-drought/> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

รูปที่ 23: แนวปฏิบัติด้านวนเกษตรประเภทต่าง ๆ - (A) ระบบวนเกษตรในการปลูกร่วมกันของมะพร้าวและขมิ้นในรัฐทมิฬนาฑู ประเทศอินเดีย<sup>8</sup>, (B) แนวทางการจัดการวนเกษตรแบบหลายชั้น (Multilayered Agroforestry) ด้วยมะพร้าว-สับปะรด-ข้าวฟ่าง<sup>9</sup>, (C) Coconut and ginger agroforestry system in the Philippines<sup>10</sup>, (D) รูปแบบการเพาะปลูกด้วยการไถแบบแนวคีย์ไลน์ภายใต้ระบบวนเกษตร ในรัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา<sup>11</sup>



#### ความเกี่ยวข้องของ CSA ที่เสนอในบริบทของพื้นที่ภูเขา

ในพื้นที่ภูเขาของประเทศไทย นวัตกรรมเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องอย่างยิ่งเนื่องจากระบบนิเวศที่เปราะบางและความเปราะบางทางภูมิอากาศของพื้นที่นั้น ๆ ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ห่างไกลโดยการใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ถ่านชีวภาพช่วยเสริมความสมบูรณ์ของดินและดูดซับคาร์บอน ซึ่งมีความสำคัญในดินที่เปราะบางต่อการพังทลาย วิธีการไถดินแบบคีย์ไลน์ ช่วยให้การจัดการน้ำและการอนุรักษ์ดินมีประสิทธิภาพในพื้นที่ที่มีความชัน การคลุมดิน การใช้ผ้าคลุมดิน และการทำปุ๋ยหมักอินทรีย์ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและการกักเก็บความชื้น ในขณะที่การปลูกพันธุ์พืชที่ทนต่อความเครียดช่วยให้ผลผลิตมีความเสถียรท่ามกลางความไม่แน่นอนทางภูมิอากาศ

<sup>8</sup> ที่มา: available online: [https://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti\\_spice\\_turmeric\\_intercropping.html](https://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti_spice_turmeric_intercropping.html) (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

<sup>9</sup> ที่มา: <https://ecosystemsunitied.com/2017/01/25/the-advantages-and-disadvantages-associated-with-intercropping/> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

<sup>10</sup> ที่มา: <https://businessdiary.com.ph/1919/intercropping-coconuts-with-ginger/> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

<sup>11</sup> ที่มา: <https://volterra.bio/en/keyline-plow/keyline-151.html> (เข้าถึงเมื่อ: 15 ธันวาคม 2567)

การเกษตรผสมผสานช่วยสร้างแหล่งรายได้ที่หลากหลายและเสริมสร้างความสมดุลทางนิเวศ ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและความยืดหยุ่นของระบบเกษตรกรรม

### บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- (1) **เกษตรกร:** การนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้กำลังเติบโต แต่ยังคงมีความท้าทาย เช่น การลงทุนเริ่มต้นที่สูงและขาดความรู้ทางเทคนิค เกษตรกรได้รับประโยชน์จากผลผลิตที่เพิ่มขึ้น การลดต้นทุน และการเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ แต่เกษตรกรต้องการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อเอาชนะอุปสรรคในการนำไปใช้
- (2) **ภาคเอกชน:** มีบทบาทสำคัญในการจัดหาเงินทุนสำหรับเทคโนโลยี เช่น ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และหน่วยการผลิตถ่านชีวภาพ ภาคเอกชนยังช่วยให้การเข้าถึงวัตถุดิบเป็นไปได้ง่ายขึ้น จัดฝึกอบรมทางเทคนิค และสร้างการเชื่อมโยงตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ ช่วยเพิ่มความสามารถและความยั่งยืนของเกษตรกร
- (3) **รัฐบาล:** สนับสนุนการนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ผ่านนโยบายที่มีการให้เงินสนับสนุนโครงการอนุรักษ์ดิน และให้สิ่งจูงใจแก่เกษตรกรที่นำแนวปฏิบัติที่ยั่งยืนไปใช้ โครงการเหล่านี้สอดคล้องกับความมุ่งมั่นของประเทศไทยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การกำหนดกรอบการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (NDCs)
- (4) **องค์กรที่ไม่ใช่ของภาครัฐ (NGOs):** NGOs มีบทบาทสำคัญในการเติมเต็มช่องว่างความรู้โดยการให้การฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคนิค CSA และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน พวกเขาจัดตั้งสหกรณ์เพื่อเพิ่มการแบ่งปันทรัพยากร ปรับปรุงการเข้าถึงเทคโนโลยี CSA และรับประกันประโยชน์ที่เท่าเทียมกันสำหรับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

### การถอดบทเรียนที่ได้รับ

การนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ในจังหวัดน่าน ซึ่งเป็นพื้นที่ภูเขาของประเทศไทย ให้ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิต ความยืดหยุ่น และผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม แนวปฏิบัติ CSA เช่น ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ ถ่านชีวภาพ และการคลุมดิน ได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มผลผลิตที่จับต้องได้ผ่านการเพิ่มผลผลิตและการสร้างความมั่นคงทางรายได้ในการเกษตร การดำเนินการแบบหมุนเวียนเหล่านี้ ตรงกับการลดความเปราะบางต่อภูมิอากาศโดยการลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำและการเสื่อมสภาพของดิน แนวทางต่าง ๆ เช่น การเกษตรผสมผสานและพันธู์พืชที่ทนต่อความเครียด ช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นโดยการจัดหาแหล่งรายได้ที่หลากหลาย การปรับปรุงความมั่นคงด้านอาหาร และการสนับสนุนบริการระบบนิเวศ เช่น การป้องกันการกัดเซาะดินและการเก็บกักน้ำ ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยถ่านชีวภาพช่วยในการดูดซับคาร์บอน ลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีสังเคราะห์ และการเกษตรผสมผสานมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แนวทางเหล่านี้ช่วยลดรอยเท้าคาร์บอน (Carbon footprint) ของกิจกรรมการเกษตรขณะเดียวกันก็รักษาทรัพยากรธรรมชาติ

ในด้านเศรษฐกิจและสังคม การแทรกแซงแบบหมุนเวียนของ CSA สร้างโอกาสในการจ้างงานและลดความยากจนผ่านการเพิ่มผลผลิตและการเติบโตของตลาด การรวมกลุ่มทางเพศก็สามารถส่งเสริมได้โดยการออกแบบโครงการ CSA ที่เสริมพลังแก่กลุ่มผู้หญิง โดยเฉพาะในการทำกิจกรรมการเกษตร อย่างไรก็ตามยังคงมีความท้าทายหลายประการ ต้นทุนเริ่มต้นที่สูงโดยเฉพาะสำหรับระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และวิธีการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ เป็นอุปสรรคในการนำไปใช้ในเกษตรกรรายย่อย ช่องว่างความรู้และความต้านทานทางสังคมและวัฒนธรรมในการนำแนวปฏิบัติใหม่ๆ เช่น วิธีการไถดินแบบคีย์ไลน์ มาใช้ ยังคงขัดขวางการนำไปใช้ในวงกว้าง การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนที่จำกัด โดยเฉพาะในการจัดหาเงินทุนและการฝึกอบรมทางเทคนิค ทำให้ขยายขนาดเทคโนโลยี CSA ทำได้ยากขึ้น แม้ว่านโยบายจะพัฒนาไปบ้าง แต่กรอบนโยบายยังต้องการการ

เสริมสร้างเพื่อให้การลงทุนของรัฐบาลในการวิจัยและพัฒนาพันธุ์พืชที่ทนทานเกิดความยั่งยืนและกระตุ้นการนำ CSA มาใช้ผ่านเงินอุดหนุนและทุนสนับสนุน การแก้ไขอุปสรรคเหล่านี้จำเป็นต้องมีความร่วมมือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมกับบริบท เพิ่มการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรทางการเงินและเทคนิค และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน บทเรียนเหล่านี้มีความสำคัญในการขยายแนวทาง CSA ไปยังพื้นที่ภูเขาและพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

### ข้อเสนอแนะ

- (1) กลยุทธ์ในการส่งเสริมการนำวิธีการ CSA มาใช้ในบริบทของพื้นที่สูง เช่น จังหวัดน่าน ประเทศไทย ควรพิจารณาอุปสรรคทั้งด้านเทคนิคและเศรษฐกิจสังคม
- (2) ผู้กำหนดนโยบายควรให้ความสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำไปใช้ผ่านการสนับสนุนทางการเงิน เช่น การให้เงินอุดหนุน สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ และสิทธิประโยชน์ทางภาษี เพื่อให้การปฏิบัติที่มีต้นทุนสูง เช่น ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ และการไถดินแบบแนวคีย์ไลน์สามารถเข้าถึงได้สำหรับเกษตรกรรายย่อย
- (3) การเสริมสร้างการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับพันธุ์พืชที่ทนทานต่อสภาพอากาศและเทคโนโลยี CSA ที่เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ รวมถึงการจัดตั้งแพลตฟอร์มเพื่อแบ่งปันความรู้สำหรับเผยแพร่แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดเป็นสิ่งสำคัญ ผู้ปฏิบัติการควรมุ่งเน้นในการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรผ่านโปรแกรมฝึกอบรมที่นำโดยชุมชนและโครงการสาธิต เช่น โครงการที่กำลังดำเนินการในปัจจุบันเพื่อแสดงประโยชน์ของการใช้วิธีการ CSA
- (4) การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนมากขึ้นสามารถส่งเสริมได้ผ่านความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการร่วมลงทุนในโครงการ CSA การให้ทุนสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยี และการเชื่อมโยงตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นฐานจาก CSA
- (5) การสร้างระบบคาร์บอนเครดิตสำหรับการปฏิบัติเช่น การใช้ถ่านชีวภาพและการทำวนเกษตร สามารถดึงดูดการลงทุน ในขณะที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับโลก
- (6) นักวิจัยควรทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในท้องถิ่นเพื่อปรับใช้วิธีการ CSA ให้เหมาะสมกับบริบททางสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมเฉพาะพื้นที่ โดยให้แน่ใจว่าเป็นทางออกที่มุ่งเน้นไปที่เกษตรกรเป็นหลัก
- (7) การส่งเสริมความร่วมมือหลายภาคส่วนระหว่างหน่วยงานรัฐบาล องค์กรภาคประชาสังคม และภาคเอกชนสามารถเพิ่มผลกระทบของการนำ CSA ไปใช้ให้มีประสิทธิภาพ โดยรับประกันความยืดหยุ่น ผลผลิต และความยั่งยืนในพื้นที่สูงที่เปราะบาง

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Azadi, H., Movahhed Moghaddam, S., Burkart, S., Mahmoudi, H., Van Passel, S., Kurban, A., Lopez-Carr, D., 2021. Rethinking resilient agriculture: From Climate-Smart Agriculture to Vulnerable-Smart Agriculture. *Journal of Cleaner Production* 319, 128602. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128602>
- (2) Bandara, J.S., Cai, Y., 2014. The impact of climate change on food crop productivity, food prices and food security in South Asia. *Economic Analysis and Policy* 44, 451–465. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2014.09.005>
- (3) Branca, G., Lipper, L., McCarthy, N., Jolejole, M.C., 2013. Food security, climate change, and sustainable land management. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 33, 635–650. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0133-1>

- (4) Cha, J.S., Park, S.H., Jung, S.C., Ryu, C., Jeon, J.K., Shin, M.C., Park, Y.K., 2016. Production and utilisation of biochar: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 40, 1–15.  
<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.06.002>
- (5) Das, U., Ansari, M.A., 2021. The nexus of climate change, sustainable agriculture and farm livelihood: Contextualising climate-smart agriculture. *Climate Research* 84, 23–40. <https://doi.org/10.3354/cr01648>
- (6) FAO, 2010. *Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.  
<https://www.fao.org/4/i1881e/i1881e00.pdf>
- (7) IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf)
- (8) IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5\\_Frontmatter\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2017/09/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf)
- (9) Krishnakumar, S., Kumar, S.R., Mariappan, N., Surendar, K.K., 2013. Biochar-boon to soil health and crop production. *African Journal of Agricultural Research* 8, 4726–4739.  
<https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7239>
- (10) McCarthy, N., Winters, P., Linares, A. M., Essam, T., 2012. *Indicators to assess the effectiveness of climate change projects*. Washington, DC: Inter-American Development Bank (IDB).  
<https://publications.iadb.org/en/indicators-assess-effectiveness-climate-change-projects>
- (11) Müller, C., 2011. Harvesting from uncertainties. *Nature Climate Change* 1, 253–254.  
<https://doi.org/10.1038/nclimate1179>
- (12) Terdoo, F., Adekola, O., 2014. Assessing the role of climate-smart agriculture in combating climate change, desertification and improving rural livelihood in Northern Nigeria. *African journal of Agricultural Research* 9, 1180–1191.
- (13) Wahlqvist, M.L., McKay, J., Chang, Y.C., Chiu, Y.W., 2012. Rethinking the food security debate in Asia: Some missing ecological and health dimensions and solutions. *Food Security* 4, 657–670.  
<https://doi.org/10.1007/s12571-012-0211-2>

### 3.3 กรณีศึกษา 8: การได้ประโยชน์สามด้านจากการปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าในเกษตรกรรมพื้นที่สูง: ความอุดมสมบูรณ์ของดิน, ผลผลิตมันสำปะหลัง, และรายได้ครัวเรือน

Vinh Le Bui<sup>1</sup>, Tuan Vu Dinh<sup>2</sup>, Van Hanh Nguyen<sup>3</sup>, Cuong Tuan Nguyen<sup>1</sup>, Nguyen Hai Nui<sup>4</sup> and Hung Duc Nguyen<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Department of Land Administration, Faculty of Natural Resources and Environment, Vietnam National University of Agriculture. Trau Quy, Gia Lam, Hanoi, Vietnam.

<sup>2</sup> Faculty of Environmental Sciences, University of Science, Vietnam National University, Hanoi. 344 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam.

<sup>3</sup> School of applied mathematics and informatics, Hanoi University of Science and Technology, No. 1 Dai Co Viet, Hai Ba Trung, Hanoi.

<sup>4</sup> Nguyen Hai Nui VNU University of Economics and Business.

<sup>5</sup> Hanoi College of High Technology, Vietnam.

#### บทคัดย่อ

กรณีศึกษาสำรวจโครงการเกษตรกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในจังหวัดเยนไบ (Yen Bai) ทางภาคเหนือของเวียดนาม ซึ่งมีเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาของการทำเกษตรพืชเชิงเดี่ยวในพื้นที่เนินเขาที่เสื่อมโทรม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 เกษตรกรในท้องถิ่นได้เริ่มใช้การปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าเป็นแนวทางที่ยั่งยืน ซึ่งช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังและรายได้ของครัวเรือน การปลูกหญ้าระหว่างเส้นแนวระดับ (Contour) นี้ ได้มีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมในภูมิภาคนี้ ตลอดระยะเวลา 16 ปี การประเมินผลเชิงปริมาณพบว่า ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 36–52% และรายได้ครัวเรือนเพิ่มขึ้น 38–59% ร่วมกับการปรับปรุงระดับคาร์บอนอินทรีย์และไนโตรเจนในดิน ผลการศึกษานี้เน้นย้ำถึงศักยภาพในการขยายแนวทางนี้ไปยังภูมิภาคพื้นที่สูงที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นทางออกที่ปฏิบัติได้จริงในการส่งเสริมความยั่งยืน ผลผลิต และความยืดหยุ่นในภาคเกษตรกรรม การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการผลักดันกลยุทธ์เกษตรทำทันภูมิอากาศ (CSA)

#### ที่มาและความสำคัญ

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในเนินเขาที่ปลูกมันสำปะหลังของหมู่บ้านเกาวาย (Cau Vai) (รูปที่ 24) ในตำบลลาวตอง อำเภอวันเยน (รูปที่ 25a) จังหวัดเยนไบ ภูมิภาคภูเขาภาคเหนือ (Northern Mountain Region; NMR) ของประเทศเวียดนาม ประเภทดินหลักในพื้นที่คือกลุ่มดินอะคริซอล (Acrisols) ซึ่งมีเนื้อดินประเภทดินเหนียวปนทราย พืชหลักในพื้นที่ประกอบด้วยมันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* C.) ชา (*Camellia sinensis*) ข้าวนาปรัง (*Oryza sativa*) และพืชยืนต้น เช่น อบเชย (*Cinnamomum loureirii* Nees) อะคาเซีย (*Acacia mangium*) และยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* sp.)

เนื่องจากพื้นที่ทุ่งหญ้ามักจำกัด เกษตรกรจึงผสมผสานการเลี้ยงสัตว์แบบ “ตัดหญ้าและขนส่ง” (cut-and-carry) กับการเลี้ยงสัตว์ปล่อยอิสระสำหรับวัว หมู และสัตว์ปีก สภาพอากาศเป็นแบบมรสุมเขตร้อนที่มีสองฤดูหลักคือ ฤดูฝน (เมษายน–กันยายน) และฤดูแล้ง (ตุลาคม–มีนาคม) โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีที่ 22°C และปริมาณน้ำฝนรวมเฉลี่ยต่อปีที่ 1,800 มม.



รายงานพบว่า ความรุนแรงของสภาพอากาศท้องถิ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีคลื่นความร้อนและเย็นที่เกิดขึ้นบ่อยขึ้น และความรุนแรงของฝนเพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้ทำให้เกิดการกัดเซาะดินและการเสื่อมสภาพของที่ดิน โดยเฉพาะในระบบเกษตรพืชเชิงเดี่ยวที่จัดการไม่ยั่งยืน Häring et al. (2010) รายงานว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากหลายทศวรรษของการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงหลังการตัดป่า โดยลดลงถึง 60% ใน SOC, 67% ใน Nt, 91% ใน  $Ca^{2+}$ , 94% ใน  $Mg^{2+}$ , 73% ใน  $K^+$ , 75% ใน P และการลดลง 2.2 หน่วยในค่า pH ของดิน เช่นเดียวกับที่ Tuan et al. (2015) รายงานการสูญเสียชั้นดินผิว 174 ตัน/เฮกตาร์/ปีจากการปลูกข้าวโพดในระบบพืชเชิงเดี่ยวบนเนินเขา

รูปที่ 24: สถานที่ศึกษา หมู่บ้านเกวาย (Cau Vai) ในตำบลลาวทอง อำเภอวันเียน จังหวัดเยนไบ<sup>12</sup>



<sup>12</sup> ชั้นดิน: AC-ha-pn.ct = Haplic Acrisol (Profondic, Cutanic); AC-ha-pn.ar = Haplic Acrisol (Profondic, Arenic)  
ระบบการปลูกพืช: แปลงมันสำปะหลังเชิงเดี่ยว MONO (1) แปลงมันสำปะหลังร่วมกับหญ้า 6-8GB (2) = แปลงมันสำปะหลังร่วมกับหญ้า  
ดำเนินการมาแล้ว 6-8 ปี; 14-16GB (3)

นอกจากนี้ คลื่นความร้อนที่เกิดจากภัยแล้งยังส่งผลให้ประชากรแมลงศัตรูพืชเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลงและเพิ่มปัญหาความไม่มั่นคงทางอาหาร ความท้าทายเหล่านี้ได้กระตุ้นให้รัฐบาลอำเภอวานเยนเปิดตัวโครงการเกษตรกรรมยั่งยืนในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

## เหตุผล

การศึกษานี้ได้สำรวจสามประเภทแปลงหลัก ได้แก่ (i) การปลูกมันสำปะหลังเชิงเดี่ยว, (ii) การปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าเป็นระยะเวลา 6–8 ปี, และ (iii) การปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าเป็นระยะเวลา 14–16 ปี การเก็บตัวอย่างดินและการสำรวจรายได้ครัวเรือนถูกดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างในความอุดมสมบูรณ์ของดินและรายได้ครัวเรือนในแต่ละประเภท ผลการศึกษาพบว่า การปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้าในระยะยาวช่วยปรับปรุงคาร์บอนอินทรีย์ในดินและไนโตรเจนรวมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการปลูกมันสำปะหลังเชิงเดี่ยวกับระบบการปลูกทั้งสองประเภท

สมบัติทางกายภาพของดิน เช่น อัตราการซึมของน้ำ (ความเร็วในการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านชั้นของดิน) และการเกาะกลุ่มที่คงความเสถียรเมื่อสัมผัสกับน้ำ (กลุ่มดินที่ยังคงความเสถียรเมื่อโดนน้ำ) ก็พบว่าดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระบบการปลูกร่วมเมื่อเทียบกับการปลูกเชิงเดี่ยว ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น 36% และ 52% ในประเภท (ii) และ (iii) ตามลำดับ ในขณะที่รายได้รวมของครัวเรือนเพิ่มขึ้น 38% และ 59% ในประเภท (ii) และ (iii) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับประเภท (i) แม้ว่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตมันสำปะหลัง และรายได้ครัวเรือนจะสูงกว่ามีอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสองประเภทการปลูกร่วมเมื่อเทียบกับการปลูกเชิงเดี่ยว แต่ความแตกต่างระหว่างประเภทการปลูกทั้งสองไม่แตกต่างทางสถิติ แม้จะมีค่าที่สูงกว่ากันเล็กน้อย ในประเภท (iii) เมื่อเทียบกับประเภท (ii) รูปแบบนี้สอดคล้องกับกฎของผลตอบแทนที่ลดลง ซึ่งอธิบายถึงการปรับปรุงที่รวดเร็วในความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตมันสำปะหลัง และรายได้ครัวเรือนในช่วงครึ่งแรกของ 16 ปี ก่อนที่จะมีการเพิ่มขึ้นที่ช้าลงในครึ่งหลัง ผลลัพธ์เชิงบวกเหล่านี้จากโครงการช่วยอธิบายถึงการปรับปรุงทางเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมที่สังเกตเห็นได้ในหมู่เกษตรกรในพื้นที่

## วิธีที่เสนอ

ผลการศึกษานี้ให้การสนับสนุนโดยอิงจากข้อมูลหลักฐานว่า การดำเนินโครงการในท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องได้นำไปสู่การปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน, การเพิ่มผลผลิตพืช และรายได้ครัวเรือนที่สูงขึ้น ซึ่งเน้นย้ำถึงศักยภาพในการนำไปใช้ในระดับสถาบันและการขยายผลในระดับภาคตะวันออกเฉียงและระดับชาติ

ในระดับภาคตะวันออกเฉียง ผลการศึกษานี้ให้แรงจูงใจที่แข็งแกร่งและการสนับสนุนที่มีคุณค่าแก่จังหวัดอื่น ๆ ที่มีปัญหาจากการเกษตรที่ไม่ยั่งยืน โดยกระตุ้นให้พวกเขาทบทวนและปรับกลยุทธ์และแผนพัฒนารายปีและระยะยาว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นของเกษตรกรท้องถิ่นและปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ในบริบทพื้นที่สูงที่คล้ายกัน ในระดับชาติ เมื่อได้มีการประเมินผลอย่างละเอียดและผนวกเข้ากับการปฏิรูประบบนโยบาย ข้อมูลหลักฐานนี้สามารถเป็นเหตุผลในการจัดสรรงบประมาณระดับชาติในการสนับสนุนการปฏิบัติการเกษตรยั่งยืนผ่านโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งจะช่วยแนะแนวการออกแบบและดำเนินกลยุทธ์ท้องถิ่นและโครงการที่เกี่ยวข้องเพื่อให้บรรลุผล

การบรรลุผลสำเร็จในการดำเนินนโยบายและกลยุทธ์ที่อิงจากหลักฐานที่ได้รับการปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องอาศัยการร่วมมือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ เกษตรกรไม่ได้เป็นเพียงผู้ใช้ปลายทางและผู้ได้รับประโยชน์เท่านั้น แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการดำเนินการอย่างสม่ำเสมอและมีความเข้มงวดในการใช้แนวปฏิบัติที่ยั่งยืนซึ่งถูกสถาปนาในกลยุทธ์และแผนพัฒนาที่ได้รับการปรับปรุง เกษตรกรที่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการสามารถกลายเป็นเกษตรกรต้นแบบที่แบ่งปันความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนเกษตรกรเพื่อเสริมสร้างศักยภาพทางเทคนิคและช่วยสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่กว้างขึ้น

นอกจากประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว การปฏิบัติตามแนว CSA และ NbS ยังช่วยให้ได้ผลผลิตที่ปลอดภัยและมีคุณภาพสูงกว่าแก่ลูกค้า ภาคเอกชน รวมถึงพ่อค้าคนกลาง, SMEs และอื่นๆ เป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมโยงผู้ผลิต CSA/NbS กับตลาดผ่านช่องทางที่มีอยู่ ซึ่งสามารถช่วยนำข้อมูลด้านความปลอดภัยและคุณภาพของอาหารจากการใช้ CSA และ NbS ไปสู่ผู้บริโภค และแชร์ความต้องการของตลาดกับผู้ผลิตเพื่อปรับปรุงแผนการผลิตและธุรกิจของพวกเขา

องค์กรไม่แสวงหาผลกำไรและองค์กรภาคประชาสังคม (NGOs) รวมถึงสถาบันวิจัยและการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ สนับสนุนกลยุทธ์ CSA และ NbS ในระดับชาติและระดับภูมิภาค ซึ่งองค์กรเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดำเนินโครงการ CSA และ NbS อย่างสำเร็จ โดยการใช้ความเชี่ยวชาญทางเทคนิคและการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน ความแข็งแกร่งทางเทคนิคและแนวทางที่มองไปข้างหน้าของพวกเขาช่วยส่งมอบผลลัพธ์ที่จับต้องได้และผลกระทบที่เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร สนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาท้องถิ่น และช่วยอำนวยความสะดวกในการขยายโครงการที่ประสบความสำเร็จไปสู่โปรแกรมระดับชาติ โดยเฉพาะในภูมิภาคพื้นที่สูง

### การถอดบทเรียนที่ได้รับ

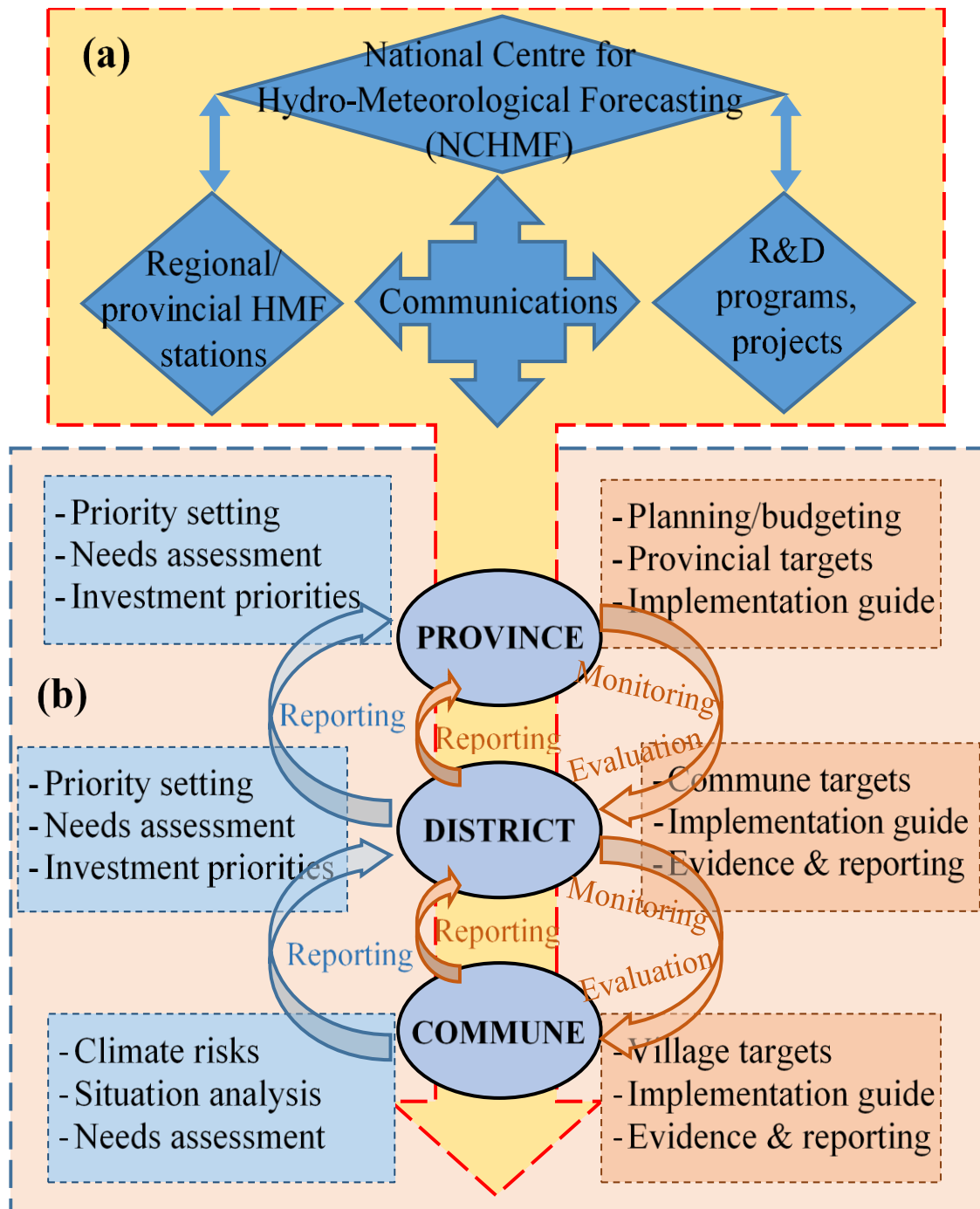
การดำเนินโครงการเกษตรกรรมอนุรักษ์ในท้องถิ่นอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 16 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546) ได้ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน, ผลผลิตมันสำปะหลัง, และรายได้ของเกษตรกรในภูมิภาคภูเขาภาคเหนือ (Northern Mountainous Region; NMR) อย่างมีนัยสำคัญ การนำการใช้แนวกันดินที่มีการปลูกหญ้าตามเส้นระดับความสูงมาปฏิบัติ ได้แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพเหนือกว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยวแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะในการปรับปรุงความเสถียรของกลุ่มดินในพื้นที่ชัน การเกาะกลุ่มของดินในระดับมหภาค และการซึมน้ำ การใช้แนวกันดินที่ปลูกหญ้าในระยะยาวยังช่วยเพิ่มอัตราการซึมน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยอัตราการซึมสูงกว่าในตำแหน่งที่อยู่ใกล้และเหนือแนวหญ้า เมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งกลางทางเดิน การศึกษานี้เน้นย้ำว่า การดำเนินโครงการเกษตรกรรมอนุรักษ์อย่างสม่ำเสมอสามารถฟื้นฟูดินที่เสื่อมสภาพจากการใช้วิธีการเกษตรที่ไม่ยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พื้นฟูคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน และปรับปรุงความเป็นอยู่ของชุมชนในพื้นที่ที่พึ่งพาการเกษตรขนาดเล็ก ความสำเร็จขึ้นอยู่กับความพยายามร่วมกันของหน่วยงานในท้องถิ่นและความมุ่งมั่นของเกษตรกรในการเปลี่ยนแปลงแนวทางการเกษตรไปสู่ความยั่งยืน กรณีศึกษานี้เน้นถึงความสำคัญของการแลกเปลี่ยนความรู้และการพัฒนากลไกการนำไปใช้ที่ยืดหยุ่นและอิงกับนโยบายในการสนับสนุนการปฏิบัติทางการเกษตรยั่งยืน

แม้ว่าจะมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแนวทาง CSA เช่น การปลูกมันสำปะหลังร่วมกับหญ้า แต่การนำไปใช้และการสร้างแนวทางเหล่านี้ในระดับที่ใหญ่ขึ้นในเวียดนามยังคงจำกัด สาเหตุหลักมาจากอุปสรรคหลายประการ ได้แก่ งบประมาณและความสามารถทางเทคนิคที่ไม่เพียงพอ นโยบายและโครงการที่ทับซ้อนกัน การขาดการมุ่งเน้นและการลงทุนในชุมชนและเกษตรกรในท้องถิ่น การแลกเปลี่ยนความรู้ ข้อมูล และข้อมูลที่จำกัด และการขาดความร่วมมือและการประสานงานในการดำเนินโครงการเกษตรยั่งยืนในระดับการปกครอง

## ข้อเสนอแนะ

การนำ CSA มาใช้ในโครงการและยุทธศาสตร์ระดับชาติและระดับท้องถิ่น: การนำการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาใช้ในการวางแผนภาคการเกษตรจำเป็นต้องมีแผนการที่ระดับตำบลที่อิงจากความเปราะบางของสภาพภูมิอากาศและทรัพยากรที่มีอยู่ การใช้มาตรการชลประทานที่มีประสิทธิภาพรวมถึงการบรรลุการชลประทานที่ใช้งานได้มากกว่า 80% การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน, พลังงานทดแทน, และแผนงานที่ประสานงานในหลายระดับ การสนับสนุนจากอินเทอร์เน็ตที่เสถียรและเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลสภาพอากาศวางแผนร่วมกัน และติดตามการปฏิบัติ CSA การจัดการการผลิตมีความสำคัญ โดยเน้นการประกันภัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ, การให้บริการ, และการพัฒนาห่วงโซ่มูลค่า วิธีการที่อิงกับวัฒนธรรมควรรวมการศึกษาชุมชน ข้อตกลงหมู่บ้าน และความเท่าเทียมทางเพศเพื่อเสริมสร้างความยืดหยุ่น การจัดหาทุนควรได้รับจากแหล่งที่หลากหลาย รวมถึงงบประมาณ, เงินกู้, และความร่วมมือเพื่อสนับสนุนการผลิตที่ยั่งยืนและการยังชีพความร่วมมือและการประสานงานในหลายระดับในการดำเนินการ CSA พร้อมบริการคำแนะนำเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ: โครงการและยุทธศาสตร์ระดับชาติและระดับท้องถิ่นต้องการกรอบการดำเนินการที่รวมการพยากรณ์สภาพอากาศที่ดีขึ้นและกลไกการประสานงาน ส่วนที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศเน้นการเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ผ่านความร่วมมือกับสถาบันอุดมศึกษาและโปรแกรมวิจัยและพัฒนา (R&D) โดยใช้แบบจำลองขั้นสูงเพื่อให้สามารถใช้กลยุทธ์การปรับตัวที่ขับเคลื่อนด้วยสภาพอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินการที่ประสานงานกัน ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการประสานงานจะเกี่ยวข้องกับการรวบรวมข้อมูลความเปราะบางทางสภาพภูมิอากาศและการประเมินทรัพยากรจากระดับตำบล ซึ่งจะถูกรวบรวมที่ระดับอำเภอและจังหวัดเพื่อขึ้นนำการลงทุนที่มีเป้าหมาย ลดการสิ้นเปลืองงบประมาณ การเสริมสร้างรายงานจากล่างขึ้นบนและคำแนะนำจากบนลงล่างจะช่วยส่งเสริมการร่วมมือระหว่างระดับการปกครอง ทำให้สามารถติดตามประเมินผลและบรรลุเป้าหมายการปรับตัวและความยืดหยุ่นในการดำเนินงานได้ดียิ่งขึ้น (รูปที่ 25)

รูปที่ 25: คำแนะนำสำหรับการแบ่งปันข้อมูลพยากรณ์อากาศที่แม่นยำและความร่วมมือ CSA หลายระดับสำหรับการดำเนินการตามกลยุทธ์ปี 2564-2573 ของ NTM



(a) การแบ่งปันข้อมูลพยากรณ์อากาศที่แม่นยำ

(b) ความร่วมมือ CSA หลายระดับเพื่อการดำเนินการตาม (a)

## เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Bui LV, Nguyen HN, Nguyen TC, Nguyen DT, Trieu HL, Doan TT, Nguyen DT, Vu TB, Nguyen TH. 2020. Impact assessment of a local seventeen-year initiative on cassava-based soil conservation measure on sloping land, as a climate-smart agricultural (CSA) practice, in Van Yen district of Yen Bai province. CCAFS Working paper No. 308. Wageningen, the Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Available online at: <https://hdl.handle.net/10568/108289>
- (2) Bui Le Vinh. 2021. A systematic review of Climate-Smart Village (CSV) and recommendations for adoption in the implementation of Nong thon moi towards climate resilience in the 2021-2030 Strategy. Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development. 406 (1): 3-15. In Vietnamese.
- (3) Clemens, G., Fiedler, S., Cong, N.D., Van Dung, N., Schuler, U., Stahr, K., 2010. Soil fertility affected by land use history, relief position, and parent material under a tropical climate in NW-Vietnam. Catena 81, 87-96.
- (4) Häring, V., Clemens, G., Sauer, D., Stahr, K., 2010. Human-induced soil fertility decline in a mountain region in Northern Vietnam. Die Erde 141, 235-253.
- (5) Tuan, V.D., Hilger, T., Vien, T.D., Cadisch, G., 2015b. Nitrogen recovery and downslope translocation in maize hillside cropping as affected by soil conservation. Nutrient Cycling in Agroecosystems 101, 17-36.

### 3.4 กรณีศึกษา 9: การเสริมสร้างศักยภาพชุมชนในพื้นที่สูงของหิมาลัยผ่านการพัฒนา, การตรวจสอบ และการเผยแพร่เครื่องทำความร้อนและปรุงอาหารหลายวัตถุประสงค์เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการลดมลพิษทางอากาศ

Owais Ali Wani <sup>a</sup>, Syed Sheraz Mahdi <sup>a</sup>, Farida Akhter <sup>b</sup>, Raihana Habib Kanth <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Division of Agronomy, FoA Wadoora SKUAST Kashmir, 193201 J&K UT India

<sup>b</sup> Division of Soil Science, FoA Wadoora SKUAST Kashmir, 193201 J&K UT India

#### บทคัดย่อ

พื้นที่สูงของเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตแอปเปิลของอินเดีย มีเศรษฐกิจจากการตัดแต่งกิ่งประมาณ 1.49 ล้านตันต่อปี ซึ่งมักจะถูกจัดการโดยการเผาในที่โล่ง ทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศอย่างมาก เพื่อแก้ไขปัญหานี้ เครื่องไฟโรไลเซอร์ (Multipurpose Pyrolizer cum Cooker) ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนสำหรับการจัดการเศษวัสดุ (Wani et al., 2023a; Wani et al., 2024) เครื่องนี้สามารถแปลงเศษวัสดุให้เป็นถ่านชีวภาพ หรือไบโอชาร์ (Biochar) ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิที่ 400°C และ 600°C ซึ่งช่วยปรับปรุงสุขภาพของดิน การกักเก็บคาร์บอน และผลผลิตพืช การทดลองในแปลงปลูกข้าวโพด (พันธุ์ C-4) พบว่าเครื่องนี้ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของดิน โดยเพิ่มความพร้อมของสารอาหาร กิจกรรมของจุลินทรีย์ และการเก็บน้ำในดิน ถ่านชีวภาพจากแอปเปิลที่มีการทำที่อุณหภูมิ 600°C แสดงถึงการกักเก็บคาร์บอนและการปรับปรุงดินที่เหนือกว่า เทคโนโลยีที่ได้รับการจดสิทธิบัตรนี้มีศักยภาพในการลดการปล่อย CO<sub>2</sub> กว่า 2.6 ล้านตันต่อปี และส่งเสริมการทำอาหารที่สะอาด รวมทั้งสร้างประโยชน์ทางสังคมและเศรษฐกิจ โดยเฉพาะสำหรับผู้หญิง การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้สามารถเปลี่ยนแปลงการเกษตรในพื้นที่สูงของเทือกเขาหิมาลัยให้กลายเป็นโมเดลที่ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและยั่งยืน ซึ่งมีผลกระทบต่อความมั่นคงทางนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจในวงกว้าง

#### ที่มาและความสำคัญ

พื้นที่สูงของเทือกเขาหิมาลัยเป็นภูมิภาคการเกษตรที่สำคัญ ซึ่งมีระบบนิเวศที่เปราะบาง ทิวทัศน์ที่ขรุขระ และสภาพอากาศที่เย็น โดยพื้นที่นี้มีส่วนร่วมในการผลิตแอปเปิลของอินเดียถึง 80% โดยมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 167,000 เฮกตาร์ และผลผลิตแอปเปิลปีละ 1.88 ล้านเมตริกตัน ระบบการเกษตรในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่พึ่งพาน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศเฉพาะของแต่ละพื้นที่ (Mansoor et al., 2021) การเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่งและเตาหุงต้มแบบดั้งเดิมมีส่วนสำคัญในการเพิ่มมลพิษทางอากาศในอินเดีย โดยในแต่ละปีมีการเผาเศษวัสดุการเกษตร 23 ล้านตันในรัฐปัญจาบและหaryana ซึ่งทำให้ระดับ PM<sub>2.5</sub> ของเมืองเดลีเพิ่มขึ้นถึง 30-40% ในช่วงฤดูการที่มีมลพิษสูง เตาหุงต้มแบบดั้งเดิมที่ใช้โดย 56% ของครัวเรือนในชนบทปล่อยสารมลพิษที่เป็นอันตราย โดยระดับ PM<sub>2.5</sub> ภายในบ้านมักจะเกิน 300–500 µg/m<sup>3</sup> แหล่งที่มาทั้งหมดนี้มีส่วนทำให้การปล่อย PM<sub>2.5</sub> ของอินเดียเพิ่มขึ้นร้อยละ 20–30 ซึ่งก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร 600,000 รายจากมลพิษทางอากาศในบ้านเรือน และ 17,500 รายจากการเผาเศษพืชผล ตามการสำรวจสุขภาพครอบครัวแห่งชาติ (NFHS-5, 2019–2021) พบว่า ประมาณ 56% ของครัวเรือนในชนบทพึ่งพาเชื้อเพลิงแข็งในการหุงต้ม เตาหุงต้มเหล่านี้ปล่อยสารอนุภาคขนาดเล็ก (PM<sub>2.5</sub>) ในระดับสูง ซึ่งมักจะเกิน 300–500 µg/m<sup>3</sup> ในระหว่างการหุงต้ม ซึ่งสูงกว่าขีดจำกัดที่ปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่ 15 µg/m<sup>3</sup> มลพิษทางอากาศภายในบ้านนี้เชื่อมโยงกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร 600,000 รายในแต่ละปี

ส่วนใหญ่เกิดจากโรคทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยผู้หญิงและเด็กได้รับผลกระทบมากที่สุดจากการสัมผัสมลพิษในระยะยาว ดินในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ แต่มีแนวโน้มที่จะเสื่อมสภาพจากการลาดชันของพื้นที่ อัตราการพังทลายของดินสูง และการคลุมด้วยพืชที่จำกัด ซึ่งทำให้การใช้ที่ดินอย่างยั่งยืนเป็นสิ่งสำคัญ การเกษตรเป็นเสาหลักของเศรษฐกิจท้องถิ่น ซึ่งจัดหาหลักประกันรายได้ให้กับประชากรกว่า 70% เกษตรกรรายย่อยเป็นผู้ครองพื้นที่และทำการเกษตรเพื่อยังชีพ สวนแอปเปิลเป็นแหล่งรายได้หลัก แต่สร้างเศษวัสดุจากการตัดแต่งกิ่งแอปเปิลประมาณ 1.49 ล้านตันต่อปี (Wani et al., 2023b) ปัจจุบัน กลยุทธ์การจัดการเศษวัสดุส่วนใหญ่คือการเผาในที่โล่งหรือการใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพในเตาหุงต้มแบบดั้งเดิม ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากและทำให้คุณภาพอากาศเสื่อมโทรม ผู้หญิงซึ่งเป็นแกนหลักในกิจกรรมการเกษตรและการจัดการในบ้านต้องเผชิญกับความเครียดด้านสุขภาพจากการสัมผัสควันในระยะยาว พื้นที่นี้ยังเผชิญกับความท้าทายทางสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น รวมถึงแนวโน้มที่ชัดเจนในการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเฉลี่ย การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เพิ่มความเสี่ยงเช่น ความถี่ของภัยแล้งที่สูงขึ้น ความชื้นในดินที่ลดลง และการพังทลายของดิน การเสื่อมสภาพของดิน รวมถึงการสูญเสียสารอินทรีย์และโครงสร้างดิน ยังลดผลผลิตและความยืดหยุ่นลงไปอีก ความท้าทายที่เกิดจากสภาพภูมิอากาศเหล่านี้ได้รับการเสริมด้วยการขาดแนวทางการจัดการเศษวัสดุที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีส่วนทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในบริบทนี้ มีความต้องการอย่างเร่งด่วนสำหรับโซลูชันที่เป็นนวัตกรรม ซึ่งสามารถแก้ปัญหาทั้งในด้านความยั่งยืนทางการเกษตรและความยืดหยุ่นของสภาพภูมิอากาศ เครื่องไฟโรไลเซอร์ ที่สามารถใช้เป็นเตาปรุงอาหารได้รับการพัฒนาเพื่อจัดการกับปัญหาที่เชื่อมโยงกันเหล่านี้ โดยการแปลงเศษวัสดุให้เป็นไบโอชาร์ เทคโนโลยีนี้ไม่เพียงแต่เป็นทางเลือกในการจัดการเศษวัสดุที่ยั่งยืนเท่านั้น แต่ยังช่วยปรับปรุงสุขภาพของดิน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสนับสนุนการดำรงชีวิตในภูมิภาคเทือกเขาหิมาลัยอีกด้วย

## เหตุผล

เทือกเขาหิมาลัยเป็นศูนย์กลางทางการเกษตรที่ผลิตแอปเปิลของอินเดียถึง 80% แต่ก็เผชิญกับความท้าทายสำคัญจากการจัดการเศษวัสดุที่ไม่ยั่งยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเผาเศษวัสดุในที่โล่งซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเสื่อมสภาพของดินโดยมีการเผาเศษวัสดุประมาณ 1.49 ล้านตันต่อปี ขณะเดียวกันการใช้เศษวัสดุในเตาแบบดั้งเดิมยังทำให้เกิดมลพิษในอากาศและเสี่ยงต่อสุขภาพ การพัฒนาและการใช้เครื่องไฟโรไลเซอร์ที่สามารถใช้เป็นเตาปรุงอาหารช่วยแก้ปัญหาทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมในลักษณะที่ยั่งยืน ดังนี้:

### การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

เครื่องไฟโรไลเซอร์สามารถแปลงเศษวัสดุให้เป็นไบโอชาร์ ซึ่งช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน โครงสร้างดิน และความสามารถในการเก็บรักษาน้ำ การทดลองในสนามโดยใช้ข้าวโพดแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการใช้ธาตุอาหาร กิจกรรมของจุลินทรีย์ และผลผลิตของพืช ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรโดยไม่ต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก

### การเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ไบโอชาร์ที่ผลิตช่วยดักจับคาร์บอนในดิน และเพิ่มความสามารถในการเก็บรักษาความชื้น พร้อมทั้งลดความเสี่ยงจากการกัดเซาะ สร้างความยืดหยุ่นให้กับภูมิภาคต่ออุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ฝนที่ตกไม่สม่ำเสมอ และภัยแล้งที่ยืดเยื้อ ช่วยให้เกษตรกรมีความสามารถในการปรับตัวและมั่นคงในการดำรงชีวิตในพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



### การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก:

เครื่องไพโรไลเซอร์ช่วยจัดการเผาเศษวัสดุในโรงโม่ ซึ่งช่วยลดการปล่อย CO<sub>2</sub>, มีเทน และฝุ่นละอองอย่างมีนัยสำคัญ เทคโนโลยีนี้ยังสนับสนุนการปรุงอาหารที่สะอาด ลดมลพิษในอากาศภายในบ้าน และช่วยปรับปรุงสุขภาพของครัวเรือน โดยเฉพาะผู้หญิง เทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมนี้เป็นการตอบสนองโดยตรงต่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปรับตัว โดยยังคงรักษาการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืน มอบกลยุทธ์ในการจัดการเศษวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแก่เกษตรกรในเทือกเขาหิมาลัย พร้อมทั้งช่วยฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม รักษาความมั่นคงในการดำรงชีวิต และส่งเสริมความเสมอภาคทางเพศในพื้นที่

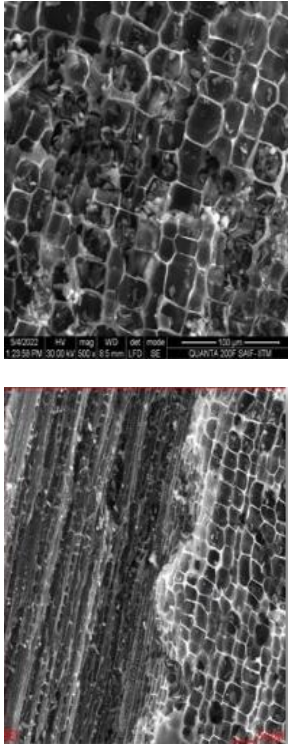
### วิธีการที่เสนอ

เครื่องไพโรไลเซอร์ (Multipurpose Pyrolyzer cum Cooker) เป็นนวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นเทคโนโลยีที่ตอบสนองการแก้ไขปัญหาการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในเทือกเขาหิมาลัย (รูปที่ 26) เทคโนโลยีที่ได้รับการจดสิทธิบัตรนี้ช่วยจัดการเศษวัสดุ เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร และเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการแปลงเศษวัสดุจากการตัดแต่งแอปเปิลให้เป็นไบโอชาร์ และทำหน้าที่เป็นเครื่องปรุงอาหารที่สะอาด มั่นรวมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมสำหรับชุมชนในเขตภูเขา

เครื่องไพโรไลเซอร์นี้ประกอบไปด้วยการปฏิบัติที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศหลายประการ รวมถึงการใช้ไบโอชาร์ ซึ่งช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน ความสามารถในการใช้ธาตุอาหาร ความสามารถในการเก็บรักษาน้ำ และการดักจับคาร์บอน เทคโนโลยีการปรุงอาหารที่สะอาดช่วยลดมลพิษในอากาศภายในบ้าน โดยไม่ต้องพึ่งพาเตาแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังให้ทางเลือกที่ยั่งยืนในการจัดการเศษวัสดุ ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุในโรงโม่ และส่งเสริมการอนุรักษ์น้ำโดยการเพิ่มความสามารถในการเก็บรักษาความชื้นในดิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับพื้นที่ที่เสี่ยงภัยแล้ง

นวัตกรรมนี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับบริบทของเทือกเขาหิมาลัย ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของมันทำให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมในสภาพอากาศเย็นและพื้นที่สูง ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยลดการพึ่งพาไม้ฟืน โดยการใช้เศษวัสดุจากการตัดแต่งแอปเปิลที่มีอยู่มากมาย เครื่องไพโรไลเซอร์สามารถแปลงขยะเหล่านี้ให้กลายเป็นไบโอชาร์ที่มีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งช่วยส่งเสริมการนำไปใช้ของเกษตรกรที่ให้ความสำคัญกับประโยชน์ทั้งสองด้านของเครื่องนี้ ทั้งการใช้เป็นเครื่องไพโรไลเซอร์ นอกจากนี้ เทคโนโลยีนี้ยังสนับสนุนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับปรุงความยืดหยุ่นของดินต่อสภาพอากาศที่ไม่แน่นอน การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ และการแก้ไขปัญหาความเปราะบางทางนิเวศวิทยาของภูมิภาค

รูปที่ 26: โครงสร้าง ระดับจุลภาคของถ่านชีวภาพ



รูปที่ 27: เครื่องไฟโรไลเซอร์



การใช้งานเทคโนโลยีนี้ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับความร่วมมือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายกลุ่ม:

- (1) **เกษตรกร:** การทดลองในภาคสนามเริ่มต้นแสดงให้เห็นถึงความสนใจที่เพิ่มขึ้นจากเกษตรกรในเทคโนโลยีไฟโรไลเซอร์ โดยเฉพาะจากการใช้ประโยชน์และผลกระทบเชิงบวกต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตทางการเกษตร เกษตรกรรายงานว่า มีปัญหาหลายประการ เช่น ต้นทุนการลงทุนเริ่มต้นสูง, ขาดความรู้ทางเทคนิค, และการฝึกอบรมที่จำกัด แต่ปัญหาเหล่านี้ถูกชดเชยด้วยประโยชน์ที่มองเห็นได้ เช่น การแก้ปัญหาการทำอาหารที่สะอาดขึ้น, ลดการใช้แรงงาน, และการปรับปรุงสุขภาพในครัวเรือน
- (2) **ภาคเอกชน:** ภาคเอกชนมีบทบาทสำคัญในการขยายขนาดการผลิตไฟโรไลเซอร์โดยการจัดหาเงินทุนในการผลิตและการกระจายสินค้า ความร่วมมือกับธุรกิจท้องถิ่นช่วยให้การผลิตมีต้นทุนต่ำ ในขณะที่ความร่วมมือกับสถาบันการฝึกอบรมช่วยให้การสนับสนุนทางเทคนิคและคู่มือที่เข้าใจง่ายสำหรับเกษตรกร นอกจากนี้ ภาคเอกชนยังช่วยเปิดช่องทางตลาดสำหรับการใช้ไบโอชาร์ในฐานะวัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งให้ออกาสใหม่ๆ ในการสร้างรายได้สำหรับเกษตรกร
- (3) **รัฐบาล:** นโยบายและสิ่งจูงใจจากรัฐเป็นปัจจัยสำคัญในการนำเทคโนโลยีนี้ไปใช้ในวงกว้าง การสนับสนุนสำหรับยูนิต์ไฟโรไลเซอร์, การให้สิทธิประโยชน์ทางภาษีในการผลิตไบโอชาร์, และการบูรณาการเทคโนโลยีการจัดการเศษวัสดุเข้าสู่โครงการเกษตรกรรมระดับชาติสามารถขับเคลื่อนการนำไปใช้ นโยบายการกระทำด้านสภาพภูมิอากาศที่ส่งเสริมการเก็บกักคาร์บอนและการปรับปรุงสุขภาพดินยังช่วยสนับสนุนการใช้งานอีกด้วย บริการขยายผลช่วยให้เกษตรกรได้รับการฝึกอบรมและการสนับสนุนที่เหมาะสม ซึ่งช่วยให้เกิดการนำเทคโนโลยีไปใช้ในชุมชน
- (4) **องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร (NGOs):** องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไรมีบทบาทสำคัญในการให้ความรู้ทางเทคนิคเกี่ยวกับการใช้ไบโอชาร์และการเกษตรที่ปรับตัวตามสภาพภูมิอากาศ โดยการเชื่อมโยงระหว่างเกษตรกร, ภาคเอกชน, และหน่วยงานภาครัฐ ความพยายามในการมีส่วนร่วมกับชุมชนช่วยสร้างความไว้วางใจและการยอมรับทางสังคมใน

เทคโนโลยีนี้ องค์กรเหล่านี้ยังเน้นถึงประโยชน์ทางสังคม โดยเฉพาะสำหรับผู้หญิง โดยการส่งเสริมการทำอาหารที่สะอาดซึ่งช่วยลดการสัมผัสกับควันที่เป็นอันตราย และเสริมสร้างความสามารถในการดูแลสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานของผู้หญิง

### ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้น:

- (1) **ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม:** ไพโรไลเซอร์ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญโดยการยกเลิกการเผาเศษวัสดุและส่งเสริมการเก็บกักคาร์บอนในดินระยะยาว นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน บรรเทาการกัดเซาะ และส่งเสริมการอนุรักษ์น้ำ
- (2) **ผลกระทบทางเศรษฐกิจ:** เกษตรกรจะมีผลผลิตและรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากผลผลิตที่สูงขึ้นและการลดต้นทุนปุ๋ย การพาณิชย์ของไบโอชาร์ยังช่วยให้ออกโอกาสในการสร้างรายได้เพิ่มเติม ในขณะที่ค่าใช้จ่ายในการใช้เชื้อเพลิงสำหรับครัวเรือนก็ลดลง
- (3) **ผลกระทบทางสังคม:** ผลลัพธ์ด้านสุขภาพดีขึ้นจากการลดมลพิษในอากาศภายในบ้าน ซึ่งจะช่วยประโยชน์แก่ผู้หญิงและเด็กเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีการทำอาหารที่สะอาดขึ้นและการลดภาระการทำงานช่วยเสริมสร้างความเท่าเทียมทางเพศ ซึ่งส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ที่ดีของครัวเรือนในชนบท

สรุปแล้ว ไพโรไลเซอร์เป็นตัวอย่างที่แสดงถึงวิธีการที่ผสมผสานในการทำเกษตรกรรมที่ปรับตัวตามสภาพภูมิอากาศ, การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม, และการพัฒนาชุมชน การเอาชนะอุปสรรคต่างๆ เช่น ข้อจำกัดทางการเงิน, ช่องว่างความรู้, และข้อจำกัดทางนโยบายจะเป็นกุญแจสำคัญในการเพิ่มขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีนี้ในพื้นที่ภูเขาหิมาลัยและในพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

### บทเรียนที่ได้รับ

เครื่องไพโรไลเซอร์ (Multipurpose Pyrolyzer cum Cooker) ได้ช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะผ่านการใช้อ่านชีวภาพ หรือไบโอชาร์ (Biochar) การจัดการเศษวัสดุที่ยั่งยืนนี้ได้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความพร้อมของสารอาหาร และการเก็บกักความชื้น ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น 20% ในการทดลองภาคสนาม การเพิ่มขึ้นของรายได้และการลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีจากการลดการซึมของสารอาหารแสดงให้เห็นถึงมูลค่าทางเศรษฐกิจของเทคโนโลยีนี้ นอกจากนี้ ไพโรไลเซอร์ยังเสริมสร้างความสามารถในการต้านทานความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยการปรับปรุงโครงสร้างของดินและความสามารถในการเก็บน้ำ ซึ่งช่วยให้พืชสามารถทนต่อภัยแล้งและลดตายการตกของฝนที่ไม่แน่นอนได้ เมื่อเวลาผ่านไป ดินที่แข็งแรงขึ้นจะเสริมสร้างความสามารถของภูมิภาคในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเครียดอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จากมุมมองด้านสิ่งแวดล้อม ไพโรไลเซอร์ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีนัยสำคัญโดยการยกเลิกการเผาเศษวัสดุ ซึ่งช่วยลดการปล่อย CO<sub>2</sub> และมีเทนอย่างมาก ถ่านชีวภาพที่ได้จากการใช้งานยังช่วยเก็บคาร์บอนในดินได้ในระยะยาว ช่วยส่งเสริมความพยายามในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ ผลประโยชน์โดยอ้อมยังรวมถึงการลดการตัดไม้ทำลายป่าและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพจากการลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงไม้ การออกแบบไพโรไลเซอร์ที่มีฟังก์ชันทั้งทำอาหารและทำถ่านชีวภาพยังช่วยส่งเสริมประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม โดยการสร้างโอกาสในการจ้างงานในการผลิตและการกระจายสินค้า รวมถึงการพาณิชย์ของถ่านชีวภาพ ครัวเรือนจะได้รับประโยชน์จากการลดค่าใช้จ่ายในการใช้เชื้อเพลิงไม้ ขณะเดียวกัน ผู้หญิงจะได้รับประโยชน์จากสุขภาพที่ดีขึ้นและความเท่าเทียมทางเพศจากการใช้เทคโนโลยีทำอาหารที่สะอาด

เครื่องทำอาหารและไพโรไลเซอร์ช่วยลดมลพิษทางอากาศภายในบ้านจากการทำอาหาร เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงและผลิตก๊าซพิษน้อยเมื่อมีการระบายอากาศที่ดี ผู้หญิงและเด็กจะประสบปัญหาหายใจลดลง การเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงไม้และผลกระทบทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมเชื้อเพลิงซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงได้รับการปรับปรุง รวมถึงรายได้เสริมที่เกิดจากการขายไบโอชาร์ซึ่งได้ช่วยปรับปรุงสภาพเศรษฐกิจและสังคม

แม้จะมีประโยชน์เหล่านี้แล้ว ยังมีอุปสรรคหลายประการที่ต้องเผชิญ ข้อจำกัดทางการเงินจำกัดการนำเทคโนโลยีไปใช้ในเกษตรกรรายย่อยจากต้นทุนเริ่มต้นที่สูง ซึ่งต้องการการสนับสนุนจากรัฐบาลผ่านการให้เงินอุดหนุนหรือโครงการเครดิต ช่องว่างความรู้เกี่ยวกับการใช้ไพโรไลเซอร์และการใช้ไบโอชาร์ยังเป็นอุปสรรคในการขยายผลประโยชน์ในวงกว้าง การต่อต้านทางสังคมและวัฒนธรรมต่อเทคโนโลยีใหม่ๆ รวมถึงการมีส่วนร่วมที่จำกัดจากภาคเอกชนในการสนับสนุนการเงินและพัฒนาตลาดก็เป็นอุปสรรคที่ต้องเผชิญ นอกจากนี้ การสนับสนุนทางนโยบายที่ไม่เพียงพอในแง่ของการให้เงินอุดหนุนและการประสานงานกับเป้าหมายการกระทำด้านสภาพภูมิอากาศยังจำกัดการนำเทคโนโลยีไปใช้ในเกษตรกรรวมทั้งไป การแก้ไขอุปสรรคเหล่านี้จะเป็นสิ่งสำคัญในการปลดล็อกศักยภาพเต็มที่ของเทคโนโลยีในพื้นที่ภูเขาหิมาลัย

### ข้อเสนอแนะ

เราได้พัฒนาเทคโนโลยีเครื่องไพโรไลเซอร์ (Pyrolyzer cum cooker) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีแรกในโลกและได้รับการจดสิทธิบัตรจากสำนักงานสิทธิบัตรแห่งอินเดีย เทคโนโลยีของเรามีศักยภาพในการลดการปล่อย CO<sub>2</sub> ได้ถึง 2,675,340 ตันต่อปีจากพื้นที่ภูเขาหิมาลัย เราได้ทำการทดสอบและตรวจสอบเทคโนโลยีนี้ในสภาพแวดล้อมจริง ผลกระทบจากการปล่อยคาร์บอนและพลังงานได้ถูกปรับปรุงอย่างมาก ทำให้พื้นที่ภูเขาหิมาลัยมีความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งส่งผลดีต่อทั้งคาบสมุทรเนื่องจากภูเขาหิมาลัยมีบทบาทสำคัญในด้านน้ำและทรัพยากรที่สำคัญอื่น ๆ

### ข้อเสนอแนะ

- โครงการได้พัฒนาเครื่องไพโรไลเซอร์เพื่อการจัดการเศษวัสดุที่เป็นมิตรกับคาร์บอนในพื้นที่ภูเขาหิมาลัย
- การตรวจสอบและทดสอบเครื่องไพโรไลเซอร์พัฒนาได้สร้างพารามิเตอร์คุณภาพของถ่านชีวภาพและการประเมินสมดุลคาร์บอนและพลังงาน
- การทดสอบภาคสนามของถ่านชีวภาพที่พัฒนาขึ้นในอุณหภูมิที่แตกต่างกันและการประเมินเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดผ่านการปรับปรุงสุขภาพดินและการกักเก็บคาร์บอน
- การประเมินความสามารถในการเก็บน้ำและศักยภาพในการบรรเทาภัยแล้งของเทคโนโลยีนี้เพื่อรักษาสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ภูเขาหิมาลัย
- การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อกลยุทธ์การปรับตัวและการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูเขาหิมาลัย
- ความเป็นอยู่ที่ดีโดยรวมของผู้หญิงและประชาชนทั่วไปผ่านการลดมลพิษทางอากาศและการทำอาหารในบ้านที่สะอาดและปลอดภัย

## เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Mansoor, S. et al., 2021. Biochar as a tool for effective management of drought and heavy metal toxicity. *Chemosphere*, 271, 129458.
- (2) Wani, O.A. et al., 2023a. Mitigating soil erosion through biomass-derived biochar: exploring the influence of feedstock types and pyrolysis temperature. *Land*, 12, 2111.
- (3) Wani, O.A. et al., 2024. Pyrolyzed and unpyrolyzed residues enhance maize yield under varying rates of application and fertilization regimes. *PeerJ*, 12, e17513.
- (4) Wani, O.A. et al., 2023b. Multi-scale processes influencing global carbon storage and land-carbon-climate nexus: A critical review. *Pedosphere*, 33, 250-267.
- (5) Mansoor, S. et al., 2021. Biochar as a tool for effective management of drought and heavy metal toxicity. *Chemosphere*, 271, 129458.
- (6) Wani, O.A. et al., 2023a. Mitigating soil erosion through biomass-derived biochar: exploring the influence of feedstock types and pyrolysis temperature. *Land*, 12, 2111.
- (7) Wani, O.A. et al., 2024. Pyrolyzed and unpyrolyzed residues enhance maize yield under varying rates of application and fertilization regimes. *PeerJ*, 12, e17513.
- (8) Wani, O.A. et al., 2023b. Multi-scale processes influencing global carbon storage and land-carbon-climate nexus: A critical review. *Pedosphere*, 33, 250-267.

### 3.5 กรณีศึกษาที่ 10: การปรับปรุงสภาพภูมิประเทศและสภาพอากาศเพื่อการหลากหลายพืชผล

Yoko Nagata

Nippon Koei Co., Ltd.

#### บทคัดย่อ

รัฐหิมาจัลประเทศตั้งอยู่ในเชิงเขาหิมาลัยทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย กำลังใช้ประโยชน์จากสภาพภูมิประเทศและสภาพอากาศที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมความเป็นอยู่ของเกษตรกรผ่านการหลากหลายพืชผล โครงการหลากหลายพืชผลของรัฐหิมาจัลประเทศมีเป้าหมายที่จะเปลี่ยนเกษตรกรจากการทำเกษตรกรรมพืชเชิงเดี่ยวไปยังพืชปลูกที่มีมูลค่าสูง โดยส่งเสริมการปฏิบัติที่ยั่งยืนซึ่งเหมาะสมกับโซนเกษตรกรรมเชิงนิเวศ โครงการนี้ได้แนะนำเทคนิคที่เป็นนวัตกรรม รวมถึงการปรับปรุงคุณภาพเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า วิธีการชลประทานที่ประหยัดน้ำ และการเกษตรอินทรีย์ พร้อมทั้งการฝึกอบรมและการเชื่อมโยงตลาด โครงการนี้ได้เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างมีนัยสำคัญ เสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพิ่มรายได้ในครัวเรือน โดยเฉพาะในกลุ่มผู้หญิงที่เป็นผู้นำกลุ่มช่วยเหลือตนเอง (Self-Help Groups; SHGs) โดยการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนน้ำ และการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศ โครงการนี้จึงเน้นย้ำถึงศักยภาพของการแทรกแซงที่มุ่งเป้า และความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน บทเรียนและผลลัพธ์ที่ได้ให้ข้อคิดที่มีคุณค่าในการขยายโครงการที่คล้ายกันในพื้นที่ภูเขาทั่วเอเชีย

#### ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่ตั้งอยู่เชิงเขาหิมาลัย ที่ดินเกษตรกรรมกระจายตั้งแต่ระดับความสูง 370 เมตรถึง 2,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล พื้นที่ที่ได้รับการสนับสนุนจากโครงการนี้แบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ ได้แก่ เนินเขาต่ำกึ่งเขตร้อน (Sub-tropical Zone-I) เนินเขากลางกึ่งเขตร้อน (Sub-humid Zone-II), และเนินเขาสูงกึ่งเขตอบอุ่นชื้น (Sub-temperate wet Zone-III)

แม้ว่าเกษตรกรจะเป็นแรงงาน 70% ของกำลังแรงงานทั้งหมด แต่แหล่งรายได้หลักไม่ได้มาจากการเกษตร แต่จากกิจกรรมอื่นๆ ดังนั้น ผู้ที่ทำงานหลักในแปลงเกษตรกรรมคือผู้หญิง โดยส่วนใหญ่ชายจะเป็นเกษตรกรในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ กลุ่มช่วยเหลือตนเอง (SHGs) เป็นผู้ผลิต ผู้แปรรูป และผู้ขายที่มีบทบาทสำคัญ นอกจากนี้ยังมีการรวมตัวของสหพันธ์ SHG และสมาคมเกษตรกร พวกเขาทำหน้าที่เป็นผู้ซื้อและผู้จัดหาวัสดุการเกษตร รวมถึงการรวบรวม แปรรูป และจำหน่ายผลผลิต รัฐหิมาจัลประเทศได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลายด้าน รวมถึง:

**อุณหภูมิที่สูงขึ้น:** อุณหภูมิเฉลี่ยประจำปีของรัฐเพิ่มขึ้น 1.2 °C ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523-2553 และอุณหภูมิสูงสุดเพิ่มขึ้น 2.18 °C ต่อศตวรรษ จำนวนคลื่นความร้อนก็เพิ่มขึ้น โดยมีคลื่นความร้อนที่รุนแรงเกิดขึ้นในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งส่งผลให้เกิดพายุลูกเห็บและความเสียหายอย่างรุนแรงต่อผลไม้และผัก

**ปริมาณน้ำฝน:** ฝนตกหนักอาจนำไปสู่การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน การกัดเซาะ และดินถล่ม เชื้อนในรัฐอาจก่อให้เกิดความปั่นป่วนในแม่น้ำเมื่อเปิดประตูระบายน้ำโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า

**ผลกระทบต่อระบบนิเวศ:** ธารน้ำแข็งในรัฐหิมาจัลประเทศกำลังละลายอย่างรวดเร็วเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาหลายด้าน รวมถึงความไม่มั่นคงทางน้ำ การดินถล่ม หิมะถล่ม น้ำท่วม การระเบิดของ

ทะเลสาบน้ำแข็ง และอื่น ๆ ป่าไม้และดินที่อยู่ที่เป็นเอกลักษณ์ของรัฐมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงในแบบแผนอุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน ระบบนิเวศของเทือกเขาหิมาลัยยังได้รับความเครียดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น การเจริญเติบโตของประชากร การทำเหมืองแร่ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

**การตายของผึ้ง:** การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำลังทำให้ผึ้งตาย ซึ่งเป็นสัตว์ที่สำคัญสำหรับการผลิตแอปเปิ้ล

## เหตุผล

### การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

มีความจำเป็นเร่งด่วนในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน เนื่องจากคาดว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะยังคงดำเนินต่อไป และประชากรเกษตรกรรมแนวโน้มลดลงทุกปี สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตต่ำมีหลายประการ ได้แก่ (i) การเพาะปลูกไม่ตรงตามฤดูกาลที่เหมาะสม, (ii) ไม่ใช่เมล็ดพันธุ์หรือต้นกล้าที่มีคุณภาพ, (iii) การใช้ปุ๋ยไม่เพียงพอ, (iv) การป้องกันโรคพืชไม่เพียงพอ เป็นต้น นอกจากนี้ เศรษฐกิจของรัฐยังแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงจากภาคเกษตรกรรมไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและบริการ เนื่องจากสัดส่วนการมีส่วนร่วมของภาคเกษตรกรรมในผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross State Domestic Product) ลดลงจาก 57.9% ในปี พ.ศ. 2493-94 เหลือ 9.50% ในปี พ.ศ. 2564-65 ผลกระทบหลายประการจากสาเหตุเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อผลผลิต การดำเนินการในระยะยาวคาดว่าจะต้องถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงผลผลิต

### การเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ตอนนี้เป็นเวลาที่ต้องการเกษตรต้องมีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากรัฐหิมาจัลประเทศกำลังประสบกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียผลผลิตในหลายวิธีตามที่ได้กล่าวไว้ในส่วนเบื้องต้น เกษตรกรประสบปัญหาจาก (i) อุณหภูมิที่สูงขึ้น รวมถึงคลื่นความร้อนที่เพิ่มขึ้น พายุฝนฟ้าคะนอง และพายุลูกเห็บ จากปี พ.ศ.2527 ถึง 2566 รัฐหิมาจัลประเทศประสบกับคลื่นความร้อนจำนวน 669 ครั้ง, (ii) ฝนตกหนักตามฤดูกาลและภัยแล้งที่ทำให้ลายแปลงเกษตรกรรม อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของรัฐลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระดับ 95% สำหรับเดือนมกราคม (-0.61 มม./ปี), กรกฎาคม (-1.83 มม./ปี), สิงหาคม (-1.49 มม./ปี) และตุลาคม (-0.90 มม./ปี), (iii) ผลกระทบต่อระบบนิเวศ (หิมะน้อยลงในฤดูหนาว การละลายของธารน้ำแข็งถาวร เป็นต้น) พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยหิมะในรัฐหิมาจัลประเทศลดลง 18.5% ระหว่างปี พ.ศ. 2562-63 ถึง พ.ศ.2563-64 พื้นที่ปกคลุมหิมะในลุ่มน้ำของแม่น้ำซัตเลจ ราวี เบอาส และเซนับได้หดตัวลง 10.02% พื้นที่ธารน้ำแข็งในรัฐหิมาจัลประเทศลดลง 67.84 ตร.กม. ต่อปี ระหว่างปี พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2564 ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำที่ไม่แน่นอน (หิมะน้อยลงในฤดูหนาว การละลายของธารน้ำแข็งถาวร เป็นต้น พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยหิมะในรัฐหิมาจัลประเทศลดลง 18.5% ระหว่างปี พ.ศ.2562-63 ถึง พ.ศ. 2563-64 พื้นที่ปกคลุมหิมะในลุ่มน้ำของแม่น้ำซัตเลจ, ราวี, เบอาส และเซนับลดลง 10.02% พื้นที่ธารน้ำแข็งในรัฐหิมาจัลประเทศลดลง 67.84 ตร.กม. ต่อปี ระหว่างปี พ.ศ.2537 ถึง พ.ศ.2564) ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำที่ไม่แน่นอน

## วิธีการที่แนะนำ

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำ โครงการเงินกู้ ODA ของ JICA ได้จัดตั้งเขื่อนกักน้ำในพื้นที่ภูเขาและใช้ช่องทางการกระจายน้ำแบบแรงโน้มถ่วงเพื่อให้ระบบนี้ยั่งยืนมากขึ้น เจ้าหน้าที่ขยายผลได้ให้การฝึกอบรมการปฏิบัติการและการบำรุงรักษาแก่เกษตรกร และเกษตรกรได้จัดตั้งสมาคมผู้ใช้น้ำเพื่อเก็บค่าธรรมเนียมการใช้น้ำสำหรับค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในอนาคต ใน

พื้นที่ราบ โครงการเงินกู้ DOA ได้แนะนำการใช้มูลซ์และระบบชลประทานขนาดเล็กเพื่อการเพาะปลูกที่ประหยัดน้ำ ในพื้นที่ที่ร้อนและแดดจัด โครงการเงินกู้ DOA ได้แนะนำการใช้ปั๊มพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับการกระจายน้ำ แรงโน้มถ่วงจะต้องมีประสิทธิภาพแม้ในพื้นที่ภูเขาสูงในประเทศไทย

เทคนิคการตัดและการตอนกิ่งถูกแนะนำเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และต้นกล้า มหาวิทยาลัยเกษตรกรรมปาแลมปूर (Palampur Agricultural University) มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการตอนกิ่ง พวกเขาสามารถเพิ่มอัตราความสำเร็จจาก 5% เป็น 95% นอกจากนี้ยังมีการแนะนำโรงเพาะชำในทรายเพื่อให้ต้นกล้ามีความต้านทานต่อภัยแล้งมากขึ้น (รูปที่ 28) สภาพโรงเพาะชำได้รับการปรับปรุงโดยใช้อุโมงค์คู่อุโมงค์สำหรับอากาศหนาวและตาข่ายกรองแสงสำหรับอากาศร้อนเพื่อผลิตโรงเพาะชำในช่วงนอกฤดู ด้วยการใช้เทคนิคเหล่านี้ เกษตรกรสามารถเพิ่มอัตราการงอกจาก 30-40% เป็นมากกว่า 80% เทคนิคเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ภูเขาสูงในประเทศไทยได้

ตารางการปลูกพืชสำหรับแต่ละโซนภูมิอากาศถูกจัดเตรียมเพื่อการเพาะปลูกผักนอกฤดูและผักต่างประเทศเพื่อเพิ่มผลกำไรของเกษตรกร เทคนิคนี้ยังมีประโยชน์สำหรับพื้นที่ภูเขาสูงในประเทศไทยในการเพิ่มรายได้ ซึ่งเป็นข้อดีของพื้นที่ภูเขา

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์และยากันแมลงอินทรีย์ได้รับการส่งเสริมเพื่อให้มั่นใจในผลผลิต เนื่องจากการใช้ปุ๋ยในเวลาที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเพิ่มผลผลิต หากเกษตรกรในพื้นที่ภูเขามีการเลี้ยงสัตว์ มูลวัว มูลหมู หรือมูลไก่จะกลายเป็นแหล่งปุ๋ยอินทรีย์ที่ดี พวกเขายังมีพืชพรรณที่คล้ายกับหิมาล์ ประเทศ ดังนั้น พวกเขาสามารถผลิตยากันแมลงอินทรีย์ได้

การใช้โรงเรือน (Lower polytunnels) แบบอุโมงค์คู ตาข่ายกรองแสง อุโมงค์กันฝน ผ้าหรือแผ่นไม้ทอ (ผ้าคลุมลอย) และตาข่ายกันลูกเห็บได้รับการแนะนำเพื่อป้องกันพืช (รูปที่ 29)

บทบาทของโครงการความร่วมมือทางเทคนิค JICA คือการสนับสนุนกิจกรรมของโครงการเงินกู้ ODA ของ JICA โดยมีพื้นที่สาธิต 8 แห่งใน 5 อำเภอ และให้การฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ DOA และเจ้าหน้าที่โครงการเงินกู้ ODA ในรูปแบบ TOT ทั้งในภาคสนามและในห้องเรียน เจ้าหน้าที่ JICA TCP ได้รวบรวมแนวทางปฏิบัติร่วมกับเจ้าหน้าที่ DOA เพื่อดำเนินโครงการเงินกู้ ODA ของ JICA ในฐานะเครื่องมือการสอน ผู้เชี่ยวชาญของ JICA TCP ได้พัฒนาเรื่องราวภาพ เพื่อใช้ในการสอน ผ่าน TOT เจ้าหน้าที่ขยายผลได้เรียนรู้และสาธิตวิธีการใช้เครื่องมือที่แปลงของเกษตรกร

JICA TCP ได้จัดทำแผ่นพับ 2 ฉบับ ได้แก่ "การเพาะปลูกผักต่างประเทศ" และ "8 อัญมณีสำหรับสุขภาพที่ดีของคุณ" ฉบับแรกเกี่ยวกับเทคนิคการเพาะปลูกผักต่างประเทศ และฉบับที่สองเกี่ยวกับการใช้ผักต่างประเทศเพื่อสุขภาพ แผ่นพับทั้งสองฉบับมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมการผลิตและการบริโภคผักต่างประเทศ กิจกรรมส่งเสริมการตลาดได้จัดขึ้นในโรงเรียนในรูปแบบการแสดงเพื่อการศึกษาด้านโภชนาการสำหรับนักเรียน ผู้ปกครอง และผู้ขายรายย่อย เพื่อปรับปรุงพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหารและลดโรคที่เกิดจากวิถีชีวิต เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และหัวใจวาย นอกจากนี้ยังมีการจัดกิจกรรมอีกหนึ่งรายการสำหรับผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อสูง เช่น ชมรมโรตารีของผู้หญิง เพื่อช่วยลดโรคจากวิถีชีวิต

เพื่อหาตลาดและเชื่อมต่อกับตลาด ผู้เชี่ยวชาญของ JICA TCP และเจ้าหน้าที่ขยายผล DOA ได้ไปเยี่ยมชมและสำรวจความต้องการของตลาด ผลลัพธ์คือ บริษัทหนึ่งที่จำหน่ายผักให้กับชุมชนญี่ปุ่นได้ซื้อผักต่างประเทศและผักนอกฤดูจากพื้นที่โครงการ อีกทั้งยังมีร้านค้าที่ซื้อผักต่างประเทศและผักนอกฤดูไปขายให้กับชุมชนท้องถิ่นในนิวเดลี



กลุ่มช่วยเหลือตนเอง (SHG) มีบทบาทสำคัญในการผลิต การแปรรูป และการขาย กลุ่มหลายกลุ่มผลิตสินค้าพิเศษท้องถิ่น เช่น แยมโรโตเดนดรอน, พริกและมะนาวบด, มะเขือเทศเซอร์รี่แห้ง, ซากกระเจี๊ยบ และชาอะเอมกุเขาหิมาลัย พวกเขาขายสินค้าดังกล่าวทั้งในท้องถิ่นและในนิวเดลีให้กับนักท่องเที่ยว

**รูปที่ 28: โรงเพาะชำในทรายเพื่อทำให้ต้นกล้าเพิ่มความทนแล้ง**



องค์กรไม่แสวงหากำไรก็สนับสนุนการทำเกษตรอินทรีย์ โดยการฝึกอบรมเกษตรกรในการบริหารจัดการฟาร์มและวิธีการขอใบรับรองเกษตรอินทรีย์รัฐบาลได้ปรับเปลี่ยนระเบียบการของเจ้าหน้าที่ขายยาที่ขยายผลและให้การสนับสนุนทางการเงินสำหรับโพลีเฮ้าส์ (polyhouse), ระบบชลประทานขนาดเล็ก (micro irrigation systems), และปั๊มพลังงานแสงอาทิตย์

**รูปที่ 29: มีการนำโรงเรือนพลาสติกแบบต่ำ อุโมงค์สองชั้น อุโมงค์ตาข่ายบังแดด อุโมงค์หลบฝน แผ่นไม้ทอ และตาข่ายกันลูกเห็บมาใช้เพื่อป้องกันพืช**



## บทเรียนที่ได้รับ

- (1) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปลูกพืชเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตฝักนอกฤดูเพื่อเพิ่มผลกำไรของเกษตรกร อย่างไรก็ตาม เกษตรกรพยายามที่จะปฏิบัติตามรูปแบบการปลูกพืชแบบดั้งเดิม เพื่อให้พวกเขาตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงนี้ การเยี่ยมชมตลาดจึงมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความตระหนัก
- (2) การจัดการและบำรุงรักษาเขื่อนค้ำน้ำด้วยตนเองและการจ่ายค่าธรรมเนียมน้ำตามการใช้งานเป็นทักษะที่สำคัญในการทำให้เกษตรกรพึ่งพาตนเองจากการช่วยเหลือของรัฐบาล หากไม่มีการอภิปรายและการฝึกอบรมจะทำให้การดำเนินการดังกล่าวเป็นเรื่องยาก มิฉะนั้น เกษตรกรจะขอรับการสนับสนุนทางการเงินอย่างต่อเนื่อง
- (3) การอนุรักษ์ป่าไม้ไม่มีผลดีในการลดก๊าซเรือนกระจกและปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้การอนุรักษ์ป่าไม้ยากขึ้น การเพิ่มขึ้นของประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจส่งผลกระทบต่อการสูญเสียป่า
- (4) กิจกรรมของกลุ่มผู้หญิง (SHG) ช่วยเพิ่มประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม พวกเขาสามารถมีส่วนร่วมช่วยเพิ่มผลผลิตและส่งเสริมการแปรรูปและการขายได้ด้วยตัวเอง หากผู้หญิงสามารถมีรายได้ของตัวเอง พวกเขาจะสามารถตัดสินใจในบ้านได้ โดยยังคงมีการเลือกปฏิบัติต่อผู้หญิงในสังคมท้องถิ่นอยู่จนถึงปัจจุบัน การสร้างโอกาสให้ผู้หญิงได้มีบทบาทน่าจึงเป็นเรื่องสำคัญ

## อุปสรรคและปัญหา

- (1) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจจากการสร้างอุโมงค์อัตรระหว่างมานาลีและเทลลิงในรัฐหิมาจัลประเทศมีมหาศาล ก่อนหน้านี้ ถนนไปยังลาฮอลและสปีติถูกปิดเป็นเวลา 6 เดือนเนื่องจากหิมะที่รอรานพาธ หลังจากการสร้างอุโมงค์เสร็จสิ้นจำนวนรถยนต์เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้แรงกดดันของธารน้ำแข็งมากขึ้นและแมลงเริ่มเข้ามาก่อนที่คนจะเห็นพื้นที่ดังกล่าวในฤดูหนาว
- (2) โครงการความร่วมมือทางเทคนิค JCA แนะนำให้มีการเปลี่ยนแปลงระเบียบการของเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเพื่อเน้นงานขยายผล เนื่องจากงานขยายผลเป็นภารกิจสุดท้ายสำหรับเจ้าหน้าที่ขยายผล งานหลักของพวกเขาคือการแจกจ่ายวัสดุ การเกษตรและการให้เงินอุดหนุน ถึงแม้ว่า DOA จะเปลี่ยนระเบียบการแล้ว แต่จำนวนเจ้าหน้าที่ขยายผลยังคงอยู่ที่ครึ่งหนึ่งของตำแหน่งที่เปิดรับเนื่องจากขาดงบประมาณ

## ข้อเสนอแนะ

- (1) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เกษตรกรในรัฐหิมาจัลประเทศต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหลายประเภท การรู้วิธีการรับมือล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ ตัวอย่างเช่น การใช้วัสดุป้องกันพืชในสภาพอากาศที่รุนแรงเป็นสิ่งที่แนะนำอย่างยิ่ง ไม่เพียงแต่เทคโนโลยีสมัยใหม่เท่านั้น แต่เทคโนโลยีดั้งเดิม เช่น การส่งเสริมการงอกของเมล็ดในกองมูลวัว และการใช้พืชคลุมดินแทนการใช้พลาสติกคลุมดิน ก็ยังเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลและมีประสิทธิภาพ
- (2) รัฐบาลจำเป็นต้องจัดหาข้อมูลสภาพอากาศและบางครั้งต้องออกคำเตือนล่วงหน้า เพื่อส่งเสริมมาตรการรับมือสำหรับเกษตรกร รัฐบาลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้เงินอุดหนุนแก่เกษตรกร นอกจากนี้ยังควรแนะนำกฎหมายและนโยบายใหม่ ๆ เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและสนับสนุนกิจกรรมทางการเกษตร
- (3) นักวิจัยจำเป็นต้องจัดทำพยากรณ์อากาศ โดยอิงจากการพยากรณ์นั้น พวกเขาต้องศึกษาสถานการณ์ในอนาคตเพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องศึกษามาตรการรับมือที่มีประสิทธิภาพ
- (4) ในฐานะผู้ปฏิบัติ เกษตรกรต้องนำวิธีการทั้งแบบสมัยใหม่และดั้งเดิมมาใช้ในการปรับปรุงสถานการณ์

- (5) ภาคเอกชน เช่น ผู้ให้บริการ เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับเกษตรกรรมที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พวกเขาสามารถให้ความรู้และเทคนิคต่าง ๆ ในการทำเกษตรกรรมที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หากรัฐบาลสามารถให้การสนับสนุนทางการเงินผ่านอัตราดอกเบี้ยต่ำ หรือการเก็บภาษีที่เอื้ออำนวย เป็นต้น

#### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Project Report for Himachal Pradesh Crop Diversification Promotion Project Phase 2:  
[https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12381067\\_01.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12381067_01.pdf)

## 4. คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร, ห่วงโซ่คุณค่า และเทคโนโลยีดิจิทัล

เนื้อหาส่วนนี้มุ่งเน้นที่ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ห่วงโซ่คุณค่า และเทคโนโลยีดิจิทัล และวิธีการที่สามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างความยั่งยืนและความสามารถในการแข่งขันของระบบการเกษตรท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลายกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องถูกรวบรวมไว้ที่นี่เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ห่วงโซ่คุณค่า และเทคโนโลยีดิจิทัลในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและปรับปรุงความเป็นอยู่ของเกษตรกร การรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและมาตรฐานความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญสำหรับหลายเหตุผล โดยจะช่วยปกป้องสุขภาพของผู้บริโภคโดยการรับประกันว่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรปราศจากสารปนเปื้อนและตรงตามมาตรฐานคุณภาพ นอกจากนี้ การที่ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรสามารถตอบสนองความต้องการด้านคุณภาพและความปลอดภัยของตลาดในประเทศและต่างประเทศจะช่วยให้เพิ่มความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ เกษตรกรสามารถเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้ผ่านโอกาสในการเพิ่มมูลค่า ซึ่งทำให้สามารถขายสินค้าที่มีราคาพรีเมียมได้ สุดท้าย การใช้วิธีการเกษตรที่ยั่งยืน เช่น การจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการและการเกษตรอินทรีย์ จะช่วยเสริมสร้างคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกันก็ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ห่วงโซ่คุณค่าที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมีความสำคัญในการเชื่อมโยงเกษตรกรกับผู้บริโภคและการรับประกันว่าผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจะไปถึงตลาดในราคาที่แข่งขันได้ การเสริมสร้างห่วงโซ่คุณค่ารวมถึงการทำแผนที่ห่วงโซ่คุณค่า การวิเคราะห์ความต้องการตลาด โลจิสติกส์และโครงสร้างพื้นฐาน และความร่วมมือและพันธมิตร การทำแผนที่ห่วงโซ่คุณค่าเกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจการไหลของผลิตภัณฑ์และข้อมูลทั่วทั้งห่วงโซ่คุณค่า ตั้งแต่การผลิตจนถึงการบริโภค เพื่อระบุจุดที่เป็นคอขวดและโอกาสในการปรับปรุง การวิเคราะห์ความต้องการตลาดเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความชอบของผู้บริโภคและแนวโน้มของตลาดเพื่อแนะนำเกษตรกรในการผลิตสินค้าที่ตอบสนองความต้องการและสามารถขายในราคาที่สูงขึ้น การลงทุนในระบบการขนส่ง การจัดเก็บ และสถานที่ประมวลผลที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ก็เป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน สุดท้าย การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างเกษตรกร พ่อค้าคนกลาง ผู้ประมวลผล และผู้มีส่วนร่วมในห่วงโซ่คุณค่าอื่น ๆ จะช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพและการเข้าถึงตลาด

เทคโนโลยีดิจิทัลสามารถมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพ ความโปร่งใส และความยั่งยืนของห่วงโซ่คุณค่าทางการเกษตร การใช้งานที่โดดเด่นบางประการของเทคโนโลยีดิจิทัลรวมถึงระบบการติดตามย้อนกลับ (traceability systems) การเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) การค้าผ่านอิเล็กทรอนิกส์และการตลาดดิจิทัล (e-commerce and digital marketing) และการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ (big data) และปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ระบบการติดตามย้อนกลับสามารถติดตามผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรตั้งแต่แปลงผลิตไปยังผู้บริโภค ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยของอาหาร ลดการฉ้อโกง และเพิ่มการเข้าถึงตลาด การเกษตรแม่นยำใช้เซนเซอร์ โดรน และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

เพื่อตรวจสอบสุขภาพพืช ปรับใช้ทรัพยากรให้เหมาะสม และเสริมสร้างการตัดสินใจทางการเกษตร การค้าผ่านอิเล็กทรอนิกส์ และการตลาดดิจิทัลช่วยเชื่อมโยงเกษตรกรกับผู้บริโภคโดยตรงผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ และใช้กลยุทธ์การตลาดดิจิทัลเพื่อขยายขอบเขตตลาด ข้อมูลขนาดใหญ่และปัญญาประดิษฐ์วิเคราะห์ชุดข้อมูลการเกษตรขนาดใหญ่เพื่อระบุแนวโน้ม พยากรณ์ผลผลิต และปรับใช้วิธีการทางการเกษตร

การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในห่วงโซ่คุณค่าทางการเกษตรสามารถนำไปสู่ประโยชน์มากมาย รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพ การเพิ่มความโปร่งใส การปรับปรุงการเข้าถึงตลาด การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และการเกษตรที่ยั่งยืน การเพิ่มประสิทธิภาพช่วยให้กระบวนการทำงานราบรื่น ลดของเสีย และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มกำไร ความโปร่งใสที่เพิ่มขึ้นช่วยปรับปรุงความโปร่งใสและการติดตามย้อนกลับในห่วงโซ่อุปทาน สร้างความไว้วางใจจากผู้บริโภคและส่งเสริมการค้าที่ยุติธรรม การเข้าถึงตลาดที่ดีขึ้นช่วยเชื่อมโยงเกษตรกรกับตลาดที่กว้างขึ้น ทำให้พวกเขาสามารถขายผลิตภัณฑ์ในราคาที่ดีกว่าและเข้าถึงกลุ่มผู้ซื้อที่หลากหลาย การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลให้ข้อมูลที่จำเป็นแก่เกษตรกรในการตัดสินใจเกี่ยวกับวิธีการทำการเกษตรของตนเอง ซึ่งนำไปสู่ผลผลิตที่ดีขึ้นและความเสี่ยงที่ลดลง สุดท้าย การเกษตรที่ยั่งยืนได้รับการส่งเสริมโดยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการพึ่งพาสารเคมีทางการเกษตร และเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาและปรับเทคโนโลยีดิจิทัลให้เหมาะสมกับความต้องการและความท้าทายเฉพาะของการเกษตรในพื้นที่สูง ซึ่งรวมถึงการลงทุนในการวิจัยเพื่อระบุและส่งเสริมเทคโนโลยีดิจิทัลใหม่ๆ ที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่สูง นอกจากนี้ยังช่วยให้การถ่ายโอนความรู้และเทคโนโลยีจากสถาบันวิจัยไปยังเกษตรกรและชุมชนเป็นไปอย่างราบรื่น สุดท้าย การส่งเสริมนวัตกรรมและการทดลองที่นำโดยเกษตรกรเป็นสิ่งสำคัญเพื่อปรับเครื่องมือดิจิทัลให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น

## 4.1 กรณีศึกษา 11: การปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์การเกษตรในพืชทางเลือก ในจังหวัดน่าน ประเทศไทย

Sujitta Raungrusmee

Kasetsart University, Bangkok, Thailand

### บทคัดย่อ

ความปลอดภัยของอาหารเป็นสิ่งสำคัญในการปกป้องสุขภาพของประชาชน การเข้าถึงตลาด และส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืนในภาคการเกษตรและการแปรรูปอาหาร การศึกษานี้ศึกษาความท้าทายที่เกษตรกรเผชิญในการนำหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices; GAP) และมาตรฐานความปลอดภัยของอาหารมาใช้ โดยใช้แบบสอบถามที่มีโครงสร้างตามมาตรฐานเกษตรไทย (TAS 9001-2013) อุปสรรคที่สำคัญที่พบ ได้แก่ ข้อจำกัดทางการเงิน การศึกษาดำ และการได้รับการรับรอง GAP ที่จำกัด แม้ว่ามากกว่า 60% ของผู้ตอบแบบสอบถามจะแสดงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ GAP แต่ยังคงมีช่องว่างในด้านต่างๆ เช่น การจัดการการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ คุณภาพน้ำ และการติดตามย้อนกลับ โดยเฉพาะในหมู่เกษตรกรที่มีอายุสูงและผู้ที่มีระดับการศึกษาดำ

เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ การศึกษานี้แนะนำให้มีการฝึกอบรมที่มุ่งเน้น การสนับสนุนทางการเงิน การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน และแคมเปญการสร้างตระหนักรู้ในประชาชน นอกจากนี้ยังเสนอให้มีการเสริมสร้างกรอบกฎหมายและระบบการรับประกันแบบมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มการปฏิบัติตาม กรอบการติดตามผลอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญในการปรับปรุงการปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหาร ผลลัพธ์ด้านสุขภาพของประชาชน และความยืดหยุ่นของการเกษตร เพื่อให้การผลิตทางการเกษตรมีความยั่งยืนและมีคุณภาพสูง

### ที่มาและความสำคัญ

ความปลอดภัยของอาหารเป็นเสาหลักของภาคการเกษตรและการแปรรูปอาหาร โดยเป็นพื้นฐานในการปกป้องสุขภาพของประชาชน การเข้าถึงตลาด และการส่งเสริมการพัฒนาที่ยั่งยืน การปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยของอาหารไม่เพียงแต่เป็นภาระหน้าที่ทางกฎหมายสำหรับเกษตรกรและผู้แปรรูปอาหาร แต่ยังเป็นความจำเป็นทางยุทธศาสตร์ การปฏิบัติตามมาตรฐานเหล่านี้ทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้บริโภค ลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์โดยรวม เกษตรกรมีหน้าที่หลักในการผลิตวัตถุดิบที่ปลอดภัยและมีคุณภาพสูง ในขณะที่ผู้แปรรูปอาหารมีบทบาทสำคัญในการรักษาความสมบูรณ์ของวัตถุดิบเหล่านี้ผ่านกระบวนการที่มีสุขอนามัยและควบคุมร่วมกัน ความพยายามร่วมกันของพวกเขาทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารตรงตามเกณฑ์คุณภาพทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ (Grace, 2015b; Powell et al., 2011)

การนำแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหารที่มีความแข็งแกร่งมาใช้เป็นสิ่งสำคัญในการลดการเกิดโรคจากอาหาร เสริมสร้างคุณภาพชีวิตของผู้บริโภค และช่วยให้สามารถเข้าถึงตลาดระดับพรีเมียมในต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม หลายประเทศยังคงเผชิญกับความท้าทายอย่างต่อเนื่องในการสร้างและบังคับใช้มาตรฐานทางจุลชีววิทยาที่เพียงพอ ในประเทศอุตสาหกรรม ระบบความปลอดภัยของอาหารช่วยเสริมสร้างความมั่นใจของผู้บริโภค อำนวยความสะดวกในการค้าระหว่างประเทศ และมุ่งลดการแพร่กระจายของโรคติดต่อ กรอบแนวทางต่างๆ เช่น Good Manufacturing Practices (GMP) ได้รับ

การยอมรับอย่างกว้างขวางในด้านความมีประสิทธิภาพในการบริหารความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของมันยังถูกขัดขวางโดยการนำไปใช้ที่ไม่สม่ำเสมอ การฝึกอบรมที่ไม่เพียงพอ และกลไกการบังคับใช้ที่ไม่เพียงพอทั่วโลก

ประเทศกำลังพัฒนาประสบกับอุปสรรคเพิ่มเติมในการดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร เช่น การขาดสุขาภิบาลที่ดี การเข้าถึงน้ำสะอาดไม่เพียงพอ และข้อจำกัดทางการเงิน ข้อจำกัดเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติตามมาตรฐานและทำให้ประชากรเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากอาหารมากขึ้น การแก้ไขปัญหาเหล่านี้ต้องการการลงทุนที่มุ่งเน้นไปที่โครงสร้างพื้นฐาน การเสริมสร้างกรอบการกำกับดูแล และการเสริมสร้างศักยภาพ เช่น การฝึกอบรมบุคลากร มาตรการเหล่านี้มีความสำคัญในการลดโรคที่เกิดจากอาหารและช่วยให้เข้าถึงตลาดระหว่างประเทศได้ ในทางตรงกันข้าม ประเทศที่พัฒนาแล้วมีความซับซ้อนในกรอบการกำกับดูแลและความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งต้องมีการปรับตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาความสอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร (Forsythe, 2012; Grace, 2015a; Buzby & Roberts, 2009)

ปัญหาความปลอดภัยของอาหารไม่ได้จำกัดแค่สุขภาพของประชาชนเท่านั้น แต่ยังเชื่อมโยงกับมิติทางสังคม เศรษฐกิจ และการค้า การระบาดและเหตุการณ์การปนเปื้อนที่มีชื่อเสียงมักทำให้ความกลัวของผู้บริโภคเพิ่มขึ้นและกระตุ้นให้มีการเรียกร้องให้มีกฎระเบียบที่เข้มงวดยิ่งขึ้น การลงทุนเชิงกลยุทธ์ในกรอบความปลอดภัยของอาหารที่แข็งแกร่งเป็นสิ่งสำคัญในการเสริมสร้างสุขภาพของประชาชน สร้างความไว้วางใจจากผู้บริโภคใหม่ และพัฒนาระบบอาหารที่มีความยืดหยุ่นที่สามารถรับมือกับความท้าทายในอนาคต (Mendis & Rajapakse, 2009; Okpala & Korzeniowska, 2023; Owusu-Apenten & Vieira, 2022)

ความปลอดภัยของอาหารเป็นส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้ทั้งในด้านสุขภาพของประชาชนและเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ โดยการให้ความสำคัญกับการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน กรอบการกำกับดูแล และการฝึกอบรม ประเทศต่างๆ สามารถเอาชนะปัญหาที่มีอยู่และรับประกันการจัดหาผลิตภัณฑ์อาหารที่ปลอดภัยและมีคุณภาพสูงในขณะที่ตอบสนองความต้องการของตลาดโลกได้

## เหตุผล

การนำแนวปฏิบัติที่ดีด้านสุขอนามัย (Good Hygienic Practices) ไปใช้ในความปลอดภัยของอาหารเป็นแง่มุมพื้นฐานในการบรรลุการผลิตที่ยั่งยืนและเสริมสร้างห่วงโซ่การจัดหาผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า หลักปฏิบัติเหล่านี้ถูกบูรณาการในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อุปทานอาหารเพื่อรับประกันความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ในระดับฟาร์ม หลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices; GAPs) และระบบการรับรองแบบมีส่วนร่วม (Participatory Guarantee Systems; PGS) เป็นกรอบที่สำคัญในการรักษาความปลอดภัยและคุณภาพของสินค้าเกษตร ระบบเหล่านี้มุ่งเน้นการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยและข้อกำหนดสำหรับการผลิตทางการเกษตรที่ยั่งยืน ในขั้นตอนการแปรรูป แนวทางปฏิบัติที่ดีในการผลิต (GMPs) ถูกนำมาใช้เพื่อรับประกันว่าผลิตภัณฑ์อาหารจะตรงตามมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพก่อนที่จะถูกจัดส่งไปยังตลาด

เพื่อประเมินความปลอดภัยของอาหารและการปฏิบัติในฟาร์มในปัจจุบัน แบบสอบถามที่มีโครงสร้างได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้รายการตรวจสอบที่ได้จากมาตรฐานการเกษตรไทย (TAS 9001-2013) สำหรับ GAP ในพืชอาหาร ซึ่งประกอบด้วย 8 รายการ ได้แก่: (1) คุณภาพน้ำ (2) พื้นที่เพาะปลูก (3) การใช้สารเคมี (4) การจัดการคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยว (5) การเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว (6) การถือครอง การขนย้ายผลผลิตในแปลงเพาะปลูก และการจัดเก็บ (7) สุขอนามัยส่วนบุคคล

และ (8) การบันทึกและการติดตามย้อนกลับ การสัมภาษณ์เชิงลึกถูกใช้เป็นวิธีหลักในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เครื่องมือนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้แปรรูปอาหาร โดยมุ่งเน้นที่การปฏิบัติความปลอดภัยในอาหารพื้นฐานและการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP ผลลัพธ์จากการสัมภาษณ์เหล่านี้มีความสำคัญในการระบุช่องว่างในความรู้และการปฏิบัติของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หลังจากนั้น ข้อมูลที่ได้ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นในการแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านี้ โปรแกรมการฝึกอบรมเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อเสริมสร้างความรู้ของเกษตรกรในด้านต่างๆ เช่น การปฏิบัติตาม GAP การปฏิบัติความปลอดภัยในฟาร์ม และการจัดการคุณภาพอาหารโดยรวม

การศึกษานี้เน้นบทบาทที่สำคัญของการประเมินผลอย่างเป็นระบบและการริเริ่มการเสริมสร้างศักยภาพในการปรับปรุงการปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหารในระดับฟาร์มและการแปรรูป โดยการแก้ไขช่องว่างในความรู้ที่ระบุไว้ ความพยายามเหล่านี้มีส่วนช่วยให้บรรลุเป้าหมายที่ใหญ่ขึ้นในการส่งเสริมการผลิตทางการเกษตรที่ยั่งยืนและสร้างห่วงโซ่อุปทานที่มีความยืดหยุ่น

### วิธีการที่เสนอ

แบบสอบถามที่มีโครงสร้างได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติ (KAP) ของเกษตรกรเกี่ยวกับสุขอนามัยที่ดีและความปลอดภัยของอาหาร โดยอ้างอิงจากมาตรฐาน GAP สำหรับพืชอาหารที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการเกษตรไทย (TAS 9001-2013) (รูปที่ 30 และ 31) แบบสอบถามนี้ได้รับการออกแบบเพื่อประเมินหลายมิติของการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหารผ่านส่วนต่างๆ ดังนี้:

- (1) **ลักษณะทางประชากรศาสตร์:** ส่วนนี้ได้เก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น อายุ เพศ การศึกษา และประสบการณ์การทำเกษตร
- (2) **การประเมินความรู้:** ส่วนนี้ประเมินความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับสุขอนามัยพื้นฐานและการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหารในฟาร์ม
- (3) **การประเมินทัศนคติ:** ส่วนนี้ประเมินมุมมองและความเชื่อของเกษตรกรเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารและการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหารในฟาร์ม
- (4) **การประเมินการปฏิบัติ:** ส่วนนี้ประเมินระดับที่เกษตรกรได้นำการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหารและการปฏิบัติความปลอดภัยในฟาร์มไปใช้ในการดำเนินงานการเกษตรของตน



รูปที่ 30: การตอบแบบสอบถามโดยการพบปะเกษตรกร



รูปที่ 31: การตอบแบบสอบถามโดยการพบปะเกษตรกร



เพื่อให้แน่ใจในความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ แบบสอบถามนี้ได้รับการทดสอบเชิงปริมาณโดยใช้สัมประสิทธิ์ Kuder-Richardson 20 (KR-20) ซึ่งเป็นวิธีสถิติที่เหมาะสมสำหรับข้อคำถามที่มีคำตอบแบบเลือก 2 ตัวเลือก การทดสอบความน่าเชื่อถือช่วยให้มีหลักฐานยืนยันถึงความสอดคล้องภายในและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือสำหรับวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจไว้

แบบสอบถามที่ได้รับการยืนยันแล้วถูกรวบรวมและนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจากเกษตรกร ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือนี้คาดว่าจะให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับการปฏิบัติในปัจจุบันและชี้แนะแนวทางการแทรกแซงที่มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหารและการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP

ความปลอดภัยของอาหารและการดำเนินการตามหลักเกณฑ์การเกษตรที่ดี (GAP) เป็นส่วนสำคัญในการรับประกันความยั่งยืนของการผลิตทางการเกษตรและสุขภาพของประชาชน แม้ว่าจะมีกรอบงานเช่น GAP แต่เกษตรกรหลายคนยังคงเผชิญกับความท้าทายในการนำมาตราฐานเหล่านี้ไปใช้และดำเนินการ เนื่องจากมีช่องว่างในความสามารถต่างๆ บทความนี้วิเคราะห์ผลจากการสำรวจที่สร้างขึ้นเพื่อระบุช่องว่างเหล่านี้ในหมู่เกษตรกรและเสนอพื้นที่สำคัญสำหรับการแทรกแซง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า 84.2% มีประสบการณ์การทำเกษตรมากกว่า 12 ปี ขณะที่ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามค่อนข้างต่ำ โดย 52.6% มีการศึกษาระดับประถมศึกษาหรือเทียบเท่า การขาดการศึกษาทางการศึกษาอย่างเป็นทางการอาจส่งผลกระทบต่อความเข้าใจและการนำแนวทางการเกษตรและความปลอดภัยของอาหารไปใช้ นอกจากนี้ พืชที่ปลูกส่วนใหญ่ในพื้นที่คือยางพารา (57.9%) และข้าวโพดสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ (26.3%) โดยพืชผักที่ปลูกในบ้านมีสัดส่วนเพียง 5.3% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมุ่งเน้นไปที่พืชที่ไม่ใช่อาหารซึ่งไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับมาตรฐานความปลอดภัยของอาหาร อาจทำให้เกษตรกรมีแรงจูงใจในการนำการรับรอง GAP ไปใช้ลดลง หนึ่งในอุปสรรคที่สำคัญที่ระบุได้คืออัตราการรับรอง GAP ที่ต่ำในหมู่เกษตรกร แม้ว่าผู้ตอบแบบสอบถาม 52.6% จะได้เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกอบรม GAP แต่มีเพียง 10.5% ที่ได้รับการรับรอง GAP สาเหตุหลักที่กล่าวถึงสำหรับความแตกต่างนี้คือข้อจำกัดด้านการเงิน (78.9%) และการผลิตพืชที่ไม่ใช่อาหารในระบบการผลิตของพวกเขา การรับรองยังคงเป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิบัติตามแนวทางการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหาร เนื่องจากเกษตรกรที่ได้รับการรับรองมีแนวโน้มที่จะดำเนินการตามแนวทางเหล่านี้มากกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการรับรอง

การสำรวจยังประเมินความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติ (knowledge, attitudes, and practices; KAP) ของเกษตรกรเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารและ GAP พบว่าเกษตรกรกว่า 60% แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารและมาตรฐาน GAP อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างในด้านสำคัญ เช่น การจัดการกับการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ การรับประกันคุณภาพน้ำ และการเก็บบันทึกและการตรวจสอบย้อนกลับ ช่องว่างเหล่านี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการจัดโปรแกรมฝึกอบรมที่มีเป้าหมายเพื่อจัดการกับความท้าทายในการดำเนินการความปลอดภัยของอาหาร

ปัจจัยทางประชากรศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการกำหนดความรู้ ทักษะ และการปฏิบัติของเกษตรกร เกษตรกรผู้สูงอายุพบว่ามีความรู้ต่ำกว่าและมีทัศนคติที่ไม่ค่อยดีเกี่ยวกับการนำ GAP ไปใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการแทรกแซงที่ปรับให้เหมาะสมกับกลุ่มนี้ การศึกษาได้รับการยืนยันว่าเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการได้รับความรู้ แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อทัศนคติหรือการปฏิบัติที่เปลี่ยนแปลงไป น่าสนใจว่าโปรแกรมการฝึกอบรม GAP มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงทัศนคติของเกษตรกร แต่ไม่ได้ช่วยเพิ่มระดับความรู้ของพวกเขาอย่างมีนัยสำคัญ ข้อค้นพบนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเสริมการฝึกอบรมด้วยการสาธิตในทางปฏิบัติและการสนับสนุนที่เน้นการลงมือทำที่จริงจังที่สุด ที่สำคัญที่สุด การศึกษานี้เปิดเผยว่า การรับรอง GAP อย่างเป็นทางการคือปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การนำแนวทางการปฏิบัติความปลอดภัยของอาหารไปใช้ได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเน้นถึงบทบาทสำคัญของการรับรองในการเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างความรู้และการปฏิบัติ

## บทเรียนที่ได้รับ

ผลการศึกษานี้เน้นย้ำถึงความท้าทายที่หลากหลายที่เกษตรกรต้องเผชิญในการนำมาตราฐานความปลอดภัยของอาหารและ GAP ไปใช้ แม้ว่า การฝึกอบรมและการศึกษาเป็นสิ่งสำคัญ แต่การสนับสนุนทางการเงินและแรงจูงใจก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน ในการเอาชนะอุปสรรคในการรับรอง การแทรกแซงในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่การทำให้กระบวนการรับรองเข้าถึงได้ง่ายขึ้น การเสริมโปรแกรมการฝึกอบรมด้วยองค์ประกอบที่เป็นปฏิบัติ และการแก้ไขช่องว่างความรู้ที่เฉพาะเจาะจง เช่น การจัดการการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์และการปรับปรุงคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ การสนับสนุนที่ปรับให้เหมาะสมสำหรับเกษตรกร ผู้สูงอายุและเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาต่ำสามารถช่วยเชื่อมช่องว่างในด้านความรู้และการปฏิบัติได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า การนำแนวทางปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหารและมาตรฐาน GAP ไปใช้ต้องใช้แนวทางที่ครอบคลุมทั้งในด้าน ปัญหาระบบและปัญหาส่วนบุคคล การลงทุนในโปรแกรมการฝึกอบรมที่มุ่งเป้า กระบวนการรับรอง และการแทรกแซงที่ปรับให้เหมาะสมจะช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถเสริมพลังให้เกษตรกรนำและดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัยของอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความพยายามเหล่านี้ไม่เพียงแต่สำคัญในการปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร แต่ยังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรักษาความยั่งยืนและความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรในระยะยาวด้วย

## ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะนี้เป็นไปตามการดำเนินงานและให้ข้อมูลเชิงปฏิบัติที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

### จัดตั้งโปรแกรมการฝึกอบรมที่ครอบคลุม

**การดำเนินการ:** พัฒนาโมดูลการฝึกอบรมที่มุ่งเน้นการจัดการการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์, การประกันคุณภาพน้ำ และระบบการติดตามย้อนกลับ

**กลยุทธ์:** ใช้การสาธิตแบบปฏิบัติ, การฝึกอบรมในแปลงเกษตร, และเครื่องมือการเรียนรู้ออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความจำและการเรียนรู้ ร่วมมือกับบริการขยายงานด้านการเกษตรและมหาวิทยาลัยเพื่อขยายการฝึกอบรม

### เพิ่มการเข้าถึงการรับรอง GAP

**การดำเนินการ:** ทำให้กระบวนการรับรองง่ายขึ้นและให้การสนับสนุนทางการเงินผ่านการสนับสนุนเงินอุดหนุนหรือเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ

**กลยุทธ์:** ร่วมมือกับสถาบันการเงินและหน่วยงานของรัฐเพื่อพัฒนารูปแบบการสนับสนุนทางการเงินที่เหมาะสมกับเกษตรกร สร้างคู่มือที่มีขั้นตอนชัดเจนเพื่อลดอุปสรรคทางการบริหาร

### สร้างความสามารถในหมู่เจ้าหน้าที่ขยายงานและผู้ฝึกอบรม

**การดำเนินการ:** ให้การฝึกอบรมพิเศษแก่เจ้าหน้าที่ขยายงานเพื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยอาหารและ GAP อย่างมีประสิทธิภาพ

**กลยุทธ์:** จัดตั้งโปรแกรมการฝึกอบรมเพื่อการฝึกอบรมผู้ฝึกอบรมขยายงานเข้าถึงการเรียนรู้ ใช้แพลตฟอร์มออนไลน์และมีสื่อเพื่อให้การเรียนรู้ต่อเนื่อง

## ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานทางการเกษตร

**การดำเนินการ:** พัฒนาระบบน้ำสะอาด, สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขอนามัย และโซลูชันการจัดเก็บที่ดีขึ้น

**กลยุทธ์:** ใช้ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการระดมทุนการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ให้ทุนขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนโครงการในระดับท้องถิ่น

## พัฒนาแทรกแซงที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มที่เปราะบาง

**การดำเนินการ:** ใช้สื่อที่เข้าใจง่ายและวิธีการที่มีพื้นฐานจากชุมชนเพื่อสนับสนุนเกษตรกรผู้สูงอายุและผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำ

**กลยุทธ์:** สร้างคู่มือภาพ, สื่อเสียง, และกลุ่มสนับสนุนเพื่อนเพื่ออำนวยความสะดวกในการถ่ายทอดความรู้ ดึงผู้นำท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการนำไปใช้

## เสริมสร้างกรอบระเบียบและกลไกการตรวจสอบ

**การดำเนินการ:** เสริมสร้างการบังคับใช้ GAP และ GMP ผ่านการตรวจสอบเป็นประจำและการให้รางวัลการปฏิบัติตาม

**กลยุทธ์:** พัฒนาเครื่องมือการรายงานดิจิทัลเพื่อการตรวจสอบแบบเรียลไทม์ จัดตั้งระบบการตรวจสอบที่ใช้ความเสี่ยงในการมุ่งเน้นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง

## ส่งเสริมระบบการรับรองการรับประกันแบบมีส่วนร่วม (PGS)

**การดำเนินการ:** สนับสนุนให้เกษตรกรนำกระบวนการรับรองที่ได้รับการทบทวนจากเพื่อนมาใช้เป็นทางเลือกที่มีต้นทุนต่ำ

**กลยุทธ์:** ฝึกอบรมสหกรณ์เกษตรกรเกี่ยวกับหลักการ PGS และให้ทรัพยากรในการตั้งระบบการติดตามตรวจสอบด้วยตนเอง

## จัดแคมเปญสร้างการรับรู้ในสาธารณะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง GAP

**การดำเนินการ:** ให้ความรู้แก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับประโยชน์ของอาหารที่ได้รับการรับรอง GAP เพื่อเพิ่มความต้องการ

**กลยุทธ์:** ใช้สื่อสังคมออนไลน์, ตลาดท้องถิ่น, และกิจกรรมในชุมชนเพื่อกระจายการรับรู้ ร่วมมือกับผู้ค้าปลีกเพื่อเน้นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง GAP

## สร้างระบบการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

**การดำเนินการ:** ใช้การติดตามความปลอดภัยของอาหารและผลลัพธ์โดยอิงจากข้อมูล

**กลยุทธ์:** พัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลัก (KPIs) และใช้แผงแดชบอร์ดดิจิทัลในการประเมินความคืบหน้า ดำเนินการประเมินผลเป็นระยะเพื่อปรับปรุงการแทรกแซง

การดำเนินการตามกลยุทธ์เหล่านี้จะช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยของอาหาร ปรับปรุงความยืดหยุ่นทางการเกษตร และส่งเสริมการนำแนวทางปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) มาใช้ในวงกว้าง การใช้แนวทางที่ประสานงานระหว่างการฝึกอบรม การลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน การบังคับใช้กฎระเบียบ และการสร้างการรับรู้ของผู้บริโภคจะช่วยให้มั่นใจได้ถึงความยั่งยืนและผลกระทบในระยะยาว

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Bacs, M., Yüksel, M., & Çavucsoğlu, T. (2007). Difficulties and barriers to the implementing of HACCP and food safety systems in food businesses in Turkey. *Food Control*, 18(2), 124–130.
- (2) Buzby, J. C., & Roberts, T. (2009). The economics of enteric infections: human foodborne disease costs. *Gastroenterology*, 136(6), 1851–1862.
- (3) Forsythe, S. (2012). *Food hygiene, microbiology and HACCP*. Springer Science & Business Media.
- (4) Grace, D. (2015a). Food safety in developing countries: an overview.
- (5) Grace, D. (2015b). Food safety in low and middle-income countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(9), 10490–10507.
- (6) Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Gandotra, G., & Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2), 358–368.
- (7) Mendis, E., & Rajapakse, N. (2009). *GMP AND HACCP*. The Ceylon Chamber of Commerce.
- (8) Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2023). Understanding the relevance of quality management in agro-food product industry: From ethical considerations to assuring food hygiene quality safety standards and its associated processes. *Food Reviews International*, 39(4), 1879–1952.
- (9) Owusu-Apenten, R., & Vieira, E. (2022). Food safety management, GMP & HACCP. In *Elementary food science* (pp. 217–236). Springer.
- (10) Powell, D. A., Jacob, C. J., & Chapman, B. J. (2011). Enhancing food safety culture to reduce rates of foodborne illness. *Food Control*, 22(6), 817–822.

## 4.2 กรณีศึกษา 12: การใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมดิจิทัลเพื่อยกระดับความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร: ข้อมูลเชิงลึกจากอุตสาหกรรมส่งออกทุเรียนของประเทศไทย

Vichelle Roaring-Arunsuwannakorn

Food Safety and Quality Specialist, TA9916, GMS Sustainable Agriculture and Food Security

### บทคัดย่อ

กรณีศึกษานี้ศึกษาบทบาทของนวัตกรรมดิจิทัลในการปรับปรุงการจัดการความปลอดภัยและคุณภาพของอาหารในภาคการส่งออกทุเรียนของประเทศไทย โดยประเมินการริเริ่มในด้านการติดตามแหล่งที่มาภายในโครงการเกษตรและความมั่นคงด้านอาหารที่ยั่งยืนในกลุ่มประเทศแม่น้ำโขง (Greater Mekong Subregion Sustainable Agriculture and Food Security Program; GMS SASRP) ซึ่งเน้นการบูรณาการมาตรฐาน GS1, RFID และระบบการติดตามแหล่งที่มาที่ใช้รหัส QR เพื่อปรับปรุงความโปร่งใสในห่วงโซ่อุปทาน เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้สามารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) และส่งเสริมการค้าข้ามพรมแดนอย่างราบรื่น การสาธิตโครงการนำร่องการติดตามแหล่งที่มาของทุเรียนจากประเทศไทยไปยังจีน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของความร่วมมือระหว่างสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA) ของประเทศไทย GS1 ประเทศจีน และภาคเอกชนในการแก้ไขปัญหาความปลอดภัยของอาหาร ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของแนวทางด้านดิจิทัลในการส่งเสริมการเกษตรทำทันสภาพภูมิอากาศโดยการลดความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศและเสริมสร้างความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทานเพื่อตอบสนองต่อฝนตกที่ไม่สม่ำเสมอและอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น

### ที่มาและความสำคัญ

#### บริบททางภูมิศาสตร์และเศรษฐกิจสังคม

ประเทศไทยซึ่งมักถูกเรียกว่า "เมืองหลวงของทุเรียนโลก" เป็นผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก โดยสาธารณรัฐประชาชนจีน (People's Republic of China; PRC) เป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ ด้วยภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศ ดินที่อุดมสมบูรณ์ และพันธุ์ทุเรียนที่ยอดเยี่ยม โดยเฉพาะพันธุ์หมอนทอง ทำให้ประเทศไทยกลายเป็นผู้ผลิตทุเรียนที่มีอิทธิพลในระดับโลก จังหวัดทางภาคใต้ เช่น จันทบุรีและชุมพร ถือเป็นศูนย์กลางการผลิตที่สำคัญ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกทุเรียนคุณภาพสูง (Burapha University Durian Value Chain Baseline Study, 2023)

การปลูกทุเรียนมีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย โดยให้รายได้ที่สำคัญแก่ชุมชนในชนบท อุตสาหกรรมนี้ประกอบด้วยเกษตรกรรายย่อยเป็นหลัก แต่การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนในโรงบรรจุภัณฑ์ การแปรรูป และการส่งออกได้เติบโตขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นจากจีน อย่างไรก็ตาม การแตกแยกของห่วงโซ่อุปทานและกลไกการติดตามแหล่งที่มาที่มีความอ่อนแอ ซึ่งจำกัดประสิทธิภาพของตลาด การปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอาหาร และความโปร่งใส นอกจากนี้ ปัญหาการขนส่งระยะไกลและการจัดเก็บยังเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการรักษามาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร

#### ความท้าทายทางสภาพภูมิอากาศและความเปราะบางของห่วงโซ่อุปทาน

อุตสาหกรรมทุเรียนของไทยกำลังเผชิญกับความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อการผลิตและความมั่นคงของห่วงโซ่อุปทาน ปัญหาหลักที่เกิดขึ้น ได้แก่:

- **รูปแบบฝนที่ไม่แน่นอน:** ฝนที่ไม่สามารถทำนายได้มีผลต่อการออกดอกและการพัฒนาของผลทุเรียน ทำให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ
- **อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น:** อุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการเจริญเติบโต ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลทุเรียน และเพิ่มความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว
- **การเสื่อมสภาพของดิน:** การทำเกษตรกรรมที่เข้มข้นส่งผลให้สารอาหารในดินหมดไป ซึ่งมีผลต่อความยั่งยืนในระยะยาว
- **ภัยแล้งที่ยาวนาน:** การขาดแคลนน้ำสามารถลดผลผลิตทุเรียนและเพิ่มความเสียหายจากศัตรูพืชและโรค

นอกจากความเสี่ยงทางสภาพภูมิอากาศแล้ว โครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ที่ไม่เพียงพอยังทำให้การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวอย่างสูง โลจิสติกส์ในห่วงโซ่อุปทานที่อ่อนแอมีส่วนทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหารระหว่างการขนส่ง ซึ่งเพิ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดคุณภาพของทุเรียนที่ส่งออก (NSTDA Cross-Border Traceability Report, 2023) ปัญหาเหล่านี้ทำให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการนำการเกษตรที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศ การนวัตกรรมในห่วงโซ่อุปทาน และระบบการติดตามแหล่งที่มาที่มีประสิทธิภาพมาใช้เพื่อเสริมสร้างความยืดหยุ่นและความสามารถในการแข่งขันในตลาด

## เหตุผล

กรณีศึกษานี้กล่าวถึงสามเสาหลักของแนวปฏิบัติเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA): การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน การเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG)

## การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน

ระบบการติดตามแหล่งที่มาแบบดิจิทัล เช่น มาตรฐาน GS1 Electronic Product Code Information Service (EPCIS) ป้าย RFID และรหัส QR ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานและการปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยปรับปรุงการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตั้งแต่แปลงปลูกจนถึงการส่งออก ลดการสูญเสียจากการบริหารจัดการผิดพลาดและการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนด (TA 9916 Joint Technical Report, 2024) เอกสารมาตรฐานช่วยลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ปรับปรุงการจัดการ และรับประกันคุณภาพที่สม่ำเสมอสำหรับตลาดพรีเมียม ซึ่งนำไปสู่การลดขยะและเพิ่มผลผลิต ทำให้เกษตรกรและผู้ส่งออกสามารถตอบสนองต่อข้อกำหนดระดับนานาชาติที่เข้มงวดได้ ในขณะเดียวกันก็ได้รับผลตอบแทนที่ดีขึ้น (Burapha University Durian Value Chain Baseline Study, 2024)

## การเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

การค้าทุเรียนเผชิญกับความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ฝนที่ไม่แน่นอน อุณหภูมิที่สูงขึ้น และเหตุการณ์สภาพอากาศที่รุนแรง เครื่องมือดิจิทัลเช่น RFID และรหัส QR สามารถช่วยให้การติดตามอุณหภูมิและความชื้นในระหว่างการขนส่งเป็นไปแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยรับรองสภาพที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพ การติดตามข้อมูลแบบตามเวลาจริง (และการติดตามลักษณะข้อมูลที่ยั่งยืน) สามารถช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจัดการกับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศได้ ลดการเน่าเสียและเสริมสร้างความยืดหยุ่นในห่วงโซ่อุปทาน การปฏิบัติตามมาตรฐานการนำเข้าของ PRC ก็ได้รับการสนับสนุนผ่านการจัดการและการติดตามที่ดีขึ้น

## การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

โครงการนำร่องช่วยปรับปรุงโลจิสติกส์ ลดความซ้ำซ้อนและความล่าช้าในขณะที่ลดการพึ่งพาเอกสารทางกายภาพผ่านเอกสารดิจิทัล เช่น ระบบ e-phyto (ADB GMS CASP II Strategic Program, 2011) การจัดการที่มีประสิทธิภาพและการขนส่งที่เพิ่มขึ้นมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงาน ขยะ และการปล่อยก๊าซ การรับประกันการปฏิเสธและการเน่าเสียที่น้อยลงช่วยลดการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ ปุ๋ย และพลังงาน ที่จะสูญเสียไปกับผลิตภัณฑ์ที่อาจถูกทิ้ง

โครงการนี้แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของนวัตกรรมดิจิทัลในการบรรลุเป้าหมายของแนวทางเกษตรเท่าทันภูมิอากาศโดยการเพิ่มผลผลิต เสริมสร้างความยืดหยุ่น และลดการปล่อยก๊าซ โครงการนี้เป็นแบบอย่างที่สามารถนำไปใช้ซ้ำได้สำหรับพืชพรรณที่มีมูลค่าสูงและภูมิภาคอื่นๆ ในกลุ่มประเทศแม่น้ำโขง (GMS) และเน้นย้ำบทบาทของการเปลี่ยนแปลงดิจิทัลในการส่งเสริมแนวปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืน

### วิธีการที่เสนอ

การสาธิตโครงการข้ามพรมแดนระหว่างประเทศไทยและจีนภายใต้โครงการ GMS SASRP ที่ได้รับทุนจากความช่วยเหลือทางเทคนิค ADB 9916 ได้แนะนำแนวปฏิบัติที่เท่าทันภูมิอากาศและเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร รวมถึงการเข้าถึงตลาด แนวทางเหล่านี้ช่วยแก้ไขปัญหาหลักในห่วงโซ่อุปทานการเกษตรและแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการร่วมมือระหว่างเกษตรกร ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคเอกชน หน่วยงานรัฐบาล และพันธมิตรด้านการพัฒนา นวัตกรรมดิจิทัลและความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่แสดงในโครงการนำร่องนี้เสนอโมเดลที่สามารถนำไปใช้ซ้ำได้เพื่อขยายแนวปฏิบัติที่คล้ายคลึงกันในกลุ่มประเทศแม่น้ำโขง (GMS) โดยการแก้ไขปัญหาในด้านการติดตามแหล่งที่มา การปฏิบัติตามข้อกำหนด และโลจิสติกส์ โครงการนี้ได้เสริมสร้างระบบความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร ในขณะที่ส่งเสริมการบูรณาการในระดับภูมิภาคและการเข้าถึงตลาด ความพยายามเหล่านี้เน้นย้ำถึงศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลในการสร้างระบบการเกษตรที่ยั่งยืนและทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ

### แนวปฏิบัติที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศและเทคโนโลยีดิจิทัลที่นำไปใช้

โครงการนำร่องใช้เครื่องมือการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานและการปฏิบัติตามมาตรฐานการส่งออก โซลูชันเหล่านี้มีความสำคัญในการรับรองความโปร่งใสและลดความเสี่ยงในด้านการค้าข้ามพรมแดน:

#### เทคโนโลยี RFID และ QR Code

ป้าย RFID (Radio-Frequency Identification) และรหัส QR ถูกนำมาใช้ในห่วงโซ่อุปทานเพื่อติดตามทุเรียนจากสวนถึงปลายทางในจีน เทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยให้สามารถตรวจสอบการขนส่งแบบตามเวลาจริง ลดความเสี่ยงจากการเน่าเสียและการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการขนส่ง เกษตรกร โรงบรรจุภัณฑ์ และผู้ส่งออกสามารถรับรองการติดตามแหล่งที่มาได้ตั้งแต่ต้นจนถึงปลายทาง ในขณะที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในเรื่องความโปร่งใส (NSTDA Cross-Border Traceability Report, 2023) (รูปที่ 32 และรูปที่ 33)

#### มาตรฐาน GS1 EPCIS

บริการข้อมูลรหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ (EPCIS) ของ GS1 ทำหน้าที่เป็นกระดูกสันหลังสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากประเทศไทยและสาธารณรัฐประชาชนจีน (PRC) การนำมาตรฐานระดับโลกเหล่านี้ไปใช้ช่วยให้ปฏิบัติตาม



ข้อกำหนดการนำเข้าของ PRC และรับรองการส่งออกทุเรียนที่ตรงตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร ความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบยังช่วยเสริมสร้างความโปร่งใสในห่วงโซ่อุปทานและสร้างความไว้วางใจ ระหว่างผู้ส่งออกและผู้นำเข้าจาก PRC (รายงานร่วมทางเทคนิค TA 9916, 2024)

### การติดตามแบบตามเวลาจริง (Realtime) ด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล

เครื่องบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นถูกใช้ในระหว่างการขนส่งเพื่อติดตามสภาพแวดล้อมและรักษาความสดของผลิตภัณฑ์ นวัตกรรมนี้ได้ตอบโจทย์ความกังวลด้านคุณภาพที่ผู้นำเข้าจีนยกขึ้นมากล่าวและช่วยให้ทุเรียนไปถึงปลายทางในสภาพที่ดีที่สุด การรวมการติดตามแบบตามเวลาจริง ช่วยลดความเสี่ยงจากการเน่าเสียและความล่าช้า เพิ่มความน่าเชื่อถือของห่วงโซ่อุปทาน (การศึกษาห่วงโซ่คุณค่าทุเรียน มหาวิทยาลัยบูรพา, 2024)

### ระบบการบันทึกข้อมูลดิจิทัล

เกษตรกรและโรงบรรจุภัณฑ์ได้รับการฝึกอบรมให้ใช้ระบบดิจิทัลในการบันทึกการปฏิบัติทางการเกษตร สต็อกสินค้า และการขนส่ง ระบบเหล่านี้ช่วยปรับปรุงการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP และทำให้กระบวนการเอกสารการส่งออกมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดความไม่สะดวกในการบริหารงานและเสริมความพร้อมสำหรับการค้าระหว่างประเทศ

### ความเกี่ยวข้องกับบริบทในภูมิภาคที่มีพื้นที่สูง

ภูมิภาคเช่น จันทบุรี ประเทศไทย ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นภูเขาและระบบการเกษตรที่แยกเป็นแปลงขนาดเล็ก เผชิญกับปัญหา ด้านโลจิสติกส์ในการรับรองคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ ระบบการติดตามแหล่งที่มาที่นำไปใช้ในโครงการนำร่องช่วย แก้ไขปัญหาเหล่านี้โดยการรวมข้อมูลที่หลากหลายในห่วงโซ่อุปทาน การติดตามดิจิทัลช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถระบุ และจัดการกับความไร้ประสิทธิภาพได้ตามเวลาจริง รับรองว่าทุเรียนสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานการส่งออกได้แม้จะมี ข้อจำกัดด้านโลจิสติกส์ การบูรณาการเทคโนโลยีที่เท่าทันภูมิภาคในบริบทของพื้นที่สูงยังช่วยสนับสนุนแนวทางการเกษตรที่ยั่งยืน ทำให้เกษตรกรในภูมิภาคเหล่านี้สามารถเข้าถึงตลาดส่งออกที่มีมูลค่าสูง

### บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

เกษตรกรมีหน้าที่ในการปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP และนำแนวปฏิบัติการติดตามแหล่งที่มาไปใช้ ซึ่งเป็นจุดที่มีปัญหาที่ใหญ่ที่สุดในการนำร่อง เนื่องจากมีการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานและสภาพเดิมที่มีอยู่

ภาคเอกชน รวมถึงโรงบรรจุภัณฑ์และผู้ส่งออก มีบทบาทสำคัญในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ โรงบรรจุภัณฑ์ได้ร่วมมือกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NSTDA), GS1 Thailand และ GS1 China เพื่อปรับมาตรฐานระดับโลกให้เข้ากับบริบทท้องถิ่น การทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดกับผู้นำเข้าจากสาธารณรัฐประชาชนจีน (PRC) เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อ รับรองการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพของอาหาร ภาคเอกชนยังลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน (NSTDA Cross-Border Traceability Report, 2023)

การสนับสนุนจากรัฐบาลมีความสำคัญในการทำให้สอดคล้องกับนโยบายและกระตุ้นการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย NSTDA ทำหน้าที่เป็นพันธมิตรในการดำเนินการทางเทคนิคและครอบคลุมค่าใช้จ่ายครึ่งหนึ่งจากการดำเนินการนำร่อง (ในรูปแบบของการบริจาคทรัพย์สิน) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของไทยและกระทรวงเกษตรและกิจการชนบท (MARA) ได้

อำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกันข้ามพรมแดน ความสำเร็จของโครงการนำร่องขึ้นอยู่กับ การสนับสนุนจากรัฐบาลอย่างแข็งแกร่ง เนื่องจากรัฐบาลมีบทบาทสำคัญในการบูรณาการมาตรฐานการติดตามแหล่งที่มาในระดับโลกกับระบบของประเทศ เพื่อให้มั่นใจในความสอดคล้องกับระเบียบข้อบังคับและอำนวยความสะดวกในการค้าข้ามพรมแดนกับ PRC (TA 9916 Joint Technical Report, 2024)

พันธมิตรด้านการพัฒนา เช่น ที่ปรึกษาจาก TA 9916 ที่ดำเนินการภายใต้ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank; ADB) ได้ให้ความเชี่ยวชาญทางเทคนิค ร่วมกับพันธมิตรด้านการพัฒนาอื่นๆ เช่น สถาบันแม่น้ำโขง (Mekong Institute) และ GIZ องค์กรเหล่านี้ช่วยให้การดำเนินงานสอดคล้องกับเป้าหมายระดับภูมิภาค รวมถึงกลยุทธ์ Siem Reap การมีส่วนร่วมของพวกเขา มีความสำคัญในการเติมเต็มช่องว่างในความสามารถทางสถาบัน ส่งเสริมนโยบายการประสานงาน และสนับสนุนการขยายตัวของโซลูชันการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลในกลุ่มประเทศแม่น้ำโขง (GMS)

องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร (NGOs) และการมีส่วนร่วมของชุมชน องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร เช่น นวัตกรรมทุเรียน และสหกรณ์ทุเรียนท้องถิ่น (Durio Innovation and local Durian Cooperatives) ได้อำนวยความสะดวกในการมีส่วนร่วมจากรานรอกและสนับสนุนเกษตรกรในการทำความเข้าใจกลไกของโครงการนำร่อง พวกเขาช่วยสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการติดตามแหล่งที่มาและนวัตกรรมดิจิทัล

### รูปที่ 32: การมีส่วนร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน



รูปที่ 33: สามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ได้ผ่านแอป



รูปที่ 34: รหัส QR บนรถบรรทุกช่วยให้สามารถตรวจสอบได้แบบเรียลไทม์ระหว่างการขนส่ง



## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

โครงการนำร่องนี้ได้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าในการปรับปรุงความปลอดภัยของอาหาร, คุณภาพ, และการเข้าถึงตลาด พร้อมกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในการดำเนินการนวัตกรรมดิจิทัล โครงการนี้ได้แสดงศักยภาพของระบบการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลในการเสริมสร้างความปลอดภัยของอาหาร, การเข้าถึงตลาด, และความยั่งยืน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ช่องว่างด้านความรู้, ความแตกต่างของข้อกำหนด, และข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน จะเป็นสิ่งสำคัญในการขยายโมเดลนี้ไปยังห่วงโซ่คุณค่าอื่น ๆ ในกลุ่มประเทศแม่น้ำโขง (GMS)

## ความยืดหยุ่น

ระบบนี้ช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทานโดยการลดความเสี่ยงผ่านการติดตามสภาพแวดล้อมแบบเรียลไทม์ เช่น อุณหภูมิและความชื้น การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลช่วยลดผลกระทบจากการเน่าเสียระหว่างการขนส่ง ทำให้มั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอและสามารถส่งมอบไปยังตลาด PRC เกษตรกรสามารถปรับตัวต่อความแปรปรวนทางสภาพอากาศได้ดีขึ้น โดยการจัดการความเสี่ยงต่าง ๆ เช่น ฝนที่ตกนอกฤดูกาลและอุณหภูมิที่สูง (รายงานร่วมทางเทคนิค TA 9916, 2024)

## ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

การลดการส่งสินค้าที่ถูกปฏิเสธและการสูญเสียอาหารจากการเน่าเสีย โครงการนำร่องนี้ส่งเสริมความยั่งยืน โลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพช่วยลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายด้านความยั่งยืนของประเทศไทย การปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP ยังสามารถส่งเสริมการใช้แนวปฏิบัติทางการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ลดลงและการจัดการดินที่ดียิ่งขึ้น

## ความท้าทายและอุปสรรค

การต่อต้านการนำเครื่องมือดิจิทัลมาใช้ในช่วงแรกและความเชี่ยวชาญทางเทคนิคที่จำกัดในหมู่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทำให้การดำเนินการล่าช้า ข้อกำหนดที่ไม่สอดคล้องและอุปสรรคทางกฎระเบียบระหว่างประเทศไทยและ PRC ยังเป็นสาเหตุให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการ

## ข้อเสนอแนะ

โครงการนำร่องนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่สำคัญในการขยายโซลูชันการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลในภูมิภาค GMS ข้อเสนอแนะต่อไปนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขปัญหาหลัก ๆ เช่น ช่องว่างด้านความรู้, ความแตกต่างของข้อกำหนด, และข้อจำกัดด้านความสามารถ เพื่อขยายผลกระทบด้านความปลอดภัยของอาหาร, คุณภาพ, และการเข้าถึงตลาด พร้อมกับการส่งเสริมการบูรณาการในภูมิภาคและความยั่งยืน:

## การขยายระบบการติดตามแหล่งที่มา

ความสำเร็จของโครงการนำร่องที่เรียนรู้ได้สร้างพื้นฐานที่แข็งแกร่งสำหรับการขยายระบบการติดตามแหล่งที่มาไปยังสินค้าเกษตรที่มีมูลค่าสูงอื่น ๆ (เช่น มะม่วง สับปะรด ทุเรียน) และพื้นที่ทางภูมิศาสตร์อื่น ๆ การเพิ่มการยอมรับและการแก้ไขช่องว่างด้านความรู้จะต้องดำเนินการตามมาตรการดังนี้:

**คุณสมบัติที่มุ่งสู่ผู้บริโภค** - บูรณาการ QR โค้ดที่เชื่อมโยงกับข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยืนยัน รวมถึงแหล่งที่มา, ใบรับรองคุณภาพ (เช่น GAP, GMP, HACCP), และแนวปฏิบัติด้านความยั่งยืน ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่นของผู้บริโภค ทำให้มีความต้องการในสินค้าส่งออกจาก GMS เพิ่มขึ้น

**การบูรณาการข้อมูลแบบเรียลไทม์** - เสริมสร้างการเชื่อมโยงข้อมูลจากฟาร์มสู่ตลาดโดยการบูรณาการ RFID บล็อกเชน และแพลตฟอร์มคลาวด์เพื่อการแชร์ข้อมูลที่ราบรื่นในห่วงโซ่อุปทาน

**กลไกการตอบกลับจากผู้นำเข้า** - จัดตั้งกระบวนการตอบรับจากผู้นำเข้าซึ่งขับเคลื่อนโดยผู้นำเข้าเพื่อให้ผู้ซื้อและหน่วยงานกำกับดูแลจากจีนสามารถรายงานข้อกังวลแบบเรียลไทม์ ช่วยปรับปรุงการปฏิบัติตามข้อกำหนดและตอบสนองต่อตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**การรวมกลุ่มเกษตรกรรายย่อย** - จัดให้มีเครื่องมือการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลที่สามารถเข้าถึงได้และมีราคาเหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย เพื่อลดอุปสรรคในการนำไปใช้

### การปรับนโยบายให้สอดคล้องกัน

เพื่อให้การค้าข้ามพรมแดนเป็นไปอย่างราบรื่น ประเทศในกลุ่ม GMS ควรปรับมาตรฐานความปลอดภัยของอาหารและการติดตามแหล่งที่มาผ่านแพลตฟอร์มความร่วมมือ เช่น กลุ่มการทำงานด้านการเกษตร GMS (GMS WGA) และข้อตกลงการค้าในภูมิภาค ข้อเสนอแนะด้านนโยบายที่สำคัญได้แก่:

**ข้อตกลงการยอมรับร่วม (MRAs)** - จัดตั้งการยอมรับร่วมของระบบการรับรอง (เช่น GAP GMP HACCP) เพื่ออำนวยความสะดวกด้านกฎระเบียบสำหรับผู้ส่งออก

**การพัฒนามาตรฐานการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลที่เป็นเอกภาพ** - พัฒนารอบการทำงานการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลที่เป็นเอกภาพเพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลสามารถทำงานร่วมกันได้ในห่วงโซ่อุปทาน GMS

**การประสานงานด้านกฎระเบียบกับหน่วยงานกำกับดูแลของจีน** - เสริมสร้างการประสานงานด้านกฎระเบียบกับสำนักศุลกากรทั่วไปของจีน (GACC) เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงตลาดและทำให้ข้อกำหนดด้านการปฏิบัติตามกฎระเบียบเป็นเรื่องง่ายขึ้น

**สิทธิประโยชน์ด้านนโยบายสำหรับการนำระบบการติดตามแหล่งที่มาไปใช้** - รัฐบาลควรให้สิทธิประโยชน์ทางกฎระเบียบแก่ธุรกิจเกษตรที่ลงทุนในโซลูชันการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลและเกษตรกรที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศ (เช่น การเร่งกระบวนการอนุมัติการส่งออกสำหรับธุรกิจที่ปฏิบัติตาม)

### การสร้างความสามารถ

การสร้างความสามารถควรเชื่อมโยงช่องว่างด้านความรู้และทำให้มั่นใจว่าการดำเนินการระบบการติดตามแหล่งที่มามีประสิทธิภาพ มาตรการต่อไปนี้จะได้รับการดำเนินการ:

**การฝึกอบรมเกษตรกรเกี่ยวกับเครื่องมือดิจิทัล** - จัดให้มีโปรแกรมการฝึกอบรมสำหรับเกษตรกรรายย่อยเกี่ยวกับการใช้ QR โค้ด, แอปพลิเคชันมือถือ, และระบบการบันทึกข้อมูลฟาร์มเพื่อเพิ่มอัตราการนำเครื่องมือดิจิทัลไปใช้

**การพัฒนาความสามารถของผู้ส่งออกและหน่วยงานกำกับดูแล** - จัดทำการสัมมนาภูมิภาคเพื่อเพิ่มความเข้าใจของผู้ส่งออกเกี่ยวกับมาตรฐานการติดตามแหล่งที่มาในระดับสากลและทำให้มั่นใจว่าหน่วยงานกำกับดูแลสามารถตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อกำหนดได้

**การสนับสนุนด้านเทคนิคสำหรับ SMEs** - จัดตั้งศูนย์บ่มเพาะการติดตามแหล่งที่มาช่วยเหลือธุรกิจขนาดเล็กลงและขนาดกลาง (SMEs) ในการบูรณาการโซลูชันดิจิทัลโดยไม่มีต้นทุนที่สูงเกินไป

### การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน

การสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคเอกชนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการขยายการนำนวัตกรรมการติดตามแหล่งที่มามาใช้ มาตรการที่แนะนำได้แก่:

**สิทธิประโยชน์สำหรับการลงทุนในธุรกิจเกษตร** - รัฐบาลควรให้สิทธิประโยชน์ทางภาษี, สวัสดิการ, หรือเงินอุดหนุนแก่ผู้ส่งออก, ผู้แปรรูป, และผู้ให้บริการเทคโนโลยีที่นำระบบการติดตามแหล่งที่มาที่ใช้ที่สอดคล้องกับหลักการเกษตรกรรมที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศ (CSA)

**ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน (PPP)** - ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้ให้บริการเทคโนโลยี บริษัทขนส่ง และหน่วยงานรับรองเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาโมเดลการติดตามแหล่งที่มาดิจิทัลที่สามารถขยายได้

**การบูรณาการการค้าผ่านอีคอมเมิร์ซ** - ร่วมมือกับยักษ์ใหญ่ด้านอีคอมเมิร์ซของจีน (เช่น Tmall, JD.com) เพื่อสร้างแคมเปญการตลาดที่เชื่อมโยงกับการติดตามแหล่งที่มาเพื่อเพิ่มความแตกต่างทางการตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์จาก GMS

### ความร่วมมือในภูมิภาค

การเสริมสร้างความร่วมมือข้ามพรมแดนจะช่วยส่งเสริมการนำระบบการติดตามแหล่งที่มาใช้ในวงกว้างและทำให้มั่นใจว่าปฏิบัติตามข้อกำหนดของตลาดที่เปลี่ยนแปลงไป สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ ได้แก่:

**การปรับการติดตามแหล่งที่มาของ GMS-PRC** - มีส่วนร่วมกับผู้นำเข้าจีน ผู้ค้าปลีก และหน่วยงานกำกับดูแลเพื่อประสานข้อกำหนดการติดตามแหล่งที่มาที่เข้ากับโปรโตคอลการนำเข้าของจีน

**ความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนา (R&D)** - จัดตั้งโปรแกรมการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับมหาวิทยาลัยและสถาบันการเกษตรในภูมิภาคเพื่อพัฒนาเครื่องมือการติดตามแหล่งที่มาที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์

**แพลตฟอร์มการค้าดิจิทัลในภูมิภาค** - ขยายการเข้าร่วมในแพลตฟอร์มการส่งเสริมการค้าดิจิทัลภายใต้โครงการของ ASEAN และ APEC เพื่อเสริมสร้างการบูรณาการการค้าทั่วทั้ง GMS

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Asian Development Bank (ADB). (2011). Core Agriculture Support Program (CASP II): Strategic Framework and Action Plan for Promoting Green Growth, Food Safety, and Inclusive Agriculture Value Chains 2011–2015. Manila, Philippines: ADB.

- (2) Asian Development Bank (ADB). (2024). TA 9916 Joint Technical Report on Cross-Border Traceability Demonstration for GAP Certified Durians: Thailand-PRC. Manila, Philippines: ADB. Unpublished.
- (3) Burapha University. (2024). Durian Value Chain and Baseline Study. Chanthaburi, Thailand: Burapha University. Unpublished.
- (4) National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (2023). Cross-Border Traceability Report: GAP Certified Durian from Thailand to PRC. Bangkok, Thailand: NSTDA. Unpublished.
- (5) Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). Good Agricultural Practices (GAP): A Framework for the Development of Sustainable Agricultural Practices. Rome, Italy: FAO.
- (6) Greater Mekong Subregion Economic Cooperation Program. (2013). Siem Reap Strategy for Food Safety in the GMS. Siem Reap, Cambodia: GMS Secretariat.
- (7) Greater Mekong Subregion Economic Cooperation Program. (2020). Annual Progress Report on CASP II Implementation: Promoting Green Growth and Inclusive Value Chains. Bangkok, Thailand: GMS Secretariat.

### 4.3 กรณีศึกษา 13: โซลูชันดิจิทัลที่ใช้ได้จริงสำหรับเกษตรกรรายย่อย: การเชื่อมโยงการจัดการฟาร์ม ตั้งแต่การปลูกจนถึงหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการติดตามและความยั่งยืนที่ดียิ่งขึ้น

Rassarin Chinnachodteeranun <sup>a</sup> and Kiyoshi Honda <sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> ListenField Inc.

<sup>b</sup> Department of Astronautics and Aeronautics, Chubu University

<sup>c</sup> Asian Institute of Technology

#### บทคัดย่อ

เกษตรกรในพื้นที่สูงของจังหวัดน่าน ประเทศไทย กำลังเปลี่ยนจากการปลูกข้าวโพดเชิงเดี่ยวไปสู่การปลูกพืชที่มีอายุยาวนานหลายปีในแบบอินทรีย์ เพื่อรับมือกับต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพของดิน และความเสี่ยงจากสภาพอากาศ กรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแนวทางแก้ปัญหาด้วยดิจิทัล รวมถึงแพลตฟอร์ม FarmAI ที่บูรณาการในการเสริมสร้างการจัดการแปลงเกษตร การติดตามผล และความยั่งยืน โดยการติดตั้งระบบลงใน 34 แปลงของเกษตรกร โครงการนี้ได้ให้เครื่องมือในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของดินการจัดการพืช และการเชื่อมโยงการผลิตกับผู้ปลายทางผ่าน QR โค้ดที่เชื่อมต่อกับระบบการติดตาม การใช้โดรน เครื่องสแกน Near Infrared (NIR) และระบบข้อมูลแบบเวลาจริงช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร ปรับปรุงธาตุอาหารของดิน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โครงการยังช่วยให้เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามมาตรฐานการรับรองเกษตรอินทรีย์ ซึ่งเปิดโอกาสในการเข้าถึงตลาดระดับพรีเมียมสำหรับน้ำมันหอมระเหย แม้จะมีอุปสรรคเช่น การรับรู้ที่จำกัด ช่องว่างด้านโครงสร้างพื้นฐาน และข้อจำกัดทางนโยบาย แต่โครงการนี้ยังเน้นย้ำถึงศักยภาพของเทคโนโลยีดิจิทัลในการเปลี่ยนแปลงการเกษตรในพื้นที่สูง โดยนำเสนอรูปแบบที่สามารถขยายได้สำหรับการทำเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในภูมิภาคที่คล้ายกัน

#### ที่มาและความสำคัญ

ในขณะที่เกษตรกรมักปรับตัวกับความไม่แน่นอนในอดีต การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกำลังสร้างความท้าทายที่รุนแรงและถี่ขึ้น การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ความแห้งแล้งที่ยาวนาน และความแปรปรวนของภูมิอากาศจุลภาคอีกมากมาย ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา จังหวัดน่านประสบกับอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและลักษณะฝนที่ตกไม่ค่อยคาดเดา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้เกิดความเครียดจากพืชเพิ่มขึ้น และเป็นภัยคุกคามต่อผลผลิตและการดำรงชีวิตของเกษตรกร

การใช้วิธีการเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเกินควร โดยเฉพาะผ่านการผลิตข้าวโพดเชิงเดี่ยว ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของดินอย่างรุนแรงและผลผลิตลดลงในจังหวัดน่าน อัตราส่วนรายได้ต่อหนี้สินของครัวเรือนเกษตรกรคาดว่าจะถึง 0.89 ในปี พ.ศ. 2575 ซึ่งจะก่อให้เกิดความกดดันทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่เพิ่มขึ้นในภูมิภาค

พืชอายุหลายปี เช่น ตะไคร้ ต้องการแรงงานและการไถนน้อยลง ซึ่งอาจช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของดิน การสกัดน้ำมันจากตะไคร้ยังช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เสริม น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ในจังหวัดน่านขายในราคาที่สูงกว่าผักสด โดยตะไคร้สดขายในราคา กิโลกรัมละ 5 ถึง 10 บาท ขณะที่น้ำมันหอมระเหยอาจขายได้ถึง กิโลกรัมละ 5,000 บาท



ผลิตภัณฑ์อินทรีย์ที่ได้รับการรับรองจะช่วยให้เข้าถึงตลาดพรีเมียมที่มีราคาสูงและมีความต้องการจากผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ซึ่งอาจเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร การรับรองยังช่วยส่งเสริมความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมในระยะยาวผ่านการปรับปรุง ความสมบูรณ์ของดิน การอนุรักษ์น้ำ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

แม้จะมีโอกาสเหล่านี้ เกษตรกรในจังหวัดน่านยังเผชิญกับความท้าทายในการนำเอาการทำเกษตรแบบอินทรีย์มาใช้ รวมถึงการเข้าถึงเครื่องมือสำหรับการเก็บบันทึกและข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อการปฏิบัติตามมาตรฐาน การบันทึกด้วยมือและขาดข้อมูลตามเวลาจริง ทำให้ประสิทธิภาพและการติดตามผลลดลง

ความร่วมมือระหว่างผู้ซื้อ บริการขยายผล และหน่วยงานรับรองเป็นสิ่งสำคัญในการเอาชนะอุปสรรคเหล่านี้ การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการแปลงเกษตรและการติดตามห่วงโซ่อุปทานจะช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถสนับสนุนระบบการเกษตรที่ยั่งยืนและเป็นธรรมในพื้นที่สูง

## เหตุผล

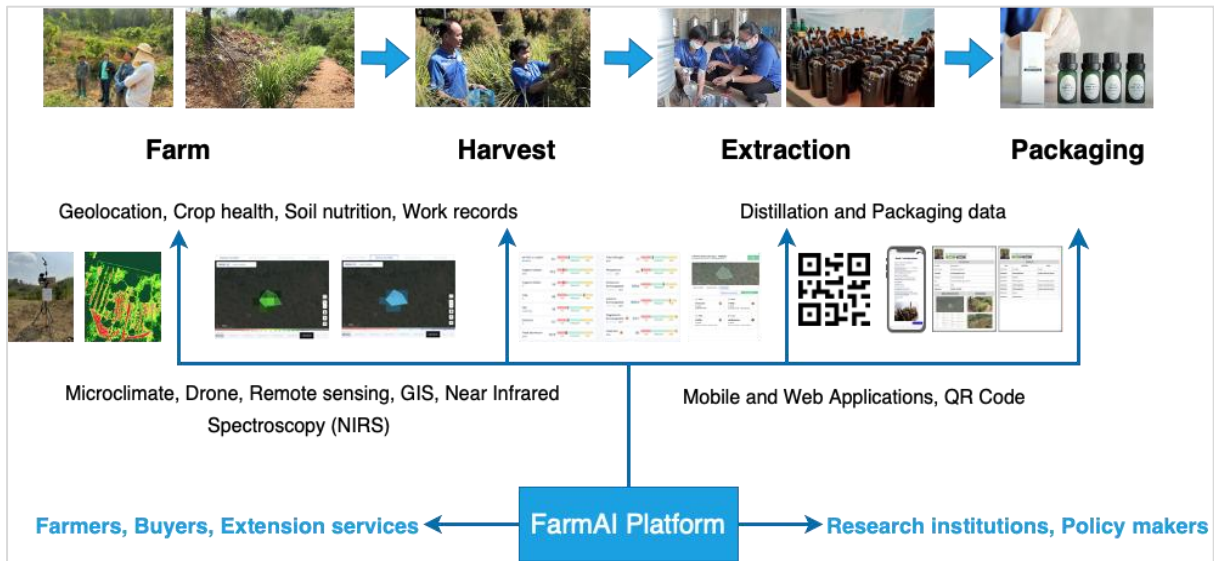
เทคโนโลยีดิจิทัลนำเสนอโอกาสที่สำคัญในการพัฒนาการจัดการฟาร์ม โดยเฉพาะสำหรับเกษตรกรในพื้นที่สูง พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถในการติดตามตลอดห่วงโซ่อุปทาน การใช้สมาร์ตโฟน การสำรวจระยะไกล อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (IoT), คลาวด์คอมพิวติง และเครื่องมือดิจิทัลอื่น ๆ เป็นตัวช่วยสำคัญในการจัดอุปสรรคในการนำระบบการติดตามไปใช้สำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ ในพื้นที่สูง ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถบันทึกการปฏิบัติตามการจัดการแปลงเกษตรได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความโปร่งใสนี้ทำให้มั่นใจได้ว่ามีการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเติบโต ลดต้นทุนการผลิต และปรับปรุงประสิทธิภาพและการปฏิบัติตามข้อกำหนด สำหรับผู้ให้บริการขยายผลและสถาบันวิจัย ข้อมูลระดับฟาร์มที่แม่นยำช่วยสนับสนุนการขยายการเข้าถึงและการมีส่วนร่วมที่มากขึ้นกับเกษตรกรผ่านคำแนะนำและบริการที่เหมาะสม สำหรับผู้ซื้อและหน่วยงานการรับรอง ผลิตภัณฑ์จากเกษตรกรที่โปร่งใสและสามารถตรวจสอบได้ช่วยให้มั่นใจได้ว่าการปฏิบัติตามมาตรฐานคุณภาพ และสำหรับรัฐบาลและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคการพัฒนาอื่น ๆ สามารถใช้ข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมและนโยบายที่มีพื้นฐานจากหลักฐานเพื่อปรับปรุงการให้บริการสาธารณะและส่งเสริมระบบเกษตรกรรมพื้นที่สูงที่เท่าเทียมและมีความยืดหยุ่น

## วิธีการที่เสนอ

### การดิจิทัลระบบห่วงโซ่อุปทานการผลิตน้ำมันหอมระเหย

โครงการนี้ได้แสดงให้เห็นถึงระบบในการบันทึกการผลิตน้ำมันหอมระเหยที่เชื่อมโยงกับระบบการจัดการฟาร์ม (FarmAI) เพื่อให้สามารถติดตามแหล่งที่มาของวัตถุดิบได้อย่างแม่นยำ ส่งเสริมความโปร่งใสอย่างเต็มที่ (รูปที่ 35)

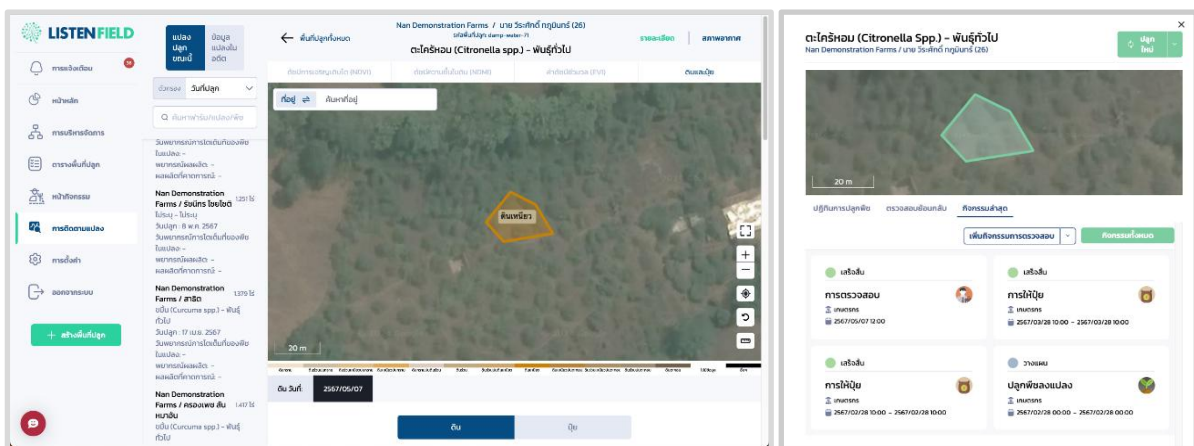
รูปที่ 35: การใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อปรับปรุงการดำเนินงานของแปลงเกษตรและการกลั่นให้ชัดเจน



ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- (1) เกษตรกร: บันทึกการปฏิบัติการจัดการแปลงเกษตรผ่านแอปพลิเคชันมือถือ
- (2) หน่วยงานขยายผลหรือส่งเสริมการเกษตรท้องถิ่น: เข้าถึงแผงหน้าปัดข้อมูลบนเว็บเพื่อให้คำแนะนำด้านการเกษตรแก่เกษตรกร
- (3) ผู้ให้บริการเทคโนโลยี (ListenField): ให้บริการและฝึกอบรมผู้ใช้เกี่ยวกับแพลตฟอร์มดิจิทัล (FarmAI)
- (4) ผู้ซื้อ หน่วยงานรับรอง: ประเมินความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่แพลตฟอร์มดิจิทัล (FarmAI) ให้มา

รูปที่ 36: แปลงเกษตรและกิจกรรมการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกตะไคร้หอม



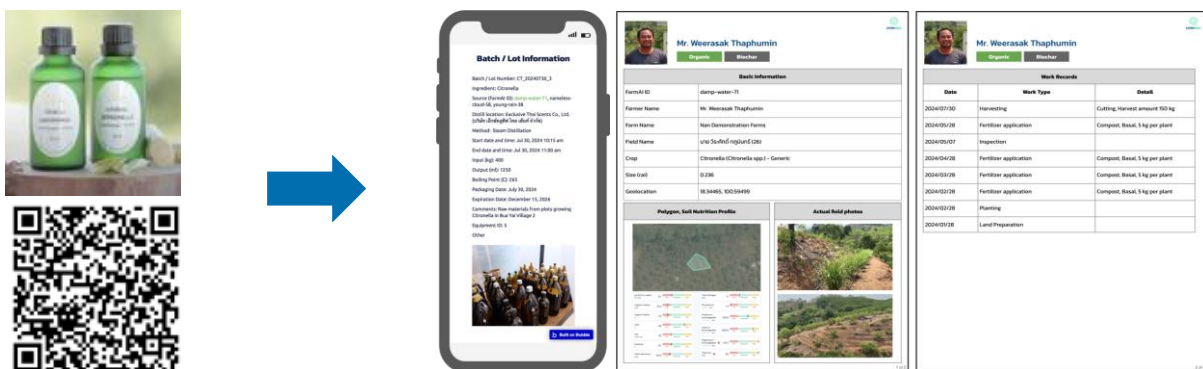
## ข้อมูลดิจิทัลในระดับแปลงเกษตร

รายละเอียดของของแปลงเกษตรแต่ละแห่ง เช่น พื้นที่แปลงเกษตร พันธุ์พืช วันที่ปลูก และการปฏิบัติการจัดการ รวมถึงสารอาหารของดิน ได้รับการทำให้เป็นข้อมูลดิจิทัล โดยเป็นข้อมูลเกี่ยวกับที่มาของน้ำมันหอมระเหย ใครเป็นผู้ปลูก และสภาพที่ใช้ในการปลูกและเก็บเกี่ยว (รูปที่ 36) เกษตรกรจำนวน 34 คนจาก 37 คนในกลุ่มเกษตรกรได้ลงทะเบียนข้อมูลของตนแล้ว โดยจะมีการติดตามเพื่อการรับรองอินทรีย์และความปลอดภัยในอนาคต

## QR Codes for Packaging

การสร้าง QR โค้ดที่เชื่อมโยงกับข้อมูลของแต่ละชุดการผลิตและผู้ปลูกต้นทาง ช่วยให้เกษตรกรสามารถสื่อสารวิธีการของตนไปยังผู้บริโภคโดยตรง สร้างความเชื่อมั่น (รูปที่ 37) ในอนาคต กลุ่มเกษตรกรอาจพิจารณาการใช้ QR โค้ดที่สอดคล้องกับมาตรฐาน GS1 ซึ่งเป็นมาตรฐานระดับโลกสำหรับการจัดเก็บและแบ่งปันข้อมูลผลิตภัณฑ์

### รูปที่ 37: มุมมองของลูกค้า รายงานเกี่ยวกับชุดเฉพาะ (ขวา) เชื่อมโยงวัตถุดิบกับแปลงเกษตรที่ปลูกเฉพาะ (ซ้าย) ทั้งสองเชื่อมโยงกันด้วยรหัสของแปลงเกษตร



## การพัฒนาศักยภาพ

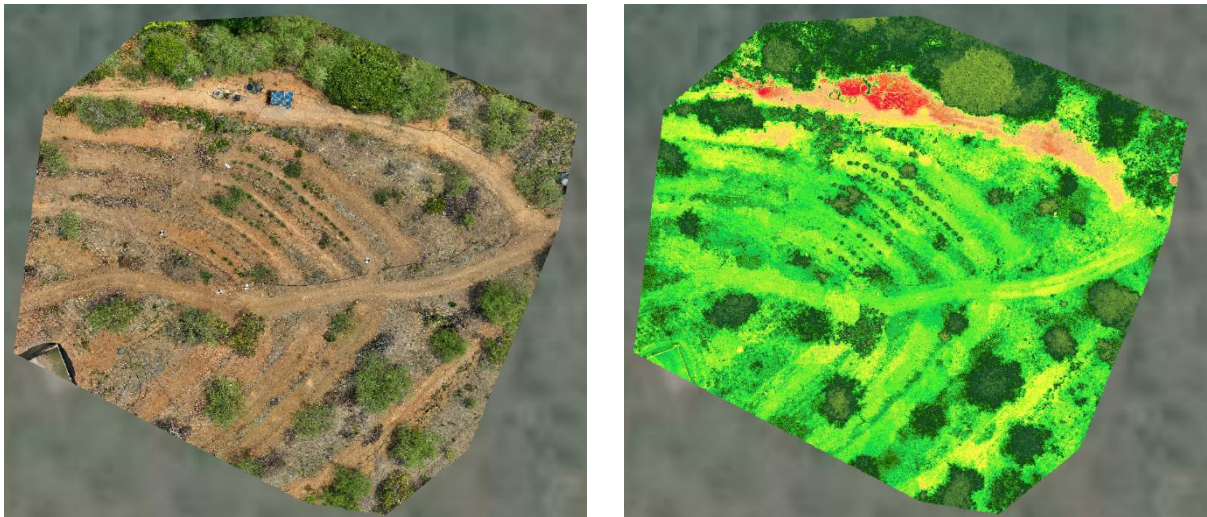
ระหว่างวันที่ 8-9 พฤษภาคม 2567 บริษัท ListenField จำกัด ได้จัดการสาธิตต่าง ๆ ที่ตำบลบัวใหญ่ เพื่อเพิ่มการเปิดรับของชุมชนเกษตรกรต่อเทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำต่าง ๆ ได้แก่ การใช้โดรนในการตรวจสอบสุขภาพพืช เทคนิคการวิเคราะห์สารอาหารของดินทั้งแบบดั้งเดิมและทันสมัย (ห้องปฏิบัติการ ชุดทดสอบพื้นฐาน ระบบ Near-Infrared) และแพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการแปลงเกษตรและการติดตามผล

การสาธิตครั้งนี้เน้นให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยีการเกษตรแม่นยำล่าสุดที่สามารถสนับสนุนการพยายามติดตามผลและการทำเกษตรฟื้นฟูในระดับใหญ่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของเกษตรกร นอกจากนี้ยังเน้นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ล่าสุดที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในพลศาสตร์ของดิน เป้าหมายคือทำให้ความรู้แก่เกษตรกรและช่วยให้พวกเขาสำรวจการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ในกิจกรรมเกษตรกรรมของตน

## การใช้โดรนในการตรวจสอบสุขภาพพืช

ListenField ร่วมมือกับ Kubota Research and Development Asia (KRDA) ได้สาธิตการใช้โดรนแบบมัลติสเปกตรัมแก่เกษตรกร (รูปที่ 38) โดยให้ข้อมูลแก่เกษตรกรเกี่ยวกับการใช้โดรนในการตรวจสอบความเครียดของพืชตั้งแต่ระยะแรกและการประเมินสารอาหารในดินและพืช ซึ่งช่วยให้สามารถใช้ปุ๋ยและน้ำได้อย่างเหมาะสม

**รูปที่ 38: ภาพถ่ายจากโดรน ดำเนินการโดย ListenField ด้วยความร่วมมือกับ Kubota Research and Development Asia (KRDA)**



### เทคนิคการวิเคราะห์โภชนาการดินแบบดั้งเดิมและทันสมัย

ListenField ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการยอมรับในด้านการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน ได้สาธิตทั้งวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินแบบดั้งเดิมและวิธีการที่ทันสมัยแก่เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร (รูปที่ 39) วิธีการดั้งเดิมรวมถึงการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และชุดทดสอบดินพื้นฐานที่จัดเตรียมโดยกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department; LDD) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่คุ้นเคยแต่สำคัญสำหรับการประเมินความสมบูรณ์ของดิน

**รูปที่ 39: การสาธิตการประเมินคุณค่าธาตุอาหารในดินแบบดั้งเดิมและแบบสมัยใหม่แก่เกษตรกร**



ListenField ยังได้แนะนำอุปกรณ์พกพาแบบมือถือที่ใช้ Near Infrared (NIR) สำหรับการวิเคราะห์ดินในสถานที่ อุปกรณ์นี้สามารถวัดระดับสารอาหารในดิน (เช่น ไนโตรเจน) ได้ภายในเวลาไม่กี่นาที ซึ่งช่วยให้เกษตรกรได้รับข้อมูลตามเวลาจริง และสามารถตัดสินใจได้ดีขึ้นเพื่อปรับปรุงธาตุอาหารของดินและผลผลิต การแนะนำอุปกรณ์ทดสอบดินที่รวดเร็วนี้สอดคล้องกับ

ความพยายามอย่างต่อเนื่องของหน่วยงานส่งเสริมการเกษตรในการสนับสนุนเกษตรกรในพื้นที่สูงให้สามารถปรับปรุงผลผลิตพืชและความยั่งยืน

### แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการฟาร์มและการติดตามผล

หลังจากการฝึกอบรมเบื้องต้นเกี่ยวกับแพลตฟอร์มดิจิทัลในเดือนเมษายน พ.ศ. 2566 การฝึกอบรมเพิ่มเติมได้จัดขึ้นในวันที่ 8-9 พฤษภาคม พ.ศ.2567 ที่ศูนย์ชุมชน เพื่อให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับการจัดการฟาร์มและการติดตามผล โดยมีเกษตรกร 12 คน เจ้าหน้าที่จากโรงงานแปรรูป (การกลั่น) 2 คน และเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร 3 คนเข้าร่วม การสัมภาษณ์กับตัวแทนจากองค์กรผู้ซื้อ 2 คนได้ทำผ่าน LINE เพื่อรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแพลตฟอร์มดิจิทัล (รูปที่ 40 และรูปที่ 41)

**รูปที่ 40: อบรมการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการทำฟาร์มแบบดิจิทัล**



**รูปที่ 41: อบรมเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรประจำเขตเกี่ยวกับหน้าปัดแดชบอร์ดเว็บสำหรับการติดตามข้อมูลเกษตรกร**



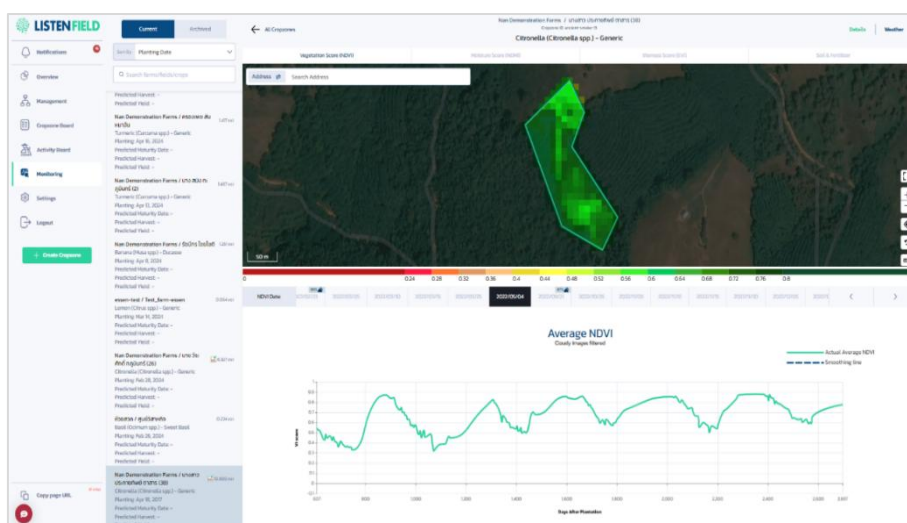
## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

อุปกรณ์วัดธาตุอาหารในดินด้วย Near-Infrared (NIR) แบบพกพาอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการปรับปรุงความละเอียดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาในการเก็บข้อมูลดินในพื้นที่สูง เทคโนโลยี NIR มีความง่ายในการใช้งาน พกพาสะดวก และมีต้นทุนที่คุ้มค่า ซึ่งเป็นทางเลือกที่มีประโยชน์ในการทำแผนที่ดินและปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินในภูมิภาคที่สูง แตกต่างจากวิธีดั้งเดิม เทคโนโลยี NIR ต้องการเพียงตัวอย่างที่แห้งในอากาศและบดเท่านั้น ซึ่งช่วยลดความจำเป็นในการใช้ทักษะทางเทคนิคเฉพาะในการเตรียมตัวอย่าง ทำให้เทคโนโลยีนี้เข้าถึงได้ง่ายขึ้นสำหรับชุมชนท้องถิ่น แม้ว่าการวัดแต่ละรายการอาจไม่แม่นยำเท่าการวัดวิธีดั้งเดิม แต่การเก็บข้อมูลที่ถี่ขึ้นช่วยให้การติดตามผลอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้นได้ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับปรุงการปฏิบัติของตนได้ทันเวลา ช่วยลดการใช้ปุ๋ยมากเกินไปและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

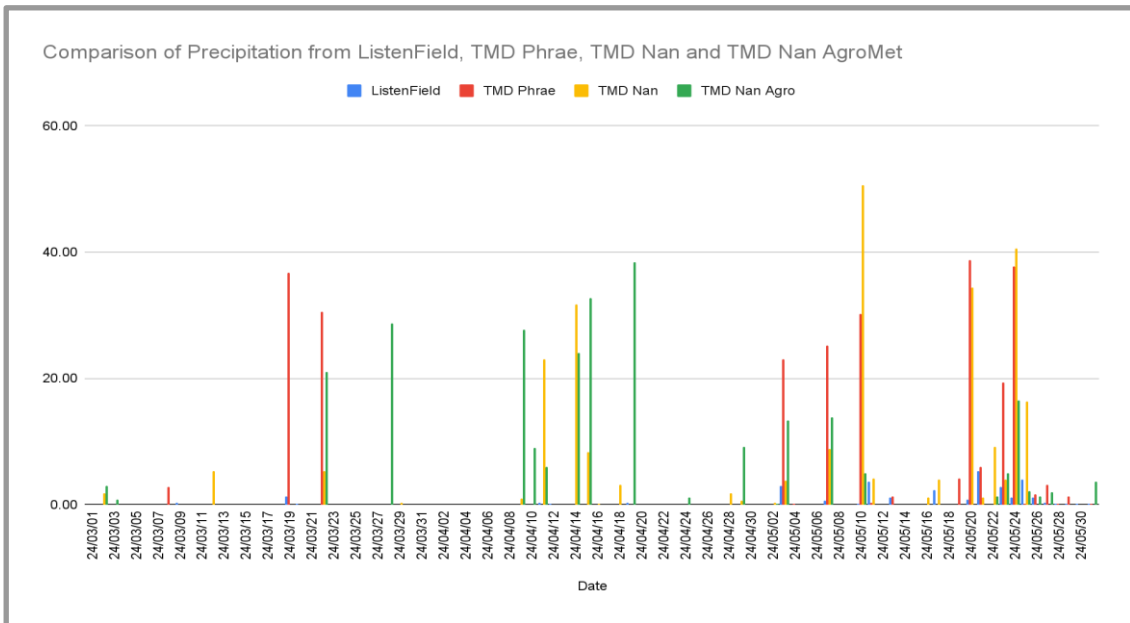
ดาวเทียมเป็นเครื่องมือที่สะดวกในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของพืช การถ่ายภาพด้วยโดรนสามารถเปิดเผยปรากฏการณ์ที่มองไม่เห็นจากภาพถ่ายจากดาวเทียม เช่น ความแปรปรวนของความสมบูรณ์ของพืชในแปลงเกษตร อย่างไรก็ตาม แผลงเกษตรในพื้นที่สูงมักมีขนาดเล็กและกระจายอยู่ ทำให้การสำรวจด้วยโดรนมีต้นทุนที่สูงเนื่องจากระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่และช่วงการทำงานที่จำกัด ดาวเทียมสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขึ้นในภาพเดียวและสามารถประมวลผลข้อมูลโดยอัตโนมัติให้กับนักเกษตรในราคาประมาณครึ่งหนึ่ง (ผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์เช่น FarmAI) ดาวเทียมยังช่วยให้ทีมสำรวจสามารถปรับการใช้ทรัพยากรให้เหมาะสม โดยการส่งบุคลากรไปยังพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงตามความจำเป็น (รูปที่ 42)

ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศจุลภาค (Microclimate station data) อาจเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยการดำเนินงานแปลงเกษตรให้มีประสิทธิภาพ ข้อมูลฝนที่แตกต่างกันอย่างมากระหว่างสถานีในท้องถิ่นและสถานีในภูมิภาค (ดูรูปที่ 43) แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการมีข้อมูลสภาพอากาศที่ถูกต้องและเฉพาะเจาะจงสำหรับพื้นที่ การเปรียบเทียบเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา (Thai Meteorological Department; TMD) มักไม่สามารถสะท้อนรูปแบบฝนที่แท้จริงได้อย่างแม่นยำ การลงทุนในเครื่องมือวัดสภาพอากาศเพื่อให้สามารถจับข้อมูลสภาพอากาศในท้องถิ่นได้ดีขึ้นจึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมอย่างยิ่ง ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลในการเลือกเวลาปลูกหรือเก็บเกี่ยวได้ดียิ่งขึ้น

**รูปที่ 42: ข้อมูลภาพดาวเทียมสามารถรวบรวมได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเดินทางไปที่สนาม ซึ่งจะแตกต่างกับโดรน**



รูปที่ 43: มีการบันทึกปริมาณน้ำฝนรายวันตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม 2567 ข้อมูลจากสถานี TMD ระบุว่าปริมาณน้ำฝนที่รายงานเกินจริง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อตัดสินใจ จำเป็นต้องมีการอ่านค่าสภาพภูมิอากาศย่อยที่แม่นยำ



### ข้อเสนอแนะ

ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อการพัฒนาต่อเนื่องและการสร้างความไว้วางใจ

- ตั้งแต่เริ่มโครงการจนถึงการเสร็จสิ้น ควรระบุและมีส่วนร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สำคัญ เช่น เกษตรกร หน่วยงานขยายผลในระดับอำเภอ และผู้ซื้อ
- สร้างช่องทางการสื่อสารที่เปิดเผยมืออำนวยการแบ่งปันความรู้และความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- จัดประชุมและการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอเพื่อรวบรวมข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อกังวล และรักษาความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่ง

รับประกันการดำเนินโครงการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีเวลาพอสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการใช้เทคโนโลยีและเห็นประโยชน์ของมันอย่างเต็มที่

- หาทุนสนับสนุนทางการเงินเพื่อรักษาโครงการในระยะเวลาที่ยาวนานพอที่จะให้ชุมชนได้สัมผัสและได้รับประโยชน์จากเทคโนโลยีที่นำมาใช้เต็มที่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเห็นผลลัพธ์ที่จับต้องได้และสามารถบูรณาการการแก้ปัญหาเหล่านี้เข้ากับการดำเนินงานของพวกเขา
- ใช้กรอบการติดตามและประเมินผลที่เข้มแข็งเพื่อรวบรวมข้อมูลและวัดผลกระทบของโครงการ ซึ่งจะช่วยให้ติดตามความคืบหน้า ประเมินผลลัพธ์ และรับรองว่าแนวทางดังกล่าว ยังคงตอบสนองความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

ส่งเสริมระบบนิเวศที่ร่วมมือและมีนวัตกรรม

- สร้างระบบนิเวศที่สนับสนุนการทำงานร่วมกันและนวัตกรรมระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- พัฒนาร่วมมือทางยุทธศาสตร์กับองค์กรท้องถิ่น องค์กรไม่แสวงหากำไร (NGO) และสถาบันวิจัย เพื่อใช้ความเชี่ยวชาญและทรัพยากรที่มี ซึ่งช่วยขยายขอบเขตและเพิ่มผลกระทบ พร้อมทั้งให้การสนับสนุนเพิ่มเติมสำหรับการพัฒนาชุมชน

### ระบุและเสริมพลังให้กับผู้นำท้องถิ่นที่สามารถเป็นผู้นำในการส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนและเทคโนโลยีใหม่ๆ และขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงในชุมชนของพวกเขา

- จัดโปรแกรมพัฒนาผู้นำที่มุ่งเน้นเพื่อเสริมทักษะและความรู้ของผู้นำในชุมชน ซึ่งจะช่วยให้พวกเขามีความพร้อมที่จะนำการริเริ่มต่างๆ และรักษาผลกระทบของโครงการให้ยั่งยืน
- สร้างวัฒนธรรมการเป็นผู้นำโดยส่งเสริมให้ผู้นำทำหน้าที่เป็นแบบอย่างในการพัฒนาที่ยั่งยืน การสนับสนุนและตัวอย่างของพวกเขาจะช่วยกระตุ้นให้ผู้อื่นในชุมชนยอมรับและส่งเสริมการปฏิบัติที่ยั่งยืน ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จในระยะยาวและการขยายผล

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Honda, K., & Chinnachodteeranun, R. (2021). Climate change in Nan. <https://drive.google.com/file/d/1NH-83B6DEBnMxL6vYvbogKy0eJPQT8x6/view?usp=sharing>
- (2) Sadok, W., & Jagadish, S. K. (2020). The hidden costs of nighttime warming on yields. *Trends in Plant Science*, 25(7), 644-651. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2020.02.003>
- (3) SmartNetZero. (2023, September 20). Organic agriculture action plan 2023-2027 (Thailand)\_Supply Chain\_Policy | Smart net-zero. <https://net.fft.org.tw/smartnetzero/news.php?act=view&id=165>
- (4) The Nation. (2024, September 7). Healthy eating trend boosts Thai organic market; Consumers pay 10-20% more. *The Nation*. <https://www.nationthailand.com/health-wellness/40041248>
- (5) Benefits of organic certification. (n.d.). Agricultural Marketing Service. <https://www.ams.usda.gov/services/organic-certification/benefits>
- (6) Geiger, R., Aron, R. H., & Todhunter, P. (2003). *The Climate Near the Ground*. Rowman & Littlefield Publishers.
- (7) Whiteman, C. D. (2000). *Mountain Meteorology: Fundamentals and Applications*. Oxford University Press.
- (8) Daly, C., Neilson, R. P., & Phillips, D. L. (1994). A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain. *Journal of Applied Meteorology*, 33(2), 140-158.
- (9) Barry, R. G. (2008). *Mountain Weather and Climate*. Cambridge University Press.
- (10) Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2024). 2024 Agriculture Budget Planned – Farmers’ Annual Incomes to Increase at Least 10 percent. Office of Agricultural Affairs, Royal Thai Embassy, Washington DC. <https://www.opsmoac.go.th/dceng-news-files-451891791086>



## 4.4 กรณีศึกษา 14: การเพิ่มความสามารถในการติดตามและความถูกต้องของสัมผัสนวัตกรรมผ่านเทคโนโลยีบล็อกเชน, เนปาล

Mr. Saurav Dhakal

Story Cycle, Nepal

### บทคัดย่อ

กรณีศึกษานี้สำรวจการบูรณาการเทคโนโลยีบล็อกเชนและซอฟต์แวร์ KARESA เพื่อเพิ่มความสามารถในการติดตาม และการสร้างแบรนด์สำหรับสัมผัสนวัตกรรม (Junar) โครงการนี้ได้จัดการกับความท้าทายที่สำคัญ เช่น ความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว และความไม่มีประสิทธิภาพในตลาด โดยการร่วมมือกับ Green Growth (Green Growth มุ่งเน้นกลยุทธ์ T.E.A. ในการขับเคลื่อนความยั่งยืนและการเสริมพลังชุมชนผ่านการบูรณาการความพยายามในด้านการท่องเที่ยว, พลังงาน, และเกษตรกรรม โดยแต่ละพื้นที่ที่มุ่งเน้นทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาทั่วโลกในขณะที่ยังคงสร้างผลกระทบในระดับท้องถิ่น) และสหกรณ์ท้องถิ่น จึงได้มีการสร้างห่วงโซ่อุปทานที่โปร่งใส ซึ่งช่วยให้ผู้บริโภคสามารถตรวจสอบแหล่งที่มาคุณภาพ และการเดินทางของสัมผัสนวัตกรรม QR โครงการยังคำนวณระยะเวลาทางอาหารและรอยเท้าคาร์บอนเพื่อสนับสนุนเป้าหมายความยั่งยืน เกษตรกรได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงตลาดที่ดีขึ้น รายได้ที่สูงขึ้น และการลดของเสีย ขณะที่ผู้บริโภคได้รับความมั่นใจในความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ โครงการนี้เน้นบทบาทของการมีส่วนร่วมจากหลายฝ่าย รวมถึงเกษตรกร ภาคเอกชน สหกรณ์ และหน่วยงานรัฐบาล ในการส่งเสริมการเกษตรที่มีความฉลาดทางภูมิอากาศ บทเรียนที่ได้จากโครงการนำร่องนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการขยายไปยังพืชผลที่มีมูลค่าสูงและภูมิภาคอื่นๆ ในเนปาล ซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและการเติบโตทางเศรษฐกิจในพื้นที่ภูเขา

### ที่มาและความสำคัญ

#### บริบททางภูมิศาสตร์

สินธุลี (Sindhuli) ตั้งอยู่ในที่ราบสูงเขตร้อนของเนปาล เป็นที่รู้จักดีในด้านสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการปลูกสัมผัสนวัตกรรม พื้นที่นี้มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 168 ถึง 2797 เมตร ซึ่งให้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสัมผัสนวัตกรรมคุณภาพสูง ซึ่งเป็นพันธุ์ท้องถิ่น การผลิตสัมผัสนวัตกรรมในเขตนี้มีส่วนสำคัญในการผลิตสัมผัสนวัตกรรมของประเทศ โดยสินธุลีผลิตสัมผัสนวัตกรรมได้ถึง 8,881 ตันเมตริกในปี 2022/23

แม้จะมีศักยภาพสูง แต่พื้นที่นี้ยังเผชิญกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ เช่น การกัดเซาะดิน, ฝนที่ไม่แน่นอน, และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยเหล่านี้ผสมผสานกับวิธีการเกษตรที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเสี่ยงต่อความยั่งยืนในระยะยาวของการปลูกสัมผัสนวัตกรรม

## รูปที่ 44: ส้มหวานที่ปลูกในพื้นที่สินธุลี



### บริบททางสังคม-เศรษฐกิจ

การปลูกส้มเป็นอาชีพที่สำคัญสำหรับเกษตรกรรายย่อยในสินธุลี ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มรายได้ครัวเรือนและ GDP การเกษตรของเนปาลอย่างมาก อย่างไรก็ตาม ปัญหาระบบต่างๆ เช่น การปลอมปนสินค้า ซึ่งสัมพันธ์กับพื้นที่อื่นๆ ถูกนำมาขายในชื่อส้มสินธุลี ทำให้ความเชื่อมั่นของผู้บริโภคลดลงและความสามารถในการทำกำไรของเกษตรกรลดลง นอกจากนี้ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่ดี เช่น การเก็บรักษาและการขนส่งที่ไม่เพียงพอ ยังทำให้เกษตรกรประสบกับการขาดทุนทางเศรษฐกิจ

### ปัญหาสภาพภูมิอากาศ

ระบบการเกษตรในพื้นที่สูงของสินธุลีเปราะบางต่อความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้งที่ยาวนาน สภาพอากาศสุดขั้ว และความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ลดลง ความท้าทายเหล่านี้เน้นย้ำถึงความเร่งด่วนในการนำวิธีการเกษตรเท่าทันสภาพภูมิอากาศและนวัตกรรมทางการตลาดมาใช้ เพื่อประกันความยืดหยุ่นและผลผลิตของการปลูกส้ม

### เหตุผล

โครงการนี้สอดคล้องกับสามเสาหลักของเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA):

- (1) **การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืน:** การบูรณาการระบบการติดตามที่ใช้บล็อกเชนร่วมกับการฝึกอบรมในเทคนิคการเกษตรแม่นยำ ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตและลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรได้รับเครื่องมือเพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้พร้อมกับรักษาคุณภาพของผลผลิต

- (2) **การเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ:** การนำวิธีการเกษตรที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ เช่น การทำปุ๋ยอินทรีย์ วิธีการชลประทานที่ดีขึ้น และการปลูกพันธุ์ที่ทนทานต่อภัยแล้ง มาใช้ได้เสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวของระบบการเกษตรในสินธุ์
- (3) **การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก:** การปรับปรุงโลจิสติกส์และลดระยะทางการขนส่งอาหารได้ช่วยลดรอยเท้าคาร์บอนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอย่างมาก การใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น ซอฟต์แวร์ KARESA ยังส่งเสริมการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งเพิ่มความยั่งยืนให้มากยิ่งขึ้น

### วิธีการที่เสนอ

การปฏิบัติและเทคโนโลยีที่ฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้:

- (1) **บล็อกเชนและรหัส QR:** ซอฟต์แวร์ KARESA ได้นำระบบการติดตามที่ใช้บล็อกเชนมาใช้ โดยให้ผู้บริโภคสามารถสแกนรหัส QR บนบรรจุภัณฑ์สั้มนเพื่อตรวจสอบแหล่งที่มา วันที่เก็บเกี่ยว และการเดินทางของสินค้าผ่านห่วงโซ่อุปทาน ระบบนี้ช่วยให้มั่นใจในความถูกต้องของผลิตภัณฑ์ ลดการปลอมปนสินค้า และสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค
- (2) **การติดตามระยะทางการขนส่งอาหารและรอยเท้าคาร์บอน:** โครงการได้บูรณาการการติดตามระยะทางการขนส่งอาหารและรอยเท้าคาร์บอนเข้าสู่ห่วงโซ่อุปทาน โดยการวิเคราะห์เส้นทางการขนส่งและวิธีการผลิต ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้ระบุพื้นที่ที่สามารถลดการปล่อยก๊าซและเพิ่มประสิทธิภาพโลจิสติกส์
- (3) **การทำปุ๋ยอินทรีย์:** เกษตรกรได้นำเทคนิคการทำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้เพื่อปรับปรุงสุขภาพของดิน ลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมี และเพิ่มความยั่งยืนในการปฏิบัติทางการเกษตร
- (4) **การฝึกอบรมเกษตรกร:** การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน การปฏิบัติที่ยั่งยืน และกลยุทธ์การสร้างแบรนด์ การอบรมเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเติมเต็มช่องว่างความรู้และพัฒนาความสามารถทางเทคนิคของเกษตรกร

### รูปที่ 45: การจัดอบรมเพื่อให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน แนวปฏิบัติที่ยั่งยืน และกลยุทธ์การสร้างแบรนด์



## บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- (1) **เกษตรกร:** เกษตรกรในโครงการนำร่องจากสหกรณ์ชิซาปานิและตั้งคั้นยามมีส่วนร่วมอย่างแข็งขัน โดยการบันทึกข้อมูลการผลิต การนำรหัส QR มาใช้ และการมีส่วนร่วมกับกลไกตลาดใหม่
- (2) **ภาคเอกชน:** Green Growth ได้อำนวยความสะดวกในการตลาดและการกระจายสินค้า โดยเชื่อมโยงเกษตรกรกับผู้บริโภคในเมืองโดยตรง
- (3) **สหกรณ์:** สหกรณ์ท้องถิ่นได้ให้การสนับสนุนด้านโลจิสติกส์ เพื่อให้การดำเนินการและการเคลื่อนไหวของเกษตรกรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- (4) **รัฐบาล:** PMAMP Junar Super Zone ได้ให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคและการเงิน โดยสอดคล้องกับเป้าหมายทางการเกษตรของประเทศ

## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

- (1) **การเพิ่มผลผลิต:** เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการรายงานว่าได้รับรายได้เพิ่มขึ้น 20% จากการเข้าถึงตลาดที่ดีขึ้นและการลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนและ KARESA ช่วยให้เกษตรกรสามารถตั้งราคาที่สูงขึ้นสำหรับสินค้าที่แท้จริง
- (2) **ความเชื่อมั่นของผู้บริโภค:** โครงการได้บันทึกการสแกนรหัส QR มากกว่า 3,000 ครั้ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสนใจที่แข็งแกร่งของผู้บริโภคในด้านการติดตามและความถูกต้อง ความโปร่งใสช่วยเสริมสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคและมีส่วนช่วยในการประสบความสำเร็จในการสร้างแบรนด์ของสินค้า
- (3) **ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม:** การบูรณาการการติดตามระยะทางการขนส่งอาหารและรอยเท้าคาร์บอนช่วยลดการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการกระจายสินค้า การทำปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยเพิ่มสุขภาพของดินและลดการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม

## ความท้าทาย

- (1) **โครงสร้างพื้นฐาน:** การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่จำกัดในพื้นที่ห่างไกลเป็นอุปสรรคในการนำบล็อกเชนมาใช้
- (2) **อุปสรรคทางเทคนิค:** เกษตรกรบางรายพบความยากลำบากในการใช้ KARESA เนื่องจากระดับความรู้การอ่านเขียนที่ต่ำและความไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือดิจิทัล
- (3) **ข้อจำกัดในการขยายโครงการ:** การขยายโครงการต้องการการลงทุนจำนวนมากในโครงสร้างพื้นฐานและการฝึกอบรมเกษตรกร

## ข้อเสนอแนะ

- (1) การขยายการนำแนวปฏิบัติเกษตรทำทันภูมิอากาศ(CSA) มาใช้
  - ขยายระบบการติดตามไปยังพืชผลที่มีมูลค่าสูงอื่น ๆ เช่น แอปเปิลและกาแฟ เพื่อเพิ่มความโปร่งใสและความสามารถในการแข่งขันของตลาดในห่วงโซ่อุปทานการเกษตรของเนปาล
  - ส่งเสริมสหกรณ์ในระดับภูมิภาคเพื่อสร้างการกระทำร่วมกันและการแบ่งปันทรัพยากรระหว่างเกษตรกร
- (2) การมีส่วนร่วมของนโยบายและภาคเอกชน
  - ส่งเสริมการให้เงินอุดหนุนจากรัฐบาลเพื่อสนับสนุนการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนและเครื่องมือดิจิทัลอื่นๆ มาใช้
  - พัฒนาความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนเพื่อแก้ไขปัญหาด้านโลจิสติกส์และขยายการเข้าถึงตลาด
- (3) การสร้างความตระหนักรู้แก่ผู้บริโภค

- เปิดตัวแคมเปญการตลาดที่มุ่งเป้าเพื่อให้ความรู้แก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับประโยชน์ของการติดตามและความยั่งยืน เพื่อกระตุ้นความต้องการผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นที่แท้จริง เช่น ส้มสินธุลี
- (4) การบูรณาการการรับรองและการติดตาม
- รวมระบบการติดตามกับการรับรองอินทรีย์และ GAP (Good Agricultural Practices) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และมูลค่าตลาด

#### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Financial Feasibility Analysis of Sweet Orange Production in Sindhuli, Nepal (Dhakal et al., 2023).
- (2) AgriClear Blockchain Documentation.
- (3) PMAMP Annual Report 2023.

## 5. การเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เนื้อหาส่วนนี้เน้นบทบาทสำคัญของการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถในการช่วยให้บุคคล ชุมชน และสถาบันสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและนำแนวปฏิบัติเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ (climate-smart agriculture - CSA) มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถมีความสำคัญด้วยหลายเหตุผล ประการแรก มันช่วยเพิ่มความตระหนักรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และประโยชน์ของการปรับตัวและมาตรการบรรเทาผลกระทบ ประการที่สอง ช่วยพัฒนาทักษะและความรู้ในการประเมินความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การระบุพื้นที่ที่เสี่ยง และการจัดลำดับความสำคัญของมาตรการปรับตัว นอกจากนี้ การเสริมสร้างความสามารถของเกษตรกร ชุมชน และสถาบันในการนำการปฏิบัติ CSA มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาบริบทและความต้องการท้องถิ่น การเสริมสร้างความรู้และทักษะในด้านการจัดการที่ดินที่ยั่งยืน เช่น การอนุรักษ์ดินและน้ำ การทำเกษตรป่าไม้ และการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการก็เป็นส่วนหนึ่งของการเสริมสร้างขีดความสามารถเช่นกัน สุดท้ายการเสริมสร้างความสามารถของชุมชนในการต้านทานและฟื้นฟูจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการกระทำร่วมกันและการแบ่งปันความรู้

มีหลายวิธีที่สามารถใช้ในการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถ รวมถึง:

- **โปรแกรมการฝึกอบรม:** จัดเวิร์กช็อปการฝึกอบรม สัมมนา และโรงเรียนเกษตรกรภาคสนามเพื่อเผยแพร่ความรู้และสร้างทักษะในด้านการเกษตรที่ฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศ (CSA) การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน
- **การรณรงค์ทางการศึกษาและการสร้างความตระหนัก:** การสร้างความตระหนักเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลกระทบของมัน และประโยชน์ของมาตรการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ เช่น โซเชียลมีเดีย การประชุมเชิงปฏิบัติการ และการประชุมประชาคมในชุมชน [อ้างอิง: 733, 734]
- **การแบ่งปันความรู้และการสร้างเครือข่าย:** การอำนวยความสะดวกในการแบ่งปันความรู้และการสร้างเครือข่ายระหว่างเกษตรกร, นักวิจัย, ผู้กำหนดนโยบาย, และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและการเรียนรู้
- **วิธีการที่เน้นชุมชน:** การเสริมพลังให้ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินมาตรการปรับตัว โดยใช้ประโยชน์จากความรู้และแนวปฏิบัติแบบดั้งเดิมของพวกเขา
- **การที่คำนึงถึงมิติหญิงชาย:** การทำให้แน่ใจว่าโครงการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถมีความใส่ใจในประเด็นเรื่องมิติหญิงชายและตอบสนองต่อความต้องการและลำดับความสำคัญที่เฉพาะของทั้งผู้หญิงและผู้ชาย

สถาบันต่าง ๆ เช่น หน่วยงานรัฐบาล องค์กรวิจัย และองค์กรไม่แสวงหาผลกำไร (NGOs) มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถเกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการนำเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA) มาใช้ พวกเขาทำได้โดยการจัดฝึกอบรมและสนับสนุนทางเทคนิค การแบ่งปันความรู้ และการผนวกการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้าสู่แผนและนโยบาย

สถาบันเหล่านี้จัดโปรแกรมการฝึกอบรม พัฒนาสื่อการศึกษา และให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคแก่เกษตรกรและชุมชน พวกเขาสร้างแพลตฟอร์มและเครือข่ายสำหรับการแบ่งปันความรู้และการร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นอกจากนี้ยังผนวกการพิจารณาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในนโยบายทางการเกษตร แผน และโปรแกรมเพื่อสนับสนุนความพยายามในการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ

การลงทุนในการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถสามารถนำไปสู่ผลประโยชน์มากมาย เช่น การตัดสินใจที่ดีขึ้น ความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น เกษตรกรรมที่ยั่งยืน และการเสริมพลังให้กับชุมชน ความเข้าใจที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบของมันทำให้เกษตรกร ชุมชน และสถาบันสามารถตัดสินใจได้อย่างมีข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ นอกจากนี้ ขีดความสามารถที่แข็งแกร่งในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศช่วยเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรและชุมชน ลดความเสี่ยงจากเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วและความเสี่ยงทางสภาพภูมิอากาศอื่น ๆ ความรู้และทักษะที่เพิ่มขึ้นในการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืนและแนวปฏิบัติ CSA ส่งเสริมการนำเทคนิคการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ ซึ่งช่วยสนับสนุนความยั่งยืนทางการเกษตรในระยะยาว สุดท้าย การเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถช่วยเสริมพลังให้กับชุมชนท้องถิ่นในการเป็นเจ้าของความพยายามในการปรับตัวและบรรเทาผลกระทบ ซึ่งส่งเสริมการพึ่งพาตนเองและการกระทำร่วมกัน

กรณีศึกษาที่เลือกจะถูกนำเสนอที่นี่ เพื่อสำรวจบทบาทของการเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

## 5.1 กรณีศึกษา 15: การเสริมสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชนในจังหวัดน่าน

Voravate Chonlasin

Asian Institute of Technology

### บทคัดย่อ

กรณีศึกษานี้อธิบายมุมมองแบบองค์รวมของเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ (Climate SMART Agriculture - CSA) ซึ่งถูกใช้เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการกำหนดนโยบาย การส่งเสริมการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของชุมชนเกษตรกรในพื้นที่สูงของประเทศไทย องค์กรหน่วยงานในท้องถิ่นและสถาบันในพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่สูงของจังหวัดน่านได้เรียนรู้ประสบการณ์จริงและความรู้ที่ครอบคลุมเพื่อใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่เป็น CSA ในทางปฏิบัติ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากรัฐบาล หน่วยงานการวางแผนและการดำเนินการเกษตรในจังหวัดน่านมีโอกาเปรียบเทียบการปฏิบัติในปัจจุบันเกี่ยวกับการแทรกแซงนโยบายกับแนวทาง CSA ใหม่ที่มุ่งเน้นการแก้ไขความไม่แน่นอนเกี่ยวกับผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่มีต่อการปฏิบัติทางการเกษตร แนวทาง CSA ช่วยให้หน่วยงานรัฐบาลที่รับผิดชอบในการกำหนดนโยบาย การวิจัย และการปฏิบัติในภาคสนามสามารถประสานงานการแบ่งปันข้อมูล การวางแผน และการดำเนินการนโยบายร่วมกันได้ แผนการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนต้องการชุดข้อมูลที่ครอบคลุมและการวิเคราะห์ข้ามภาคส่วนเพื่อสร้างข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับชุมชนเกษตรกรและสถาบันในการวางแผนและตัดสินใจ การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศก็ถูกนำมารวมไว้ใน CSA เพื่อบรรเทาผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับฟาร์ม โดยสรุปแล้ว แนวทาง CSA เป็นระบบที่สำคัญในการถ่ายทอดข้อมูลจากการประสานงานการวางแผนไปสู่การดำเนินการในพื้นที่จริง

แนวปฏิบัติ CSA ให้กรอบการทำงานที่เป็นระบบเพื่อเชื่อมโยงชุมชนเกษตรกรในฐานะผู้ใช้เทคโนโลยี CSA และวิธีที่ดีที่สุดในการเลือกและจัดการเทคโนโลยีเหล่านั้น แนวปฏิบัติ CSA ประกอบด้วยอุปกรณ์ดิจิทัลที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพและปริมาณของตัวแปรสภาพอากาศและความพร้อมของน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชและการจัดการแปลงเกษตร กรอบการทำงาน CSA สร้างข้อมูลสำหรับการตัดสินใจร่วมกันในระดับแปลงเกษตร ชุมชน และระดับภูมิภาค เมื่อจำเป็นก็สามารถสร้างข้อมูลและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการดิน น้ำ และสภาพภูมิอากาศ กรอบการทำงาน CSA ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดระเบียบ เลือก จัดการ และดำเนินการเทคโนโลยี CSA ร่วมกันเพื่อให้มั่นใจในแผนการเพาะปลูกที่ยั่งยืนและการผลิตทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ เราได้อธิบายการตอบสนองของเกษตรกรและผลลัพธ์จากการใช้แนวทาง CSA หกประการที่นำไปใช้ในพื้นที่สาธิตในตำบลบัวใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ประเทศไทย

### ที่มาและความสำคัญ

ตำบลบัวใหญ่ ตั้งอยู่ในพื้นที่สูงทางตอนใต้ของจังหวัดน่าน ทางภาคเหนือของประเทศไทย ที่ดินเกษตรกรรมของตำบลบัวใหญ่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภูเขาที่มีความสูง จากการเพาะปลูกพืชท้องถิ่นในพื้นที่ป่าไม้ท้องถิ่นซึ่งถูกทำลายอย่างรุนแรงจากการตัดไม้ทิ้งที่ถูกต้องตามกฎหมายและผิดกฎหมายในช่วง 40-50 ปีที่ผ่านมา หุบเขาบนภูเขาของตำบลบัวใหญ่มีพื้นที่เพาะปลูกที่ค่อนข้างน้อย โดยมีการปลูกข้าวนาปีและพืชทางการเกษตรในพื้นที่สูง แม่น้ำแห่งเป็นทางน้ำธรรมชาติที่ไหลผ่านพื้นที่ที่มีความสูงต่ำ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักที่ชุมชนท้องถิ่นสามารถเข้าถึงน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และการทำงานในครัวเรือน

ภูมิประเทศที่แตกต่างของตำบลบัวใหญ่ ทำให้ชุมชนและระบบนิเวศต้องเผชิญกับสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ การเข้าถึงพื้นที่นี้ได้รับการปรับปรุงล่าสุดผ่านการก่อสร้างถนนสายหลักที่ลาดยางและถนนในชนบท ทำให้การเดินทางไปยัง



พื้นที่ต่าง ๆ เป็นไปได้ง่ายขึ้นและสามารถเข้าถึงบริการสาธารณะ ธุรกิจ การตลาดผลิตภัณฑ์เกษตรท้องถิ่นและงานหัตถกรรม รวมทั้งการพัฒนาการท่องเที่ยวท้องถิ่น

ภาคเกษตรกรรม ธุรกิจบริการท้องถิ่น และกิจการขนาดย่อมในท้องถิ่น เป็นแหล่งรายได้หลักของครัวเรือนและการยังชีพ เมื่อเทียบกับพื้นที่ภาคเหนืออื่น ๆ รายได้ของครัวเรือนในพื้นที่นี้ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง การหารายได้ของชุมชนขึ้นอยู่กับการขายผลิตภัณฑ์เกษตรกรรม การจ้างงานในงานนอกเกษตร และการจ้างงานในแหล่งท่องเที่ยวท้องถิ่นที่ตั้งอยู่ใกล้ตำบลบัวใหญ่ ความต้องการพื้นฐานสำหรับการยังชีพและความสามารถในการหารายได้ได้รับผลกระทบจากการระบาดของ COVID-19 และภาวะเศรษฐกิจถดถอยในประเทศไทย

เกษตรกรพึ่งพาการทำเกษตรกรรมแบบพันธะสัญญา โดยเฉพาะการปลูกข้าวโพด หรือกิจการชุมชนที่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลและธุรกิจเอกชน เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นหนี้จากแหล่งเงินกู้ทั้งทางการและไม่ทางการ มีการรับรู้ทั่วไปว่าเกษตรกรในพื้นที่ประสบกับวิกฤตความยากจนและสถานะที่ด้อยโอกาส ซึ่งเป็นผลทำให้ชุมชนตำบลบัวใหญ่อยังคงร้องขอความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคและการเงินจากหน่วยงานรัฐบาล

ตำบลบัวใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเห็นได้จากอุณหภูมิที่สูงขึ้น ภัยแล้งที่ยาวนานและบ่อยครั้งขึ้น และฝนตกที่หนักขึ้นแต่ไม่บ่อยนัก เป็นเวลาหลายทศวรรษที่พื้นที่สูงต้องเผชิญกับการกัดเซาะดิน การเสื่อมสภาพของคุณภาพดิน และการลดลงของแหล่งน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืช เกษตรกรต้องพึ่งพาแหล่งน้ำทางเลือกสำหรับการเพาะปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลในรูปแบบของระบบจัดสรรน้ำภายในฟาร์ม บ่อน้ำในหมู่บ้านสำหรับการเกษตร สถานีปั้มน้ำขนาดเล็ก และหน่วยน้ำประปาชุมชน แม่น้ำแห่งมักจะแห้งและมีสารเคมีจากน้ำทิ้งการเกษตรปนเปื้อน

ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การปลูกข้าวโพดตามเกษตรพันธะสัญญาได้ทำให้การสูญเสียหน้าดินและการกัดเซาะดินแย่ลง และการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและสารเคมีเพื่อการเกษตรก็ทำให้คุณค่าทางดินและการซึมผ่านของดินเสื่อมสภาพ ซึ่งทำให้การฟื้นฟูในขนาดที่ยากขึ้น

การเกษตรส่วนใหญ่ในพื้นที่นี้เป็นการเกษตรฝนตามธรรมชาติ ความไม่แน่นอนของปริมาณฝนและสภาพดินที่ไม่ดีทำให้เกิดความท้าทายในการอนุรักษ์น้ำทั้งในกระบวนการธรรมชาติและกระบวนการทางเทคนิค ความหลากหลายของภูมิประเทศในตำบลบัวใหญ่ทำให้เกิดการกระจายการสนับสนุนจากรัฐบาลที่ไม่เท่ากันในการจัดหาเงินเพื่อการเกษตร ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องพึ่งพาความรู้และทักษะทางปฏิบัติในการใช้น้ำเพื่อการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ

## เหตุผล

การพัฒนาขีดความสามารถของทั้งหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชนท้องถิ่นเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาที่ยั่งยืนในเกษตรกรรมพื้นที่สูง กรอบการทำงาน CSA มีส่วนร่วมของชุมชนและสถาบันท้องถิ่นในการจัดระเบียบและประสานงานการวางแผน การจัดการ และการดำเนินการเทคโนโลยีที่เหมาะสม ผู้มีบทบาททั้งระดับจังหวัด ท้องถิ่น และชุมชนในประเทศไทยมีความรับผิดชอบร่วมกันในการวางแผน การระดมทรัพยากร การประสานงาน การดำเนินการ และการติดตาม CSA ซึ่งต้องการให้ทุกฝ่ายมีความรู้และทักษะที่เพียงพอในการใช้เทคโนโลยี CSA และข้อมูลที่เกิดขึ้น

หน่วยงานรัฐบาลที่ระดับจังหวัดและท้องถิ่นมักมีหน้าที่รับผิดชอบในการประเมินความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศและความเปราะบางของระบบนิเวศการเกษตร (ดูบทความของ Prof. Prabhakar ในเล่มนี้) และข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ดิจิทัลเพื่อให้คำแนะนำและความช่วยเหลือทางเทคนิคแก่เกษตรกรและชุมชนเกษตรกร เกษตรกรสามารถขอคำแนะนำจากหน่วยงานรัฐบาลเกี่ยวกับการเลือกพืชทางเลือก การผลิตและการตลาด การวางแผนการเพาะปลูก การจัดการฟาร์ม ไซลูชันดิน-น้ำ-สภาพภูมิอากาศ และการจัดการกิจการเกษตร เกษตรกรได้รับการสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลเพื่อเสริมสร้างทักษะ CSA ของเกษตรกร และในการแก้ปัญหาหรือประเมินทางเลือก CSA ที่จะใช้ในการจัดการความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ

หน่วยงานในท้องถิ่นในตำบลบัวใหญ่ได้ทำงานร่วมกับเกษตรกรและชุมชนเกษตรกรเพื่อประสานงานการจัดการทรัพยากรสำหรับการจัดการฟาร์มและกิจการธุรกิจ ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจในการนำแนวทาง CSA มาใช้ หน่วยงานในท้องถิ่นยังมีบทบาทในการแปลงนโยบายเกษตรกรรมของจังหวัดให้สามารถนำไปใช้ได้ในระดับแปลงเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่มีความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศจะถูกนำมารวมไว้ในแผนงานชุมชนและการดำเนินการในพื้นที่ผ่านบทบาทของหน่วยงานในท้องถิ่นในการอำนวยความสะดวก ข้อมูลท้องถิ่นที่มีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์เพื่อยืนยันความสอดคล้องของข้อมูลระดับมหภาคและระดับท้องถิ่นเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของชุมชนเกษตรกรและกิจการ

องค์กรเกษตรกรท้องถิ่นและวิสาหกิจต่าง ๆ ได้ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อให้แน่ใจว่า ผลผลิตทางการเกษตรสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปขายได้ กิจกรรมทำงานร่วมกันของวิสาหกิจ ได้ส่งเสริมผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงซึ่งตอบสนองความต้องการของตลาดในปัจจุบัน และยังคงสามารถดำเนินกิจการเกษตรและธุรกิจการเกษตรที่ยั่งยืนด้วยการใช้มาตรการ CSA เพื่อลดความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศ และให้เกษตรกรรายบุคคลสามารถรักษาความสามารถในการทำกำไรจากการผลิตทางการเกษตร

CSA เป็นกรอบการทำงานที่ช่วยให้การแบ่งปันข้อมูลเป็นระบบและเป็นแพลตฟอร์มในการตัดสินใจร่วมกันที่มีประโยชน์ต่อองค์กรเกษตรกร โดยการปกป้องทรัพยากรธรรมชาติที่พวกเขาพึ่งพาและการยังชีพของพวกเขา การสนับสนุนทางเทคนิคจากหน่วยงานในท้องถิ่นและผู้เชี่ยวชาญภาคสนามช่วยในการถ่ายทอดการปฏิบัติ CSA และการนำไปใช้ในชุมชนเกษตรกรของตำบลบัวใหญ่

## วิธีการที่เสนอ

### การปฏิบัติหรือเทคโนโลยีที่ยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศที่นำไปใช้

การปฏิบัติที่ยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศถูกนำไปใช้ในพื้นที่สาธิตหกแห่งในตำบลบัวใหญ่ ระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ถูกนำมาสาธิตเพื่อแสดงการใช้เทคโนโลยีพลังงานทดแทนในการจัดการน้ำ ซึ่งช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เทคโนโลยีนี้ช่วยให้เกษตรกรสามารถจัดการน้ำชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากระบบให้ข้อมูลการตรวจสอบความต้องการน้ำของพืชที่ปลูก เจ้าของแปลงเกษตรในพื้นที่สาธิตมีความรู้ในทางปฏิบัติในการดำเนินการระบบชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์และระบบการกระจายน้ำ

เกษตรกรในตำบลบัวใหญ่ตอนนี้คุ้นเคยกับการใช้วัสดุถ่านชีวภาพเพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ถ่านชีวภาพที่ใช้ ผลิตมาจากวัสดุขยะอินทรีย์ที่มีในท้องถิ่น ถ่านชีวภาพสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชและช่วยปรับปรุงการกักเก็บน้ำและเนื้อดิน ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและลดการปล่อยคาร์บอนจากปุ๋ยเคมี

เกษตรกรมีส่วนร่วมในการหาวิธีทางไถดินแบบแนวคีย์ไลน์ (Keyline) สำหรับการเตรียมดินและการปฏิบัติการเพาะปลูกในที่ดินลาดชัน วิธีทางคีย์ไลน์ ช่วยให้เกษตรกรเรียนรู้การพิจารณาทิศทางการไหลของน้ำในที่ดินลาดชัน ซึ่งช่วยปรับปรุงการกักเก็บน้ำหลังจากการไถพรวน ป้องกันการกัดเซาะของดิน รักษาหน้าดิน และอนุรักษ์น้ำในดินเพื่อการดูดซึมของพืช การกระจายน้ำจากแรงโน้มถ่วงสามารถจัดสรรตามความต้องการของพืช ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำโดยเฉพาะในฤดูแล้งและภัยแล้ง การเตรียมดินตามวิธีนี้ ต้องการให้เกษตรกรนำทักษะใหม่และการใช้งานเครื่องจักรมาปรับใช้ในการเตรียมดิน

ในเชื่อมโยงกับความรู้ทางปฏิบัติที่เกษตรกรได้เรียนรู้ในการใช้วัสดุอินทรีย์ในการผลิต ถ่านชีวภาพ พวกเขาเริ่มตระหนักถึงความสำคัญของวัสดุขยะเหลือใช้และแนวคิดของเศรษฐกิจหมุนเวียนในการผลิตพืช ตัวเลือกทางเศรษฐกิจหมุนเวียนที่ใช้ได้ถูกสาธิตโดยการผลิตปุ๋ยชีวภาพจากขยะอินทรีย์และการทำปุ๋ยหมักจากเศษพืชหลังการเก็บเกี่ยว การทำปุ๋ยหมักยังส่งเสริมการเตรียมดินที่ปราศจากคาร์บอนโดยการหลีกเลี่ยงการเผาวัสดุพืชหลังการเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิม และลดมลพิษทางอากาศ

การทำเกษตรอินทรีย์ที่มีอยู่ เช่น การผลิตฟักทองอินทรีย์และน้ำมันหอมระเหยที่ทำจากตะไคร้ เป็นการสาธิตธุรกิจจริงสำหรับเกษตรกรในตำบลบัวใหญ่ เกษตรกรได้ขยายมุมมองในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมูลค่า ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานเกษตรอินทรีย์ระดับประเทศ การสาธิตนี้ให้ความรู้แบบองค์รวมเกี่ยวกับการจัดการ การดำเนินการ และการตลาดของพืชอินทรีย์ และการใช้ห่วงโซ่คุณค่าในการจัดการธุรกิจการเกษตร การสาธิตนี้ทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มการสร้างขีดความสามารถที่ส่งเสริมให้เกษตรกรใช้แนวทาง CSA และระบบ CSA เพื่อจัดการการป้อนข้อมูลทางการเกษตร ส่งเสริมการผลิตที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การพาณิชย์ของผลิตภัณฑ์ และการตรวจสอบย้อนกลับ ประสิทธิภาพและความรู้ที่เกษตรกรได้รับช่วยให้พวกเขามีประสบการณ์ตรงในการใช้วิธีการ CSA

การสาธิตเทคโนโลยีดิจิทัลได้แนะนำการใช้เทคโนโลยี CSA ที่ครบวงจรในรูปแบบของระบบนิเวศผู้ใช้ ชุดเทคโนโลยีประกอบด้วยอุปกรณ์ดิจิทัล การเชื่อมต่อสำหรับการแบ่งปันข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล การผสมผสานของส่วนประกอบทางเทคโนโลยีต่าง ๆ สร้างข้อมูลที่มีประโยชน์สำหรับการตัดสินใจในระดับหน่วยงานและแปลงเกษตร ส่วนประกอบดิจิทัลใน CSA สร้างข้อมูลจากสภาพปัจจุบันในพื้นที่สูง ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากความไม่แน่นอนของสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลจากระบบนิเวศเทคโนโลยีนี้สามารถส่งต่อไปยังระดับการบริหารและพื้นที่ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการและการใช้งานของข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานรัฐบาล แผนกสนับสนุนทางเทคนิค การบริหารท้องถิ่น และชุมชนเกษตรกร

แนวทางของระบบนิเวศเทคโนโลยี CSA เน้นการที่กลุ่มเกษตรกรร่วมกันรับผิดชอบในการจัดการและการดำเนินการ ด้วยการทำเช่นนี้ เกษตรกรยังได้เรียนรู้จากการใช้เทคโนโลยี CSA เพื่อเสริมสร้างการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการจัดการเกษตรกรรม

### เกษตรกร: อัตราการนำไปใช้ ความท้าทาย และประโยชน์ที่ได้รับการรับรู้

มีการจัดกิจกรรมการสร้างขีดความสามารถหลายครั้ง โดยมีการกระตุ้นให้เกษตรกรในตำบลบัวใหญ่รวมตัวกันเป็น กลุ่มวิสาหกิจ (ดูรูปที่ 46) กลุ่มวิสาหกิจจะตัดสินใจเลือกพืชที่ต้องการปลูกและกลยุทธ์การตลาด กลุ่มยังใช้ข้อมูลจากระบบนิเวศของ CSA ในการวางแผนตารางการเพาะปลูก การผลิตและการจัดการแปลงเกษตร การเก็บเกี่ยว และการตลาด ข้อมูลที่เกิดขึ้นจากระบบนิเวศ CSA จะช่วยกลุ่มวิสาหกิจในการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชภายใต้สภาพภูมิอากาศ การเกษตรในตำบลบัวใหญ่

## รูปที่ 46: กิจกรรมเสริมสร้างศักยภาพเกษตรกร



### ภาคเอกชน: บทบาทในการให้การเงิน การจัดหาเทคโนโลยี การสร้างขีดความสามารถ และการเข้าถึงตลาด

ภาคเอกชนในธุรกิจการเกษตรมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนในตำบลใหญ่และพื้นที่สูงของประเทศไทย บริษัทเอกชนสามารถให้การสนับสนุนด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีสำหรับการผลิตและการจัดการแปลงเกษตรที่ยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศที่ใช้ CSA บริษัทต่าง ๆ สามารถลงทุนในเทคโนโลยีและรวมการลงทุนเข้ากับรูปแบบธุรกิจเมื่อร่วมมือกับกิจการชุมชน ธุรกิจการเกษตรขนาดใหญ่หรือบริษัทค้าปลีกช่วยเกษตรกรในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและช่วยเพิ่มการเข้าถึงตลาดที่มีมูลค่าสูง การเป็นพันธมิตรทางธุรกิจกับกิจการฟาร์มท้องถิ่นให้การสนับสนุนทางเทคนิคในการเพาะปลูกพืช การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การขายผลผลิต ข้อมูลตลาด และข้อเสนอแนะจากลูกค้า ความสัมพันธ์ที่ร่วมมือกับภาคเอกชนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถของกิจการท้องถิ่น เช่นเดียวกับการเป็นพันธมิตรกับภาคเอกชนที่ช่วยให้กิจการท้องถิ่นเข้าถึงแหล่งเงินทุนที่มีดอกเบี้ยต่ำสำหรับธุรกิจการเกษตรซึ่งช่วยลดภาระการชำระหนี้

### รัฐบาล: นโยบาย การสนับสนุนทางการเงิน หรือสิ่งจูงใจในการสนับสนุน CSA

การนำกรอบ CSA ไปใช้ในพื้นที่สาธิตต่างๆ ส่งเสริมให้หน่วยงานของรัฐบาลในระดับชาติ ระดับย่อย และระดับท้องถิ่นแบ่งปันข้อมูล การวางแผน และการตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับ CSA ระบบนี้ช่วยให้มีการประสานงานอย่างต่อเนื่องของฝ่ายเทคนิคเพื่อประโยชน์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและเกษตรกรในท้องถิ่น การแบ่งปันข้อมูลและการประสานงานอย่างสม่ำเสมอได้ให้แพลตฟอร์มสำหรับรัฐบาลในการประเมินความเสี่ยงและออกแบบมาตรการลดความเสี่ยงที่เหมาะสมตามปัจจัยความเสี่ยงทางสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากระบบนิเวศ CSA ในระดับท้องถิ่นได้แนะนำการตอบรับสำคัญ การประเมินผล และข้อเสนอแนะสำหรับการจัดทำนโยบายในระดับโครงการและโปรแกรม ข้อเสนอแนะเหล่านี้เปิด

โอกาสให้หน่วยงานของรัฐบาลตรวจสอบนโยบายและปรับการวางแผนเพื่อเกษตรกรที่ยั่งยืนมากขึ้นในพื้นที่สูง (รูปที่ 48 และรูปที่ 49)

### รูปที่ 47: การมีส่วนร่วมกับเจ้าหน้าที่รัฐ



#### องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร: การสนับสนุนทางเทคนิคและการมีส่วนร่วมของชุมชน

ความสัมพันธ์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในท้องถิ่นและการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญในการเสริมสร้างการปฏิบัติ CSA ที่ยั่งยืน การร่วมมือช่วยเพิ่มโอกาสในการขยายผลและการทำซ้ำการปฏิบัติ CSA ในชุมชนอื่น ๆ ในพื้นที่สูงของประเทศไทย ด้วยการสนับสนุนทางนโยบายและเงินทุนที่เหมาะสม ระบบนิเวศ CSA ช่วยให้ชุมชนสามารถรวมทรัพยากรและความพยายามของพวกเขาในการทดลอง CSA องค์กรทั้งในท้องถิ่นและต่างประเทศมีทรัพยากรมนุษย์และการสนับสนุนทางการเงินภายนอกเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถของชุมชนท้องถิ่นในเรื่องการปฏิบัติ CSA องค์กรไม่แสวงหาผลกำไรยังสามารถหาทุนสนับสนุนในการทำซ้ำการใช้ CSA ในพื้นที่อื่น ๆ ได้อีกด้วย

#### การถอดบทเรียนที่ได้รับ

##### ผลผลิตที่ได้รับ: ผลผลิตหรือรายได้ที่เพิ่มขึ้นสำหรับเกษตรกร

การใช้แนวปฏิบัติ CSA และการปฏิบัติการเกษตรที่เป็นมิตรกับระบบนิเวศที่สนับสนุนโดยเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการจัดการทรัพยากรภายในฟาร์ม การปฏิบัติ CSA ที่สาธิตในตำบลบัวใหญ่ได้แสดงให้เห็นถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดีขึ้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และรายได้ในครัวเรือนที่เพิ่มขึ้น การเลือกพืชตามความเหมาะสมของ

ดินและสภาพภูมิอากาศในระดับจุลภาคช่วยเพิ่มผลผลิตพืช การประเมินความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศช่วยเกษตรกรหลีกเลี่ยงการปลูกพืชที่มีความเสี่ยงสูงต่อสภาพภูมิอากาศที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้

### ความยืดหยุ่น: การลดความเสี่ยงจากสภาพภูมิอากาศหรือการสูญเสียทรัพยากร

การปฏิบัติ CSA ในพื้นที่สูงของตำบลบัวใหญ่แสดงให้เห็นถึงวิธีการที่ยืดหยุ่นและตอบสนองได้ดีสำหรับการวางแผนฟาร์มและการจัดการการเพาะปลูก การใช้ข้อมูลที่ได้จากเทคโนโลยีดิจิทัลช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของเกษตรกรและให้ข้อเสนอแนะสำหรับการแนะนำทางนโยบายในการปฏิบัติที่ยั่งยืน ข้อมูลย้อนหลังจากระบบนิเวศ CSA ช่วยให้เกษตรกรสามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อทรัพยากรดินและน้ำได้ดีขึ้น ช่วยให้เกษตรกรนำการปฏิบัติที่ลดความเสี่ยงความเสียหายมาใช้และเลือกทางเลือกในการปลูกพืชที่เป็นประโยชน์

### ประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม: การกักเก็บคาร์บอน ความหลากหลายทางชีวภาพ หรือการลดการปล่อยก๊าซ

การใช้วิธีการการทำแนวคีย์ไลน์ในการไถดิน ใช้ถ่านชีวภาพ และการเกษตรอินทรีย์ ช่วยส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน การเข้าชมพื้นที่สาธิตช่วยให้เกษตรกรเข้าใจแนวความคิดการหมุนเวียนของ แปลงเกษตรและเรียนรู้แนวปฏิบัติ CSA ที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติและความอุดมสมบูรณ์ของดิน อนุรักษ์น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดสำหรับการเพาะปลูก และลดการชะล้างหน้าดินและสารอาหารในดิน โดยรวมแล้ว เกษตรกรพึงพาปุ๋ยเคมี และยาฆ่าแมลงน้อยลง

### ประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม: การจ้างงาน การลดความยากจน การรวมกลุ่ม ในมิติหญิงชาย หรือการเติบโตของตลาด

การสาธิต CSA เปิดโอกาสให้เกษตรกรในตำบลบัวใหญ่เลือกวิธีการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตพืช ลดต้นทุน และเพิ่มรายได้จากฟาร์ม การก่อตั้งกลุ่มวิสาหกิจในท้องถิ่นทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนร่วมกัน แบ่งปันความเสี่ยง และตระหนักถึงผลประโยชน์ร่วมกัน การสาธิตการปฏิบัติ CSA และโปรแกรมการสร้างขีดความสามารถที่เกี่ยวข้องช่วยให้เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลที่สำคัญและเข้าถึงข้อมูลเพื่อใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### ความท้าทายและอุปสรรค

การนำ CSA ไปใช้ในชุมชนเกษตรขนาดเล็กจะไม่ดึงดูดความสนใจจากบริษัทเอกชนในการลงทุนหรือจัดหาเทคโนโลยี CSA ให้กับเกษตรกร เนื่องจากขนาดเศรษฐกิจที่จำกัดและอัตรากำไรที่ต่ำ ความเสี่ยงในการผลิตพืช "ใหม่" ก็สูง เนื่องจากความสามารถของเกษตรกรในการหาเงินทุน ใช้เทคโนโลยี และดูแลรักษาเทคโนโลยีเหล่านั้น ในการดึงดูดบริษัทเอกชนให้เข้ามามีส่วนร่วมใน CSA ทุกฝ่ายจะต้องตัดสินใจร่วมกันในประโยชน์ที่เป็นที่สนใจร่วมกัน รวมถึงการแบ่งปันผลประโยชน์ทางการเงิน

### ข้อเสนอแนะ

- (1) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (MOAC) พัฒนากลยุทธ์เฉพาะที่เกี่ยวกับการพัฒนาเกษตรกรรมในพื้นที่สูงของประเทศไทย โดยกระทรวงสามารถแนะนำแนวทางนโยบายให้กับการบริหารจังหวัดเพื่อส่งเสริมการเกษตรที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- (2) มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านสิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศ และทรัพยากรน้ำสามารถเสริมสร้างความร่วมมือในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับ CSA และระบบนิเวศ CSA ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการเกษตรของไทย ภาคเอกชนจะได้รับแรงจูงใจให้เข้าร่วมและสนับสนุนการให้ทุน การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนสามารถเป็นสิ่งจูงใจสำหรับภาคเอกชน

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Nan Provincial Agricultural Office. (2023). Nan Provincial Agriculture Development Plan 2023. Nan Provincial Agricultural Office.

## 5.2 กรณีศึกษา 16: การสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศผ่านการเกษตรอัจฉริยะ (CSA) ในประเทศเนปาล

Nicky Shree Shrestha <sup>a,b</sup>; Dhiraj Pradhananga <sup>a,c</sup>; Susmina Gajurel <sup>d</sup>; Suchita Shrestha<sup>a</sup> and Niranjana Bista <sup>a</sup>

<sup>a</sup> The Small Earth Nepal

<sup>b</sup> Rural Reconstruction Nepal

<sup>c</sup> Tribhuvan University

<sup>d</sup> Western Sydney University

### บทคัดย่อ

กรณีศึกษานี้สำรวจการนำแนวทางการเกษตรทำทันภูมิอากาศ(CSA) ไปใช้โดยเกษตรกรรายย่อยในภูมิภาคกลางเนินเขา (Mid-hills) และเตไร (Terai) ของประเทศเนปาล การศึกษาเน้นการปรับปรุงความยืดหยุ่นต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ การเพิ่มความยั่งยืน และการเพิ่มผลผลิต การแทรกแซงแบบบูรณาการที่สำคัญ ได้แก่ การใช้น้ำหยด การจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ (IPM) การผลิตถ่านชีวภาพ หรือไบโอชาร์ (Biochar) และการเตรียมปุ๋ยจากมูลสัตว์ การปฏิบัติเหล่านี้ช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น การขาดแคลนน้ำ การเก็บรักษาความชื้นในดิน การปรับตัวต่อฝนที่ไม่แน่นอน และอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการดำรงชีวิตที่ยั่งยืนและประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึงบทบาทของการสร้างความสามารถ การร่วมมือหลายฝ่าย และการปรับแต่งวิธีการให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น เพื่อให้การนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้สำเร็จในการสร้างความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษานี้ให้บทเรียนที่มีค่าและข้อคิดเห็นที่สามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมการนำ CSA ไปใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีลักษณะทางนิเวศวิทยาคล้ายกัน

### ที่มาและความสำคัญ

#### บริบททางภูมิศาสตร์

เกษตรกรรมของเนปาลเจริญเติบโตในพื้นที่ทางการเกษตรที่หลากหลาย ตั้งแต่พื้นที่ราบเตไร (Terai) ไปจนถึงพื้นที่ภูเขา ระดับกลางและภูเขาสูง การศึกษานี้มุ่งเน้นที่:

- (1) **เทศบาลเมืองพุทธภูมิ (Buddhabhumi Municipality) เมืองกบิลพัสดุ์ (Kapilvastu):** พื้นที่ในเขตร้อนชื้นที่ตั้งอยู่ในเขตเตไรซึ่งมีความเสี่ยงต่อภาวะแห้งแล้งและพื้พายุการเกษตรน้ำฝนเป็นหลัก พื้นที่นี้ประสบปัญหาความแปรปรวนทางฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณฝนลดลงในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา
- (2) **เทศบาลเมืองกาเกศวารี มโนฮารา (Kageshwari Manohara Municipality) เมืองกาฐมาณฑุ (Kathmandu):** ตั้งอยู่ในพื้นที่กลางเนินเขา ที่มีฝนตกปานกลาง สภาพภูมิประเทศที่เสี่ยงต่อการชะล้างดิน และมีการขยายตัวของเมืองที่เพิ่มขึ้น พื้นที่นี้มีชื่อเสียงในการผลิตทางการเกษตรที่หลากหลาย ตั้งแต่ผักตามฤดูกาลและนอกฤดูกาล ไปจนถึงพืชหลักอย่างข้าว ข้าวโพด และข้าวสาลี



**ตารางที่ 3: รายละเอียดทางภูมิศาสตร์ของเมืองพุทธภูมิและเมืองกาเกศวารี**

ลักษณะ	เทศบาลเมืองพุทธภูมิ	เทศบาลเมืองกาเกศวารี มโนฮารา
ที่ตั้ง	เมืองกบิลพัสดุ์	เมืองการุณมาณฑุ
ระดับความสูง (เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง)	94 ม. - 1264 ม.	1302 ม. - 2283 ม.
การถือครองที่ดินเฉลี่ย	0.25 เฮกตาร์	0.20 เฮกตาร์
การชลประทาน	บ่อน้ำลึก	บ่อน้ำตื้นและแม่น้ำ
พืชผล	ข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี มัสตาร์ด ถั่ว เลนทิล มันฝรั่ง ผักตามฤดูกาล (เช่น กะหล่ำดอก แครอท ผักใบเขียว)	ข้าว ข้าวโพด มันฝรั่ง ผักเช่น ดอก แครอท ผักใบเขียว
ตลาด	เป็นไปเพื่อการยังชีพมากขึ้น	เชิงพาณิชย์มากขึ้น
จำนวนครัวเรือน	1,658 (CBS 2015)	2, 647 (CBS 2015)
ขนาดครัวเรือน	4.67 (CBS 2015)	4.44 (CBS 2015)

### บริบททางสังคม-เศรษฐกิจ

ในเนปาล การเกษตรเป็นแหล่งรายได้หลักของประชากรกว่า 70% (CBS, 2013) และมีส่วนช่วยในการสร้างผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ประมาณ 26.98% (MoF, 2019) เกษตรกรรายย่อยครองอุตสาหกรรมเกษตรแต่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น การเข้าถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่จำกัด การถือครองที่ดินที่มีขนาดเล็ก และการขาดการเชื่อมโยงกับตลาดภาคเอกชนมีบทบาทจำกัดในการเผยแพร่เทคโนโลยีและการให้เงินทุน ขณะที่องค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ได้เติมเต็มช่องว่างในการสร้างขีดความสามารถและการมีส่วนร่วมของชุมชน เทศบาลกาเกศวารี มโนฮารา มีระบบชลประทานแบบดั้งเดิม แม้จะไม่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าว แต่การทำเกษตรพืชสวนก็มีความโดดเด่น การใกล้ชิดกับตลาดทำให้สามารถจัดหาผักสดที่เน่าเสียได้อย่างต่อเนื่องให้กับผู้อยู่อาศัยในเมือง เกษตรกรได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงปัจจัยการผลิตและการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้สามารถกระจายผลผลิตไปยังตลาดในเมืองได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของเมืองได้ส่งผลให้การเกษตรที่ดินถูกแยกออกและเปลี่ยนเป็นที่อยู่อาศัยหรือที่ดินที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ในกรณีของเทศบาลพุทธภูมิ การเข้าถึงตลาดและโครงสร้างพื้นฐานที่จำกัดทำให้เกษตรกรยากที่จะนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาใช้หรือขยายความหลากหลายของพืชผลที่ปลูก ทำให้การเกษตรในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นการเกษตรเพื่อยังชีพ (รูปที่ 48)

## รูปที่ 48: ฟาร์มผักในเขตกิ่งเมือง (Kageshwari Manohara) และการมีส่วนร่วมของเกษตรกรสตรี



### ความท้าทายจากสภาพภูมิอากาศ

การศึกษาหลายชิ้นได้ให้หลักฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการเกษตรในเนปาล ซึ่งมีสาเหตุจากระบบการเกษตรที่พึ่งพาน้ำฝน (Chalise et al., 2015) รูปแบบฝนที่ไม่สม่ำเสมอ (Wang et al., 2013) ช่วงเวลาภัยแล้งที่ยาวนาน (Dahal et al., 2016; Karki et al., 2017) และฝนตกหนัก (Pokhrel and Hallet, 2015) กำลังกลายเป็นปัญหาที่เด่นชัดและส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชผล โดยเฉพาะความแปรปรวนระหว่างปีและระหว่างฤดูกาลของฝนที่มีความแปรปรวนมากขึ้น ทำให้การจัดหาน้ำยากขึ้น ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรที่มีรายได้น้อยและเกษตรกรรายย่อยที่มีการเข้าถึงทรัพยากรและตัวเลือกในการดำรงชีวิตที่จำกัด ที่ราบทางตอนใต้ของประเทศ เช่น กบิลพัสดุ์ กำลังเผชิญกับปัญหาความเครียดจากการขาดน้ำสำหรับการชลประทานเนื่องจากระดับน้ำใต้ดินที่ลดลง (Thapa & Baral, 2013) ความท้าทายจากสภาพภูมิอากาศหลักในสองพื้นที่โครงการ ได้แก่:

- (1) **กบิลพัสดุ์:** พื้นที่นี้กำลังเผชิญกับแนวโน้มฝนที่ลดลง ช่วงเวลาภัยแล้งที่ยาวนาน และอุณหภูมิสูงสุดที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำรุนแรงขึ้น ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของพืชหลัก เช่น ข้าวและข้าวสาลี นอกจากนี้ระดับน้ำใต้ดินยังลดลง ซึ่งจำกัดการเข้าถึงน้ำชลประทานและบังคับให้เกษตรกรต้องพึ่งพาน้ำฝ่ำ ซึ่งมีความเสี่ยงสูงและไม่ยั่งยืนในระยะยาว การเสื่อมโทรมของดินก็เป็นปัญหาอีกประการหนึ่ง เนื่องจากช่วงภัยแล้งที่เกิดขึ้นบ่อย รวมถึงการใช้วิธีการเกษตรที่ไม่ยั่งยืน ซึ่งลดความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตจากที่ดิน พื้นที่นี้ยังประสบกับความถี่ของเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขีดที่เพิ่มขึ้น
- (2) **กาฐมาณฑุ:** พื้นที่นี้ประสบปัญหาฝนตกที่ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้เกิดการเสื่อมโทรมของดินและการแพร่ระบาดของศัตรูพืชและโรคที่สูงขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการเกษตรพืชผัก ในทำนองเดียวกัน การขาดแคลนน้ำยังคงเป็นปัญหาหลัก โดยมีความขาดแคลนน้ำตามฤดูกาลและการพึ่งพาการเกษตรที่ใช้น้ำฝนเป็นหลัก ซึ่งจำกัดการเข้าถึงน้ำชลประทานและทำให้เกษตรกรไม่สามารถคาดการณ์ได้ นอกจากนี้ การขยายตัวของพื้นที่เมืองยังคงแย่งชิงที่ดินเพาะปลูก ซึ่งเพิ่มการแข่งขันในการใช้ทรัพยากรสำคัญ เช่น น้ำและพื้นที่

## เหตุผล

กรณีศึกษานี้เน้นไปที่สองเสาหลักของ CSA: การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างยั่งยืนและการเสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการนำเทคโนโลยีที่สามารถขยายขนาดได้ เช่น ระบบชลประทานแบบน้ำหยด มาใช้ เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและผลผลิตของพืช โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในพื้นที่พหุภูมิ การนำระบบชลประทานแบบน้ำหยดมาใช้งานถึง 100% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและความสามารถในการขยายขนาดของเทคโนโลยีนี้ในภูมิภาคที่ประสบปัญหาฝนตกน้อยลงอย่างมาก เช่นเดียวกัน การนำเทคโนโลยีถ่านชีวภาพและการทำปุ๋ยหมักเข้ามาใช้ ได้ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและมีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตในระยะยาว (Pokhrel & Hallet, 2015)

การแทรกแซงที่ปรับแต่งตามความเหมาะสม เช่น การจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการและการจัดฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถ ได้ช่วยให้เกษตรกรสามารถปรับตัวต่อรูปแบบของฝนที่ไม่แน่นอนและอุณหภูมิที่สูงขึ้น โครงการเหล่านี้ช่วยให้เกษตรกรมีความสามารถในการจัดการกับความเปราะบาง ในขณะที่เดียวกันก็ส่งเสริมให้พวกเขาเรียนรู้ร่วมกันและยั่งยืน ในพื้นที่กาเศศวี 72% ของเกษตรกรได้นำระบบชลประทานแบบน้ำหยดมาใช้ และการจัดการฝึกอบรมทำให้พวกเขาพัฒนาทักษะในการใช้แนวทาง CSA ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการสร้างขีดความสามารถแบบรวมกลุ่ม

โดยการผสมผสานความรู้ท้องถิ่นกับการแก้ไขปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ โครงการนี้ได้เชื่อมช่องว่างระหว่างการปฏิบัติที่อิงจากหลักฐานและความต้องการที่ขับเคลื่อนโดยชุมชน มั่นเน้นย้ำถึงความสำคัญของความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงหน่วยงานรัฐบาล องค์กร NGO และภาคเอกชน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้กับเทคโนโลยีที่ฉลาดทางสภาพภูมิอากาศ การแทรกแซงเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ CSA ในการเปลี่ยนแปลงระบบการเกษตรและมีส่วนร่วมในการสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเติบโตทางเศรษฐกิจ และความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม (Chalise et al., 2015; Dulal et al., 2010)

## วิธีการที่เสนอ

### สถานะของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการรับรู้ของประชาชน

ในพื้นที่กิลพัสต์ มีแนวโน้มของปริมาณฝนในวันฝนตกทั้งหมด (PRCPTOT) ที่ลดลงโดยมีอัตราเฉลี่ย 10.86 มม./ปี จำนวนวันที่แห้งติดต่อกัน (consecutive dry days; CDD) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่อัตรา 1.13 วัน/ปี และค่าอุณหภูมิสูงสุดรายเดือนของอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน (TXx) ของคาพิลวัสตู แสดงแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นที่อัตรา 0.07 องศาเซลเซียส/ปี

เกษตรกรประมาณ 50% กล่าวว่า ปริมาณฝนกำลังลดลง และพวกเขากำลังพบกับช่วงเวลาที่แห้งแล้งยาวนานขึ้น ผู้ตอบแบบสอบถามบางคนได้ประสบกับภาวะแห้งแล้งตามฤดูกาล ในขณะที่เดียวกันยังพบว่ามีความถี่ของเหตุการณ์ฝนตกหนักที่รุนแรงขึ้นตามที่เกษตรกร 75% กล่าวถึง

ในพื้นที่การูมาณซู ค่าดัชนีความถี่ของฝน (PRCPTOT) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่อัตรา 3.58 มม./ปี จำนวนวันที่แห้งติดต่อกัน (CDD) พบว่าเพิ่มขึ้นที่อัตรา 0.52 วัน/ปี อุณหภูมิสูงสุดรายเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่อัตรา 0.05 องศาเซลเซียส/ปี

เหตุการณ์ฝนตกหนักในพื้นที่การเกษตรเริ่มมีความเด่นชัดมากขึ้น ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมและน้ำท่วมขัง (Pokhrel และ Hallet, 2015) เกษตรกรประมาณ 67% รายงานว่า ปริมาณฝนในการเกษตรกำลังเพิ่มขึ้น เกษตรกรได้ประสบปัญหาฝนตกหนักบ่อยขึ้นซึ่งทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนและส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลง โดยมีประมาณ 78% ของเกษตรกรตอบสนองต่อฝนตกหนักเหล่านี้

### การร่วมผลิตความรู้ท้องถิ่นเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ

เกษตรกรได้แบ่งปันว่า ในปีที่มีมรสุมปกติ การปลูกข้าวจะเริ่มต้นจากสัปดาห์ที่สามของเดือนพฤษภาคมในพื้นที่การเกษตร (Kageshwari) ในขณะที่ในพื้นที่พุทธภูมิ (Buddhabhumi) การปลูกข้าวเริ่มจากสัปดาห์ที่สามของเดือนมิถุนายนจนถึงสิ้นเดือนกรกฎาคม หากมรสุมมาช้า เกษตรกรจะเริ่มปลูกข้าวจากกลางเดือนมิถุนายนจนถึงกลางเดือนกรกฎาคมในพื้นที่การเกษตร และในพื้นที่พุทธภูมิจะเริ่มปลูกข้าวหลังจากกลางเดือนกรกฎาคมจนถึงสัปดาห์ที่สามของเดือนสิงหาคม เกษตรกรกำลังประสบกับมรสุมที่ล่าช้าและตามมาด้วยช่วงแห้งยาวในทั้งสองพื้นที่ ดังนั้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เกษตรกรได้หันมาปลูกพืชผักเชิงพาณิชย์แทนการปลูกข้าว มันฝรั่ง มันสำปะหลัง และข้าวสาลีเนื่องจากผลตอบแทนสูงในระยะสั้นในพื้นที่การเกษตร เจ้าหน้าที่ผู้ให้ข้อมูลคนหนึ่งจากพุทธภูมิ (KII 04) กล่าวไว้ว่า:

“การหว่านข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณฝนและเนื่องจากมรสุมล่าช้า เราจึงไม่ได้ปลูกในช่วงเวลาที่เคยทำ”

เจ้าหน้าที่ผู้ให้ข้อมูลอีกคนหนึ่งจากการเกษตร (KII 01) กล่าวไว้ว่า:

“ตอนนี้เกษตรกรหันไปปลูกพืชเชิงพาณิชย์ เช่น การปลูกผักแทนมันฝรั่ง ข้าวสาลี มันสำปะหลังในฤดูหนาว และข้าวในฤดูร้อน เพราะมีโรงแรมและร้านอาหารมากมายในเมืองใกล้เคียง ปีนี้เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวเนื่องจากฝนตกดี แต่เมื่อปีที่แล้วเกษตรกรถึง 90% หันไปปลูกผักแทนข้าว”

### เทคโนโลยีและการปฏิบัติ

เนื่องจากการปลูกผักเป็นแหล่งรายได้หลักในทั้งสองเทศบาล ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด (drip irrigation) ถูกนำมาใช้เป็นเทคโนโลยีหลัก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีต้นทุนต่ำ ขยายขนาดได้ และเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้รับการจัดลำดับความสำคัญตามการมีปฏิสัมพันธ์กับเกษตรกรในสถานะที่แหล่งน้ำกำลังลดลง อัตราการนำระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดมาใช้พบว่าในพุทธภูมิ เกษตรกรนำระบบนี้มาใช้ถึง 100% ตามการสำรวจในครัวเรือน ในขณะที่ในการเกษตร เกษตรกร 72% ใช้ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด

การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management หรือ IPM) รวมถึงการทำสารเคมีชีวภาพจากทรัพยากรท้องถิ่น การปรับปรุงการทำปุ๋ยหมักและการใช้ถ่านชีวภาพ ได้รับการแนะนำเป็นเทคโนโลยีเสริมที่ใช้ในการเกษตร

เกษตรกรมีบทบาทสำคัญในการนำเทคโนโลยีเหล่านี้ไปใช้ ในพุทธภูมิ กลุ่มผู้ใช้น้ำที่มีการจัดระเบียบช่วยสนับสนุนการนำเทคโนโลยีไปใช้อย่างแพร่หลาย การมีส่วนร่วมของภาคเอกชนก็มีความสำคัญในการจัดหาเทคโนโลยี การเข้าถึงตลาด และการสนับสนุนทางการเงิน สหกรณ์การเกษตรช่วยเสริมการเข้าถึงระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดและเมล็ดพันธุ์ที่มีการสนับสนุนราคาต่ำ ทำให้การผลิตเพิ่มขึ้น การริเริ่มจากรัฐบาล เช่น การให้เงินอุดหนุนและโปรแกรมการฝึกอบรม เป็นตัวกระตุ้นการนำแนวทางเกษตรทำทันภูมิอากาศ(CSA) ไปใช้ ในขณะเดียวกัน องค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) ก็มีช่วยในด้านความร่วมมือของชุมชนและการสนับสนุนทางเทคนิค เพื่อให้แน่ใจถึงความยั่งยืนและการรวมกลุ่มของเกษตรกร

## การพัฒนาความสามารถ

ในพุทธภูมิ Buddhahumi, เกษตรกรทั้งหมดเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าความรู้และความสามารถของพวกเขาได้รับการพัฒนาอย่างมากหลังจากที่เข้าร่วมการฝึกอบรมเกี่ยวกับเทคนิคเกษตรทำพันธุมิอากาศ (CSA) ในขณะที่ในกาฐมาณฑุ 9 คนเห็นด้วยและ 11 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถผ่านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เกษตรกรกล่าวว่าทักษะและความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการปฏิบัติของการเกษตรที่ชาญฉลาดต่อสภาพภูมิอากาศของพวกเขาได้รับการพัฒนาอย่างมาก (รูปที่ 49)

รูปที่ 49: เกษตรกรสตรีเข้าร่วมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติ CSA



## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

โครงการนี้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญจากการนำเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศมาใช้ การชลประทานแบบน้ำหยดและการใช้ถ่านชีวภาพเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ โดยเฉพาะสำหรับเกษตรกรในพื้นที่ภูเขา เกษตรกรลดความเสี่ยงจากฝนที่ตกไม่แน่นอนและช่วงเวลากักเลี้ยงยาวนานโดยการปรับเปลี่ยนปฏิทินการเพาะปลูกและการทำการเกษตรหลากหลาย ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมรวมถึงการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและการกักเก็บคาร์บอนผ่านการใช้ถ่านชีวภาพและการทำปุ๋ยหมัก การชลประทานแบบน้ำหยดช่วยลดการสูญเสียน้ำ ส่งเสริมการใช้น้ำอย่าง

ยั่งยืน ในพหุภูมิ เกษตรกรที่ได้รับการสำรวจทั้งหมด 100% นำการชลประทานแบบน้ำหยดมาใช้ ซึ่งทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้นและลดการพึ่งพาฝนที่ตกไม่แน่นอน ในเมืองกาเศวรี 72% ของเกษตรกรนำการชลประทานแบบน้ำหยดมาใช้ ซึ่งทำให้การผลิตผักและรายได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเข้าถึงตลาดในเมือง เกษตรกรหญิงคนหนึ่งได้กล่าวว่า การเปลี่ยนไปทำการเกษตรผักตลอดทั้งปีด้วยการชลประทานแบบน้ำหยดช่วยให้เธอสามารถส่งลูกไปโรงเรียนและลงทุนในเครื่องมือการเกษตรที่ดีกว่า

ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคมก็เห็นได้ชัด โครงการนี้สร้างโอกาสในการจ้างงาน ลดความยากจน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของเพศหญิงผ่านโปรแกรมการฝึกอบรมที่มุ่งเป้า การเชื่อมโยงตลาดที่แข็งแกร่งขึ้น ยังช่วยเสริมความยืดหยุ่นทางเศรษฐกิจในทั้งสองพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ยังมีความท้าทายที่ยังคงอยู่ รวมถึงข้อจำกัดทางการเงิน การมีส่วนร่วมจากภาคเอกชนที่จำกัด และการสนับสนุนจากนโยบายที่ไม่สม่ำเสมอ การต่อต้านทางสังคมและวัฒนธรรมก็เป็นอุปสรรคต่อการนำแนวทางที่เป็นนวัตกรรมไปใช้ในวงกว้าง การจัดตั้งกลุ่มผู้ใช้น้ำในพหุภูมิและการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของสหกรณ์การเกษตรในกาเศวรี มโนฮารา ได้ช่วยเสริมสร้างความร่วมมือในชุมชน ปรับปรุงการจัดการทรัพยากรน้ำ เสริมการเข้าถึงน้ำสำหรับการชลประทานของเกษตรกรและการเชื่อมโยงอย่างง่ายกับการเข้าถึงเงินอุดหนุนจากรัฐบาลสำหรับการเกษตร เกษตรกรรายย่อยคนหนึ่งได้กล่าวว่า พวกเขาได้รู้จักโปรแกรมเงินอุดหนุนจากรัฐบาลของเนปาล (โดยเฉพาะสำหรับการแจกจ่ายหินปูน) และการส่งเสริมการเกษตร

การขยายผลวิธีการเหล่านี้ต้องการการแทรกแซงที่เหมาะสมกับบริบทและสามารถเข้าถึงได้ในราคาที่ไม่แพง ซึ่งสามารถให้ประโยชน์ร่วมกันในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การอนุรักษ์ และการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนที่แข็งแกร่งและนโยบายที่มีโครงสร้างดีเป็นสิ่งจำเป็นในการเชื่อมต่อช่องว่างทางการเงินและรักษาการเติบโต การใช้แนวทางที่ขับเคลื่อนโดยชุมชนและสนับสนุนด้วยข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความไว้วางใจและทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุม การผสมผสานข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ท้องถิ่น และการถ่ายโอนเทคโนโลยีช่วยให้เกิดวิธีการที่ยั่งยืนและครอบคลุมต่อความท้าทายทางการเกษตรที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนผ่านโครงการที่ดำเนินการในทั้งสองพื้นที่

### ข้อเสนอแนะ

เพื่อส่งเสริมการนำ CSA (เกษตรเท่าทันภูมิอากาศ) มาใช้ในบริบทที่คล้ายกัน โปรแกรมการฝึกอบรมที่ปรับให้เหมาะสมและแรงจูงใจทางการเงินเป็นสิ่งจำเป็น การริเริ่มเหล่านี้ควรเน้นไปที่การปรับปรุงการเข้าถึงเทคโนโลยีที่มีราคาอย่างมีเหตุผลและการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและเศรษฐกิจในแต่ละพื้นที่ เกษตรกรต้องการโปรแกรมการเสริมสร้างความสามารถอย่างต่อเนื่องเพื่อเสริมสร้างความรู้และการนำวิธีการ CSA มาใช้

บทบาทของภาคเอกชนในการจัดหาการลงทุนทางการเงิน เทคโนโลยี และการพัฒนาตลาดควรขยายผ่านความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน รัฐบาลต้องดำเนินนโยบายที่สม่ำเสมอ เงินอุดหนุน และแรงจูงใจเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติ CSA และเสริมสร้างความยืดหยุ่นทางสภาพภูมิอากาศ องค์กร NGO สามารถมีบทบาทสำคัญโดยการมีส่วนร่วมกับชุมชนและอำนวยความสะดวกในการแทรกแซงที่มีส่วนร่วมและเหมาะสมกับท้องถิ่น

การผสมผสานความรู้ดั้งเดิมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดผลลัพธ์ที่ยั่งยืนและครอบคลุม นักนโยบาย นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงานควรร่วมมือกันในการพัฒนาแผนกลยุทธ์ CSA ที่เป็นนวัตกรรมและปรับให้เหมาะสมกับความต้องการในท้องถิ่น

โดยการผสมผสานแนวทางที่ครอบคลุมและมีพื้นฐานจากหลักฐานเข้ากับการสนับสนุนทางสถาบันที่แข็งแกร่ง การปฏิบัติ CSA สามารถเปลี่ยนแปลงระบบการเกษตร ลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ได้อย่างยั่งยืน

#### Further Readings

- (1) CBS, 2013. National sample census of agriculture Nepal 2011/12. National report. Kathmandu.
- (2) Chalise, S., Maraseni, T.N., Maroulis, J., 2015. Adapting to climate variability: The views of peasant farmers in Nepal. *Int. J. Glob. Warm.* 7, 380–394. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2015.069369>
- (3) Dahal, P., Shrestha, N.S., Shrestha, M.L., Krakauer, N.Y., Panthi, J., Pradhanang, S.M., Jha, A., Lakhankar, T., 2016. Drought risk assessment in central Nepal: temporal and spatial analysis. *Nat. Hazards* 80, 1913–1932. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-2055-5>
- (4) Dulal, H.B., Brodnig, G., Thakur, H.K., Green-Onoriose, C., 2010. Do the poor have what they need to adapt to climate change? A case study of Nepal. *Local Environ. Int. J. Justice Sustain.* 15, 621–635. <https://doi.org/10.1080/13549839.2010.498814>
- (5) Karki, R., ul Hasson, S., Schickhoff, U., Scholten, T., Böhner, J., 2017. Rising precipitation extremes across Nepal. *Climate* 5, 1–25. <https://doi.org/10.3390/cli5010004>
- (6) MoF, 2019. Economic Survey 2018/19. Kathmandu.
- (7) Pokhrel, A.K., Hallet, J., 2015. Distribution of rainfall intensity during the summer monsoon season over Kathmandu, Nepal. *Weather* 70, 257–261. <https://doi.org/10.1002/wea.2493>
- (8) Thapa, P.K., Baral, S., 2013. Community-based Vulnerability Assessment and Risk Mapping for Adaptation Planning in Terai eco-zone, Nepal. *J. Agric. Environ.* 14, 1–12. <https://doi.org/10.3126/aej.v14i0.19781>
- (9) Wang, S.Y., Yoon, J.H., Gillies, R.R., Cho, C., 2013. What Caused the Winter Drought in Western Nepal during Recent Years? *J. Clim.* 26, 8241–8256. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00800.1>

### 5.3 กรณีศึกษา 17: การเสริมสร้างความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ภูเขาของจังหวัดอัลเบย์ ฟิลิปปินส์ ผ่านการเก็บน้ำฝน

Leila D. Landicho <sup>a</sup>, Rowena Esperanza D. Cabahug <sup>b</sup>, Romnick S. Baliton <sup>c</sup>, Alberto E. Gonzales <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Agricultural Systems Institute, College of Agriculture and Food Science, University of the Philippines Los Banos

<sup>b</sup> Institute of Agroforestry, College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines Los Banos

<sup>c</sup> Institute of Renewable Natural Resources, College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines Los Banos

<sup>d</sup> Bicol University College of Agriculture and Forestry

#### บทคัดย่อ

ชุมชนการเกษตรในพื้นที่ภูเขาของจังหวัดอัลเบย์ (Albay) ประเทศฟิลิปปินส์ ประสบปัญหาทำหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะฝนที่ตกไม่แน่นอนและการชลประทานที่จำกัด เพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว จึงมีการจัดตั้งระบบกักเก็บน้ำฝน (RWHFs) จำนวน 11 แห่งในสามชุมชนการเกษตร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรกว่า 120 คน ระบบเหล่านี้ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำ ทำให้สามารถปลูกข้าวได้สองฤดูต่อปี พัฒนาพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งาน และส่งเสริมการทำเกษตรแบบผสมผสานกับระบบวนเกษตร (Agroforestry) โครงการนี้มีการร่วมมือกันหลายภาคส่วนระหว่างมหาวิทยาลัย หน่วยงานในท้องถิ่น และชุมชนเกษตรกร โดยเน้นการเสริมสร้างความสามารถและวิธีการที่มีส่วนร่วมบทเรียนสำคัญจากโครงการนี้ได้แก่ การกระทำร่วมกันของเกษตรกร การหาทางแก้ไขที่เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น และการบูรณาการแนวทางการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน ประสบการณ์และบทเรียนจากโครงการนี้สามารถใช้เป็นแนวทางอ้างอิงสำหรับโครงการพัฒนาอื่น ๆ ในการจำลองและนำไปใช้ในชุมชนการเกษตรในพื้นที่ภูเขาอื่น ๆ ทั่วประเทศ

#### ที่มาและความสำคัญ

เกษตรกรรายย่อยเป็นผู้ผลิตทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ในภาคการเกษตรทั่วโลก Lowder et al. (2014) รายงานว่า 85% ของแปลงเกษตรทั่วโลกจำนวน 525 ล้านราย มีขนาดน้อยกว่า 2 เฮกตาร์ Rapsomanikis (2015) ได้อธิบายว่าเกษตรกรเหล่านี้มีฐานะยากจน ขาดความมั่นคงด้านอาหาร และมีการเข้าถึงตลาดและบริการพื้นฐานที่จำกัด พวกเขาคือกลุ่มที่ยากจนที่สุดในประชากรชนบท เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรต่ำ การเข้าถึงบริการคำแนะนำทางการเกษตรในชนบทที่จำกัด โอกาสในการหางานทางเลือก และบริการสังคมพื้นฐานที่จำกัด (Fortenbacher & Alave, 2014) นอกจากนี้ เกษตรกรบนพื้นที่ภูเขาส่วนใหญ่ทำการเกษตรในที่ดินที่มีความลาดชันสูง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการกัดเซาะของดิน และส่วนใหญ่พึ่งพาฝนเป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร (Landicho et al., 2016) ดังนั้น พวกเขาจึงเสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเหตุการณ์สภาพอากาศและภัยธรรมชาติต่างๆ

งานวิจัยในปี พ.ศ. 2561 เรื่อง "ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกลยุทธ์การปรับตัวของเกษตรกรรายย่อยในชุมชนการเกษตรภูเขาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้" ได้เปิดเผยว่า ชุมชนเกษตรกรในภูเขากำลังเผชิญกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่มีความสามารถในการปรับตัวต่ำ เนื่องจากความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับการ



เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จำกัด การสะสมทรัพยากรในชุมชนที่จำกัด และการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่อ่อนแอ (Landicho, Le Van and Ximenes, 2022) ในจังหวัดอัลเบย์ ประเทศฟิลิปปินส์ เกษตรกรได้สังเกตเห็นรูปแบบฝนที่ไม่แน่นอน ซึ่งส่งผลให้ขาดแหล่งน้ำสำหรับพืช ผลผลิตทางการเกษตรลดลง ค่าใช้จ่ายในการซื้อปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น และรายได้จากฟาร์มลดลง โดยเฉลี่ยแล้ว เกษตรกรรายย่อยในพื้นที่นี้มีรายได้ต่อเดือนเฉลี่ยที่ Php 12,500 (ประมาณ USD 227) พวกเขามีความสามารถในการลงทุนในเทคโนโลยีการเกษตรเพื่อปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จำกัด เนื่องจากแปลงเกษตรส่วนใหญ่ในพื้นที่เหล่านี้พึ่งพาฝนเป็นแหล่งน้ำหลัก การที่ฝนตกไม่สม่ำเสมอทำให้ขาดแคลนน้ำสำหรับพืช โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ในทางตรงกันข้าม ชุมชนเหล่านี้ตั้งอยู่ในเขตพายุไต้ฝุ่น จึงมีฝนตกหนักในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นโอกาสในการเก็บน้ำฝน

## เหตุผล

การเก็บน้ำฝนผ่านโครงการสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (small water impounding projects; SWIPs) ช่วยแก้ไขปัญหาการกระจายของฝนที่ไม่สมดุลโดยการเก็บรวบรวมและกักเก็บน้ำฝนที่ตกลงมาโดยตรงและน้ำที่ไหลจากผิวดินเพื่อนำมาใช้ในภายหลัง (Contreras, et al. 2013) ตามที่ Concepcion et al. (2006) กล่าวไว้ว่า SWIPs ช่วยเพิ่มการใช้งานหลายประการของการเกษตรในภูเขา ซึ่งอาจนำไปสู่การได้รับประโยชน์ทางเศรษฐกิจ การเก็บน้ำฝนยังถือเป็นเทคโนโลยีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตทางการเกษตรและพัฒนาความยืดหยุ่นของเกษตรกรรายย่อย Houben et al. (2022) ได้แย้งว่า ในหมวดหมู่ของดัชนีเชิงนิเวศน์ การเข้าถึงระบบชลประทานเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้พืชผลพึ่งพาฝนน้อยลงในช่วงฤดูแล้ง การมีน้ำใช้งานยังเป็นตัวกำหนดความหลากหลายของพืชผล ซึ่งเป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดความยืดหยุ่น โดยระบบการเพาะปลูกที่มีความหลากหลายมากขึ้นจะนำไปสู่ระบบการเกษตรที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นเนื่องจากมีดินมีความสมบูรณ์ดีขึ้นและการระบาดของศัตรูพืชที่ช้าลง

จากศักยภาพของบ่อเก็บน้ำฝน เช่น SWIPs ผู้ร่วมโครงการได้เสนอแผนพัฒนาความสามารถเป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อเสริมสร้างกลยุทธ์การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของเกษตรกรภูเขาในจังหวัดอัลเบย์ ภูมิภาคบิโคล โดยการจัดตั้งบ่อเก็บน้ำฝน โดยเฉพาะโครงการมุ่งหวังที่จะ: a) พัฒนาความรู้และทักษะของเกษตรกรในด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำ การเก็บน้ำฝน และการเกษตรผสมผสานแบบวนเกษตร (Agroforestry) b) จัดตั้ง RWHFs อย่างน้อย 5 แห่งในแต่ละพื้นที่ (กลุ่ม) ในสามชุมชนการเกษตรภูเขาในจังหวัดอัลเบย์ ภูมิภาคบิโคล c) พัฒนาเครื่องมือในการติดตามผลการดำเนินงานของ RWHFs d) จัดทำเอกสารบทเรียนและประสบการณ์ในการดำเนินโครงการ และ e) พัฒนาเอกสารคู่มือการจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกการเก็บน้ำฝนในชุมชนการเกษตรภูเขาในฟิลิปปินส์

โครงการนี้ได้ดำเนินการในสามชุมชนการเกษตรภูเขา ได้แก่ตำบลลามามา (Barangay Malama) ในเมืองลิโก้ (Ligao), ตำบลปาลานัส (Barangay Palanas) ในเมืองกินobatan (Guinobatan) และ ตำบลบาลินาด (Barangay Balinad) ในเมืองโปลังกู (Polangui) ซึ่งทั้งหมดตั้งอยู่ในจังหวัดอัลเบย์ ประเทศฟิลิปปินส์

## วิธีการที่เสนอ

การเก็บน้ำฝนถูกนำมาใช้ในสามพื้นที่ของโครงการเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งและเพื่อใช้ประโยชน์จากฝนตกหนักในช่วงฤดูฝน ผ่านการดำเนินการร่วมกันของเกษตรกรรายย่อย ได้มีการจัดตั้งบ่อเก็บน้ำฝนจำนวน 11 แห่ง (รูปที่ 50) โดยมีขนาด 2 แห่งมีขนาด 30 เมตร x 10 เมตร x 2 เมตร ซึ่งสามารถเก็บน้ำฝนได้ 600 ลูกบาศก์เมตร และสามารถให้

ประโยชน์กับเกษตรกรได้ประมาณ 20 คน 4 แห่งมีขนาด 10 เมตร x 8 เมตร x 2 เมตร สามารถเก็บน้ำฝนได้ 160 ลูกบาศก์เมตร และสามารถให้ประโยชน์กับเกษตรกร 10 คนต่อแห่ง และ 5 แห่งมีขนาด 5 เมตร x 10 เมตร x 2 เมตร ที่สามารถเก็บน้ำฝนได้ 100 ลูกบาศก์เมตร และสามารถให้ประโยชน์กับเกษตรกร 10 คนต่อแห่ง (Landicho, et al., 2022) (รูปที่ 51) เกษตรกรยังได้รับการฝึกอบรมในด้านการบูรณาการเทคโนโลยีที่สนับสนุนอื่น ๆ เช่น การเกษตรผสมผสานแบบวนเกษตร (Agroforestry) และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อช่วยในการอนุรักษ์และบริหารจัดการทรัพยากรดินและน้ำ ขณะเดียวกันก็ใช้ประโยชน์จากบ่อเก็บน้ำฝนสำหรับการพัฒนาหลักสูตรพืชหลากหลาย ระบบเกษตรผสมผสานและมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำถูกจัดตั้งขึ้นเป็นพื้นที่สาธิต

ทีมอำนวยความสะดวกโครงการ (Project Facilitating Team; PFT) ได้ถูกจัดตั้งขึ้นเพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างราบรื่นและเพื่อให้การริเริ่มโครงการยั่งยืน ทีมนี้ประกอบด้วยผู้นำหลักจากสามชุมชนการเกษตร ซึ่งถือเป็นผู้มีส่วนได้เสียโดยตรงและผู้ที่มีเทคโนโลยีมาใช้ สำนักงานเกษตรกรท้องถิ่นจากหน่วยงานในท้องถิ่นที่มีอำนาจในการดูแลสามชุมชนการเกษตรภูเขา และให้การสนับสนุนด้านเทคนิคและนโยบายในด้านการพัฒนาเกษตรกรรม และมหาวิทยาลัยรัฐในท้องถิ่นที่เป็นแหล่งความเชี่ยวชาญทางเทคนิค ทีม PFT ทำงานร่วมกับทีมจากมหาวิทยาลัยฟิลิปปินส์ ลอสบานญอส (University of the Philippines Los Banos; UPLB) ซึ่งเป็นผู้นำและกระตุ้นการดำเนินโครงการ ผู้นำเยาวชนที่เรียกว่า "ผู้ตรวจสอบท้องถิ่น" มีหน้าที่ในการติดตามกิจกรรมของโครงการเป็นประจำ พวกเขาทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างพันธมิตรท้องถิ่นและทีมโครงการจาก UPLB โดยเฉพาะในช่วงวิกฤตการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19

รูปที่ 50: การจัดตั้งร่วมกันของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บน้ำฝนโดยใช้ประโยชน์จากการดำเนินการร่วมกัน (bayanihan) ของเกษตรกรในชุมชนเกษตรกรรมบนที่สูงทั้งสามแห่ง



รูปที่ 51: ประเภทและขนาดของบ่อเก็บน้ำฝนจะแตกต่างกันไปตามพื้นที่โครงการทั้ง 3 แห่ง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในท้องถิ่น



## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

- (1) บ่อเก็บน้ำฝนได้ปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตรในสามพื้นที่ของโครงการและกระตุ้นให้เกษตรกรขยายพื้นที่การเพาะปลูก เกษตรกรส่วนใหญ่ตอนนี้สามารถปลูกข้าวได้สองฤดูต่อปีจากเดิมหนึ่งฤดู เนื่องจากการเก็บน้ำฝนและการจัดเก็บน้ำในบ่อมีความมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถใช้น้ำได้มากขึ้น พื้นที่การเกษตรที่เคยว่างเปล่าได้ถูกพัฒนาเนื่องจากการมีน้ำใช้ เกษตรกรบางคนได้ขยายพื้นที่ปลูกและหลากหลายพืชผล
- (2) การตอบสนองต่อความต้องการของเกษตรกรและชุมชนท้องถิ่นทำให้เกิดการมีส่วนร่วมที่แท้จริง การมีส่วนร่วมที่แท้จริงจากชุมชนท้องถิ่นเกิดขึ้นเมื่อโปรแกรมพัฒนานั้นที่ความต้องการที่ชุมชนรู้สึกถึง การทำเช่นนี้ช่วยพัฒนาความรู้สึกของความเป็นเจ้าของในทุกกิจกรรมของโครงการ
- (3) การเน้นการพัฒนาความสามารถทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียอย่างจริงจัง การแลกเปลี่ยนการเยี่ยมชมแปลงเกษตรแบบข้าม และการฝึกอบรมในสถานที่ช่วยให้เกษตรกรเห็นความสามารถในการทำงานของเทคโนโลยีในพื้นที่ของตน การใช้ศักยภาพของชุมชนการเกษตรและหน่วยงานในท้องถิ่นยังช่วยให้เกิดการมีส่วนร่วมที่แท้จริง
- (4) การเข้าใจสภาพท้องถิ่นเป็นสิ่งสำคัญ ไม่มีขนาด รูปแบบ หรือกระบวนการที่เป็นมาตรฐานสำหรับการจัดตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกการเก็บน้ำฝนในชุมชนการเกษตรภูเขา ทุกอย่างขึ้นอยู่กับความต้องการที่แสดงออกและสภาพท้องถิ่น ขนาดของฟาร์ม ชนิดของพืชผล สภาพภูมิศาสตร์ของชุมชน จำนวนเกษตรกรที่จะใช้ทรัพยากร และความมุ่งมั่นของเกษตรกรในการจัดตั้งและดูแลสิ่งอำนวยความสะดวก
- (5) ความร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วนช่วยยืนยันการดำเนินโครงการที่มีการจัดระเบียบ มีประสิทธิภาพ และมีผลสำเร็จ การเป็นพันธมิตรในลักษณะนี้ช่วยเสริมสร้างทัศนคติของผู้มีส่วนได้เสียทั้งที่มีส่วนโดยตรงและทางอ้อมเกี่ยวกับบทบาทของตนในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ส่งเสริมการแบ่งปันทรัพยากร รับรองการพัฒนาโครงการที่มุ่งเน้นโดยไม่ซ้ำซ้อนกันของความพยายาม อำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการได้อย่างราบรื่น และเปิดทางให้กับความยั่งยืนของการริเริ่มโครงการ

## ข้อเสนอแนะ

จากประสบการณ์และบทเรียนที่ได้เรียนรู้ ขอเสนอคำแนะนำดังต่อไปนี้สำหรับชุมชนการเกษตรภูเขาที่มีความเปราะบางและเผชิญกับความท้าทายในด้านการผลิตทางการเกษตรที่คล้ายคลึงกัน:

- (1) การเสริมสร้างความสามารถของเกษตรกรรายย่อยในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต้องการความร่วมมือระหว่างหลายภาคส่วน กลุ่มนี้จะประกอบด้วยหน่วยงานในท้องถิ่นที่สามารถออกและดำเนินนโยบายท้องถิ่น มหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษาเป็นแหล่งความเชี่ยวชาญทางเทคนิคและบริการให้คำแนะนำ และชุมชนที่นำเทคโนโลยีมาใช้ กลุ่มหลักนี้จะเป็นผู้นำและกระตุ้นการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีที่ตอบสนองต่อความต้องการของชุมชน
- (2) การแทรกแซงทางเทคโนโลยี ควรส่งเสริมวิธีการที่อิงธรรมชาติในการจัดการกับการพัฒนาที่ยั่งยืน สำหรับเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ภูเขาที่ทำการเพาะปลูกในพื้นที่ (เช่น การเกษตรน้ำฝน ดินที่มีความชื้น หรือดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ) การเกษตรผสมผสาน และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นส่วนสำคัญของการแทรกแซงทางเทคโนโลยี
- (3) เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมที่แท้จริงและอย่างจริงจังของผู้มีส่วนได้เสียที่หลากหลาย โดยเฉพาะชุมชนท้องถิ่น การพัฒนาความสามารถและแนวทางการมีส่วนร่วมควรเป็นส่วนหนึ่งของทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ Conde และ Lonsdale (2006) กล่าวว่าความสามารถในการปรับตัวของพวกเขากำลังได้รับการพัฒนาในการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย เพราะคนในชุมชนได้รับเวลาในการเสริมสร้างเครือข่าย ความรู้ ทรัพยากร และความเต็มใจในการหาทางออก

- (4) การส่งเสริมการเชื่อมโยงระหว่างนโยบายและวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการจัดทำนโยบายท้องถิ่น ซึ่งอาจนำไปสู่ความยั่งยืนและการขยายขนาดโครงการ การปรึกษาหารือและการมีส่วนร่วมของหน่วยงานในท้องถิ่นในการดำเนินโครงการ เป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่ทำให้ผู้กำหนดนโยบายตระหนักถึงปัญหาและประเด็นต่างๆ ซึ่งจะกระตุ้นให้พวกเขาดำเนินการทางนโยบาย

#### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) Conde, Cecilia & Kate Lonsdale. (2006 ). “Engaging Stakeholders in the Adaptation Process. Technical Paper 2. “ In : Catacutan and Tanui, “Engaging Stakeholders in Integrated Natural Resource Management: Approaches and Guides for Landcare “. <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/PP07154.pdf>
- (2) Fortenbacher, D., & Alave, K. (2014). Upland agriculture in the Philippines. Manila, Philippines: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- (3) Houben, S. J. G., Verstand, D., & Selin Norén, I. L. M. (2022). 1s5: Farm-level indicators for resilience to climate change stressors. In: I. de Boer, A. Muller, D. van Apeldoorn, J. Kjerulf Petersen, & S. Doornbos (Eds.), Circular@WUR 2022: 1. Biosphere: Rethinking our food and bio-based systems, Wageningen University & Research. <https://library.wur.nl/ojs/index.php/CircularWUR2022/article/view/18241>
- (4) Landicho, L. D., Paelmo, R.F. , Luna, C. D., Cabahug, R. D., Visco, R.G. & Tolentino, L.L. (2016). Climate change adaptation strategies of smallholder upland farmers in the Philippines. *Journal of Environmental Science and Management*, 19(1), 37-45.
- (5) Landicho, L.D., Cabahug, R.E.C., Baliton, R.S. & Gonzales, A.E. (2022). Rainwater harvesting for enhancing upland agriculture: Lessons and experiences in selected upland farming communities in Albay Province, Philippines. *APN Science Bulletin*, 12 (1 ):18-28. <https://doi.org/10.30852/sb.2022.1757>
- (6) Landicho, L.D., Le Van, N. & Ximenes, A. (2023). Determinants of the decision to adopt climate change adaptation strategies among smallholder upland farmers in Southeast Asia. *Forest and Society*, 7 (2):200-221, November 2023. <https://doi.org/10.24259/fs.v7i2.22641>
- (7) Lowder, S. K., Scoet, J., & Singh, S. (2014). What do we know about the number and distribution of farms and family farms worldwide? (Background paper for The State of Food and Agriculture ed). Rome, Italy: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i3729e/i3729e.pdf>

## 5.4 กรณีศึกษา 18: การฟื้นฟูระบบนิเวศและชีวิตความเป็นอยู่: นวัตกรรมทางเกษตรนิเวศในลุ่มน้ำมานูปาลี, มินดาเนา, ฟิลิปปินส์

Enrique L. Tolentino, Jr.

*Institute of Renewable Natural Resources, College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines Los Baños*

### บทคัดย่อ

ลุ่มน้ำมานูปาลี (Manupali Watershed) ในฟิลิปปินส์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติเทือกเขาคิตังกลัด (Mt. Kitanglad Range Natural Park - MKRNP) เป็นระบบนิเวศในพื้นที่สูงที่มีความสำคัญ ซึ่งกำลังเผชิญกับภัยคุกคามจากการเกษตรที่ยังยืนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ กรณีศึกษานี้ได้นำเสนอการฟื้นฟูภูมิทัศน์ทางเกษตรนิเวศเป็นทางออกในการฟื้นฟูระบบนิเวศที่เสื่อมโทรม เสริมสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ และปรับปรุงชีวิตความเป็นอยู่ แปลงสาธิตทางการเกษตร 4 แห่งได้รับการพัฒนาโดยใช้ระบบเกษตรผสมผสานที่มีต้นไม้มันเป็นหลักและการวางแผนร่วมกับเกษตรกร หน่วยงานในท้องถิ่น และองค์กรพัฒนาเอกชน (NGOs) แผนการฟื้นฟูได้รวมถึงการปลูกต้นไม้พื้นเมือง มาตรการการอนุรักษ์ดิน และการทำเกษตรหลากหลายชนิด โดยรักษาสมาคมระหว่างเป้าหมายการอนุรักษ์กับความต้องการทางเศรษฐกิจของเกษตรกร ผลลัพธ์สำคัญได้แก่ การบริการระบบนิเวศที่ดีขึ้น การลดการกัดเซาะ และการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชน บทเรียนจากโครงการนี้เน้นถึงความสำคัญของการบริหารจัดการที่มีส่วนร่วม ความรู้พื้นบ้าน และกลยุทธ์การฟื้นฟูที่เหมาะสม ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ซ้ำได้สำหรับการเกษตรบนที่สูงที่ยั่งยืนในภูมิภาคอื่นๆ

### ที่มาและความสำคัญ

การศึกษานี้ดำเนินการในลุ่มน้ำมานูปาลี ลุ่มน้ำนี้เป็นส่วนหนึ่งของ อุทยานแห่งชาติเทือกเขาคิตังกลัด (MKRNP) ในจังหวัดบูกิดอนอน ของหมู่เกาะมินดาเนา ประเทศฟิลิปปินส์ ภายใต้โครงการ ADB TA-6539 REG: การลงทุนในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการฟื้นฟูภูมิทัศน์ทางเกษตรนิเวศ - 1 การประเมินความเสี่ยงและทางเลือกการปรับตัว/การฟื้นฟูจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในกัมพูชา, เมียนมาร์, และฟิลิปปินส์

ลุ่มน้ำนี้เป็นส่วนหนึ่งของป่าไม้หลักที่เหลืออยู่ในประเทศ ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น นกอินทรีฟิลิปปินส์ที่มีชื่อเสียงแต่ใกล้สูญพันธุ์ และดอกไม้ที่ใหญ่ที่สุดเป็นอันดับสองของโลก *Rafflesia schadenbergiana* MKRNP เป็นที่อยู่อาศัยของชนพื้นเมือง เช่น ชนเผ่าทาลานดิและฮิกาโอนอน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งผลิตอาหารของจังหวัด ซึ่งเกษตรกรปลูกข้าวโพด กาแฟ มันฝรั่ง กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี แครอท ผักกาดหอม และผักอื่น ๆ ในพื้นที่ตอนล่างของลุ่มน้ำ ผลผลิตหลัก ได้แก่ ข้าวโพด อ้อย และข้าวที่มีการชลประทาน พื้นที่โครงการตั้งอยู่ในลุ่มน้ำแม่น้ำบูกิดอนอนตอนบน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำแม่น้ำมินดาเนาขนาดใหญ่ แม่น้ำไหลผ่านเครือข่ายระบบชลประทานที่รองรับการผลิตพลังงานน้ำ (Pulangit IV)

พื้นที่ป่ารอบคลุมร้อยละ 36.43 ของพื้นที่ทั้งหมด (ป่าปิด 28.64% และป่ากลางเปิด 7.79%) ไม้ล้มลุกคลุมเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด (46.03%) และต้นไม้ที่มีอายุหลายปีปกคลุมประมาณ 5.25% การย้ายถิ่นของประชากรและการบุกรุกป่าไม้ธรรมชาติได้เปลี่ยนแปลงส่วนสำคัญของลุ่มน้ำให้กลายเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่เข้มข้นในพื้นที่สูงและพื้นที่ที่มีการพัฒนา นอกจากนี้ การขาดแคลนโอกาสทางการยังชีพ ความไม่เพียงพอของแผนและโครงการในการปกป้องป่า การบังคับใช้กฎหมาย และระเบียบข้อบังคับที่ไม่ดี รวมถึงการบริหารจัดการที่ไม่ดี ยังคงเป็นภัยคุกคามต่อความสมบูรณ์และสุขภาพของลุ่มน้ำมานู

ปาลี (Watershed Management Plan of the Manupali River WMU) การสะสมตะกอนในอ่างเก็บน้ำโรงไฟฟ้าพลังน้ำ Pulangi IV ถูกประมาณว่าอยู่ที่ 1.5 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ปัญหาสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ได้รับแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่คาดว่าจะทำให้ฤดูฝนและฤดูแล้งมีความแปรปรวนมากขึ้น ความแห้งแล้งได้กลายเป็นปัญหาที่ร้ายแรงที่หลายฝ่ายต้องเผชิญ ทั้งเกษตรกรและแหล่งน้ำดื่มและน้ำอุตสาหกรรมของเมือง

### เหตุผล

การเกษตรบนที่สูงที่ไม่ยั่งยืนซึ่งมีลักษณะเป็นการเพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวของพืชผลประจำปีโดยใช้การไถพรวนดินและการใช้สารเคมีสูง กำลังเป็นปัญหาของส่วนสำคัญของ MKRNP การบุกรุกที่ยังคงดำเนินต่อไป แม้ในเขตกันชนของอุทยานแห่งชาติ ดูเหมือนจะเป็นเรื่องปกติแทนที่จะเป็นข้อบกพร่อง ความต้องการผักบนที่สูง เช่น ผักกาดหอม, แครอท, กะหล่ำปลี, บล็อกโคลี, มันฝรั่ง และอื่นๆ ยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องตัดพื้นที่ป่าที่เหลือของอุทยานแห่งชาติเขาคิตั้งกัลด (MKRNP) ส่งผลให้เกิดการเสื่อมโทรมของป่ามากขึ้นและการแยกพื้นที่ของป่าเป็นส่วน ๆ มากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น ความหลากหลายทางชีวภาพจึงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ อัตราการกัดเซาะดินและการสะสมตะกอนเพิ่มสูงขึ้น ทรัพยากรดินย่ำแย่ลง ลักษณะทางอุทกวิทยากลายเป็นไม่เสถียร และปริมาณผลิตภัณฑ์จากป่า เช่น ฟินและผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่ไม้ รวมถึงบริการระบบนิเวศอื่น ๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ การดูดซับคาร์บอน และการปรับปรุงสภาพอากาศในระดับพื้นที่ขนาดเล็กก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ผลกระทบเชิงลบเหล่านี้รุนแรงขึ้น ซึ่งท้ายที่สุดได้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรและรายได้ของเกษตรกร ดังนั้น วงจรอุบาทว์ของการเสื่อมโทรมของป่าและความยากจนจึงยิ่งทวีความรุนแรงขึ้น สถานการณ์ที่น่าหดหู่เช่นนี้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงจากการปฏิบัติที่ทำลายล้างในปัจจุบัน มิฉะนั้นมันอาจจะถึงจุดเปลี่ยนที่แทบจะไม่สามารถย้อนกลับได้

การฟื้นฟูภูมิทัศน์ทางเกษตรนิเวศเป็นวิธีการที่ครอบคลุมและเป็นแนวทางที่มีมุมมองโดยรวมในการแก้ไขระบบนิเวศที่หลากหลายและเป้าหมายที่มักขัดแย้งกันในลุ่มน้ำโดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่าย แนวทางนี้เป็นทางออกที่มีศักยภาพในการแก้ไขความท้าทายระดับโลก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางอาหาร และการพัฒนาอย่างยั่งยืน ในบริบทของลุ่มน้ำมานูปาลี i การฟื้นฟูภูมิทัศน์ทางเกษตรนิเวศสามารถฟื้นฟูการทำงานของระบบนิเวศที่เสียหายให้กลับมาเป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ ผลผลิตสูง และสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

### วิธีการที่เสนอ

โดยปฏิบัติตามหลักการสำคัญของเกษตรนิเวศ ได้แก่ ความหลากหลาย ประสิทธิภาพ ความยืดหยุ่น การหมุนเวียน ความเสมอภาคทางสังคม และการร่วมสร้างความรู้ แผนการฟื้นฟูสำหรับแปลงเกษตรกรรมสาธิตทั้ง 4 แห่งของเกษตรกรผู้ร่วมโครงการได้รับการพัฒนาในรูปแบบการมีส่วนร่วม นอกจากนี้ หลักการของการฟื้นฟูป่าไม้และภูมิทัศน์ได้ถูกรวมเข้าในกระบวนการพัฒนาแปลงเกษตรเหล่านี้ ซึ่งได้แก่: การมุ่งเน้นที่ภูมิทัศน์ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและการสนับสนุนการบริหารจัดการที่มีส่วนร่วม การฟื้นฟูหลายฟังก์ชันเพื่อประโยชน์หลายด้าน การรักษาและเสริมสร้างระบบนิเวศป่าไม้ธรรมชาติภายในภูมิทัศน์ การปรับให้เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่นโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และการบริหารจัดการแบบปรับตัวเพื่อความยืดหยุ่นในระยะยาว

การทำแผนที่แบบมีส่วนร่วมกับเกษตรกรแต่ละรายได้สร้างข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของแปลงเกษตรของพวกเขา (รูปที่ 52) ด้วยการแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญโครงการ รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลักอื่นๆ เช่น เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานในท้องถิ่น,

ตัวแทนจากสถาบันการศึกษา, ภาคเอกชน และหน่วยงานรัฐบาลอื่นๆ เกษตรกรได้ระบุปัญหา, ความท้าทาย และข้อกังวลที่เผชิญกับฟาร์มของพวกเขาและภูมิทัศน์ที่กว้างขึ้น (หรือลุ่มน้ำ) ผ่านชุดของการอบรมเชิงปฏิบัติการ รวมถึงการเยี่ยมชมแปลงเกษตรแบบแลกเปลี่ยนข้ามแปลง เกษตรกร ทีมโครงการ และองค์กรพัฒนาเอกชนด้านสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นได้ร่วมกันจัดทำแผนฟื้นฟูที่อิงตามเป้าหมายเฉพาะและระบุตัวเกษตรกรผู้ร่วมโครงการ แผนฟื้นฟูได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงหลายครั้งเพื่อสะท้อนความปรารถนาและวิสัยทัศน์ของเกษตรกรสำหรับอนาคต การใช้ระบบเกษตรผสมผสานที่ซับซ้อนโดยมีต้นไม้เป็นหลักช่วยส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพที่รับประกันระบบนิเวศที่มีความยืดหยุ่นซึ่งสามารถตอบสนองต่อการตลาดและมีเสถียรภาพ นอกจากนี้ยังรับประกันให้เกษตรกรสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและแรงกดดันจากตลาดที่มีความเปลี่ยนแปลงได้

### รูปที่ 52: การทำแผนที่แบบมีส่วนร่วม



- (1) ฟาร์มหนึ่งในเขตกันชนของอุทยานธรรมชาติเขาคิดางลัด (MKRNP) มีวัตถุประสงค์ในการฟื้นฟูเพื่อปกป้องป่าไม้ธรรมชาติที่เหลืออยู่, ปรับปรุงระบบอุทกวิทยา, ส่งเสริมการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และเสริมสร้างโอกาสในการมีวิถีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ฟาร์มนี้จะดำเนินการหลากหลายพืชผลและการหมุนเวียนพืช รวมถึงการปลูกต้นไม้



- พื้นเมือง, ต้นผลไม้ (เช่น กาแฟ), และผลิตภัณฑ์จากป่าไม้ที่ไม่ใช่ไม้ (non-timber forest productions; NTFPs) (รูปที่ 53) นอกจากนี้ ยังได้มีการสร้างช่องทางโดยการวางเส้นเคาท์เตอร์ไลน์โดยใช้กรอบรูปตัว A (รูปที่ 54)
- (2) แปลงเกษตรถัดไป มีแผนที่จะเปลี่ยนแปลงจากการปลูกผักไปเป็นระบบที่ใช้ต้นไม้เป็นหลักในขณะที่ยังคงมั่นใจว่าจะมีรายได้ในช่วงการเปลี่ยนผ่าน ต้นไม้พื้นเมืองจะถูกผสมผสานเข้าไปในการออกแบบตามขอบเขตและตามลำธาร รวมถึงการใช้เป็นแนวรั้วในพื้นที่ที่ปลูกผัก
  - (3) แปลงเกษตรอีกแห่งจะผสมผสานต้นไม้พื้นเมืองในหกตำแหน่งต่าง ๆ ทั่วทั้งแปลง: (i) ตามขอบเขต (ii) ในส่วนของป่าที่เหลื่ออยู่ที่มีความลาดเอียงน้อยและมีความหนาแน่นของต้นไม้ต่ำ (iii) ในพื้นที่ปลูกกาแฟเพื่อให้ร่มเงา (iv) ตามแนวเส้นทางไหลของน้ำเพื่อเสริมสร้างโครงสร้าง (v) ตามเส้นแนวระดับความสูงในพื้นที่ปลูกผักที่ลาดเอียงร่วมกับหญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum*) และ (vi) ในส่วนล่างของแปลงที่เกษตรกรกำลังพิจารณาปลูกกาแฟ
  - (4) แปลงถัดไปจะนำต้นไม้พื้นเมืองมาผสมผสานในป่าที่เป็นป่ารองและป่าธรรมชาติ รวมถึงในพื้นที่ปลูกผักเป็นแนวรั้วตามเส้นแนวระดับความสูงโดยใช้เทคนิค SALT การออกแบบรวมถึงการสร้างโรงเพาะชำเพื่อผลิตต้นไม้ผลไม้หรือต้นไม้ป่า กาแฟ และโกโก้ โดยใช้ต้นแม่ที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ ต้นไม้ *Calliandra* และ *madre de agua* เป็นตัวเลือกสำหรับการตรึงไนโตรเจนและอาหารสัตว์ ระหว่างแนวรั้วมีการวางแผนปลูกพืชที่หลากหลาย รวมถึงพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง กาบิหรือมันเทศ พืชที่มีมูลค่าสูง เช่น บรอกโคลี กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี และผักกาดหอม สมุนไพรหรือเครื่องเทศ เช่น ตะไคร้ หอม กระเทียม ขิง และขมิ้น และพืชผลระยะกลาง เช่น กล้วย กาแฟ โกโก้ อะโวคาโด และเสาวรส ต้นไม้พื้นเมืองที่มีรากลึก เช่น *madre de agua*, มะม่วงพื้นเมือง หรือ *tibig* จะถูกนำมาปลูกตามทางระบายน้ำที่มีอยู่เพื่อหลีกเลี่ยงการกัดเซาะของดินที่รุนแรง
  - (5) เกษตรกรผู้ร่วมโครงการคนหนึ่งถอนตัวออกจากโครงการเนื่องจากความเข้าใจผิดว่าการปลูกต้นไม้พื้นเมืองและการเก็บเกี่ยวไม้จากต้นเหล่านั้นจะทำให้เขาต้องเผชิญกับคดีทางกฎหมายเกี่ยวกับการลักลอบตัดไม้ ไม่มีกรณีชี้แจงหรือคำอธิบายใด ๆ ที่สามารถเปลี่ยนความคิดของครอบครัวเกี่ยวกับความเข้าใจผิดนี้ได้

**รูปที่ 53: การวางเส้นชั้นความสูงในฟาร์มสาริตในเขตกันชน MKRNP โดยใช้โครง A ชั่วคราว**



รูปที่ 54: ชาวนาปลูกต้นไม้ในพื้นที่เมืองในร่องที่มีฝักสวนครัว



#### การถอดบทเรียนที่ได้รับ

การศึกษานี้ได้สร้างข้อเรียนรู้ที่สำคัญดังต่อไปนี้:

- (1) ความจำเป็นในการใช้แนวทางที่บูรณาการและครบวงจร ซึ่งต้องพิจารณาถึงเป้าหมายทางสังคม สิ่งแวดล้อม และ เศรษฐกิจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการสนับสนุนจากเกษตรกร
- (2) การสร้างความสมดุลระหว่างสิ่งที่ผู้คนจะได้ในอนาคต (การอนุรักษ์) และการให้ความสำคัญกับสิ่งที่พวกเขาต้องการในวันนี้ (การดำรงชีวิต ความมั่นคงทางอาหาร และความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)
- (3) ความสำคัญของการพิจารณาความรู้และแนวปฏิบัติพื้นบ้าน อุทยานแห่งชาติเขาคีรีวงศ์มีความสำคัญทางวัฒนธรรมต่อชนเผ่าทาลันติก รวมทั้งการดูแลรักษาลุ่มน้ำเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมของพวกเขา
- (4) บทบาทของความปรารถนาของเกษตรกรในเรื่องการใช้ที่ดิน การพิจารณาไม่เพียงแต่สิ่งที่พวกเขาทำ แต่ยังรวมถึงสิ่งที่พวกเขามองเห็นสำหรับที่ดินของพวกเขาจะช่วยให้การวางแผนการฟื้นฟูอย่างยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- (5) ประโยชน์ของการสร้างข้อมูลและฐานข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่แข็งแกร่งและเข้าถึงได้เป็นเครื่องมือสนับสนุน
- (6) ความจำเป็นในการให้สิ่งจูงใจที่เหมาะสมและเป็นธรรมเพื่อกระตุ้นการนำและการลงทุนในการฟื้นฟูป่าไม้และภูมิทัศน์ (FLR) กับเกษตรกรรายย่อย และรางวัลสำหรับความยั่งยืนและการขยายขนาด
- (7) ความสำคัญของการเสริมสร้างความสามารถในท้องถิ่นและการจำลองวิธีการที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศผ่านกิจกรรมการสาธิต การแสดงวิธีการที่เหมาะสมกับธรรมชาติในการปรับปรุงความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ช่วยในการขยายขนาด
- (8) การสนับสนุนจากสถาบันที่แข็งแกร่งและการบริหารจัดการแบบมีส่วนร่วมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการฟื้นฟูป่าไม้และภูมิทัศน์
- (9) การมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและการวางแผนและการติดตามผลแบบมีส่วนร่วมในระดับภูมิทัศน์

### ข้อเสนอแนะ

- (1) การจัดตั้งสภาการจัดการลุ่มน้ำ Manupali (Lantapan Manupali Watershed Management Council - LMWMC) และการดำเนินการตามแผนงาน 5 ปี เพื่อรักษาความพยายามเริ่มต้นในการฟื้นฟู
- (2) การเสริมสร้างระบบสิ่งจูงใจและ/หรือรางวัลสำหรับการจัดการลุ่มน้ำ รวมถึงการฟื้นฟูป่าไม้และภูมิทัศน์ (FLR)
- (3) การบูรณาการฟาร์มสาธิตเป็นสถานที่เรียนรู้ในโปรแกรมและโครงการต่างๆ ของลันทาพานที่เกี่ยวข้องกับ: (1) การปกป้องสิ่งแวดล้อม (2) การพัฒนาการเกษตร (3) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรและนิเวศวิทยา เป็นต้น
- (4) การปรับใช้และท้องถิ่นนโยบายและโครงการระดับชาติที่เกี่ยวข้องกับ GESI
- (5) องค์กรพัฒนาเอกชนด้านสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น (Landcare Foundation of the Philippines) ผ่านสภาชนเผ่าจังหวัดบูกิดโนจะดำเนินการต่อในการอำนวยความสะดวกสถานที่สาธิตร่วมกับเกษตรกรผู้ร่วมโครงการด้วยโครงการใหม่ที่เกี่ยวข้องกับ FLR
- (6) การใช้ประโยชน์จากภาคเอกชนผ่าน LMWMC เพื่อระดมทุนสำหรับการขยายการทำงานฟื้นฟู

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) International Centre for Environmental Management (ICEM) and World Agroforestry (ICRAF). 2024. Restoration Plans for Demonstration Areas in Cambodia and the Philippines Technical Assistance Consultant's Report for ADB TA: Investing in Climate Change Adaptation through Agroecological Landscape Restoration: A Nature-Based Solution for Climate Resilience (Draft report, official links to be provided later).
- (2) International Centre for Environmental Management (ICEM) and World Agroforestry (ICRAF). 2024. Integrating the Principles of Ecological Agriculture into Upland Farming Systems of the Manupali Watershed in the Philippines. Technical Assistance Consultant's Report for ADB TA: Investing in Climate Change Adaptation through Agroecological Landscape Restoration: A Nature-Based Solution for Climate Resilience (Draft report, official links to be provided later).
- (3) International Centre for Environmental Management (ICEM) and World Agroforestry (ICRAF). 2024. Community-based Climate Vulnerability Assessment and Adaptation Planning for Resilient Agroecosystems. Technical Assistance Consultant's Report for ADB TA: Investing in Climate Change Adaptation through Agroecological Landscape Restoration: A Nature-Based Solution for Climate Resilience (Draft report, official links to be provided later).
- (4) Stanturf, John; Mansourian, Stephanie; Kleine, Michael; eds. 2017. Implementing Forest Landscape Restoration, A Practitioner's Guide. International Union of Forest Research Organizations, Special Programme for Development of Capacities (IUFRO-SPDC). Vienna, Austria. (pages 8-9)

## 5.5 กรณีศึกษา 19: การปลูกข้าวในนาข้าวแบบเปียกและแห้งสลับกันช่วยเพิ่มผลผลิตและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตขุนเทียน จังหวัดยูนนาน

Michael Hermann

*The Federation for Associations connected to the International HUMANA PEOPLE TO PEOPLE Movement (Switzerland)*

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการคือ การแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงวิธีการเพาะปลูกข้าวจากการปลูกข้าวแบบเปียกเป็นการเพาะปลูกแบบเปียกและแห้งสลับกันที่มีความแม่นยำในความสามารถเพิ่มผลผลิต ซึ่งเป็นแรงจูงใจสำหรับเกษตรกร และลดการปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นความจำเป็นสำหรับมนุษยชาติ และได้รับการยอมรับจากชุมชนท้องถิ่นและสามารถมีการนำไปใช้ในวงกว้างได้

โครงการได้บรรลุวัตถุประสงค์ สามารถเพิ่มผลผลิต 25-33% ลดการปล่อย CO<sub>2</sub>e จากมีเทน 5 ตัน/เฮกตาร์ และสร้างสถานการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อทั้งสองฝ่าย โครงการยังช่วยเพิ่มความตระหนักในชุมชนเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และประสบความสำเร็จในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเศษพืช การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกพืชร่วม เช่น ข้าวโพดและพืชตระกูลถั่ว การใช้พืชสด การปลูกหญ้าแฝก (Vetiver grass) ในแนวขอบเนินเพื่อลดการพังทลายของดินและเพิ่มมวลชีวภาพของพืช การใช้วิธีการข้าว-เปิดเพื่อลดการใช้ยาฆ่าแมลง โครงการยังได้ทดลองใช้ร่องบ้ำบัตน้ำที่จากนาข้าวแบบธรรมชาติ ซึ่งช่วยทำความสะอาดพิษไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุได้ 2/3 ถึง 3/4 และแสดงให้เห็นถึงหลักฐานของแนวคิดการวางแผนทางการเกษตรใด ๆ ควรเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและขึ้นอยู่กับสภาพท้องถิ่นเพื่อสร้างสถานการณ์ที่ทั้ง 2 ฝ่าย คือ ผู้คนและโลกใบนี้จะได้ประโยชน์พร้อมกัน

### ที่มาและความสำคัญ

เขตขุนเทียน ตั้งอยู่ในกลางที่ราบสูงยูนนาน-ก๊วยโจว (Yunnan-Guizhou Plateau, Xundian County) ละติจูด 25.56° เหนือ และลองจิจูด 103.25° ตะวันออก มีภูมิประเทศที่ซับซ้อนมาก รวมถึงภูเขา เนินเขา พื้นที่ลาดชัน เขื่อน และร่องหุบเขา พื้นที่ส่วนใหญ่ 3,588 ตารางกิโลเมตรอยู่ระหว่างระดับความสูง 1,800-2,600 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยภูเขาไม้สักส่วนถึง 87.5% จุดสูงสุดอยู่ที่ระดับ 3,300 เมตร และจุดต่ำสุดอยู่ที่ระดับ 1,440 เมตร

ขุนเทียน (Xundian) มีภูมิอากาศแบบมรสุมที่ราบสูงเขตร้อน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของลมตะวันตกในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ ซึ่งทำให้เกิดความแห้งแล้งและฝนตกน้อย ฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วงได้รับอิทธิพลจากอากาศอบอุ่นและชื้น โดยมีมรสุมจากมหาสมุทรที่เด่นชัด ทำให้มีความชื้นและฝนตกมาก

ความสูงของภูมิประเทศและความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศมีขนาดใหญ่ และสภาพภูมิอากาศในแต่ละระดับมีความแตกต่างกันชัดเจน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2543-2563 อยู่ที่ 15.3 °C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 1,018 มม. และระยะเวลาการส่องแสงแดดเฉลี่ย 2,046 ชั่วโมง ซึ่งมีแนวโน้มฝนตกน้อยและมีความร้อนและแสงแดดมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2566 ปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ 696 มม. อุณหภูมิ 16.2°C และระยะเวลาการส่องแสงแดด 2,193 ชั่วโมง

ซุนเดียน เป็นเขตย่อยของเทศบาลนครคุนหมิง ห่างจากศูนย์กลางเมือง 90 กิโลเมตร ส่วนใหญ่ของคณู่มสาวทำงานนอกเขต ข้อมูลประชากรที่จดทะเบียนอย่างเป็นทางการมีจำนวน 580,000 คน โดย 77% เป็นคนชนบท กระจายอยู่ใน 1,577 หมู่บ้าน ธรรมชาติ โดยมีเฉลี่ย 775 คน หรือ 220 ครอบครัวในแต่ละหมู่บ้าน และมีคนประมาณ 400-500 คนมักจะทำงานนอกหมู่บ้าน รัฐบาลได้ลงทุนในพืชเศรษฐกิจพิเศษ (ยาสูบ กวี ผัก ดอกไม้ เนื้อวัว และเนื้อแกะ) และเขตนี้เป็นหนึ่งใน 15 เขตแรก ใน Yunnan ที่กำจัดความยากจนอย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2561 ความเสี่ยงจากอุณหภูมิและความแห้งแล้งเพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพและการกัดเซาะของดินเป็นปัญหาหลักเนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งและภูมิประเทศ

ข้าวถูกปลูกในเดือนพฤษภาคมและเก็บเกี่ยวในเดือนกันยายน ระดับน้ำในอดีตจะอยู่ที่ 5-8 ซม. สูงเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยจะมีการระบายน้ำประมาณ 2 ครั้ง การปล่อยก๊าซมีเทนที่ผ่านมาอยู่ที่ 180 หรือ 240 ตัน CO<sub>2</sub>e/เฮกตาร์ใน 2 หมู่บ้าน ความตระหนักเรื่องความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงและอันตรายจากการใช้ปุ๋ยมากเกินไปนั้นค่อนข้างต่ำ

### เหตุผล

การเกษตรของเกษตรกรรายย่อยในภูเขาของภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีนมีลักษณะเฉพาะที่ดินมีขนาดเล็ก กระจายอยู่ในหลายแปลง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแรงงานผู้สูงอายุที่มักจะมีการศึกษาในระดับต่ำหรือไม่สมบูรณ์ ขณะที่คณู่มสาวในหมู่บ้านมักจะไปทำงานในศูนย์กลางเมืองเพื่อหารายได้ที่สูงกว่า ตลาดที่ไม่เสถียรและการใช้ปุ๋ยเคมีและสารฆ่าแมลงในลักษณะที่ไม่ยั่งยืนเป็นปัญหาหลัก ความยากลำบากทางเศรษฐกิจทำให้เกษตรกรจำนวนมากเลือกที่จะทิ้งที่ดินของตนโดยไม่ใช้งาน จากปี พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2561 ที่ดินทำการเกษตร 26.47 ล้านเฮกตาร์ถูกทิ้งร้าง (รวมถึงที่ดินที่ได้รับการฟื้นฟูแล้ว) ภายใต้อิทธิพลในเชิงบวกจากนโยบายความมั่นคงทางอาหารของรัฐบาล ที่ดินที่ทิ้งร้างได้ลดลงในปีหลัง ๆ แต่พื้นที่รวมยังคงสูงอยู่

- (1) ครอบครัวในพื้นที่ภูเขาของจังหวัดยูนนาน มีที่ดินทำการเกษตรประมาณ 1/3 เฮกตาร์เพื่อการดำรงชีวิต เกษตรกรรายย่อยในพื้นที่สูงไม่ได้เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและไม่ควรถูกบังคับให้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เราควรหาวิธีลดผลกระทบที่สามารถเพิ่มผลผลิตไปพร้อมกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งกับเกษตรกรและธรรมชาติในเวลาเดียวกัน เกษตรกรผู้สูงอายุส่วนใหญ่ในพื้นที่ที่มีการศึกษาในระดับต่ำและขาดทักษะทางเทคนิค
- (2) ที่ดินทำการเกษตรในจีนประมาณ 120 ล้านเฮกตาร์ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub>e ประมาณ 787 ล้านตัน และการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวอยู่ที่ 147 ล้านตัน (คิดเป็น 18.7%) อีก 32% เกิดจากการใช้ปุ๋ยสังเคราะห์
- (3) เนื่องจากการผลิตทางการเกษตรที่กว้างขวาง มลพิษจากแหล่งที่ไม่สามารถระบุได้ทางการเกษตรเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของมลพิษทางน้ำ ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา เพื่อให้ได้ผลผลิตพืชที่สูงและเสถียร การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในจีนเพิ่มขึ้น 4 เท่า แต่ในขณะเดียวกัน อัตราการใช้ไนโตรเจนโดยพืชกลับมีเพียง 30%
- (4) การสำรวจดินล่าสุด (ปี พ.ศ. 2527) แสดงให้เห็นว่าปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกมากกว่า 30% เมื่อกลับด้านแล้ว สิ่งนี้แสดงถึงศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนที่มหาศาล
- (5) "ในอีก 50 ปีข้างหน้า การปฏิบัติการจัดการที่ดินที่มีประสิทธิภาพ (การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การนำฟางกลับสู่ดิน การเกษตรแบบอนุรักษ์) อาจช่วยให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนในดินประมาณ 30-36" (Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Dr. Li Hu, <https://www.iarrp.cn/ysdt/mtbd/292422.htm>)

เพื่อบรรเทาปัญหาที่กล่าวถึงข้างต้น, โครงการ HPP ได้ดำเนินโครงการ "ชมรมเกษตรกร Xundian Club" เป็นระยะเวลา 4 ปี (2558-2561) ในเมืองเหอคุ, เขตซุนเดียน ซึ่งได้รับประโยชน์จากโครงการนี้ถึง 1,040 ครัวเรือน บนพื้นที่ 316 เฮกตาร์

## วิธีการที่เสนอ

เราจัดระเบียบชุมชนเป็น 23 ชมรมเกษตรกร (FC) โดยอาสาสมัคร โดยเฉลี่ยแล้วมีเกษตรกรผู้สูงอายุประมาณ 45 คนต่อชมรมกลุ่มย่อยของ FC (กลุ่มหลัก) ที่มีเกษตรกร 10 คนพบกันทุกเดือนเพื่อการฝึกอบรมและการติดตามและประเมินผลโครงการ (M&E) โครงการของเราจ้างอาสาสมัครท้องถิ่น ('ผู้สอนการเกษตร') ต่อหมู่บ้านเต็มเวลา สำหรับการเยี่ยมชมพื้นที่และบ้านทุกวันภายใต้การนำของผู้จัดการโครงการประจำพื้นที่ (ในโครงการ HPP ผู้จัดการโครงการจะพักอาศัยในพื้นที่ชนบทที่เรามุ่งหวังจะมีผลกระทบเป็นระยะเวลาประมาณ 3 ปี) เกษตรกรได้รับการสอนให้ใช้สมุดบันทึกผลสำเร็จ (Achievement Books) เพื่อบันทึกผลผลิต การขาย รายได้ต่อหน่วย ต้นทุน และแรงงานที่ใช้ ก่อนโครงการ เกษตรกรผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่เก็บบันทึกภายในบ้านและไม่สามารถตั้งงบประมาณได้

เราส่งเสริมเทคโนโลยีการปลูกข้าวที่มีความแม่นยำ (Rice Precise Quantitative Planting Technology - RPQPT) ของสถาบันวิทยาศาสตร์การเกษตร Yunnan (YAAS)

แผนการปลูกแบบความหนาแน่นสูง (120 - 135 กก. เมล็ดพันธุ์ต่อไร่) ใช้เทคนิคการปลูกแบบระยะห่าง 10 x 20 ซม. (ทำให้ใช้เมล็ดพันธุ์ 75 - 90 กก. ต่อไร่) และการจัดการน้ำแบบเปียกแห้งสลับกัน ซึ่งได้รับการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิทยาศาสตร์การเกษตรยูนนาน (YAAS) ที่สามารถจัดการฝึกอบรมได้ 1 ครั้งต่อปี

ผู้สอนการเกษตรประจำหมู่บ้านได้เสริมสร้างเนื้อหาการฝึกอบรมจาก YAAS ทุกวัน ซึ่งช่วยให้เกษตรกรเข้าใจและสามารถนำเทคนิคไปใช้ได้ (รูปที่ 55)

ทุกปี ความสนใจของชุมชนเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้เห็นผลผลิตที่ดีขึ้นเป็น 7.8 - 8.7 ตัน/ไร่ เมื่อเทียบกับผลผลิตเดิมที่ 6.0 - 6.7 ตัน/ไร่ ซึ่งเพิ่มขึ้น 25- 30% และพื้นที่การปลูกเพิ่มขึ้น

เพื่อพิสูจน์การลดการปล่อยก๊าซ เราได้เก็บตัวอย่างอากาศทุกสัปดาห์และวัดการปล่อยก๊าซมีเทนร่วมกับสถาบันวิทยาศาสตร์และข้อมูลทางเทคนิคยูนนาน (YASTI) ตามวิธีการของกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) - "CMS-017-V01 การลดการปล่อยก๊าซมีเทนโดยการปรับเปลี่ยนการจัดการน้ำในการปลูกข้าว" (รูปที่ 56)

วิธีการ Static Chamber ถูกนำมาใช้ในการเก็บตัวอย่างและสังเกตการณ์ก๊าซมีเทนในพื้นที่ทดลองและพื้นที่ควบคุม

ตัวอย่างถูกเก็บทุกสัปดาห์เพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการที่คณหิมังและวิเคราะห์แก๊สโครมาโตกราฟีด้วยเครื่องตรวจจับไอออนเซชันของเปลวไฟไฮโดรเจน (FID)

เราทดลองใช้การบำบัดน้ำทิ้งจากข้าวแบบธรรมชาติที่พัฒนาโดย YAAS สระบำบัดน้ำถูกสร้างขึ้นขนาด 10.2 ม. x 9.3 ม. ลึก 0.8 ม. ในสระปลูกผักบุงน้ำ ผักกาดน้ำ และสระระแหง และปลูกหญ้าจิ้นในร่องเก็บน้ำขนาด 33 ม. เก็บตัวอย่างน้ำ 99 ตัวอย่างเป็นระยะเวลา 25 สัปดาห์ และเปรียบเทียบตามมลพิษ: น้ำจากแม่น้ำที่ใช้ในการชลประทาน น้ำจากนาข้าว น้ำทิ้งจากการระบาย และน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด

เราส่งเสริมการเกษตรอนุรักษ์ นอกเหนือจาก RPQPT เรายังส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากเศษพืช, ปุ๋ยอินทรีย์, การปลูกพืชร่วมระหว่างข้าวโพดและพืชตระกูลถั่ว, ปุ๋ยพืชสด และหญ้าเวทิวเออร์บนแนวสันเขาเพื่อลดการกัดเซาะของดินและเพิ่มมวลชีวภาพของพืช; วิธีการข้าว-เบ็ดเพื่อลดการใช้ยาฆ่าแมลง

ในปี พ.ศ. 2558 เราเริ่มต้นด้วยการทดลอง RQPT จำนวน 2 แปลง ครอบคลุมพื้นที่ 124.5 ไร่ (1 ไร่ = 666.67 ตารางเมตร หรือ 0.45 ไร่) ใน 2 หมู่บ้านที่มีเป้าหมาย โครงการ RQPT ทั้งหมดเริ่มการเตรียมการในเดือนมีนาคมและได้รับการติดตามและแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน (YAAS, YASTI, local agricultural extension workers, HPP farming instructors and the HPP project manager) นอกจากการปลูกข้าวด้วย RQPT แล้ว ยังมีการปลูกพืชร่วมข้าวโพดและพืชตระกูลถั่ว 95 ไร่ เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม การติดตั้งหลอดไฟแมลงฆ่าแมลงพลังงานแสงอาทิตย์ 4 ดวงในเดือนกรกฎาคม การปลูกถั่ว 121 ไร่ และการปลูกถั่วเหวซ 1114 ไร่ในเดือนตุลาคม การปลูกมันฝรั่งแบบไม่ไถพรวน 2 ไร่ในเดือนธันวาคม แนวคิดการหมุนเวียนพืชถูกแนะนำและนำไปใช้โดยเกษตรกรจำนวนมาก

### รูปที่ 55: ฝึกอบรมเกษตรกรด้วย RQPT



### รูปที่ 56: การสุ่มตัวอย่างอากาศสายลับตาทีในกล่องรวบรวมเพื่อวัดปริมาณมีเทน



## บทบาทของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

อัตราการนำไปใช้เพิ่มขึ้นสามเท่าจากประมาณ 25% ของเกษตรกรเป็น 75% ความท้าทายคือการท่วมของแม่น้ำนิวหลาน (Niulan) ที่เกิดขึ้นทุกครึ่งปี ซึ่งเกษตรกรยังสามารถเห็นว่า ข้าวที่ปลูกด้วย RPQPT ให้ผลดีกว่าข้าวที่ไม่ได้ปลูกด้วย RPQPT ประโยชน์คือการเพิ่มผลผลิตข้าวและรายได้ขึ้น 25–33% และการลดต้นทุนเมล็ดพันธุ์ การปลูกพืชใหม่ และการชลประทาน ภาคเอกชนไม่ได้มีส่วนร่วมในโครงการของเรา ในขณะนั้นไม่มีการสนับสนุนจากรัฐบาล เช่น การอุดหนุนหรือสิ่งจูงใจที่สนับสนุน CSA แต่ YAAS มีภารกิจในการส่งเสริม RPQPT ปัจจุบันมีองค์กรพัฒนาเอกชน (NGO) อย่างน้อยสองแห่งที่ทำงานด้านการปรับปรุงการปลูกข้าวและการลดการปล่อยก๊าซ

## การถอดบทเรียนที่ได้รับ

### ชมรมเกษตรกร (Farmers' Clubs)

- (1) การเข้าร่วมเพิ่มขึ้นจาก 364 ครัวเรือน (ในปี 2558) เป็น 1,040 ครัวเรือน (ในปี 2561)
- (2) ชมรมเกษตรกรพบกันทุกเดือนและเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ผลผลิต และความสามัคคี
- (3) การจัดตั้งเป็นกลุ่มผู้ผลิต ทำให้ชาวบ้านที่มีการศึกษาระดับต่ำสามารถเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ได้

### เทคโนโลยีการปลูกข้าวที่มีความแม่นยำ Rise Precise Quantitative Planting Technology (RPQPT)

- (1) RPQPT เป็นเทคโนโลยีที่พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม วิธี RPQPT มีการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง และน้ำในปริมาณที่น้อยกว่า ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 30% RPQPT ที่ใช้การชลประทานแบบเปียก-แห้งสลับกันยังช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนและเพิ่มรายได้ของเกษตรกร
- (2) พื้นที่ปลูกข้าวเพิ่มขึ้นจาก  $124 \times 15 = 8.26$  เฮกตาร์ (ในปี 2558) เป็น  $739 \times 15 = 49.26$  เฮกตาร์ (ในปี 2018) เนื่องจากเกษตรกรเห็นผลลัพธ์ที่แท้จริง
- (3) ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจาก  $432 \times 15 = 6.48$  ตัน/เฮกตาร์ (ในปี 2557) เป็น  $574 \times 15 = 8.61$  ตัน/เฮกตาร์ (ในปี 2559) แต่ในช่วง 2 ปีที่เกิดน้ำท่วม (2558 และ 2560) ผลผลิตลดลงเป็น 3.5 และ 6.7 ตัน/เฮกตาร์
- (4) ตามการวัดการปล่อยก๊าซมีเทนรายสัปดาห์, YASTI คำนวณการลดการปล่อย CO<sub>2</sub> e ได้ 4.0-5.0 ตัน/เฮกตาร์ (จากรายงานประจำปี 2 ฉบับ)
- (5) RPQPT ถูกนำไปใช้ในพื้นที่ 200,000 เฮกตาร์ในยูนนาน แต่ยังมีพื้นที่ 800,000 เฮกตาร์ที่ยังไม่ได้ใช้เทคโนโลยีนี้

### การบำบัดน้ำทิ้ง

- (1) ผลการทดสอบแสดงว่า ระดับไนโตรเจนในน้ำก่อนการแทรกแซงอยู่ที่ 7.50 มก./ลิตร และหลังการแทรกแซงอยู่ที่ 2.56 มก./ลิตร ระดับฟอสฟอรัสก่อนการแทรกแซงอยู่ที่ 0.23 มก./ลิตร และหลังการแทรกแซงอยู่ที่ 0.06 มก./ลิตร สระบำบัดน้ำสามารถทำความสะอาดน้ำทิ้งจากนาข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดมลพิษในแม่น้ำนิวหลาน ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของทะเลสาบเตียนฉือ (Dianchi) (512 ตารางกิโลเมตร) และน้ำเหล่านั้นเป็นส่วนหนึ่งของการฟื้นฟูทะเลสาบ
- (2) การรับรู้ของชาวบ้านเกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมดีขึ้น

### การเกษตรเชิงอนุรักษ์ (Conservation Farming)

- (1) การปลูกถั่วขนหรือเฮอริเวทช์ (Hairy Vetch) จำนวน  $1,114 \text{ มู} \times 15 = 74.3$  เฮกตาร์ ใช้แรงงานหนักในแต่ละปี แต่เกษตรกรประหยัดปุ๋ยได้ 62.4 ตันในการปลูกในครั้งถัดไป ช่วยป้องกันการสูญเสียและการกัดเซาะของดิน



- (2) การปลูกพืชร่วมข้าวโพดและถั่วเป็นเวลา 2 ปีในพื้นที่ 618 ไร่  $\times$  15 = 41.2 เฮกตาร์ ไม่ได้เพิ่มผลผลิตข้าวโพดแต่เพิ่มผลผลิตถั่ว (32  $\times$  15 = 480 กก./เฮกตาร์); ประมาณการการประหยัดสารกำจัดวัชพืชได้ 111 กก.
- (3) การปลูกหญ้าแฝก (vetiver-grass) 6,000 เมตรช่วยป้องกันการกัดเซาะของดินบนพื้นที่ลาด
- (4) การทดลองเลี้ยงเป็ดร่วมกับนาข้าว: เป็ด 190 ตัว/เฮกตาร์ ช่วยลดวัชพืช

### ความมีประสิทธิภาพทางการเงิน

ต้นทุนโครงการ (ไม่รวมการวัดก๊าซมีเทน): 1,680,000 หยวน (240,000 ดอลลาร์สหรัฐ) รายได้เสริมที่เกิดขึ้น: 731,703 หยวน (104,529 ดอลลาร์สหรัฐ) ประสิทธิภาพที่ได้รับและเผยแพร่ ความสามารถในท้องถิ่นเพิ่มขึ้น

### ความมีประสิทธิภาพทางสังคม

ในฐานะที่เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรที่มีทีมงานโครงการประจำพื้นที่ เรากลายเป็นสะพานเชื่อมระหว่างผู้เชี่ยวชาญและชาวบ้าน

### ประโยชน์ต่อชุมชน

เกษตรกรได้เห็นว่าการชลประทานและปริมาณน้ำชลประทานที่ใช้ในการปลูกข้าวลดลงมากเมื่อเทียบกับอดีต แต่การเติบโตและผลผลิตของข้าวดีขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งทำให้เกษตรกรตระหนักถึงประโยชน์ของการทำลายแนวคิดแบบเดิมและเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ และเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีใหม่ เกษตรกรเพิ่มรายได้จากการลดต้นทุนการเพาะเมล็ดและการปลูกต้นกล้าได้ 30%, ลดต้นทุนการชลประทาน และเพิ่มผลผลิตและรายได้จากการขายได้ 30%

การดำเนินโครงการได้เพิ่มการรับรู้เกี่ยวกับการปกป้องสิ่งแวดล้อมของเกษตรกรในบางประเด็น ตัวอย่างเช่น ในขณะที่แนะนำเกษตรกรในการป้องกันและควบคุมศัตรูพืชและโรคในระหว่างการปลูกข้าว โครงการยังได้อธิบายให้เกษตรกรทราบเกี่ยวกับการใช้ยาฆ่าแมลง เพื่อเพิ่มความเข้าใจของเกษตรกรเกี่ยวกับอันตรายของยาฆ่าแมลงต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม การใช้ยาฆ่าแมลงอย่างถูกต้องของเกษตรกรช่วยลดจำนวนยาฆ่าแมลงที่ใช้ และเมื่อใช้ยาฆ่าแมลง เกษตรกรยังรู้ที่จะใช้มาตรการป้องกันตัวเอง ในขณะเดียวกัน พวกเขาทิ้งยาฆ่าแมลงที่เหลือและขยะอย่างเหมาะสม เพื่อลดความเสียหายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ยาฆ่าแมลง เกษตรกรยังได้เรียนรู้การใช้ปุ๋ยให้เหมาะสมตามความอุดมสมบูรณ์ของดิน

### ข้อเสนอแนะ

หลังจากการกำจัดความยากจนอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2563 ยังมีประชากรกว่า 544 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบท โดยมีรายได้ที่สามารถใช้จ่ายต่อหัวน้อยกว่าผู้ที่อาศัยในเมืองถึง 2.65 เท่า รัฐบาลมีเป้าหมายที่จะบรรลุ "การฟื้นฟูชนบท 5 ประการ" (เศรษฐกิจ นิเวศวิทยา วัฒนธรรม, ทรัพยากรมนุษย์, และองค์กร) ซึ่งทั้งหมดนี้ได้รับการสนับสนุนจากแบบจำลองคลับเกษตรกรของเรา เราจำเป็นต้องเพิ่มรายได้และคุณภาพชีวิตให้กับเกษตรกรที่มีอายุเฉลี่ย 65 ปีที่ยังคงอยู่ในหมู่บ้านห่างไกล ซึ่งต้องทำงานในที่ดินต่อไปอีก 15-20 ปี

อุณหภูมิเฉลี่ยทั่วโลกในปี พ.ศ. 2566 สูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วง พ.ศ. 2393-2443 ก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม  $1.45 \pm 0.12^{\circ}\text{C}$  (WMO) คลื่นความร้อนที่รุนแรง ความแห้งแล้ง และน้ำท่วมที่ทำลายล้างได้กระทบต่อผู้คนนับล้านและทำให้เกิดความเสียหายหลายพันล้านดอลลาร์ เกษตรกรรายย่อยเป็นทั้งเหยื่อของสิ่งแวดล้อมที่มีความไม่แน่นอนมากขึ้น และอาจเป็นผู้ดูแลโลกในอนาคตโดยการปกป้องน้ำและดินของโลก

เราควรนำเสนอวิธีการที่มีต้นทุนต่ำที่เป็นที่รู้จัก เช่นเดียวกับที่ได้นำเสนอมาจากสถาบันวิจัยเข้าสู่หมู่บ้านผ่านโครงสร้างของหน่วยงานในท้องถิ่น องค์กรมวลชน NGOs สหกรณ์เกษตรกร หรือการฟื้นฟูความรู้แบบดั้งเดิม และทำให้โครงสร้างชุมชนทำงานได้ โดยการ "เชื่อมโยงระยะสุดท้าย" ด้วยการช่วยเหลือชุมชนในการดำเนินการปรับตัวในระดับท้องถิ่นเพื่อหยุดยั้ง "ภาวะโลกเดือด (Global Boiling)" โดยมุ่งเน้นที่การปรับตัวและการปกป้องชีวิตและความเป็นอยู่ท่ามกลางสภาพอากาศที่รุนแรงที่เพิ่มขึ้น

กลยุทธ์ในการเพิ่มการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ในบริบทที่คล้ายกันต้องอิงตามบริบทท้องถิ่นและเป็นการนำโดยชุมชนเพื่อให้มีผลระยะยาว จีนจำเป็นต้องมีแผนการปรับตัวและ CSA ระดับ "ตำบล" ในพื้นที่ภูเขาทั้งหมด เนื่องจากภูมิประเทศที่ซับซ้อนของประเทศ ในทำนองเดียวกับที่จีนได้จัดการรณรงค์การบรรเทาความยากจนในช่วงปี พ.ศ. 2554-2563 จีนจะต้องมีการรณรงค์ระดับชาติในการปรับตัวและ CSA เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับแคมเปญนี้ ควรเริ่มต้นโครงการนำร่องในปี 2568-2573

### เอกสารอ่านเพิ่มเติม

- (1) 2016-05 Print edition No. 174, NONGCUN SHIYONG JISHU (Practical Village Technologies), page 36-37  
Study on carbon emission reduction in water supply management for rice cultivation in Xundian
- (2) 2018-02 Print edition No. 195, NONGCUN SHIYONG JISHU (Practical Village Technologies), page 32-36  
Experimental study on tail water treatment in Xundian paddy field

## 6. ข้อเสนอแนะ และแนวทางข้างหน้า

พื้นที่สูงของเอเชียเผชิญกับความท้าทายที่ซับซ้อนทั้งด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจที่ขัดขวางการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนและความมั่นคงด้านอาหาร ความท้าทายเหล่านี้ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งรวมถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการตกของฝน และการเกิดเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้วที่บ่อยครั้งขึ้น การประชุมเชิงปฏิบัติการได้จัดทำเป็นแพลตฟอร์มที่มีคุณค่าสำหรับการแลกเปลี่ยนความรู้ โดยรวบรวมผู้กำหนดนโยบาย นักวิจัย ผู้ปฏิบัติงาน และเกษตรกรมาร่วมกันหารือถึงความท้าทาย นวัตกรรม และกลยุทธ์ในการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้

### 6.1 ส่วนสำคัญของการอภิปรายมุ่งเน้นไปที่สองช่วงหลักของการประชุม:

การแบ่งปันประสบการณ์จากการสาธิตต้นแบบโดยเกษตรกรในตำบลบัวใหญ่ อำเภอนาหนอง จังหวัดน่าน การประชุมช่วงนี้เน้นประสบการณ์จริงของเกษตรกรที่นำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ในพื้นที่สูง โดยเน้นประเด็นต่างๆ ดังนี้:

- (1) ความท้าทายในการนำไปใช้: เกษตรกรเริ่มต้นประสบปัญหาเนื่องจากขาดความรู้เกี่ยวกับเทคนิค CSA ต้นทุนเริ่มต้นสูง และความไม่แน่นอนเกี่ยวกับผลตอบแทนจากการลงทุน
- (2) ผลประโยชน์ที่สังเกตเห็น: เมื่อเวลาผ่านไป การปฏิบัติ CSA เช่น การอนุรักษ์ดิน การเกษตรแบบผสมผสาน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตสูงขึ้น และการเก็บน้ำได้ดีขึ้น
- (3) บทเรียนที่ได้รับ: เกษตรกรเน้นย้ำถึงความสำคัญของการสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง การเข้าถึงการฝึกอบรมด้านเทคนิค และแรงจูงใจสำหรับเกษตรกรรายย่อยในการช่วยให้การเปลี่ยนแปลงไปสู่ CSA เป็นไปได้

### 6.2 การวางแผนการลงทุนในเกษตรกรรมที่ยั่งยืนสำหรับพื้นที่สูง

การอภิปรายในช่วงนี้ มุ่งเน้นไปที่กรอบทางการเงินและนโยบายที่จำเป็นในการขยายการนำ CSA ไปใช้ในภูมิภาคพื้นที่สูง:

- (1) ความท้าทายในการลงทุน: ทรัพยากรทางการเงินที่จำกัด กลไกการเงินที่กระจัดกระจาย และการขาดแบบจำลองการลงทุนที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรในพื้นที่สูงได้รับการระบุว่าเป็นอุปสรรคสำคัญ
- (2) ข้อเสนอแนะเชิงกลยุทธ์:
  - ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน (Public-Private Partnerships; PPP): ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างรัฐบาล นักลงทุนเอกชน และโครงการที่นำโดยชุมชนเพื่อให้แน่ใจว่าจะมีการสนับสนุนทางการเงินที่ยั่งยืนสำหรับโครงการ CSA
  - กลไกการจูงใจ: การพัฒนากลไกทางการเงิน เช่น การสนับสนุนทางการเงินสำหรับการใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ โปรแกรมเครดิตคาร์บอน และการเข้าถึงเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำสำหรับการนำ CSA ไปใช้
  - การพัฒนาศักยภาพและการแลกเปลี่ยนความรู้: การเสริมสร้างบริการขยายงานเพื่อให้เกษตรกรมีทักษะทางเทคนิคที่จำเป็นในการนำ CSA ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อคิดจากการประชุมเหล่านี้ ได้ให้ข้อมูลที่สำคัญสำหรับข้อเสนอแนะและกลยุทธ์ที่ระบุในแนวทางข้างหน้าสำหรับการขยาย การนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ในพื้นที่สูง (ดูหน้า 106-107) ข้อคิดที่สำคัญได้แก่ ข้อมูลเชิงลึกจากการประชุมเหล่านี้ ให้ข้อมูล โดยตรงต่อคำแนะนำและกลยุทธ์ที่ระบุไว้ในแนวทางข้างหน้าสำหรับการขยายขนาดของแนวปฏิบัติ CSA ในพื้นที่สูง ข้อสรุปที่ สำคัญ ได้แก่:

- (1) มีความจำเป็นในการบูรณาการ CSA เข้ากับการวางแผนพัฒนาท้องถิ่นเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว
- (2) การแก้ไขปัญหาของการนำ CSA ไปใช้ผ่านการสนับสนุนทางการเงินที่มุ่งเน้น โปรแกรมการฝึกอบรม และโครงการที่ ขับเคลื่อนโดยชุมชน
- (3) การเสริมสร้างกรอบการกำกับดูแลเพื่อให้ความพยายามใน CSA สอดคล้องกับนโยบายการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในวง กว้าง

โดยการนำความรู้เหล่านี้ไปสู่กลยุทธ์ที่สามารถดำเนินการได้ การประชุมเชิงปฏิบัติการจึงได้วางรากฐานสำหรับการนำ CSA ไป ใช้และการลงทุนในพื้นที่สูงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### 6.3 สรุป (Summary)

การประชุมเปิดงานได้ให้ภาพรวมของผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการ โดยเน้นถึงภูมิหลัง ความหลากหลายของสัญชาติ และการเป็นตัวแทนจากหลายภาคส่วน ผู้เข้าร่วมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่รัฐบาล พันธมิตรการพัฒนา เกษตรกร นักวิชาการ และภาคเอกชน

วิทยากรได้เน้นถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งรวมถึงการลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ การเสริมสร้างความสามารถในการ ปรับตัว การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการเกษตร การส่งเสริมการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน และการเสริมสร้างขีด ความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชน ผลลัพธ์ที่คาดหวังของโครงการ รวมถึงการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการ นำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้และการพัฒนาความเป็นอยู่ของชุมชนในพื้นที่สูง ก็ได้รับการอภิปรายเช่นกัน

วิทยากรได้เน้นพื้นที่สำคัญของโครงการ ซึ่งรวมถึงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (พื้นที่สูงของจังหวัดน่าน) พืชและการปฏิบัติทาง การเกษตรที่เฉพาะเจาะจง (การจัดการดินและน้ำอย่างยั่งยืน การไถแบบคีย์ไลน์ การชลประทานพลังงานแสงอาทิตย์ การใช้ ปุ๋ยชีวภาพ และการเกษตรอินทรีย์) และการสร้างขีดความสามารถผ่านการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการและกิจกรรมการแลกเปลี่ยน ความรู้

วิทยากรได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่าง ๆ รวมถึงหน่วยงานรัฐบาล สถาบันวิจัย และ ชุมชนท้องถิ่น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการและส่งเสริมการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในพื้นที่สูง

บางประเด็นสำคัญที่เกิดขึ้นจากการนำเสนอและการอภิปรายในเวทีเสวนาสรุปรูปได้ดังนี้:

- (1) การตัดไม้ทำลายป่าและการเสื่อมโทรมของที่ดินเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในพื้นที่สูง ซึ่งเกิดจากการทำการเกษตรที่ ไม่ยั่งยืน สิทธิการครอบครองที่ดินที่ไม่มั่นคง และการขาดความตระหนักรู้ ปัญหาเหล่านี้ยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นจาก ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝน และ เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว ซึ่งส่งต่อการขาดแคลนน้ำ ปัญหาทางสังคมและเศรษฐกิจ เช่น ความยากจน ความไม่ มั่นคงด้านอาหาร และปัญหาการครอบครองที่ดิน ยิ่งซับซ้อนสถานการณ์ให้ยากขึ้น

- (2) การขาดแคลนน้ำและการเสื่อมโทรมของดินเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับการเกษตรในพื้นที่สูง ซึ่งเกิดจากการทำการเกษตรที่ไม่ยั่งยืนและขาดแคลนน้ำ เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ การประเมินความเปราะบางจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นและการหามาตรการการปรับตัวที่เหมาะสมสามารถใช้วิธีการหลายรูปแบบในการประเมินนี้ เช่น การทดลอง การจำลอง การใช้ดัชนี และการวิเคราะห์ตามสถานการณ์ การประเมินเหล่านี้ช่วยระบุจุดเสี่ยงที่มีความเปราะบาง เช่น พื้นที่หรือชุมชนที่เสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- (3) การดำเนินเกษตรทำทันภูมิอากาศ (CSA) มุ่งหวังที่จะเพิ่มผลผลิต เสริมสร้างความยืดหยุ่น และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดการดินและน้ำอย่างยั่งยืนเป็นสิ่งจำเป็นในการรักษาผลผลิตและความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรในพื้นที่สูง การไถดินแบบแนวคีย์ไลน์และการชลประทานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการปฏิบัติตามแนวทาง CSA ที่สามารถช่วยอนุรักษ์น้ำและเพิ่มผลผลิตในพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้ง การใช้ปุ๋ยชีวภาพและการเกษตรอินทรีย์สามารถช่วยปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินเสริมสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ และลดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
- (4) คุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับความไว้วางใจของผู้บริโภคและการเข้าถึงตลาด การมีห่วงโซ่มูลค่าที่มีประสิทธิภาพและการเชื่อมโยงตลาดที่แข็งแกร่งเป็นสิ่งจำเป็นในการเชื่อมเกษตรกรกับผู้บริโภคและรับประกันว่าผลิตภัณฑ์การเกษตรจะเข้าสู่ตลาดในราคาที่แข่งขันได้ เทคโนโลยีดิจิทัลสามารถมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพและความโปร่งใสของห่วงโซ่มูลค่าการเกษตร
- (5) การเสริมสร้างความรู้และขีดความสามารถเป็นส่วนสำคัญของโครงการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเสริมพลังให้กับเกษตรกรและชุมชนในพื้นที่สูงเกี่ยวข้องกับทำให้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการปรับตัวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การสร้างขีดความสามารถของหน่วยงานในท้องถิ่นและสถาบันต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญในการบูรณาการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบาย แผน และโครงการ การฝึกอบรมและกิจกรรมการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นสิ่งจำเป็นในการเผยแพร่ข้อมูล สร้างทักษะ และส่งเสริมการปฏิบัติการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

## 6.4 ข้อสรุป (Conclusions)

**การดำเนินการร่วมกันเพื่อ CSA:** การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นความท้าทายที่มีหลายมิติ ซึ่งต้องการการดำเนินการร่วมกันจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่างๆ รวมถึงรัฐบาล ชุมชน องค์กรภาคประชาสังคม และภาคเอกชน การร่วมมือกันนี้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการแบ่งปันทรัพยากร การทำความเข้าใจความท้าทายและโอกาส และการรับประกันความเป็นเจ้าของในโครงการปรับตัว การทำงานร่วมกันช่วยให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถจัดการกับข้อกังวลด้านความยุติธรรมและความเสมอภาค รับประกันกระบวนการตัดสินใจที่มีความมั่นคง และส่งเสริมความโปร่งใสในโครงการ CSA

**การลงทุนใน CSA ต้องคุ้มค่าสนใจ:** การลงทุนใน CSA ต้องพิจารณาความเสี่ยงทางการเงินและเศรษฐกิจอย่างรอบคอบ พร้อมทั้งศักยภาพในการสร้างผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐกิจที่มั่นคง โครงการ CSA ต้องมีความ "น่าลงทุน" หมายความว่า โครงการเหล่านั้นควรดึงดูดนักลงทุนและสร้างผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐกิจที่ดี การออกแบบแนวปฏิบัติ CSA ที่เสริมพลังซึ่งกันและกัน โดยใช้ประโยชน์จากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง และการรับประกันความคุ้มค่าของต้นทุนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการลงทุน CSA ที่สามารถรองรับได้ การส่งเสริมทางเลือกทางการตลาด การขยายขนาด และการตรวจสอบและดูคุณภาพที่เหมาะสมก็เป็นปัจจัยสำคัญในการให้ความยั่งยืนทางการเงินและการพัฒนาในระยะยาวของการลงทุน CSA

**แผนงานสำหรับการดำเนินการร่วมกัน:** การดำเนินการร่วมกันที่มีประสิทธิภาพต้องการแผนงานที่ชัดเจน ซึ่งระบุขั้นตอนในการทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน แผนงานนี้ควรรวมถึงการระบุเป้าหมายร่วม การทำแผนที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การกำหนดกฎเกณฑ์การมีส่วนร่วม การพัฒนาแผนการดำเนินการ และการสร้างความไว้วางใจระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การตัดสินใจที่เปิดเผยและโปร่งใส การมีช่องทางในการให้ข้อเสนอแนะอย่างสม่ำเสมอ และการบูรณาการบทเรียนที่ได้รับจากประสบการณ์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความร่วมมือที่มีประสิทธิภาพ

การส่งเสริม CSA ต้องการระบบนิเวศที่หลากหลายของโซลูชันแบบครบวงจรที่ทำงานร่วมกันและพัฒนาอย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งหมายความว่า CSA ไม่ควรถูกมองว่าเป็นแนวทางที่ใช้ได้กับทุกกรณี แต่ควรเป็นชุดของแนวปฏิบัติและเทคโนโลยีที่ยืดหยุ่นและปรับตัวได้ ซึ่งออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการและบริบทเฉพาะของแต่ละภูมิภาคและชุมชน การหลีกเลี่ยงการเน้นเกินไปในเรื่องของแรงจูงใจและมีการออกแบบแนวทางที่เป็นรูปธรรม เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จในระยะยาว หน่วยงานในท้องถิ่นและชุมชนมีบทบาทสำคัญในการนำ CSA ไปใช้ และการสร้างขีดความสามารถของพวกเขาเป็นสิ่งที่จำเป็น โมเดลธุรกิจที่ประสบความสำเร็จ การสาธิตต้นแบบ และการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างขีดความสามารถ

## 6.5 ข้อเสนอแนะ

การสนับสนุนด้านนโยบายและสถาบันที่มีประสิทธิภาพสำหรับ CSA นำมาซึ่งประโยชน์มากมาย การให้แรงจูงใจแก่เกษตรกรและการจัดหาทรัพยากรเพิ่มขึ้นช่วยส่งเสริมการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ ซึ่งนำไปสู่ความสามารถในการปรับตัวที่ดีขึ้นต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความมั่นคงทางด้านอาหารที่ดีขึ้น นอกจากนี้ แนวปฏิบัติ CSA ยังมีส่วนช่วยในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเก็บกักคาร์บอนสุดท้าย การนำ CSA ไปใช้ช่วยเพิ่มผลผลิต เพิ่มรายได้ และเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารสำหรับเกษตรกรและชุมชนของพวกเขา โดยทั่วไปแล้ว การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA ไปใช้ นักการเมืองและสถาบันต่าง ๆ สามารถมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมเกษตรกรที่ยั่งยืนและการเสริมสร้างขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

นโยบายและสถาบันมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA) มาใช้ นโยบายที่สนับสนุนและสถาบันที่มีประสิทธิภาพสามารถให้แรงจูงใจแก่เกษตรกรในการนำ CSA ไปใช้ จัดหาทรัพยากรและการสนับสนุนทางเทคนิคที่จำเป็น และส่งเสริมความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ข้อเสนอแนะหลักที่เกิดขึ้นจากการประชุมเชิงปฏิบัติการคือ:

### ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

- (1) ส่งเสริมการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน: ดำเนินนโยบายที่สนับสนุนการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน เช่น เช่น เกษตรกรรมอนุรักษ์ วนเกษตร และเกษตรอินทรีย์ เพื่อลดการทำลายป่าและการเสื่อมโทรมของที่ดิน
- (2) เสริมสร้างความมั่นคงในการถือครองที่ดิน: มอบสิทธิการถือครองที่ดินหรือสิทธิการใช้ที่ดินที่มั่นคงให้แก่เกษตรกร ส่งเสริมการลงทุนในแนวทางการบริหารจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน
- (3) สนับสนุนแนวทางปฏิบัติ CSA: พัฒนานโยบายที่สนับสนุนการนำแนวทางปฏิบัติ CSA มาใช้ เช่น สร้างแรงจูงใจในการใช้ระบบชลประทานที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการใช้ไบโอชาร์ และสนับสนุนเกษตรกรอินทรีย์

- (4) บูรณาการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: บูรณาการการพิจารณาเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบาย แผนงาน และโครงการด้านการเกษตร เพื่อให้การพัฒนาเกษตรกรรมมีความยืดหยุ่นต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

#### ข้อเสนอแนะด้านการลงทุน

- (1) การวิจัยและพัฒนา: ลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเพื่อระบุและส่งเสริมเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิศาสตร์และสังคมเศรษฐกิจเฉพาะของพื้นที่สูง
- (2) โครงสร้างพื้นฐาน: ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ระบบชลประทาน สิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บกักน้ำ และถนนในชนบท เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเกษตรกรรมที่ยั่งยืนในพื้นที่สูง
- (3) เทคโนโลยี: ส่งเสริมเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบการติดตามย้อนกลับ การสำรวจจากระยะไกล และการเกษตรที่แม่นยำ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและความยั่งยืนของห่วงโซ่มูลค่าการเกษตร

#### ข้อเสนอแนะด้านการเสริมสร้างขีดความสามารถและการแลกเปลี่ยนความรู้

- (1) โปรแกรมฝึกอบรม: พัฒนาและดำเนินการโปรแกรมฝึกอบรมสำหรับเกษตรกร เจ้าหน้าที่หน่วยงานในท้องถิ่น และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เกี่ยวกับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวปฏิบัติ CSA และเทคโนโลยีดิจิทัล
- (2) บริการขยายผล: เสริมสร้างการส่งเสริมการเกษตรเพื่อให้ข้อมูลที่ถูกต้องและทันเวลาแก่เกษตรกรเกี่ยวกับแนวปฏิบัติการเกษตรที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและโอกาสทางการตลาด
- (3) การแลกเปลี่ยนความรู้: ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความรู้และความร่วมมือระหว่างเกษตรกร นักวิจัย นักการเมือง และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ เพื่อเร่งการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้และเสริมสร้างความยืดหยุ่นของระบบการเกษตรในพื้นที่สูง

## 6.6 แนวทางการขยายการใช้ CSA ในพื้นที่สูง

อนาคตของเกษตรเท่าทันภูมิอากาศ(CSA) ในพื้นที่สูง ขึ้นอยู่กับแนวทางที่หลากหลาย ซึ่งรวมถึงการสนับสนุนด้านนโยบาย การลงทุนในงานวิจัยและพัฒนา การเสริมสร้างขีดความสามารถ และการแลกเปลี่ยนความรู้ การส่งเสริมแนวทางการใช้ที่ดินอย่างยั่งยืน การเสริมสร้างความมั่นคงในการครอบครองที่ดิน การสนับสนุนการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ และการบูรณาการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเข้ากับนโยบายและโครงการด้านการเกษตรเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างระบบการเกษตรที่ยั่งยืนและมีความสามารถในการปรับตัวในพื้นที่สูง การลงทุนในงานวิจัยและพัฒนา โครงสร้างพื้นฐาน และเทคโนโลยีจะช่วยเสริมสร้างผลผลิต ความยืดหยุ่น และความยั่งยืนของระบบเหล่านี้ให้ดีขึ้น

การเสริมสร้างขีดความสามารถและการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นสิ่งสำคัญในการมอบพลังให้แก่เกษตรกร ชุมชน และสถาบันต่างๆ เพื่อให้สามารถนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้และปรับตัวกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสามารถสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและมีความยืดหยุ่นสำหรับการเกษตรในพื้นที่สูงของประเทศในกลุ่ม GMS

โดยรวมแล้ว การขยายการใช้แนวปฏิบัติและเทคโนโลยี CSA นำมาซึ่งทั้งความท้าทายและโอกาส การเอาชนะความท้าทายและการทำงานกับโอกาสเหล่านี้สามารถช่วยในการขยาย CSA และมีส่วนช่วยสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและมีความยืดหยุ่นสำหรับการเกษตรท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

## ความท้าทาย

การนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ในพื้นที่สูงมีความท้าทายหลายประการที่ขัดขวางการนำไปใช้ในวงกว้าง โดยหนึ่งในอุปสรรคที่สำคัญที่สุดคือค่าใช้จ่ายเริ่มต้นที่สูงที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ เช่น ระบบชลประทานที่แม่นยำ การตั้งระบบเกษตรผสมผสาน และพันธุ์พืชที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เกษตรกรรายย่อยมักจะทำางงานด้วยทรัพยากรทางการเงินที่จำกัด และพบว่าเป็นการลงทุนที่ยากเกินไป นอกจากนี้ การขาดการเข้าถึงแหล่งเงินทุนก็เป็นปัญหาสำคัญ เพราะเกษตรกรหลายคนต้องพบกับอุปสรรคในการขอสินเชื่อ เงินช่วยเหลือ หรือเงินอุดหนุนเพื่อสนับสนุนการเปลี่ยนไปใช้ CSA

ความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ เพราะวิธีการเกษตรแบบดั้งเดิมฝังลึกอยู่ในชุมชนชนบท หลายคนลังเลที่จะนำเทคนิคใหม่มาใช้เนื่องจากความไม่แน่นอนเกี่ยวกับผลตอบแทน ความกังวลเกี่ยวกับความเสี่ยง และความเข้าใจที่จำกัดเกี่ยวกับประโยชน์ของ CSA นอกจากนี้ ความแตกต่างของความรู้ยังเป็นความท้าทายสำคัญ เพราะเกษตรกรหลายคนขาดการเข้าถึงการฝึกอบรมและบริการขยายผลที่จะช่วยให้พวกเขา นำ CSA ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกษตรกรอาจประสบปัญหาในการปรับแนวปฏิบัติ CSA และไม่สามารถทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ตั้งใจได้หากขาดการสนับสนุนด้านเทคนิคที่เพียงพอ

ข้อจำกัดทางการเงินเป็นอุปสรรคสำคัญ เนื่องจากค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสำหรับเทคโนโลยี CSA เช่น ระบบชลประทานหรือเครื่องมือเกษตรแม่นยำนั้นมีต้นทุนสูง โดยเฉพาะในเกษตรกรรายย่อยในประเทศกำลังพัฒนาที่มีการเข้าถึงเงินกู้จำกัด

อีกหนึ่งความท้าทายคือความจำเป็นในการมีความรู้และขีดความสามารถทางเทคนิค การนำไปใช้และการจัดการแนวปฏิบัติ CSA มักจะต้องการทักษะและความเข้าใจเฉพาะที่เกษตรกรและชุมชนท้องถิ่นอาจต้องเรียนรู้ นี่จึงเน้นย้ำถึงความสำคัญของการฝึกอบรมและการถ่ายทอดความรู้เพื่อสนับสนุนการนำ CSA ไปใช้

อุปสรรคด้านสถาบันและนโยบายก็อาจขัดขวางการขยายการใช้ CSA ขาดนโยบายที่สนับสนุน โครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เพียงพอ และสถาบันที่อ่อนแออาจสร้างสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้อต่อการนำ CSA ไปใช้ การแก้ไขช่องว่างด้านสถาบันและนโยบายจึงเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อ CSA

การเข้าถึงตลาดและห่วงโซ่มูลค่าเป็นอีกความท้าทายหนึ่ง การเข้าถึงตลาดที่จำกัดและห่วงโซ่มูลค่าที่พัฒนาน้อยอาจทำให้เกษตรกรไม่เต็มใจที่จะลงทุนในแนวปฏิบัติ CSA หากเกษตรกรไม่สามารถขายผลิตภัณฑ์ของตนได้ในราคาที่เป็นธรรม พวกเขา ก็อาจจะไม่เต็มใจที่จะนำ CSA ไปใช้ การพัฒนาตลาดที่มีประสิทธิภาพและเข้าถึงง่ายสำหรับผลิตภัณฑ์ CSA เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อกระตุ้นให้มีการนำไปใช้ในวงกว้าง

สุดท้าย ความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝนตกและความถี่ที่เพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว อาจทำให้การวางแผนและการดำเนินการกลยุทธ์ CSA ในระยะยาวเป็นเรื่องยาก การสร้างความยืดหยุ่นและขีดความสามารถในการปรับตัวในการวางแผน CSA สามารถช่วยจัดการกับความไม่แน่นอนเหล่านี้และรับประกันความยั่งยืนในระยะยาวของโครงการ CSA

## โอกาส

แม้จะมีความท้าทายหลายประการ แต่ก็ยังมีโอกาสหลายด้านที่จะสนับสนุนการขยายการใช้ CSA ในพื้นที่สูง หนึ่งในแนวทางหลักคือการแนะนำมาตรการสนับสนุนทางการเงิน เช่น การให้เงินอุดหนุนจากรัฐบาล การให้สิทธิประโยชน์ด้านภาษี และการ



ให้เงินช่วยเหลือที่ออกแบบมาเพื่อลดภาระทางการเงินให้กับเกษตรกรรายย่อย โครงการฝึกอบรมและการเสริมสร้างขีดความสามารถในระดับชุมชนยังเป็นโอกาสที่มีค่า โดยช่วยให้เกษตรกรเรียนรู้จากกันและกันผ่านเครือข่ายเกษตรกรต่อเกษตรกร และโครงการขยายผลที่ให้การสาธิตจริงเกี่ยวกับประโยชน์ของ CSA

เรื่องราวความสำเร็จและพื้นที่ที่แปลงเกษตรสามารถส่งเสริมการนำไปใช้โดยการแสดงตัวอย่างในโลกของความจริงที่ CSA ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินและความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่ดีขึ้น นอกจากนี้ การเสริมสร้างความเชื่อมโยงในตลาดสำหรับผลิตภัณฑ์ CSA ยังสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกำไรของเกษตรกรและเป็นแรงจูงใจที่แข็งแกร่งสำหรับการนำไปใช้ เมื่อเกษตรกรสามารถเข้าถึงตลาดที่เชื่อถือได้ซึ่งให้รางวัลกับการปฏิบัติที่ยั่งยืน พวกเขาจะมีแนวโน้มที่จะลงทุนในเทคโนโลยีและวิธีการ CSA มากขึ้น

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น เซ็นเซอร์ โดรน และปัญญาประดิษฐ์ กำลังเปลี่ยนแปลงการเกษตร เทคโนโลยีเหล่านี้เปิดโอกาสใหม่ ๆ สำหรับการเกษตรที่แม่นยำ การตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการยอมรับการพัฒนาทางเทคโนโลยีเหล่านี้ เกษตรกรสามารถปรับปรุงการปฏิบัติของตนและเพิ่มผลผลิตในขณะที่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ ความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นสำหรับอาหารที่ผลิตอย่างยั่งยืนก็เป็นโอกาสหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่นำ CSA ไปใช้ ผู้บริโภคมีความสนใจมากขึ้นเกี่ยวกับแหล่งที่มาของอาหารและวิธีการผลิต ซึ่งสร้างตลาดที่เพิ่มขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์เกษตรที่ผลิตอย่างยั่งยืนและมีจริยธรรม แนวโน้มเหล่านี้ นำเสนอเป็นโอกาสสำหรับเกษตรกรที่ใช้แนวปฏิบัติ CSA ในการเข้าถึงตลาดพรีเมียมและได้ราคาผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า เกษตรกรสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตและมีส่วนช่วยในระบบอาหารที่ยั่งยืนมากขึ้นได้ โดยการตอบสนองต่อความต้องการนี้

การลงทุนที่เพิ่มขึ้นในด้านการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก็เป็นโอกาสสำหรับการขยาย CSA ด้วยเช่นกัน เมื่อความสำคัญของการดำเนินการเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับการยอมรับจากทั่วโลก การลงทุนในด้านการเงินเพื่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศรวมถึงการจัดหาทุนสำหรับโครงการ CSA ในประเทศกำลังพัฒนากำลังเพิ่มมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของการลงทุนนี้สามารถให้ทรัพยากรทางการเงินที่เกษตรกรต้องการในการนำเทคโนโลยีและแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ โดยการเอาชนะอุปสรรคทางเศรษฐกิจที่มักจะขัดขวางการนำไปใช้

สุดท้าย การร่วมมือและการสร้างพันธมิตรมีบทบาทสำคัญในการขยายการใช้ CSA การร่วมมือระหว่างเกษตรกร นักวิจัย ผู้กำหนดนโยบาย ธุรกิจ และองค์กรภาคประชาสังคมสามารถช่วยสนับสนุนการแลกเปลี่ยนความรู้ นวัตกรรม และการขยายการใช้ CSA ได้ ด้วยการทำงานร่วมกัน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเหล่านี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA ไปใช้ โดยการแลกเปลี่ยนความรู้ แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด และทรัพยากรเพื่อเร่งการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบการเกษตรที่ยั่งยืนและสามารถปรับตัวได้

## การบูรณาการ CSA เข้ากับการวางแผนพัฒนาท้องถิ่น

เพื่อให้ CSA สามารถขยายตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนในพื้นที่สูง การบูรณาการหลักการ CSA เข้ากับแผนพัฒนาของท้องถิ่นและระดับภูมิภาคเป็นสิ่งสำคัญ หน่วยงานท้องถิ่นมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการนำ CSA ไปใช้โดยการปรับนโยบาย การเกษตรให้สอดคล้องกับกลยุทธ์การปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาชนบทในวงกว้าง การดำเนินการที่สำคัญประกอบด้วย:

- (1) การนำ CSA เข้าสู่การพัฒนานโยบายของหน่วยงานในท้องถิ่น
  - CSA ควรถูกบูรณาการในแผนการใช้ที่ดินและการจัดทำเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินของเทศบาล เพื่อส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืน
  - การพัฒนากรอบการกำกับดูแลที่ให้สิทธิประโยชน์ภาษี, เงินอุดหนุน และเงินช่วยเหลือในการลงทุนเพื่อส่งเสริมการนำ CSA ไปใช้
  - การรับรองว่า CSA ถูกบูรณาการเข้าในกลยุทธ์การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมท้องถิ่นและการจัดการแหล่งน้ำในพื้นที่
- (2) การเสริมสร้างข้อเสนอแนะนโยบายสำหรับการนำ CSA ไปใช้
  - การเสริมสร้างนโยบายระดับชาติและระดับจังหวัดเพื่อสนับสนุน CSA ให้เป็นส่วนสำคัญของกลยุทธ์การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความมั่นคงทางอาหาร
  - การกำหนดแนวทางที่ชัดเจนสำหรับหน่วยงานในท้องถิ่นในการบูรณาการ CSA เข้ากับแผนพัฒนาเกษตรกรรมประจำปี
  - การส่งเสริมแนวทางการวางแผนแบบมีส่วนร่วมที่ให้เกษตรกรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย
- (3) การสนับสนุนสถาบันและการกำกับดูแลในการดำเนินการ CSA
  - การสร้างขีดความสามารถให้กับสำนักงานเกษตรท้องถิ่นในการให้การฝึกอบรม CSA การให้บริการขยายผล และการให้ความช่วยเหลือด้านเทคนิคแก่เกษตรกร
  - การส่งเสริมการประสานงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ เช่น การเกษตร สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรน้ำ เพื่อสร้างกลยุทธ์ CSA ที่มีความสอดคล้อง
  - การจัดสรรเงินทุนเฉพาะในงบประมาณเทศบาลสำหรับโครงการ CSA และโปรแกรมสนับสนุนเกษตรกร

การบูรณาการ CSA เข้ากับการวางแผนพัฒนาท้องถิ่นช่วยรับประกันการนำไปใช้ในระยะยาวและความยั่งยืน ทำให้เกษตรกรที่มีความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศเป็นรากฐานสำคัญของนโยบายเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่สูง โดยการฝัง CSA ในโครงสร้างการกำกับดูแล ผู้กำหนดนโยบายสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำไปใช้ในวงกว้าง ส่งเสริมการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนชนบท และเพิ่มความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศในชุมชนพื้นที่สูง

## กลยุทธ์ในการขยาย

การขยายขนาด CSA อย่างมีประสิทธิภาพต้องใช้แนวทางหลายมิติที่จัดการกับความท้าทายและใช้ประโยชน์จากโอกาสที่มีอยู่ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ที่มีการกำหนดเป้าหมายผสมผสานกันไป การริเริ่มโดยรัฐบาลควรมุ่งเน้นที่การจัดสรรทุนที่เฉพาะเจาะจงและโปรแกรมการสนับสนุนเพื่อทำให้ CSA เข้าถึงได้ทางการเงินสำหรับเกษตรกรรายย่อย การเสริมสร้างบริการขยายผลจะเป็นสิ่งสำคัญเช่นกันเพื่อให้เกษตรกรได้รับการฝึกอบรมและความช่วยเหลือด้านเทคนิคอย่างต่อเนื่องหลังจากช่วงการรับรองเริ่มต้น ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน (Public-private partners; PPP) สามารถมีบทบาทสำคัญในการ

ขยายการเข้าถึงทรัพยากร CSA โดยการส่งเสริมการร่วมมือระหว่างรัฐบาล องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร สถาบันวิจัย และภาคเอกชน กรอบนโยบายที่ยืดหยุ่นควรได้รับการพัฒนาเพื่อปรับกลยุทธ์การรับรอง CSA ให้สอดคล้องกับนโยบายเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อมในระดับที่กว้างขึ้น ผู้กำหนดนโยบายสามารถส่งเสริมการรับรองในวงกว้างและความยั่งยืนระยะยาวโดยการสร้างสภาพแวดล้อมด้านกฎหมายที่เอื้อต่อการดำเนินการและการบูรณาการ CSA เข้ากับการวางแผนในระดับท้องถิ่นและระดับชาติ

กลยุทธ์ที่สำคัญหนึ่งคือการให้เกษตรกรได้รับสิ่งจูงใจทางการเงินและการสนับสนุน เช่น การสนับสนุนทางการเงินหรือเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ เพื่อช่วยให้พวกเขาก้าวข้ามอุปสรรคทางการเงินในการนำเทคโนโลยี CSA มาใช้ โดยการลดต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น เกษตรกรมีแนวโน้มที่จะลงทุนในแนวปฏิบัติและเทคโนโลยี CSA มากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การรับรองในวงกว้าง

การสร้างความสามารถและการถ่ายโอนความรู้ก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน การลงทุนในโปรแกรมการฝึกอบรม โรงเรียนเกษตรกร และแพลตฟอร์มการแบ่งปันความรู้สามารถเพิ่มความรู้ทางเทคนิคและความสามารถของเกษตรกรและชุมชนท้องถิ่นในการนำแนวปฏิบัติ CSA ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเกษตรกรได้รับทักษะและความเชี่ยวชาญที่จำเป็น พวกเขามีแนวโน้มที่จะนำและรักษาแนวปฏิบัติ CSA ไว้ ทำให้ผลลัพธ์ดีขึ้น

การเสริมสร้างสถาบันและนโยบายก็มีความสำคัญในการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการนำ CSA มาใช้ นโยบายที่สนับสนุนการจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน การอนุรักษ์น้ำ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถช่วยให้เกษตรกรนำแนวปฏิบัติ CSA มาใช้ นอกจากนี้การให้อำนาจกับสถาบันในการให้บริการขยายผลที่มีประสิทธิภาพ ความช่วยเหลือทางเทคนิค และการสนับสนุนการเข้าถึงตลาดสามารถช่วยให้การขยาย CSA เป็นไปได้

การพัฒนาตลาดและการเสริมสร้างห่วงโซ่คุณค่าเป็นสิ่งสำคัญในการจูงใจให้เกษตรกรนำ CSA มาใช้ การพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน การสร้างความเชื่อมโยงตลาด และการส่งเสริมโครงการการรับรองสำหรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ผลิตอย่างยั่งยืนสามารถทำให้เกษตรกรเข้าถึงตลาดพรีเมียมและได้รับราคาผลผลิตที่ดีกว่า สิ่งนี้สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวก ส่งเสริมให้เกษตรกรมากขึ้นนำ CSA มาใช้และช่วยสร้างระบบการเกษตรที่ยั่งยืนมากขึ้น

สุดท้าย การดำเนินการร่วมกันและการแบ่งปันความรู้มีความสำคัญในการเร่งการนำ CSA มาใช้และขยายขนาด การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงเกษตรกร นักวิจัย ผู้กำหนดนโยบาย ธุรกิจ และองค์กรภาคประชาสังคมสามารถช่วยให้การแบ่งปันความรู้ นวัตกรรม และการขยาย CSA เป็นไปได้ โดยการทำงานร่วมกัน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเหล่านี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการนำ CSA มาใช้ แบ่งปันแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด และเอาชนะความท้าทายร่วมกัน

โดยการจัดการกับความท้าทายและใช้ประโยชน์จากโอกาสที่มีอยู่ เราสามารถเร่งการนำและการขยายขนาดของ CSA และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งจะช่วยสร้างอนาคตที่ยั่งยืนและมีความยืดหยุ่นสำหรับเกษตรกรในอนาคต โดยเฉพาะในจังหวัดน่านและภูมิภาคเอเชียโดยรวม