เอกสารวิชาการ
เรื่อง
ประสิทธิภาพในการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจาก การชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ

ภายใต้โครงการ เอกสาร/ตำราเกี่ยวกับการเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่ทางระบบอินเตอร์เน็ตของ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

โดย

พิพัฒน์ ไทยกล้า	ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน
สถาพร ใจอารีย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาดินเสื่อมโทรม
ชินพัฒน์ธนา สุขวิบูลย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ
ประสิทธิ์ ตันประภาส	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ธันวาคม 2553

เอกสารวิชาการ
เรื่อง
ประสิทธิภาพในการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจาก การชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ

ภายใต้โครงการ เอกสาร/ตำราเกี่ยวกับการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่ทางระบบอินเตอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

คณะผู้ดำเนินการ

พิพัฒน์ ไทยกล้า ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน
มือถือ. 08-704-43631

สถาพร ใจอารีย์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
มือถือ. 08-989-12441

ชินพัฒน์ธนา สุขวิบูลย์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ผู้อำนวยการส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ
สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
มือถือ. 08-920-55727

ประสิทธิ์ ตันประภาส นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
ส่วนวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำ
มือถือ. 08-922-14589

กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ธันวาคม 2553

คำนำ

กรมพัฒนาที่ดินมีหน้าที่หลักที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง คือการป้องกันรักษาทรัพยากรดินและพื้นที่เพาะปลูกไม่ให้เสื่อมโทรม ให้สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้คุ้มค่าต่อการลงทุนอย่างยั่งยืน โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

ตั้งแต่ตั้งกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อปี 2506 จนถึงปัจจุบัน กรมพัฒนาที่ดินได้ดำเนินการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิจัย จนมีผลงานที่สามารถออกมาเป็นคำแนะนำหรือคู่มือแก่เกษตรกรและผู้สนใจเป็นระยะๆ ตลอดมาในรูปของเอกสารเผยแพร่เป็นรูปเล่ม แผ่นพับ โปสเตอร์ ตลอดจนรายการทางวิทยุและโทรทัศน์ แต่ปัญหาที่พบก็คือปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรกร ครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจที่มีจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่ามากขึ้นทุกปีไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนั้นยังพบว่า เอกสารที่เผยแพร่ออกไปบางส่วนยังไปไม่ถึงบุคคลเป้าหมายอย่างแท้จริง หรือไม่ตรงกับเวลาที่ต้องการใช้จริงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่เกษตรกร นิสิต นักศึกษา ครู อาจารย์ และผู้สนใจต้องเดินทางไปติดต่อขอเอกสารจากหน่วยงานของกรมพัฒนาที่ดิน ไม่ว่าในส่วนภูมิภาค หรือกรุงเทพฯ ก็ตาม นอกจากจะต้องเสียเวลา เสียค่ารถและค่าใช้จ่ายแล้ว ยังเสี่ยงที่ไม่ได้รับเอกสารและคำแนะนำตามที่ต้องการอีกด้วย เนื่องจากเอกสารที่ต้องการแจกไปหมดแล้ว กว่าจะตามหาคนเขียนได้ต้องเสียเวลา และเมื่อสงสัยหรือต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมจากเอกสารส่วนใหญ่ก็ไม่รู้จะถามใครที่จะตอบคำถามได้อย่างละเอียดทันที

ปัจจุบันการเผยแพร่คำแนะนำหรือคู่มือ และองค์ความรู้ต่างๆ ทางอินเตอร์เน็ตนับว่าสะดวก รวดเร็วและสามารถเข้าถึงผู้ต้องการได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา ไม่ว่าบุคคลนั้นจะอยู่ส่วนไหนของประเทศไทยหรือของโลกไม่ว่าในเมืองหรือป่าเขา เกาะแก่ง ที่การสื่อสารไปถึงและไม่ว่าเวลาเช้า กลางวัน เย็น กลางคืน ดึกดื่นแค่ไหนก็ตาม

ดังนั้น กรมพัฒนาที่ดินจึงจัดทำโครงการเผยแพร่องค์ความรู้ คู่มือ คำแนะนำต่างๆ ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดินขึ้นมา เอกสารคำแนะนำ/คู่มือ เรื่อง ประสิทธิภาพในการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ ฉบับนี้ เป็นผลงานหนึ่งภายใต้โครงการเอกสาร/ตำรา เกี่ยวกับการจัดการความเสื่อมโทรมของที่ดิน เผยแพร่ทางระบบอินเตอร์เน็ตของกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อให้บริการแก่ผู้สนใจมากกว่าที่ผ่านมาก็คือมีเบอร์มือถือของคณะผู้จัดทำไว้ด้วย ผู้ที่สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้โดยตรงจากคณะผู้เขียน หวังว่าเอกสารฉบับนี้จะมีประโยชน์แก่ผู้สนใจไม่ว่าเป็นเกษตรกร ครู อาจารย์ นิสิต นักศึกษา ตลอดจนนักวิชาการทั่วไป

(นายจรูญ ยกถาวร)
รองอธิบดีกรมพัฒนาที่ดิน ด้านวิชาการ
ประธานคณะกรรมการวิชาการ กรมพัฒนาที่ดิน

สารบัญ

	หน้า
1. สภาพปัญหาอันเป็นที่มาของเอกสารฉบับนี้	1
2. องค์ความรู้พื้นฐาน เรื่องการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดิน	2
2.1 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน	2
2.2 กระบวนการการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ที่เป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของที่ดิน	3
2.3 วิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน	4
2.3.1 วิธีพืช (Vegetative method)	4
2.3.2 วิธีกล (Mechanical method)	4
3. ประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินแบบต่างๆ	5
3.1 วิธีการทางพืช (Vegetative Methods)	5
1) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์แก่ดิน	5
2) การเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก	7
3) การจัดการวัชพืช และเศษเหลือของพืชในแปลงเพาะปลูกต่างๆ กัน	8
4) การใช้วัสดุคลุมดิน	9
5) การไถกลบปุ๋ยพืชสด หรือมีวัชพืชปกคลุมอยู่	10
6) การใช้ซากพืชเป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่าบนผิวดิน	11
7) การใช้หิน กรวด เศษวัสดุต่างๆ เป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่าบนผิวดิน	11
8) การใช้แนวรั้วหญ้าแฝกเป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่า	12
9) การใช้แถบหญ้า	13
10) แถว หรือแถบกระถินผสมถั่วมะแฮะขวางกั้นความลาดเทเป็นระยะๆ	13
3.2 วิธีกล (Mechanical Methods)	13
1) คันดินกั้นน้ำ	13
(1) คันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ (แบบเก็บกักน้ำไว้หน้าคันดิน)	13
(2) คันดินแบบลดระดับ (แบบระบายน้ำ)	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2) คูรับน้ำชายเขา	15
3) ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่อง	16
4) ขั้นบันไดดินแบบไม่ต่อเนื่อง	17
5) การไถพรวน และเพาะปลูกพืชขวางความลาดเทของพื้นที่	18
6) การไถพรวน และเพาะปลูกพืชตามแนวระดับ	19
7) การเพาะปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ	21
8) วิธีการปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ	22
เอกสารอ้างอิง	24

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ค่า K ที่ได้จากเนื้อดิน และปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณต่างๆ กัน	6
ตารางที่ 2 ค่า C-factor ของพืชเศรษฐกิจชนิดต่างๆ	7
ตารางที่ 3 ค่า C-factor ที่ใช้ในอาฟริกาตะวันตก	8
ตารางที่ 4 การประเมินค่า C สำหรับวัสดุคลุมดิน	9
ตารางที่ 5 ค่า C สำหรับพืชบางชนิด	10
ตารางที่ 6 ค่าปัจจัย P ที่ใช้ในอเมริกาตะวันตก	12
ตารางที่ 7 ค่าปัจจัย P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ	14
ตารางที่ 8 ค่าปัจจัย P ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับวิธีการเพาะปลูก และวิธีการอนุรักษ์ต่างๆ กัน	16
ตารางที่ 9 ค่า P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ กัน	19
ตารางที่ 10 ค่าปัจจัย P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ	20
ตารางที่ 11 ค่า P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ	21
ตารางที่ 12 ค่าปัจจัย P ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับวิธีการเพาะปลูก และวิธีการอนุรักษ์ต่างๆ กัน	23

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ปุ๋ยหมัก	5
ภาพที่ 2 การใส่ปุ๋ยหมัก	5
ภาพที่ 3 การปลูกข้าวโพดทำให้เกิดการสูญเสียดินสูง	7
ภาพที่ 4 การปลูกข้าวนาดำ ก่อให้เกิดการสูญเสียดินน้อยกว่าข้าวโพด	7
ภาพที่ 5 การไถกลบตอซังข้าวโพด	8
ภาพที่ 6 การใช้ฟางข้าวคลุมดิน เพื่อลดแรงตกกระทบของเม็ดฝน	9
ภาพที่ 7 การไถกลบพืชปุ๋ยสด	10
ภาพที่ 8 การใช้คันซากพืชขวางความลาดเทในระหว่างแถวของพืช	11
ภาพที่ 9 การใช้หินเป็นแนวกั้นการไหลบ่าของน้ำได้	11
ภาพที่ 10 หินในพื้นที่ใช้เป็นแนวรั้วกั้นน้ำไหลบ่า	11
ภาพที่ 11 การใช้แถวหญ้าแฝก ปลูกตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่	12
ภาพที่ 12 การปลูกพืชสลับกับแถบหญ้า เพื่อลดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน	13
ภาพที่ 13 แถบกระถิน	13
ภาพที่ 14 แถบถั่วมะแฮะ	13
ภาพที่ 15 คันดินกั้นน้ำแบบระดับที่สามารถเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ยามฝนทิ้งช่วงได้	14
ภาพที่ 16 คันดินกั้นน้ำแบบลดระดับ เพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่มีการปลูกหญ้าแฝกบนคันดิน เพื่อเสริมความมั่นคงของคันดิน	15
ภาพที่ 17 คูรับน้ำขอบเขา หรือชายเขาที่มีลักษณะเป็นร่องน้ำ	15
ภาพที่ 18 คูรับน้ำชายเขาแบบกว้าง ลักษณะคล้ายขั้นบันไดแบบฐานกว้าง	15
ภาพที่ 19 ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่อง ถือว่าการสูญเสียดินน้อยมาก	17
ภาพที่ 20 ขั้นบันไดดินสำหรับปลูกยาสูบบนพื้นที่ที่มีความชันสูง	17
ภาพที่ 21 ขั้นบันไดดินแบบไม่ต่อเนื่อง สร้าง 1 ขั้น เว้นไว้ 1 ขั้น	17
ภาพที่ 22 การสร้างขั้นบันไดดินแบบเว้นระยะเป็นช่วงๆ เนื่องจากสภาพพื้นที่บางส่วนสูงชันมากจนไม่สามารถก่อสร้างได้ตลอด	17
ภาพที่ 23 การไถ และปลูกขวางความลาดเทของพื้นที่	18
ภาพที่ 24 ไถแล้วปลูกพืชตามแนวระดับ	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 25 การปลูกแบบยกร่องตามแนวระดับ และมีการให้น้ำแบบร่อง และมีสันดินในร่องน้ำเป็นระยะๆ	22
ภาพที่ 26 การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ	22

ประสิทธิภาพในการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจาก
การชะล้างพังทลายของดิน ของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ

---

1. สภาพปัญหาอันเป็นที่มาของเอกสารฉบับนี้

ปัญหาความเสื่อมโทรมของที่ดิน และสิ่งแวดล้อม อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดิน เป็นปัญหาใหญ่ที่สำคัญ และรุนแรงที่สุด เนื่องจากเกิดขึ้นในพื้นที่กว้างขวาง ตั้งแต่พื้นที่ที่มีความลาดเทเพียงเล็กน้อย จนถึงลาดเทมาก พูดง่ายๆ ว่าเกิดในพื้นที่ที่เพาะปลูกพืชไร่ พืชสวน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เนิน หรือลูกคลื่น จนกระทั่งพื้นที่สูงชัน และผลของจากความเสื่อมโทรมของที่ดิน คือทำให้ผลผลิตลดลงทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพลงเรื่อยๆ จนกระทั่งหลายพื้นที่ใช้ผลิตพืชไม่ได้อีกเลย ต้องปล่อยเป็นพื้นที่ทิ้งร้าง

วิธีการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งในวงการวิชาการ เรียกว่า มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ มีหลายวิธี หลายรูปแบบ แต่ละแบบมีความยากง่ายและลงทุนลงแรงแตกต่างกัน รวมทั้งประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแตกต่างกันด้วย บางวิธีลงทุนน้อย แต่มีประสิทธิภาพสูง บางวิธีลงทุนสูง แต่มีประสิทธิภาพต่ำก็มี ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่จะนำไปใช้ ได้แก่

1) ประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่จะนำมาใช้ว่ามีเพียงพอต่อการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้จริงหรือไม่ อย่างไร?
2) ความยากง่ายในการดำเนินงาน
3) การลงทุนลงแรง
4) เครื่องจักร และเครื่องมือที่มีอยู่
5) สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร
6) ความพึงพอใจของเกษตรกร
7) อื่นๆ

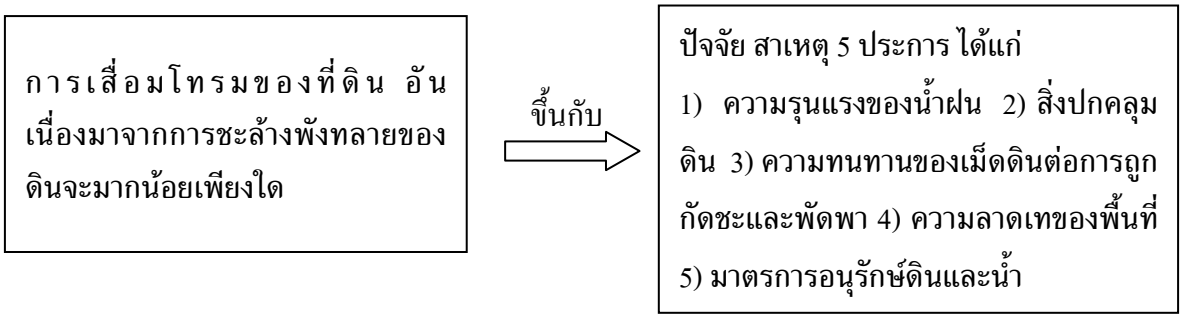
จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการตัดสินใจ ในการคัดเลือกว่าจะใช้วิธีการใด เพราะถ้าลงทุนสูง ทำยาก แต่ไม่มีประสิทธิภาพต่ำก็ถือเป็นความล้มเหลว

ดังนั้น ผู้ออกแบบวิธีการป้องกันการเสื่อมโทรมของดิน ที่มีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดินจะต้องรู้คือ ประสิทธิภาพของแต่ละมาตรการ ว่ามีมากน้อยเพียงใด อะไรดีกว่ากัน เพื่อนำไปใช้พิจารณาร่วมกัน ปัจจัยเรื่องอื่นๆ ตามที่กล่าวมาในข้อ 2) ถึง 6) ข้างบน

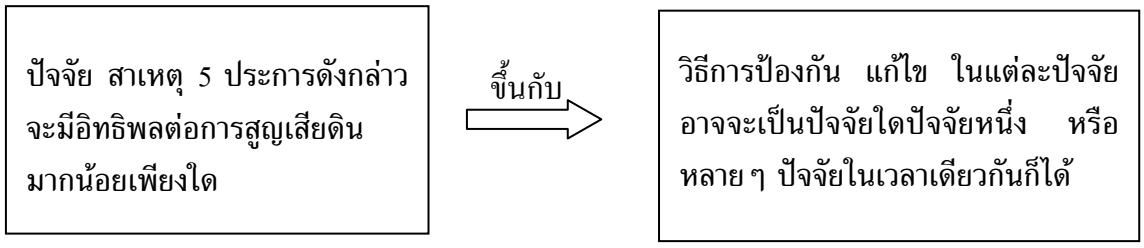
2. องค์ความรู้พื้นฐาน เรื่องการป้องกันการเสื่อมโทรมของที่ดิน อันมีสาเหตุมาจากการชะล้างพังทลายของดิน

2.1 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน

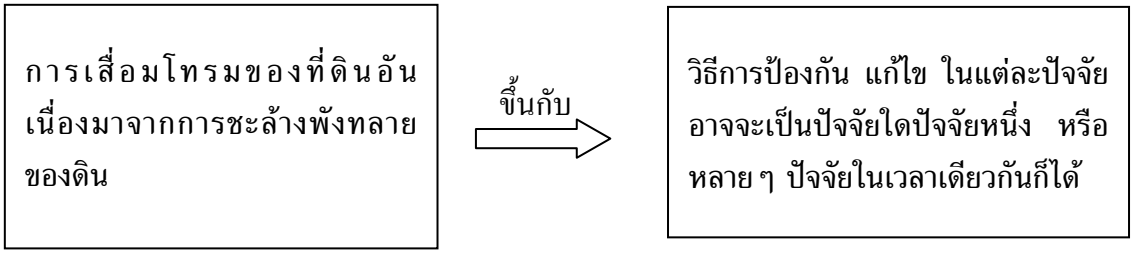
กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ที่ 1 (Conceptualization) การเสื่อมโทรมของที่ดิน อันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินจะมากน้อยเพียงใด **ขึ้นกับ** ปัจจัยสาเหตุ 5 ประการ ได้แก่ ความรุนแรงของน้ำฝน (R-factor) ความทนทานของเม็ดดินต่อการกัดชะ และพัดพาของน้ำ (K-factor) ความลาดเทของพื้นที่ (LS-factor) สิ่งปกคลุมดิน (C-factor) และมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ (P-factor) ดังแผนภูมิข้างล่าง



กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ที่ 2 ปัจจัยสาเหตุ 5 ประการ ดังกล่าวข้างต้นจะมีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินมากน้อยเพียงใด **ขึ้นกับ** วิธีการป้องกัน แก้ไข ในแต่ละปัจจัยอาจจะเป็นปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือ หลายๆ ปัจจัยในเวลาเดียวกันก็ได้ ดังแผนภูมิข้างล่าง



กรอบแนวคิดเชิงมโนทัศน์ที่ 3 การเสื่อมโทรมของที่ดิน อันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินจะมากน้อยเพียงใด **ขึ้นกับ** วิธีการป้องกัน แก้ไข ในแต่ละปัจจัยอาจจะเป็นปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือ หลายๆ ปัจจัยในเวลาเดียวกันก็ได้



2.2 **กระบวนการการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ที่เป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของที่ดิน มี 4 กระบวนการ ได้แก่**

กระบวนการที่ 1 การตกกระทบของเม็ดฝน ก่อให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดิน การแตกกระจายของเม็ดดินจะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับความคงทนของเม็ดดิน สิ่งปกคลุมดิน ความรุนแรงของฝน (เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ 1, 2 และ 3 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

กระบวนการที่ 2 ดินถูกน้ำละลายเป็นสารละลายที่เห็นด้วยตาเปล่า คือ น้ำขุ่นหรือ ดินโคลน เป็นต้น (เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ 3 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

กระบวนการที่ 3 น้ำที่เป็นสารละลายของดินซึมลงสู่ใต้ดิน ถ้าอัตราการซาบซึมน้ำต่ำกว่าความรุนแรงของน้ำฝนก็**จะเกิดน้ำขังตามแอ่งบนผิวดิน** (เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ 1, 2 3 และ 4 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

กระบวนการที่ 4 การไหล่บ่าของน้ำบนผิวดิน จากพื้นที่ที่สูงกว่าลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่า ความรุนแรงของน้ำไหลบ่ามากน้อยเพียงใด ขึ้นกับสภาพภูมิประเทศ พืชพรรณ สิ่งปกคลุมดินและสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำที่ผิวดิน (ปัจจัยที่ 4 และ 5 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

2.3 **วิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน**

มี 2 วิธี (มาตรการ) ได้แก่

2.3.1 **วิธีพืช (Vegetative method)** คือ วิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้พืชพรรณ และสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่

1. การปลูกพืชคลุมดิน
2. การคลุมดินด้วยเศษพืช และวัสดุต่างๆ
3. การปลูกพืชปุ๋ยสด
4. การปลูกพืชสลับเป็นแถบ
5. การปลูกพืชหมุนเวียน
6. การปลูกพืชแซม
7. การปลูกพืชเหลื่อมฤดู
8. การปลูกพืชระหว่างแถบไม้พุ่มบำรุงดิน
9. คันซากพืช
10. แถบหญ้าเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ
11. แถว หรือรั้วหญ้าแฝก
12. การปลูกหญ้าเพื่อรักษาคูรับน้ำรอบเขา
13. การปลูกหญ้าเพื่อบำรุงรักษาเชิงลาดด้านนอกของขั้นบันไดดิน
14. ไม้บังลม
15. อื่น ๆ

2.3.2 **วิธีกล (Mechanical method)** ได้แก่

1. การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ
2. การสร้างคันดินกั้นน้ำ
3. แอ่งหรือฐานสำหรับปลูกไม้ผล
4. คูรับน้ำรอบเขา
5. ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่อง
6. ขั้นบันไดดินแบบเว้นระยะ
7. คันดินเบนน้ำ
8. คันชลอความเร็วของน้ำ
9. ทางระบายน้ำ
10. บ่อน้ำในไร่นา
11. ฝายชลอน้ำ
12. ขั้นบันไดดินสำหรับไม้ผล
13. กำแพงหิน
14. บ่อดักตะกอน
15. ถนนเชื่อมโยงในไร่นา
16. ทางลำเลียงในไร่นา
17. การไถพรวนน้อยครั้ง
18. การปลูกแบบยกร่องตามแนวระดับ
19. การทำคันดินเล็กๆ ขวางในร่องพืช
20. อื่น ๆ

3. ประสิทธิภาพในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินของมาตรการอนุรักษ์ดินแบบต่างๆ

3.1 วิธีการทางพืช (Vegetative Methods) ซึ่งได้แก่ วิธีการจัดการพืชและวัสดุคลุมดิน รวมทั้งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรกลและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้แก่

1) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์แก่ดิน เป็นวิธีการเพิ่มความคงทนของเม็ดดินต่อการตกกระทบของเม็ดฝน รวมทั้งการถูกน้ำกัดเซาะและพัดพาออกจากพื้นที่ แนวคิดนี้คือลดค่า K ในสมการ การสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation ; USLE)

ภาพที่ 1 ปุ๋ยหมัก

ภาพที่ 2 การใส่ปุ๋ยหมัก

การเพิ่มอินทรียวัตถุแก่ดิน สามารถเพิ่มความคงทนของเม็ดดินต่อการถูกน้ำกัดชะและพัดพาออกจากพื้นที่ จากการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางค่า K factor ของ ARS (1975) อ้างโดย มนู (2525) เป็นฐานในการวิเคราะห์ พบว่า มีผลโดยตรงต่อการลดการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากน้ำไหลบ่า ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 1 ประกอบ)

(1) ดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายแป้ง (Silt) ซึ่งเป็นดินที่ง่ายต่อการถูกกัดเซาะและพัดพาโดยน้ำมากที่สุด ถ้าใส่อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีอยู่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 13.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มอินทรียวัตถุจากเดิมที่มีอยู่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์

(2) ดินทราย (Sand) ซึ่งง่ายต่อการถูกน้ำกัดชะ ถ้าเพิ่มอินทรียวัตถุที่มีอยู่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2เปอร์เซ็นต์ จะสามารถลดการสูญเสียลงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มอินทรียวัตถุให้เป็น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์

(3) ดินร่วน (Loam) ถ้าใส่อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากที่มี 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 10.52 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มอินทรียวัตถุขึ้นเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 23.68 เปอร์เซ็นต์

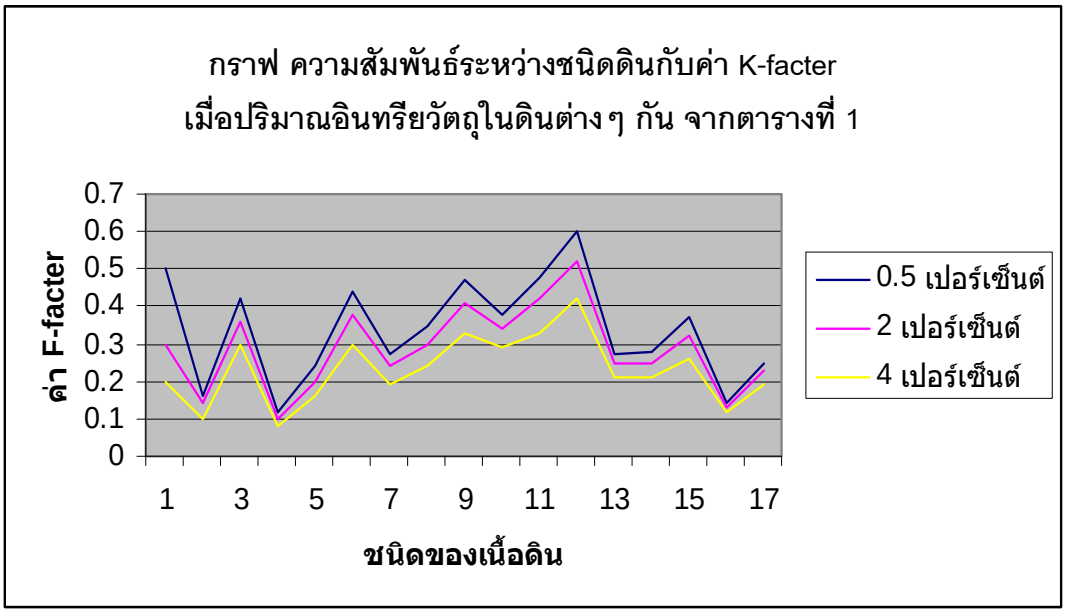
(4) ดินร่วนปนเหนียว (Clay loam) ถ้าใส่อินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นจากที่มี 0.5 เปอร์เซ็นต์ (ค่า K = 0.28) เป็น 2 เปอร์เซ็นต์ (K = .25) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 10.71 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเพิ่มอินทรียวัตถุขึ้นเป็น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดการสูญเสียลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ประกอบ

ตารางที่ 1 ค่า K ที่ได้จากเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุปริมาณต่างๆ กัน

ชนิดของเนื้อดิน	ปริมาณอินทรียวัตถุ		
	0.5 เปอร์เซ็นต์	2 เปอร์เซ็นต์	4 เปอร์เซ็นต์
1. Sand (ทราย)	0.5	0.3	0.20
2. Fine sand (ทรายละเอียด)	0.16	0.14	0.10
3. Very fine sand (ทรายละเอียดมาก)	0.42	0.36	0.3
4. Loamy sand (ทรายปนร่วน)	0.12	0.10	0.08
5. Loamy fine sand	0.24	0.20	0.16
6. Loamy very fine sand	0.44	0.38	0.30
7. Sandy loam (ร่วนปนทราย)	0.27	0.24	0.19
8. Fine sandy loam	0.35	0.30	0.24
9. Very fine sandy loam	0.47	0.41	0.33
10. Loam (ร่วน)	0.38	0.34	0.29
11. Silt loam (ร่วนปนทรายแป้ง)	0.48	0.42	0.33
12. Silt (ทรายแป้ง)	0.60	0.52	0.42
13. Sandy clay loam	0.27	0.25	0.21
14. Clay loam (ร่วนปนเหนียว)	0.28	0.25	0.21
15. Silty clay loam	0.37	0.32	0.26
16. Sand clay (เหนียวปนทราย)	0.14	0.13	0.12
17. Silty clay (เหนียวปนแป้ง)	0.25	0.23	0.19
18. Clay (เหนียว)		0.13-0.29	

ที่มา : ARS (1975) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

หมายเหตุ ค่า K ยิ่งสูงแสดงว่าไม่ทนทานต่อแรงกระแทกของเม็ดฝน และแตกกระจายง่าย เมื่อถูกน้ำ



2) การเปลี่ยนชนิดพืชที่ปลูก จากชนิดที่สูญเสียดินมากไปเป็นพืชที่สูญเสียดินน้อย สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงวิธีหนึ่ง เนื่องจากการศึกษา วิจัยของ Singh (1981) พบว่าพืชต่างชนิดกันก่อให้เกิดการสูญเสียดินแตกต่างกันเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ถั่วเขียวเมล็ดดำ (Black gram), ข้าวโพด, ถั่วเหลือง, ถั่วเขียวเมล็ดเขียว (Green gram) ถั่วแดง และถั่วดำ, ถั่วเขียวเมล็ดมัน และถั่วแระ รวมทั้งสับปะรดที่คายวัชพืช, นาข้าว ค่าปัจจัยสาเหตุที่ก่อให้เกิดการสูญเสียดิน (ค่า C ใน USLE) เท่ากับ 0.538, 0.502, 0.421, 0.406, 0.392, 0.386, 0.38 และ 0.28 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) สรุปได้ว่าการปลูกถั่วเขียว (เมล็ดดำ) ก่อให้เกิดการสูญเสียดินมากกว่าถั่วเขียว (เมล็ดเขียว) เท่ากับ 27.14 เปอร์เซ็นต์ และมากกว่าการปลูกสับปะรดไม่คายวัชพืช ถึง 81.41 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 3 การปลูกข้าวโพดทำให้เกิดการสูญเสียดินสูง

ภาพที่ 4 การปลูกข้าวนาดำ ก่อให้เกิดการสูญเสียดินน้อยกว่าข้าวโพด

ตารางที่ 2 ค่า C – factor ของพืชเศรษฐกิจชนิดต่าง ๆ

ชนิดพืช	ค่า C	อันดับของค่า C
1. ถั่วเขียว (เมล็ดดำ) (Black gram)	0.538	(1)
2. ข้าวโพด (Maize)	0.502	(2)
3. ถั่วเหลือง (Soyabean)	0.421	(3)
4. ถั่วลิสง (Ground – nut)	0.406	(4)
5. ถั่วเขียว (เมล็ดเขียว) (Green gram)	0.392	(5)
6. ถั่วแดง, ถั่วดำ (Cowpea)	0.386	(6)
7. ถั่วเขียว, ถั่วแระ (Pigeonpea)	0.38	(7)
8. สับปะรด (คายวัชพืช)	0.38	(7)
9. นาข้าว (Paddy)	0.28	(8)
10. สับปะรด (ไม่คายวัชพืช)	0.10	(9)

ที่มา : Singh (1977) อ้างโดย มนู (2525)

3) การจัดการวัชพืช และเศษเหลือของพืชในแปลงเพาะปลูกต่างๆ กัน แม้พืชหลักจะเป็นชนิดเดียวกันก็ตาม แต่ถ้ามีการจัดการวัชพืชที่แตกต่างกัน มีผลทำให้การสูญเสียดินแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ภาพที่ 5 การไถกลบตอซังข้าวโพด

แบบที่ 1 เผาเศษเหลือของต้นสับปะรด และนำเศษพืชออกจากแปลงจนสะอาด ผลการศึกษาวิเคราะห์ จากค่า C ใน USLE ได้จาก Roose (1977) อ้างโดย มนู (2525) เฉลี่ยตลอดปีอยู่ระหว่าง 0.2-0.5 หรือ เฉลี่ยเท่ากับ 0.35 พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถดินแล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่าตลอดฤดู

แบบที่ 2 การไถกลบวัชพืช ผลการศึกษา วิเคราะห์ค่า C ใน USLE อยู่ระหว่าง 0.1-0.3 หรือเฉลี่ยเท่ากับ 0.2 ได้จาก Roose (1977) อ้างโดย มนู (2525) วิธีการนี้สามารถลดการสูญเสียหน้าดินลงได้ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถดินแล้วทิ้งไว้ว่างเปล่าตลอดฤดูกาล

แบบที่ 3 ทิ้งเศษวัชพืชไว้บนดิน ผลการศึกษา วิเคราะห์ ค่า C ใน USLE เท่ากับ 0.01 ได้จาก Roose (1977) อ้างโดย มนู (2525) วิธีการนี้สามารถลดการสูญเสียหน้าดินลงได้ 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถพื้นที่แล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่าตลอดฤดูกาล ดังตารางที่ 3 ประกอบ

ตารางที่ 3 ค่า C-factor ที่ใช้ในอาฟริกาตะวันตก

เทคนิควิธีการ	ค่า C เฉลี่ยตลอดปี
1. ไถที่ทิ้งไว้ต่อเนื่องตลอดฤดูเพาะปลูก โดยไม่ปลูกพืชอะไรเลย หรือถือเป็นพื้นดินว่างเปล่า	1.0
2. ป่าไม้หรือไม้พุ่มที่แน่นทึบและมีเศษพืชคลุมดินมาก	0.001
3. ป่า Savannah ที่มีคุณภาพดี	0.01
4. ป่า Savannah ในสภาพที่มีสัตว์เข้าไปแทะเล็มมากเกินไป Overgrazed	0.1
5. ข้าวโพด, ข้าวฟ่าง (ผันแปรไปตามคุณภาพของผลผลิต)	0.4-0.9
6. ข้าว (ขึ้นกับระดับของปุ๋ยที่ให้)	0.1-0.2
7. ฝ้ายและยาสูบ (ปลูกครั้งที่ 2)	0.5-0.7
8. ถั่วลิสง (ขึ้นอยู่กับผลผลิต และช่วงที่ปลูก)	0.4-0.8
9. ข้าว (ขึ้นกับปีที่ปลูก) ปลูกปีแรก	0.2-0.8
10. ปาล์ม, กาแฟ ที่มีพืชคลุมดิน	0.1-0.3
11. การปลูกสับปะรดตามแนวระดับ โดยมีการจัดการพืชต่างๆ ดังต่อไปนี้	
- เผาเศษเหลือของต้นสับปะรดและเศษวัชพืชออกจนสะอาด	0.2-0.5
- วัชพืชฝังดิน	0.1-0.3
- เศษวัชพืชทิ้งไว้บนดิน	0.01

ที่มา : Roose (1977) อ้างโดย มนู (2525)

4) การใช้วัสดุคลุมดิน ผลการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 4 พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังต่อไปนี้ **อันดับหนึ่ง** การคลุมดินด้วยหญ้าแห้ง (อัตราคลุมดิน 0.8 ตันต่อไร่) มีประสิทธิภาพเท่ากับการคลุมดินด้วยลำต้นธัญพืช (อัตราคลุมดิน 0.8 ตันต่อไร่) (ค่า C ใน USLE = 0.02) **รองลงมา** ได้แก่ คลุมดินด้วยเศษไม้ชิ้นเล็กชิ้นน้อย อัตราคลุมดิน 2.4 ตันต่อไร่ (ค่า C ใน USLE = 0.06) **อันดับสาม** ได้แก่ คลุมดินด้วยเศษเส้นใยไม้ อัตราคลุมดิน 0.7 ตันต่อไร่ (ค่า C ใน USLE = 0.1) ลดการสูญเสียดินลงได้เท่ากับ 98, 94 และ 90เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถเตรียมดินแล้วปล่อยพื้นดินว่างเปล่าตลอดฤดูเพาะปลูก

ภาพที่ 6 การใช้ฟางข้าวคลุมดิน เพื่อลดแรงตกกระทบของเม็ดฝน

ตารางที่ 4 การประเมินค่า C สำหรับวัสดุคลุมดิน

การใช้วัสดุคลุมดิน	ค่า C	ลดลงได้จากดินว่างเปล่า (%)
หญ้าแห้ง (0.8 ตันต่อไร่) หรือเท่ากับ 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	0.02	98
ลำต้นธัญพืช (0.8 ตันต่อไร่) หรือเท่ากับ 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	0.02	98
เศษไม้ชิ้นเล็กชิ้นน้อย (2.4 ตันต่อไร่) หรือเท่ากับ 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	0.06	94
เศษเส้นใยไม้ (0.7 ตันต่อไร่) หรือเท่ากับ 0.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร	0.1	90
ดินว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุม	1	

ที่มา : Roose (1977) อ้างโดย มนู (2525)

สรุป ประสิทธิภาพของการคลุมดินที่มีต่อการลดการสูญเสียหน้าดิน จากตารางที่ 4 ดังต่อไปนี้ สูงสุด ได้แก่ การคลุมดินด้วยหญ้าแห้ง อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รองลงมา ได้แก่ ลำต้นธัญพืช อัตรา 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อันดับสาม ได้แก่ เศษไม้ชิ้นเล็กชิ้นน้อย อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และลำดับที่สี่ เศษเส้นใยไม้ อัตรา 0.4 กิโลกรัมต่อตารางเมตร สามารถลดการสูญเสียดินลงได้จากการปล่อยพื้นที่ดินให้ว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุม เท่ากับ 98, 98, 94 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5) การไถกลบปุ๋ยพืชสด หรือมีวัชพืชปกคลุมอยู่ จากการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 5 เป็นฐานการคำนวณ พบว่าสามารถการสูญเสียดินในพืชแต่ละชนิดจากการปลูกโดยไถเตรียมแปลงแล้วเก็บวัชพืชออกจนแปลงสะอาดปราศจากเศษพืช สามารถลดการสูญเสียดินลงได้เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 5 ประกอบ)

ภาพที่ 7 การไถกลบพืชปุ๋ยสด

(1) แปลงเพาะปลูกไม้เถา ถ้าไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือมีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C = 0.2) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 33.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถเตรียมแปลงสะอาด (C = 0.3)

(2) แปลงเพาะปลูกผักกินใบ การไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือปล่อยให้มีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C = 0.25) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 30.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยการไถเตรียมแปลงสะอาด (C = 0.36)

(3) แปลงเพาะปลูกข้าวโพด การไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือปล่อยให้มีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C = 0.3) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยการไถเตรียมแปลงสะอาด (C = 0.4)

(4) แปลงเพาะปลูกผักกินหัว (กระหล่ำปลี, กระหล่ำดอก, บล็อคโคลี่) เป็นต้น การไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือปล่อยให้มีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C = 0.3) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยการไถเตรียมแปลงสะอาด (C = 0.4)

(5) แปลงเพาะปลูกพืชที่รากกลายเป็นหัว (ผักกาดหัว, หัวแครอท,) เป็นต้น การไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือปล่อยให้มีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C = 0.25) สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกโดยการไถเตรียมแปลงสะอาด (C = 0.45)

ตารางที่ 5 ค่า C สำหรับพืชบางชนิด (มนูและคณะ, 2525)

ชนิดพืช	ไถเตรียมแปลงสะอาด	ไถกลบปุ๋ยพืชสดหรือมีวัชพืชปกคลุมอยู่ (ค่า C)
1. ไม้เถาว์	0.3	0.20
2. ผักกินใบ	0.36	0.25
3. ข้าวโพด	0.40	0.30
4. ผักกินหัว	0.40	0.30
5. พืชที่รากกลายเป็นหัว	0.45	0.25

จากตารางที่ 5 พบว่า พืชที่ก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินสูงสุด ได้แก่ พืชที่รากกลายเป็นหัว รองลงมา ได้แก่ ผักกินหัว อันดับสาม ได้แก่ ข้าวโพด อันดับที่สี่ ได้แก่ ผักกินใบ และน้อยสุด ได้แก่ ไม้เถาว์

6) การใช้ซากพืชเป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่าบนผิวดิน ผลการศึกษา วิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ 6 ของ Roosc (1977) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) เป็นฐานการคำนวณ พบว่า มีค่า P = 0.01 สามารถลดการสูญเสียดินได้ 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้น-ลงตามความลาดเทดู (ตารางที่ 6 ประกอบ)

ภาพที่ 8 การใช้คันซากพืชขวางความลาดเทในระหว่างแถวของพืช

7) การใช้หิน กรวด เศษวัสดุต่างๆ เป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่าบนผิวดิน ผลการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 6 ของ Roosc (1977) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) เป็นฐานการคำนวณพบว่ามีค่า P เท่ากับ 0.1 สามารถลดการสูญเสียดินได้ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถขึ้น-ลงตามความลาดเทของพื้นที่ (ดูตารางที่ 6 ประกอบ)

ภาพที่ 9 การใช้หินเป็นแนวกั้นการไหลบ่าของน้ำได้

ภาพที่ 10 หินในพื้นที่ใช้เป็นแนวรั้วกั้นน้ำไหลบ่า

ตารางที่ 6 ค่าปัจจัย P ที่ใช้ในอเมริกาตะวันตก

วิธีการอนุรักษ์ฯ	ค่าปัจจัย P
- ปลูกแบบยกร่อง ไถแหวกร่องขวางความลาดเทและมีคันดินเล็กๆ กั้นน้ำในร่องน้ำ	0.2-0.1
- ปลูกพืชระหว่างแถบหญ้าโดยแถบหญ้าป้องกันการสูญเสียดินและ ทำให้แปลงปลูกพืช ขนานกันแถบหญ้ากว้าง 2 – 4 เมตร	0.3-0.1
- ไถแหวกร่องขณะมีคันซากพืชเศษพืช (ลำต้น) คลุมดิน หรือตอซัง คลุมดินเป็นแนวกั้น	0.01
- ทุ่งหญ้าที่ไถเป็นครั้งคราว 2-3 ปีต่อครั้ง	0.5-0.1
- แนวหินเรียงขวางความลาดชัน	0.1

ที่มา : Roose (1977) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

สรุป ประสิทธิภาพของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ จากตารางที่ 6 ได้ดังนี้ วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การใช้เศษพืชทั้งลำต้น และตอซังคลุมดินแล้วไถแหวกร่องปลูก ลดการสูญเสียหน้าดินลงได้ถึง 99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ แนวหินขวางความลาดชัน ลดการสูญเสียดินลงได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การทำทุ่งหญ้าที่ไถเป็นครั้งคราว 4-5 ปีต่อครั้ง และการปลูกขนานกับแถบหญ้า รวมทั้งการไถขวาง และแหวกร่อง ขวางความลาดเท และมีคันดินกั้นเล็กๆ ในร่องลดการสูญเสียดินได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์

8) การใช้แนวรั้วหญ้าแฝกเป็นแนวกั้นการไหลของน้ำไหลบ่า วิธีการนี้นอกจากจะลดความเร็วของน้ำไหลบ่าได้แล้ว น้ำบางส่วนยังไหลลงสู่ใต้ดินที่แถวหญ้าแฝกนี้ด้วย รวมทั้งการเป็นตัวกรองตะกอนดินไว้ที่แนวหญ้าแฝกนี้ด้วยประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียดิน น่าจะใกล้เคียงกับการปลูกพืชระหว่างแถบหญ้า ขวางความลาดเท อยู่ระหว่าง 70-90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกขึ้นลงตามความลาดเท ดังภาพข้างล่าง

ภาพที่ 11 การใช้แถวหญ้าแฝกปลูกตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่

9) การใช้แถบหญ้า เป็นแนวกั้นการไหลบ่าของน้ำ ผลการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ผลการทดลองของ Roose (1977) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) เป็นฐานการคำนวณ พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ ตั้งแต่ 70-90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบการไถขึ้น-ลงตามความลาดเท ดูตารางที่ 6 ประกอบ

ภาพที่ 12 การปลูกพืชสลับกับแถบหญ้า เพื่อลดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน อาทิเช่น แถบพืชกว้าง 5 หรือ 10 เมตร สลับแถวหญ้า 2-3 เมตร สลับกันไปเรื่อยๆ

10) แถวหรือแถบ กระถินผสมถั่วมะแฮะขวางกั้นความลาดเทเป็นระยะๆ

ภาพที่ 13 แถบกระถิน

ภาพที่ 14 แถบถั่วมะแฮะ

3.2 วิธีกล (Mechanical Methods) ได้แก่ วิธีการที่การดำเนินการต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการดำเนินงาน อาทิ การไถเตรียมดินแบบต่างๆ การทำคันดิน การทำขั้นบันไดดิน ทางระบายน้ำ บ่อดักตะกอน รวมทั้งฝายยกระดับ หรือชลอน้ำ เป็นต้น ประกอบด้วย

1) คันดินกั้นน้ำ มี 2 แบบ ได้แก่

(1) คันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ (คันดินแบบเก็บกักน้ำไว้หน้าคันดิน) เหมาะสมที่จะใช้ในพื้นที่ที่มีฝนตกน้อยและความรุนแรง (ความหนักเบา) ของฝนไม่มากนัก เพราะการดำเนินการแบบนี้ไม่อนุญาตให้น้ำไหลบ่าไหลข้ามคันดินได้โดยเด็ดขาด จากการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 7 ของ Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ตั้งแต่ 82-90 เปอร์เซ็นต์ (ค่า P = 0.12-0.18) เมื่อเปรียบเทียบการไถขึ้น-ลงตามความลาดเทของพื้นที่ (ค่า P = 1) ดูตารางที่ 7 ประกอบ

วิธีการทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดิน ได้ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 7 ประกอบ)

ก. พื้นที่ที่มีความลาดเท 2-7 เปอร์เซ็นต์ การทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.1 สามารถลดค่า P ลงได้ 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลง (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 90 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

ข. พื้นที่ที่มีความลาดเท 8-12 เปอร์เซ็นต์ การทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.12 สามารถลดค่า P ลงได้ 88 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลง (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 88 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

ค. พื้นที่ที่มีความลาดเท 13-18 เปอร์เซ็นต์ การทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.16 สามารถลดค่า P ลงได้ 84 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลง (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 84 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

ง. พื้นที่ที่มีความลาดเท 19-24 เปอร์เซ็นต์ การทำคันดินกั้นน้ำตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.18 สามารถลดค่า P ลงได้ 82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลง (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 82 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

ภาพที่ 15 คันดินกั้นน้ำแบบระดับที่สามารถเก็บกักน้ำฝนไว้ใช้ยามฝนทิ้งช่วงได้

ตารางที่ 7 ค่าปัจจัย P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่าง ๆ

ความลาดชันของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	การทำการเกษตรกรรมตามแนวระดับ	ค่า P		
		การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ	การทำคันดิน	
			ในพื้นที่เกษตร	การคาดคะเนจากตะกอน
2-7	0.5	0.25	0.5	0.10
8-12	0.6	0.30	0.6	0.12
13-18	0.8	0.40	0.8	0.16
19-24	0.9	0.45	0.9	0.18

ที่มา : Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู (2525)

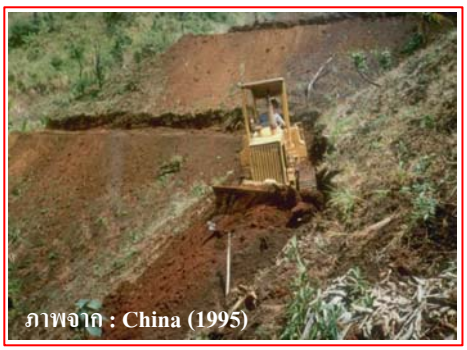
สรุป ประสิทธิภาพของวิธีการอนุรักษ์ดิน จากตารางที่ 7 พบว่า สูงสุด ได้แก่ การทำคันดินกั้นน้ำ รองลงมา ได้แก่ การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ และอันดับสาม ได้แก่ การทำการเกษตรกรรมแบบตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดินจากการไถขึ้นลงลงได้เท่ากับ 82-90, 55-75 และ 10-50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

(2) คันดินแบบลดระดับ (แบบระบายน้ำ) เป็นคันดินที่หน้าคันดินทำเป็นทางระบายน้ำ มีหน้าที่รับน้ำจากพื้นที่เพาะปลูกข้างบนแล้วนำน้ำดังกล่าวไปลงยังจุดระบายน้ำที่สร้างขึ้น จากการศึกษาวิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 7 ของ Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู (2525) เช่นเดียวกับคันกั้นน้ำแบบเก็บกักน้ำ พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 82-90 เปอร์เซ็นต์ (ค่า P = 0.18-0.1) เมื่อเปรียบเทียบการไถปลูกขึ้น-ลงตามความลาดเทของพื้นที่ (ค่า P = 1) ซึ่งความแตกต่างของการสูญเสียดินของคันดิน 2 แบบ ยังไม่มีผลการทดลองที่สามารถนำมาใช้สรุปในการวิจัยได้ในปัจจุบัน

ภาพที่ 16 คันดินกั้นน้ำแบบลดระดับเพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่ มีการปลูกหญ้าแฝกบนคันดินเพื่อเสริมความมั่นคงของคันดิน

2) คูรับน้ำชายเขา บางตำราเรียกคูรับน้ำขอบเขาหรือรอบเขาเป็นคูที่มีลักษณะเป็นร่องน้ำหรือคล้ายขั้นบันไดดินฐานกว้างแบบระบายน้ำที่พื้นเอียงเข้าผนังด้านใน เพื่อรับน้ำไหลบ่าเป็นช่วงๆ แล้วน้ำไปออกทางระบายน้ำที่สร้างขึ้น รวมทั้งใช้เป็นทางเดิน หรือ ทางลำเลียงในพื้นที่ได้ด้วยโดยพื้นที่ระหว่าง 2 คูใช้เพาะปลูกพืชต่างๆ ผลการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 8 ของ Wischmeir and Smith (1978) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) เป็นฐานการคำนวณ พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ตั้งแต่ 82-88 เปอร์เซ็นต์ ดูตารางที่ 8 ประกอบ

ภาพที่ 17 คูรับน้ำขอบเขาหรือรอบเขาที่มีลักษณะเป็นร่องน้ำ



ภาพที่ 18 คูรับน้ำแบบกว้าง ลักษณะคล้ายขั้นบันไดแบบฐานกว้าง

ตารางที่ 8 ค่าปัจจัย P ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับวิธีการเพาะปลูก และวิธีการอนุรักษ์ต่าง ๆ กัน

ความลาดชัน	ค่า P ระบบการเพาะปลูก		ค่า P เมื่อวิธีการอนุรักษ์ฯ ต่างๆ กัน	
(เปอร์เซ็นต์)	ตามแนวระดับ+	ปลูกพืชสลับเป็นแถบ#	คูรับน้ำแบบลดระดับ	พื้นก้นคูแบบลาดเทเข้าใน
1-2	0.60	0.30	0.12	0.05
3-8	0.50	0.25	0.1	0.05
9-12	0.60	0.30	0.12	0.05
13-16	0.70	0.35	0.14	0.05
17-20	0.80	0.40	0.16	0.06
21-25	0.90	0.45	0.18	0.06

ที่มา : Wischmeir and Smith (1978) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

+ ค่านี้ควรใช้สำหรับการหาการสูญเสียดินในพื้นที่ระหว่างขั้นบันไดดิน

ค่านี้ครอบคลุมถึงการพิจาณาคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำว่าจะมีตะกอนมากน้อยเพียงใด

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จากตารางที่ 8 ได้ดังต่อไปนี้ วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ คู หรือคันดินกั้นน้ำแบบก้นคูลาดเทเข้าใน รองลงมาได้แก่ คูรับน้ำแบบลดระดับ อันดับที่สาม ได้แก่ การปลูกพืชสลับเป็นแถบ อันดับที่สี่ ได้แก่ การปลูกพืชตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียลง จากการไถขึ้นลงตามความลาดเทลงได้ เฉลี่ย 94-95, 82-88, 55-70 และ 10-40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3) ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่อง สร้างขึ้นเพื่อใช้เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจที่มีราคาแพงและมีความต้องการบริหารและจัดการในเรื่องการเพาะปลูกเป็นอย่างดีเยี่ยมและยั่งยืน ในพื้นที่มีความลาดเท การสร้างขั้นบันไดดินเป็นการตัดความยาวของความลาดเทออกเป็นช่วงๆ ขั้นบันไดดินแต่ละขั้นจะรับน้ำฝนเฉพาะในพื้นที่ของขั้นบันไดแต่ละขั้นเท่านั้น ดังนั้นการบริหารจัดการในเรื่องน้ำจึงสะดวก ไม่ว่าจะเป็นการป้องกันปัญหาน้ำมากหรือน้ำน้อยเกินไป แต่ต้องลงทุนก่อสร้างสูงกว่าทุกวิธีการ เพราะเป็นวิธีการที่ตัดทั้งความยาวของความลาดเท (ค่า L) ให้เหลือเฉพาะผนังด้านข้างของขั้นบันไดเท่านั้น ส่วนตัวพื้นดินที่ใช้เพาะปลูกถือว่าไม่มีความลาดเทแล้ว ถือเป็นพื้นที่ราบเรียบหรือเกือบราบเรียบ (Slope 0 – 1เปอร์เซ็นต์) เท่านั้น จากการศึกษา วิเคราะห์ การสูญเสียดินน้อยมาก เนื่องจากไม่มีน้ำบ่าบนผิวดินตามความลาดเท เนื่องจากผนังด้านข้างปลูกหญ้าคลุมดินหนาแน่น ถ้าเกิดการชะล้างในส่วนนี้ ดินก็ตกลงไปอยู่ในขั้นบันไดไม่หายไปจากพื้นที่ ดังนั้นจึงถือว่าสูญเสียดินน้อยมากเกือบเป็นศูนย์

ภาพที่ 19 ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่อง ถือว่าการสูญเสียดินน้อยมาก

ภาพที่ 20 ขั้นบันไดดินสำหรับปลูกยาสูบบนพื้นที่ที่มีความชันสูง

4) ขั้นบันไดดินแบบไม่ต่อเนื่อง ลักษณะของขั้นบันไดดินเหมือนกับขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่องแบบข้างบนที่กล่าวมาแล้วทุกประการ แต่แตกต่างกัน คือ เป็นการสร้างแบบเว้นระยะไว้เป็นช่วงๆ กล่าวคือ การสร้างขั้นที่หนึ่งแล้วเว้นไว้ 2 ขั้นไปสร้างขั้นที่ 4 จากขั้นที่ 4 เว้น 2 ขั้นไปสร้างขั้นที่ 7, 10 และ 13 เป็นต้น เหตุผลที่เว้นไว้มี 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 การจัดแบ่งพื้นที่เพาะปลูก โดยใช้พื้นที่บนขั้นบันไดปลูกไม้เศรษฐกิจที่มีราคาแพง ที่ต้องการไถพรวนบ่อยๆ มีการให้น้ำชลประทาน มีการระบายน้ำ เป็นต้น ส่วนพื้นที่ระหว่างขั้นบันได ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดเทเหมือนเดิมใช้ปลูกไม้ผล หรือพืชไร่ แต่ก็ต้องมีการจัดทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นอย่างดี อาทิเช่น ปลูกพืชสลับแถวหญ้าแฝก เป็นต้น

ประการที่ 2 เนื่องจากงบประมาณหรือแรงงานหรือเวลาจำกัดไม่เพียงพอที่จะสร้างขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่องได้ จึงจำเป็นต้องสร้างแบบเว้นระยะไว้ก่อนแล้วค่อยทยอยสร้างเพิ่มภายหลัง จากการศึกษา ค้นคว้า พบว่า ยังไม่มีข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้เท่าไหร่ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกขึ้น-ลง ตามความลาดเทเพราะเกิดการสูญเสียดินบนพื้นที่ลาดเทที่เว้นไว้ระหว่างขั้นบันไดดินที่จัดทำขึ้น

ภาพที่ 21 ขั้นบันไดดินแบบไม่ต่อเนื่อง สร้าง 1 ขั้น เว้นไว้ 1 ขั้น

ภาพที่ 22 การสร้างขั้นบันไดดินแบบเว้นระยะเป็นช่วงๆ เนื่องจากสภาพพื้นที่บางส่วนสูงชันมากจนไม่สามารถก่อสร้างได้ตลอด

5) โดยการไถพรวนและเพาะปลูกพืชขวางความลาดเทของพื้นที่ จากผลการศึกษา วิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ 9 ของ Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู และคณะ(2525) เป็นฐานการคำนวณ พบว่าสามารถลดอัตราการสูญเสียดินจากการปลูกขึ้นลงตามความลาดเทได้ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 9 ประกอบ)

ภาพที่ 23 การไถและปลูกขวางความลาดเทของพื้นที่

(1) ในพื้นที่ที่มีความลาดเท 2-7 เปอร์เซ็นต์ การไถและปลูกขวางความลาดเท ค่า P เท่ากับ 0.75 สามารถลดค่า P ลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) การลดค่า P ลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง การลดการสูญเสียหน้าดินลงได้ 25 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(2) ในพื้นที่ที่มีความลาดเท 7.1-12 เปอร์เซ็นต์ การไถและปลูกขวางความลาดเท ค่า P เท่ากับ 0.8 สามารถลดค่า P ลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) การลดค่า P ลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง การลดการสูญเสียดินลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(3) ในพื้นที่ที่มีความลาดเท 12.1-18 เปอร์เซ็นต์ การปลูกไถขวางความลาดเทค่า P เท่ากับ 0.9 สามารถลดค่า P ลงได้ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั้นก็คือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 10 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(4) ในพื้นที่ที่มีความลาดเท 18.1-24 เปอร์เซ็นต์ การปลูกไถขวางความลาดเทค่า P เท่ากับ 0.95 สามารถลดค่า P ลงได้ 5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั้นก็คือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 5 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(5) ในพื้นที่ที่มีความลาดเทมากกว่า 24 เปอร์เซ็นต์ การไถปลูกขวางความลาดเทค่า P เท่ากับ 1 ซึ่งเท่ากับค่า P การไถขึ้นลงตามความลาดเท นั่นหมายถึง การไถขวางความลาดเทกับการไถขึ้นลงตามความลาดเทจะสูญเสียหน้าดินเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 9 ค่า P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำต่างๆ กัน

เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน	ไถปลูกขึ้น-ลง	ปลูกพืชตามแนวระดับ	ปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ	ปลูกพืชขวางแนวลาดชัน
2.0-7.0	1.00	0.5	0.25	0.75
7.1-12	1.00	0.6	0.30	0.80
12.1-18	1.00	0.8	1.0	0.90
18.1-24	1.00	0.9	1.0	0.95
มากกว่า 24	1.00	1.0	1.0	1.00

ที่มา : Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

สรุป ประสิทธิภาพของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ แบบต่างๆ จากตารางที่ 9 ข้างบน พบ

(1) ว่าถ้าพื้นที่ลาดชันน้อย 2-12 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การปลูกแบบยกร่องให้น้ำชลประทาน รองลงมา ได้แก่ การปลูกตามแนวระดับ อันดับสาม ได้แก่ การปลูกพืชขวางแนวลาดชัน สามารถลดการสูญเสียดินจากการไถขึ้นลงลงได้ เท่ากับ 70, 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

(2) ถ้าพื้นที่มีความชันตั้งแต่ 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป การปลูกพืชขวางความลาดชัน สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ หรือได้น้อยมากเพียงแค่ 10-20 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนให้น้ำแบบชลประทานตามแนวระดับไม่สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกขึ้นลง

(3) ถ้าพื้นที่ที่มีความลาดเทมากกว่า 24 เปอร์เซ็นต์ วิธีการจัดการดินและที่ดิน รวมทั้งวิธีการจัดเตรียมแปลงเพาะปลูกทุกวิธีการ ได้แก่ การปลูกสลับเป็นแถบตามแนวระดับ การปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ การปลูกพืชตามแนวระดับ และการปลูกพืชขวางตามความลาดเท ประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินไม่สูงกว่า หรือใกล้เคียงกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท

6) การไถพรวนและเพาะปลูกพืชตามแนวระดับ ผลการศึกษาและวิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ 10 ของ Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) ตามที่กล่าวมาแล้ว เป็นฐานการคำนวณ พบว่าสามารถลดการสูญเสียดินจากการไถปลูกขึ้นลงตามแนวลาดเท ดังต่อไปนี้ (ดูตาราง 10 ประกอบ)

ภาพที่ 24 ไถแล้วปลูกพืชตามแนวระดับ

(1) พื้นที่ที่มีความลาดเท 2-7 เปอร์เซ็นต์ ค่า P การเพาะปลูกตามแนวระดับเท่ากับ 0.5 สามารถลดค่า P ลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียหน้าดินลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(2) พื้นที่ที่มีความลาดเท 8-12 เปอร์เซ็นต์ การเพาะปลูกตามแนวระดับสามารถลดค่า P ลงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ (ค่าP = 0.6) เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 40 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(3) พื้นที่ที่มีความลาดเท 13-18 เปอร์เซ็นต์ การเพาะปลูกตามแนวระดับสามารถลดค่า P ลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ (ค่าP = 0.8)เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(4) พื้นที่ที่มีความลาดเท 19-24 เปอร์เซ็นต์ การเพาะปลูกตามแนวระดับค่า P เท่ากับ 0.9 สามารถลดค่า P ลงได้ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 10 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(5) พื้นที่ที่มีความลาดเทมากกว่า 24 เปอร์เซ็นต์ การเพาะปลูกตามแนวระดับค่า P เท่ากับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท ซึ่งเท่ากับ 1

ตารางที่ 10 ค่าปัจจัย P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ

ความลาดชันของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	การทำการเกษตรกรรมตามแนวระดับ	ค่า P		
		การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ	การทำคันดิน	
			ในพื้นที่เกษตร	การคาดคะเนจากตะกอน
2-7	0.5	0.25	0.5	0.10
8-12	0.6	0.30	0.6	0.12
13-18	0.8	0.40	0.8	0.16
19-24	0.9	0.45	0.9	0.18

ที่มา : Arnoldus (1976) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

สรุป การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสียดินระหว่างวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ จากตารางที่ 10 ข้างบน พบว่า สูงสุด ได้แก่ การทำคันดินกั้นน้ำ อันดับสอง ได้แก่ การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ อันดับสาม ได้แก่ การทำการเกษตรกรรมตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 82-90, 55-75 และ 10-50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7) การเพาะปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ จากการศึกษา วิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ 11 ของ Mitchell และ Bubenzer (1980) อ้างโดย มนู และคณะ (2525) เป็นฐานการคำนวณ พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินจากการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเทของพื้นที่ได้ ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 11 ประกอบ)

(1) พื้นที่ที่มีความลาดเท 2-12 เปอร์เซ็นต์ การปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับค่า P เท่ากับ 0.30 สามารถลดค่า P ลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(2) พื้นที่ที่มีความลาดเท 13-16 เปอร์เซ็นต์ การปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.35 สามารถลดค่า P ลงได้ 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 65 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(3) พื้นที่ที่มีความลาดเทระหว่าง 17-20 เปอร์เซ็นต์ ค่า P เท่ากับ 0.4 แสดงว่าวิธีการเพาะปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดินลงจากการไถปลูกขึ้นลงได้เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์

(4) พื้นที่ที่มีความลาดเทระหว่าง 21-25 เปอร์เซ็นต์ ค่า P เท่ากับ 0.45 แสดงว่าวิธีการเพาะปลูกโดยยกร่องให้น้ำชลประทานตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดินลงจากการไถปลูกขึ้นลงได้เท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ค่า P สำหรับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ

เปอร์เซ็นต์ความลาดชัน	การทำการเกษตรตามแนวระดับ	การปลูกพืชสลับตามแนวระดับและมีการชลประทานแบบร่อง	การทำคันดิน
1-2	0.6	0.30	0.12
3-8	0.6	0.30	0.10
9-12	0.6	0.30	0.12
13-16	0.7	0.35	0.14
17-20	0.8	0.40	0.16
21-25	0.9	0.45	0.18

ที่มา : Mitchell และ Bubenzer (1980) อ้างโดย มนู และคณะ (2525)

สรุป ประสิทธิภาพของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ จากตารางที่ 11 ถ้าเปรียบเทียบกันในพื้นที่ที่มีความลาดชัน เท่ากันพบว่า ประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การทำคันดินกั้นน้ำ รองลงมา ได้แก่ การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ และมีการชลประทานแบบร่อง อันดับสาม ได้แก่ การทำการเกษตรตามแนวระดับ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 82-88, 55-70, และ 10-40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

* แต่ถ้าในร่องน้ำมีคันดินกั้นน้ำเล็กๆ กั้นเป็นระยะดังภาพข้างล่าง จากการศึกษา วิเคราะห์โดยใช้ตารางที่ 6 พบว่า สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ตั้งแต่ 80-90 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 25 การปลูกแบบยกร่องตามแนวระดับและมีการให้น้ำแบบร่องและมีสันดินในร่องน้ำเป็นระยะๆ

8) วิธีการปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ จากการศึกษา วิเคราะห์ โดยใช้ตารางที่ 12 ของ Wischmeir and Smith (1978) อ้างโดย มนู (2525) ที่กล่าวมาแล้วเป็นฐานการคำนวณ พบว่าสามารถลดการสูญเสียดินได้ดังต่อไปนี้ (ดูตารางที่ 12 ประกอบ)

ภาพที่26 การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ

(1) พื้นที่ที่มีความลาดเท 1-8 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.30 สามารถลดค่า P ลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(2) พื้นที่ที่มีความลาดเท 9-12 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.3 สามารถลดค่า P ลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 70 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(3) พื้นที่ที่มีความลาดเท 13-16 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.4 สามารถลดค่า P ลงได้ 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 65 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(4) พื้นที่ที่มีความลาดเท 17-20 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.40 สามารถลดค่า P ลงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

(5) พื้นที่ที่มีความลาดเท 21-25 เปอร์เซ็นต์ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ ค่า P เท่ากับ 0.45 สามารถลดค่า P ลงได้ 55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามความลาดเท (ค่า P = 1) นั่นคือ สามารถลดการสูญเสียดินลงได้ 55 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง

ตารางที่ 12 ค่าปัจจัย P ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง เปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่กับวิธีการเพาะปลูก และวิธีการอนุรักษ์ต่าง ๆ กัน

ความลาดชัน	ค่า P ระบบการเพาะปลูก		ค่า P เมื่อวิธีการอนุรักษ์ฯ ต่าง ๆ กัน	
เปอร์เซ็นต์	ตามแนวระดับ+	ปลูกพืชสลับเป็นแถบ#	คูรับน้ำแบบลดระดับ	พื้นก้นคูแบบลาดเทเข้าใน
1-2	0.60	0.30	0.12	0.05
3-8	0.50	0.25	0.1	0.05
9-12	0.60	0.30	0.12	0.05
13-16	0.70	0.35	0.14	0.05
17-20	0.80	0.40	0.16	0.06
21-25	0.90	0.45	0.18	0.06

ที่มา : Wischmeir and Smith (1978) อ้างโดย มนู (2525)

+ ค่านี้ควรใช้สำหรับการหาการสูญเสียดินในพื้นที่ระหว่างขั้นบันไดดิน

ค่านี้ครอบคลุมถึงการพิจาณาคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำว่าจะมีตะกอนมากน้อยเพียงใด

สรุป ประสิทธิภาพของมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ 4 แบบ จากตารางที่ 12 ได้ต่อไปนี้

1. ถ้าพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 1-12 เปอร์เซ็นต์ วิธีการจัดการดินและที่ดินและวิธีการเพาะปลูกที่มีประสิทธิภาพสูงไปหาต่ำ ได้ดังนี้ **สูงสุด** ได้แก่ คูรับน้ำแบบก้นคูเอียงเข้าด้านใน **รองลงมา** ได้แก่ คูรับน้ำแบบลดระดับ **อันดับสาม** ได้แก่ ปลูกพืชสลับเป็นแถบ **อันดับสี่** ได้แก่ การปลูกพืชตามแนวระดับ **สามารถลดการสูญเสียดินลงจาการไถขึ้นลงตามความลาดเทลง** ได้เท่ากับ 95, 88 ถึง 90, 70 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. ถ้าพื้นที่ที่มีความลาดเทอยู่ระหว่าง 13 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป วิธีการจัดการดินและที่ดินรวมทั้งวิธีการเพาะปลูกที่มีประสิทธิภาพสูงไปหาต่ำ ได้ดังนี้ **สูงสุด** ได้แก่ คูรับน้ำแบบก้นคูเอียงเข้าด้านใน **รองลงมา** ได้แก่ คูรับน้ำแบบลดระดับ **อันดับสาม** ได้แก่ ปลูกพืชสลับเป็นแถบ **อันดับสี่** ได้แก่ การปลูกพืชตามแนวระดับ **สามารถลดการสูญเสียดินลงจาการไถขึ้นลงตามความลาดเทลง** ได้เท่ากับ 94-95, 82-86, 55-65 และ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการไถปลูกขึ้นลงตามแนวลาดเท

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2523. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2543. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 35 หน้า.

กองบริรักษ์ที่ดิน. 2525. คู่มืออนุรักษ์ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 หน้า.

พิพัฒน์ ไทยกล้า. 2545. การศึกษา วิเคราะห์กำหนดและเงื่อนไข การดำเนินงานด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อจัดทำคู่มือการอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งประเทศไทย. 149 หน้า.

พิพัฒน์ ไทยกล้า. 2549. การอนุรักษ์ดินสำหรับเกษตรกรรายย่อยในเขตมรสุม เอกสารแปลและเรียบเรียงจาก Soil conservation for small farmers in the humid tropics, by T.C Sheng FAO Soils Bulletin, Food and agriculture organization of the United Nations, ฉบับปรับปรุงใหม่. 104 หน้า.

มนู ศรีขจร. 2525. แนวทางการใช้สมการสูญเสียดินสากลกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในประเทศไทย. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน. 266 หน้า.

มนู ศรีขจร. 2529. การศึกษาและวิเคราะห์ผลเสียหายจากการชะล้างพังทลายของดินและแนวทางการใช้สมการการสูญเสียดินสากล และกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมของประเทศไทย. 266 หน้า.

Chinese Soil and Water Conservation Society 1975 Soil Conservation Handbook Council of Agriculture, ROC, Taiwan Provincial Soil and Water Conservation Bureau China, 207 pp.

Swaify - El, S.A, Dangler, E.W. and Armstrong, C.L. 1983. Soil Erosion by Water in The Tropics. HITAHR, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. 173 pp.

FFTC, 1995. Soil Conservation Handbook, Food and Fertilizer Technology Center for The Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan, FFTC Book Series No.11.

Hudson, N. 1979. Soil Conservation. B T Batsford Limited, 4 Fitzhardinge Street London W 1 320 pp.

Minitor of Water Resource. 2000. Terraces in China. The People's Republic of China. 117 pp.

Republic of China. 1977. Soil Conservation Hand book. Agriculture Building, 14 Wen Chow Street, Taipei Taiwan, Republic of China 87 pp.

Sheng, T.C. 1977. Soil Conservation for Small Farmers in the Humid Tropics. Food and Agriculture Organization of the United Nations , Rome. 104 pp.

Sheng, T.C. 1989. Soil Conservation for Small Farmers in the Humid Tropics. FAO, Soil Bulletin, No. 60, 1989. 100 pp.

WOCAT/FAO. 2000. World Overview of Conservation Approadies and Technologies. CDE WOCAT, Land and Water Digital Media Series 9 Hailerstrasse 12 CH-3012 Berne Switzerland, E-mail WOCAT @ giub. Unibe.ch /www. wocat. net.