หัวข้อเค้าโครงเรื่องของผลงาน
(สายงานวิชาการเกษตร)
(กรณีลักษณะงานวิจัย)

๑. ชื่อผลงาน การประเมินคุณภาพดินและน้ำเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่ทางการเกษตร ที่มีอัตราการชะล้างพังทลายสูงโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ จังหวัดกาญจนบุรี

๒. บทคัดย่อ

การประเมินคุณภาพดินและน้ำเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม และการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ในการวัดอัตราการเคลื่อนย้ายของดินจากธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{210}Pbex inventories) ซึ่งได้ทำการศึกษา ณ ตำบลปลังเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓ โดยเก็บข้อมูลในพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน ๕ ประเภทความลาดชัน และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก ๐-๓๐ ซม.

ผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา ระดับความลาดชัน ระดับความลึก และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล มีผลต่อสมบัติทางเคมีของดิน กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณ pH เท่ากับ ๕.๗๕) EC เท่ากับ ๐.๐๔๐ dS/m OM เท่ากับ ๓.๐๙% Mg เท่ากับ ๗๖.๕๔ mg/kg และ Ca เท่ากับ ๑,๔๓๖.๐๖ mg/kg สูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ป่ายางพารา (pH เท่ากับ ๕.๐๘; EC เท่ากับ ๐.๐๑๖ dS/m; OM เท่ากับ ๓.๐๕%; Mg เท่ากับ ๔๙.๒๙ mg/kg; และ Ca เท่ากับ ๓๒๔.๑๘ mg/kg) และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (pH เท่ากับ ๕.๐๖; EC เท่ากับ ๐.๐๒๑ dS/m; OM เท่ากับ ๒.๔๑%; Mg เท่ากับ ๓๐.๔๖ mg/kg; และ Ca เท่ากับ ๒๙๒.๖๔ mg/kg) ในขณะที่ปริมาณ P และ K พบว่ามีค่าสูงที่สุดในพื้นที่ป่ายางพารา (P เท่ากับ ๒.๗๙๕ mg/kg; K เท่ากับ ๑๔๘.๑๒ mg/kg) รองลงมาคือพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (P เท่ากับ ๒.๗๐๐ mg/kg; K เท่ากับ ๑๒๑.๘๘ mg/kg) และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป (P เท่ากับ ๒.๖๙๕ mg/kg; K เท่ากับ ๙๔.๙๖ mg/kg) ตามลำดับ ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลและปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน (EC P K Ca และ Mg) โดยได้เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด ๓ ครั้ง ในเดือนเมษายน (ปริมาณน้ำฝน ๑๑ มม.) มิถุนายน (ปริมาณน้ำฝน ๒๐๑.๕ มม.) และสิงหาคม (ปริมาณน้ำฝน ๕๔๔.๓ มม.) ซึ่งเรียงลำดับค่าเฉลี่ยรายเดือนได้ ดังนี้ EC เท่ากับ ๐.๐๓๒, ๐.๐๒๒, และ ๐.๐๒๓ dS/m; P เท่ากับ ๓.๘๐๑, ๓.๗๕๙, และ ๐.๖๓๑ mg/kg; K เท่ากับ ๑๓๙.๘๔, ๑๐๕.๖๗, และ๑๑๙.๔๗ mg/kg; Ca เท่ากับ ๗๗๗.๙๐, ๖๔๔.๙๕, และ ๖๗๗.๓๖ mg/kg; และ Mg เท่ากับ ๗๔.๔๕, ๓๙.๙๗, ๔๑.๘๘ mg/kg นอกจากนี้ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลทั้ง ๓ ครั้งส่งผลต่อสมบัติทางเคมีของดินในระดับความลาดชันต่าง ๆ โดยพบว่าปริมาณ EC, OM, และ P มีการเคลื่อนที่จากที่สูงลงสู่ที่ต่ำในอัตราที่ไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป พบปริมาณ EC, OM, และ P สะสมมากที่สุด ณ บริเวณ Toesope และ Footslope เมื่อมีน้ำฝนเป็นตัวเร่ง ในขณะที่พื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดินและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ พบปริมาณ EC, OM, และ P สะสมมากที่สุด ณ บริเวณ Backslope และ Shoulder นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อสมบัติทางเคมีของดินที่สะสมในแต่ละระดับความลึก กล่าวคือ ปริมาณ EC, OM, K, Mg, และ Ca พบมากที่สุดที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ซม. ในเดือนเมษายน แต่เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มมากขึ้นในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม ทำให้เกิดการชะล้างพัดพาลงสู่ชั้นดินล่างมากขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ ซม. การประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า ระยะเวลาการเก็บข้อมูลมีผลปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ (DO) และการจัดการดินในแต่ละพื้นที่ศึกษามีผลต่อปริมาณ K ในน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน และการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่มีความแตกต่างกัน

ปริมาณความแรงรังสี (^{210}Pbex) และอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา ระดับความลาดชัน ระดับความลึก และช่วงเวลาการเก็บข้อมูล โดยพบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีค่าเฉลี่ย ^{210}Pbex สูงที่สุด (๒๕.๑๑ Bq/kg) รองลงมาคือ พื้นที่ป่าและไม้ผลที่ไม่รบกวนหน้าดิน (๒๔.๐๘ Bq/kg)

และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป (๒๑.๕๘ Bq/kg) ตามลำดับ โดยปริมาณ ๒๑๐Pbex พบว่ามีค่าสูงสุดที่ระดับผิวหน้าดิน เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาการเก็บข้อมูล ปริมาณ ๒๑๐Pbex มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ในขณะที่ที่ค่า SRD สุทธิ พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์มีอัตราการทับถมของดิน เท่ากับ ๘.๖๔๘ t/ha/yr พื้นที่ป่ายางพารามีอัตราการทับถมของดิน เท่ากับ ๒.๙๙๒ t/ha/yr และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปมีอัตรา SRD สุทธิ ไปที่การชะล้างพังทลายของดิน เท่ากับ -๑,๘๓๐ t/ha/yr โดยพบว่าพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์และพื้นที่ป่ายางพารา ซึ่งเป็นพืชที่ที่มีสิ่งปกคลุมหน้าดินสูงพบการทับถมของตะกอนดินที่ระดับความลาดชัน บริเวณ Backslope ขึ้นไป ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปมีอัตราการชะล้างพังทลายของดินที่สูงในทุกระดับความลาดชัน และมีการทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษา

๓. หลักการและเหตุผล

การชะล้างพังทลายดินเป็นปัญหาหลักที่นำไปสู่ความเสื่อมโทรมของที่ดิน ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนในใช้ประโยชน์จากผลิตภาพของดินเพื่อการเกษตรกรรมและส่งผลต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของมนุษย์ นอกจากนี้การชะล้างพังทลายดินยังส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำและคุณภาพน้ำเนื่องจากก่อให้เกิดความตื้นเขินและการปนเปื้อนจากปัจจัยการผลิตด้านการเกษตร เช่น ปุ๋ย หรือสารเคมีต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น กระบวนการชะล้างพังทลาย สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปในพื้นที่เกษตรกรรมประเทศไทย เนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศตั้งอยู่ในเขตมรสุม จึงมักพบการไหลบ่าของน้ำและการพัดพาหน้าดินในช่วงฤดูฝนอยู่บ่อยครั้ง ทั้งในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ต้นน้ำ ด้วยเหตุผลข้างต้นนี้ ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินและการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารพืชนี้ จึงเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและต่อเนื่องโดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างเหมาะสม จากข้อมูลทางสถิติสำหรับอัตราการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรมของประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่ามีอัตราการสูญเสียดินโดยเฉลี่ยทั้งประเทศ เท่ากับ ๖๐.๖ ตันต่อไร่ต่อปี (๔๐.๔๑ ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี) คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย ๑๐๒,๒๐๑.๕๘ ล้านบาท และการประเมินการสูญเสียดินในรูปของมูลค่าธาตุอาหารพืชในตะกอนดินที่ถูกชะล้างไปทั่วประเทศ ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในรูปของปุ๋ยและตะกอนหน้าดิน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง ๘,๓๓๗.๗๓.๒๙ ล้านบาทต่อปี นอกจากนี้ การเลือกใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการอนุรักษ์ดินและน้ำที่มีประสิทธิภาพจะสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ดีที่สุด ด้วยเหตุนี้ การประเมินดินและที่ดินเพื่อกำหนดมาตรการจัดการพื้นที่ที่เหมาะสม หรือ “การเลือกใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (soil and water conservation measure)” จึงเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่เกษตรกร โดยมีเป้าหมายเพื่อใช้ป้องกันและรักษาดินไม่ให้ถูกชะล้างพังทลาย เพื่อป้องกันดินไม่ให้หลุดออกจากกันจากการตกกระทบของเม็ดฝนและลม โดยการลด ควบคุม หรือชะลอความเร็วของน้ำไหลบ่า และเพิ่มอัตราการไหลซึมของน้ำลงในดิน นอกจากนี้ การประเมินคุณภาพของดินในพื้นที่สามารถใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจของเกษตรกร ในการยอมรับและสร้างความตระหนักต่อการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ในพื้นที่ของตนเองได้ ซึ่งการจัดทำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและการสร้างความตระหนักการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินอันเกิดจากการชะล้างพังทลายของดินเป็นหน้าที่หลักของกรมพัฒนาที่ดิน โดยทั่วไปกรมพัฒนาที่ดินใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) ในการคำนวณอัตราการสูญเสียดินในพื้นที่ต่าง ๆ รวมทั้งใช้เพื่อการออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำทั่วประเทศ อย่างไรก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันที่ได้มีการนำนิวเคลียร์เทคนิค (Fallout Radio Nuclides : FRNs) มาใช้ในการประเมินอัตราการสูญเสียดินและการทับถมของตะกอนดิน เพื่อช่วยในการลดปริมาณการชะล้างพังทลายในระดับพื้นที่เฉพาะขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การศึกษาและประยุกต์ใช้นิวเคลียร์เทคนิคควบคู่ไปกับการประเมินความเสื่อมโทรมของที่ดิน เพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศ และกำหนดพื้นที่

ที่ได้รับผลกระทบที่แม่นยำ จะช่วยให้กรมพัฒนาที่ดินสามารถให้คำแนะนำและเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเกษตรกรและประชาชนในท้องถิ่นได้ต่อไปในอนาคต

๔. วัตถุประสงค์

๔.๑ เพื่อประเมินและเปรียบเทียบคุณภาพดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรมที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน

๔.๒ เพื่อประเมินและเปรียบเทียบปริมาณและอัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์

๕. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา เดือนตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๒ ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. ๒๕๖๔

สถานที่ดำเนินการ หมู่ที่ ๑ บ้านท่าดินแดง วังขยาย ตำบลปรังเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัด กาญจนบุรี พิกัด (๑๔°๕๖'๓๖.๗"N ๙๘°๓๖'๑๕.๗"E) หรือ ๑๖๕๒๑๓๐.๐๕N / ๔๕๗๔๒๙.๖๐E

๖. ผู้ดำเนินการ

๖.๑ ชื่อ-นามสกุล นายอภิสิทธิ์ บัวปาย ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ
มีหน้าที่ วิเคราะห์ วิจัย ปฏิบัติงานร้อยละ ๘๐

๖.๒ ชื่อ-นามสกุล นายทศนัศว์ รัตนแก้ว ตำแหน่ง ผอ.กลุ่มวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สพข.๑๐
มีหน้าที่ ให้คำปรึกษา เสนอแนะ ปฏิบัติงานร้อยละ ๑๐

๖.๓ ชื่อ-นามสกุล นางสาวบรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์ ตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญด้านปรับปรุงดินเปรี้ยว
มีหน้าที่ ให้คำปรึกษา เสนอแนะ ปฏิบัติงานร้อยละ ๑๐

๗. อุปกรณ์การทดลอง

๗.๑ การศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่างดินแบะน้ำ

๑) ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างดิน แบบซิปล็อค
๒) ถุงพลาสติกหูหิ้ว
๓) ถุงพลาสติกใส
๔) เทปกาวย่น
๕) เทปพันสายไฟ
๖) เชือกไนล่อน
๗) สีสเปรย์
๘) ปากกาเมจิก
๙) ไม้ปักหมุด
๑๐) กระบอกเก็บตัวอย่างดิน
๑๑) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนดิน แบบไม่รบกวนโครงสร้าง (sediment core sampler)
๑๒) เครื่องมือบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
๑๓) แผนที่ข้อมูลดิน
๑๔) ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

๗.๒ การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

๑) เครื่องมือวัดรังสีไอโซโทปในดิน (Alpha spectrometry)

๒) UV-Vis Spectrophotometer รุ่น Lambda๓๕, Perkin Elmer

๓) Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น SensAA, GBC

๔) Flame Photometer รุ่น M๔๒๐, Sherwood

๕) pH meter รุ่น Docu-pH meter, Sartorius

๖) Balance

๗) Auto-tritator (Brand)

๘) Auto-dilutor (Metromh)

๙) Mixer

๑๐) เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์

๑๑) สารเคมี AR Grade

๘. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

๘.๑ การวางแผนการทดลองและการศึกษา ค้นคว้าวิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้นิเคลียร์เทคนิคในการประเมินอัตราการชะล้างพังทลายเปรียบเทียบทั้งการทับถมของตะกอนดินและการสูญเสียหน้าดิน รวมทั้งศึกษาผลกระทบจากการเกิดการชะล้างพังทลายดิน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินและน้ำในพื้นที่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

๑) การคัดเลือกพื้นที่ : ทำการคัดเลือกลุ่มน้ำขนาดเล็กที่เป็นพื้นที่เกษตร มีความลาดชันสูง และมีวิกฤตต่อการสูญเสียหน้าดิน โดยมุ่งเป้าหมายไปที่อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ที่ไม่ถูกรบกวนจากการทำเขตกรรม และพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยได้ประสานงานกับสถานีพัฒนาที่ดินกาญจนบุรี และสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐ จังหวัดราชบุรี

๒) รวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล : ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายดินโดยน้ำฝน เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณความหนาแน่นของฝน ข้อมูลดิน ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แผนที่ชั้นความสูง เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้ เข้าสู่ระบบเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (GIS) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในรูปแบบของแผนที่ต่อไป

๘.๒ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทฤษฎีเบื้องต้นการนำเทคนิค Fallout Radio Nuclides : FRNs นำมาใช้ในการศึกษาการชะล้างพังทลายและการทับถมของตะกอนดินด้วยนิวไคลด์ของ ๒๑๐Pbex คือการอนุมานว่า เมื่อ๒๑๐Pbex ที่กระจายในบรรยากาศตกลงบนผิวหน้าดิน ๒๑๐Pbex จะต้องมีการฟุ้งกระจายตกบนผิวดินอย่างสม่ำเสมอ และด้วยสมบัติของ ๒๑๐Pbex ที่สามารถยึดติดหรือสะสมกับอนุภาคดินขนาดเล็กบนผิวหน้าดินได้ดี ดังนั้น การเก็บตัวอย่างดินจึงต้องครอบคลุมในทุกพื้นที่ โดยเฉพาะในทุกระดับความลาดชันของพื้นที่ทดลอง

การเก็บตัวอย่างดิน : เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาด้านปริมาณและคุณภาพของดินที่สูญเสียและการทับถมในบางบริเวณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเก็บตัวอย่างดิน: ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ทดลอง ๓ ประเภท คือ

(๑) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

(๒) พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration)

(๓) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน

ขั้นตอนการวางผังแปลง เริ่มจากการคัดเลือกพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งที่มีระดับความลาดชันที่ใกล้เคียงกัน และพื้นที่ทดลองต้องมีความสม่ำเสมอและไม่มีสิ่งกีดขวางใด ๆ เช่น ก้อนหิน ทางลำเลียง ทางไหลของน้ำ และความแตกต่างกันของการจัดการดิน เป็นต้น โดยผังแปลงจะเริ่มจากการวางเส้นเชือกเพื่อตีกริด ให้ระยะเก็บตัวอย่างดินตามแนวขวาง ๓ จุด (ซ้าย ขวา และตรงกลาง) มีระยะที่เท่ากันประมาณ ๑๐ เมตร โดยเริ่มจากบริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ทดลอง (บริเวณ Toeslope) ขึ้นสูงไปเรื่อย ๆ จนถึงบริเวณ Summit

ภาพที่ 1 พื้นที่แปลงทดลองทั้ง 3 ประเภท

การเก็บตัวอย่างน้ำ : ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ๒ จุด ณ บริเวณ toeslope ของพื้นที่ศึกษาทั้ง ๓ ประเภท ในระยะเวลาเดือนเมษายน มิถุนายน และสิงหาคม เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดิน โดยลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาจะมีแหล่งน้ำอยู่ในทุกพื้นที่ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีทางน้ำขนาดเล็กไหลผ่าน ในขณะที่พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีทางน้ำขนาดเล็กไหลผ่าน โดยมีฝายกั้นน้ำขนาดเล็ก อยู่ ณ บริเวณพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีสระน้ำขนาดเล็ก อยู่ ณ บริเวณต่ำที่สุดของแปลงทดลอง

ภาพที่ ๒ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ

ภาพที่ ๓ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน

ภาพที่ ๔ พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง แบ่งตามช่วงฤดูกาล จำนวน ๓ ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำฝน และกิจกรรมการเพาะปลูกได้แก่

(๑) เดือนเมษายน

. (๒) เดือนมิถุนายน

(๓) เดือนสิงหาคม

ตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างดินจะเก็บตามแนวระดับของชั้นความสูง ๕ ระดับ แต่ละระดับห่างกันประมาณ ๕ ถึง ๑๐ เมตร ได้แก่

(๑) บริเวณ summit

(๒) บริเวณ shoulder

(๓) บริเวณ backslope

(๔) บริเวณ footslope

(๕) บริเวณ toeslope

โดยแต่ละระดับทำการเก็บ ๓ จุด (ด้านซ้าย ตรงกลาง และด้านขวาของพื้นที่ทดลอง) ซึ่งแต่ละจุดมีการบันทึกจุดพิกัด และสุ่มเจาะดินโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ๗ เซนติเมตร เจาะลึก ๓๐ เซนติเมตร สุ่มเจาะประมาณ ๑ ถึง ๒ ตัวอย่าง เพื่อให้ได้ดินแต่ละจุดประมาณ ๕๐๐ กรัม โดยแต่ละตัวอย่าง แบ่งเป็นชั้นตามระดับความลึกของดิน ชั้นละ ๑๐ เซนติเมตร ได้แก่ ๐ ถึง ๑๐ เซนติเมตร ๑๐ ถึง ๒๐ เซนติเมตร และ ๒๐ ถึง ๓๐ เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างดินใส่ในถุงพลาสติกซิปล็อค เพื่อส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินและปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของ ๒๑๐Pb ต่อไป

๘.๓ การวิเคราะห์ตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ

เมื่อได้เก็บตัวอย่างดินภาคสนามที่ใส่ในถุงพลาสติกซิปล็อคแล้วนั้น ลำดับต่อไปจะต้องแบ่งตัวอย่างดินของแต่ละจุด ออกเป็น ๒ ส่วน คือ

๑) ส่วนที่ ๑ ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐ กรมพัฒนาที่ดินเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีทั่วไป ได้แก่ pH (pH-H๒O ๑:๑), EC (๑:๕; dS/m), OM (Walkley & Black; %), P (Bray II; mg/kg), K (NH๔OAc pH๗ Flame photometry; mg/kg), Ca (NH๔OAc pH๗ AAS; mg/kg), Mg (NH๔OAc pH๗ AAS; mg/kg) เป็นต้น

๒) ส่วนที่ ๒ ส่งห้องปฏิบัติการ ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อวิเคราะห์ ๒๑๐Pbex ต่อไป

ขั้นตอนการจัดการตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย

(๑) นำตัวอย่างดินทั้งหมด ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐ กรมพัฒนาที่ดิน แล้วจึงชั่งน้ำหนักดินก่อนการอบหรือตากดิน บันทึกเป็น “น้ำหนักดินก่อนอบ”

(๒) อบหรือตากตัวอย่างดิน

(๓) ชั่งน้ำหนักดินหลังการอบหรือตากดิน บันทึกเป็น “น้ำหนักดินหลังอบ”

(๔) นำข้อมูลจากข้อ (๑) และ (๓) ส่งให้สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อใช้คำนวณค่าความแรงรังสี และใช้คำนวณปริมาณไอโซโทป ๒๑๐Pbex ต่อปริมาตรดินต่อไป

(๕) หลังจากอบตัวอย่างดินแล้ว ให้ชั่งน้ำหนักดินในแต่ละตัวอย่าง จำนวน ๕๐ กรัม ใส่ในถุงซิปล็อค แยกต่างหาก เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณไอโซโทป ๒๑๐Pbex ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ

(๖) สำหรับดินที่เหลือในข้อ ๕ นั้น ฝ่ายวิเคราะห์ดิน สพข.๑๐ สามารถทำการวิเคราะห์หาปริมาณ pH OM EC N P K Ca และ Mg ต่อไป

๘.๔ การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

(๑) การวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือคุณภาพของดิน โดยการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินร่วมกับพื้นที่ทดลองที่มีความแตกต่างกัน ประเภทความลาดชัน ระดับความลึกของดิน และช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างดิน

(๒) การวิเคราะห์อัตราการชะล้างพังทลายดินโดยใช้ข้อมูลจาก สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ เพื่อนำผลข้อมูลที่วิเคราะห์หาค่าความแรงของรังสี ๒๑๐Pbex ในดินที่มีหน่วยเป็น Bq/kg ด้วยเครื่อง Alpha spectrometry ตามวิธีทางนิวเคลียร์เทคนิค จากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ หาปริมาณไอโซโทป ๒๑๐Pbex ต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น Bq/m๒

(๓) การวิเคราะห์หาปริมาณการแพร่กระจายหรือการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate) โดยใช้เทคนิค FRNs จากโมเดล Mass balance model II (Walling et al., ๒๐๐๒) ที่เป็นการนำผลข้อมูลจาก ข้อ ๔.๒ มาคำนวนร่วมกับค่า ๒๑๐Pbex ของจุดอ้างอิง จะได้ค่าการเคลื่อนย้ายของดินที่สามารถเป็นได้ทั้ง ค่าการชะล้างพังทลายของดิน (ผลรวมของค่าเป็นลบ) หรือ ค่าการทับถมของตะกอนดิน (ผลรวมของค่าเป็นบวก) ก็ได้

(๔) การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์จากข้อ ๔.๑ ๔.๒ และ ๔.๓ โดยการหาความสัมพันธ์หรือการตีความจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น เพื่อตีความถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความแตกต่างกัน

๘.๕ วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

โดยนำผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง และอธิบายคำแนะนำหรือข้อเสนอแนะให้แก่เกษตรกร สำหรับการป้องกันและวิธีการจัดการดินตามหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่ทดลองต่อไป

๙. ผลการทดลองและวิจารณ์

๙.๑ การประเมินคุณภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดินและน้ำ

หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินจากทั้ง ๓ แหล่งพื้นที่ ประกอบด้วย (๑) พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ (๒) พื้นที่ป่าหรือพื้นที่ไม้ผลที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน (ใช้สำหรับการอ้างอิงข้อมูล calibration) และ (๓) พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน แบ่ง transaction หรือ ระยะการเก็บตัวอย่างดิน ตามประเภทของความลาดชัน คือ (๑) บริเวณ summit (๒) บริเวณ shoulder (๓) บริเวณ backslope (๔) บริเวณ footslope และ (๕) บริเวณ toeslope ที่ระดับความลึกของดิน ๓ ระดับ ประกอบด้วย (๑) ๐ ถึง ๑๐ เซนติเมตร (๒) ๑๐ ถึง ๒๐ เซนติเมตร และ (๓) ๒๐ ถึง ๓๐ เซนติเมตร โดยเก็บข้อมูลแบ่งตามช่วงระยะเวลาได้ ๓ ช่วง ได้แก่ (๑) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน ๒๕๖๓) (๒) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน ๒๕๖๓) และ (๓) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม ๒๕๖๓) เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ pH EC OM P K Ca และ Mg ซึ่งผลการทดลองที่ได้สามารถอธิบายได้ ดังนี้

๙.๑.๑ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุด เท่ากับ ๔.๘๓ รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เท่ากับ ๕.๐๔ และพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ ๕.๗๑

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ ๔.๙๘) รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ที่สุด (pH มีค่าเท่ากับ ๕.๑๓) และพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ ๕.๗๔

ค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่าพื้นที่ทดลองทั้งสามแหล่งมีความแตกต่างกันของค่า pH อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ โดยที่ พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และพื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน พบว่ามีค่าเฉลี่ย pH ใกล้เคียงกัน (pH มีค่าเท่ากับ ๕.๐๗ และ ๕.๐๘ ตามลำดับ) แต่พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่าเฉลี่ย pH สูงที่สุด เท่ากับ ๕.๗๙

จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า การจัดการดินและที่ดินมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่ออกแบบโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีค่า pH โดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่อื่น ๆ โดยอยู่ในช่วงของความเป็นกรดเล็กน้อยถึงปานกลาง ซึ่งเกิดจากการจัดการดินและปุ๋ยที่เหมาะสม ในขณะที่พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่เกษตรกรมักจะปล่อยหน้าดินโล่งในช่วงที่ยังไม่ได้เพาะปลูกพืช พบว่าค่า pH อยู่ในช่วงความเป็นกรดจัดไปจนถึงความเป็นกรดรุนแรง ซึ่งเกิดขึ้นจากการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติและการจัดการดินที่ไม่เหมาะสมโดยมนุษย์ ดังจะเห็นได้จากการที่พื้นที่ป่ายางพารา ที่ปลูกมามากกว่า ๕ ปี และไม่มีการรบกวนหน้าดินใด ๆ พบว่ามีช่วงของค่า pH ที่ใกล้เคียงกับ พื้นที่

ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยเหตุนี้ การปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างถูกวิธีจึงต้องหมั่นดำเนินการเพื่อคงสภาพสำหรับการเพาะปลูกพืชไว้อยู่เสมอ

เมื่อสังเกตที่ความสูงต่ำของพื้นที่หรือประเภทของความลาดชันจะพบว่า พื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่า pH ในช่วงของพื้นที่ด้านบนมากกว่าพื้นที่ด้านล่าง เนื่องจาก พื้นที่บริเวณ Summit หรือ Shoulder จะเป็นพื้นที่เหนือขึ้นไปที่มีความลาดชันสูงที่สุด ส่งผลให้เกิดการชะล้างความอุดมสมบูรณ์ของดินไปมากกว่าบริเวณอื่น โดยพื้นที่ปลูกพืชที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีค่า pH สูงสุดบริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นพื้นที่ต่ำที่สุด แสดงว่า มีการสะสมของความเข้นข้นของประจุธาตุอาหารพืชมากที่สุดเช่นกัน โดยอาจเกิดจากการเคลื่อนย้าย พัดพาธาตุอาหารลงสู่พื้นที่ต่ำกว่าโดยไม่มีสิ่งใดขวางกั้นเลย ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ป่ายางพารา และ พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จะมีค่า pH สูงที่สุด ณ บริเวณ Footslope ไปจนถึง บริเวณ Backslope แสดงว่า การปกคลุมดินด้วยพืชหรือแนวหญ้าแฝก สามารถชะลอการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ เพราะ ค่า pH จะแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชได้กล่าวคือ ค่า pH ที่สูงขึ้น หมายถึง ความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้นตามไปด้วย

๙.๑.๒ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC)

ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า พื้นที่ศึกษาที่มีการจัดการดินที่แตกต่างกันและระดับความลึกของดิน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ กล่าวคือ พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณค่าเฉลี่ย EC สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ ๐.๐๔๒ รองลงมาคือ พื้นที่ที่ไม่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ ๐.๐๓๑ และ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย EC เท่ากับ ๐.๐๒๒ ตามลำดับ ในขณะที่ค่าเฉลี่ย EC เมื่อเทียบกันบริเวณพื้นที่ในแต่ละประเภทของความลาดชัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) ดังที่แสดงในตารางที่ ๕ พบว่า พื้นที่ศึกษา ระดับความลึกของดิน และประเภทของความลาดชัน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑

ค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้า (EC) เก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ดังที่แสดงในตารางที่ ๖ พบว่า พื้นที่ศึกษา และประเภทของความลาดชัน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีความแตกต่างกันของค่า EC อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕

จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) คือการวัดว่าความสามารถของการนำไฟฟ้าหรือส่งผ่านไฟฟ้าของสารหรือสสารในดิน โดยเฉพาะสารละลายธาตุอาหารพืชที่ประกอบด้วยประจุบวก เช่น $(NH_4)^+$ K^+ Ca^+ Fe^{2+} Mn^{2+} หรือ Zn^{2+} และประจุลบ เช่น $(NO_3)^-$ $(H_2PO_4)^-$, $(HPO_4)^{2-}$, PO^{3-} $(SO_4)^{2}$ Cl^- $(BO_3)^-$ หรือ $(MoO_4)^-$ เป็นต้น กล่าวคือ ค่า EC แสดงถึงปริมาณสารอาหารหรือแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในดิน ถ้าในดินนั้น ๆ มีค่า EC สูง อาจหมายถึง การมีปริมาณธาตุอาหารพืชในดินสูงตามไปด้วย

พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งนี้มีลักษณะเป็นดินตื้น มีความลาดชันสลับซับซ้อนต่างกันไป ย่อมหมายความว่า ไม่มีการสะสมของปริมาณสารละลายเกลือหรือปริมาณสารละลายกำมะถัน ที่อาจให้เกิดการรบกวนหรือการตีความค่า EC ผิดพลาดไป ดังนั้น ความแตกต่างของค่า EC จึงขึ้นอยู่กับการจัดการธาตุอาหารพืชของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งนี้

นอกจากนี้ ค่า EC ยังพบมากในชั้นดินบนหรือหน้าดิน ซึ่งในช่วงของการเก็บข้อมูลระยะที่ ๑ ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นฤดูร้อนที่มีปริมาณฝนตกน้อย และเป็นช่วงหลังการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร จึงทำให้ยังมีธาตุอาหารหลงเหลืออยู่ในดินมากที่สุด โดยที่ค่า EC จะลดลงตามระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ ๖ ก และภาพที่ ๙ ข) อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ เดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกมาก ค่า EC ของพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ในระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร มีมากกว่าชั้นผิวหน้าดิน ซึ่งหมายความว่าอาจจะเกิดการชะล้างหรือพัดพาธาตุอาหารหน้าดินให้เคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินที่ลึกกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ค่า EC ของพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ เดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดของปีที่ดำเนินการวิจัย ที่ค่า EC ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร มีปริมาณมากที่สุด โดยพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ไม่มีแนวโน้มเช่นนี้ จึงอาจตีความได้ว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ ซึ่งมีแถบหญ้าแฝกขวางความลาดเท และมีการคลุมดินด้วยพืช อาจช่วยชะลอการชะล้างธาตุอาหารพืชไม่ให้ไหลออกจากพื้นที่เร็วเกินไป จึงทำให้ธาตุอาหารหรือสารละลายต่าง ๆ เกิดการชะล้างในแนวลึกโดยลงสู่ชั้นหน้าตัดดินที่ลึกลงไป

เพราะฉะนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการจัดการดิน เช่น การปลูกหญ้าแฝก การปลูกพืชคลุมดิน การไถพรวน การใส่ปุ๋ย ฯลฯ เมื่อรวมกับปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น ระยะเวลา ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ ล้วนส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าในดิน (EC) โดยความเร็วในการลดลงค่า EC ขึ้นอยู่กับการป้องกันหน้าดินจากการถูกชะล้างพังทลายของดินหรือการถูกพัดพาธาตุอาหารพืชบริเวณหน้าดินโดยน้ำฝน ดังภาพที่ ๙ ที่แสดงว่า ในระยะเวลาเพียงหกเดือน ค่า EC สามารถลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่พื้นที่ที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ สามารถชะลอความเสื่อมโทรมของดินลงได้

๙.๑.๓ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM)

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ ในขณะที่ปัจจัยด้านความลาดชัน มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕

ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) สามารถรายงานได้ดังนี้ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ปัจจัยด้านระดับความลึกของดินและความแตกต่างกันของพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ ในขณะที่ปัจจัยด้านความลาดชัน มีความแตกต่างกันของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๑

จากผลข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) ทุกช่วงเวลา สามารถวิจารณ์ได้ว่า ความแตกต่างของการจัดการดินในแต่ละพื้นที่ศึกษาในระดับความลึกของดินทั้งสามระดับความลึก มีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM) กล่าวคือ ค่า OM คือสารประกอบอินทรีย์มีองค์ประกอบหลักของธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน ที่เกิดจากการผุพังย่อยสลายของเศษซากพืชและสัตว์ หมายความว่า ถ้าพื้นที่ใดที่มีการจัดการดิน เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชปุ๋ยสด การเขตกรรม การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ หรือการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ในพื้นที่ จะส่งผลให้ปริมาณ OM คงสภาพและรักษาไว้ในดินได้อย่างต่อเนื่อง

พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน แสดงให้เห็นว่า การที่มีต้นไม้หรือพืชปกคลุมหน้าดินตลอดเวลา สามารถเพิ่มและคงสภาพสถานะของปริมาณ OM ไว้ในดินได้ ในขณะเดียวกัน พื้นที่ปลูกพืชที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำไปใช้ ก็พบปริมาณ OM ที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งจะแตกต่างกันกับพื้นที่ปลูกพืชทั่วไปของเกษตรกร ที่มีปริมาณ OM น้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ OM ระหว่างช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลและพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง สามารถขยายความได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ไม่มีความแตกต่างกัน แม้ค่าเฉลี่ยปริมาณ OM จะลดลงแต่แนวโน้มของปริมาณ OM กับปัจจัยด้านความลึกของดินไม่มีผลแตกต่างกันมาก ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าปริมาณ OM .ในภาพรวม มีการสูญเสียออกจากพื้นที่ไปโดยสิ้นเชิง หรือการถูกชะล้างพัดพาปริมาณ OM ตามแนวราบมากกว่าการชะล้างพัดพาตามแนวระดับความลึก ในขณะที่แนวโน้มปริมาณ OM ของพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) และครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) มีแนวโน้มที่เหมือนกัน คือ พบปริมาณ OM บนผิวหน้าดินหรือที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร มากที่สุด และจัดลดลงตามความลึกของดิน อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ปริมาณ OM ในระดับความลึกของดินที่ลึกลงไปกลับพบปริมาณ OM ที่มากกว่าชั้นผิวหน้าดิน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนสิงหาคม และความสามารถในการซึมซาบน้ำของดิน ส่งผลให้เกิดการชะล้างพัดพาปริมาณ OM ให้ซึมลงสู่ชั้นดินมากที่สุด ซึ่งแม้ว่าปริมาณ OM ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) จะน้อยกว่า ปริมาณ OM ในช่วงเวลาการเก็บข้อมูลก่อนหน้า แต่ปริมาณ OM ทั้งหมดในพื้นที่ ไม่มีการสูญเสียออกไปจากพื้นที่ โดยสังเกตได้จากค่าเฉลี่ย OM ตามช่วงเวลา พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ OM มากกว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ของทั้งสามช่วงเวลา

ปัจจัยด้านประเภทความลาดชันทั้ง ๕ ประเภท มีผลต่อปริมาณ OM ดังนี้ พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีการสะสมหรือพบปริมาณ OM ที่แตกต่างกันไปตามความลาดชันบริเวณต่าง ๆ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีการสะสมของ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นจุดที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ ตลอดสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ ๑๒ ก) ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน พบปริมาณ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Shoulder และ Summit ซึ่งเป็นจุดที่เหนือขึ้นไปของพื้นที่ ตลอดทั้งสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (ภาพที่ ๑๒ ข) ซึ่งจะคล้ายคลึงกับแนวโน้มในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่พบปริมาณ OM โดยเฉลี่ย ณ บริเวณ Shoulder และ Footslope ซึ่งเป็นบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ ตลอดทั้งสามช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล ทำให้สรุปได้ว่า การมีสิ่งปกคลุมหน้าดินโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน มีผลต่อการรักษาปริมาณ OM ในดินไว้ได้ เพราะปริมาณ OM รวมถึงธาตุอาหารพืชอื่น ๆ มักสะสมอยู่บริเวณผิวหน้าดิน ส่งผลให้การชะล้างพังทลายของชั้นหน้าดินโดยฝน ก็จะส่งผลต่อการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดินได้เช่นเดียวกัน โดยสังเกตได้จากการที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ OM จากบริเวณที่สูงไปสู่บริเวณที่ต่ำกว่า แต่ปริมาณ OM ในภาพรวม ยังคงมีมากกว่าพื้นที่ทั่วไปที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินใด ๆ

๙.๑.๔ ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P)

ผลการศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่การจัดการดินที่แตกต่างกันสามแหล่ง ในพื้นที่ความลาดชันห้าประเภทและระดับความลึกสามระดับ ที่มีผลต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) สามารถรายงานได้ดังนี้ ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งปัจจัยด้านพื้นที่ประเภทความลาดชัน และระดับความลึก อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ ๔.๒๐ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป เท่ากับ ๓.๖๔ mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เท่ากับ ๓.๕๗ mg/kg ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่าไม่มีปัจจัยใดที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งปัจจัยด้านพื้นที่ ประเภทความลาดชัน และระดับความลึก แตาพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ ๓.๙๙ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป เท่ากับ ๓.๗๔ mg/kg และพื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เท่ากับ ๓.๕๕ mg/kg ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ย P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่าปัจจัยด้านประเภทความลาดชัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับคามเชื่อมั่น ๐.๐๑ โดยพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ P โดยเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ ๐.๗๑ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน เท่ากับ ๐.๖๔ mg/kg และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เท่ากับ ๐.๕๔ mg/kg ตามลำดับ

แม้ว่าไม่มีปัจจัยที่ต้องการศึกษาใด ๆ มีอิทธิพบต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ยกเว้นปัจจัยด้านประเภทความลาดชัน ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) ที่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับคามเชื่อมั่น ๐.๐๑ ซึ่งสามารถวิจารณ์ผลการทดลองได้ ดังต่อไปนี้

ปริมาณ P ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ P ในการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งก่อนหน้านี้ ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลมาจากปริมาณน้ำฝนที่อาจพัดพาธาตุ P ให้ออกไปจากพื้นที่ได้ง่าย เพราะฉะนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ฟอสฟอรัสในดินสามารถสูญเสียออกไปจากดินได้ง่ายมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกชุกที่สุด ดังนั้นจึงควรมีการจัดการที่ที่เหมาะสมและหมั่นใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสตามความต้องการของพืชที่ปลูก ทุก ๆ ฤดูกาลปลูก เพื่อให้มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ P ระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งกับประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณ พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณ P ในดินในแต่ละประเภทของความลาดชัน ซึ่งปริมาณ P ที่คงที่ในทุกบริเวณความลาดชันนั้น อาจเกิดจากการใส่ปุ๋ย P ของเกษตรกรในทั้งรูปแบบ ชนิด และอัตราการใส่ที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้ปริมาณ P ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดไม่แตกต่างกัน และยังมีปริมาณที่สูงที่สุดในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) แล้วค่อยๆลดน้อยลงไป เพราะเกษตรกรอาจใส่ปุ๋ยในช่วงระยะเวลาเดียวกันด้วย หลังจากนั้น ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) กลับมีแนวโน้มของปริมาณ P ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ สิ่งปกคลุมหน้าดินไม่มีผลต่อการรักษาปริมาณ P ให้คงอยู่ในหน้าดิน เพราะพื้นที่ศึกษาที่ประกอบด้วย พื้นที่ที่ไม่รบกวนหน้าดิน และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ไม่มีแนวโน้มที่ไปในทางเดียวกัน อีกทั้งพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป พบว่ามีปริมาณ P โดยเฉลี่ย สูงกว่าพื้นที่ทั้งสองเช่นกัน

เพราะฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่า การจัดการปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (P) ให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ของพืช จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย P ให้พอเหมาะกับความต้องการของพืช เพราะธาตุ P มีการสูญเสียความเป็นประโยชน์ในดินได้ง่าย ดังนั้น จึงควรหมั่นเพิ่มปริมาณ P ในดินให้เหมาะสมตลอดฤดูกาลเพาะปลูก

๙.๑.๕ ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K)

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ ๑๕๙.๑๘ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๔๔.๗๒ mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๑๕.๕๘ mg/kg ตามลำดับ

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ ๑๓๓.๕๘ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๐๕.๒๙ mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ ๗๘.๑๓ mg/kg ตามลำดับ

ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่าปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดินที่ส่งผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K โดยเฉลี่ย สูงที่สุด เท่ากับ ๑๕๑.๖๑ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๑๕.๖๓ mg/kg และ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ ๙๑.๑๘ mg/kg ตามลำดับ

ในขณะที่ปริมาณ K ในดิน เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K ในดินที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K สูงที่สุดที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร ใกล้เคียงกับระดับความลึก ๒๐-๓๐ เซนติเมตร และมีปริมาณ K ที่ผิวหน้าดินน้อยที่สุด แต่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K สูงสุดที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร แต่ในชั้นดินที่ลึกลงไปและผิวหน้าดิน มีปริมาณ K ที่ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีปริมาณ K เท่ากับ ๙๐.๕๒ ๙๓.๙๗ และ ๘๙.๐๕ mg/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๔๕.๗๓ ๑๕๕.๑๓ และ ๑๕๓.๙๖ mg/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ K เท่ากับ ๑๑๔.๗๗ ๑๑๙.๗๖ และ ๑๑๒.๖๕ mg/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

การวิจารณ์ผลการทดลองด้านปริมาณโพแทสเซียมในดิน (K) นั้น สามารถอธิบายได้ว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีแนวโน้มปริมาณโพแทสเซียมโดยเฉลี่ยเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลมีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณ K โดยเฉลี่ย ณ ช่วงเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) จะพบปริมาณธาตุดังกล่าวสูงที่สุด หลังจากนั้น ค่าเฉลี่ย K จะลดลงต่ำที่สุด เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และปริมาณ K จะเพิ่มขึ้นมาอยู่ในระดับกึ่งกลางเมื่อเทียบกับการเก็บข้อมูลทั้งสองครั้งก่อนหน้า ณ การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ดังภาพที่ ๑๖ จากข้อมูลข้างต้นสามารถอนุมานได้ว่า กลไกการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณ K ในดิน มีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง แม้ว่าเมื่อมีการเปรียบเทียบเฉพาะพื้นที่ศึกษาทดลองในครั้งใน จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ซึ่งถ้าเรียงลำดับค่าเฉลี่ย K ในดินตามพื้นที่ศึกษาจากสูงไปต่ำ จะเรียงได้ดังนี้ พื้นที่ป่ายางพารา พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ และ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป ตามลำดับ ซึ่งเหตุผลของคำอธิบายดังกล่าว อาจจะเกิดขึ้น การใส่ปุ๋ยที่มีธาตุ K ลงไปในระยะเริ่มเพาะปลูกโดยเกษตรกร ในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน แต่พื้นที่เพาะปลูกที่มีสิ่งปกคลุมหน้าดินและการชะลอการพัดพาธาตุอาหารจากบริเวณหน้าดินไม่ให้ออกไปจากพื้นที่เร็วเกินไป อาจส่งผลให้มีปริมาณ K ที่คงอยู่ในดินมากกว่าพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปที่ไม่มีมาตรการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินใด ๆ เลย นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่า การไม่รบกวนหน้าดิน และปล่อยให้มีสิ่งปกคลุมหน้าดินตลอดเวลา จะช่วยรักษาปริมาณ K ในดิน ให้คงสภาพความเป็นประโยชน์ต่อพืชต่อไปได้ดีที่สุด

เมื่อสังเกตปริมาณ K ในพื้นที่ศึกษาต่าง ๆ เปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีแนวโน้มของปริมาณ K .ที่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ปริมาณ K โดยเฉลี่ยจะพบมากที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร และจะลดลงเมื่อระดับความลึกที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) อย่างไรก็ตาม แนวโน้มของปริมาณ K ต่อระดับความลึกของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ซึ่งปรากฏว่า ปริมาณ K ที่ระดับความลึก

๑๐-๒๐ เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการชะล้างจากหน้าดินลงสู่ชั้นดินที่ลึกกว่าโดยการถูกชะล้างพัดพาโดยน้ำในช่วงฤดูฝน ในทุกพื้นที่ศึกษาวิจัย

๙.๑.๖ ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ ๑๐๙.๔๑ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๖๖.๙๕ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๔๖.๙๙ mg/kg ตามลำดับ

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ ๕๗.๒๒ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๓๙.๑๘ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๒๓.๔๙ mg/kg ตามลำดับ

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษาและปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Mg ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Mg กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด เท่ากับ ๖๒.๙๘ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๔๑.๗๕ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Mg เท่ากับ ๒๐.๙๒ mg/kg ตามลำดับ

ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg) ที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีปริมาณที่ลดลงตามช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล แม้ว่าในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่มีปริมาณ Mg เพิ่มขึ้นมาเล็กน้อย และพบว่าปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร จะมีค่าที่มากกว่า ระดับความลึกที่ ๐-๑๐ เซนติเมตร แต่ทว่า ค่าเฉลี่ย Mg ในแต่ละพื้นที่มีค่าสูงที่สุดบริเวณผิวหน้าดินแล้วจะลดลงตามระดับความลึก

แนวโน้มของการลดลงของปริมาณ Mg เมื่อเวลาผ่านไป อาจเกิดจากการที่พืชนำธาตุอาหารไปใช้ และสะสมฝนผลผลิต และการสูญเสียโดยการถูกชะล้างพัดพาลงสู่ชั้นดินล่างก็ได้ โดยสังเกตุได้จากพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ ที่ปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร มีค่าน้อยกว่าปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ซึ่งอาจเกิดจากการชะลางพัดพาธาตุอาหารให้ลงสู่ชั้นดินในระดับที่ลึกลงไป

ปริมาณ Mg โดยเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ตลอดช่วงระยะเวลาที่มีการเก็บข้อมูล พบว่าแนวโน้มของปริมาณ Mg โดยเฉลี่ย ณ ช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ และครั้งที่ ๒ มีความสอดคล้องกันและมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน กล่าวคือ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Mg สูงที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่เกษตรกรทั่วไป ตามลำดับ แต่เมื่อถึงช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ พื้นที่ป่ายางพารา จะมีปริมาณ โดยเฉลี่ยที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร ใกล้เคียงกับพื้นที่เกษตรกรทั่วไป แต่ปริมาณ Mg ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร มีปริมาณ Mg ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจาก การเคลื่อนตัวของธาตุ Mg ซึมลงไปสู่ชั้นดินล่างจากกระบวนการชะล้างพัดพาโดยฝน แทนที่การชะล้างพัดพาหน้าดินในแนวขวางแล้วสูญเสียออกไปจากพื้นที่ก็ได้

๙.๑.๗ ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca)

ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ ๑,๕๗๘.๙๔ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๐๘.๒๕ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๐๔.๕๕ mg/kg ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๘๖.๘๘ ๒๙๕.๓๑ และ ๒๓๑.๔๕ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๔๑๖.๓๘ ๓๒๐.๕๓ และ ๑๘๗.๘๓ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๑,๗๒๐.๙๐ ๑,๕๔๕.๔๗ และ ๑,๔๗๐.๔๖ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ ๑,๓๑๔.๙๙ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๒๑.๔๑ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๒๙๘.๔๓ mg/kg ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๔๘.๕๐ ๒๙๘.๙๕ และ ๒๔๗.๘๕ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๔๐๗.๗๘ ๓๓๔.๑๓ และ ๒๒๒.๓๓ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๑,๔๑๒.๔๘ ๑,๒๖๔.๔๖ และ ๑,๒๖๘.๐๔ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาในส่วนของปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่า ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา และปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน มีปริมาณ Ca ในดินที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๑ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด เท่ากับ ๑,๔๑๔.๒๖ mg/kg รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๔๒.๘๘ mg/kg และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๒๗๔.๙๔ mg/kg ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Ca กับระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ Ca มีผกผันกับระดับความลึกของดิน เฉพาะพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป โดยพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ Ca สูงที่สุก ที่ระดับชั้นดินล่าง กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๓๓๔.๐๗ ๒๗๗.๐๕ และ ๒๑๓.๗๐ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๒๓๓.๙๕ ๓๘๑.๕๘ และ ๔๑๓.๑๒ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca เท่ากับ ๑,๓๗๙.๐๑ ๑,๔๘๑.๘๘ และ ๑,๓๘๑.๙๑ mg/kg ที่ระดับความลึกของดิน ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

ผลการศึกษาด้านปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca) สามารถวิจารณ์ผลได้ ดังนี้ Ca เป็นธาตุอาหารพืชที่มีอัตราการสูญเสียออกไปจากหน้าดินหรือการถูกชะล้างพังทลายของดินในแนวระนาบน้อยมาก ซึ่งสังเกตได้จาก

พื้นที่เกษตรกรทั่วไป ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ Ca โดยเฉลี่ยตามช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุ Ca ตามช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลแตกต่างไปจากพื้นที่เกษตรกรทั่วไป กล่าวคือ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พื้นที่ป่ายางพาร มีปริมาณ Ca สูงที่สุด ที่ระดับความลึก ๒๐-๓๐ เซนติเมตร มากกว่าปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร และ ๐-๑๐ เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ ๒๐ ข) จะเห็นได้ว่า ปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) มีค่าใกล้เคียงกับ ปริมาณ Ca ที่ระดับความลึก ๑๐-๒๐ เซนติเมตร และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) แสดงให้เห็นว่า มีการชะล้างธาตุ Ca ในแนวลึกหรือแนวตั้งมากที่สุด ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีการลดลงของปริมาณ Ca ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ อย่างมาก ซึ่งอาจเกิดจาก การชะล้างพัดพาธาตุ Ca ให้ออกไปจากพื้นที่ศึกษาในแนวราบ จากนั้นจึงมีการชะล้างพัดพาธาตุ Ca ในแนวลึกหรือแนวตั้ง เมื่อมีการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ดังภาพที่ ๒๐ ค

ปริมาณธาตุ Ca ในดินเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ปรากฏว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ Ca สูงที่สุด แตกต่างจากพื้นที่ศึกษาที่เหลือทั้งสองอย่างชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากการที่เกษตรกรในพื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ ใช้วัสดุปูนเป็นสารปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่และมีการตกค้างอยู่ในดินหลังการเก็บเกี่ยวพืชจำนวนมาก

๙.๑.๘ คุณภาพแหล่งน้ำ

การประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง ณ บริเวณแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ศึกษา (ลำธาร ทาวน้ำ หรือสระน้ำขนาดเล็ก) โดยการเก็บตัวอย่างน้ำพร้อมกับการเก็บตัวอย่างดิน (เก็บข้อมูลเดือนเมษายน มิถุนายน และสิงหาคม) ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ออกซิเจนที่ละลายได้ (Dissolved Oxygen: DO) ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำ (K) ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (Cl) และปริมาณฟอสเฟตในน้ำ (PO_4^{3-}) สามารถรายงานผลการศึกษาตามตารางที่ ๒๔ ได้ ดังนี้

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในแง่ของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำและพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม ค่า pH ของน้ำ จากพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) รองลงมาคือการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) ตามลำดับ ยกเว้นพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีค่าเฉลี่ย pH ของน้ำ เท่ากับ ๘.๑๗ ในเดือนมิถุนายน ๗.๘๕ ในเดือนเมษายน และ ๗.๘๓ ในเดือนสิงหาคม ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย pH ของน้ำ เท่ากับ ๗.๙๓ ในเดือนมิถุนายน ๗.๘๖ ในเดือนสิงหาคม และ ๗.๗๓ ในเดือนเมษายน ตามลำดับ และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย pH ของน้ำ เท่ากับ ๗.๘๙ ในเดือนมิถุนายน ๗.๗๗ ในเดือนสิงหาคม และ ๗.๖๙ ในเดือนเมษายน ตามลำดับ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ (Dissolved Oxygen: DO) พบว่า ปัจจัยด้านฤดูกาลหรือระยะเวลาการเก็บข้อมูล มีความแตกต่างกันของค่า DO อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕ (P-value เท่ากับ ๐.๐๑๐๖) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา โดยสามารถรายงานได้ดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีปริมาณ DO โดยเฉลี่ย เท่ากับ ๙.๙๕ mg/L ในเดือนมิถุนายน ๘.๔๔ mg/L ในเดือนสิงหาคม และ ๙.๑๒ mg/L ในเดือนเมษายน ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพารา มีปริมาณ DO โดยเฉลี่ยเท่ากับ ๙.๗๑ mg/L ในเดือนสิงหาคม ๙.๐๗ mg/L ในเดือนมิถุนายน และ ๘.๗๒ mg/L ในเดือนเมษายน ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ DO โดยเฉลี่ย เท่ากับ ๙.๑๗ mg/L ในเดือนมิถุนายน ๙.๑๖ mg/L ในเดือนสิงหาคม และ ๗.๗๙ mg/L ในเดือนเมษายน ตามลำดับ

ปริมาณโพแทสเซียมในน้ำ (K) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแง่ของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกันของค่า K อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕ (P-value เท่ากับ ๐.๐๓๗๔) กล่าวคือ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย K ในน้ำสูงที่สุด เท่ากับ ๑.๕๐ mg/L รองลงมาคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๑๕ mg/L และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๗๐ mg/L ตามลำดับ ต่อมา ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย K ในน้ำสูงที่สุด เท่ากับ ๑.๓๕ mg/L รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๒๕ mg/L และ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๐.๗๐ mg/L ตามลำดับ หลังจากนั้น ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปและพื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย K ในน้ำสูงที่สุด เท่ากัน คือ ๑.๓๐ mg/L ในขณะที่ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย K ในน้ำ เท่ากับ ๐.๙๕ mg/L

ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (Cl) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในแง่ของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำและพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ย Cl ในน้ำ พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) ของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง กล่าวคือ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีค่าเฉลี่ย Cl ในน้ำ เรียงลำดับจากมากไปน้อย เท่ากับ ๒๐.๔๒ mg/L ในเดือนเมษายน ๑๖.๓๔ mg/L ในเดือนมิถุนายน และ ๘.๑๗ mg/L ในเดือนสิงหาคม ตามลำดับ ในขณะที่ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย Cl ในน้ำ เรียงลำดับจากมากไปน้อย เท่ากับ ๑๖.๓๓ mg/L ในเดือนเมษายน และ ๑๒.๒๕ mg/L ในเดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม ตามลำดับ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย Cl ในน้ำ เรียงลำดับจากมากไปน้อย เท่ากับ ๒๐.๒๙ mg/L ในเดือนเมษายน ๑๖.๓๓ mg/L ในเดือนสิงหาคม และ ๑๒.๒๕ mg/L ในเดือนมิถุนายน ตามลำดับ

ปริมาณฟอสเฟตในน้ำ (PO_4^{3-}) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งในแง่ของระยะเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำและพื้นที่ศึกษา โดยค่าเฉลี่ย PO_4^{3-} ในน้ำ เรียงตามระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง สามารถรายงานได้ดังนี้ พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป มีค่าเฉลี่ย PO_4^{3-} ในน้ำ เท่ากับ ๐.๐๑๒ mg/L ในเดือนเมษายน ๐.๐๑๗ mg/L ในเดือนมิถุนายน และ ๐.๐๑๒ mg/L ในเดือนสิงหาคม พื้นที่ป่ายางพารา มีค่าเฉลี่ย PO_4^{3-} ในน้ำ เท่ากับ ๐.๐๒๑ mg/L ในเดือนเมษายน ๐.๐๑๑ mg/L ในเดือนมิถุนายน และ ๐.๐๑๖ mg/L ในเดือนสิงหาคม และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ย PO_4^{3-} ในน้ำ เท่ากับ ๐.๐๑๒ mg/L ในเดือนเมษายน ๐.๐๒๐ mg/L ในเดือนมิถุนายน และ ๐.๐๓๖ mg/L ในเดือนสิงหาคม

นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า การจัดการดินที่แตกต่างกันของพื้นที่ศึกษาทั้งสามบริเวณ ส่งผลต่อการชะล้างพัดพาปริมาณโพแทสเซียมในน้ำ (K) ให้ลงสู่แหล่งน้ำได้แตกต่างกันในทางสถิติ กล่าวคือ จากภาพที่ ๒๓ พื้นที่ป่ายางพาราพบปริมาณโพแทสซียมในน้ำโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีมากที่สุด แต่กลับมีการผกผันน้อยที่สุด ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯมีการผกผันของปริมาณโพแทสซียมในน้ำโดยเฉลี่ยมากที่สุด โดยพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปพบว่ามีปริมาณโพแทสซียมในน้ำมากที่สุดในเดือนสิงหาคม แต่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯมีปริมาณโพแทสซียมในน้ำมากที่สุดในเดือนมิถุนายน โดยสิ่งที่ส่งผลต่อการชะล้างพัดพาธาตุโพแทสเซียมให้กระจายลงสู่แหล่งอาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมทางการเกษตรของมนุษย์เป็นสำคัญ โดยเนื่องจากพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่งมีปฏิทินการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน แต่การที่พื้นที่ป่ายางพารามีปริมาณโพแทสซียมในน้ำโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีมากที่สุด อาจเกิดจากประเภทของสิ่งปกคลุมที่ดิน ที่มีการป้องกันการตกกระทบของน้ำฝนได้น้อยกว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขลัคน์และสถาพร (๒๕๖๑) ที่กล่าวว่า เนื่องจากการใช้ปุ๋ยที่มีสารประกอบของโพแทสเซียมเป็นส่วนผสมซึ่งโดยส่วนใหญ่มักเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ดีมาก จึงอาจถูกชะล้างจากดินในรูปของโพแทสเซียมไอออนได้ง่าย แต่กระนั้นปริมาณโพแทสเซียมในน้ำของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง อยู่ในอัตราที่ยอมรับได้ เพราะมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำชลประทานของ FAO ที่มีค่าโพแทสเซียมในน้ำที่ยอมรับได้ระหว่าง ๐ ถึง ๒ mg/L

๙.๒. การประเมินการชะล้างพังทลายของดินด้วยใช้เทคนิคทางนิวเคลียร์ไอโซโทป ^{210}Pbex

ผลการศึกษาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเพื่อเปรียบเทียบพื้นที่เกษตรกรรม โดยใช้วิธีการประเมินด้วยเทคนิคทางนิวเคลียร์ไอโซโทป ด้วยนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{210}Pb) สามารถแบ่งประเภทการประเมินออกเป็น ๒ ประเภทคือ

๑) การประเมินปริมาณและความเข้มข้นของ ^{210}Pb ในแนวตั้งหรือแนวลึก (Vertical distribution) ซึ่งเป็นการอธิบาย การสูญเสียธาตุอาหารพืชลงสู่ชั้นดินล่างหรือการชะละลาย (soil leaching) ซึ่งเป็นการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารพืชที่ละลายน้ำได้จากดินเนื่องจากฝนและระบบชลประทาน โดยปริมาณความเข้มข้นของ ^{210}Pb จะอยู่ในหน่วย Becquerels ต่อ kilogram (Bq/kg) และ Becquerels ต่อ square meter (Bq/m^{2}) โดยจะรายงานออกมาตามระดับความลึกแต่ละระดับ (๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร) ตามแต่ละช่วงระยะเวลาของการเก็บตัวอย่างดิน

๒) การประเมินปริมาณและความเข้มข้นของ ^{210}Pb ในแนวราบหรือแนวตัดขวางความลาดเท (Horizontal distribution) เป็นการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินของพื้นที่ตามตำแหน่งความลาดชันประเภทต่าง ๆ โดยสามารถประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดิน (Soil redistribution rate; SRD) ที่ประกอบด้วย บริเวณที่มีการกัดกร่อนหรือสูญเสียดิน (Gross erosion) หมายถึง บริเวณที่มีการเคลื่อนย้ายของมวลดิน และบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนดิน (Gross deposition) หมายถึง บริเวณที่มีการสะสมหรือรวมตัวกันของมวลดิน ดังนั้น การประเมินในรูปแบบนี้จะคำนวณโดยการใช้สมการ Mass balance model II ของ Walling และ He (๑๙๙๙) โดยใช้ความแตกต่างของปริมาณ ^{210}Pb inventories ที่พบในพื้นที่นั้น ๆ เป็นตัวแปรหลัก ชลประทาน โดยปริมาณความเข้มข้นของ ^{210}Pb จะคำนวณจากหน่วย Bq/kg และ Bq/m^{2} ให้ออกมาเป็นปริมาณการสูญเสียดินในหน่วย ตัน ต่อ เฮคตาร์ ต่อ ปี (t/ha/yr)

จากการอธิบายรายละเอียดข้อมูลข้างต้น สามารถรายงานผลการศึกษาได้ ดังนี้

๙.๒.๑ การประเมินการเคลื่อนย้ายมวลดินโดยการใช้ปริมาณความเข้มข้นของ ^{210}Pb ในแนวภาคตัดขวางของดิน (Vertical distribution and concentration of ^{210}Pbex in the study area)

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb ต่อดิน ๑ กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยด้านความลึกของดินและปัจจัยด้านความลาดชัน อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า ปริมาณ ^{210}Pb ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวหน้าดิน และมีปริมาณที่ลดลงตามความลึกของดินที่มากขึ้น กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๘.๙๖๗ ๒๕.๕๕๓ และ ๑๖.๘๙๑ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินมีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๘.๕๑๙ ๒๖.๕๖๐ และ ๒๑.๑๐๐ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๗.๖๔๕ ๒๓.๑๔๒ และ ๑๓.๒๗๑ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb เมื่อเปรียบเทียบกับประเภทของความลาดชัน พบว่า พื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีการสะสมของปริมาณ ^{210}Pb ในบริเวณ Toeslope มากที่สุด (๓๐.๒๘๐ ๒๘.๑๑๑ และ ๓๓.๐๔๙ Bq/kg ณ บริเวณ Toeslope ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป พื้นที่ป่ายางพารา และ พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ตามลำดับ) โดยเรียงลำดับปริมาณ^{210}Pb จากสูงที่สุดไปต่ำที่สุด ตามความลาดชันแต่ละบริเวณได้ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกทั่วไป เรียงลำดับปริมาณ^{210}Pb ได้คือ Toeslope > Footslope > Backslope > Shoulder > Summit พื้นที่ป่ายางพารา เรียงลำดับปริมาณ ^{210}Pb ได้คือ Toeslope > Shoulder >

Backslope > Summit > Footslope และพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ เรียงลำดับปริมาณ ^{210}Pb ได้คือ Toeslope > Shoulder > Backslope > Footslope > Summit

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb ต่อดิน ๑ กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยด้านความลึกของดิน อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ ^{210}Pb ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวหน้าดิน และมีปริมาณที่ลดลงตามความลึกของดินที่มากขึ้น ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ ^{210}Pb สูงที่สุด ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร รองลงมา คือ ที่ระดับความลึก ๒๐-๓๐ และ ๑๐-๒๐ เซนติเมตร ตามลำดับ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๒.๖๙๕ ๒๐.๙๑๖ และ ๑๕.๖๘๑ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๓๐.๗๕๓ ๒๑.๔๔๒ และ ๑๓.๙๘๖ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๗.๓๗๖ ๑๙.๙๘๒ และ ๒๔.๘๖๕ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

จากการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่า ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb ต่อดิน ๑ กิโลกรัม (Bq/kg) มีความแตกต่างกันของ ปัจจัยพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๐๕ และปัจจัยด้านความลึกของดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ๐.๑

ค่าเฉลี่ยความแรงรังสี ^{210}Pb เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดิน รายงานได้ว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา พบปริมาณ ^{210}Pb ปริมาณสูงที่สุดที่ระดับผิวหน้าดิน และมีปริมาณที่ลดลงตามความลึกของดินที่มากขึ้น ในขณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ พบปริมาณ ^{210}Pb สูงที่สุด ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร รองลงมา คือ ที่ระดับความลึก ๒๐-๓๐ และ ๑๐-๒๐ เซนติเมตร ตามลำดับ กล่าวคือ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการจัดการดินใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๒๓.๗๕๗ ๒๑.๐๖๖ และ ๑๘.๖๖๖ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๓๑.๓๒๙ ๒๓.๓๗๓ และ ๑๙.๖๕๑ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ และพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีค่าเฉลี่ยปริมาณ ^{210}Pb เท่ากับ ๓๒.๑๔๘ ๒๖.๗๓๒ และ ๓๐.๘๕๐ Bq/kg ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ตามลำดับ

จากผลการศึกษาถึงผลของปริมาณความแรงรังสีของธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{210}Pb) ในพื้นที่แนวตั้งหรือแนวลึกตามชั้นหน้าตัดดิน (Vertical distribution) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินแนวโน้มที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน สามารถวิจารณ์ผลการทดลองได้ ดังนี้

กระบวนการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีตั้งแต่จุดกำเนิด เช่น การตกค้างของรังสีคอสมิกจากอวกาศ ผลจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ ฯลฯ ไปจนถึงการตกลงมาจากชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นผิวโลก (Radioactive fallout) ล้วนมีปัจจัยที่มีผลต่อความคงทนของนิวไคลด์กัมตรังสีที่นักวิจัยสามารถตรวจวัดได้แตกต่างกัน) การเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในแนวตั้ง ตั้งแต่ชั้นบรรยากาศโลกลงไปสู่ชั้นหน้าตัดดินที่ลึกลงไป (Radioactive flux) ล้วนมีปริมาณการสะสมของธาตุกัมมันตรังสีดังกล่าวที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่ปัจจัยต่อไปนี้ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณอนินทรียวัตถุในดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณน้ำฝน ช่วงระยะเวลา และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งระยะสั้นและยาวอื่น ๆ เป็นต้น

ค่าเฉลี่ยปริมาณความแรงรังสีของธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{๒๑๐}Pb) ต่อดินหนึ่งกิโลกรัม เปรียบเทียบกับช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลทั้งสามช่วงเวลาและพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง พบว่า พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการวางแผนการจัดการดินที่เหมาสมใด ๆ และพื้นที่ป่ายางพารา ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินโดยการเขตกรรม มาเป็นเวลาอย่างน้อย ๕ ปี มีแนวโน้มของปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ที่ใกล้เคียงกัน แม้ว่า พื้นที่ป่ายางพารา จะมีปริมาณ ^{๒๑๐}Pb โดยเฉลี่ย มากกว่า พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ในทุกช่วงเวลาการเก็บข้อมูลก็ตาม กล่าวคือ ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) จะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) แต่หลังจากนั้น ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb จะเพิ่มขึ้น ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ในทางตรงกันข้าม พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำและวางแผนดำเนินการตามมาตรการจัดการดินที่เหมาะสม มีปริมาณ ^{๒๑๐}Pb โดยเฉลี่ย เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามช่วงเวลาการเก็บข้อมูล และมีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด สิ่งที่สามารถอธิบายความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ คือ ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนและ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน กล่าวคือ ภาพที่ ๓๓ แสดงแนวโน้มของปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลครั้งที่สอง (เดือนมิถุนายน) ซึ่งการที่ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ที่เพิ่มขึ้นนี้ อาจเกิดจาก ^{๒๑๐}Pb fallout ที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศโดยมีน้ำฝนเป็นอัตราเร่ง ซึ่งปริมาณหยาดน้ำฟ้ามีผลต่อปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ที่ตกลงสู่ผิวหน้าดิน

ในขณะที่การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ ^{๒๑๐}Pb และ ระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb มีค่าสูงที่สุด ที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร และจะลดลงเมื่อระดับความดินเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) ในพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา แต่อย่างก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่าพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ที่ใกล้เคียงกัน ระหว่างระดับความลึกที่ ๐-๑๐ เซนติเมตร และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณ ^{๒๑๐}Pb ที่ชั้นดินล่างนี้ สามารถอธิบายได้ว่า แม้ว่านิวไคลด์ของธาตุกัมมันตรังสีจะมีคุณสมบัติที่เคลื่อนที่ได้น้อยมากในชั้นดิน (Redionuclide mobility) และต้องใช้ระยะเวลานานในการเคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินที่ลึกลงไป (Redionuclide penetration) แต่ก็มีปัจจัยระยะสั้นที่สามารถเร่งอัตราการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ที่ทำให้ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb เพิ่มขึ้นได้ในชั้นดินล่าง คือ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ความพรุนของดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และปริมาณน้ำฝน เป็นต้น นอกจากนี้ การไถพรวนของดิน หรือการทำให้ดินมีความพรุนมากขึ้น ล้วนส่งผลให้ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb มีโอกาสในการเคลื่อนที่ลงสู่ชั้นดินเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินน้ำ มีปริมาณ OM ที่สูงที่สุด และมีมาตรการป้องกันการสูญเสียหน้าดินและธาตุอาหารพืชจากการพัดพาโดยน้ำ ไม่ให้เคลื่อนที่ออกจากดินในแนวราบ จึงส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารพืช เช่น OM P K Ca และ Mg เป็นต้น มีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั้นดินล่าง เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ในช่วงการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า การศึกษาการเคลื่อนที่ปริมาณ ^{๒๑๐}Pb สามารถทำนายถึงการเคลื่อนที่ของปริมาณธาตุอาหารในชั้นหน้าตัดดินได้

๙.๒.๒ การประเมินการเคลื่อนย้ายมวลดินโดยการใช้ปริมาณความเข้มข้นของ ^{210}Pb ในแนวขนานกับที่ดิน (Horizontall distribution and Radionuclides inventories of ^{210}Pbex in the study area)

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยศึกษาจากปริมาณ ^{210}Pb (Bq/kg) สามารถคำนวณได้ด้วยการใช้ Mass Balance II Model (Walling and He, ๑๙๙๙) ดังสมการต่อไปนี้

$$d(A)/dt = \{1 - [P\gamma\ (1 - e^{-R/H})]\}\ [\lambda(A_{ref})] - [\lambda + (PR/d)]A(t)$$

โดยที่การแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ ประกอบด้วย

$A(t)$ คือ ^{210}Pbex Inventory หรือปริมาณ ^{210}Pb ที่ได้จากการเก็บตัวอย่างดิน โดยการแปลงหน่วยจากปริมาณความแรงรังสี ^{210}Pb ต่อดิน ๑ กิโลกรัม ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/kg ให้เป็นปริมาณความแรงรังสี ^{210}Pb ต่อพื้นที่ ๑ ตารางเมตร ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/m^2 โดยการคำนวณโดยใช้ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (๑.๓๕ kg/m^3) คูณกับขนาดพื้นที่ ๑×๑ เมตร ร่วมกับความลึกของดิน ๐.๑๐ เมตร

P หรือ Particle size correction factor คือ อัตราส่วนของปริมาณความเข้นข้น ^{210}Pb ที่เกาะยึดกับตะกอนดินที่เคลื่อนที่มาจากแหล่งอื่น และ ปริมาณความเข้นข้น ^{210}Pb ที่เกาะยึดกับอนุภาคดินดั้งเดิมในพื้นที่ โดยตั้งสมมติฐานว่า ขนาดอนุภาคของตะกอนที่เคลื่อนที่มาจากการไหลบ่าของน้ำที่ผิวหน้าดินจะมีขนาดเล็กกว่า ขนาดอนุภาคของดินดั้งเดิมในพื้นที่ ดังนั้น ค่า P จึงต้องมากกว่าหนึ่งเสมอ สูตรการหาค่า P คือ $P = (S_{ms}/S_{os})^v$ โดยที่ S_{ms} คือพื้นที่ผิวอนุภาคของตะกอนที่เคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น m^2/g และ S_{os} คือพื้นที่ผิวอนุภาคของดินดั้งเดิม มีหน่วยเป็น m^2/g โดยที่ v คือค่าคงที่ เท่ากับ ๐.๖๕ (พื้นที่ที่มีการเขตกรรม) และ ๐.๗๕ (พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน) ซึ่งโครงการวิจัยนี้ จะใช้ค่า P ตามงานวิจัยของ Benmansour et al. (๒๐๑๓) คือมีค่าเท่ากับ ๑ (P = P' = ๑)

γ คือ อัตราส่วนของปริมาณ ^{210}Pb fallout ที่ตกลงสู่ดินตามวัฏรจักร และปริมาณ ^{210}Pb บริเวณผิวหน้าดินที่ถูกชะล้างหายไปก่อนจะถูกไถพรวนให้คลุกเคล้าสลงสู่ชั้นดินด้านล่าง โดยค่า γ จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเพาะปลูกพืชและปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้น ๆ เมื่อสมมติว่า ปริมาณ ^{210}Pb ที่ตกลงมาจากชั้นบรรยากาศลงสู่พื้นดินล้วนอาศัยน้ำฝนเป็นตัวกลาง ดังนั้นการหาค่า γ จึงสามารถคำนวณได้จาก อัตราส่วนของปริมาณน้ำฝนภายในช่วงระยะเวลาเพาะปลูกกับปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปีที่ศึกษา (γ = total amount of rain on the timing of cultivation / total annual rainfall) โดยในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายน จนถึงเดือนสิงหาคม มีการไถพรวนรวมถึงการเพาะปลูกพืชในช่วงนี้ โดยมีปริมาณน้ำฝนภายในช่วงระยะเวลาเพาะปลูก เท่ากับ ๗๓๐.๒ มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนท้งหมดในปีที่ศึกษา เท่ากับ ๑,๔๗๗.๔ มิลลิเมตร ดังนั้น ค่า γ จึงคำนวณได้โดย γ = ๗๓๐.๒ / ๑,๔๗๗.๔ เท่ากับ ๐.๔๙

R คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดิน มีหน่วยเป็น kg/m^2/yr ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์คงที่ โดยจะแปรผันกับลักษณะของดินและสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างกัน สำหรับในประเทศไทยสามารถตัวแปรคงที่เพื่อคำนวนได้จากสูตร R = [๐.๔๖๖๙ × ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)] – ๑๒.๑๔๑๕ โดยเมื่อแทนค่าปริมาณน้ำฝนทั้งหมดในปีที่ศึกษา เท่ากับ ๑,๔๗๗.๔ มิลลิเมตร จะได้ผลลัพทธ์ เท่ากับ ๖๗๗.๖๕ t/ha/yr หรือ ๖๗.๗๗ kg/m^2/yr

H คือ มวลดินในระดับที่ลึกที่สุดที่เกิดการแพร่กระจายของ ^{210}Pbex ในชั้นหน้าตัดดิน มีหน่วยเป็น kg/m^2 ซึ่งการจะได้ค่า H นี้ จำเป็นต้องทำการศึกษาในพื้นที่นั้น ๆ โดยเฉพาะ เพื่อให้ทราบว่าในพื้นที่ ๑ ตารางเมตร นั้น มีปริมาณ ^{210}Pbex อยู่กี่กิโลกรัม ในกรณีของ ^{210}Pbex ที่ยังมีการตกลงมาจากชั้นบรรยากาศอยู่อย่างต่อเนื่อง การหาค่า H สามารถศึกษาได้โดยการศึกษาอัตราปริมาณน้ำฝนในพื้นที่นั้น ๆ ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน แต่อย่างไรก็ตาม จากสมมติฐานเรื่องคุณสมบัติของ ^{210}Pbex และการขาดข้อมูลอื่นมาประกอบการ

ประเมิน จึงมีมักจะสมมติให้ H มีค่าเท่ากับ ๔.๐ kg/m^{๒} (อ้างอิงจาก IAEA, ๒๐๐๔) โดยที่ประเทศไทยจำเป็นต้องศึกษาวิจัยด้าน relaxation mass depth ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในดินต่อไป

λ คือ ค่าคงที่ของการสลายตัวของ ๒๑๐Pbex มีหน่วยเป็น ปี โดยมีค่าเท่ากับ ๐.๐๓๑๑๔ ปี

A_{ref} คือ ปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ในดินที่อยู่ในพื้นที่ที่ใช้อ้างอิง (^{๒๑๐}Pbex Inventory of reference) มีหน่วยเป็น Bq/m^{๒} ซึ่งเป็นการอ้างอิงปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ที่ตกลงสู่ผิวหน้าดิน โดยคาดการณ์ว่าปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex จะต้องตกลงสู่ผิวหน้าดิน และมีการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ และไม่มีปัจจัยใด ๆ ที่รบกวนหน้าดินดังกล่าว โดยเฉพาะกิจจกรมของมนุษย์ โดยส่วนใหญ่แล้ว จะทำการเก็บข้อมูลปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ที่ใช้สำหรับอ้างอิง ในบริเวณจุดสูงสุดของพื้นที่ศึกษา เช่น ยอดเขา และเก็บข้อมูลไล่ระดับตามความลาดชันลงมา รวมถึงจะต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนหน้าดินใด ๆ ทั้งสิ้น เช่น พื้นที่ป่าที่ใกล้กับพื้นที่ศึกษา เป็นต้น โดยในโครงการวิจัยนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลอ้างอิงดังกล่าว ณ บริเวณพื้นที่ป่าติดกับพื้นที่เพาะปลูกยางพารา ในพื้นที่กษาที่ ๒ โดยเก็บข้อมูลเหมือนกับพื้นที่ศึกษษทั่วไป คือ เก็บข้อมูลที่ระดับความลึก เท่ากับ ๐-๑๐ ๑๐-๒๐ และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร โดยเก็บในพื้นที่ลาดชันทั้งห้าบริเวณ ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยของปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ที่ใช้สำหรับอ้างอิงได้ เท่ากับ ๒๔.๐๗๙ Bq/kg หรือ ๓.๒๕๑ Bq/m^{๒}

d คือ มวลดินตามระดับความลึกของชั้นไถพรวน มีหน่วยเป็น kg/m^{๒} ซึ่งจะคล้ายกับค่า H แต่จะแตกต่างตรงที่ ค่า d จะหาปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex แค่ระดับความลึกที่มีการไถพรวนหน้าดินเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ จากข้อมูลงานวิจัยของ Walling and He (๑๙๙๙) ทำให้สรุปได้ว่า มวลดินที่มีระดับความลึกของชั้นไถพรวน ๑๕ เซนติเมตร จะมีค่าเท่ากับ ๑๙๕ kg/m^{๒}

ด้วยเหตุนี้ จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น สามารถแทนค่าตามตัวแปรต่าง ๆ ในสมการได้ ดังนี้

$$d(A)/dt = \{๑ - [P\gamma\ (๑ - e^{-R/H})]\}\ [\lambda(A_{ref})] - [\lambda + (PR/d)]A(t)$$

$$d(A)/dt = \{๑ - [๑\times๐.๔๙\ (๑ - e^{-๖๗.๗๗/๔})]\}\ [๐.๐๓๑๑๔\times๓.๒๕๑] - [๐.๐๓๑๑๔ + (๑\times๖๗.๗๗/๑๙๕)]A(t)$$

$$d(A)/dt = (๐.๔๘๙\times๐.๑๐๑) - (๐.๓๗๙)A(t)$$

$$d(A)/dt = (-๐.๓๒๗)A(t)$$

เพราะฉะนั้นการคำนวนหาอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) จึงสามารถหาได้โดยการนำค่า -๐.๓๒๗ คูณกับ ^{๒๑๐}Pb inventories ของพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง มีหน่วยเป็น ตัน ต่อ เฮคตาร์ ต่อ ปี (t/ha/yr)

หลังจากนำค่า ^{210}Pbex ที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/kg ก็จะต้องนำมาคำนวนให้อยู่ในรูปปริมาณเชิงพื้นที่ ซึ่งก็คือ ^{210}Pbex Inventory of local condition ซึ่งหมายถึง ปริมาณ ^{210}Pbex ค่อพื้นที่ ๑ ตารางเมตร ในพื้นที่ศึกษา มีหน่วยเป็น Bq/m^{2} จากนั้นให้นำมาแทนค่าในสมการ Mass Balance II Model ก็จะได้อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rate, SRD) ซึ่งมีหน่วยเป็น t/ha/yr

อย่างไรก็ตามการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) แบ่งได้เป็น ๒ รูปแบบ คือการสูญเสียตะกอนดินออกไปจากพื้นที่ใด ๆ หรือการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) และการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินมาทับถมกันในพื้นที่ใด ๆ (Soil deposition) ซึ่งการคาดการณ์ว่าบริเวณใดที่มีการสูญเสียตะกอนดินหรือการทับถมตะกอนดิน จะทำการคำนวนจากค่า ^{210}Pbex Inventory ในพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบกับ ^{210}Pbex Inventory ในพื้นที่อ้างอิง (^{210}Pbs Inventory of reference) โดยสมมติให้ พื้นที่อ้างอิงนี้ คือพื้นที่ที่มีการตกหล่นของนิวไคลด์กัมมันตรังสีของ ^{210}Pb โดยอิสระ ปราศจากสิ่งรบกวนใด ๆ โดยเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้น ถ้าค่า ^{210}Pbex Inventory of local condition มีค่าน้อยกว่า ^{210}Pbex Inventory of reference สามารถตีความได้ว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการสูญเสียตะกอนดิน เช่น อาจเกิดจากการเขตกรรม หรือกิจกรรมอื่น ๆ ของมนุษย์เป็นตัวเร่ง แต่ถ้า^{210}Pbex Inventory of local condition มีค่ามากกว่า ^{210}Pbex Inventory of reference ตีความว่า บริเวณที่ศึกษาเกิดการเคลื่อนย้ายทับถมของตะกอนดิน เพราะพบปริมาณ ^{210}Pb มากกว่า พื้นที่ที่ไม่มีการรบกวนใด ๆ ด้วยเหตุนี้ เพื่อให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้ายของดินมากขึ้น จึงขอแทนค่าเครื่องหมายลบ สำหรับการสูญเสียตะกอนดิน และเครื่องหมายบวก สำหรับการทับถมของตะกอนดิน โดยที่การเคลื่อนย้ายของดินทั้งสองรูปแบบนี้ ส่งผลทั้งแง่บวกและแง่ลบต่อพื้นที่ทั้งสิ้น โดยจะขออธิบายผลการศึกษาในปัจจัยด้านการเคลื่อนย้ายของดิน ดังนี้

ผลการศึกษาของอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (SRD) เมื่อเปรียบเทียบตามพื้นที่ศึกษาในแต่ละช่วงเวลาสามารถอธิบายได้ ดังนี้

พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีค่าเฉลี่ย SRD ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) แสดงในตารางที่ ๒๖ กล่าวคือ อัตราส่วนระหว่างการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนดินมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลาดชัน โดยพื้นที่ที่อยู่สูงกว่า จะมีอัตราการชะล้างพังทลายที่มากกว่า (Summit มีค่า SRD เท่ากับ -๘.๙๖๑ t/ha/yr; Shoulder มีค่า SRD เท่ากับ -๒.๔๙๔ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๒๓๐ t/ha/yr) ในขณะที่พื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่า จะมีอัตราการทับถมของตะกอนดินที่มากกว่า (Footslope มีค่า SRD เท่ากับ ๖.๖๑๖ t/ha/yr; Toeslope มีค่า SRD เท่ากับ ๗.๕๗๗ t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ ๐.๕๐๒ t/ha/yr เมื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า ค่า SRD มีแนวโน้มไปทางการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งแต่บริเวณต่ำสุด คือ Toeslope ขึ้นไปจนถึงบริเวณ Shoulder พบการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมด ยกเว้นบริเวณ Summit ที่มีการทับถมของตะกอนดิน ในขณะที่อัตราของการชะล้างพังทลายของดินมีค่าสูงที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ที่ต่ำที่สุด และค่อย ๆ ลดลง เมื่อพื้นที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้น (Toeslope มีค่า SRD เท่ากับ -๘.๑๓๖ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -๘.๐๔๒ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -๖.๗๒๓ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -๑.๐๑๒ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ ๕.๕๙๐ t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ -๓.๖๖๕ t/ha/yr ในขณะที่ผลการศึกษาของพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) ดังที่แสดงในตารางที่ ๓๑ พบว่า ค่า SRD มีแนวโน้มไปทางการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้นโดยพื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งแต่บริเวณที่สูงที่สุดของพื้นที่ศึกษา (Summit) ไปจนถึงบริเวณ Footslope เป็นการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมด ยกเว้นบริเวณ Toeslope ที่พบอัตราการทับถมของตะกอนดินที่สูงกว่า ในขณะที่อัตราของการชะล้างพังทลายของดินมีค่าสูงที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ที่สูงที่สุด และค่อย ๆ ลดลง เมื่อพื้นที่อยู่ในระดับที่ต่ำลงมา (toeslope มีค่า SRD เท่ากับ ๔.๓๙๕ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๘๘๔ t/ha/yr; Backslope

มีค่า SRD เท่ากับ -๑.๓๐๖ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -๒.๑๑๐ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ -๙.๒๔๘ t/ha/yr) โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ -๑.๘๓๐ t/ha/yr

พื้นที่ที่ไม่รบกวนหน้าดินในโครงการวิจัยนี้ เป็นพื้นที่ปลูกป่าผสมกับยางพารา โดยในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า ประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณมีอัตราส่วนของการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าการทับถมของตะกอนดินในทุกบริเวณ แต่อย่างไรก็ตาม ในจุดที่มีการทับถมของตะกอนดินกลับมาค่าเฉลี่ยของ SRD จนทำให้พบอัตราการเคลื่อนย้ายดินสุทธิ มีค่าเป็นบวก หรือมีอัตราการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่บริเวณ Toeslope และ Backslope ซึ่งอยู่ในตำแหน่งล่างและตำแหน่งกึ่งกลางของพื้นที่ศึกษาตามลำดับ โดยมีค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทของความลาดชัน ดังนี้ toeslope มีค่า SRD เท่ากับ ๖.๔๙๗ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๘๔๙ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ ๕.๖๕๕ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -๑.๓๕๓ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๗๕๔ t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ยของ SRD สุทธิในภาพรวมของพื้นที่ป่ายางพารา เท่ากับ ๑.๘๓๙ t/ha/yr ซึ่งหมายถึงมีการเคลื่อนย้ายของดินจากที่อื่น มาทับถมยังบริเวณที่ศึกษาวิจัย ต่อมาในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) ดังที่แสดงในตารางที่ ๓๐ พบว่า ประเภทความลาดชันทั้งห้าบริเวณมีอัตราส่วนของการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าการทับถมของตะกอนดินในทุกบริเวณ โดยเฉพาะพื้นที่ทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาที่มีการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด กล่าวคือ บริเวณ Backslope มีอัตราส่วนของจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินกับจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการทับถมของตะกอนดิน เท่ากับ ๘:๑ .ในขณะที่บริเวณ Toeslope พบว่ามีค่า SRD ที่เป็นการทับถมของตะกอนดินสูงที่สุด เท่ากับ ๔.๒๒๗ t/ha/yr ดังนั้น ค่า SRD สุทธิ เมื่อเรียงตามประเภทของความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ ๔.๒๒๗ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๑๖๙ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -๖.๖๑๑ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๒๑๙ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ ๒.๑๑๖ t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ยของ SRD สุทธิในภาพรวมของพื้นที่เท่ากับ -๐.๑๓๑ t/ha/yr ในขณะที่ผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) สามารถรายงานได้ว่า พื้นที่ป่ายางพารา มีค่า SRD เป็นการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่แถบตอนล่างของพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ บริเวณ Backslope ไปจนถึง บริเวณ Toeslope ในขณะที่บริเวณ Shoulder และ Summit พบอัตราการทับถมของตะกอนดิน (ตารางที่ ๓๓) โดยค่า SRD ที่เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๖๑๒ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ -๗.๘๘๓ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -๖.๘๕๐ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ ๑๖.๐๑๒ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ ๑๔.๒๙๔ t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ ๒.๙๙๒ t/ha/yr

พื้นที่เพาะปลูกพืชของเกษตรกรที่มีการนำมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ในพื้นที่ หรือพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ โดยกรมพัฒนาที่ดิน สามารถรายงานผลการศึกษาได้ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย SRD ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) พบว่า อัตราการเคลื่อนย้ายดินสุทธิ มีค่าที่ใกล้เคียงกันในบริเวณความลาดชันโดยส่วนใหญ่ยกเว้นพื้นที่บริเวณ Toeslope ที่มีอัตราการทับถมของตะกอนดินสูงที่สุด ซึ่งค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD เท่ากับ ๘.๖๕๐ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ ๐.๑๘๔ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ -๐.๒๑๒ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ -๑.๘๗๒ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ ๑.๐๖๘ t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ ๑.๕๖๓ t/ha/yr ต่อมาในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบว่า ความลาดชันบริเวณ Backslope และ Shoulder มีอัตราส่วนของจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินกับจุดเก็บตัวอย่างดินที่เกิดการทับถมของตะกอนดิน เท่ากับ ๓:๖ และ ๒:๗ ตามลำดับ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาเพียงสองบริเวณ โดยบริเวณอื่น ๆ จะเป็นพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายทั้งสิ้น (บริเวณ Toeslope และ Footslope) ในขณะที่บริเวณ Summit เป็นริเวณที่มีการเคลื่อนย้ายของดินที่น้อยที่สุด และมีค่าใกล้ศูนย์มากที่สุดในโครงการวิจัยนี้ ซึ่งค่า SRD สุทธิ เรียงตามประเภทความลาดชัน จะประกอบด้วย toeslope มีค่า SRD

เท่ากับ –๐.๔๓๒ t/ha/yr; Footslope มีค่า SRD เท่ากับ ๕.๖๘๒ t/ha/yr; Backslope มีค่า SRD เท่ากับ ๑๗.๒๓๓ t/ha/yr; Sholuder มีค่า SRD เท่ากับ ๑๔.๓๑๗ t/ha/yr; และ Summit มีค่า SRD เท่ากับ ๖.๔๔๒ t/ha/yr โดยมีค่าเฉลี่ย SRD โดยรวมของพื้นที่ เท่ากับ ๘.๖๔๘ t/ha/yr

ผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินหรือการสูญเสียหน้าดิน (Soil erosion) และการทับถมของตะกอนดิน (Soil deposition) หรือที่เรียกรวมกันว่าการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution) ในพื้นที่แนบราบหรือแนวขวางพื้นที่ตามสภาพภูมิประเทศ โดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ซึ่งได้เลือกนิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{๒๑๐}Pbex) เป็นตัวแปรหลักในการประเมิน โดยสามารถวิจารณ์ผลการศึกษาได้ ดังนี้

อัตราการเคลื่อนย้ายของดินสุทธิ มีความแตกต่างกันในปัจจัยด้านช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูล ปัจจัยด้านพื้นที่ศึกษา และปัจจัยด้านประเภทของความลาดชัน (ตารางที่ ๓๕) กล่าวคือ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงระยะเวลาของการเก็บข้อมูลทั้งสามครั้ง พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินในสัดส่วนที่มากกว่าการทับถมของตะกอนดิน โดยเฉพาะในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) มีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากับ -๓.๖๖๕ และ -๑.๘๓๐ t/ha/yr ตามลำดับ ในขณะที่การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) มีอัตราการทับถมของตะกอนดินอยู่ในสัดส่วนที่มากกว่า มีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากับ ๐.๕๐๒ t/ha/yr จากข้อมูลข้างต้น อาจสันนิษฐานได้ว่า ปริมาณน้ำฝนและการจัดการดินมีผลต่ออัตราการเคลื่อนย้ายของดิน โดยจะสังเกตว่า เมื่อมีเข้าสู่ฤดูฝน จะมีการอัตราเคลื่อนย้ายของดินในเชิงลบ (การชะล้างพังทลายของดิน) มากที่สุด และเมื่อสังเกตไปที่พื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ที่มีการจัดการดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการปกคลุมหน้าดินด้วยพืช จะมีอัตราส่วนของการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก (การทับถมของตะกอนดิน)มากกว่า กล่าวคือ พื้นที่ป่ายางพารา มีค่า SRD โดยเฉลี่ย เท่ากับ ๑.๘๓๙ -๐.๑๓๑ และ ๒.๙๙๒ t/ha/yr ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (มิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (สิงหาคม) ตามลำดับ เช่นเดียวกับพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่มีอัตราส่วนของการทับถมของดินมากกว่า โดยมีค่าเฉลี่ย SRD เท่ากับ ๑.๕๖๓ ๔.๖๗๐ ๘.๖๔๘ t/ha/yr ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (มิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (สิงหาคม) ตามลำดับ :โดยพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์จัดเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมของตะกอนดินที่ไหลมารวมกันจากบริเวณอื่นมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ดังที่แสดงในภาพที่ ๓๗ ที่มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม โดยที่พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป และพื้นที่ป่ายางพารา มีแนวโน้มที่คล้ายคลึงกัน คือมีการการสูญเสียตะกอนดินในเดือนมิถุนายนและจึงมีการทับถมของตะกอนดินในเดือนสิงหาคม

สำหรับปัจจัยด้านประเภทของความลาดชัน ที่มีผลต่ออัตราการเคลื่อนย้ายของดิน สามารถวิจารณ์ผลได้ ดังนี้ พื้นที่ปลูกพืชทั่วไป มีแนวโน้มของการชะล้างพังทลายของดินจากบริเวณที่สูงกว่าแล้วจึงเกิดการทับถมของตะกอนของดินในบริเวณพื้นที่ต่ำกว่า กล่าวคือ ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงลบ ณ บริเวณ Summit และ Shoulder ในขณะเดียวกันก็มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก ณ บริเวณ Toeslope และ Footslope ยกเว้นการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) ที่มีแนวโน้มในทางตรงดันข้าม ซึ่งอาจเกิดจาก การเริ่มเข้าสู่ช่วงฤดูฝนในเดือนมิถุนายน และเพิ่งเริ่มมีปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป สำหรับพื้นที่ป่ายางพารา ที่มีแนวโน้มการเคลื่อนย้ายของดินที่ค่อนค่อนคงที่ โดยมีสัดส่วนของการทับถมของตะกอนดินที่มากกว่าพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป โดยในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) พบการชะล้างของดินในพื้นที่ส่วนใหญ่แต่มีอัตราเพียงเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) มีการสะสมตัวของตะกอนดินในพื้นที่เหนือขึ้นไป ณ บริเวณ Submit และ Shoulder ซึ่งคาดว่าน่าจะเกิดจากการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินมาจากพื้นที่เหนือขึ้นไปอีก อันเนื่องมาจากปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนในเดือนสิงหาคม แต่ด้วยพื้นผิวหน้าที่มีสิ่งปกคลุม

ได้แก่ ไม่ยางพารา ไม้ยืนต้น และเศษใบไม้ต่าง ๆ ทำให้มีการชะลอการเคลื่อนย้ายของดินให้อยู่ ณ บริเวณเหนือขึ้นไปเท่านั้น ในขณะที่อัตราการเคลื่อนย้ายของดินในพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีปริมาณการทับถมของตะกอนดินที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ แม้ว่าข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างดินในเดือนเมษายนมีการชะล้างพังทลายของดิน ณ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ และมีการทับถมของตะกอนที่สูงที่สุด บริเวณ Toeslope ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบอัตราการเคลื่อนย้ายของดินในเชิงบวก (การทับถมของตะกอนดิน) ที่สูงสุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ และเมื่อเทียบกับทุกช่วงเวลาการเก็บข้อมูล โดยมีค่า SRD สูงที่สุด ณ บริเวณ Shoulder และ Backslope ซึ่งเป็นบริวเณทางตอนกลางของพื้นที่ศึกษาและจุดกึ่งกลาสงของความลาดชัน ทั้งนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ย SRD เมื่อเข้าสู่ช่วงที่ฝนตกหนักที่สุด ก็มีปริมาณการสะสมของตะกอนดินที่มากที่สุดเช่นเดียวกัน (ภาพที่ ๓๒) นั่นแสดงว่า การที่มีสิ่งกีดขวางทางไหลของน้ำ หรือการใช้มาตรการเพื่อชะลอการไหลของน้ำ ที่ปฏิบัติตามมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น การปลูกหญ้าแฝกเป็นแนวขวางความลาดเท การคลุมดิน และการจัดการดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ สามารถช่วยลดการชะล้างพังทลายของดินและสามารถเพิ่มอัตราการทับถมของตะกอนดินไม่ให้ถูกเคลื่อนย้ายออกไปจากพื้นที่ได้

๑๐. สรุปผลการทดลอง

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil fertility assessment) โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินเพื่อตรวจสอบคุณภาพดิน (Soil quality) คุณภาพน้ำ (Water quality) และประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่เกษตรกรรม (Land use efficiency in agriculture) และการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion assessment) โดยใช้เทคนิคนิวเคลียร์ไอโซโทป ในการวัดอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน (Soil redistribution rates : SRD) โดยใช้นิวไคลด์กัมมันตรังสีของธาตุตะกั่ว ๒๑๐ (^{210}Pbex inventories) ซึ่งได้ทำการศึกษา ณ ตำบลปลังเผล อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

ปัจจัยที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วย ๑) ปัจจัยด้านพื้นที่ จำนวน ๓ แหล่ง คือ (๑) พื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปที่ไม่มีการวางแผนการจัดการดินที่เหมาสมใด ๆ มีการปลูกข้าวโพดหมุนเวียนกับสัปปะรด โดยปล่อยหน้าดินให้โล่งในช่วงฤดูร้อน (๒) พื้นที่ป่ายางพาราที่ไม่มีการรบกวนหน้าดิน ซึ่งต้นยางพาราโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงอายุประมาณ ๕ ถึง ๑๐ ปี เป็นต้นไป ในขณะที่พื้นที่โดยรอบเป็นป่าสลับกับพื้นที่แหล่งน้ำ และ พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำโดยกรมพัฒนาที่ดิน มีการปลูกพืชแบบหมุนเวียนและแบบผสมผสาน ได้แก่ ข้าวโพด มันสำปะหลัง เผือก กลอย หรือขมิ้นชัน เป็นต้น ๒) ปัจจัยด้านความลาดชัน แบ่งเป็น ๕ ประเภท เรียงจากบริเวณที่อยู่ต่ำสุดไปถึงสูงสุดที่ทำการศึกษา คือ Toeslope, Footslope, Backslope, Shoulder, และ Summit และ ๓) ปัจจัยด้าน๐ระดับความลึกของดิน ประกอบด้วย ๐-๑๐ เซนติเมตร ๑๐-๒๐ เซนติเมตร และ ๒๐-๓๐ เซนติเมตร โดยจะเก็บตัวอย่างดินทั้งสิ้น ๓ ซ้ำ (เรียงซ้าย กลาง ขวา ขวางความลาดเท ให้คลอบคลุมพื้นที่ศึกษา) และทำการเก็บตัวอย่างดินใน ๓ ช่วงเวลา คือ การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๑ (เดือนเมษายน) การเก็บข้อมูลครั้งที่ ๒ (เดือนมิถุนายน) และการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) เพราะฉะนั้น ผลการศึกษาจึงสามารถสรุปได้ ดังนี้

๑๐.๑ ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างดิน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ pH EC OM P K Mg Ca ^{210}Pbex และ SRD โดยเป็นผลมาจากความแตกต่างกันในด้านการจัดการดินของเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทั้งสามแหล่ง และปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน

๑๐.๒ พื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ มีปริมาณ pH EC OM K Mg และ Ca โดยเฉลี่ยในภาพรวม ที่สูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ โดยสามารถชะลอการสูญเสียปริมาณธาตุอาหารดังกล่าว แม้ว่าจะมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล

๑๐.๓ ปริมาณ P ในพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไปและพื้นที่ป่ายางพารา พบว่า มีปริมาณโดยเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ อีกทั้งในการเก็บข้อมูลครั้งที่ ๓ (เดือนสิงหาคม) พบว่ามีการสูญเสียออกไปจากชั้นหน้าตัดดินมากที่สุด ซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรและเข้าสู่ช่วงฤดูกาลที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น

๑๐.๔ ปัจจัยด้านความลาดชัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ EC OM และ P โดยเฉพาะเมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการชะล้างพัดพาความอุดมสมบูรณ์ไหลลงสู่ที่ต่ำ กล่าวคือ พบการสะสมของปริมาณดังกล่าวโดยเฉลี่ยมากที่สุด ณ บริเวณพื้นที่ต่ำที่สุด โดยเฉพาะพื้นที่เพาะปลูกทั่วไปที่มีความแตกต่างกันของปริมาณ EC OM และ P มากที่สุด ยกเว้นพื้นที่ป่ายางพาราและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ที่สามารถชะลอการสูญเสียปริมาณ OM ไว้ได้บ้าง ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม

๑๐.๕ ปัจจัยด้านระดับความลึกของดิน พบว่า ปริมาณของ EC OM K Mg Ca มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก กล่าวคือ พบค่าเฉลี่ยของปริมาณดังกล่าวในระดับชั้นดินบนมีสูงกว่าปริมาณที่พบในระดับชั้นดินล่าง เกิดจากการจัดการดินของเกษตรกร เช่น การใส่ปุ๋ย และการเขตกรรม เป็นต้น แต่เมื่อมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น กลับพบว่าปริมาณ EC OM K Mg Ca ที่อยู่ในระดับชั้นดินล่างมีมากกว่าหรือเทียบเท่าปริมาณที่อยู่บริเวณผิวหน้าดิน โดยเฉพาะพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ ซึ่งเกิดจากการชะล้างพัดพาธาตุอาหารดังกล่าวในแนวลึกตามชั้นหน้าตัดดิน มากว่าการชะล้างพัดพาในแนวราบขนานกับผิวหน้าดิน

๑๐.๖ คุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (Cl) และปริมาณฟอสเฟตในน้ำ (PO_4^{3-}) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ในพื้นที่ศึกษาและช่วงเวลาการเก็บข้อมูล อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการเก็บข้อมูลมีผลปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ (Dissolved Oxygen: DO) เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม นอกจากนี้ การจัดการดินในแต่ละพื้นที่ศึกษามีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมในน้ำ (K) เนื่องจากปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในพื้นที่นั้น ๆ มีสารประกอบโพแทสเซียมที่สามารถละลายน้ำได้ง่าย จึงทำให้แปรผันไปตามปฏิทินการเพาะปลูกพืชเป็นสำคัญ

๑๐.๗ ปริมาณค่าความแรงของรังสี (^{๒๑๐}Pbex) ที่พบในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกัน โดยพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีค่าเฉลี่ยของ ^{๒๑๐}Pbex รองลงมาคือ พื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่ปลูกพืชทั่วไป ตามลำดับ

๑๐.๘ ปริมาณค่าความแรงของรังสี (^{๒๑๐}Pbex) เมื่อเปรียบเทียบกับระดับความลึกของดินพบว่า มีค่าสูงที่สุดที่ระดับความลึก ๐-๑๐ เซนติเมตร และลดลงเรื่อย ๆ เมื่อมีระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน ส่งผลให้เฉพาะพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯมีปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ที่ระดับความลึก ๒๐-๓๐ เซนติเมตร มีปริมาณที่เทียบเท่ากับปริมาณ ^{๒๑๐}Pbex ที่ระดับผิวหน้าดิน

๑๐.๙ อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่เพาะปลูกพืชทั่วไป มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินโดยการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินมากที่สุด ในณะที่พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ฯ มีอัตราการเคลื่อนย้ายของดินโดยการทับถมของตะกอนดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดินมากที่สุด

๑๐.๑๐ อัตราการเคลื่อนย้ายของดิน มีความแตกต่างกันในแต่ละประเภทของความลาดชัน โดยพื้นที่ป่ายางพาราและพื้นที่จัดระบบอนุรักษ์มีการทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่สูงขึ้นไป มากที่สุด แสดงว่าสูญเสียหน้าดินที่ออกไปจากพื้นที่มีปริมาณน้อย ตรงข้ามกับพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป ที่มีทับถมของตะกอนดิน ณ บริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ศึกษา และพบการชะล้างพังทลายของดิน ณ บริเวณที่สูงขึ้นไป หมายความว่า พื้นที่เพาะปลูกทั่วไปมีอัตราการสูญเสียหน้าดินมากกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ

๑๐.๑๑ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน ซึ่งเป็นการหาค่าเฉลี่ยผลรวมของการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนดิน ที่มีแต่พื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่จัดระบบอนุรักษ์ มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเคลื่อนย้ายของดินสูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ป่ายางพารา และพื้นที่เพาะปลูกทั่วไป ตามลำดับ

๑๑. ประโยชน์ที่ได้รับ

โครงการวิจัยนี้คือมุ่งเน้นศึกษาที่การเปลี่ยนแปลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินและการชะล้างพังทลายของดิน เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่มีความแตกต่างกันด้านการจัดการดิน กับประเภทของความลาดชัน ในช่วงระยะเวลาที่มีปริมาณน้ำในแตกต่างกัน ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ ประกอบด้วย

๑๑.๑ เพื่อเป็นแนวทางการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้สมบัติทางเคมีของดินเป็นเกณฑ์ชี้วัดเพื่อประเมินการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่ศึกษาและประเภทของความลาดชันที่แตกต่างกัน

๑๑.๒ เพื่อเป็นแนวทางการประเมินการสูญเสียหน้าดิน หรือการชะล้างพังทลายของดิน ด้วยนิวเคลียร์ไอโซโทปเทคนิค โดยศึกษาการเคลื่อนที่ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธาตุตะกั่วไอโซโทป (^{210}Pb) เพื่อประเมินการสูญเสียหน้าดินหรือการสะสมของตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาและประเภทของความลาดชันที่แตกต่างกัน

๑๑.๓ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการดินและที่ดินตามมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมและถูกวิธี

๑๑.๔ เพื่อให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของการเขตกรรมในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง

๑๒. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ ทำให้พบข้อสังเกต และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดงานวิชาการสาขาการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ ดังนี้

๑๒.๑ การใช้ ^{210}Pbex ในการเป็น Tracer ติดตามการเคลื่อนย้ายของตะกอนดิน สามารถนำมาใช้ในการประเมินหาอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้เทียบเท่ากับ ธาตุซีเซียม ๑๓๗ (^{137}Cs) โดยที่ ^{210}Pbex มีข้อดี คือ สามารถยึดติดกับอนุภาคของดินหรือตะกอนดินได้ดีกว่า ทำให้สามารถทราบถึงการชะล้างพังทลายและการทับถมของตะกอนดินได้ง่าย

๑๒.๒ การศึกษาหาปริมาณการเคลื่อนย้ายของดิน จำเป็นต้องมีพื้นที่อ้างอิงเพื่อหาปริมาณ ^{210}Pbex Inventory of reference ที่ต้องมั่นใจได้ว่าไม่เกิดการปนเปื้อน หรือมีการรบกวนหน้าดินใดๆทั้งสิ้น เพื่อจะนำค่าดังกล่าวมาคำนวนในสมการได้อย่างแม่นยำ

๑๒.๓ ถ้าต้องการศึกษาการประเมินการชะล้างพังทลายของดินควบคู่ไปกับการประเมินคุณภาพดินและน้ำ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลสมบัติทางกายภาพของดิน เช่น ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) เนื้อดิน (Soil texture) อัตราการซึบซาบน้ำของดิน (Soil infiltration rate) ความชื้นของดิน (Soil moisture) หรือ ความอิ่มตัวของน้ำในดิน (Saturated Percentage) เป็นต้น เนื่องจาก ค่าความแรงรังสีและอัตราการเคลื่อนย้ายของดินมีอิทธิพลร่วมกับสมบัติทางกายภาพของดินมากกว่า และค่าดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีของดินที่น้อยมาก

๑๒.๔ การใช้สมการ Mass Balance II Model ในการคำนวณหาอัตราการเคลื่อนย้ายของดิน จำเป็นต้องใช่ค่าสัมประสิทธิ์ในพื้นที่นั้น ๆ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นของประเทศไทยโดยเฉพาะ นอกจากนี้ สมการที่กล่าวมาข้างต้น ไม่ได้นำปัจจัยด้านการไถพรวนดินมาคำนวณด้วย ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลดินเพิ่มเติม แล้วนำมาคำนวนด้วยสมการ Mass Balance III Model จะทำให้การศึกษาพื้นที่เกษตรกรรมมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นายอภิสิทธิ์ บัวปาย)
ผู้เสนอผลงาน
วันที่ ๒๒ / ก.พ. / ๖๕

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นางสาวบรรเจิดลักษณ์ จินตฤทธิ์)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่ ๒๒ / ก.พ. / ๖๕

ลงชื่อ.....
(นายทศนัศว์ รัตนแก้ว.)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่ ๒๒ / ก.พ. / ๖๕

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่...../...../.....

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(น่ายจักรพันธ์ เภาสระคู)
ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเสื่อมโทรม
วันที่ ๒๖ / ก.พ. / ๖๕
(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ลงชื่อ.....
(นายประเสริฐ เทพนรประไพ)
ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
วันที่ ๒๓ / ก.พ. / ๖๕

ข้อเสนอแนวความคิด การพัฒนา หรือปรับปรุงงาน

ของ นายอภิสิทธิ์ บัวปาย
เพื่อประกอบการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๖๒
สำนัก/กอง วิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Internet of Things เพื่อพัฒนาเป็นสถานีตรวจดินสำหรับการประเมินคุณภาพของดินของประเทศไทย

หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันได้ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรกรรมและภาคสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะปัญหาอุทกภัยและภัยแล้งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ สถานการณ์ที่กล่าวมาข้างต้น คาดว่าจะทวีความรุนแรงขึ้นอีกในอนาคต

กรมพัฒนาที่ดินมีบทบาทหน้าที่ในการศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ วิจัย ถ่ายทอด และให้บริการในด้านดินและที่ดินของประเทศไทยโดยเฉพาะ ซึ่งจากในอดีตที่ผ่านมา ถ้าต้องการทราบว่าพื้นที่บริเวณนี้ มีคุณภาพของดินเป็นอย่างไร และมีศักยภาพเพียงพอต่อการผลิตพืชหรือไม่นั้น จำเป็นต้องลงพื้นที่เพื่อประเมินคุณสมบัติของดินโดยตรง หรือต้องเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งกระบวนการดังกล่าว ต้องใช้ทรัพยากร บุคคล งบประมาณ และเวลาเป็นอันมาก อีกทั้งยังมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ผลลัพธ์ในเชิงปริมาณ อาทิ จำนวนพื้นที่ประเมิน และความถี่สำหรับการประเมินในแต่ละครั้ง เป็นต้น ด้วยปัญหาและอุปสรรคดังกล่าว จำเป็นต้องแก้ไขด้วยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เทคโนโลยี Internet of Things หรือ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง คือการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อเป็นศูนย์กลางในการเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่เทคโนโลยี อุปกรณ์ เครื่องมือ โปรแกรมประยุกต์ หรือแม้แต่สิ่งมีชีวิต ให้รวมเข้ามาไว้ด้วยกัน โดยจะต้องมีการสื่อสารหรือถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันตลอดเวลา ซึ่งในภาคเกษตรกรรมนั้น องค์ประกอบหลักของการนำเทคโนโลยี IoTs มาใช้ ประกอบด้วย ๑) อินเทอร์เน็ต และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ ๒) แหล่งจ่ายพลังงาน ๓) เซนเซอร์วัดข้อมูล ๔) อุปกรณ์ประมวลผลและเก็บข้อมูล และ ๕) อุปกรณ์ตีความและแสดงผลข้อมูล ซึ่ง ณ ปัจจุบัน จากองค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น สามารถจัดหาได้ง่ายและมีราคาที่ไม่แพงที่จะนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลดินเพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลดินขนาดใหญ่ของกรมพัฒนาที่ดินในอนาคตได้

กรมพัฒนาที่ดินมีโครงสร้างการบริหารงานที่เป็นหน่วยงานส่วนภูมิภาคกระจายทั่วทุกจังหวัดของประเทศไทย ซึ่งหมายความถึงการมีเจ้าหน้าที่และเครื่องมือที่พร้อมสำหรับการปฏิบัติงานตามหน้าที่และพันธกิจตามที่ได้รับมอบหมาย นอกจากนี้ หน่วยงานในสังกัดต่าง ๆ เช่น สถานีพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ศูนย์เรียนรู้ หรือโครงการอื่น ๆ ที่กรมฯได้รับมอบหมายให้เป็นผู้รับผิดชอบ ล้วนมีพื้นที่ที่สามารถติดตั้งอุปกรณ์ IoTs เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็น “สถานีตรวจดิน” ของกรมพัฒนาที่ดินได้ เพราะด้วยที่ตั้งของหน่วยงานดังกล่าวที่ครอบคลุมทั้งประเทศ ทำให้สามารถติดตามผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดิน ที่มีสภาพภูมิประเทศและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปได้อย่างครอบคลุม

เพราะฉะนั้น การนำเทคโนโลยี IoTs มาใช้ในภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะในด้านการจัดการดินและที่ดิน จะช่วยพยากรณ์ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นล่วงหน้า รวมถึงเป็นการรวบรวมและประมวลผลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ด้านดิน เพื่อใช้ในการวางแผนและกำหนดนโยบายของผู้บริหารและทิศทางของกรมพัฒนาที่ดินในอนาคตได้

บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

องค์ประกอบหลักของการนำเทคโนโลยี IoTs มาใช้ในภาคเกษตรกรรม สำหรับการประเมินคุณภาพของดินนั้น ประกอบด้วย

๑) อินเทอร์เน็ต และอุปกรณ์ส่งสัญญาณ

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการที่จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและส่งต่อข้อมูลถึงกัน คือ ระบบอินเทอร์เน็ตที่มีความเสถียร เพราะเทคโนโลยี IoTs จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลด้วยความรวมเร็วและทำงานตลอดเวลา โดยไม่ต้องให้มนุษย์นำเข้าข้อมูลหรือป้อนคำสั่งแต่อย่างใด

อุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ต้องคำนึงถึง ประกอบด้วย

(๑.๑) ซิมการ์ดแบบใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ (Narrowband IoT: NB-IoT) สำหรับอุปกรณ์ IoT ที่ใช้เน็ตความเร็วไม่สูงมาก (ความเร็ว ๒๔Kbps)

(๑.๒) เสาส่งสัญญาณ (Cell Site) ที่สามารถส่งคลื่นไปได้ไกล และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์พร้อมกันได้เป็นจำนวนมาก

(๑.๓) แผงวงจรควบคุม ที่มีหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์แต่ละตัว ส่งต่อไปประมวลผลและบันทึกข้อมูลผ่าน cloud system หรือการแสดงผลผ่านแอพพลิเคชันในสมาร์ทโฟนได้โดยตรง

๒) แหล่งจ่ายพลังงาน

เพื่อให้ระบบเซ็นเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ทำงานได้ตลอดเวลา จะต้องมีการจ่ายไฟฟ้าอย่างเพียงพอ และด้วยความที่เครื่องมือต่าง ๆ ต้องติดตั้งกลางแจ้ง ดังนั้น การใช้ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ จึงควรคำนึงถึงให้เพียงพอต่อการใช้งานตลอดวัน

๓) อุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล หรือตัวรับรู้

อุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลดินที่สำคัญ ประกอบด้วย

(๓.๑) อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิในดิน (Soil temperature sensor)

(๓.๒) อุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นในดิน (Soil moisture sensor)

(๓.๓) อุปกรณ์ตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Soil electrical conductivity sensor)

(๓.๔) อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในดิน (Soil pH sensor)

(๓.๕) อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดร์ออกไซด์ (CO_2 sensor)

(๓.๖) อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน (Soil NPK sensor)

โดยอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลดังกล่าวจะต้องถูกติดตั้งร่วมกับแผงควบคุมหลักสำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าและรับ-ส่งข้อมูล และควรจะติดตั้งเซ็นเซอร์ดังกล่าวในชั้นดินแต่ละความลึกที่ต้องการศึกษา

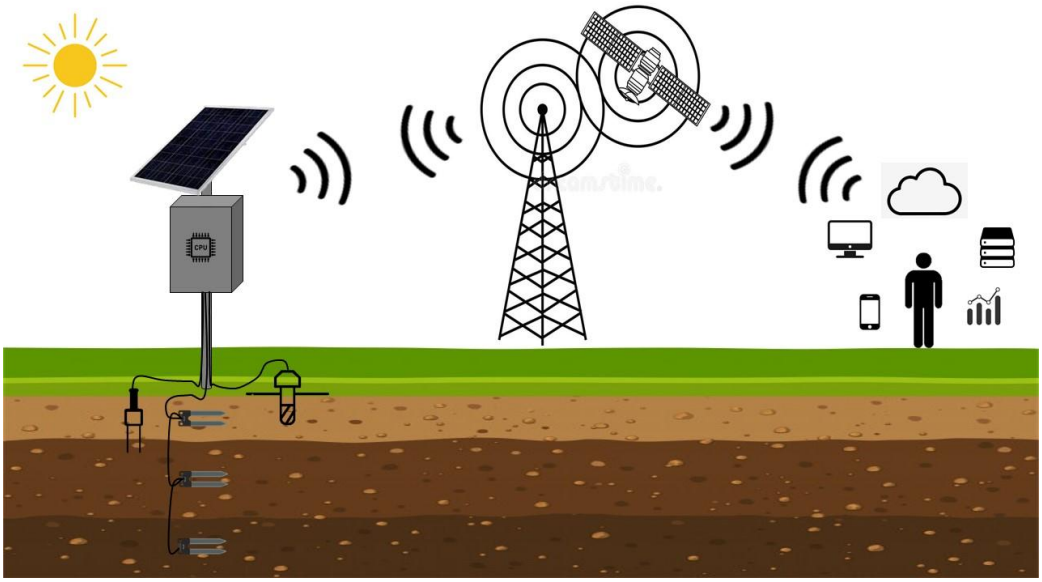
๔) อุปกรณ์ประมวลผลและเก็บข้อมูล

การใช้ Cloud system สำหรับการเก็บข้อมูลมีความสะดวกและเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากสามารถอัพโหลดหรือดาวน์โหลดข้อมูลได้ตลอดเวลา

๕) อุปกรณ์ตีความและแสดงผลข้อมูล

การแปลงข้อมูลจากสัญญาณดิจิตอลไปสู่ข้อมูลตัวเลขที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องใช้ซอฟต์แวร์หรือโค้ดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เฉพาะเจาะจง นอกจากนี้การสร้างแอพพลิเคชันสำหรับการแสดงผลผ่านทางสมาร์ทโฟนจะทำให้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้ การนำเทคโนโลยี Internet of Things มาใช้ในการประเมินดิน เพื่อให้เปรียบเสมือน สถานีตรวจดินของกรมพัฒนาที่ดิน จะทำให้ได้รับข้อมูลปฐมภูมิจำนวนมากและต่อเนื่อง ทำให้สามารถนำข้อมูลขนาดใหญ่ที่ได้รับนี้ไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย และการที่มีอุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงอยู่ ณ ที่ตั้งของหน่วยงานในสังกัดของตนเอง ทำให้เกิดความปลอดภัย และสามารถแก้ไขปัญหาทางเทคนิคได้อย่างรวมเร็วตลอดเวลา



การติดตั้งสถานีตรวจดินดังกล่าว ถ้าติดตั้งในหน่วยงานส่วนภูมิภาคของกรมพัฒนาที่ดิน จะสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลดินโดยสังเขป มากกว่า ๔๓ กลุ่มชุดดิน หรือประมาณ ๑๐๑ ชุดดิน และครอบคลุมทุกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังตารางที่ ๑

อย่างไรก็ตาม แนวคิดดังกล่าวอาจมีข้อจำกัดในด้านการบำรุงรักษาเครื่องมือ ศักยภาพของเจ้าหน้าที่ในการปฏิบัติงานกับเครื่องมือ และความสามารถในการตีความข้อมูลเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นแนวทางแก้ไขที่ควรพิจารณา จึงประกอบด้วย

๑) การให้ความรู้และความเข้าใจแก่เจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคในจังหวัดต่าง ๆ ที่มีการติดตั้งสถานีตรวจดิน เพื่อให้ผู้ที่อยู่ในพื้นที่นั้น ๆ สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันที หรือสามารถบำรุงรักษาอุปกรณ์ในเบื้องต้นได้

๒) การตรวจประเมินความพร้อมของอุปกรณ์ของสถานีตรวจดิน ระบบเชื่อมต่อการส่งสัญญาณ หรืออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ควรดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ และมีการสำรองอะไหล่และสำรองข้อมูลเผื่อการเหตุขัดข้องและการสูญหายของข้อมูล

๓) การพัฒนาความรู้และศักยภาพแก่เจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินที่รับผิดชอบด้านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบด้านการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Data scientists) เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย

๔) การส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดินในฐานะนักวิจัย ในการเขียนข้อเสนอโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำข้อมูลขนาดใหญ่ที่ได้รับจากสถานีตรวจดินไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของกรมพัฒนาที่ดิน และแผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพการผลิตภาคการเกษตร

๕) การถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ให้กับ เจ้าหน้าที่ นักวิชาการ นักเรียน นักศึกษา ประชาชน และเกษตรกรทั่วไป เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูล แนวคิด และการพัฒนาองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน รวมถึงการส่งเสริมให้เกิดการยอมรับในการนำเทคโนโลยี IoTs หรือ smart farming ไปใช้ในพื้นที่ของตนเองมากขึ้น

ตารางที่ ๑ กลุ่มชุดดิน และชุดดินดินที่พบภายในที่ตั้งหน่วยงานของกรมพัฒนาที่ดิน

หน่วยงานในจังหวัด	ชุดดิน	หน่วยงานในจังหวัด	ชุดดิน	หน่วยงานในจังหวัด	ชุดดิน
เชียงราย	29B Mn	จันทบุรี	34 Te, 50D Pto	สิงห์บุรี	4 Cn
เชียงใหม่	29B Mt	ฉะเชิงเทรา	13 Bpg, 35B Mb, 35C Mb, 35D Mb, 40C Mb, 33 Kp, 47 Hs	สุพรรณบุรี	3 Bn
น่าน	35B Pae, 40B Sp	ชลบุรี	43B Sh, 40B Mb	สระบุรี	54B Tk
พะเยา	56C Mt, 56B Mt	ตราด	6 Kl, 34 Te	อ่างทอง	4 Cn
แพร่	35B Pae	ปราจีนบุรี	40B Ptc, 17 Bt	อุทัยธานี	40 Uti
แม่ฮ่องสอน	48C Ty, 60AC	ระยอง	40C Bcg	กาฬสินธุ์	40B Suk
ลำปาง	35Hc	สระแก้ว	40B Dr, 33 Ls	ขอนแก่น	U
ลำพูน	55C Ws	กาญจนบุรี	38fsi Tm	ชัยภูมิ	36B Si
สุโขทัย	6 Skt	ตาก	56B Ps, 33 Kp	นครพนม	40B Ptk
พิจิตร	7 Na	ประจวบคีรีขันธ์	20 Nk	นครราชสีมา	20 Ki, 40B Cpr, 35B Wn
พิษณุโลก	40B Pu, 40B Pch	เพชรบุรี	43 Hh, 3 Bk, 3Sa Sm	บึงกาฬ	17 Re, 49B/56B Pp
เพชรบูรณ์	36B Pe	ราชบุรี	48B Ty, Sc, 48C Ty, 48D Ty, 56B Ly	บุรีรัมย์	40B Ckr
ลพบุรี	52B Tk, SC	กระบี่	50D Pto	มหาสารคาม	40B Ht, 22Bsa Ndg
อุตรดิตถ์	55B Ws, 47D Li	ชุมพร	39B Tg, 39C Te	มุกดาหาร	40B Ptc
กำแพงเพชร	15 Plo, 33B Kp	ตรัง	45B Nok, 17Bhi Pkm, 39B Nat	ยโสธร	35B Yt
ชัยนาท	40B Uti	นครศรีธรรมราช	17 Ko	ร้อยเอ็ด	22 Re, 7hi Cni
นครนายก	10 Ok	นราธิวาส	42 Bh, 34B, 14 Ra Chl, 10Mu, 43 Bc, 14Ts, 50C kkl, 39B Chl, 57 Kd, 57Cyi-Kd	เลย	56B Ps
นครปฐม	33 Ks	ปัตตานี	42 Bh, 39B Kh, SC	สกลนคร	40B Ptc
นครสวรรค์	4Cn, 52B Ln	พังงา	26B Pga	สุรินทร์	15Hi Cni
นนทบุรี	3 Bn	พัทลุง	26Ll	ศรีสะเกษ	40B Ptk
ปทุมธานี	11 Rs	ภูเก็ต	34 Chl, Ml	หนองคาย	49Bb Pp
พระนครศรีอยุธยา	2 Ay	ระนอง	26 Pac	หนองบัวลำภู	40B/RC Pu-RC
สมุทรปราการ	Ml	สตูล	51C Klt, 51D Ho, 51D Klt	อุดรธานี	49B/49Bb Pp MA
สมุทรสงคราม	Aq	สงขลา	22 Ni, 14Ra	อุบลราชธานี	41B Msk, 40B Ptk, 35B Wn
สมุทรสาคร	8 Sso	สุราษฎร์ธานี	17Hi Pkm, 16 Bu, 5 Lgu	อำนาจเจริญ	37Bb Nu, 44Bb Kg
กรุงเทพฯ	8 Tb	ยะลา	53C Ntn, 51C Ho, 51C Klt		

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ด้วยสถานีตรวจดินที่ติดตั้งครอบคลุมหน่วยงานส่วนภูมิภาคภายใต้สังกัดของกรมพัฒนาที่ดิน อาทิ สถานีพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต โครงการในพระราชดำริ ศูนย์ศึกษาฯ และ อื่น ๆ ที่ครอบคลุมครบทั้ง ๗๗ จังหวัด จะสามารถเก็บข้อมูลดินได้ตลอดเวลา ซึ่งจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

๑. สามารถพยากรณ์สภาวการณ์ต่าง ๆ ได้ล่วงหน้า เช่น ภัยแล้ง อุทกภัย หรือ ความเสื่อมโทรมของที่ดิน

๒. ได้รับข้อมูลปฐมภูมิขนาดใหญ่อย่างต่อเนื่อง สามารถนำไปใช้สนับสนุนในงานวิจัย งานเผยแพร่ และช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหารในการกำหนดนโยบายได้

๓. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลดิน เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๑. ด้านเศรษฐกิจ: สถานีตรวจดินทำให้เกิดการเก็บรวบรวมข้อมูลดินขนาดใหญ่ ส่งผลต่อการวางนโยบายดานการจัดการที่ดินเพื่อการเพาะปลูก รวมถึงการพยากรณ์ผลผลิตพืชมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

๒. ด้านสังคม: สถานีตรวจดินสามารถเป็นต้นแบบด้านการเกษตรแม่นยำ และการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อส่งเสริมและให้ความรู้ด้านดิน ให้แก่ นักเรียน นักศึกษา นักวิชาการ หมอดินอาสา เกษตรกร และประชาชนทั่วไป

๓. ด้านทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม: ทรัพยากรดินในพื้นที่ตั้งของสถานีตรวจดิน มีการปรับปรุงบำรุงดินและการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช

ลงชื่อ.....
(นายอภิสิทธิ์ บัวปาย)
ผู้ขอประเมิน
วันที่ ๒๖ / ก.พ. / ๖๕

ความเห็นของผู้บังคับบัญชาระดับกอง หรือสำนัก
(ระบุความเห็น) .....
.....

ลงชื่อ.....
(นายประเสริฐ เทพนรประเวศ)
ผอ.กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาการจัดการงานที่ดิน
ผอ.กอง หรือสำนัก
วันที่ ๒๓ / ก.พ. / ๖๕