

ผลของการทำไม้ออกโดยวิธีเลือกตัด ต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สวนป่า จังหวัดแพร่

Effect of Cutting Out of Wood by Selection Cutting Method on Soil Erosion in the Plantation Area, Phrae Province

ขรรค์ชัย ประสานัย*

ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

พัชเรศร์ ชัคัตตริย์กุล

ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Khanchai Prasanai*

Forest Engineering Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Patchares Chacuttrikul

Conservation Department, Faculty of Forestry, Kasetsart University,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Received: August 28, 2019; Accepted: September 9, 2019

บทคัดย่อ

ปัจจุบันสวนป่าเป็นแหล่งผลิตไม้เพียงแหล่งเดียวของประเทศไทย การทำไม้ในสวนป่าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ แต่เนื่องจากสวนป่าส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนพื้นที่สูง ทำให้ง่ายต่อการชะล้างพังทลายของดิน อีกทั้งการศึกษาถึงผลของการทำไม้ออกยังมีไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาถึงผลของการทำไม้ออกต่ออัตราการชะล้างพังทลายของดินของพื้นที่สวนป่าสัก 4 แห่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพิจารณาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเดิมที่เป็นสวนป่าสัก ไปเป็นพื้นที่ที่มีการทำไม้ออกจนมีลักษณะคล้ายพื้นที่ป่าเต็งรังเสื่อมโทรมต่อการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหลังจากการทำไม้ออกพื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงขึ้นประมาณ 2.84 เท่า โดยอัตราการชะล้างพังทลายของดินบริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชันมีค่า 78.79, 120.39, 68.36, และ 60.38 ตัน/เฮกตาร์/ปี ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการลดลงของพืชที่ปกคลุมผิวหน้าดิน ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นจึงควรมีการพิจารณาการทำไม้รอบคอบและเหมาะสม

คำสำคัญ : การเลือกตัด; การชะล้างพังทลายของดิน; สวนป่า

Abstract

At present, forest plantations are the only source of wood in Thailand, thus logging is important. However, most plantation areas located on high ground make soil erosion easily. Since there is not much research on the effect of logging, this research is interested in studying the impact of the cutting out of wood by selection cutting on the soil erosion rates in 4 plantation areas. The main objective is to consider the impact of land use (changing from teak plantation area to the area that has been cutting out followed by the land use similar to degraded deciduous forest) on soil erosion. The results from this study illustrate that the soil erosion rates after cutting out of wood by selection cutting in all of 4 plantation areas were increased around 2.84 times of soil erosion before cutting wood. Soil erosion rates at Khun Mae Kham Me, Ma Khampong, Mae Sa Roi, and Wang Chin forest park were 78.79, 120.39, 68.36, and 60.38 tons/ha/year, respectively. These are related to the decrease of cover plant in the surface soil, which is one of the factors that protects soil surface and reduces soil erosion rate. Consequently, before cutting out of wood, we should consider carefully and appropriately about the impact that may occur in the future.

Keywords: selection cutting method; soil erosion; plantation area

1. คำนำ

ประเทศไทยได้ประกาศยกเลิกการทำไม้ในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 อย่างไรก็ตาม ความต้องการใช้ไม้ยังคงมีอยู่และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งกิจกรรมการทำไม้ในปัจจุบันสามารถกระทำได้ในพื้นที่สวนป่าหรือป่าปลูกเท่านั้น ป่าปลูกจึงถือเป็นแหล่งผลิตไม้ที่สำคัญ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาการตัดไม้ทำลายป่า เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน ทำหน้าที่ปกป้องทรัพยากรดินและน้ำ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ ก่อให้เกิดการสร้างงานกับชุมชนท้องถิ่น และดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ (Savill *et al.*, 1997; Siry *et al.*, 2001; Carle *et al.*, 2002; Evans and Turnbull, 2003) ดังนั้นป่าปลูกจึงมีความสำคัญอย่างมากทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม พื้นที่ที่มีการทำไม้ในหลายพื้นที่โดยเฉพาะพื้นที่ในความดูแลขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจหลักที่ได้รับมอบพื้นที่

บางส่วนจากกรรมป่าไม้ เพื่อปลูกเป็นสวนป่า และมุ่งเน้นในการทำไม้ในป่าเศรษฐกิจ ทั้งนี้สภาพพื้นที่บางส่วน เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การทำไม้ในพื้นที่ดังกล่าวทั้งการทำไม้ออก และการเข้าใช้พื้นที่อาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดินในพื้นที่ เช่น การอัดแน่นของผิวหน้าดินเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเหยียบย่ำและทำไม้ในพื้นที่ ส่งผลให้ความซบซึมน้ำของดินลดลง เมื่อฝนตกและเกิดการไหลบ่าของน้ำผิวดิน อาจทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และสูญเสียดินบริเวณผิวหน้าดินมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงผลของการทำไม้ต่อการชะล้างพังทลายของดินทั้งในระดับโลก ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก อีกทั้งยังไม่พบการศึกษาในประเทศไทย โดยการศึกษาส่วนใหญ่จะกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การเปลี่ยนจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมต่อการชะล้างพังทลายของดิน เช่น การศึกษาของ Wu (2008) และ Elliot (2010) ที่

พบว่า การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรมและการทำลายป่าไม้จนเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม จะส่งผลให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายของดินมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้สมการสูญเสียดินสากล หรือ USLE (Universal Soil Loss Equation) ซึ่งเป็นสมการที่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่เป็นหนึ่งในปัจจัยหลักที่ควบคุมอัตราการชะล้างพังทลายของดิน อีกทั้งยังเป็นสมการการประเมินค่าการสูญเสียดินที่มีความถูกต้องสูง ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีความใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการตรวจวัดจริง (Zhang *et al.*, 2013) และมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย (Wade *et al.*, 2012, Mondal *et al.*, 2018) มาใช้ในการประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินทั้งก่อนและหลังการทำกิจกรรมการทำให้ผิวดินในพื้นที่สวนป่าทั้งสิ้น 4 แห่ง ในอำเภอร่องขวางและอำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลของการทำให้ผิวดินต่อการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณา และเลือกตัดไม้ออกจากพื้นที่ได้อย่างถูกวิธี และเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีการทำไม้ต่อไป

2. วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินในช่วงก่อนและหลังการทำให้ผิวดิน โดยวิธีการเลือกตัด จากสมการสูญเสียดินสากล USLE โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการคำนวณค่าการชะล้างพังทลายของดินจากพื้นที่แปลงเลือกตัดของสวนป่าสัก 4 แห่ง คือ สวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำปอง อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ สวนป่าแม่สรอยและสวนป่าวังชัน อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำหนดพื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษาในการประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการ USLE โดยเลือกศึกษาเฉพาะพื้นที่ที่มีการทำไม้ผิวดินโดยวิธีการเลือกตัด (selection cutting) ซึ่งมีกำหนดการดำเนินการกิจกรรมการทำให้ผิวดินกล่าวในปี พ.ศ. 2560 ที่ผ่าน มา ของสวนป่าสัก 4 แห่ง คือ สวนป่าขุนแม่คำมี และสวนป่าแม่คำปอง อำเภอร่องขวาง จังหวัดแพร่ สวนป่าแม่สรอยและสวนป่าวังชัน อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ เพื่อทราบผลกระทบของกิจกรรมการทำให้ผิวดินในสวนป่าต่าง ๆ

2.2 การจัดเตรียมข้อมูล และคำนวณปัจจัยที่ใช้ในการประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดิน

การศึกษานี้จัดเตรียมข้อมูลและคำนวณปัจจัยที่ใช้ในการประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดินด้วยสมการ USLE โดยกำหนด cell size 20 เมตร แล้วใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์คำนวณปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น 6 ปัจจัย (Wischmeier and Smith, 1965; Wischmeier and Smith, 1978; Sriwongsitanon *et al.*, 2009) ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

เมื่อ A คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณดินที่สูญเสีย (soil loss) หน่วยเป็นตัน/เฮกเตอร์/ปี; R คือ ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall and runoff erosivity factor); K คือ ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (soil erodibility factor); L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length factor); S คือ ค่าปัจจัยความลาดชัน (slope steepness factor); C คือ ค่าปัจจัยพืชและการจัดการ (crop management factor); P คือ ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor)

2.2.1 ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (rainfall erosivity factor, R-factor)

ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนของพื้นที่สวนป่าสักทั้ง 4 สวนป่าอยู่ในจังหวัดแพร่ ซึ่งอยู่ภาคเหนือของประเทศไทยจึงเลือกใช้สมการในการคำนวณค่า R ของ มนุ และคณะ (2527) ได้สร้างสมการ (2) เพื่อใช้ประเมินค่า R factor คือ

$$R = (0.4669X) - 12.1415 \quad (2)$$

โดย R ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (ตัน/เฮกแตร์/ปี); X ปริมาณฝนรายปีในปี พ.ศ. 2559 (มิลลิเมตร/ปี) แต่ละพื้นที่

โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี พ.ศ. 2559 ของสถานีวิจัยต้นน้ำยมและสถานีอำเภอวังชิ้นจากกรมชลประทาน พบว่าสวนป่าขุนแม่คำมีและสวนป่าแม่คำป่องมีปริมาณน้ำฝนรายปีและค่า R-factor 1,487.9 มิลลิเมตร และ 682.6 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ สวนป่าแม่สรอยและสวนป่าวังชิ้นมีปริมาณน้ำฝนรายปีและค่า R-factor 1,678.5 มิลลิเมตร และ 771.3 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำฝนรายปีจากสถานีอำเภอวังชิ้นมากกว่าสถานีวิจัยต้นน้ำยม ทำให้ค่า R-factor ของสวนป่าแม่สรอยและสวนป่าวังชิ้นมากกว่าสวนป่าขุนแม่คำมี และสวนป่าแม่คำป่อง

2.2.2 ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (soil erodibility factor, K-factor)

ปัจจัยความคงทนต่อการกร่อนของดิน (Wischmeier and Smith, 1978) เป็นค่าตัวเลขค่าน้อยที่สุดตั้งแต่ 0.04 สำหรับดินที่ยากต่อการกร่อน จนถึง 0.6 สำหรับดินที่ง่ายต่อการกร่อนที่สุด ดินในประเทศไทย มีค่า K 0.04-0.56 โดยในพื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง จะกำหนดค่า K ตามข้อมูลกลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ค่าปัจจัยความคงทนของดินขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน ซึ่งในบริเวณสวนป่าแม่สรอยมีค่า K-factor สูงที่สุด คือ 0.35 และสวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำป่อง และสวนป่าวังชิ้นมีค่า K-factor ใกล้เคียงกันเฉลี่ยประมาณ 0.26, 0.27 และ 0.27

ตามลำดับ ดังนั้นสวนป่าแม่สรอยจึงมีความคงทนของดินต่อการชะล้างพังทลายของดินต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของสวนป่าแม่สรอยอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 47 (K-factor = 0.33) มีลักษณะดินตื้นถึงตื้นมาก ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย แปร อีกทั้งยังมีดินจากกลุ่มชุดดินที่ 33 ที่มีค่า K-factor = 0.49 เนื่องจากลักษณะดินที่เป็นดินร่วนปนทรายแปรและง่ายต่อการชะล้างพังทลายปะปนอยู่ ทำให้ดินบริเวณสวนป่าแม่สรอยมีค่า K-factor สูงที่สุดและง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายมากกว่าดินในสวนป่าอื่น ๆ ที่ส่วนใหญ่อยู่ในชุดดินที่ 48 (K-factor = 0.27, สวนป่าวังชิ้นและแม่คำป่อง) และ 29 (K-factor = 0.24, สวนป่าขุนแม่คำมี)

2.2.3 ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียง (slope length factor, L-factor)

นำเข้าข้อมูลเส้นชั้นความสูงภายในพื้นที่แต่ละแปลง ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงในการสร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) ขนาด cell size 20 เมตร เพื่อคำนวณทิศทางการไหลของน้ำ (flow direction) จากสมการ (3)

$$L = (\lambda/22.13)^m \quad (3)$$

โดย λ คือ ระยะทางตามแนวราบของพื้นที่ลาดชัน; m คือ เลขยกกำลังผกผันแปรตามความลาดชัน โดยค่า m จะมากถ้าพื้นที่ที่มีความลาดเอียงมาก และค่า m จะน้อยเมื่อพื้นที่ที่มีความลาดเอียงน้อย

หากพื้นที่ที่มีความลาดชัน 0-1 % ค่า m = 0.2

หากพื้นที่ที่มีความลาดชัน 1.1-3 % ค่า m = 0.3

หากพื้นที่ที่มีความลาดชัน 3.1-5 % ค่า m = 0.4

หากพื้นที่ที่มีความลาดชัน 5.1-21 % ค่า m = 0.5

หากพื้นที่ที่มีความลาดชัน >21.1 % ค่า m = 0.7

เนื่องจากค่าปัจจัยความยาวของความลาดเอียงขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของน้ำในพื้นที่ และขนาดของ cell size ที่กำหนดในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งได้กำหนด

ขนาดของ cell size ทั้ง 4 ส่วนป่าจะมีค่า 20x20 เมตร ทำให้ค่าปัจจัยความลาดเอียงมีค่าเท่ากัน คือ 0.951-1.131

2.2.4 ค่าปัจจัยความลาดชัน (slope steepness factor, S-factor)

นำเข้าข้อมูลเส้นชั้นความสูงภายในพื้นที่แต่ละแปลง ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงในการสร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (digital elevation model, DEM) ขนาด cell size 20 เมตร เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ (s) แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่า S-factor ตามสมการดังนี้

พื้นที่ที่มีความลาดเอียง 0-9 เปอร์เซนต์ ใช้สมการ $S = 0.065 + 0.045s + 0.0065 s^2$ (4)

พื้นที่ความลาดเอียงมากกว่า 9 เปอร์เซนต์ ใช้สมการ $S = 6.4 \times \sin \{ \arctan (s/100) \}^{0.75} \times \cos \{ \arctan (s/100) \}$ (5)

เมื่อ S คือ ค่าปัจจัยความลาดเอียง; s คือ เปอร์เซนต์ความลาดเอียง (%)

พื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี แม่คำปอง แม่สรอย และวังชันมีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 21.66, 27.80, 10.72 และ 11.79 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสวนป่าขุนแม่คำมีและแม่คำปองมีความลาดชันสูงกว่าสวนป่าแม่สรอยและวังชัน เนื่องจากสวนป่าทั้งสองแหล่งเป็นสวนป่าบนพื้นที่สูง และพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันสูง ดังนั้นเมื่อคำนวณค่า S-factor จึงพบว่าสวนป่าแม่คำปองมีค่า S-factor สูงที่สุด คือ 0.082-3.223 รองลงมา คือ สวนป่าขุนแม่คำมี ซึ่งมีค่า S-factor 0.076-3.288 สวนป่าแม่สรอยและวังชันมีค่า S-factor 0.065-2.550 และ 0.067-2.901 ตามลำดับ

2.2.5 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (crop management factor, C-factor)

นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกำหนดค่าปัจจัยการจัดการพืช โดยก่อนมีการทำไม้ ออก การใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้ง 4 สวนป่า

เป็นพื้นที่สวนป่าสัก ซึ่งมีค่า C-factor 0.088 ตามการกำหนดของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) และหลังจากการทำไม้ ออกโดยวิธีการเลือกตัด พบว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่มีลักษณะคล้ายพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ซึ่งมีค่า C-factor 0.25 เนื่องจากลักษณะของการทำไม้ของสวนป่านั้นจะยังคงเหลือไม้ไว้บางส่วน และยังมีกิ่งเศษไม้กองไว้ทำให้พื้นที่ไม้ได้ถูกเปิดโล่งจนเหลือแต่ดินเช่นเดียวกับการบุกรุกพื้นที่เพื่อการเกษตร ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ค่า C-factor ของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินหลังจากการทำไม้ ออกของทั้ง 4 สวนป่า

2.2.6 ค่าปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice factor, P-factor)

นำเข้าข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อกำหนดปัจจัยมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งในพื้นที่ทั้ง 4 สวนป่า ไม่มีการกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำจึงกำหนดค่า P-factor 1 ในทุกสวนป่า

2.3 คำนวณค่าการชะล้างพังทลายของดินจากสมการ USLE

นำข้อมูล raster ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทุกปัจจัยเข้าสู่โปรแกรม ArcGIS ได้แก่ ชั้นข้อมูล R-factor, K-factor, L-factor, S-factor, C-factor และ P-factor แล้วนำข้อมูลมาซ้อนทับกัน (overlay) โดยใช้ map algebra เพื่อกำหนดค่าการชะล้างพังทลายของดินจากสมการ USLE หรือ A ของแต่ละกริดในแต่ละแปลงออกมาเป็นปริมาณการสูญเสียดินในหน่วย ตัน/เฮกแตร์/ปี แล้วเปรียบเทียบค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยของการชะล้างพังทลายของดินแต่ละสวนป่า และคำนวณอัตราการสูญเสียหน้าดินออกจากพื้นที่เป็นปริมาณความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่ (catchment erosion rate, CER) ตามสมการ (6)

$$CER = (TS / 1.50 \times A \times 10^3) \quad (6)$$

โดยที่ CER คือ อัตราการสูญเสียหน้าดิน หน่วย มิลลิเมตร; A คือ ขนาดพื้นที่ หน่วย ตารางกิโลเมตร; TS คือ ปริมาณตะกอนทั้งหมด หน่วย ตัน; 1.50 คือ ค่าคงที่ของความหนาแน่นของตะกอน หน่วย กรัม/ลูกบาศก์เมตร

2.4 การจัดระดับความรุนแรงของการสูญเสียดิน

นำชั้นข้อมูลปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมาจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ตามเกณฑ์ การจัดชั้นอัตราการสูญเสียดินโดยยึดช่วงค่าตามการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน (2545) ทั้งในเชิงปริมาณและความสูงของดินที่สูญเสียไป (ตารางที่ 1) แล้วคำนวณสัดส่วนพื้นที่แต่ละระดับชั้นเพื่อเปรียบเทียบระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของแต่ละสวนป่า

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	อัตราการสูญเสียดิน		
	ตัน/ไร่/ปี	ตัน/เฮกแตร์/ปี	มิลลิเมตร/ปี
1 : น้อยมาก	0-2	0-12.50	0.00-0.96
2 : น้อย	2-5	12.5-31.25	0.96-2.40
3 : ปานกลาง	5-15	31.25-93.75	2.40-7.20
4 : รุนแรง	15-20	93.75-125.00	7.20-9.60
5 : รุนแรงมาก	มากกว่า 20	มากกว่า 125	มากกว่า 9.60

1 เฮกแตร์ = 6.25 ไร่

3. ผลการวิจัย

ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินก่อนและหลังการทำไม้แบบเลือกตัด โดยใช้สมการ USLE ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชัน พบว่าหลังจากการทำไม้เลือก อัตราการชะล้างพังทลายของดินมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม หรือก่อนการทำไม้เลือกมากกว่า 2 เท่า โดยก่อนการทำไม้เลือก พื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชัน มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินเท่ากับ 27.73, 42.38, 24.06, และ 21.25 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ ซึ่งเมื่อจัดอันดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินตามเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (ตารางที่ 1) พบว่า สวนป่าขุนแม่คำมี แม่สรอย และวังชัน จัดอยู่ในความรุนแรงระดับน้อย

และสวนป่าแม่สรอยจัดอยู่ในความรุนแรงระดับปานกลาง เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่มีพืชปกคลุมดิน ซึ่งมีส่วนช่วยลดอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้ แต่หลังจากการทำไม้เลือกพบว่าอัตราการชะล้างพังทลายของดินบริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชัน เพิ่มขึ้นอย่างมาก และมีค่าเท่ากับ 78.79, 120.39, 68.36, และ 60.38 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งส่วนใหญ่จัดอยู่ในความรุนแรงระดับปานกลาง ยกเว้นสวนป่าแม่คำปองที่มีค่าอัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงที่สุด จัดอยู่ในระดับรุนแรง ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง สูญเสียพืชที่ช่วยปกคลุมผิวน้ำดิน ทำให้ผิวน้ำของดินกระทบกับเม็ดฝนโดยตรง และส่งผลให้อัตราการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

นอกจากนั้นเมื่อคำนวณอัตราการชะล้างพังทลายของดินเป็นปริมาณความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่ พบว่าสวนป่าแม่คำปองมีปริมาณความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่มากที่สุดคือ 8.026 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งเพิ่มขึ้นจากก่อนการทำไม้ออกมากกว่า 5 มิลลิเมตร/ปี (ตารางที่ 2) รองลงมา คือ สวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชัน ซึ่งมีปริมาณความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่เพิ่มขึ้นจากก่อนการทำไม้ออกอย่างน้อย 2.5 มิลลิเมตร/ปี

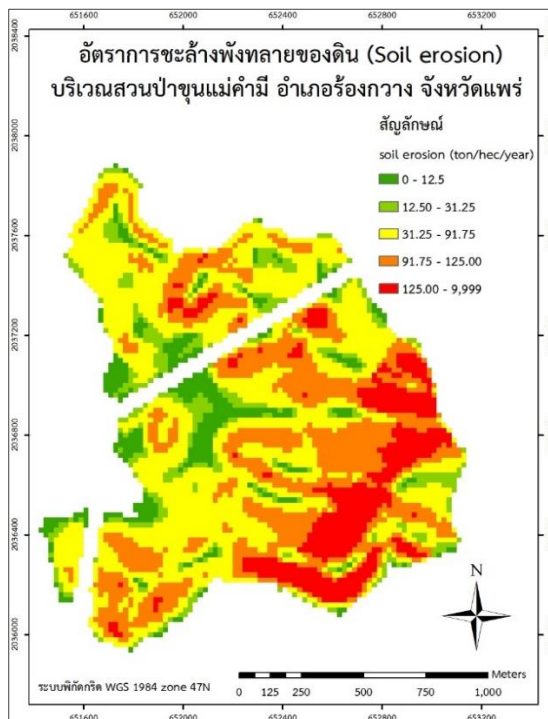
อีกทั้งเมื่อแบ่งตามระดับชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินเป็น 5 ระดับ ได้แก่ น้อยมาก น้อย ปานกลาง รุนแรง และรุนแรงมาก พบว่าระดับการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่หลังจากการทำไม้ออกในสวนป่าขุนแม่คำมีอยู่ในระดับปานกลาง 42.25 % และรุนแรง 27.62 % ของพื้นที่ทั้งหมด สวนป่าแม่คำปองส่วนใหญ่อยู่ในระดับรุนแรงมาก 52.03 % รองลงมา คือ ระดับรุนแรง 23.44 % สวนป่าแม่สรอยและสวนป่าวังชันมีระดับการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละระดับ ไม่ต่างกัน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการ USLE ในพื้นที่สวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชัน

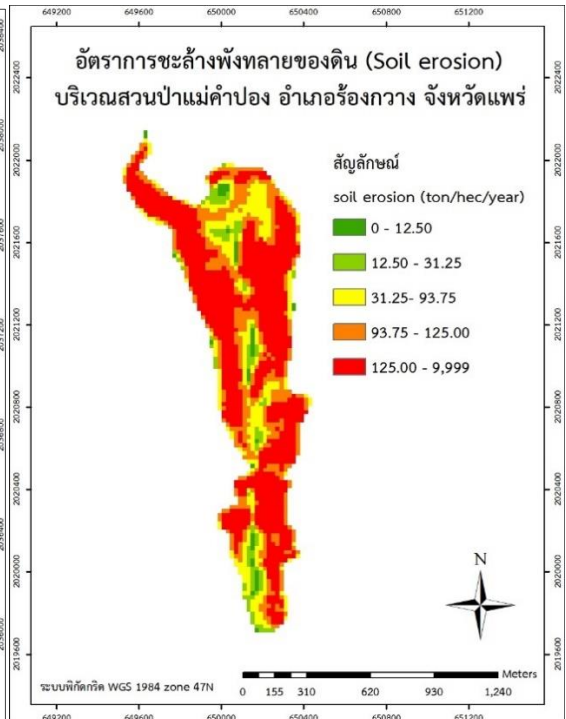
สวนป่า	พื้นที่ (เฮกแตร์)	ก่อนการทำไม้ออก			หลังการทำไม้ออก		
		อัตราการชะล้างพังทลายของดิน (A) (ตัน/เฮกแตร์/ปี)	ปริมาณการสูญเสียดินทั้งหมด (ตัน/ปี)	ความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่ (มิลลิเมตร/ปี)	อัตราการชะล้างพังทลายของดิน (A) (ตัน/เฮกแตร์/ปี)	ปริมาณการสูญเสียดินทั้งหมด (ตัน/ปี)	ความสูงของดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่ (มิลลิเมตร/ปี)
ขุนแม่คำมี	189.80	27.73	5,263.62	1.85	78.79	14,953.47	5.25
แม่คำปอง	88.40	42.38	3,745.91	2.83	120.39	10,641.79	8.03
แม่สรอย	189.51	24.06	4,560.15	1.60	68.36	12,954.97	4.56
วังชัน	218.87	21.25	4,651.64	1.42	60.38	13,214.71	4.03

ตารางที่ 3 ร้อยละพื้นที่ในแต่ละระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินหลังการทำไม้ออกในแต่ละสวนป่า

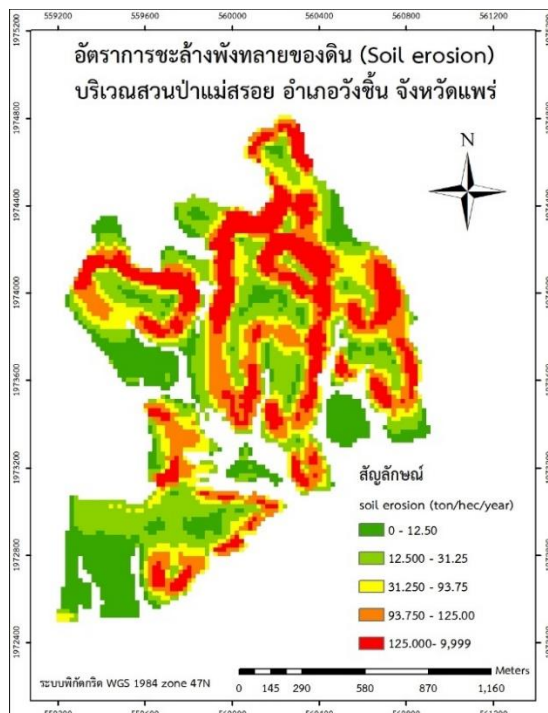
ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	ร้อยละพื้นที่ในแต่ละระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน			
	สวนป่าแม่คำมี	สวนป่าแม่คำปอง	สวนป่าแม่สรอย	สวนป่าวังชัน
1 : น้อยมาก	8.19	2.03	19.85	23.01
2 : น้อย	9.98	5.28	25.97	21.45
3 : ปานกลาง	42.25	17.22	16.29	26.43
4 : รุนแรง	27.62	23.44	18.38	20.19
5 : รุนแรงมาก	11.96	52.03	19.51	8.92



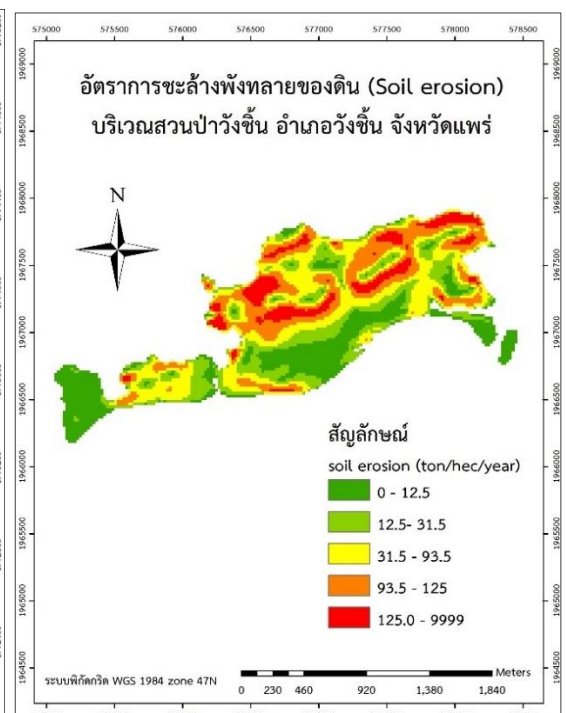
(ก) สวนป่าขุนแม่คำมี



(ข) สวนป่าแม่คำปอง



(ค) สวนป่าแม่สร้อย



(ง) สวนป่าวังชัน

รูปที่ 1 ระดับชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินหลังจากการทำไม้ออกในแต่ละสวนป่า

มากนัก โดยสวนป่าแม่สรอยพื้นที่ประมาณ 25.97 % ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในระดับน้อย รองลงมา คือ ระดับน้อยมากและรุนแรงมาก ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 19.85 และ 19.51 % ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ และสวนป่าวังชันมีระดับการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่ประมาณ 26.43 % อยู่ใน ระดับปานกลาง รองลงมาคือ อยู่ในระดับน้อยมาก ประมาณ 23.01 % ของพื้นที่ทั้งหมด (ตารางที่ 3 และรูปที่ 1)

4. วิจารณ์ผลการวิจัย

อัตราการชะล้างพังทลายของดินขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งสิ้น 6 ปัจจัย คือ สภาพภูมิอากาศ ความคงทนของดิน ความลาดชันและความยาวของความลาดชัน พืชที่ปกคลุมดิน และมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งการศึกษาค้นคว้ามุ่งเน้นศึกษาในด้านของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชที่ปกคลุมดิน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งที่ช่วยอนุรักษ์ดิน ปกคลุมผิวหน้าดิน ลดแรงปะทะของเม็ดฝนต่อผิวหน้าดิน ป้องกันและลดผลกระทบจากน้ำไหลบ่าหน้าผาผิวดิน ช่วยให้ดินยึดเกาะกัน และป้องกันการเกิดการชะล้างพังทลายของผิวหน้าดิน

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการทำไม้แบบเลือกตัดได้อย่างชัดเจน โดยจากเดิมที่พื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง เป็นพื้นที่สวนป่าสัก มีต้นสักช่วยปกคลุมผิวหน้าดิน และลดแรงปะทะของเม็ดฝนที่จะมากระทำต่อผิวหน้าดิน ทำให้อัตราการชะล้างพังทลายของดินไม่สูงมากนัก และส่วนใหญ่อยู่ในระดับน้อย แต่เมื่อมีการทำไม้แบบเลือกตัด ส่งผลให้พื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินคล้ายคลึงกับพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม คือ เป็นพื้นที่ดินเปิดโล่ง มีไม้ใหญ่เหลืออยู่เพียงเล็กน้อย และมีพืชพื้นล่างกระจายอยู่รอบ ๆ แปลง ประมาณ 10 % ของพื้นที่ศึกษา พืชเหล่านี้สามารถช่วยปกคลุมผิวหน้าดิน ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่งผลให้ผิวหน้า

ดินง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลาย และทำให้พื้นที่สวนป่าทั้ง 4 แห่ง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงขึ้นอย่างมากหลังการทำไม้แบบเลือกตัด โดยสูงขึ้นเฉลี่ย 2.84 เท่าของอัตราการชะล้างพังทลายของดินก่อนการทำไม้แบบเลือกตัด โดยอัตราการชะล้างพังทลายของดินบริเวณสวนป่าขุนแม่คำมี สวนป่าแม่คำปอง สวนป่าแม่สรอย และสวนป่าวังชันมีค่า 78.79, 120.39, 68.36, และ 60.38 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ ซึ่งสวนป่าที่มีค่าสูงที่สุด คือ สวนป่าแม่สรอย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงที่สุด เมื่อพืชปกคลุมดินลดลงจึงได้รับผลกระทบจากแรงกระทำของเม็ดฝนมากที่สุด และส่งผลให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินสูงที่สุด

การศึกษาค้นคว้านี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Sudarmadji (2001) และ Wenger และคณะ (2018) ที่ศึกษาผลของการทำไม้ต่อการชะล้างพังทลายของดิน พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหรือการลดลงของพืชที่ปกคลุมผิวหน้าจากการทำไม้ (logging) จะส่งผลต่อการไหลบ่าของน้ำผิวดิน (surface runoff) และการชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) โดยตรง และเห็นผลกระทบได้อย่างชัดเจน

5. สรุป

การศึกษ้อัตราการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่สวนป่า 4 แห่ง ในอำเภอร่องวางและวังชัน จังหวัดแพร่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาทำไม้แบบเลือกตัดและเหมาะสมกับพื้นที่ที่มีการทำไม้มากที่สุด เนื่องจากการทำไม้แบบเลือกตัดมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่มีกิจกรรมการทำไม้อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งการทำไม้ที่มากเกินไปหรือไม่ถูกต้อง ส่งผลถึงปริมาณพืชที่ปกคลุมผิวหน้าดิน ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและสูญเสียผิวหน้าดินเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อัตราการชะล้างพังทลายของดินที่เพิ่มสูงขึ้น

อาจเป็นผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามมา เช่น การสูญเสียผิวหน้าดินและธาตุอาหารในดินมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของตะกอนในแหล่งน้ำจากปริมาณผิวหน้าดินที่ถูกชะล้างและไหลปะปนกับน้ำผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ เป็นเหตุให้แหล่งน้ำตื้นเขิน ทำให้พื้นที่เก็บกักน้ำในธรรมชาติลดลง ส่งผลให้มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลันในฤดูฝน และการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งได้มากขึ้น ดังนั้นในพื้นที่สวนปาดังกล่าวจึงควรมีการพิจารณาถึงปริมาณไม้ที่จะตัดออกอย่างรอบคอบและเหมาะสม อีกทั้งควรมีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างถูกวิธี เพื่อป้องกันและลดอัตราการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย เรื่อง การศึกษาระบบการทำไม้เพื่อการจัดการสวนปาล์อย่างยั่งยืน กรณีศึกษาจังหวัดแพร่ (A study on prevailing logging systems for sustainable management of Teak plantation: Case study Phrae province) ภายใต้โครงการวิจัยการศึกษาผลกระทบจากการทำไม้ในสวนปาล์ (Study of logging impacts in a Teak plantation) และขอขอบคุณองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ หัวหน้าสวนป่า และเจ้าหน้าที่สวนป่าไม้ทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล

7. References

กรมพัฒนาที่ดิน, 2543, การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
กรมพัฒนาที่ดิน, 2545, การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มนู ศรีขจร, อรรถ สมร่าง, ไพบุญย์ ประโมจน์ย์, สุทธิพงษ์ ประทับวิทย์, ไชยสิทธิ์ อเนกสัมพันธ์ และปทุมพร พงษ์เพ็ง, 2527, การใช้สมการสูญเสียดินสากลสำหรับประเทศไทย, รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2527, กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

Carle, J., Vuorinen, P. and Lungo, A.D., 2002, Status and trends in global forest plantation development, For. Prod. J. 52: 1-13.

Elliot, W., 2010, Effects of forest biomass use on watershed processes in the Western United States, Western J. Appl. For. 25: 12-17.

Evans, J. and Turnbull, J.W., 2003, Plantation Forestry in the Tropics, 3rd Ed. Oxford University Press, Oxford, 480 p.

Mondal, A., Khare, D. and Kunda, S., 2018, A comparative study of soil erosion modelling by MMF, USLE and RUSLE, Geocarto Int. 33: 89-103.

Savill, P., Evans, J., Auclair, D. and Falck, J., 1997, Plantation Silviculture in Europe, Oxford University Press, Oxford, 297 p.

Siry, J.P., Cubbage, F.W. and Abt, R.C., 2001, The Role of Plantations in World Forestry, Available Source: <http://sofew.cfr.msstate.edu/papers/25siry.pdf>, August 3, 2019.

Sriwongsitanon, N., Surakit, K. and Hawkins, P.R., 2009, A water balance budget for Bung Boraphet: A flood plain wetland-reservoir complex in Thailand, Water 1: 54-79.

Sudarmadji, T., 2001, Impact of Logging and Forest Fires on Soil Erosion in Tropical Humid Forest in East Kalimantan, pp. 35-

- 44., In Rehabilitation of Degraded Tropical Forest Ecosystems: Workshop Proceedings, Bogor.
- Wade, C., Bolding, M., Aust, W., Lakel III, W. and Schilling, E. , 2012, Comparing sediment trap data with the USLE-forest, RUSLE2, and WEPP-road erosion models for evaluation of bladed skid trail BMPs, Am. Soc. Agric. Biol. Eng. 55: 403-414.
- Wenger, A., Atkinson, S., Santini, T., Falinski, K., Hutley, N., Albert, S., Horning, N., Watson, J., Mumby, P. and Jupiter, S., 2018, Predicting the impact of logging activities on soil erosion and water quality in steep, forested tropical islands, Environ. Res. Lett. 13: 1-12.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D. , 1965, Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of Rocky Mountains: Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation, Agriculture Handbook No.282, USDA, Washington, DC.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D., 1978, Predicting Rainfall Erosion Losses a Guide to Conservation Planning, Agriculture Handbook No.282, USDA, Washington, DC.
- Wu, J., 2008, Land Use changes: Economic, social and environmental impacts, Agric. Appl. Econ. Assoc. 23: 6-10.
- Zhang, H., Yang, Q., Li, R., Liu, Q., Moore, D., He, P., Ritsema, C. and Geissen, V., 2013, Extension of a GIS procedure for calculating the RUSLE equation LS factor, Comput. Geosci. 52: 177-188.