พลังชะล้างพังทลายดินของฝนในสมการสูญเสียดินสากล บนพื้นที่ภูเขาภาคเหนือของประเทศไทย

โดย

นิพนธ์ ตั้งธรรม

ศุภรัตน์ สำราญ

1. เรื่อง พลังชะล้างพังทลายดินของฝนในสมการ การสูญเสียดินสากลบนพื้นที่ภูเขาทางภาคเหนือของประเทศไทย

Rainfall Erosivity Factor in the Universal Soil Loss Equation for Mountainous Areas of Northern Thailand

2. ชื่อผู้เสนอ

2.1 นายนิพนธ์ ตั้งธรรม
ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์
หน่วยงาน ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 นายศุภรัตน์ สำราญ
ตำแหน่ง นักวิชาการป่าไม้
หน่วยงาน กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้

3. บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ศักยนีพลังงานของฝน (R) ที่ใช้ในการคาดคะเนการชะล้างพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation) บนพื้นที่ภูเขาภาคเหนือของประเทศไทย ได้ใช้ข้อมูลน้ำฝนที่บันทึกด้วยเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติที่ติดตั้ง ณ บริเวณสถานีตรวจอากาศของสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ ที่รวบรวมระหว่างปี พ.ศ. 2509 - 2525 รวมระยะเวลา 16 ปี ผลการศึกษาปรากฏว่า R เฉลี่ยรายปีมีค่า 1,006 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุด 1,528 และ 509 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ R เฉลี่ยสำหรับฤดูฝนมีค่า 919 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ โดยมีค่าสูงสุดและต่ำสุด 1,369 และ 496 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ตามลำดับ สำหรับค่า R เฉลี่ยรายเดือนจะสูงสุดในเดือนกันยายน 225 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ R มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของฝนอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทั้งความสัมพันธ์รายปี รายฤดู และรายเดือน ค่า R ทั้งปีของพื้นที่ภูเขาภาคเหนือจัดอยู่ในระดับสูง ซึ่งจะมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินเป็นอย่างมาก ถ้าพืชคลุมดินบริเวณต้นน้ำลำธารถูกทำลายไป

4. คำนำ

ได้มีการคาดหมายกันว่า ถ้าป่าไม้บริเวณต้นน้ำลำธารในภาคเหนือของ

/ประเทศไทย..

ประเทศไทยถูกทำลายลงเป็นอาณาบริเวณกว้างขวางแล้ว ดินบนพื้นที่ลุ่มน้ำบนภูเขาเหล่านั้นจะถูกชะล้างพังทลายลงมาทับถมพื้นที่ตอนล่างและพื้นที่เหนือเขื่อนที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมหาศาล อันที่จริงแล้วกระบวนการชะล้างพังทลายของดินบนพื้นที่ภูเขานั้นมีปัจจัยหลายประการ แต่ที่สำคัญก็ได้แก่พลังงานของน้ำฝน ความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และลักษณะของพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมลุ่มน้ำ นักอนุรักษ์ดินและน้ำได้พยายามที่จะคาดคะเนการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลาดชันอันเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ดังกล่าว เพื่อประโยชน์ในการหาแนวโน้มของการสูญเสียดินจากพื้นที่ทำเกษตรกรรม และหาแนวทางในการควบคุมความรุนแรงของกระบวนการดังกล่าว จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1958 Wischmeier and Smith ได้เสนอสมการชื่อ Universal Soil Loss Equation หรือใช้ตัวย่อว่า USLE เป็นเครื่องช่วยในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน โดยสมการดังกล่าวมีรูปแบบเป็น $A = RKCPLS$ ซึ่ง A คือ ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายเป็น ตัน/เอเคอร์/ปี R คือ ดัชนีพลังชะล้างพังทลายของฝน (ฟุต-ตัน/เอเคอร์/ปี) C คือ ดัชนีแสดงอิทธิพลของพืชที่ขึ้นปกคลุมต่อการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน P คือ ดัชนีแสดงอิทธิพลของมาตรการปลูกพืชและวิธีการอนุรักษ์ที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน ส่วน LS เป็นดัชนีชี้อิทธิพลร่วมกันของระดับความลาดเทของพื้นที่และความยาวของแนวความลาดเทที่มีต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งกล่าวได้ว่าการที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำจะถูกชะล้างพังทลายได้มากน้อยเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับ พลังชะล้างพังทลายของฝน (R) ลักษณะภูมิประเทศ (LS) การจัดการพืชคลุมดิน (C) และมาตรการอนุรักษ์ดิน (P) เป็นสำคัญ

จากสมการและนโยบายของกระบวนการชะล้างพังทลายของดินดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ถ้าฝนตกจำนวนน้อยพลังชะล้างพังทลายดินก็จะน้อยตามไปด้วย ดังนั้น พลังชะล้างพังทลายดินของฝน (R) จึงเป็นปัจจัยอันสำคัญที่จะบอกถึงศักยภาพของการที่ดินในท้องที่ใดที่หนึ่งจะพังทลายได้ ค่า R จึงเป็นตัวแปรสำคัญที่จะนำไปสู่การคาดคะเนการชะล้างพังทลายที่คาดจะเกิดขึ้น ขณะเดียวกันก็จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินและการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำด้วย เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำทางภาคเหนือที่เป็นภูเขาสูง มีฝนตกชุกและอัตราการตกรุนแรง แต่ขาดข้อมูลในเรื่องปริมาณและความหนักเบาของฝนอยู่มาก การศึกษาเพื่อให้ได้มา

/ซึ่งค่าพลัง...

ซึ่งค่าพลังระล้างพังทลายดังกล่าวนี้ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและควรกระทำอยู่มาก การศึกษาเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) หาค่าดัชนีพลังระล้างพังทลายของฝนสำหรับพื้นที่ภูเขา (2) สร้างสมการคาดคะเนค่าดัชนีพลังระล้างพังทลายโดยอาศัยปริมาณฝน ทั้งนี้ก็เพื่อ (3) จะเป็นประโยชน์ในการคาดคะเนศักยภาพของการสูญเสียดินที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำบนภูเขา และจะเป็นแนวทางในการวางแผนควบคุมการระล้างพังทลายของดินต่อไป

5. อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ข้อมูลน้ำฝนที่บันทึกโดยเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ ของสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2503 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2525 รวมระยะเวลา 16 ปี (ยกเว้น พ.ศ. 2519 ซึ่งไม่มีข้อมูล) เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ถึงพลังงานของฝน โดยถือว่าข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดน้ำฝนดังกล่าวเป็นตัวแทนของปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ภูเขาของภาคเหนือตอนบน เนื่องจากมีลักษณะพื้นที่ที่สามารถเป็นตัวแทนสภาพทั่วไปของพื้นที่ภูเขาในภาคเหนือของประเทศไทยได้

1) ทำการวิเคราะห์พลังงานของฝน โดยอาศัยรูปแบบสมการของ Wischmeier and Smith (1958) และ Dangler and El-Swaify (1976) ที่ได้ศึกษาไว้ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์ของฝน ตามสมการ

$$R = \sum_{i=1}^{m} \Delta I$$

$$\Delta I = (\sum_{i=1}^{n} e) I_{30\text{-max}} / 100$$

$$e = K_{ek} \cdot \Delta P$$

$$K_{ek} = 210.3 + 89 \log i_k$$

เมื่อ R คือ พลังงานของฝนในช่วงระยะเวลารายเดือน รายฤดู หรือรายปี (Rainfall Factor) : เมตร-ตัน/เฮกแตร์

ΔI คือ พลังงานของฝนที่เกิดจากฝน 1 storm : เมตร-ตัน/เฮกแตร์

e คือ พลังงานจลน์ที่เกิดจากฝนตกจริงในช่วงเวลา 1 break point : เมตร-ตัน/เฮกแตร์

/ K_{ek} คือ...

K_{ek} คือ พลังงานจลน์ของฝนที่เกิดจากความหนักเบาของฝนในช่วงเวลา 1 break point ต่อปริมาณฝน 1 เซนติเมตร: เมตร-ตัน ต่อเฮกแตร์-เซนติเมตร

ΔP คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงเวลา 1 break point :เซนติเมตร

i_k คือ อัตราความหนักเบาของฝนที่ตกในช่วงเวลา 1 break point: เซนติเมตร/ชั่วโมง

หมายเหตุ 1 storm ประกอบด้วยหลาย break point และหลาย storm รวมกันจะเป็นรายเดือน รายฤดู หรือรายปี ตามกำหนด

2) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของฝนกับปริมาณน้ำฝนแบบรายเดือน รายฤดู โดยแบ่งเป็น 2 ฤดู ตามการศึกษาของ พงษ์ชัย จันทนสมิต (2525) คือ ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ฤดูแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนเมษายน และแบบรายปี ด้วยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (regression analysis)

6. ผลและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาดัชนีพลังงานของฝน (R) โดยใช้ข้อมูลน้ำฝนของสถานีวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่ ในระยะเวลา 16 ปี ปรากฏว่า ค่า R เฉลี่ยรายปี มีค่า 1,006.12 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ความผันแปรของค่า R แต่ละปีแสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับดัชนีพลังงานของฝนรายเดือนนั้น ปรากฏว่า เดือนกันยายนมีค่า Rเฉลี่ยสูงสุด 225.12 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ รองลงมา คือ เดือนสิงหาคม มีค่า R เฉลี่ย 162.71 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ส่วนเดือนกุมภาพันธ์มีค่า Rเฉลี่ยต่ำสุด 0.04 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ส่วนพลังงานของฝนรายฤดู ฤดูฝนมีค่า Rเฉลี่ย 913.26 เมตร-ตัน /เฮกแตร์ ฤดูแล้งมีค่า Rเฉลี่ย 86.85 เมตร-ตัน/เฮกแตร์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพลังงานของฝนกับปริมาณน้ำฝน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 ปรากฏว่า ความสัมพันธ์รายเดือนในฤดูแล้ง โดยเฉพาะในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูแล้งนั้นมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ทั้งนี้เพราะในช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณฝนตกค่อนข้างน้อย และฝนที่ตกมี

/ความหนักเบา..

ตารางที่ 1 ดัชนีพลังงานของฝนรายเดือน รายฤดู และรายปี (เมตร-ตัน/เฮกแตร์) ที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่ (ปี 1966-1982)

Year	Month												Season		Annual
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Wet	Dry	
1966	0.55	0.00	0.00	0.78	78.5	21.2	126.4	120.4	71.9	77.9	0.86	10.7	496.8	1.33	509.2
1967	0.06	0.00	2.61	7.84	233.9	277.6	118.8	106.3	331.1	44.5	114.3	0.00	1112.3	22.1	1237.1
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	11.1	79.5	170.3	120.1	301.3	124.0	8.78	0.00	806.4	114.3	815.1
1969	0.07	0.00	0.00	0.00	80.9	90.7	54.3	369.8	246.7	85.7	11.0	0.00	926.1	8.85	939.1
1970	0.00	0.00	26.0	30.0	341.3	74.6	165.1	101.5	227.7	16.8	74.4	20.6	927.0	67.0	1078.1
1971	0.86	0.00	7.93	33.4	249.5	158.2	245.8	291.8	161.6	198.8	0.00	2.64	1305.7	137.2	1350.5
1972	0.24	0.00	6.95	82.5	28.8	82.9	4.37	281.0	101.5	201.5	53.1	0.67	700.1	92.3	843.6
1973	0.00	0.00	305.4	0.00	0.00	47.3	292.6	146.9	208.2	112.2	15.3	0.00	807.1	359.2	1127.8
1974	0.00	0.00	3.47	29.1	84.2	46.9	183.5	117.5	142.3	223.2	68.1	0.00	797.5	47.9	898.2
1975	16.2	0.00	0.00	46.8	98.4	71.6	206.8	250.7	619.9	121.3	27.8	4.99	1368.9	131.1	1464.7
1977	9.26	0.34	9.20	109.0	38.2	368.2	72.1	212.5	334.3	333.5	19.8	21.9	1368.1	151.4	1528.4
1978	24.7	0.00	0.00	6.59	152.3	336.0	355.7	285.7	58.3	102.8	2.29	10.0	1290.7	73.0	1334.4
1979	0.00	0.41	1.40	1.27	249.0	84.5	86.0	59.9	185.4	79.2	0.00	0.00	744.0	15.4	747.1
1980	0.00	0.00	0.00	4.29	80.2	43.2	151.3	96.2	143.7	28.9	10.8	44.5	543.4	4.29	603.0
1981	0.02	0.00	0.34	5.63	174.1	80.3	273.9	40.1	272.9	26.0	63.3	39.0	867.2	61.3	975.1
1982	0.00	0.00	0.00	0.73	195.7	73.7	45.4	3.02	195.4	132.1	0.14	0.00	645.4	103.0	646.3
Ave.	3.25	0.05	22.7	22.4	131.0	121.0	159.5	162.7	225.1	119.3	29.4	9.69	919.3	15.7	1006.1

ตารางที่ 2 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพลังงานของฝนกับปริมาณน้ำฝนรายเดือน รายฤดู และรายปี ที่ลุ่มห้วยคอกม้า ดอยปุย เชียงใหม่ (พ.ศ.2509–2525)

Month	Simple linear regression equation	R^2	F-value	Remark
Jan.	$R = 1.62 P + 0.38$	0.6693	28.337	**
Feb.	$R = 1.07 P - 0.00001$	0.9889	1,251.630	**
Mar.	$R = 18.07 P - 12.03$	0.9118	144.663	**
Apr.	$R = 7.48 P - 5.01$	0.9271	178.049	**
May.	$R = 9.40 P - 42.52$	0.6518	26.209	**
Jua.	$R = 12.35 P - 87.16$	0.6600	27.178	**
Jul.	$R = 7.52 P - 18.70$	0.8071	58.592	**
Aug.	$R = 7.54 P - 44.45$	0.7721	47.434	**
Sep.	$R = 12.27 P - 149.54$	0.6985	32.431	**
Oct.	$R = 11.49 P - 50.35$	0.6061	21.540	**
Nov.	$R = 4.97 P + 0.30$	0.8426	74.973	**
Dec.	$R = 4.39 P - 1.06$	0.6867	30.687	**
Wet Season	$R = 8.68 P - 224.42$	0.8071	58.941	**
Dry Season	$R = 7.42 P - 29.71$	0.7255	36.996	**
Annual	$R = 8.28 P - 215.06$	0.8533	81.460	**

หมายเหตุ

R^2 = Coefficient of determination

R = Rainfall-Factor (m-tons/ha)

P = Rainfall (cm)

** = Highly significant (

ความหนักเบาต่ำ จึงทำให้ความผันแปรของข้อมูลมีน้อย ค่าแสดงความสัมพันธ์ (R^2) ที่ได้จึงมีค่าสูงมากสำหรับความสัมพันธ์รายเดือนในช่วงฤดูฝนจะต่ำลงมาแต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้เกิดฝนแบบฝนฟ้าคะนองที่มีอัตราความหนักเบาสูง และมีความผันแปรของอัตราความหนักเบาค่อนข้างมาก เป็นผลให้ค่าแสดงความสัมพันธ์ (R^2) ลดต่ำลงจากช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ส่วนเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งเช่นกัน แต่ค่า R^2 กลับต่ำกว่า เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายนนั้น อาจเป็นเพราะในช่วงนี้เป็นช่วงต่อระหว่างปลายฤดูฝน ซึ่งจะมีอิทธิพลของพายุโซนร้อนหรือดีเพรสชั่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย จึงทำให้ความหนักเบาของฝนมีความผันแปรคล้ายคลึงกับช่วงฤดูฝน อย่างไรก็ตามจากสมการแสดงความสัมพันธ์ที่ได้ดังกล่าว สามารถที่จะใช้ประเมินค่าดัชนีพลังงานของฝนในพื้นที่ภูเขาได้ เมื่อทราบปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ นั้น ๆ เพราะค่า R^2 สูงถึงสูงมากอีกทั้งมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งสิ้น

7. สรุป

การศึกษาดัชนีพลังงานของฝน ทำให้ทราบถึงความรุนแรงของพลังงานฝนที่จะมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนเป็นจำนวนมาก ความหนักเบาสูง และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพลังงานของฝนกับปริมาณน้ำฝน จะเป็นประโยชน์ต่อการคาดคะเนหรือประเมินค่าดัชนีพลังงานของฝนในพื้นที่ต่าง ๆ ได้ ถ้าทราบปริมาณน้ำฝนในบริเวณนั้น ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณดินที่จะสูญเสียจากพื้นที่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ภูเขาที่มีลักษณะสูงชันง่ายต่อการกัดชะพังทลายของดิน ข้อมูลและสถานการณ์ต่าง ๆ ที่วิเคราะห์ได้จะเป็นแนวทางในการวางมาตรการป้องกันการกัดชะพังทลายของดินให้รัดกุมและเหมาะสมตามสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป ตามหลักการการอนุรักษ์ดินและน้ำ

8. เอกสารอ้างอิง

8.1 พงษ์ชัย จันทนสมิต. 2525. การวิเคราะห์โอกาสและรูปแบบการตกของฝนบนภูเขาสูง ดอยปุย เชียงใหม่. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

6.2 Dangler, E.W. and S.A.El-Swaify. 1976. Erosion of selected Hawaii soil by simmulated rainfall. Soil Science American Journal. (40):769-773.

6.3 Wischmeier, W.H. and D.D.Smith. 1958. Rainfall Energy and Relationship to Soil Loss. Transaction, American Geophysical Union. 30(2):285-291.

%%%%%%%%%%