

551.35

๓๓๑๐

๘.๖

การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอย

ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปริิฎฎานิพนธ์

ของ

ถาวร คงแป้น

19 ก.ค. 2536

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริิฎฎาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์

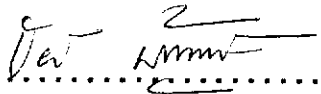
กรกฎาคม 2535

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

184785

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

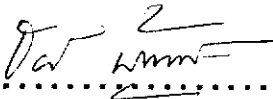
.....  ประธาน

(รศ.ดร.อวัช บริรักษ์)

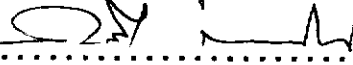
.....  กรรมการ

(ผศ.ทวี วรกวิน)

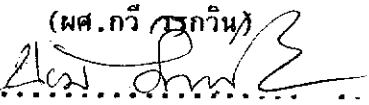
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

(รศ.ดร.อวัช บริรักษ์)

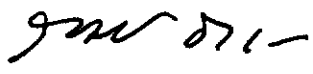
.....  กรรมการ

(ผศ.ทวี วรกวิน)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.น้อม งามนิตย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 31 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2535

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์และความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ธวัช บรรีรักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ กวี วรกวิน เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นแนวทางวิชาการสำหรับการทำปริญญานิพนธ์ ตลอดจน รวมทั้งตรวจข้อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ น้อม งามนิสัย ที่ให้ข้อคิดทางวิชาการ ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขการเขียนงานวิจัยและให้ความกรุณารับเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทัศนีย์ ศิริปโชติ ศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ที่ให้ข้อเสนอแนะทางวิชาการ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของกรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน กรมป่าไม้ สภาวิจัยแห่งชาติ การพลังงานแห่งชาติ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ คุณเจริญ ร่มเมือง ที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักและอำนวยความสะดวกในระหว่างการสำรวจภูมิประเทศ

ขอขอบพระคุณ คุณฉลวย คำคลัง ได้ให้ความช่วยเหลือในการรวบรวมเอกสารข้อมูลพิมพ์ต้นฉบับปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณไชยศักดิ์ คงแป้น คุณชาตรี คงแป้น และคุณบุษพา คงแป้น ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณ คุณเกริกไกร แก้วล้วน ที่แนะนำทางวิชาการ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ोजิตร์ คงแป้น และขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่นวลแก้ว คงแป้น ที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ ในการศึกษาและวิจัยตลอดมา โดยจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ด้วยดี

ถาวร คงแป้น

สารบัญ

บทที่

หน้า

1 บทนำ	1
--------------	---

ภูมิหลัง	1
----------------	---

จุดมุ่งหมายของการศึกษา	3
------------------------------	---

สมมติฐานของการศึกษา	4
---------------------------	---

ความสำคัญของการศึกษา	4
----------------------------	---

ขอบเขตของการศึกษา	5
-------------------------	---

ข้อตกลงเบื้องต้น	6
------------------------	---

เกณฑ์ในการเลือกบริเวณที่ศึกษา	6
-------------------------------------	---

นิยามศัพท์เฉพาะ	7
-----------------------	---

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
--	---

ตะกอนในลำน้ำ	9
--------------------	---

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ	15
---	----

ฝน	20
----------	----

ปริมาณน้ำในลำน้ำ	24
------------------------	----

ป่าไม้ในลุ่มน้ำ	30
-----------------------	----

3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
----------------------------	----

แหล่งข้อมูลในการศึกษา	34
-----------------------------	----

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	35
----------------------------------	----

การเก็บรวบรวมข้อมูล	35
---------------------------	----

การจัดกระทำข้อมูล	37
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	38
4 การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละ	
ตัวแปรกับปริมาณตะกอนแขวนลอย	39
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ผกผันระหว่างตัวแปรพยากรณ์	
กับปริมาณตะกอนแขวนลอย	56
วิเคราะห์ค่าทางสถิติ	68
สร้างสมการพยากรณ์	71
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
สรุปผลการศึกษา	72
อภิปรายผลการศึกษา	74
ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัว	
กับปริมาณตะกอนแขวนลอย	74
ความสัมพันธ์ผกผันระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับ	
ปริมาณตะกอนแขวนลอย	78
ข้อบกพร่องของการศึกษา	82
ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป	83
บรรณานุกรม	84

ภาคผนวก	91
---------------	----

ประวัติย่อของผู้วิจัย	115
-----------------------------	-----

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ที่ตั้งลุ่มน้ำคลองชะอุ่น	8
2	การหาปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีไทเสน	24

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน	
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	40
2 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี	
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	44
3 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณ	
ตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	48
4 แสดงปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี	
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	51
5 แสดงพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี	
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	54
6 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน	
และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน	
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	57
7 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และ	
ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วง ปี พ.ศ. 2516-2529	61
8 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และ	
ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วง ปี พ.ศ. 2516-2529	65
9 แสดงค่าทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์	
กับปริมาณตะกอนแขวนลอย	69
10 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝน	
บ้านคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	92

11	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝน บ้านบางสำน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	94
12	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝน บ้านเบญจา ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	96
13	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านนา ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	98
14	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภอนม ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	100
15	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภพระแสง ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	102
16	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภคีรีรัตนคม ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	104
17	แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร) ของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	106
18	แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือน (ตัน) ของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	108
19	แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝน บ้านคลองชะอุ่น บ้านบางสำน บ้านเบญจา บ้านนา อำเภอนม อำเภคีรีรัตนคม และอำเภพระแสง ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	110
20	แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร) และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน) ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529	112

- 21 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝน
บ้านคลองชะอุ่น บ้านยางสาน บ้านเบตจา บ้านนา อำเภอพนม
อำเภอคีรีรัฐนิคม อำเภอพระแสง ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 113
- 22 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร) ปริมาณน้ำท่ารายปี
(ด้านลูกบาศก์เมตร) พื้นที่ป่าไม้ (ไร่) และปริมาณตะกอน
เขานลอยรายปี (ตัน) ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 114

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การทำการเกษตร การสร้างชุมชน และการทำป่าไม้ ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชะล้างพังทลายของดินที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของดินและน้ำ เนื่องจากในขณะที่เกิดกระบวนการดังกล่าวนี้ ดินชั้นบนเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และมีคุณสมบัติที่ดีสำหรับการเกษตรได้ถูกเคลื่อนย้ายไปจากพื้นที่ ดังจะเห็นได้จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน ได้รายงานถึงสภาพอุทกภัยในช่วงระหว่างวันที่ 20-24 พฤศจิกายน 2531 ได้มีฝนตกหนักกระจายทั่วไป โดยเฉพาะในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช จนทำให้เกิดอุทกภัยอย่างรุนแรงและก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากในบริเวณพื้นที่หุบเขาบริเวณสองฝั่งลำน้ำ โดยการพัดพาเอาตะกอนดิน หิน ทราย เศษกิ่งไม้ ต้นไม้ มาทับถมในตอนล่างเป็นบริเวณกว้าง และการชะล้างพังทลายบริเวณสองฝั่งลำน้ำ จนทำให้ทางเดินของลำน้ำขยายกว้างและเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยในจังหวัดสุราษฎร์ธานีส่วนใหญ่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี แต่ลักษณะของความเสียหายและความรุนแรง ไม่เท่ากันครั้งนี้ พอจะสรุปสาเหตุความความเสียหายออกเป็น 3 ประการดังนี้

1. ปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝน ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดสุราษฎร์ธานีอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย 1,710 มิลลิเมตรต่อปี และจำนวนวันฝนตกเฉลี่ย 165 วัน ในช่วงวันที่ 21 และ 23 ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2531 มีฝนตกถึง 450 มิลลิเมตร จะเห็นว่าระยะเวลา 2 วันเท่านั้น มีปริมาณน้ำฝนตกถึง 1 ใน 4 ของปริมาณน้ำฝนตกทั้งปี ทำให้การไหลของปริมาณน้ำท่าตามลำน้ำธรรมชาติไม่เป็นไปตามปกติ ทำให้เกิดการไหลบ่าท่วมริมสองฝั่งลำน้ำ และเกิดการกัดเซาะพื้นที่ดินดอน และพื้นที่ท้องน้ำจนลำน้ำเปลี่ยนทิศทางการไหลไปจากเดิม

2. การใช้ที่ดิน เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมมีอยู่อย่างจำกัด แต่จำนวนประชาชนเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้มีความจำเป็นต้องค้นหาพื้นที่ทำกินด้วยการบุกรุกพื้นที่ป่าสงวน พื้นที่เหล่านี้ส่วนใหญ่มีความลาดชันสูงมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และไม่เหมาะสมต่อการเกษตร เมื่อมีการบุกรุกทำลายป่าจะทำให้ระบบนิเวศวิทยาเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะพืชพรรณธรรมชาติ แหล่งต้นน้ำลำธาร และลักษณะอื่น ๆ ในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป เมื่อมีฝนตกหนักและระยะเวลาที่ยาวนานจะทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำ ตลอดจนการชะลอความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าน้อยลง ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายและเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide) ทำให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่เกษตรกรรม บ้านเรือน และทรัพย์สินอื่น ๆ ตลอดจนชีวิตมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในตอนล่างของลุ่มน้ำ

3. ลักษณะดินและโครงสร้างของหิน เป็นดินทรายหยาบปนก้อนหินที่วางทับอยู่บนชั้นหินพื้นแข็ง ลักษณะของดินเหล่านี้ค่อนข้างง่ายต่อการชะล้างพังทลายของดิน จะยิ่งทวีมากขึ้นตามปริมาณน้ำฝนที่ตกอีกด้วย ถ้าเป็นพื้นที่ที่ถูกบุกรุกทำลายป่าไม้และมีไม้พื้นล่างน้อย ในบริเวณนี้จะมีการเลื่อนไถลของดินมากกว่าบริเวณอื่น ความแรงของน้ำจะพัดพาเอาตะกอนดินและต้นไม้ลงมายังพื้นล่างไปตามลำน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2532 : 1-7)

ความเสียหายจากการทับถมของตะกอนตามแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น อ่างเก็บน้ำคลองชลประทานและเส้นทางคมนาคมทางน้ำ นับว่าเป็นส่วนหนึ่งของความเสียหายที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อประชาชนในพื้นที่ลุ่มน้ำและต่อประเทศชาติโดยรวม สำหรับพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำการใช้ทรัพยากรที่ขาดประสิทธิภาพและขาดมาตรการอนุรักษ์ที่ดี ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ของลุ่มน้ำเสื่อมโทรมลง

ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น เป็นลุ่มน้ำหนึ่งของลุ่มน้ำพุมดวง เป็นลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็ก มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 137 ตารางกิโลเมตร ต้นน้ำลำธารเกิดจากเทือกเขาตะนาวศรี แล้วไหลมาบรรจบกับคลองสีก ที่บริเวณบ้านคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นลุ่มน้ำที่มีความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ประสบปัญหาเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำมาก เนื่องจากการชะล้างพังทลายของดินค่อนข้างรุนแรง ดึงส่งเกิดได้จากตะกอนในลำน้ำที่มีความขุ่นข้นและการกัดเซาะบริเวณสองฝั่งลำน้ำมีมาก โดยเฉพาะที่บ้านคลองชะอุ่น ซึ่งเป็นจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จะพบการชะล้างพังทลายของดินบริเวณสองฝั่งลำน้ำและทางเดินของ

ลำน้ำเปลี่ยนแปลง ไปจากเดิม นอกจากนี้ยังเป็นลุ่มน้ำที่มีการบุกรุกทำลายป่าไม้เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำลำธารเพื่อนำพื้นที่เหล่านั้นมาใช้ในการปลูกยางพารา ที่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้และพืชชนิดอื่น ๆ นอกจากนั้นบริเวณนี้ยังมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ฝนตกชุก มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประจำปีมากกว่า 2,200 มิลลิเมตร ดังที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยรายงานว่ ปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเกิดได้จากปริมาณน้ำฝนที่บ้านบางสาน 1,900 มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณน้ำฝนที่บ้านคลองชะอุ่น 1,800 มิลลิเมตรต่อปี (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2531 : 7)

การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำ เป็นการบ่งบอกถึงอัตราการชะล้างพังทลายของดิน อิทธิพลของฝนที่เป็นตัวการแรกที่ทำให้เกิดการแตกกระจายของดิน ในขณะที่น้ำไหลบ่าหน้าดินและปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำในลำน้ำจะเป็นการกัดเซาะและพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำ แต่ถ้าหากลุ่มน้ำนั้นมีสภาพป่าไม้ที่สมบูรณ์ตามธรรมชาติ อัตราการเกิดตะกอนในลำน้ำจะมีปริมาณน้อย แต่เมื่อสภาพป่าไม้ถูกบุกรุกทำลาย พื้นดินปราศจากสิ่งปกคลุมดินแล้ว อัตราการเกิดตะกอนที่เกิดจากการกระทำของฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินจะมีมากขึ้น ก่อให้เกิดตะกอนพัดพาหลงสู่ลำน้ำมากขึ้นด้วย

จากสภาพการณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยเกิดความสนใจและอยากจะศึกษาว่า อิทธิพลของฝนปริมาณน้ำท่า ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของป่าไม้อันเนื่องมาจากการบุกรุกทำลายป่า ซึ่งมีผลทำให้สภาพป่าเปลี่ยนไปของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี จะมีความสัมพันธ์กับตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะของพื้นที่ลุ่มน้ำหรือไม่ อย่างไร และสามารถจะสร้างสมการพยากรณ์ตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นได้อย่างไร

จุดมุ่งหมายการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

3. เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

สมมติฐาน

1. ปริมาณน้ำฝนน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ
2. ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ
3. พื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ
4. สมการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น น่าจะเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

เมื่อ Y = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)

ค่า a, b_1, b_2, b_3 = ค่าคงที่

X_1 = ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

X_2 = ปริมาณน้ำท่า (ล้านลูกบาศก์เมตร)

X_3 = พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)

ความสำคัญของการศึกษา

1. เป็นประโยชน์ในการพัฒนาลุ่มน้ำ
2. ให้เห็นคุณค่าและความสำคัญของป่าไม้ที่มีต่อแหล่งน้ำ
3. สามารถพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่นได้

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาเฉพาะบริเวณลุ่มน้ำคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ปรากฏอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารลำดับชุด L 7017 ระวัง 4726 I และ 4726 II

2. ศึกษาเฉพาะปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่าไม้ และปริมาณตะกอนแขวนลอย ระยะเวลาของข้อมูลที่นำมาศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ.2516-2529

2.1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ได้จากการปฏิบัติงานแห่งชาติและกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วยสถานีวัดน้ำฝนดังนี้

- 2.1.1 สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น
- 2.1.2 สถานีวัดน้ำฝนบ้านบางสาน
- 2.1.3 สถานีวัดน้ำฝนบ้านเบญจา
- 2.1.4 สถานีวัดน้ำฝนบ้านนา
- 2.1.5 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอพนม
- 2.1.6 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอพระแสง
- 2.1.7 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอดำรงวิทยารัณนิคม

สถานีวัดน้ำฝนตามข้อ 2.1.1 ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนสถานีวัดน้ำฝนตามข้อ 2.1.2 - 2.1.7 เป็นสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน ได้จากการปฏิบัติงานแห่งชาติที่สถานีวัดน้ำบ้านคลองชะอุ่น จึงเป็นจุดที่น้ำไหลออกของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

2.3 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ได้จากกรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน และสภาวิจัยแห่งชาติ ดังนี้

- 2.3.1 แผนที่แสดงพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ.2516 และ 2528 ได้จากกรมป่าไม้
- 2.3.2 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ.2518 และ 2523 ได้จากกรมพัฒนาที่ดิน

2.3.3 ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2526, 2527 และ 2529 ได้จากสภาวิจัยแห่งชาติ

2.3.4 ปีที่ขาดข้อมูลหาพื้นที่ป่า ไม่ได้ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ดังนี้ อัตราพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง = Y/X

เมื่อ Y = พื้นที่ป่าไม้ที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมิน

X = ช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมินผลเปลี่ยนสภาพป่า

2.4 ข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยรายวัน ได้จากการลงงานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 ที่สถานีวัดตะกอนแขวนลอย บ้านคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ปัจจัยทางกายภาพที่นำมาศึกษาถือว่ามิอิสระต่อกัน
2. ปัจจัยอื่นนอกเหนือจากที่นำมาศึกษาถือว่าไม่มีผลต่อการศึกษารั้งนี้
3. บริเวณที่ทำการศึกษาคือว่าอยู่ภายใต้ภูมิอากาศและกระบวนการทางธรณีฐานที่ไม่แตกต่างกัน
4. ข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานต่าง ๆ และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ถือว่าถูกต้องเชื่อถือได้

เกณฑ์ในการเลือกบริเวณที่ศึกษา

1. เป็นบริเวณที่มีการบุกรุกทำลายป่าไม้
2. เป็นบริเวณที่มีข้อมูลเพียงพอทำการการศึกษา
3. เป็นบริเวณที่สะดวกในการเข้าถึงเพื่อสำรวจสภาพภูมิประเทศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น หมายถึง บริเวณที่มีขอบเขตสันปันน้ำล้อมรอบของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ปรากฏอยู่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 จากกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L 7017 ระวาง 4726 I และ 4726 II

น้ำท่า (runoff) คือ ปริมาณน้ำที่ถูกกักขังอยู่ตามลำน้ำต่าง ๆ ห้วย หนอง คลอง บึง ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

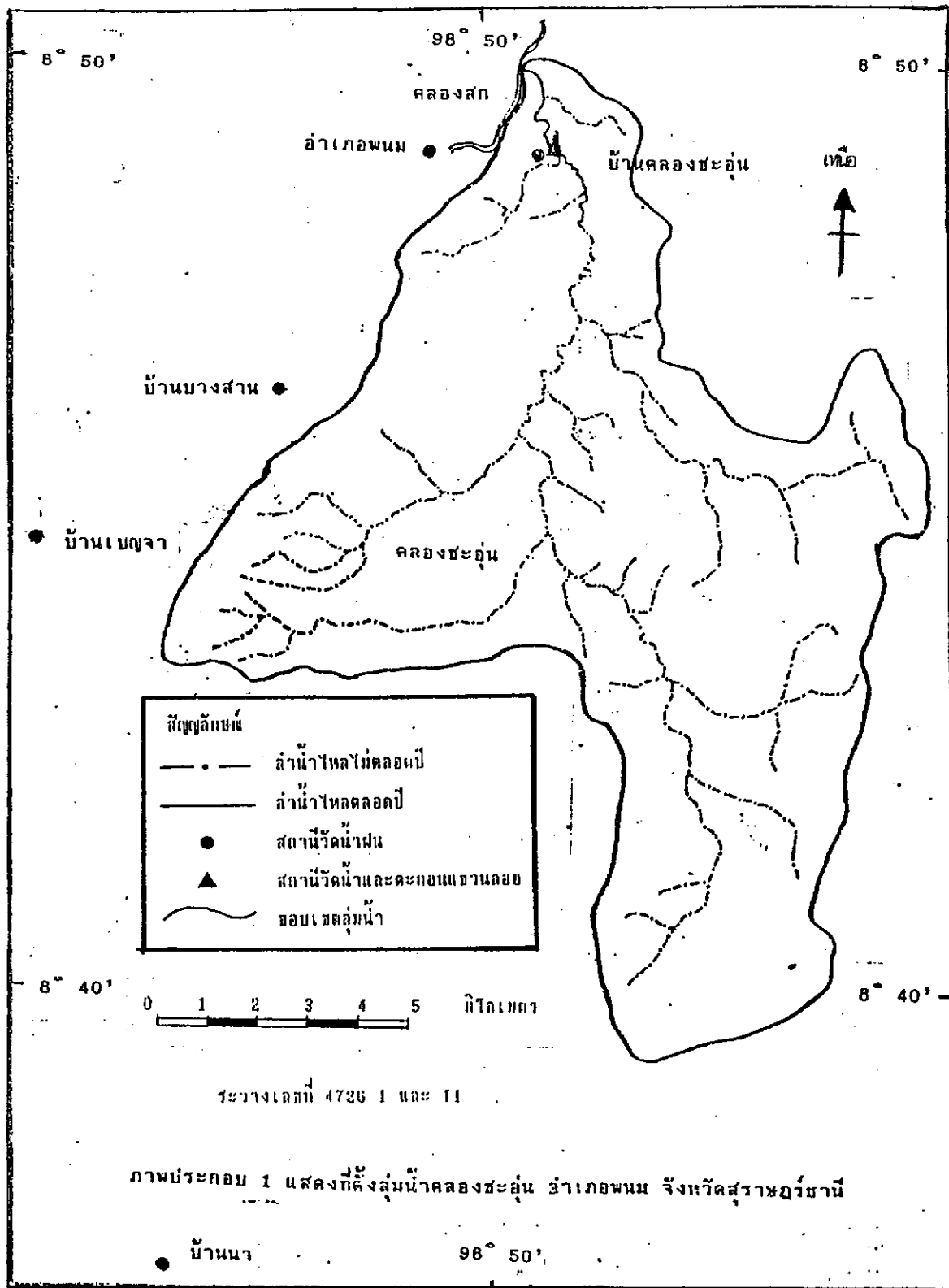
ปริมาณน้ำท่า หมายถึง ปริมาณน้ำที่ไหลอยู่ในลำน้ำของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

พื้นที่ป่า ไม้ หมายถึง ป่า ไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

ตะกอนแขวนลอย คือ ตะกอนที่มีขนาดเล็ก น้ำสามารถพัดพาไปในรูปของการแขวนลอยได้ ได้แก่ อนุภาคของตะกอนแป้ง (silt) และอนุภาคของดินเหนียว (clay)

การกัดเซาะ (erosion) คือการแตกกระจายและพัดพาวัสดุขนาดชนิดที่เกิดจากการผุพัง หรือมีตัวการมากระทำ

ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นที่ได้จากปริมาณน้ำฝนของแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่ศึกษา แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีไทเซน (Thiessen Method)



ที่มา : ปรับปรุงมาจากแผนที่ทหาร มาตรฐาน 1 : 50,000

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แยกตามลำดับหัวข้อ ได้ดังนี้

1. ตะกอนในลำน้ำ
2. การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ
3. ฟน
4. ปริมาณน้ำในลำน้ำ
5. ป่าไม้ในลุ่มน้ำ

1. ตะกอนในลำน้ำ

ตะกอนในลำน้ำเป็นผลผลิตจากการกระทำของกระบวนการน้ำไหล ด้านการกัดเซาะ การพัดพา และการทับถมตกตะกอน ในทางภูมิศาสตร์ตะกอนในลำน้ำย่อมมีปัจจัยต่าง ๆ มาเป็นตัวควบคุม ดังที่ ทวีศักดิ์ จริตวร กล่าวไว้ว่า ตะกอนในลำน้ำเป็นวัตถุที่เคลื่อนย้ายมาจากแหล่งตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำจากต้นน้ำสู่ปากน้ำ โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เป็นตัวควบคุมลักษณะความสัมพันธ์ของตะกอนตามโครงสร้างทางธรณีลักษณะของบริเวณต้นน้ำของลุ่มน้ำ (ทวีศักดิ์ จริตวร. 2533 : 25)

จากการศึกษาดำรงและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า "ตะกอนในลำน้ำ" หลายแนวคิด ดังจะได้รวบรวมไว้เป็นลำดับต่อไปนี้

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาได้ให้นิยามตะกอนในลำน้ำว่า วัตถุที่ถูกน้ำพัดพาเคลื่อนที่ไปในลำน้ำ ในรูปของการแขวนลอย การกระแทก การกลิ้ง และในรูปของสารละลาย (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. 2530 : 115)

วีระพล แต่สมบัติ ได้ให้ความหมายตะกอนในลำน้ำว่าตะกอนเป็นวัสดุที่เคลื่อนที่หรือแขวนลอยหรือตกตะกอนโดยน้ำเป็นตัวการ (วีระพล แต่สมบัติ. 2531 : 139)

สุนทร มณี ได้ให้ความหมายว่า ตะกอนเป็นอนุภาคขนาดต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่มากับน้ำ อยู่ในรูปของการแขวนลอยหรือการกลิ้งมากับท้องน้ำ ได้แก่ อนุภาคของดินเหนียว ทราย ตะกอนแป้ง (silt) และกรวด (สุนทร มณี. 2517 : 1-7)

ณรงค์ ผลวงษ์ ได้ให้ความหมายว่า ตะกอนหมายถึง ปริมาณอนุภาคของดินที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (ณรงค์ ผลวงษ์. 2530 : 36)

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปเกี่ยวกับความหมายของตะกอนในลำน้ำได้ดังนี้ ตะกอนในลำน้ำ หมายถึง วัตถุที่ถูกพัดพาเคลื่อนที่ไปในลำน้ำด้วยการกระทำของกระบวนกรน้ำไหล ด้วยการแขวนลอย การกระแทก การกลิ้ง และที่เป็นสารละลาย ได้แก่ อนุภาคของดินเหนียว กรวด ทราย และตะกอนแป้ง

นอกจากความหมายของตะกอนในลำน้ำแล้ว นักวิชาการทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ และหน่วยงานต่าง ๆ ยังพิจารณาแบ่งประเภทหรือชนิดของตะกอนในลำน้ำได้ดังต่อไปนี้

ธวัช บุรีรักษ์ กล่าวว่า แม่น้ำจะพัดพาตะกอนต่าง ๆ ได้ 3 วิธี คือ

1. การแขวนลอย ได้แก่ ดินเหนียว ดินร่วน จะแขวนลอยตั้งแต่ผิวน้ำถึงท้องน้ำของลำน้ำ
2. การกลิ้งไป จะเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก ถูกพัดพาด้วยการกลิ้งหรือถูกดันไปตามท้องน้ำ
3. สารละลาย ตะกอนที่เป็นจำพวกแร่ธาตุและจุลินทรีย์เล็ก ๆ จะถูกละลายไปในน้ำ

(ธวัช บุรีรักษ์. 2515 : 280)

วีระพล แต่สมบัติ กล่าวในด้านอุทกวิทยาว่า ตะกอนในลำน้ำสามารถแบ่งตามลักษณะของแหล่งตะกอนที่ตะกอนถูกพัดพาไปในลำน้ำแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ตะกอนท้องน้ำ เป็นตะกอนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ โดยการเคลื่อนที่มาตามท้องน้ำ เป็นจำพวกกรวด
2. ตะกอนละเียด เป็นตะกอนที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เกิดจากการกัดเซาะตลิ่งลำน้ำและ

จากพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นตะกอนที่ไม่ค่อยพบตามท้องน้ำ (วิระพล เต็มสมบัติ . 2531 : 143)

เซลบี้ (Selby) กล่าวว่าตะกอนในลำน้ำสามารถแบ่งตามลักษณะการพัดพาของตะกอน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ตะกอนท้องน้ำ เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาด้วยการกลิ้ง การเลื่อนไปตามท้องน้ำ ได้แก่ อนุภาคของทราย และกรวด

2. ตะกอนสารละลาย เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาด้วยการละลายมากับน้ำในลำน้ำที่เกิดจาก กระบวนการทางเคมี

3. ตะกอนแขวนลอย เป็นตะกอนที่ถูกพัดพาด้วยการแขวนลอยมากับกระแสน้ำในลำน้ำ ได้แก่ อนุภาคของดินเหนียวและตะกอนแป้ง (Selby. 1985 : 259)

เวนต์เวิร์ท (Wentworth) ได้สร้างมาตราเวนต์เวิร์ท (Wentworth scale) สำหรับวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของตะกอน ซึ่งมาตรานี้วัดได้ตั้งแต่อนุภาคของดินเหนียวที่มี เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า $1/256$ มิลลิเมตร อนุภาคของทรายแป้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ $1/16$ ถึง $1/256$ มิลลิเมตร อนุภาคของกรวดเล็ก (granule) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4-2 มิลลิเมตร อนุภาคของกรวด (Pebble) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 64-4 มิลลิเมตร อนุภาค ของก้อนหินมนเล็ก (Cobble) ตั้งแต่ 256-64 มิลลิเมตร จนถึงอนุภาคของก้อนหินมนใหญ่ (Boulder) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 256 มิลลิเมตร (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. 2530 : 130)

อะแลน และปีเตอร์ (Alan and Peter) กล่าวว่า ตะกอนในลำน้ำสามารถแบ่งตาม การพัดพาของน้ำ โดยน้ำเป็นตัวการกัดเซาะและการพัดพา แบ่งออกได้ 3 ลักษณะดังนี้

1. การพัดพาในรูปของการแขวนลอย เป็นอนุภาคของดินเหนียวและตะกอนแป้ง จะแขวนลอยไปด้วยกระแสน้ำที่ปั่นป่วน

2. การพัดพาในรูปของการปะทะและกระโดด (traction and saltation) เป็น อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ อนุภาคทราย กรวด ลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอนด้วย การกลิ้งและ เลื่อนไปตามท้องน้ำด้วยแรงปะทะของน้ำในลำน้ำ

3. การพัดพาในรูปของสารละลาย เป็นการเคลื่อนย้ายของสารละลายในน้ำจาก

กระบวนการทางเคมีของหินที่ละลายได้ (Alan and Peter. 1987 : 114)

จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทหรือชนิดของตะกอนในลำน้ำที่ได้อ้างอิงมาจากทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

ตะกอนในลำน้ำ ซึ่งเกิดจากการกัดเซาะ การพัดพา และการตกตะกอนทับถมโดยน้ำเป็น ตัวการ สามารถแบ่งประเภทออกเป็น 3 รูปแบบ

1. รูปแบบของตะกอนท้องน้ำ เป็นตะกอนในลำน้ำที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ เคลื่อนที่โดยการ กลิ้ง เลื่อนไปตามท้องน้ำ ด้วยแรงปะทะของน้ำในลำน้ำ ได้แก่ ทราย กรวด
2. รูปแบบของตะกอนแขวนลอย เป็นตะกอนในลำน้ำที่มีขนาดอนุภาคละเอียด สามารถ เคลื่อนที่โดยการแขวนลอยไปกับน้ำ ได้แก่ อนุภาคของดินเหนียวและตะกอนแป้ง
3. รูปแบบของสารละลาย เป็นตะกอนในลำน้ำที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมี โดย ตะกอนเหล่านี้จะละลายมากับน้ำในลำน้ำ ได้แก่ พากเกลือต่าง ๆ

หากเราพิจารณาตะกอนในลุ่มน้ำหนึ่ง ๆ จะพบว่าปริมาณตะกอนในลำน้ำแต่ละชนิดหรือ แต่ละประเภทแตกต่างกัน โดยเฉพาะตะกอนแขวนลอย จากการศึกษาขององค์การยูเนสโก ปรากฏ ว่า ปริมาณตะกอนในลำน้ำหนึ่ง ๆ จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากที่สุด ตะกอนแขวนลอยส่วนใหญ่ ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของตะกอนแขวนลอยทั้งหมด จะมีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 100 ไมครอน (1 ไมครอนเท่ากับ $1/1,000$ มิลลิเมตร) (UNESO. 1978 : 253) และในทำนองเดียวกันนี้ ซอว์คินส์ และคนอื่น ๆ (Sawkins and others. 1978) ได้กล่าวว่า ตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ จะมีปริมาณมากที่สุดกว่าตะกอนประเภทอื่นในลำน้ำเดียวกัน (Sawkins and others. 1978 : 481) และยังสอดคล้องกับมอนเนตต์ (Monnett) กล่าวไว้ว่า ตะกอนในลำน้ำส่วนใหญ่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนทั้งหมดที่ถูกกระแสน้ำพัดพาในลำน้ำ จะเป็นตะกอนแขวนลอย (Monnett. 1950 : 98) ปริมาณตะกอนในลำน้ำของแต่ละประเภทจะมีอัตราส่วนแตกต่างกัน แต่ส่วนใหญ่แล้ว ปริมาณตะกอนแขวนลอยจะมีอัตราส่วนมากกว่าตะกอนประเภทอื่น ๆ ดังที่ กูดี (Goudie) กล่าวว่า ตะกอนส่วนใหญ่ในลำน้ำจะเป็นตะกอนแขวนลอยที่มีอัตราส่วนระหว่างตะกอนแขวนลอย ตะกอน ละลาย และตะกอนท้องน้ำ เป็นอัตราส่วน 5:4:1 ในแต่ละลำน้ำอัตราส่วนของตะกอนจะแตกต่างกัน ตามแหล่งกำเนิดของตะกอนในลุ่มน้ำ (Goudie. 1984 : 295)

จากการศึกษาเกี่ยวกับตะกอนแขวนลอยในลำน้ำส่วนใหญ่ จะเป็นปริมาณตะกอนแขวนลอยมากกว่าตะกอนประเภทอื่นในลำน้ำเดียวกัน ที่ได้อ้างอิงทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ ตะกอนในลำน้ำของแต่ละลุ่มน้ำจะมีปริมาณตะกอนในลำน้ำแตกต่างกันในแต่ละชนิด ปรากฏว่าตะกอนแขวนลอยมีปริมาณมากกว่าตะกอนอื่น ๆ

นอกจากนี้แล้วยัง ได้มีนักวิชาการทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศได้ให้ความหมายของตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ และจำแนกชนิด หรือประเภทของตะกอนแขวนลอย ปรากฏดังนี้

ชาดูชัย วงษ์ไทย กล่าวว่า ตะกอนแขวนลอยเป็นสารที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ สามารถแบ่งออกตามขนาดอนุภาคตะกอนแขวนลอยได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ตะกอนลอย (wash sediment) เป็นตะกอนแขวนลอยที่มีขนาดอนุภาคเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ไมครอน จะไม่ค่อยจมง่าย มีสภาพเป็นคอลลอยด์ (colloidal)
2. ตะกอนทรายแขวนลอย (suspended sand) มีลักษณะกึ่งจม ได้แก่ ทรายละเอียดและตะกอนแป้ง เมื่อกระแสน้ำปั่นป่วนจะทำให้ตะกอนเหล่านี้มีการกระจายอยู่ในระดับสูงชันจากความลึกตามหน้าตัดของลำน้ำ (ชาดูชัย วงษ์ไทย . 2512 : 4-5)

อยุธ ลัดพลี กล่าวว่า ตะกอนแขวนลอยเป็นตะกอนที่ถูกพัดพามากับน้ำในลำน้ำ มีอนุภาคขนาดเล็กและแขวนลอยมากับกระแสน้ำ ได้แก่ อนุภาคของดินเหนียว และตะกอนแป้ง ซึ่งตะกอนแขวนลอยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งกำเนิดของตะกอนแขวนลอย

1. ตะกอนลอย เป็นตะกอนที่ถูกชะล้างพัดพามาจากผิวดินในลุ่มน้ำ
2. ตะกอนฝังลำน้ำ เป็นตะกอนแขวนลอยที่พัดพามาจากการกัดเซาะของตลิ่งลำน้ำในลุ่มน้ำ (อยุธ ลัดพลี. 2510 : 4)

ไคเมอร์ (Kimer) ได้จำแนกตะกอนแขวนลอยออกเป็น 4 ประเภท โดยพิจารณาจากขนาดของอนุภาคเส้นผ่าศูนย์กลางของตะกอนแขวนลอย ดังนี้

1. อนุภาคของดินเหนียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 ไมครอน
2. อนุภาคของทรายแป้ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2-63 ไมครอน
3. อนุภาคของทรายละเอียด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 64-250 ไมครอน
4. อนุภาคของทรายหยาบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 251-300 ไมครอน

(Frostick and Layman. 1983 : 102; citing Kimer. 1979)

จากการศึกษาของนักวิชาการที่เกี่ยวกับความหมายของตะกอนแขวนลอย และชนิดหรือประเภทของตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ดังกล่าวมาพอสรุปได้ดังนี้

ตะกอนแขวนลอยในลำน้ำเป็นตะกอนที่พัดพามากับกระแสน้ำ โดยการแขวนลอยส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคของดินเหนียวและตะกอนแป้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ตามขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของตะกอนแขวนลอย ได้ดังนี้

1. อนุภาคของดินเหนียว
2. อนุภาคของทรายแป้ง
3. อนุภาคของทรายละเอียด
4. อนุภาคของทรายหยาบ

และหากแบ่งตามแหล่งกำเนิดตะกอนแขวนลอยได้ 2 ประเภท คือ 1. ตะกอนแขวนลอยที่ถูกพัดพามาจากผิวดินในลุ่มน้ำ และ 2. ตะกอนแขวนลอยฝังลำน้ำที่ถูกพัดพามาจากการกัดเซาะของตลิ่งลำน้ำในลุ่มน้ำ

ลักษณะต่าง ๆ ของตะกอนในลำน้ำของแต่ละลุ่มน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในลุ่มน้ำ ทั้งสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ความลาดชัน ความเข้มข้นของฝน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำ คุณสมบัติของดิน ขนาดของตะกอน การใช้ที่ดิน สภาพป่าไม้ ความเจริญเติบโตของบ้านเมือง ปัจจัยเหล่านี้จะเป็นตัวเร่งหรือตัวลดอัตราการเกิดตะกอนของลุ่มน้ำ ดังที่ ประสิทธิ์ นิรัตย์กุล กล่าวว่า อัตราการเกิดตะกอนในลำน้ำของลุ่มน้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

1. ภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความเข้มของฝน ขนาดของเม็ดฝน อุณหภูมิ และลม
2. ภูมิประเทศ ได้แก่ ความลาดชัน ระยะทางของความลาดชัน ทิศทางรับฝน (aspect)
3. พืชคลุมดิน พื้นดินส่วนใหญ่ถ้ามีพืชคลุมดินอยู่ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ถือได้ว่าเหมาะสมต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ
4. คุณสมบัติของดิน
5. ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ
6. ความหนาแน่นของประชากร

(ประสิทธิ์ นริศกุล. 2525 : 474)

นอกจากนี้แล้ว ตะกอนในลำน้ำเป็นสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่ก็สามารถศึกษาหาคำตอบมาอธิบายได้จากปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ ดังที่ ลิ (Li) กล่าวว่า ข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากการสังเกตจะช่วยให้เรามองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาข้อมูลเชิงปริมาณทางกายภาพของลุ่มน้ำ จะช่วยในการอธิบายถึงปริมาณน้ำ ปริมาณตะกอน และภูมิประเทศที่เกิดจากการกระทำของลำน้ำ การศึกษาส่วนใหญ่เป็นที่ยอมรับกันจะเป็นรูปสมการหรือแบบจำลอง เช่น การไหลของน้ำ และตะกอนลงสู่ลำน้ำ การกัดเซาะจากน้ำไหลบ่าหน้าดิน ตะกอนที่เกิดจากแรงปะทะของฝน การกัดเซาะของลำน้ำ เพื่อที่จะนำมาอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของลุ่มน้ำ หรือการพัฒนาของดินที่เกิดจากน้ำและตะกอนจากลุ่มน้ำ ถึงแม้ว่าจะยากในการพยากรณ์ เพราะว่าการศึกษามีข้อดกลงเบื้องต้นว่า สิ่งที่จะนำมาศึกษาต้องอยู่ในช่วงเวลาและพื้นที่ที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ปริมาณน้ำในลำน้ำและตะกอนในลำน้ำที่เปลี่ยนแปลงเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงทางตัวแปรทางกายภาพของลุ่มน้ำ (สุวิทย์ กังสดาล. 2525 : 12; อ้างอิงมาจาก Li. 1976 : 193-195) ฉะนั้นการศึกษาในครั้งนี้เพื่ออธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางกายภาพของลุ่มน้ำ ด้วยการสร้างสมการจากตัวแปรต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาไว้สำหรับการพยากรณ์ตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

2. การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ

น้ำเป็นตัวการก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด เพราะน้ำเป็นตัวการทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน ดังที่กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่า ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินโดยน้ำนั้นเป็นตัวการ ดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติของดิน ที่มีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินมีหลายประการด้วยกันที่สำคัญ

1.1 เนื้อของดิน ดินที่มีปริมาณตะกอนแป้งสูงจะเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่ายกว่าดินที่มีทรายหรือดินเหนียวสูง

1.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจะมีความทนทานต่อการชะล้างพังทลายดีกว่าดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ

1.3 โครงสร้าง ดินที่มีโครงสร้างแบบเม็ดมึนมีความคงทนต่อการชะล้างพังทลายดีกว่าดินที่มีโครงสร้างแบบก้อนหินหรือแน่น

1.4 การซึมของน้ำ ดินที่ให้น้ำซึมผ่านได้เร็วจะทนต่อการชะล้างพังทลายมากกว่าดินที่ให้น้ำซึมผ่านได้ช้า

2. ภูมิอากาศ ประกอบด้วย ฝน ลม ความชื้น อุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ในจำนวนปัจจัยเหล่านี้ ฝนมีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยน้ำเป็นตัวการมากที่สุด สำหรับฝนมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดิน คือ ปริมาณน้ำฝน ขนาดของเม็ดฝน และความเข้มของฝน ถ้าหากฝนตกเป็นปริมาณมากดินไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้อีกต่อไปแล้ว ฝนที่ตกลงมาหลังจากนั้นจะกลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินและชะล้างผิวหน้าดิน อนุภาคของดินที่มีขนาดใหญ่มีแรงปะทะต่อผิวหน้าดินสูง ทำให้เกิดการแยกตัวของอนุภาคดินออกจากกันได้ง่าย

3. ป่า ไม้ที่ปกคลุมดิน จะช่วยลดพลังงานของเม็ดฝนที่ตกลงมาและของน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน ป่า ไม้ยังสร้างสภาพของดินให้มีความต้านทานต่อการชะล้างพังทลายของดินอีกด้วย

4. ลักษณะภูมิประเทศที่มีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินมีดังนี้

4.1 ความลาดชันของภูมิประเทศ ถ้ามีความลาดชันเพิ่มขึ้น ปริมาณและอัตราของน้ำที่ไหลบ่าจะเพิ่มขึ้น

4.2 ความยาวของความลาดชัน พื้นที่ที่มีความยาวของความลาดชันมากจะทำให้กระแสน้ำไหลเร็วขึ้น จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น

4.3 รูปร่างของพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ลาดชันแบบนูน มีการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าพื้นที่ลาดชันที่ราบเรียบ

4.4 ความสม่ำเสมอของพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ที่มีความลาดชันสม่ำเสมอมีการชะล้างพังทลายของดินมากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันแปรปรวนมาก (กรมพัฒนาที่ดิน. ม.ป.ป. : 26-28)

นอกจากนี้ได้มีนักวิชาการ ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน ดังจะได้รวบรวมไว้เป็นลำดับต่อไปนี้

นิวัติ เรืองพานิช ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน โดยทั่วไปแล้ว แบ่งออกเป็น 4 ประการ

1. ความสามารถของฝนที่มีต่อการชะล้างพังทลายของดิน (precipitation erosivity) ซึ่งความเข้มของฝนสูงสุด 30 นาที จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินได้มาก

2. ความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินและความหนาแน่นของดิน

3. ป่าไม้ โดยทั่วไปแล้วสภาพป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์จะสามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ดีกว่าป่าไม้ที่ถูกทำลาย

4. ความลาดชันและความยาวของความลาดชัน บริเวณที่มีความลาดชันมากโอกาสที่จะเกิดการชะล้างพังทลายก็จะมีมากกว่าที่ที่ลาดชันน้อย ถ้าสภาพอื่นเหมือนกัน ความยาวของความลาดชันจะทวีความรุนแรงของน้ำ ไหลบ่าหน้าดินทำให้อนุภาคของดินถูกพัดพาไปได้ง่ายยิ่งขึ้น (นิวัติ เรืองพานิช, 2525 : 140-143) นอกจากปัจจัยที่ควบคุมการชะล้างพังทลายของดินแล้ว นักวิชาการยังได้พิจารณาถึงการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ ได้ดังต่อไปนี้

สมเจนต์ จันทวัฒน์ กล่าวถึงกระบวนการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกัน แล้วถูกพัดพาไปสู่บริเวณอื่นที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ สามารถแบ่งออกเป็น 4 กระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการที่อนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกันจากแรงปะทะของเม็ดฝน
2. กระบวนการที่อนุภาคของดินแตกกระจายออกจากกันด้วยน้ำ ไหลบ่าหน้าดิน
3. กระบวนการพัดพาอนุภาคของดินด้วยแรงปะทะของเม็ดฝน
4. กระบวนการพัดพาอนุภาคของดินด้วยน้ำ ไหลบ่าหน้าดิน

(สมเจนต์ จันทวัฒน์, 2525 : 25-27)

เกษม จันทรแก้ว กล่าวถึงกระบวนการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ สามารถแบ่งแยกได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแตกกระจายอนุภาคของดิน เป็นขั้นแรกของการชะล้างพังทลาย ทำให้อนุภาคของดินที่มีขนาดเล็กแตกกระจายออกจากกัน ทั้งนี้การแตกกระจายของอนุภาคดินจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ

1.1 แรงที่กระทำต่ออนุภาคของดิน ได้แก่ แรงตกกระทบของเม็ดดิน (raindrop impact) และความรุนแรงของฝน

1.2 ความสามารถในการแตกกระจายอนุภาคของดิน

2. การพัดพาอนุภาคของดิน เป็นขั้นที่สองของกระบวนการชะล้างพังทลายของดินต่อเนื่องจากกระบวนการแรก เมื่ออนุภาคของดินแตกกระจายและอาจไปอุดตันของผิวหน้าดิน จากการที่อนุภาคของดินบริเวณอื่นมาตกทับถม จะทำให้กระบวนการซึมของน้ำลงสู่ใต้ดินลดลง ทำให้มีน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้น อนุภาคของดินจะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลาดชันและระยะทางของความลาดชัน และปริมาณน้ำในลำน้ำ

3. การตกตะกอน เป็นขั้นสุดท้ายของการชะล้างพังทลายของดิน อนุภาคของดินจะตกตะกอนตามแหล่งน้ำต่าง ๆ เนื่องจากอัตราความเร็วของกระแสน้ำ ลดลง และหนืดกั้น ทำให้ตะกอนขนาดใหญ่ตกตะกอนก่อนด้วยแรงดึงดูดของโลก ส่วนตะกอนขนาดเล็กก็จะตกตะกอนช้าลง (เกษม จันทรแก้ว, 2515 : 193-197)

เอลลิสัน (Ellison) ได้กล่าวถึงกระบวนการชะล้างพังทลายของดินจากการกระทำของน้ำ ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถที่ให้อนุภาคของดินแตกกระจาย (detaching capacity) ของตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย

2. ความสามารถในการแตกกระจายของดิน (detachability)

3. ความสามารถในการพัดพา (transporting capacity) ของตัวการที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลาย

4. ความยากง่ายในการพัดพาของดิน

(Ellison, 1947 : 479)

จากการศึกษาของนักวิชาการที่เกี่ยวกับปัจจัยที่ควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน และกระบวนการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากการกระทำของน้ำเป็นตัวการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คุณสมบัติของดิน ได้แก่ เนื้อของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โครงสร้างของดิน และการซึมน้ำของดิน

2. ภูมิอากาศ โดยเฉพาะฝนจะมีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน ขนาดของเม็ดฝน และความชื้นของฝน

3. ป่าไม้ ป่าไม้ช่วยลดแรงปะทะของเม็ดฝนที่จะตกลงสู่พื้นดินและยังช่วยชะลอการไหลของน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน และยังช่วยต้านทานการชะล้างพังทลายของดิน

4. ลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน ความยาวของความลาดชัน รูปร่างของพื้นที่ลาดชัน และความสม่ำเสมอของความลาดชัน

กระบวนการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. กระบวนการแตกกระจายอนุภาคของดิน ได้แก่ แรงที่มากระทำต่ออนุภาคของดินและความสามารถในการแตกกระจายอนุภาคของดิน

2. กระบวนการพัดพาอนุภาคของดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการขนย้ายของตัวการที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลาย และความยากง่ายในการขนย้ายของดิน น้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะพัดพาอนุภาคของดินให้เคลื่อนย้ายไปตามกระแสน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความลาดชัน ระยะทางของความลาดชัน และปริมาณน้ำในลำน้ำ

3. กระบวนการการตกตะกอนทับถม เนื่องจากอนุภาคของดินที่ถูกพัดพามากับน้ำไหลบ่าหน้าดิน จนกระทั่งความเร็วของกระแสน้ำไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายให้อนุภาคเหล่านั้นได้อีก ก็จะตกตะกอนสะสมตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคและความเร็วของกระแสน้ำ

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากการกระทำของน้ำ ในลุ่มน้ำภาคใต้ของประเทศไทย เราสามารถศึกษาได้จากปริมาณตะกอนในแต่ละพื้นที่ที่จะแตกต่างกัน ดังที่ พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุติกุล กล่าวว่าปริมาณตะกอนจากพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชไร่ มีประมาณ 159-241 ตันต่อไร่ต่อปี แต่ถ้าเป็นพื้นที่ที่ปลูกยางพาราและสวนผลไม้จะมีปริมาณตะกอน 1-29 ตันต่อไร่ต่อปี (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุติกุล. 2530 : 83) ในขณะที่ภาคใต้มีพื้นที่ลุ่มน้ำเพียง 70,188 ตารางกิโลเมตร แต่เมื่อพิจารณาถึงปริมาณตะกอนในลำน้ำแต่ละชนิด ได้แก่ ตะกอนแขวนลอย มีปริมาณ 295 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี ตะกอนท้องน้ำ มีปริมาณ 59 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2527 : 80)

จากที่กล่าวมาข้างต้น เกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากน้ำเป็นตัวการในลุ่มน้ำ

ภาคใต้ พอสรุปได้ดังนี้

ปริมาณตะกอนในแต่ละบริเวณของพื้นที่ลุ่มน้ำจะแตกต่างกันตามสภาพการใช้ที่ดิน บริเวณที่มีพืชปกคลุมน้อย หากพื้นที่ดินขาดพืชปกคลุมแล้วการชะล้างพังทลายของดินจะมีปริมาณมาก ซึ่งเป็น การก่อให้เกิดตะกอนในลำน้ำมากขึ้น

3. ฝน

แรงปะทะของเม็ดฝนที่ตกกระทบพื้นผิวดิน ย่อมทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้ อนุภาคของดินหลุดกระเด็นออกจากกันและถูกน้ำพัดพาไปสู่ลำน้ำ ดังที่ นิวัติ เรืองพานิช กล่าวว่า แรงปะทะของเม็ดฝนทำให้เกิดการสูญเสียดิน มากกว่าการชะล้าง โดยน้ำ ไหลบ่าหน้าดินประมาณ 50-90 เท่า หากฝนตกปริมาณมาก บริเวณพื้นที่ที่ปราศจากพืชปกคลุมดินจะสูญเสียอนุภาคของดิน ไปประมาณ 100 ตันต่อพื้นที่หนึ่งเอเคอร์ โดยเฉพาะความสามารถในการแตกกระจายของดิน และความสามารถในการเคลื่อนย้ายของดินจะเพิ่มขึ้น เมื่ออนุภาคของดินมีขนาดเล็กลง อนุภาค ของดินเหนียวจะพัดพาได้ง่ายกว่า เพื่อชี้ให้เห็นว่าแรงปะทะของเม็ดฝนเป็นตัวสำคัญในการแตก กระจายของเม็ดฝน อันเป็นสาเหตุเริ่มแรกของการกัดเซาะและน้ำ ไหลบ่าหน้าดิน จะทำหน้าทีพัด พาเอาดินให้เคลื่อนย้ายไปลงสู่ลำน้ำ (นิวัติ เรืองพานิช, 225 : 140)

นอกจากนี้ได้นักวิชาการชาวไทย ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของฝนที่ส่งผลกระทบต่อ ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ดังจะ ได้นำเสนอเป็นลำดับดังนี้

ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำกะเปอร์ พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอย 31,897 ตันต่อตารางกิโลเมตร จะเป็นตะกอนแขวนลอยในฤดูแล้ง 360 ตันหรือ 1.3 ตันต่อตารางกิโลเมตร และในฤดูฝนมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 31,537 ตัน หรือ 116.6 ตันต่อ ตารางกิโลเมตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในฤดูแล้งประมาณ 1 เบอร์เซ็นต์ และอีก 99 เบอร์เซ็นต์ จะเป็นปริมาณตะกอนแขวนลอยในฤดูฝน (ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี, 2528 : 64)

นิวัติ เรืองพานิช ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ปรากฏว่า ปริมาณ ตะกอนแขวนลอยจะผันแปรตามปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะไฟไหม้บริเวณลุ่มน้ำเมื่อปี พ.ศ. 2511

และปี พ.ศ. 2512 ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้น (นิวัติ เรืองพานิช. 2513 : 25)

สุวิทย์ กังสดาล ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำในลำน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าที่มีต่อตะกอนของลุ่มน้ำห้วยแม่ใน อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ปรากฏว่า เมื่อนำปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ใน มาหาความสัมพันธ์พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.9030 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าสหสัมพันธ์ที่ได้เป็นบวก ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์เป็นบวกโดยตรงกับตะกอนแขวนลอยได้นั้น จะต้องมียปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,200 มิลลิเมตร เป็นอย่างน้อย ดังสมการ

$$Y = 0.7789X - 895.7112$$

เมื่อ $Y =$ ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)

$X =$ ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

(สุวิทย์ กังสดาล. 2525 : 51)

วีระ ศรีสนธิ์ ได้ศึกษาปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำหนองหาร จังหวัดสกลนคร พบว่า ปริมาณตะกอนรวมทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ มีค่าสหสัมพันธ์ 0.7 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนทั้งหมด เนื่องจากเม็ดฝนนอกจากจะทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายแล้ว เม็ดน้ำฝนยัง ไหลรวมกันเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินจะพัดพาเอาอนุภาคของดินจนกลายเป็นตะกอนในลำน้ำ ทั้งตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำ (วีระ ศรีสนธิ์. 2527 : 103)

สำหรับนักวิชาการชาวต่างประเทศ ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของฝนที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ซึ่งจะได้นำเสนอเป็นลำดับดังนี้

แลงบายน์ และชัมม์ (Langbein and Schumm) ได้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำเล็ก ๆ ในสหรัฐอเมริกา ปรากฏว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปริมาณน้ำฝนจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรง (Gregory. 1976 : 331; citing Langbein and Schumm. n.d.)

ฟอร์เนียร์ (Fournier) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภูมิอากาศและตะกอนแขวนลอยใน 96 ลุ่มน้ำ พบว่าปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้นด้วย และจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นในช่วงฤดูกาลที่มีปริมาณน้ำฝนมาก จะทำให้การชะล้างพังทลายของดินมีมาก (Gregory and Walling. 1976 : 335; citing Fournier. n.d.)

โคบายาชิ (Kobayashi) ได้ศึกษาความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำขนาดใหญ่ที่จังหวัดพิษณุโลก พบว่าในฤดูแล้งเดือนธันวาคม ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยประมาณ 28.8 ส่วนในล้านส่วน แต่เมื่อถึงต้นฤดูฝนเดือนพฤษภาคมจะมีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย 1,436.4 ส่วนในล้านส่วน (วิระ พุกจุฑ. 2529 : 1; อ้างอิงมาจาก Kobayashi. 1959) ชัมม์ และแลงบายน (Schumm and Langbein) กล่าวว่าปริมาณน้ำฝนจะมีความสัมพันธ์กับตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นมีปริมาณน้ำฝนมาก เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมรสุมที่นำฝนมาตก ทำให้อัตราการกัดเซาะสูงมาก จึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำมาก (Selby. 1985 : 579, 582; citing Schumm and Langbein. 1985)

ฟอร์เนียร์ (Fournier) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำถึง 76 แห่งในสหรัฐอเมริกา โดยนำเอาตัวแปรทางกายภาพ ประกอบด้วยปริมาณน้ำฝนและลักษณะภูมิประเทศ มาสร้างสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\log E = 2.65 \log P^2 / P + 0.46 \log H \tan Q - 1.56$$

เมื่อ $\log E$ = ตะกอนแขวนลอย (ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี)

P^2 = ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)

P = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของรายปี (มิลลิเมตร)

H = ความสูงเฉลี่ยของความต่างระดับ (เมตร)

Q = ความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ (องศา)

(Selby. 1987 : 578; citing Fournier. 1960)

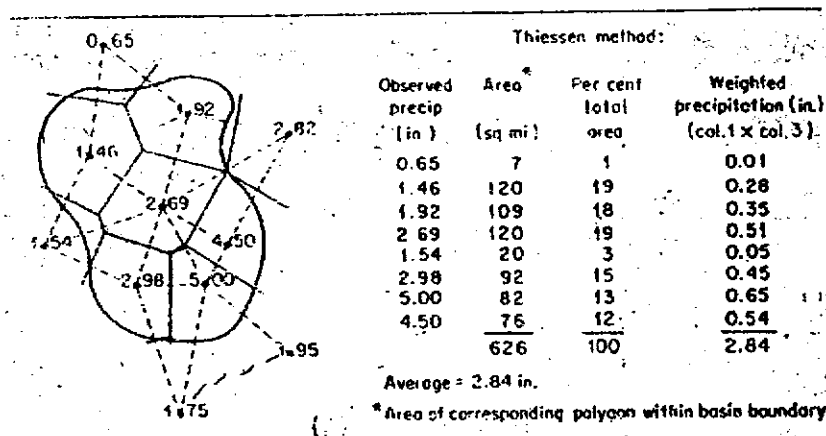
จากการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของฝนที่มีผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ
ดังที่ได้อ้างอิงมาข้างต้น พอสรุปได้ดังนี้

ฝนเป็นตัวการสำคัญที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งอนุภาคของดินเหล่านี้ก็จะถูก
น้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาสู่ลำน้ำ ทั้งนี้แรงปะทะของฝนที่จะทำให้อนุภาคของดินแตกกระจายออกจาก
กันขึ้นอยู่กับขนาดของดิน ถ้าหากอนุภาคของดินมีขนาดโต โอกาสที่จะแตกกระจายได้มาก แต่เมื่อ
อนุภาคของดิน เหนียวที่มีขนาดเล็กลงยากต่อการแตกกระจายมากกว่าดินทราย แต่ดินเหนียวจะถูก
พัดพาได้ง่ายกว่า

เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการแล้วว่า ฝนเป็นปัจจัยแรกที่สำคัญต่อการแตกกระจายของ
อนุภาคตะกอน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนจะ
มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ และเมื่อนำมาศึกษาในเชิงสถิติปรากฏ
ว่า ปริมาณน้ำฝนจะมีความสัมพันธ์ เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ

สำหรับการศึกษาปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีไทเซน
(Thiessen method) เนื่องจากมีความเหมาะสมกับลักษณะพื้นที่บริเวณที่ศึกษา ตลอดจนข้อมูล
ปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมได้ วิธีการหาปริมาณน้ำฝนตามวิธีของไทเซน
ดังนี้

วิธีไทเซน (Thiessen method) เป็นวิธีที่เอาพื้นที่ของลุ่มน้ำที่สถานีวัดน้ำฝนครอบคลุม
ไปถึงเข้ามาเกี่ยวข้องกับ สำหรับวิธีการหาพื้นที่ กำหนดสถานีวัดน้ำฝนลงบนแผนที่ แล้วทำการ
ลากเส้นโยงระหว่างสถานีที่ใกล้กันเป็นรูปสามเหลี่ยม จากนั้นให้ลากเส้นตั้งฉากจากจุดแบ่งครึ่งของ
ด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมให้มาบรรจบกันจะได้รูปหลายเหลี่ยม (polygons) ที่มีสถานีวัดน้ำฝน
เป็นจุดศูนย์กลาง จากนั้นให้หาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนทุกสถานี แล้ว
หาเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมทุกรูปต่อพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำ ผลบวกของผลคูณระหว่าง
เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมทั้งหมดกับปริมาณน้ำฝนของสถานีนั้น จะเป็นค่าเฉลี่ยของ
ปริมาณน้ำฝนของลุ่มน้ำ วิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำมีสถานีวัดน้ำฝนน้อย สถานีอยู่ห่างกันและ
การกระจายของสถานีไม่สม่ำเสมอ



ภาพประกอบ 2 แสดงการหาปริมาณน้ำฝนด้วยวิธีไทเซน

ที่มา : จรูญ สุขเกษม. 2527 : 89-90

4. ปริมาณน้ำในลำน้ำ

ปริมาณน้ำที่ไหลอยู่ในลำน้ำของลุ่มน้ำ เกิดจากน้ำฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำที่เหลือจากการซึมซับของดินแล้วก็จะกลายเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน ไหลลงสู่ลำน้ำกลายเป็นน้ำท่าในลุ่มน้ำ ขณะที่ฝนตกและน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะชะล้างพังทลายดิน และจะพัดพาเอาอนุภาคขนาดต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำ ดังที่ทวีศักดิ์ รมิงสงศ์ และชาญ ดันติสฤต กล่าวไว้ว่า น้ำที่ไหลอยู่ในลำน้ำ ภายหลังจากที่มีฝนตกแล้ว ลำน้ำจะทำหน้าที่รองรับน้ำให้ไหลไปตามลำน้ำสู่บริเวณที่ต่ำกว่า ซึ่งลำน้ำมีหน้าที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. ทำหน้าที่นำน้ำจากบริเวณต้นน้ำสู่ปากแม่น้ำของลุ่มน้ำ
 2. ทำหน้าที่พัดพาตะกอน
 3. ลำน้ำร่วมกับการเคลื่อนที่ของตะกอนเป็นตัวการก่อให้เกิดลักษณะภูมิประเทศ
- การไหลของน้ำในลำน้ำเป็นตัวควบคุมลำน้ำ ปัจจัยที่ควบคุมการไหลของน้ำในลำน้ำ

สามารถแบ่งออกเป็น 5 อย่าง ดังนี้

1. ปริมาณน้ำในลำน้ำ หมายถึง ปริมาณของน้ำที่ไหลผ่านจุดใดจุดหนึ่งในหน่วยเวลา
2. ความเร็วของกระแสที่ไหลในลำน้ำ
3. ขนาดและรูปร่างของลำน้ำ

4. ความลาดชันของลำน้ำ

5. ตะกอนที่ลำน้ำพัดพาให้เคลื่อนย้ายไปตามลำน้ำ

(ทวีศักดิ์ ธรรมิวงษ์ และชาณุ ตันติสฤต. 2525 : 62)

นอกจากนี้แล้ว แม่น้ำเป็นตัวการกระทำทางธรณีสัณฐานที่สำคัญอีกตัวการหนึ่ง โดยเฉพาะตะกอนในลำน้ำที่เกิดจากการกระทำของน้ำ ด้วยการกัดเซาะ การพัดพา และการตกตะกอนสะสม มีนักวิชาการท่านหนึ่งคือ กูดี (Goudie) กล่าวถึงตะกอนที่เคลื่อนที่มากในลำน้ำนั้น มาจากแหล่งกำเนิดตะกอนบริเวณต้นน้ำและตลิ่งลำน้ำในลำน้ำ โดยเฉพาะอนุภาคของดินเหนียวและตะกอนแป้งเป็นตะกอนแขวนลอยที่ไหลรวมมากับน้ำปริมาณน้ำในลำน้ำด้วย (Goudie. 1984 : 295) นอกจากนี้แล้วการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในลำน้ำขึ้นอยู่กับการไหลของน้ำในลำน้ำจะแตกต่างกันตามสภาพทางภูมิศาสตร์ ปริมาณตะกอนแขวนลอยและปริมาณน้ำในลำน้ำจะเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูกาลของแต่ละปี (คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2526 : 48-49)

นอกจากนี้ได้มีนักวิชาการชาวไทยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปริมาณน้ำในลำน้ำที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ดังจะได้นำเสนอเป็นลำดับดังนี้

กิตติมา ดังวิมลพิวงษ์ และคนอื่น ๆ ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำภาคใต้ของประเทศไทย 16 แห่ง ปรากฏว่า ปริมาณน้ำในลำน้ำมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยถึง 66 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำในลำน้ำจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำได้ผลการดังนี้

$$Y = 0.0137 + 0.0001924X$$

$$r = 0.827$$

เมื่อ Y = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)

X = ปริมาณน้ำในลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตร)

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

(กิตติมา ดังวิมลพิวงษ์ และคนอื่น ๆ. 2528 : 210)

จำนงค์ ปราณสุจริต ได้ศึกษาผลกระทบของวิวัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่า และตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปริมาณน้ำจะเป็นตัวพัดพาตะกอนแขวนลอยให้ไหลมากับกระแสน้ำในลำน้ำ ถ้าปริมาณน้ำมากจะทำให้การพัดพาตะกอนแขวนลอยได้มาก แสดงว่าปริมาณน้ำในลำน้ำจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ (จำนงค์ ปราณสุจริต. 2526 : 10)

ธงชัย พิงรศมี กล่าวว่า ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามความลึกของลำน้ำ ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจะมากขึ้นเมื่อใกล้กับท้องน้ำ และจะลดลงเมื่อใกล้ผิวน้ำในลำน้ำ บริเวณที่มีกระแสน้ำปั่นป่วนมากที่สุด ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจะมีมาก (ธงชัย พิงรศมี. 2531 : 162)

พิชบุษย์ จิตวาพรนิช ได้ศึกษาความสมดุลของน้ำและการพัดพาตะกอนตลอดจนธาตุอาหารพืชที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำแกลบ ปรากฏว่า ปริมาณตะกอนที่สูญเสียออกจากพื้นที่ได้ถูกพัดพาไปกับปริมาณน้ำในลำน้ำ ทั้งตะกอนท้องน้ำและตะกอนแขวนลอยจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการไหลของกระแสน้ำในลำน้ำ (พิชบุษย์ จิตวาพรนิช. 2531 : 33)

วีระพล แต่สมบัติ กล่าวว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามความลึกของน้ำ ความกว้างของลำน้ำพื้นที่รูปตัดที่น้ำและตะกอนแขวนลอยไหลผ่าน (วีระพล แต่สมบัติ. 2531 : 145)

สมคิด แก้วไทรทอง ได้ศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดเล็กบริเวณทุ่งจ้อย จังหวัดเชียงใหม่ ปรากฏว่าน้ำที่ไหลในลำน้ำจะเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ เมื่อปริมาณน้ำในลำน้ำมีมากขึ้นจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยตกตะกอนสะสมบริเวณหน้าเขื่อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้เขื่อนตื้นเขินและรับน้ำได้น้อยลง (สมคิด แก้วไทรทอง. 2526 : 45)

สุวิทย์ กังสดาล ได้ศึกษาอิทธิพลของน้ำฝน น้ำท่า และการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าที่มีผลต่อตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยแม่ใน อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยนำเอาปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ปรากฏว่าปริมาณน้ำในลำน้ำจะมีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอย

ในลำน้ำ เนื่องจากตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการกัดเซาะอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้ตะกอนแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นได้อีก ทั้งนี้ตะกอนแขวนลอยมาจากการกัดเซาะและการพัดพาในลุ่มน้ำของ โคร่งซ้ายลำน้ำ และเมื่อนำค่าสัมพันธระหว่างปริมาณน้ำท่ากับตะกอนแขวนลอยที่ได้สร้างสมการพยากรณ์เชิงเส้นตรงในรูปของคะแนนดิบได้สมการพยากรณ์ ดังนี้

$$Y = 92.72X - 413.7125$$

เมื่อ Y = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)

X = ปริมาณน้ำท่า (ล้านลูกบาศก์เมตร)

จากสมการดังกล่าวนี้แสดงว่าถ้าปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้น 92.72 ตัน (สุวิทย์ กังสดาล. 2525 : 69)

สุรภี เปลี่ยนนนกุล ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่บางไทรถึงสันดอนปากแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในลำน้ำ เพราะตะกอนแขวนลอยต้องไหลมากับน้ำในลำน้ำ (สุรภี เปลี่ยนนนกุล. 2518 : 36-37)

แอนด์ เฮอร์สัน (Anderson) กล่าวว่า ปริมาณตะกอนในลำน้ำมาจากลำน้ำสาขาของโคร่งซ้ายลำน้ำในลุ่มน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและแหล่งกำเนิดตะกอน โดยเฉพาะปริมาณตะกอนแขวนลอยจะแตกต่างกันในแต่ละบริเวณของลำน้ำเดียวกัน (Anderson. 1980 : 347)

โบการ์ดตี (Bogardi) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ปรากฏว่าการพัดพาตะกอนแขวนลอยจะอยู่ในลักษณะของสารแขวนลอยไปกับกระแสน้ำในลำน้ำ แหล่งกำเนิดตะกอน ภูมิอากาศ ความเร็วของกระแสน้ำ ปริมาณน้ำในลำน้ำ ขนาดและรูปร่างของลุ่มน้ำ เป็นปัจจัยที่ควบคุมการพัดพาตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ (Bogardi. 1978 : 103-104)

ดักลาส (Douglas) สรุปไว้ว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและพายุฝน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การกระจายของฝนภายในลุ่มน้ำ น้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะพัดพาเอาตะกอนแขวนลอยลงสู่ลำน้ำ (Douglas. 1977 : 115)

กูดี (Goudie) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำเอวอน (Avon) ในสหราชอาณาจักร พบว่า ตะกอนแขวนลอยจากแหล่งกำเนิดตะกอนไหลมากับกระแสน้ำในลำน้ำด้วยการแขวนลอย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคตะกอนแขวนลอย กระแสน้ำที่ปั่นป่วน ความเร็วของกระแสน้ำ ความสามารถของลำน้ำที่จะพัดพาตะกอนแขวนลอยให้เคลื่อนย้ายไป (Goudie. 1984 : 295)

ลีท (Leet) สรุปไว้ว่า ปัจจัยที่ควบคุมการพัดพาตะกอนแขวนลอยขึ้นอยู่กับพลังงานจลน์ (Kinetic energy) ของลำน้ำ ปริมาณน้ำในลำน้ำ กระแสน้ำที่ปั่นป่วน และความเร็วของกระแสน้ำในช่วงที่เกิดน้ำท่วม การพัดพาตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีปริมาณมากเนื่องจากปริมาณน้ำในลำน้ำที่เพิ่มมากขึ้น (Leet. 1978 : 256-266)

ลัฟแรน แคมเบล และเอลเลียต (Loughran, Campbel and Elliott) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในบริเวณที่มีการเพาะปลูกในออสเตรเลีย ปรากฏว่า เมื่อนำเอาปริมาณน้ำท่า และความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยมาหาค่าสหสัมพันธ์ พบว่าปริมาณน้ำท่ามีความสัมพันธ์กันโดยตรงกับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย ดังสมการ

$$S = 21.3Q^{0.64} \quad r = 0.82$$

เมื่อ S = ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

Q = ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที)

(Loughran Campbel and Elliott. 1986 : 287)

โรเบิร์ต (Robert) กล่าวว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีมากในช่วงที่มีปริมาณน้ำในลำน้ำเพิ่มขึ้น หลังจากที่เกิดพายุฝนคะนอง (Robert. 1972 : 259)

เซลบี้ (Selby) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ปรากฏว่าตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในลำน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ โดยเฉพาะช่วงเกิดน้ำท่วม ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำเพิ่มขึ้น (Selby. 1985 : 259) ทาซิโอลิ (Tazioli) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยบริเวณทางตอนใต้ของอิตาลี พบว่าในช่วงที่เกิดน้ำท่วมปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีค่ามากกว่า 200 กรัมต่อลิตร (Tazioli. 1980 : 173)

เทอร์เวย์ (Turvey) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในป่าปาปานิวกินี (Pa pa New Guinea) ปรากฏว่ามีตะกอนแขวนลอย 74.65 ส่วนในล้านส่วน (PPM) และตะกอนแขวนลอย 112.93 PPM และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับตะกอนแขวนลอยได้ค่าสหสัมพันธ์ 0.936 และระดับนัยสำคัญ 0.001 ดังสมการ

$$S = 0.726Q + 27.927$$

เมื่อ S = ตะกอนแขวนลอย (ส่วนในล้านส่วน)

Q = ปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

(Turvey. 1975 : 113-116)

โวลแมน และมิลเลอร์ (Wolman and Miller) กล่าวว่าปริมาณตะกอนในลำน้ำ ทั้งตะกอนท้องน้ำ ตะกอนละลาย และตะกอนแขวนลอย ตะกอนเหล่านี้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของตะกอนทั้งหมดที่ถูกพัดพาไปกับน้ำในลำน้ำส่วนใหญ่จะเป็นตะกอนแขวนลอย (Wolman and Miller. 1960 : 56)

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปเกี่ยวกับอิทธิพลของปริมาณน้ำในลำน้ำที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยได้ดังนี้

ปริมาณน้ำไหลในลำน้ำเป็นตัวการพัดพาเอาตะกอนชนิดต่าง ๆ ไหลลงสู่ลำน้ำ รวมทั้งน้ำไหลบ่าหน้าดินที่ไหลตามความลาดชันของภูมิประเทศ ลงสู่ที่ต่ำจะพัดพาเอาตะกอนมาลงสู่ลำน้ำด้วย การไหลของน้ำในลำน้ำหากมีปริมาณมากก็สามารถจะพัดพาเอาตะกอนไปได้มาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความกว้างและลึก ความเร็ว ความปั่นป่วนของกระแสน้ำที่พัดพาเอาอนุภาคตะกอนให้เคลื่อนย้ายสู่ลำน้ำด้วย

เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการแล้วว่า ปริมาณน้ำในลำน้ำจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ เพราะปริมาณน้ำเป็นตัวการพัดพาตะกอนแขวนลอยให้ไหลมากับกระแสน้ำในลำน้ำ ถ้าปริมาณน้ำมากจะทำให้การพัดพาตะกอนแขวนลอยได้มาก แต่หากปริมาณน้ำน้อยการพัดพาตะกอนแขวนลอยก็จะน้อยลง

5. ป่าไม้ในลุ่มน้ำ

การทำลายพื้นที่ป่าไม้จะทำให้เกิดปริมาณการขาดแคลนความสมดุลทางนิเวศวิทยา จากการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งเป็นผลให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อป่าไม้หมดสภาพทางธรรมชาติ จะส่งผลกระทบต่อวัฏจักรทางอุทกวิทยา การตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดปัญหาด้านการชะล้างพังทลายของดิน และเพิ่มปริมาณตะกอนในลำน้ำ และทำให้อัตราการไหลบ่าหน้าดินของน้ำท่าลงสู่ลำน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังที่ เพ็ญศรีวงศ์ สวัสดิสกุล กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงป่าไม้เป็นพื้นที่อย่างอื่นที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำจะส่งผลทำให้การชะล้างพังทลายของดินจะมีมากกว่าปกติ เนื่องจากไม่มีป่าไม้ปกคลุมดินที่จะช่วยลดแรงปะทะของฝน และการชะล้างของน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะพัดพาเอาตะกอนลงสู่แหล่งน้ำได้ง่ายมากกว่าปกติ (เพ็ญศรีวงศ์ สวัสดิสกุล. 2532 : 89)

นอกจากนี้ได้มีแนวคิดจากนักวิชาการชาวไทย ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของป่าไม้ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำดังจะ ได้เสนอเป็นลำดับ ดังนี้

สุทัศน์ เต็มสายทอง ได้ศึกษาอิทธิพลของป่าไม้ที่ส่งผลต่อตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ ในเขตลุ่มน้ำมูล พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยมาจากอิทธิพลของพื้นที่ป่าไม้ 95.40 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อหาความสัมพันธ์ของพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเป็น ไปในปฏิกิริยากลับกัน คือ ถ้าพื้นที่ป่าไม้ลดลง ปริมาณตะกอนแขวนลอยจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยลดลง ดังสมการ

$$Y = 272.540 - 3.3376X$$

เมื่อ Y = ปริมาณตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

X = พื้นที่ป่าไม้ (เปอร์เซ็นต์)

(สุทัศน์ เต็มสายทอง. 2532 : 61)

สมคิด แก้วไทรหงวน ได้ศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อ ปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำ จากกลุ่มน้ำขนาดเล็กบริเวณทุ่งจ้อย จังหวัดเชียงใหม่ ปรากฏว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ พื้นที่ที่เป็นป่าไม้จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 486.71 กิโลกรัมต่อปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำพื้นที่ที่เป็นอยู่อาศัยถึง 7,580,698 กิโลกรัม ต่อปี (สมคิด แก้วไทรหงวน . 2526 : 74)

ปรีชา คุรัตน์ ได้ศึกษาการสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองของพืชคลุมดินสีลักษณะ บริเวณป่าแม่หาด อำเภอหางาว จังหวัดลำปาง ปรากฏว่า พื้นที่ป่าไม้จะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิกิริยา กลับกันกับปริมาณน้ำในลำน้ำและตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ (ปรีชา คุรัตน์. 2525 : 74)

วัฒนชัย คำรงหาญวิทย์ ได้ศึกษาการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินใน เชียงใหม่ โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล พบว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินจากพื้นที่ ป่า ไม้ในลุ่มน้ำมาเป็นพื้นที่การเกษตรที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ จะส่งผลกระทบให้ปริมาณการชะล้าง พังทลายของดินมากขึ้น ก่อให้เกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำเพิ่มขึ้น (วัฒนชัย คำรงหาญวิทย์. 2528 : 74)

จรูญ สุขเกษม กล่าวว่า การเปลี่ยนสภาพป่าไม้ที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่อุดมสมบูรณ์ตาม ธรรมชาติ ได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นการใช้ที่ดินอย่างอื่นที่ไม่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำจะเป็นการเร่ง ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินมากขึ้น ตะกอนแขวนลอยจะมีเพิ่มขึ้นในลำน้ำ (จรูญ สุขเกษม. 2527 : 199)

มนู ศรีขจร สรุปลไว้ว่าผลของการทำลายป่าไม้ การใช้ที่ดินที่ผิดวิธี การอนุรักษ์ดินและน้ำ จะก่อให้เกิดการสูญเสียดินในรูปของตะกอนและธาตุอาหารที่ถูกกัดเซาะจากแหล่งเดิม (มนู ศรีขจร. 2525 : 4-6)

อำนาจ เจริญศิลป์ กล่าวว่า ป่า ไม้มีอิทธิพลต่อระบบนิเวศวิทยาของกลุ่มน้ำ แต่ในภาคใต้มี การทำลายป่า ไม้มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการบุกรุกทำลายป่าดงดิบส่งผลกระทบให้ความ อุดมสมบูรณ์ของดินลดลง การชะล้างพังทลายของดินก็จะทวีความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดปริมาณ ตะกอนในลำน้ำเพิ่มมากขึ้น (อำนาจ เจริญศิลป์. 2528 : 140)

นอกจากนี้แล้วนักวิชาการชาวต่างประเทศ ยัง ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของป่า ไม้ที่ส่งผล

ต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ดังจะได้เสนอเป็นลำดับดังนี้

แอนด์เคอร์สัน (Anderson) ได้ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยใน 61 ลุ่มน้ำทางชายฝั่งทะเลตอนเหนือของแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ปรากฏว่าในสภาพป่าธรรมชาติมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 69 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี และเมื่อสภาพป่าธรรมชาติถูกทำลายลงมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 454 ตันต่อตารางกิโลเมตร (Anderson. 1980 : 356-357)

เซลบี้ (Selby) ได้ศึกษาอัตราการชะล้างพังทลายของดินจากการใช้ที่ดินในสหรัฐอเมริกา ปรากฏว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในพื้นที่ที่เป็นป่าไม้ธรรมชาติมีปริมาณ 8.5 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี และมีพื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลาย จะมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 4,250 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี แสดงว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลาย การชะล้างพังทลายของดินจะเพิ่มปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้การพัดพาตะกอนแขวนลอยในลำน้ำเพิ่มมากขึ้นด้วย (Selby. 1985 : 203)

กูดี (Goudie) กล่าวว่า มนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่เร่งให้ตะกอนแขวนลอยที่ไหลมากับกระแสน้ำในลำน้ำจากบริเวณต้นน้ำ การเพิ่มขึ้นของตะกอนแขวนลอยในลำน้ำมีผลมาจากการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลายลงจนขาดความสมบูรณ์ตามธรรมชาติ (Goudie. 1983 : 296)

ฮัดสัน (Hudson) ได้ศึกษาทดลองในสนามถึงอิทธิพลของการตกกระทบของเม็ดฝนต่อการชะล้างพังทลายของดินและสิ่งปกคลุมดิน ด้วยการวัดอัตราการไหลบ่าของน้ำและตะกอนในแปลงที่ว่างเปล่าเปรียบเทียบกับแปลงที่ปกคลุมด้วยมุงในดินชนิดเดียวกันและความชื้นของฝนเท่ากัน ปรากฏว่าแปลงที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินจะสูญเสียดินเป็น 100 เท่าของแปลงที่มีสิ่งปกคลุมดิน (Andriessse. 2525 : 18; citing Hudson. 1981)

บราวน์ (Brown) กล่าวว่า สภาพป่าไม้ธรรมชาติที่ไม่ถูกบุกรุกทำลาย อัตราการชะล้างพังทลายของดินมีค่าตั้งแต่ 12-1,500 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตรต่อปี แต่เมื่อพื้นที่ป่าไม้บริเวณนั้นถูกบุกรุกทำลายลง ทำให้เกิดความสมดุลทางธรรมชาติเสื่อมโทรม ทำให้อัตราการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มมากขึ้นอยู่ระหว่าง 15,000 - 85,000 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางกิโลเมตรต่อปี (Jantawat. 1997 : 11; citing Brown. 1970)

ยูเนสโก (UNESCO) ได้รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยและปริมาณน้ำท่าในออสเตรเลีย ปรากฏว่าปริมาณน้ำท่าก่อนป่าไม้ถูกทำลายลง มีค่า 60-80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และหลังจากป่าไม้ธรรมชาติถูกบุกรุกทำลายมีปริมาณน้ำท่า 370 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และปริมาณตะกอนแขวนลอยก่อนที่ป่าไม้ถูกทำลายลงมีค่า 1,000 ตันต่อวัน หลังจากป่าไม้ธรรมชาติถูกบุกรุกทำลายลงมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 115,000 ตันต่อวัน (Fleming. 1974 : 58; citing UNESCO. 1972)

จากการศึกษาของนักวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของป่าไม้ที่ส่งผลกระทบต่อน้ำตะกอนแขวนลอยในลำน้ำดังกล่าวมาพอสรุปได้ดังนี้

การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมทางนิเวศวิทยา โดยเฉพาะการบุกรุกทำลายป่าไม้ ก่อให้เกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน เป็นการเพิ่มปริมาณตะกอนในแหล่งน้ำ เนื่องจากไม่มีพืชปกคลุมดินน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะชะล้างพังทลายดินได้ง่าย เป็นการเพิ่มปริมาณตะกอนในลำน้ำมากกว่าตามธรรมชาติ

เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการแล้วว่า การบุกรุกทำลายป่าไม้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา โดยเฉพาะตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีปริมาณมากขึ้น ถ้าป่าไม้ถูกทำลายลงจนขาดความสมดุลทางธรรมชาติ หรือลดพื้นที่ป่าไม้ลง หากนำมาศึกษาในเชิงสถิติปรากฏว่า พื้นที่ป่าไม้จะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำของลุ่มน้ำ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ถึงปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ซึ่งตัวแปรที่นำมาศึกษาอันประกอบด้วย ฝน ปริมาณน้ำท่า และพื้นที่ป่าไม้นั้น เป็นการศึกษาวิเคราะห์ในลักษณะของเชิงปริมาณวิเคราะห์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยพิจารณาสมการของแต่ละตัวแปร เพื่อใช้ในการสร้างสมการพยากรณ์ตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การศึกษาและวิเคราะห์เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

1. แหล่งข้อมูลในการศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. แหล่งข้อมูลในการศึกษา

1.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานและสถาบันการศึกษา

1.2 ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรายวัน จากการพลังงานแห่งชาติและกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2516-2529 รวมข้อมูล 14 ปี ได้แก่ สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น บ้านบางสวน บ้านเบญจา อำเภอพนม อำเภอดิรัฎฐนิคม อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และสถานีวัดน้ำฝนบ้านนา อยู่ในเขตอำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่

1.3 ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำท่ารายวัน จากการพลังงานแห่งชาติ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2516-2529 รวมข้อมูล 14 ปี ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่าบ้านคลองชะอุ่น ซึ่งเป็นจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

1.4 แผนที่แสดงพื้นที่ป่าไม้จากกรมป่าไม้

1.5 ภาพถ่ายทางอากาศจากกรมพัฒนาที่ดิน

1.6 ภาพถ่ายดาวเทียมจากสกายวิจยแห่งชาติ

1.7 ข้อมูลสถิติปริมาณตะกอนแขวนลอยรายวัน จากการปฏิบัติงานแห่งชาติ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2516-2529 รวมข้อมูล 14 ปี

1.8 การสำรวจสภาพภูมิประเทศของผู้วิจัย

1.9 แผนที่ภูมิประเทศจากกรมแผนที่ทหาร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 250,000 ลำดับชุด 1501S ระวัง NC 47-14 จากกรมแผนที่ทหาร

2.2 แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ลำดับชุด L 7017 ระวัง 4726 I ระวัง 4726 II จากกรมแผนที่ทหาร

2.3 แผนที่แสดงพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2516 และ 2528 มาตราส่วน 1 : 250,000 จากกรมป่าไม้

2.4 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2518 และ 2523 มาตราส่วน 1 : 14,000 จาก กรมพัฒนาที่ดิน

2.5 ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2526, 2527 และ 2529 มาตราส่วน 1 : 1,000,000 จากสทววิจัยแห่งชาติ

2.6 เครื่องมือที่ใช้วัดหาพื้นที่ แพลนิมิเตอร์ (planimeter)

2.7 เครื่องมือที่ใช้แปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 สืบหาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาขอบเขตของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝน สถานีวัดน้ำ สถานีวัดตะกอนแขวนลอย จากการปฏิบัติงานแห่งชาติและกรมอุตุนิยมวิทยา

3.3 รวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนรายวัน จากการปฏิบัติงานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 รวบรวมข้อมูล 14 ปี ของสถานีวัดน้ำฝน ดังนี้

3.3.1 สถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น ตั้งอยู่ในบริเวณโรงเรียนบ้านคลองชะอุ่น อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.3.2 สถานีวัดน้ำฝนบ้านบางสาน อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.3.3 สถานีวัดน้ำฝนบ้านเบญจา อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.3.4 สถานีวัดน้ำฝนบ้านนา อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่

3.3.5 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.3.6 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.3.7 สถานีวัดน้ำฝนอำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.4 รวบรวมสถิติปริมาณน้ำท่ารายวัน จากการปฏิบัติงานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 รวบรวมข้อมูล 14 ปี ได้จากสถานีวัดน้ำท่าบ้านคลองชะอุ่น เป็นจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

3.5 ศึกษาและรวบรวมพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ที่ได้จากหน่วยงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.5.1 แผนที่แสดงพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2516 และ 2528 จากกรมป่าไม้
มาตราส่วน 1 : 250,000

3.5.2 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2518 และ 2523 จากกรมพัฒนาที่ดิน
มาตราส่วน 1 : 14,000

3.5.3 ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2526, 2527 และ 2529 จากสทววิจัย
แห่งชาติ มาตราส่วน 1 : 1,000,000

3.6 รวบรวมสถิติปริมาณตะกอนแขวนลอยรายวัน จากการปฏิบัติงานแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 รวมข้อมูล 14 ปี ได้จากสถานีวัดตะกอนแขวนลอยบ้านคลองชะอุ่น เป็นจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

3.7 สำรวจสภาพภูมิประเทศบริเวณที่ศึกษา

4. การจัดกระทำข้อมูล

4.1 สร้างแผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำคลองชะอุ่น พร้อมทั้งตั้งของสถานีวัดน้ำฝน สถานีวัดน้ำ และสถานีวัดตะกอนแขวนลอย

4.2 คำนวณหาปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ศึกษา โดยได้จากการวัดด้วยวิธีไทเสน

4.3 คำนวณหาปริมาณน้ำท่ารายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ตามข้อ 3.4

4.4 หาพื้นที่ป่า ไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ตามข้อ 3.5

4.5 คำนวณหาพื้นที่ป่า ไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ปีที่ขาดข้อมูลด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\text{อัตราพื้นที่ป่า ไม้ที่ลดลง} = Y/X$$

เมื่อ Y = พื้นที่ป่า ไม้ที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมิน

X = ช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมินการเปลี่ยนแปลงสภาพป่า

4.6 คำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นตามข้อ 3.6

4.7 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่า ไม้ กับตะกอนแขวนลอย

4.7.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่า ไม้ กับตะกอนแขวนลอย

4.7.2 ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่า ไม้ กับตะกอนแขวนลอย ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

4.8 วิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่า ไม้ กับตะกอนแขวนลอย

4.8.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรพยากรณ์ ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่าไม้ กับตะกอนแขวนลอย

4.8.2 ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำท่า พื้นที่ป่าไม้ กับตะกอนแขวนลอย ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

4.9 สร้างตารางเปรียบเทียบค่าทางสถิติของสมการต่าง ๆ

4.10 สร้างสมการพยากรณ์ตะกอนแขวนลอย

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิธีการหาค่าสัมพัทธ์ของ Pearson Product Moment

5.2 หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณโดยวิธี Doolittle

5.3 วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบ Stepwise

บทที่ 4

การวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อตามลำดับดังนี้

1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัวแปรกับปริมาณตะกอนแขวนลอย
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรพยากรณ์ กับปริมาณตะกอนแขวนลอย
3. วิเคราะห์ค่าทางสถิติ
4. สร้างสมการพยากรณ์

1. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัวแปรกับปริมาณตะกอนแขวนลอย

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอนแขวนลอย

1.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน)
เมษายน	139.25	84.39
พฤษภาคม	220.99	321.72
มิถุนายน	181.55	513.53
กรกฎาคม	174.47	779.34
สิงหาคม	191.90	840.06
กันยายน	212.90	1,290.08
ตุลาคม	224.39	1,983.67
พฤศจิกายน	181.01	2,039.40
ธันวาคม	66.80	501.60
มกราคม	48.93	465.37
กุมภาพันธ์	38.66	58.23
มีนาคม	78.75	39.06
รวม / ปี	1759.60	8,916.45
เฉลี่ย / เดือน	146.63	743.03

จากตาราง 1 แสดงให้เห็นว่าเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมากจะอยู่ในช่วงเดือน
กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน ส่วนเดือนที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมาก จะอยู่

ในช่วงเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน ซึ่งปรากฏว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน โดยที่ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีค่า 8,916.45 ตัน และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมต่อปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีค่า 1,759.60 มิลลิเมตร

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ในตาราง 1 มาหาความสัมพันธ์ โดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ปรากฏว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.59431 ค่าสหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในลักษณะเป็นปฏิภาคตรงคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในลุ่มน้ำก็เพิ่มขึ้น เช่นกัน จึงเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าปริมาณน้ำฝนน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ อาจกล่าวได้ว่าเป็น เพราะฝน เป็นปัจจัยแรกของการกัดเซาะพื้นที่ เป็นตัวการแรกที่ทำให้อนุภาคดินแตกแยกออกจากกันหรือจากก้อนใหญ่ เป็นก้อนเล็กแล้วถูกพัดพาไปกับน้ำ ไหลบ่าหน้าดินลงสู่ลำน้ำในสภาพของการแขวนลอยในที่สุด ดังนั้นเมื่อปริมาณน้ำฝนมากจะทำให้น้ำไหลบ่ามากขึ้น ความรุนแรงก็เกิดจากการกัดเซาะจะมีมากขึ้นตะกอนแขวนลอยจึงเพิ่มมากขึ้นด้วยแต่ เหตุที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่ค่อยสูงมากนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงเวลาที่ฝนตกในตอนต้นฤดูฝนแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำฝนสูงก็ตาม แต่ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำและตอนกลางของลุ่มน้ำ เป็นภูมิประเทศหินปูนที่มีรูปร่างที่สามารถกักน้ำไว้ได้น้ำในลำน้ำก็ยังไหลในปริมาณที่ไม่มาก ฉะนั้นเมื่อฝนตกมาก ตอนต้นฤดูฝน ย่อมมีการดูดซับน้ำไว้มาก ทำให้มีการกัดเซาะพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำในระยะนี้น้อย โดยเฉพาะหินปูนที่สามารถกักน้ำไว้ได้ตามรอยแตกของชั้นหินปูน และแอ่งขนาดใหญ่ที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก แต่เมื่อในระยะต่อมาหลังจากการอิ่มตัวด้วยน้ำของดินแล้วหรือน้ำที่ดูดซับตามรอยแตกและรูปร่างต่าง ๆ ของหินปูนไม่สามารถที่จะกักไว้ได้แล้ว น้ำเหล่านี้ก็จะไหลออกสู่ลำน้ำ ฉะนั้นจึงทำให้ปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่ลำน้ำน้อยลงด้วย

และเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$\text{Se(m)} = 5.92049 \text{ Ra(m)} - 125.10368 \quad (1)$$

เมื่อ $\text{Se(m)} =$ ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$\text{Ra(m)} =$ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 1 ทำให้ทราบว่า ถ้าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 21.30 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1 ตัน ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนที่ค่อนข้างน้อยเนื่องจากสภาพลำน้ำเป็นทรายแป้งและดินเหนียวที่ง่ายต่อการกัดเซาะและพัฒนาอนุภาคต่าง ๆ และการไหลของน้ำในลำน้ำยังมีการชะล้างพังทลายของตลิ่งลำน้ำอยู่ตลอดเวลา และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนก็มีความสัมพันธ์เป็นปฏิกิริยาตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน

สาเหตุที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนไม่ค่อยสูงมากเนื่องจากฝนที่ตกทางตอนบนของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณมากก็ตาม แต่ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำเป็นภูมิประเทศหินปูนที่สามารถดูดซับน้ำ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การกัดเซาะทางตอนบนของลุ่มน้ำไม่น้อย และปริมาณน้ำในลำน้ำจะชะล้างพัดพาตะกอนบริเวณทางตอนล่างของลุ่มน้ำเป็นส่วนใหญ่ อันเป็นเหตุให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำเพิ่มขึ้นไม่มาก เพราะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งหลังจากที่ฝนตกลงสู่ลุ่มน้ำ

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 1 เป็นการแสดงการกระจายของจุดข้อมูลที่สังเกตได้รอบเส้นถดถอย กล่าวคือถ้าการกระจายของจุดข้อมูลเกาะกลุ่มตามแนวเส้นถดถอยมากจะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการจะถูกต้องมากกว่า แต่ถ้าหากการกระจายของจุดข้อมูลกระจายห่างจากเส้นถดถอยมากจะทำให้ความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการถูกต้องน้อยลง

เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ในตาราง 1 มาทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนาย

ของสมการ ซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX (statistical package for social sciences version X) บ่งชี้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ± 584.87263 แสดงว่าเมื่อนำตัวแปรพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมาใช้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมีค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายหรือความผิดพลาดจากความเป็นจริงไป ± 584.87263 ตัน

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

- ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ตั้งแต่ปี

พ.ศ. 2516-2529 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วง ปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มม.)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)
2516	2,433.24	18,100.00
2517	1,722.61	6,540.00
2518	1,777.38	26,600.00
2519	1,684.27	15,700.00
2520	1,500.42	3,340.00
2521	1,490.41	5,650.00
2522	1,909.85	11,342.35
2523	2,045.61	10,400.00
2524	1,747.06	6,860.00
2525	1,684.56	3,860.00
2526	1,507.93	7,060.00
2527	1,787.27	8,810.00
2528	1,526.58	2,950.00
2529	2,146.45	3,480.00
รวม	24,963.64	130,692.35
เฉลี่ย	1,783.11	9,335.16

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,783.11 มิลลิเมตร และมีปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย 9,335.16 ตัน

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังตาราง 2 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.59431 มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวก แสดงว่าปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกัน คือเมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีในลุ่มน้ำเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า ปริมาณน้ำฝนน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนรายปีเป็นค่าปริมาณน้ำฝนรวมรายเดือนตลอดทั้งปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีซึ่งเป็นค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมรายเดือนตลอดทั้งปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไม่ค้อยสูงนั้น ทั้งนี้ก็เพราะว่า เริ่มต้นฤดูฝนฝนตกลงสู่พื้นดินที่แห้งก็ดูดซับน้ำไว้ ทำให้ไม่มีน้ำมาชะล้างดิน เมื่อฝนตกลงมาอีกจนดินชุ่มชื้นอึดตัวก็จะไม่ดูดซับน้ำไว้ปล่อยให้ไหลไปเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะพัดพาตะกอนไปด้วยแล้วไหลลงสู่ลำน้ำ ดังนั้นเมื่อเวลาน้ำมากจริง ๆ ตะกอนก็จะถูกน้ำพัดพาไปได้ ฉะนั้นปริมาณตะกอนจะมีมากในช่วงที่น้ำท่าตามแอ่งต่าง ๆ ในลุ่มน้ำไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้อีกแล้วจึงจะมีน้ำไหลสู่ลำน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่าปริมาณน้ำฝนรายปีเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่า และตะกอนในลุ่มน้ำ แต่เมื่อนำมาทดสอบระดับนัยสำคัญทางสถิติพบว่ามีความสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กล่าวคือ มีระดับความเชื่อมั่น 95 หรือ 95 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 100 ครั้งจะให้ผลความถูกต้องไม่น้อยกว่า 95 ครั้ง หรือความผิดพลาดไม่เกิน 5 ครั้งใน 100 ครั้ง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนเป็นตัวการแรกที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและพัดพาอนุภาคต่าง ๆ เคลื่อนลงสู่ที่ต่ำแต่ปริมาณตะกอนในลำน้ำมิใช่เกิดจากอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนอย่างเดียวยังมีปัจจัยอื่นเข้ามามีอิทธิพล โดยเฉพาะลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นที่ปกคลุมด้วยหินปูนที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้ ถึงแม้จะมีฝนตกหนักปริมาณน้ำในลำน้ำก็ยังไม่ค่อยเพิ่มขึ้น เพราะกว่าที่น้ำในลำน้ำจะไหล

ออกสู่จุดวัดน้ำก็ต้องใช้ระยะในการเดินทางจากต้นน้ำสู่ปากแม่น้ำ ฉะนั้นจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ไม่ค่อยสูงมากและเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(y) = 4.34922 Ra(y) - 0.57814 \quad (2)$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

เมื่อพิจารณาสมการชุดนี้ ปรากฏว่าถ้าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 3.77108 ตัน แสดงให้เห็นว่าถ้าปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะว่าฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำในช่วงหลังจากที่ผิวดินดูดซับน้ำได้เต็มที่แล้วน้ำฝนก็จะไหลบ่าหน้าดินจะกัดเซาะและพัดพาเอาตะกอนลงสู่ลำน้ำมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันตะกอนที่เกิดจากการกระทำของกระแสน้ำในลำน้ำที่กัดเซาะตลิ่งลำน้ำอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการเพิ่มให้ปริมาณตะกอนมากขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่าปริมาณน้ำฝนรายปีที่จะมีอิทธิพลต่อการที่จะเพิ่มปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีได้นั้นจะต้องมีปริมาณน้ำฝนรายปีประมาณ 0.13 มิลลิเมตร เป็นอย่างน้อย ซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนรายปีที่ค่อนข้างน้อยมากเนื่องจากกลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณน้ำฝนสูงฝนตกลงสู่ลุ่มน้ำเพียงเล็กน้อยการเกิดตะกอนในลำน้ำก็จะเพิ่มขึ้น

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 2 เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ในตาราง 2 มาทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ปรากฏว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ คือ ± 0.16809 แสดงว่า บัณฑิตของปริมาณน้ำฝนรายปีที่มีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเมื่อใช้สมการนี้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้นหรือลดลง 0.16809 ตัน จึงสามารถที่จะนำไปใช้ในการทำนายได้มาก หรือมีความผิดพลาดของตะกอนแขวนลอยรายปี 0.16809 ตัน เมื่อใช้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในการทำนายของสมการ

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปริมาณตะกอนแขวนลอย

1.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน กับปริมาณตะกอน

แขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของสถานีวัดน้ำท่าที่บ้านคลองชะอุ่น ซึ่งเป็นจุดที่น้ำไหลออกจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่น และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี
พ.ศ. 2516-2529

เดือน	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย (ล้านลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน)
เมษายน	2.01	84.39
พฤษภาคม	5.68	321.72
มิถุนายน	7.67	513.53
กรกฎาคม	9.55	779.34
สิงหาคม	11.51	840.06
กันยายน	14.27	1,290.08
ตุลาคม	18.34	1,983.67
พฤศจิกายน	18.77	2,039.40
ธันวาคม	7.76	501.60
มกราคม	4.87	465.37
กุมภาพันธ์	1.68	58.23
มีนาคม	1.30	39.06
รวม / ปี	103.41	8,916.45
เฉลี่ย / เดือน	8.61	743.03

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าเดือนที่มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมากจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน ส่วนเดือนที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมากจะอยู่ในช่วงเดือนกันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน ซึ่งปรากฏว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนจะมีปริมาณมากในช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมาก โดยที่ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรวมต่อปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีค่า 8,916.45 ตัน และมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรวมต่อปีมีค่า 103.41 ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ในตาราง 3 มาหาความสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.98041 มีค่าความสัมพันธ์เป็นบวก และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์ เป็นปฏิภาคตรงกัน คือถ้าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์ เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำสังเกตเห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ที่ได้สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรพยากรณ์ เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย ทั้งนี้เพราะว่าโดยทั่วไปแล้วปริมาณน้ำฝนจะเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกที่จะให้ปริมาณน้ำท่าโดยตรง ดังนั้นตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการกัดเซาะของปริมาณน้ำฝนจึงถูกพัดพาไปสู่ลำน้ำเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นน้ำท่าที่ไหลอยู่ในลำน้ำก็ยังมีการกัดเซาะอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้โอกาสที่จะเกิดตะกอนแขวนลอยให้มากขึ้นได้อีก เนื่องจากตะกอนแขวนลอยจะขึ้นอยู่กับผลจากการกัดเซาะและการพัดพาในลุ่มน้ำของลำน้ำสาขาด้วย แต่ก็มีข้อสังเกตเป็นอย่างย้งก็คือในเดือนใดที่ไม่มีฝนตกเลยแต่ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำคงวัดได้อยู่ ถึงแม้ว่าจะเป็นปริมาณน้อยก็ตาม แสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่วัดได้นั้นเกิดจากการกัดเซาะของน้ำท่า และเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(m) = 111.61591 Di(m) - 218.81258 \quad (3)$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 3 ทำให้ทราบว่าถ้าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.97 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.0707 ตัน ซึ่งแสดงว่าอำนาจในการกัดเซาะและพัดพาที่จะทำให้เกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนที่จะเพิ่มขึ้น 1.0707 ตัน ได้นั้นจะต้องมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.97 ล้านลูกบาศก์เมตร และพบว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 3 เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนดังในตาราง 3 มาทำการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ ผลปรากฏว่า ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการคือ ± 143.32585 กล่าวคือ สมการนี้จะทำให้มีความผิดพลาดไปจากความเป็นจริงของปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ± 143.3258 ตัน เมื่อใช้ตัวแปรพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในการทำนายของสมการ

1.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำท่ารายปี ของสถานีวัดน้ำท่าบ้านคลองชะอุ่น และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของสถานีวัดตะกอนแขวนลอยบ้านคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วง ปี พ.ศ. 2516 - 2529

ปี	ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)
2516	113.45	18,100.00
2517	99.50	6,540.00
2518	173.00	26,600.00
2519	93.70	15,700.00
2520	90.08	3,340.00
2521	81.00	5,650.00
2522	80.32	11,342.35
2523	122.41	10,400.00
2524	74.50	6,860.00
2525	101.59	3,860.00
2526	83.40	7,060.00
2527	93.30	8,810.00
2528	66.92	2,950.00
2529	146.00	3,480.00
รวม	1,419.17	130,692.35
เฉลี่ย	101.36	9,335.16

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำท่ารายปีรวม ของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีประมาณ 1,419.17 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีรวม ประมาณ 130,692.35 ตัน เมื่อนำเอาปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 4 มาหาความสัมพันธ์ ซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วย โปรแกรม SPSSX ผลปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีคือ 0.17761 มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวก แสดงว่าปริมาณน้ำท่ารายปีมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี คือถ้าหากปริมาณน้ำท่ารายปีในลุ่มน้ำเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งตรงกับสมมุติฐานที่ว่าปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมิได้มีอิทธิพลมาจากปริมาณน้ำท่ารายปีเพียงอย่างเดียวแต่ยังมีปัจจัยอื่นอีก เช่นถ้าแหล่งตะกอนอยู่บนแผ่นดินใกล้ร่องน้ำระยะทางของการเดินทางร่องน้ำจะยาวทำให้ตะกอนอยู่แหล่งเดิมหรือทับถมอยู่ตามที่ลาดต่าง ๆ ตลอดจนลักษณะของลุ่มน้ำในทางกายภาพ รูปร่าง ความลาดชัน ความต่างระดับ ความหนาแน่นของลำน้ำและโครงสร้างทางธรณีวิทยาของลุ่มน้ำ เมื่อพิจารณาตาราง 4 ยังพบว่าข้อมูลบางปีของปริมาณน้ำท่ารายปียังมีความสัมพันธ์กับข้อมูลบางปีของปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีอยู่บางปีเท่านั้น โดยสังเกตได้จากปี พ.ศ. 2518 ปริมาณน้ำท่ารายปีมีปริมาณ 173 ล้านลูกบาศก์เมตร ทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีปริมาณมากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 คือมีปริมาณ 26,000 ตัน แต่เมื่อนำมาทดสอบระดับนัยสำคัญทางสถิติ พบว่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.55 ซึ่งแสดงว่ามีระดับความเชื่อมั่น 45 หรือ 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหมายความว่าในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 100 ครั้ง จะให้ความถูกต้องไม่น้อยกว่า 45 ครั้ง หรือมีความผิดพลาดไม่เกิน 55 ครั้งใน 100 ครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีค่าต่ำ เพราะสภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำและตอนกลางของลุ่มน้ำมีโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่เป็นหินปูนที่สามารถเก็บกักน้ำเอาไว้ใต้ดินเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะปรากฏลำน้ำบนพื้นผิวดินน้อย ซึ่งตะกอนในบริเวณภูมิประเทศหินปูนจะเป็นตะกอนละลายน้ำ เป็นส่วนใหญ่ซึ่งก็ไหลมา

กับกระแสน้ำแต่เราไม่สามารถหาค่าปริมาณตะกอนละลายน้ำได้ นอกจากนี้แล้วระยะทางจากต้นน้ำถึงจุดปากแม่น้ำที่มีการวัดตะกอนแขวนลอยมีระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร ฉะนั้นถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้ำท่ารายปีมาก บริเวณต้นน้ำแต่ปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลในลำน้ำก็เกิดการสูญเสียไปโดยใบเก็บสะสมตามแอ่งเก็บน้ำตามธรรมชาติที่มีรูพรอง ถ้า ภูมิประเทศหินปูน และการนำน้ำจากลำธารของมนุษย์ไปใช้ในการเกษตร จึงทำให้มีปริมาณน้ำท่ารายปีน้อยลงทำให้อำนาจในการกัดเซาะพัดพาตะกอนน้อยลงด้วย และเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์ที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(y) = 1.3715 Di(y) + 0.13328 \quad (4)$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Di(y)$ = ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 4 ทำให้ทราบว่าถ้าปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 1.50478 ตัน ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำท่ารายปีมีความสัมพันธ์เป็นปฏิกิริยาตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 4 เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ดังในตาราง 4 มาทำการทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ผลปรากฏว่าได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการคือ ± 0.20540 แสดงว่า เมื่อนำเอาปริมาณน้ำท่ารายปีมาใช้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีแล้วจะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดไป ± 0.20540 ตัน

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

เมื่อนำเอาข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนที่ป่าไม้ มาหาพื้นที่และคำนวณหาพื้นที่ป่าไม้ที่ขาดข้อมูลด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงพื้นที่ป่าไม้และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)
2516	69,162.50	18,100.00
2517	67,125.00	6,540.00
2518	63,001.00	26,600.00
2519	62,087.50	15,700.00
2520	61,175.00	3,340.00
2521	60,262.50	5,650.00
2522	59,350.00	11,342.35
2523	57,506.25	10,400.00
2524	52,856.25	6,860.00
2525	48,556.25	3,860.00
2526	43,556.25	7,060.00
2527	38,906.25	8,810.00
2528	29,600.00	2,950.00
2529	24,937.50	3,480.00

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีอัตราการลดลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 - 2529 ส่วนปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่สม่ำเสมอ และเมื่อนำเอาพื้นที่ป่าไม้และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาหาค่าความสัมพันธ์กันปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก คือ $r = 0.14970$

เมื่อนำมาทดลองนัยสำคัญพบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าไม้ของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีความสัมพันธ์ เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จึงไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 ทว่าพื้นที่ป่าไม้ในกลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกันกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ

เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีได้เป็นบวกนั้นจะเห็นได้ว่าด้านกับทฤษฎีต่าง ๆ และสภาพภูมิศาสตร์ตามความเป็นจริงของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น แต่ในทางภูมิศาสตร์มิได้มุ่งพิจารณาเฉพาะด้านทางสถิติอย่างเดียว ต้องพิจารณาอิทธิพลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษามาประกอบกัน จึงทำให้การสรุปผลได้เที่ยงตรงถูกต้องกับความจริงมากที่สุด และเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีที่ได้มาสร้างสมการ ได้ดังนี้

$$Se(y) = 1.08045 Fo + 0.15689 \quad (5)$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

Fo = พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)

เมื่อพิจารณาสมการที่ 5 ทำให้ทราบว่าถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น 1 ไร่ จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 1.23734 ตัน แสดงว่าพื้นที่ป่าไม้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ป่าไม้ยังมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี หากพิจารณาในทางทฤษฎีพื้นที่ป่าไม้ลดลงย่อมทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงว่าพื้นที่ป่าไม้เป็นปฏิภาคกลับกันกับปริมาณตะกอนแขวนลอย แต่ในการศึกษาทางภูมิศาสตร์นั้นมิได้มุ่งพิจารณาแต่ค่าทางสถิติเท่านั้น ต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ด้วย แต่เหตุที่ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปียังเพิ่มขึ้นไม่มากจนถึงกับทำให้ค่าทางสถิติเป็นลบได้นั้น เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายไปแล้ว ในระยะต่อมาการเจริญเติบโตของพืชที่ขึ้นปกคลุมอย่างรวดเร็ว ทั้งจากพืชที่เกษตรกรปลูกขึ้นหลังจากตัดไม้ทำลายป่าไม้แล้ว เพื่อเอาพื้นที่เหล่านั้นมาใช้ในการปลูกพืชทำให้มีพืชที่ปลูกขึ้นปกคลุมทดแทนป่าไม้ที่ถูก

ทำลายลง ประกอบกับวัชพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพราะสภาพความชุ่มชื้นที่เหมาะสมจึงทำให้มีวัชพืชขึ้นอย่างหนาแน่น ทั้งนี้อย่างไรก็ตามป่าไม้ก็มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงระยะที่ป่าไม้ถูกทำลายลงใหม่ ๆ หน้าที่ดินยังไม่มีพืชขึ้นปกคลุม ในระยะนี้สภาพการเกิดตะกอนในลำน้ำย่อมมีปริมาณมากแต่หลังจากที่มีพืชขึ้นปกคลุมทดแทนพื้นที่ป่าไม้ แล้วการเกิดตะกอนในลำน้ำก็จะลดน้อยลง ดังนั้นถึงแม้ว่าพื้นที่ป่าไม้และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกันก็ตาม แต่ก็ยังไม่มากพอที่จะแสดงออกมาทางค่าสถิติได้คือ เป็นค่าลบเพียงแค่ว่าให้ค่าทางสถิติออกมาในลักษณะที่มีการแปรผันตามกันคือ มีความสัมพันธ์กันในทางบวกเพียงแต่น้อยเท่านั้น อย่างไรก็ตามทางทฤษฎี หากสภาพป่าไม้ถูกทำลายต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด ๆ หนึ่งจะทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกันแล้วแสดงออกทางสถิติโดยเป็นค่าลบได้

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 5 เมื่อนำเอาข้อมูลพื้นที่ป่าไม้และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 5 มาหาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์คือ ± 0.20637 แสดงว่าเมื่อนำเอาพื้นที่ป่าไม้มาใช้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายหรือความผิดพลาดจากความเบี่ยงจริงไป ± 0.20637 ต้น

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย

2.1 ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนในช่วงปี 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณตะกอน
แขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย (ล้านลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน)
เมษายน	139.25	2.01	84.39
พฤษภาคม	220.99	5.68	321.72
มิถุนายน	181.55	7.67	513.53
กรกฎาคม	174.47	9.55	779.34
สิงหาคม	191.90	11.51	840.06
กันยายน	212.90	14.27	1,290.08
ตุลาคม	224.39	18.34	1,983.67
พฤศจิกายน	181.01	18.77	2,039.40
ธันวาคม	66.80	7.76	501.60
มกราคม	48.93	4.87	465.37
กุมภาพันธ์	38.66	1.68	58.23
มีนาคม	78.75	1.30	39.06
รวม / ปี	1,759.60	103.41	8,916.45
เฉลี่ย / เดือน	146.63	8.61	743.03

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ 38.66 มิลลิเมตรในเดือนกุมภาพันธ์ถึง 224.39 มิลลิเมตร ในเดือนตุลาคม กลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมากในช่วงเดือนสิงหาคม 191.90 มิลลิเมตร กันยายน 212.90 มิลลิเมตร และตุลาคม 224.39 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมต่อปี 1,759 มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่นปรากฏว่า มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ 1.30 ล้านลูกบาศก์เมตรในเดือนมีนาคมถึง 18.77 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเดือนพฤศจิกายน กลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมากในช่วงเดือนสิงหาคม 11.51 ล้านลูกบาศก์เมตร กันยายน 14.27 ล้านลูกบาศก์เมตร ตุลาคม 18.34 ล้านลูกบาศก์เมตร และพฤศจิกายน 18.77 ล้านลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรวมต่อปี 103.41 ล้านลูกบาศก์เมตร

และเมื่อพิจารณาปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ปรากฏว่า มีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนตั้งแต่ 39.06 ตันในเดือนมีนาคม ถึง 2,039.40 ตันในเดือนพฤศจิกายน กลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมากในช่วงเดือนสิงหาคม 840.06 ตัน กันยายน 1,290.08 ตัน ตุลาคม 1,983.67 ตัน และพฤศจิกายน 2,039.40 ตัน มีปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรวมต่อปี 8,916.45 ตัน

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 6 มาหาความสัมพันธ์ ซึ่งค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ผลปรากฏว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณคือ 0.98357 และมีค่าความสัมพันธ์เป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกันกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน กล่าวคือเมื่อนำเอาตัวแปรปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนร่วมกับตัวแปรปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน พบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน เพิ่มขึ้นด้วย หรือตัวแปรทั้งคู่ เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน เพิ่มขึ้น เช่นกัน ซึ่งตรงกับสมมุติฐานที่ว่าปริมาณน้ำฝนน่าจะมีความสัมพันธ์ เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำและ

ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงคือ 0.59681 และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงคือ 0.98041 แต่เมื่อเอาตัวแปรทั้งสองมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน จึงทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาค่า คือ 0.98357 ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำฝนจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณน้ำท่าโดยตรง ทั้งปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าก็มีผลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยตรงเช่นกัน ดังนั้นตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการกัดเซาะของปริมาณน้ำฝนจึงถูกพัดพาไปสู่ลำน้ำเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่เดียวกันน้ำท่าที่ไหลอยู่ในลำน้ำก็ยังมี การกัดเซาะอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้ปริมาณตะกอนในลำน้ำเพิ่มขึ้น

เมื่อนำเอาค่าสหสัมพันธ์หาค่าระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนที่ได้มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966 \quad (6)$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Ra(m)$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 6 ทำให้ทราบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น

1 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.10717 ตัน และถ้าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.10717 ตัน กล่าวคือ เมื่อปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้น 1.10717 ตัน แสดงว่าทั้งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนต่างก็มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนอยู่ในระดับค่อนข้างสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งคู่

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 6 เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 6 มาทดสอบหาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ผลปรากฏว่า ค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการคือ ± 138.45647 แสดงว่าเมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมาใช้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมีค่าความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดไปจากค่าความเป็นจริง ± 138.45647 ตัน

2.2 ความสัมพันธ์ของระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516-2529 ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี
ในช่วง ปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)
2516	2,433.24	113.45	18,100.00
2517	1,722.61	99.50	6,540.00
2518	1,777.38	173.00	26,600.00
2519	1,684.27	93.70	15,700.00
2520	1,500.42	90.08	3,340.00
2521	1,490.41	81.00	5,650.00
2522	1,909.85	80.32	11,342.35
2523	2,045.61	122.41	10,400.00
2524	1,747.06	74.50	6,860.00
2525	1,684.56	101.59	3,860.00
2526	1,507.93	83.40	7,060.00
2527	1,787.27	93.30	8,810.00
2528	1,526.58	66.92	2,950.00
2529	2,146.45	146.00	3,480.00
รวม	24,963.64	1,419.17	130,692.35
เฉลี่ย	1,783.11	101.36	9,335.16

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนรายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ปรากฏว่า ปี พ.ศ. 2516 มีปริมาณน้ำฝนรายปีมากที่สุดคือ 2,433.24 มิลลิเมตร และปี พ.ศ. 2521 มีปริมาณน้ำฝนรายปีน้อยที่สุด คือ 1,490.41 มิลลิเมตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่ารายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นพบว่า ปี 2518 มีปริมาณน้ำท่ารายปีมากที่สุดคือ 173 ล้านลูกบาศก์เมตร ปี 2528 มีปริมาณน้ำท้าน้อยที่สุด 66.92 ล้านลูกบาศก์เมตร

และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีของลุ่มน้ำคลองชะอุ่นปรากฏว่า ปี 2518 มีปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมากที่สุดคือ 26,600 ตัน และปี 2528 มีปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีน้อยที่สุด 2,950 ตัน

จะเห็นได้ว่า ปี 2518 ทั้งปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีจะมีปริมาณมากที่สุด และในปี 2528 ปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะมีปริมาณน้อยที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 แสดงว่าปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีความสัมพันธ์กัน

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 7 มาหาความสัมพันธ์พหุคูณ ซึ่งค่าทางสถิติได้จากคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX ผลปรากฏว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณคือ 0.61793 มีค่าความสัมพันธ์เป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.08 แสดงว่าถ้าปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้นหรือทั้งคู่ เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งตรงกับสมมุติฐานที่ว่า ปริมาณน้ำฝนน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ และปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากฝนที่ตกกระทบผิวดินทำให้ดินแตกกระจายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ จะไปอุดรูดินทำให้น้ำซึมผ่านลงไปได้น้อยลงก่อให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินในขณะเดียวกันก็จะมีกากตะกอนและพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำ นอกจากนี้แล้วปริมาณน้ำในลำน้ำมีความสัมพันธ์กับน้ำฝนพื้นที่ลุ่มน้ำ รูปร่างของลุ่มน้ำ ความลาดชันของลุ่มน้ำ ความสูงจากระดับน้ำทะเลของลุ่มน้ำ ลักษณะหินต้นกำเนิดของตะกอน และปัจจัยที่เกี่ยวกับสภาพท้องที่ซึ่งมีชนิดดิน ปริมาณความชื้นในดิน แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีทั้งปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่า

รายปีแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นอีกที่ยังมิได้ศึกษาแต่ถ้าหากนำเอาตัวแปรอื่นเข้ามาร่วมในการทำนาย ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีให้มากขึ้นอาจทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสูงมากไปกว่านี้ก็ได้ และเมื่อนำค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณ น้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(y) = 4.34217 Ra(y) + 1.34638 Di(y) - 0.63979 \quad (7)$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)
 $Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)
 $Di(y)$ = ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 7 ทำให้ทราบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 5.04876 ตัน และถ้าปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 5.04878 ตัน กล่าวคือ เมื่อ ปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 5.04878 ตัน ทั้งนี้เพราะว่าปริมาณน้ำฝนรายปีและ ปริมาณน้ำท่ารายปีต่างก็มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี เนื่องจาก ปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปีเป็นตัวการกัดเซาะและพัดพาตะกอนอย่างแท้จริง ซึ่งจะ เป็นผลให้เกิดตะกอนแขวนลอยโดยตรง

การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 7 เมื่อนำเอาข้อมูลปริมาณ น้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาหาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ ซึ่งค่าทางสถิติได้จากคอมพิวเตอร์ด้วย โปรแกรม SPSSX ผลปรากฏว่า ได้ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายสมการ ± 0.20540 แสดงว่าเมื่อนำเอา ปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปีมาใช้ในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะทำให้ ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีค่าความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ± 0.20540 ตัน

2.3 ความสัมพันธ์^๑พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ กับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เมื่อนำเอาสถิติปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529 ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และปริมาณตะกอนแขวนลอย
รายปี ในช่วง ปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม)	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (ตัน)
2516	2,433.24	113.45	69,162.50	18,100.00
2517	1,722.61	99.50	67,125.00	6,540.00
2518	1,777.38	173.00	63,001.00	26,600.00
2519	1,684.27	93.70	62,087.50	15,700.00
2520	1,500.42	90.08	61,175.00	3,340.00
2521	1,490.41	81.00	60,262.00	5,650.00
2522	1,909.85	80.32	59,350.00	11,342.35
2523	2,045.61	122.41	57,506.25	10,400.00
2524	1,747.06	74.50	52,856.25	6,860.00
2525	1,684.56	101.59	48,206.25	3,860.00
2526	1,507.93	83.40	43,556.25	7,060.00
2527	1,787.27	93.30	38,906.25	8,810.00
2528	1,526.58	66.92	29,600.00	2,950.00
2529	2,146.45	146.00	24,937.50	3,480.00
รวม	24,963.64	1,419.17	-	130,692.35
เฉลี่ย	1,783.11	101.36	-	9,335.16

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าในปี 2518 ลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี มีค่าปริมาณมากที่สุดคือ 173 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 26,600 ตัน ตามลำดับ ส่วนในปี 2528 มีปริมาณน้ำท่ารายปีและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีค่าปริมาณน้อยที่สุดคือ 66.92 ล้านลูกบาศก์เมตร และ 2,950 ตัน ตามลำดับ ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 เมื่อพิจารณาพื้นที่ป่าไม้ ปรากฏว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการพื้นที่เพื่อเกษตรกรรมและการบุกรุกตัดไม้ทำลายป่าเพื่อประโยชน์ใช้สอย

เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ดังในตาราง 8 มาหาความสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม SPSSX พบว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ 0.63996 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.14 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปีและพื้นที่ป่าไม้มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ซึ่งมีเพียงปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปีมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ซึ่งตรงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่เมื่อพิจารณาพื้นที่ป่าไม้ในสมการนี้แล้วปรากฏว่าพื้นที่ป่าไม้มีความสัมพันธ์เป็นบวก คือ ถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งไม่ตรงกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่าพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่นน่าจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากการทำลายป่าไม้จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรง แต่ในระยะต่อมาอัตราการพังทลายจะลดลง เนื่องจากมีหญ้าคา ต้นอ้อ และพืชที่มนุษย์ปลูกขึ้นมาทดแทนป่าไม้ที่ถูกตัดไป ซึ่งพืชปกคลุมเหล่านี้ช่วยลดอัตราการพังทลายของดินไว้ จากการวิจัยลุ่มน้ำบนภูเขาที่ห้วยคอกม้า พบว่าการชะล้างหน้าดินจะมีมากในระยะแรก ๆ ที่ป่าถูกถางใหม่เท่านั้น ต่อมาเมื่อพืชขึ้นปกคลุมอัตราการชะล้างจะลดลง (ภาควิชาวนวิทยา, 2521 : 78) ทั้งนี้พืชและสิ่งปกคลุมดินจะมีบทบาทที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน เนื่องจากพืชปกคลุมดินช่วยลดอัตราการพังทลายได้ เพราะช่วยดูดซับน้ำฝนและลดแรงปะทะเม็ดฝน และยังหน่วงเหนี่ยวการไหลของน้ำที่ไหลไปตามหน้าดินให้ช้าลง เป็นการลดแรงที่จะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ฉะนั้นพืชที่ขึ้นปกคลุมดินเป็นปัจจัยในการช่วยลดการกัดเซาะชะล้างพังทลายของดิน โดยลดความแรงของน้ำฝนที่กระทบดินและน้ำไหลบ่าหน้าดินทั้งรากพืชยังช่วยยึดเกาะผิวหน้าดินและ

การไถพรวนช่วยในการซึมน้ำของดินได้สะดวกขึ้นอีกด้วยสาเหตุดังกล่าวแล้ว เมื่อนำเอาพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีความสัมพันธ์บวก มาร่วมกับปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงขึ้น

เมื่อนำเอาค่าสหสัมพันธ์หาคู่ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ที่ได้มาสร้างสมการได้ดังนี้

$$Se(y) = 4.47749Ra(y) + 9.31170 Di(y) + 1.26940 Fo - 0.69206 \quad (8)$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

$Di(y)$ = ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร)

Fo = พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 8 ทำให้ทราบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 4.47749 ตัน ถ้าปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 9.31170 ตัน และถ้าพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น 1 ไร่ จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 1.26940 ตัน กล่าวคือ เมื่อนำเอาตัวแปรพยากรณ์ทั้งสามตัวแปรคือ ถ้าปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้น 1 ล้านลูกบาศก์เมตร และพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น 1 ไร่ จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น 14.36653 ตัน ทั้งนี้เพราะว่าปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่ป่าไม้ ต่างก็มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

การทดสอบความความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการที่ 8 เมื่อนำเอาข้อมูล ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 มาหาค่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการซึ่งค่าทางสถิติที่ได้จากการคำนวณของคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าได้ค่าความความคลาดเคลื่อนในการทำนายของสมการ คือ

± 0.17569 แสดงว่าเมื่อนำเอาตัวแปรทั้งสาม คือ ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และ พื้นที่ป่าไม้ มาร่วมในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จะทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี มีความคลาดเคลื่อนหรือความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ± 17569 ตัน

3. วิเคราะห์ค่าทางสถิติ

การศึกษابัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่นำมาศึกษาได้แก่ ตัวแปรต้นคือ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และพื้นที่ป่าไม้ ตัวแปรตามคือ ปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์ดังนี้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน $Ra(m)$ ปริมาณน้ำฝนรายปี $Ra(y)$ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน $Di(m)$ ปริมาณน้ำท่ารายปี $Di(y)$ พื้นที่ป่าไม้ Fo ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน $Se(m)$ ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี $Se(y)$

อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยนั้นนอกจากต้องการผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงเวลาและงบประมาณด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ค่าของสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่นำมาศึกษาดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงค่าทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย

ตัวแปรตาม	ตัวแปรต้น	ค่าความสัมพันธ์	ความคลาดเคลื่อน	นัยสำคัญทางสถิติ
Se(m)	Ra(m)	0.59481	584.87263	0.05
Se(y)	Ra(y)	0.59282	0.16809	0.05
Se(m)	Di(m)	0.98041	143.32585	0.01
Se(y)	Di(y)	0.17761	0.20540	0.55
Se(y)	Fo	0.14970	0.20637	ไม่มี
Se(m)	Ra(m),Di(m)	0.98357	138.45647	0.01
Se(y)	Ra(y),Di(y)	0.61793	0.17140	0.08
Se(y)	Ra(y),Di(y),Fo	0.63996	0.17569	0.14

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัวแปรได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่ป่าไม้มาหาความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ผลปรากฏว่า ตัวแปรต้นที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด ได้แก่ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ($r = 0.98041$) รองลงมาได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ($r = 0.59481$) ปริมาณน้ำฝนรายปี ($r = 0.59282$) ปริมาณน้ำท่ารายปี ($r = 0.17761$) และพื้นที่ป่าไม้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำที่สุดคือ ($r = 0.14970$) มีเพียงตัวแปรเดียวคือปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดคือ ($r = 0.98041$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 กล่าวได้ว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนสูงกว่าตัวแปรอื่น

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อนำเอาตัวแปรพยากรณ์มาหาความสัมพันธ์พหุคูณกับตัวแปรตาม คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอย มาคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ปรากฏว่า ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน คือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณสูงสุด คือ ($R = 0.98357$) รองลงมาได้แก่ ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปีและพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีคือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ($R = 0.63996$) และ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมีค่าน้อยที่สุด คือ ($R = 0.61793$) เป็นความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

จากการวิเคราะห์ถดถอยแบบ Stepwise เพื่อคัดเลือกสมการที่มีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เหมาะสม พบว่ามีเพียงสองสมการเท่านั้นคือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ ($r = 0.59282$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อน 0.16809 และอีกสมการหนึ่ง คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ($R = 0.98357$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อน 138.45647 กล่าวได้ว่าทั้งปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน เนื่องจากปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับคลังลำน้ำและท้องลำน้ำซึ่งจะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นตลอดเวลา นอกจากนี้หากมีน้ำไหลบ่าเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเพิ่มขึ้นอำนาจในการกัดเซาะและพัดพาของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการกัดเซาะและพัดพาจึงเพิ่มตามไปด้วยเช่นกัน

4. สร้างสมการพยากรณ์

ผลจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบของสมการ โดยพิจารณาจากค่าสถิติจึงอาจสรุปได้ว่า สมการที่จะให้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ดีที่สุด ซึ่งอยู่ในรูปของสมการ พยากรณ์ดังนี้ คือ

$$Se(y) = 4.34922 Ra(y) - 0.57814$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.59282 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการพยากรณ์ ± 0.16809

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Ra(m)$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ คือ ($R = 0.98357$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 138.45647

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และพื้นที่ป่าไม้ ที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ผลการศึกษาพร้อมทั้งการอภิปรายผล และให้ข้อเสนอแนะ ได้ดังต่อไปนี้

สรุปผลการศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัวแปรกับปริมาณตะกอนแขวนลอย

1.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.59481 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2 ปริมาณน้ำฝนรายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายปี 0.59282 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.98041 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

1.4 ปริมาณน้ำท่ายรายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายปี 0.17761 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.55

1.5 พื้นที่ป่าไม้มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.14970 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย

2.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.98357 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

2.2 ปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับ ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.61793 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.08

2.3 ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่ป่าไม่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.63996 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.14

3. การพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จากการนำสมการทุกสมการที่ทำการศึกษา ได้มาวิเคราะห์หาสมการที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยคือ ได้แก่ปริมาณน้ำฝนรายปีรวมในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนรวมในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งสามารถสร้างเป็นสมการได้ดังนี้

$$Se(y) = 4.34922 Ra(y) - 0.57814$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.59282 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 0.15809

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Ra(m)$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ($R = 0.98357$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ± 138.45647

อภิปรายผลการศึกษา

1. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ของแต่ละตัวกับปริมาณตะกอนแขวนลอย

1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.59481 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 น่าจะมีสาเหตุมาจากดังนี้

1. ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนค่าที่ได้ค่อนข้างสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้เป็นค่าบวก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนก็ยังมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนอยู่บ้างแต่ก็ไม่สูงมาก แต่ในทางภูมิศาสตร์ เราได้ศึกษาหาเฉพาะค่าทางสถิติเพียงอย่างเดียว แต่ต้องคำนึงถึงสภาพความเป็นจริงในเชิงภูมิศาสตร์ด้วย ดังที่คิง (King) ได้ศึกษาปรากฏว่าการศึกษาวิจัยต้องเข้าใจกระบวนการทางธรณีสัณฐาน โดยการศึกษาในภาคสนามซึ่งส่วนใหญ่จะได้จากการสังเกตกระบวนการของตัวการที่ทำให้เกิดการกัดเซาะและการทับถม (King. 1971 : 81)

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีปรากฏว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าบวก คือ $r = 0.59286$ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนรายปีมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี คือ เมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีย่อมเพิ่มขึ้นด้วย หรือเมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีลดลง ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีย่อมลดลงด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะฝนที่ตกลงมาสู่พื้นผิวดินเป็นปัจจัยแรกของการกัดเซาะภูมิประเทศ เป็นตัวการแรกที่ทำให้อนุภาคของดินเกิดการแตกกระจายออกจากกันแล้วถูกน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาเอาตะกอนเหล่านั้นลงสู่ลำน้ำ ด้วยสาเหตุนี้หากปริมาณน้ำฝนรายปีมากจะก่อให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินมากขึ้น ความรุนแรงของกระแสน้ำไหลบ่า

หน้าดินก็จะกัดเซาะจนภาคตะกอนจะมีมากขึ้นตะกอนแขวนลอยจึงเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลจากการศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ โฟร์เนียร์ (Fournier) ปรากฏว่าปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะมีอิทธิพลต่อ ปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มขึ้นด้วย (Thornes. 1977 : 108; citing Fournier. 1960) และยังสัมพันธ์กับการศึกษาของ วีระ ศรีสนธิ ได้พบว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมทั้งหมดที่เป็นจริงซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่า 0.7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (วีระ ศรีสนธิ. 2527 : 107)

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.98041 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 น่าจะมีสาเหตุมาจาก

1. ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเป็นค่าเฉลี่ยของค่ารวมของปริมาณน้ำท่าในเดือนนั้น ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 - 2529 ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเป็นตัวการสำคัญ และปริมาณการดูดซึมน้ำของลุ่มน้ำทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนเป็นตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญต่อการเกิดตะกอนในลำน้ำ เพราะอนุภาคดินจะแตกกระจายถูกพัดพา กลายเป็นตะกอนในลำน้ำ ได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ถ้าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีปริมาณมากขึ้น อำนาจในการที่จะกัดเซาะพัดพาอนุภาคต่าง ๆ ให้เคลื่อนย้ายลงสู่ลำน้ำไหลผ่านจุดวัดตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ ได้มาก แต่ในขณะเดียวกันถ้าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีปริมาณน้อยหรือไม่สามารถจะกัดเซาะพัดพาตะกอนต่าง ๆ ได้มากก็จะทำให้ปริมาณตะกอนที่วัดได้น้อยลงด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนมีค่าค่อนข้างสูง นอกจากนี้แล้วปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดตะกอนในลำน้ำที่สำคัญคือ ความเร็วของกระแส น้ำปริมาณตะกอนที่กระแสน้ำในลำน้ำสามารถพัดพามาจากแหล่งกำเนิดตะกอนซึ่งเป็นทั้งตะกอนที่ละลายมากับกระแสน้ำที่เราไม่สามารถตรวจวัดได้ ได้แก่ ปริมาณตะกอนละลายที่เกิดจากหินปูนบริเวณต้นน้ำส่วนตะกอนที่ไม่ละลายน้ำที่เราสามารถตรวจวัดได้คือ ตะกอนแขวนลอย ฉะนั้นจึงทำให้ตะกอนในลำน้ำแตกต่างกัน (Skinner and Flint. 1974 : 129) จากการศึกษาภาคสนามของผู้วิจัย

พบว่า ที่บริเวณบ้านคลองชะอุ่น ซึ่งมีสถานีตรวจวัดน้ำและตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ปรากฏว่า ปริมาณน้ำในลำน้ำจะมีปริมาณน้ำมากจนล้นตลิ่งลำน้ำในช่วงระยะที่ฝนตกคือในช่วงฤดูฝน จะวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยได้มาก แสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะ ไหลมากกับน้ำในลำน้ำ ถ้าปริมาณน้ำในลำน้ำมากปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ไหลมากับน้ำในลำน้ำก็มากเช่นกัน

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีคือ 0.17761 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.55 แสดงว่า มีระดับความเชื่อ 45 เปอร์เซ็นต์ หรือมีความผิดพลาดไม่เกิน 55 ครั้งใน 100 ครั้ง ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จะต่ำ แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ก็เป็นบวก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดังนี้

1. ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ซึ่งลำน้ำส่วนใหญ่บริเวณตอนต้นและตอนกลางของลุ่มน้ำ ไหลผ่านภูมิประเทศหินปูนซึ่งคุณสมบัติของหินปูนตามธรรมชาติแล้ว มีการผุสลายตัวทางเคมีโดยวิธีการละลาย หินปูนมีรอยแตกตามชั้นหินจึงทำให้น้ำฝนไหลเข้าไปละลายหินปูน ก่อให้เกิดรูโพรง ถ้ำต่าง ๆ ฉะนั้นน้ำฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำส่วนหนึ่งจะถูกซึบไว้ตามภูมิประเทศหินปูน จึงปรากฏลำน้ำบนดินน้อย เนื่องจากน้ำท่าส่วนใหญ่จะถูกกักเก็บเอาไว้ใต้ดินกลายเป็นน้ำท่าใต้ดินมากกว่าที่จะไหลออกสู่ลำน้ำบนพื้นผิวดิน จึงทำให้น้ำที่ไหลบนผิวดินที่จะ ไหลลงสู่ลำน้ำน้อยกว่าน้ำที่ไหลลงสู่ใต้ดิน ซึ่งสอดคล้องกับที่ ประเสริฐ วิทยารัฐ กล่าวว่า พื้นที่ปกคลุมด้วยหินปูนในลุ่มน้ำโดยทั่วไปแล้วพื้นที่หินปูนจะมีลุ่มน้ำที่ปรากฏให้เห็นบนพื้นผิวน้อย เพราะหินปูนมีรูโพรงอยู่ภายในมาก ทำให้มีระบบระบายน้ำอยู่ใต้ดินมาก (ประเสริฐ วิทยารัฐ. ม.ป.บ. 227) และจากการศึกษาของผู้วิจัย โดยใช้แผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1 : 250,000 พบว่าลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีโครงสร้างทางธรณีวิทยา ประกอบด้วยหินตะกอนชุดควอเตอร์นารี (Quaternary) ซึ่งมีอัตราการไหลของน้ำใต้ดิน 5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อปี โดยเฉพาะบริเวณต้นน้ำจะเป็นภูมิประเทศหินปูนยุคเพอร์เมียน (Permian) เป็นหินปูนชุดราชบุรี มีอัตราการไหลของน้ำใต้ดินอยู่ระหว่าง 20 - 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อปี จะเห็นได้ว่าหินปูนสามารถกักเก็บน้ำใต้ดินได้มากซึ่งสามารถดูดซับได้สูง จึงเป็นการลดปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินที่เป็นตัวการกัดเซาะและพัดพาเอาอนุภาคตะกอนต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำลดน้อยลง ซึ่งมีผลต่อการเกิดตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ

2. ปริมาณน้ำที่ไหลในลำน้ำ ไม่ตลอดทั้งปี คือจะมีปริมาณน้ำไหลในลำน้ำมากในช่วงระยะที่ฝนตกลงสู่ลุ่มน้ำเท่านั้นและในระยะที่ฝนทิ้งช่วง ลำน้ำบางบริเวณจะ ไม่มีน้ำ ไหลในลำน้ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ฉะนั้นการกัดเซาะและพัดพาตะกอนในลำน้ำจะไม่ตลอดทั้งปี จากการศึกษาด้วยแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร พบว่าลุ่มน้ำคลองชะอุ่นมีลำน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลตลอดทั้งปีมีระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร คือ ตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำที่ลำน้ำของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ไหลมาบรรจบกับคลองสกลนครกระทั่งขึ้น ไปทางต้นน้ำของลุ่มน้ำทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ไหลจากต้นน้ำสู่ปากแม่น้ำ บ้างช่วงของลำน้ำจะ ไม่มีน้ำ ไหลในบางเดือน จึงทำให้ขาดตัวการที่จะกัดเซาะและพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำ ได้ตลอดทั้งปี

3. ปริมาณน้ำทำรายปีมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำนั้น จากการสำรวจภาคสนามของผู้วิจัย พบว่า มีการนำน้ำในลำน้ำ ไปใช้ในการเกษตรกรรมและยังมีการสร้างทำนบกั้นลำน้ำบางแห่งของลุ่มน้ำ ทำให้มีปริมาณน้ำท่าไหลผ่านสถานีวัดน้ำและตะกอนแขวนลอยน้อยกว่าปกติในบางปี โดยเฉพาะในช่วงปีที่มีฝนทิ้งช่วงระยะยาวนาน จำทำให้ขาดตัวการกัดเซาะและพัดพาตะกอนที่สำคัญ คือปริมาณน้ำท่าในลำน้ำ จึงมีผลต่อการเกิดตะกอนในลำน้ำ

1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าไม้กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ป่าไม้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.14970 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก แสดงว่าพื้นที่ป่าไม้มีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี หมายความว่า แม้พื้นที่ป่าไม้ลดลงก็มิได้ส่งผลให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเพิ่มขึ้น ซึ่ง ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาเหตุดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูล 14 ปี คือในช่วงมี พ.ศ. 2516 - 2529 พื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายลงใหม่ ๆ หน้าที่ดินจะถูกרבกานซึ่งง่ายต่อการกัดเซาะ แต่เมื่อนานไปคือในปีต่อ ๆ มาหน้าดินจะเริ่มแน่นขึ้นเนื่องจากส่วนที่ง่ายต่อการกัดเซาะได้ถูกชะล้างไปหมดแล้วจึงเหลือแต่ส่วนที่ทนทาน พื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายลงแต่แรกจะกลายเป็นไร่ร้าง มีหญ้าคา ต้นอ้อ ขึ้นทดแทนจึงเป็นการป้องกันการตกกระแทกของเม็ดฝนอีกด้วย จากการศึกษาของ นิพนธ์ ตั้งธรรม และคณะในการหาปริมาณตะกอนจากป่าดิบเขาและพื้นที่ไร่ร้างพบว่า ปริมาณตะกอนที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสรุปว่า บริเวณไร่ร้าง มีหญ้าคาขึ้นอย่างหนาแน่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ

กระจายของรากหูกาจะประสานรวมตัวกันแน่นอยู่หน้าผิวดิน ซึ่งป้องกันการตกกระแทกของเม็ดฝน และต้านทานแรงของน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นอย่างดี (นิพนธ์ ตั้งธรรม และคนอื่น ๆ. 2515 : 3) และจากการออกภาคสนามก็พบว่าพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายลงแต่เริ่มแรกใหม่ ๆ จะกลายเป็นไร่ร้าง มีหญ้าคา ต้นอ้อ และวัชพืชอื่น ๆ ขึ้นทดแทนอย่างหนาแน่น ประกอบกับพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายลงได้นำไปใช้ในการปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ ได้แก่ ยางพารา กาแฟ และพืชชนิดอื่น ๆ ที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นอย่างดี นับได้ว่าเป็นการป้องกันการตกกระแทกของเม็ดฝนลงสู่พื้นผิวดินโดยตรง

2. เนื่องจากกลุ่มน้ำคลองชะอุ่น เป็นกลุ่มน้ำที่มีขนาดเล็กมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 136 ตารางกิโลเมตร ดังนั้นจะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำจึงมีน้อยด้วย น้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำที่จะไหลลงสู่ลำน้ำจึงมีจำนวนไม่มาก ความสามารถในการพัดพาอนุภาคต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลงสู่ลำน้ำ ก็น้อยไปด้วย ดังนั้นถึงแม้ว่าพื้นที่ป่าไม้จะลดน้อยลงไปแต่เมื่อขาดตัวการในการที่จะชะล้างพัดพาอนุภาคต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ จึงไม่เป็นการเพิ่มตะกอนในลำน้ำเท่าที่ควร

3. ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น เป็นสาขาหนึ่งของลุ่มน้ำพุมดวงที่มีการตัดถนนในพื้นที่ลุ่มน้ำ ย่อมเป็นที่ทราบกันดีว่าการตัดถนนนั้นทำให้ดินง่ายต่อการชะล้างพังทลาย จากการศึกษาของไวลแมน กล่าวว่า ในช่วงที่มีการตัดถนน การก่อสร้างขุดท่อในระหว่างที่มีการพัฒนาตะกอนมีความสัมพันธ์กับการก่อสร้างมาก (Butxer. 1976 : 117; citing Wolman. 1967)

2. ความสัมพันธ์หลักระหว่างตัวแปรพยากรณ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย

2.1 ความสัมพันธ์หลักระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน 0.98357 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 น่าจะมีสาเหตุดังนี้

1. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน เป็นค่าเฉลี่ยของค่ารวมของปริมาณน้ำฝนที่ตกตลอดปีในลุ่มน้ำ ในช่วงปี พ.ศ. 2516 - 2529 ไม่สามารถบอกค่าการชะล้างพังทลายผิวดิน (Soil erosion) ได้ชัดเจน เพราะความแตกต่างในเรื่องความหนาแน่นของปริมาณ

น้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (Rainfall intensity) ขนาดของเม็ดฝน ความเร็วของเม็ดฝน ในแต่ละพื้นที่ถูกกระทำแตกต่างกัน นอกจากนี้ช่วงเวลาที่ฝนตกในตอนต้นฤดูฝนแม้จะมีปริมาณน้ำฝนสูงก็ตาม แต่ลักษณะของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยหินปูน ซึ่งมีรูพรุนที่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ย่อมมีการดูดซับน้ำไว้มาก ทำให้มีการชะล้างพังทลายของดินในระยะนี้น้อย โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการไถพรวนดินเพื่อเตรียมการเพาะปลูก ครั้นฝนตกมากต้นฤดูมีการซึมซาบน้ำ (intiltration) ของดินสูง และมีฝนตกในระยะต่อมาเพียงเล็กน้อยภายหลังการอิ่มตัวด้วยน้ำของดิน จึงทำให้เกิดการชะล้างของดินด้วยน้ำฝนและน้ำไหลบ่าอย่างรุนแรง แต่ถ้าวางหลังจากช่วงที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ มีระยะเวลานานกว่าฝนตกอีกครั้งทำให้ดินลดการอิ่มตัวด้วยน้ำ การชะล้างหรือการไหลบ่าของน้ำก็ย่อมลดลง ดังที่ วีระพล แด่สมบัติ ศึกษาพบว่าดินที่มีอัตราการซึมของน้ำลงสู่พื้นผิวดินสูง จะเป็นอนุภาคของทราย และกรวด ซึ่งมีความสามารถระบายน้ำได้ดี จึงทำให้มีปริมาณน้ำท่าไหลในลำน้ำน้อย (วีระพล แด่สมบัติ, 2531 : 12) ดังนั้นการพิจารณาอนุภาคตะกอนต่าง ๆ ลงสู่ลำน้ำจึงมีน้อย

2.2 ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปีปริมาณน้ำท่ารายปี กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.63996 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.08 น้ำจะมีสาเหตุดังนี้

1. เมื่ออัตราการซึมของน้ำของดินลดลง หรือดินอิ่มตัวแล้วย่อมทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนรายปีเป็นตัวการที่สำคัญ และปริมาณการดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยรอง แต่ปริมาณน้ำฝนรายปีเป็นตัวการที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่ควบคุมไม่ได้ ส่วนปริมาณการดูดซึมน้ำนั้นมีทั้งส่วนที่เกิดตามธรรมชาติเองที่มนุษย์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะการปลูกพืชคลุมดินที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ เป็นอย่างดี ฉะนั้นการรู้จักควบคุมปริมาณการดูดซึมน้ำของดินก็จะลดปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ทำให้มีการชะล้างผิวดินในรูปต่าง ๆ จนกลายเป็นตะกอนในลำน้ำลดลงได้ (วีระ ศรีสนธิ, 2527 : 105) แต่ในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ปริมาณการดูดซึมน้ำของดินในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันตามชนิดของดิน การใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ ทำให้น้ำไหลบ่าหน้าดินแตกต่างกัน จนมีผลทำให้ปริมาณตะกอนซึ่งเกิดจากการชะล้างด้านทาน น้ำฝนน้ำไหลบ่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่สูงมาก

2. ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในลำน้ำมิได้เกิดจากอิทธิพลของน้ำฝนที่ชะล้างผิวหน้าดินและการพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำอย่างเดียว ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีในลำน้ำยังได้มาจากการพังทลายของตลิ่งฝั่งลำน้ำด้วย (stream bank erosion) โดยที่น้ำไหลแรงจะทำให้เกิดการกัดเซาะตลิ่งลำน้ำ (Hydraulic action) และการขัดถูด้วยวัตถุที่มากับน้ำ (Corrasion) ทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มมากขึ้นจากการศึกษาของ สมเจนต์ จันทวัฒน์ ศึกษาพบว่า การพังทลายของดินสองฝั่งลำน้ำเป็นกระบวนการพังทลายของดินที่ทำให้ปริมาณตะกอนในลำน้ำเพิ่มมากขึ้น (สมเจนต์ จันทวัฒน์. 2522 : 75) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ คาร์สัน (Carson) ได้ศึกษาลุ่มน้ำในแคนาดา พบว่า วัสดุตะกอนแขวนลอยมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับตลิ่ง (bank) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการขัดถู (Scour) และพังทลาย (collapse) ของปริมาณน้ำในลำน้ำกับตลิ่งจนกลายเป็นตะกอน และเมื่อน้ำไหลบ่ามากขึ้นจะมีตะกอนมากขึ้น (สวัทย์ กังสาดล. 2525 : 34; อ้างอิงมาจาก Carson. 1973) จากการศึกษาภาคสนาม ปรากฏว่า ตะกอนในลุ่มน้ำคลองชะอุ่น โดยเฉพาะลำน้ำจะเป็นตะกอนทรายแป้ง และอนุภาคดินเหนียวฉะนั้นการกัดเซาะตลิ่งลำน้ำก็จะเพิ่มมากขึ้น จึงมีผลทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำ ปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณน้ำท่ารายปีมีค่าความสัมพันธ์กันอย่างไม่สูงมาก

2.3 ความสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ กับปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี พื้นที่ป่าไม้ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี 0.63996 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.14 แสดงว่า เมื่อนำเอาตัวแปรพยากรณ์ทั้งสามได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี ปริมาณน้ำท่ารายปี และพื้นที่ป่าไม้ มาร่วมในการหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี ปรากฏว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณไม่สูงมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจากสาเหตุดังนี้คือ

1. ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงสู่ลุ่มน้ำนั้น เป็นปัจจัยแรกที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าในลำน้ำ ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางธรณีวิทยาของลุ่มน้ำด้วย แต่เนื่องจากลุ่มน้ำคลองชะอุ่นบริเวณต้นน้ำมีสภาพภูมิประเทศที่ปกคลุมด้านหินปูน ที่สามารถดูดซับน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก จึงทำให้มีน้ำที่จะไหลลงสู่ลำน้ำน้อยลง การกัดเซาะและการพัดพาของน้ำไหลบ่าในลำน้ำก็จะน้อยลงเช่นกัน เมื่อขาดตัวการที่จะนำพาตะกอนจากแหล่งตะกอนไปสู่ปาก

แม่น้ำแล้ว การเกิดตะกอนในลำน้ำก็จะลดลง แต่จะมีปริมาณตะกอนมากในช่วงระยะที่ฝนตกเท่านั้น แสดงว่าปริมาณน้ำฝนจะมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนในลำน้ำมาก จากการศึกษาของ มนัส ศิลปวิศาล พบว่าฝนที่ตกในภาคใต้ส่วนใหญ่อยู่ในระยะที่มีลมมรสุมพัดผ่านน้ำมาสู่คาบสมุทรมหาสมุทรภาคใต้ทำให้มีฝนตกชุกตลอดปี ปริมาณน้ำฝนตลอดปีจึงสูงมาก และความชื้นสัมพัทธ์หรือความชุ่มชื้นของอากาศค่อนข้างสูง (มนัส ศิลปวิศาล. 2529 : 15)

2. พื้นที่ป่าไม้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำมากเนื่องจากป่าไม้ที่ถูกทำลายลงในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองชะอุ่นจะมีการนำเอาพื้นที่เหล่านั้นมาใช้ในการเพาะปลูกโดยเฉพาะพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ยางพารา กาแฟ และพืชอื่น ๆ ที่มีการใช้ที่ดินที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำเป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้ว สภาพภูมิอากาศในภาคใต้มีความชุ่มชื้นสูงย่อมทำให้พืชที่ขึ้นปกคลุมดิน มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วซึ่งจะช่วยชะลอการเกิดตะกอนได้ด้วย จากการศึกษาของวีระพล แด่สมบัติ พบว่า พืชที่ปกคลุมดิน สามารถปกคลุมดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดินและป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่พื้นดิน ย่อมมีผลต่อการเกิดน้ำท่า และตะกอนในลุ่มน้ำ (วีระพล แด่สมบัติ. 2531 : 16) แต่เมื่อนำเอาปริมาณน้ำฝนรายปีและปริมาณน้ำท่ารายปี ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่เป็นตัวการกัดเซาะและพัดพาตะกอนลงสู่ลำน้ำ มาร่วมกับพื้นที่ป่าไม้ในการหาความสัมพันธ์หาคู่กับปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี จึงทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคู่ที่ไม่ค่อยสูงมาก

3. การพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้มีตัวแปรอยู่สามตัวที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และพื้นที่ป่าไม้ เพื่อที่จะหาคำตอบว่าตัวแปรใดจะให้ความเที่ยงตรงมากที่สุดในการพยากรณ์ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งสามารถสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยได้ดังนี้

$$Se(y) = 4.34922 Ra(y) - 0.57814$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

โดยสมการนี้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.59282 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ± 0.16809 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Ra(m)$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

โดยสมการนี้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาค่า 0.98357 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ± 138.45647 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ข้อบกพร่องของการศึกษา

1. ตัวแปรที่นำมาศึกษามีเพียงสามตัวแปร ทำให้ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดเรื่องเกี่ยวกับตะกอนแขวนลอยได้ดีพอ
2. ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณตะกอนแขวนลอยไม่สมบูรณ์ เพราะยังไม่มีเก็บบันทึกข้อมูลจึงทำให้ผลการศึกษา ไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง
3. ข้อมูลที่ใช้ในศึกษา โดยเฉพาะ เกี่ยวกับพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนที่ป่าไม้ จะมีความแตกต่างกันในช่วงเวลาจึงอาจไม่สมบูรณ์พอ
4. ข้อมูลของพื้นที่ป่าไม้ที่ขาดต้องอาศัยวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยประเมินค่าที่ได้ อาจคลาดเคลื่อนต่อความเป็นจริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

ในกลุ่มนี้

1. ควรมีการศึกษาหาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อตะกอนแขวนลอย
2. ควรจะมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศกับตะกอนแขวนลอย
3. การศึกษาผลกระทบของตะกอนแขวนลอยที่มีต่อประชาชนในกลุ่มนี้
4. การนำเอาตัวแปรพยากรณ์หลายตัวแปรมาใช้ในการศึกษาให้มากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. รายงานการศึกษาศักยภาพอุทกวิทยาของลุ่มน้ำคลองพุมดวง.

กรุงเทพฯ : กองอุตุและอุทกวิทยา ฝ่ายสำรวจและนิเวศวิทยา, 2531.

เกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย. แผนปรับปรุงไร้เลื่อนลอยบริเวณลุ่มน้ำบนภูเขาทางภาคเหนือของ

ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2527.

เกษม จันทรแก้ว. หลักปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.

คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ.

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. 2530.

จำนงค์ ปราหมสัจจิต. ผลกระทบของวิวัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำท่าและ

ตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำแม่แตง เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. อัดสำเนา.

จรูญ สุขเกษม. หลักการและการจัดการลุ่มน้ำ. เชียงใหม่ : ภาควิชาบรรพชีวินศาสตร์และ

อนุรักษ์วิทยา คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2527.

ชาญชัย วงษ์ไทย. "คำบรรยายการฝึกอบรมทางอุทกวิทยาเรื่องตะกอน," ตอนที่ 19 การสำรวจ

ตะกอน. การพลังงานแห่งชาติ แผนกอุทกวิทยา กองสำรวจและวางแผน สิงหาคม

2512, 16 หน้า.

ณรงค์ พลวงษ์. การประเมินการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดลำปาง โดยใช้สมการการสูญเสีย

ดินสากล. วิทยานิพนธ์ วท.ม. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2527.

อัดสำเนา.

ทวีศักดิ์ จริตควร. ศึกษาการกระจายของชั้นตะกอนทรายบนฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเก่าในจังหวัด

พระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2533, อัดสำเนา.

- ธงชัย พิงศ์มี. ธรณีวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 2531.
- ธนา สุวัทนา. ลักษณะน้ำท่าของแม่น้ำในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อัดสำเนา.
- ธวัช บุรีรักษ์. ภูมิศาสตร์กายภาพ. กรุงเทพฯ : อักษรวัฒนา. 2515.
- นิวัต เรืองพานิช. "ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและลักษณะการไหลของน้ำในลำธาร
ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ดอยบุย เชียงใหม่," การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 6.
กรุงเทพฯ : ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521.
- _____. หลักปฏิบัติการจัดการลุ่มน้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม และคนอื่น ๆ. "น้ำไหลบ่าหน้าดินและตะกอนจากป่าเขาธรรมชาติและไร่ร้าง
ในบริเวณลุ่มน้ำบนภูเขา," บันทึกวิจัยฉบับที่ 10. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กุมภพันธ์ 2515.
- พงษ์ศักดิ์ วิทวัสศกุล. "การอนุรักษ์ต้นน้ำ," เอกสารประกอบการสอนเยาวชนเพื่ออนุรักษ์
ทรัพยากรป่าไม้. กรมป่าไม้ หน้า 77-94. 2530.
- เพ็ญศรี วงศ์สวัสดิสกุล. ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟต ในลุ่มน้ำภาคใต้. วิทยานิพนธ์
วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.
- พัฒนาที่ดิน, กรม. รายงานการสำรวจพื้นที่น้ำท่วม อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
กรุงเทพฯ : กองสำรวจและจำแนกดิน กรมที่ดิน, 2528.
- _____. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์ที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน, ม.ป.ป.
- พิชบุษย์ จิตวาพารนิช. การศึกษาความสมดุลของน้ำและการพัดพาดินตะกอน ตลอดจนธาตุอาหารพืช
ที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำแกล. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2531. อัดสำเนา.
- มณฑู ศรีขจร. "สภาวะปัจจุบันของลุ่มน้ำในประเทศไทย," จดหมายข่าวสิ่งแวดล้อม
สำนักงาน 1(2) คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2525. หน้า 4-6.

มนัส ศิลปวิศาล. วิเคราะห์ลักษณะฝนในภาคใต้ของประเทศไทย. ปรินทิพพานิช กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2529, อัดสำเนา.

วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์. การคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดเชียงใหม่

โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.

วีระ พุกจุฑ. การพังทลายของดินในระดับความลาดชันต่าง ๆ สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำชี.

กรุงเทพฯ : ฝ่ายวิจัยกองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้, 2529.

วีระ ศรีสนธิ. การศึกษาปริมาณตะกอนและผลกระทบของการตกตะกอนต่อการเก็บกักน้ำของ

หนองหาร สกลนคร. ปรินทิพพานิช กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร 2527, อัดสำเนา.

วีระพล แด่สมบัติ. อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

สุเทพ ดิศักดิ์ทิพย์ และเคนซากู ทาเคดะ. คู่มืออุทกวิทยาสำหรั้งานชลประทาน. กรุงเทพฯ :

สมาคมส่งเสริมความรู้ด้านเทคนิคระหว่างประเทศ, 2521.

สุทัศน์ เต็มสายทอง. อิทธิพลของปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ออัตราอาหารในน้ำของลุ่มน้ำมูล.

วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532. อัดสำเนา.

สุนทร มณี. "การป้องกันตะกอนที่มากับน้ำ," อนุรักษ์ 497 (สัมมนา) 27 ธันวาคม 2517.

ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2517, หน้า 1-7.

สมเจนต์ จันทวัฒน์. การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่ 1 : การพังทลายของดิน. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526.

สวาท เสนาณรงค์. ภูมิศาสตร์ประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,

2516.

สุวิทย์ กังสดาล. อิทธิพลของน้ำฝน น้ำท่าและการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าที่มีต่อตะกอนแขวนลอยของ

ลุ่มน้ำห้วยแม่ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. ปรินทิพพานิช กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, อัดสำเนา.

- สุรภี เปลี่ยนนอกกุล. การศึกษาการตกตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยาจากบางไทรถึงสันดอน
โดยพิจารณาจากตะกอนน้ำพา อัตราความเร็ว ปริมาณน้ำ และความเค็มจากทะเล.
 วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
 2528, อัดสำเนา.
- สมคิด แก้วไทรหงวน. ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อปริมาณและการ
เคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดเล็กบริเวณทุ่งจ้อย จังหวัดเชียงใหม่.
 วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. อัดสำเนา.
- สมเจนต์ จันทวัฒน์. การอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, 2522.
- ปรีชา คุรัตน์. การสูญเสียดินและน้ำจากแปลงทดลองของพืชคลุมดินสีลักษณะบริเวณป่าแม่หวด
อำเภอหางาว จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. ผลกระทบจากการใช้ที่ดินทำเหมืองแร่ต่อปริมาณน้ำและตะกอนแขวนลอย
ในลำธารของป่าดิบชื้นจังหวัดระนอง ภาคใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อัดสำเนา.
- ประสิทธิ์ นิรัทธัยกุล. "ปัญหาการกัดเซาะและการตกตะกอนในอ่างเก็บน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า,"
รายงานการประชุมอนุรักษ์ดินและน้ำแห่งชาติ. หน้า 472-493. กรุงเทพฯ :
 วารุณการพิมพ์, 2525.
- ประเสริฐ วิทยารัฐ. ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต, ม.ป.ป.
- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. ธรณีสัณฐานวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2530.
- อยุธยา ลัดพลี. การตรวจวัดปริมาณตะกอนของลุ่มน้ำน่านที่เขื่อนผามอ๋อ อำเภอบ้านฝาง จังหวัด
อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ วท.บ. กรุงเทพฯ : คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
 2510. อัดสำเนา.

- Alan and Peter. Process and Landform. Oliver of Boyd Second edition : Hong Kong, 1987.
- Anderson Herry W. "Suspended Sediment Discharge at Related to Steramfolw Topography Soil and Land use," Journal of Hydrology. 35 : 268-281; 198.
- Bogardi, Jonso. Sediment Transport in Alluvial Streams. Hungary Akademiai Kiado. Budapest. 1978.
- Butzer, Karl W. Geomorphology for the Earth. New York, harper of Row Publishers, 1976.
- Douglas Ion. Humid Landform. Canbera, Australian. National University Press, 1977.
- Ellison, W.D. "Soil Erosion" Soil Science Society. American proceedings. 12 : 479-487, 1947.
- Frostick and Layman. "Changing Size Distribution of Suspended Sediment in Arid. Zone Flash Floody," Journal of Sediment. 6 : 97-106; 1983.
- Goudie, Andrew. The nature of the Environnment : An Advonced Phycical Geography. New York : Great Britain by Billing and Sons Ltd., 1984.
- Gregory, K.J. and Walling. Draiage Basin From and process : a Geomorphological Approach. London : Edward Arnold Ltd., 1976.
- Leet, Dol. Physical Geology. Prentice hall, Inc., 1978.
- Loughran, Campbel and Elliott. "Sediment dynamics in partially culivated Catchment in New South Walles, Australia," Journal of Hydrology. 83 : 285-289. 1986.
- Monnett, Victor E. The principlies of Physical Geology. Ginn and Company. 1950.
- Roberts, H.H, Suhayda J.N. and Coleman J.M. "Sediment Deformation and Transportation Lowangle Slops : Mississippi River Delta," In Thresholdsin in Geomorphology. Edited by Coates Donald R. and Vitck John, P 131-226 London : George Allen of Unwin, 1980.
- Sawkins, Frederick J. and others. The Evolving Earth. New York : Macmillion Publishing Co., Inc., 1978.
- Selby, Michael J. Earth's Changing Surface. New York : Clarendon Press, 1985.

- Taziolis, G.S. "The Measurement of Suspended Sediment Transport in Natural Streams. Using Automatic Radioisotope Gouges," Journal of Hydrology. 7 : 173-185; 1980.
- Thornes, J.B. Geomorphology and Time. London : Rethuen of Co.Ltd., 1977.
- Turevy, N.D. "Water Quality in a Tropical Rain Froested. Catchment," Journal of Hydrology. 27 : 111-125; 1975.
- UNESCO WHO Water Quality Surveys : a Guide for the Collection and Interpertation of Water Quality Data United Kingdom : IHD-WHO Working Group on Quality of Water, 1978.
- Wolman, and Miller. "Magnitude and Frequency of Forces in Geomorphic Processes," Journal of Geology. 68 : 54-74; 1960.

ภาคผนวก

ตาราง 10 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น

ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	185.40	233.70	225.10	230.40	221.50	179.50
2517	118.10	269.70	129.50	179.10	204.20	234.70
2518	224.70	206.50	297.60	113.70	184.00	214.00
2519	129.10	238.60	223.60	183.10	141.90	263.30
2520	89.10	221.30	143.70	73.90	165.70	176.20
2521	159.40	269.10	158.30	275.60	180.70	126.80
2522	206.90	169.80	187.80	285.70	172.90	396.30
2523	111.40	196.90	268.30	309.50	239.60	188.70
2524	163.90	365.70	288.40	86.60	48.80	184.20
2525	186.10	221.70	149.30	284.60	206.60	127.10
2526	15.00	380.70	154.40	75.20	184.60	228.50
2527	131.70	112.30	253.00	160.00	186.20	126.00
2528	172.00	112.20	153.50	34.90	130.30	185.30
2529	114.80	432.90	108.80	235.20	325.90	366.30

ตาราง 10 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	413.50	283.80	111.10	12.80	20.70	53.00
2517	188.50	299.10	136.00	17.20	23.50	22.00
2518	284.70	205.00	45.70	260.80	51.60	23.00
2519	141.50	321.90	4.30	2.30	0.00	130.80
2520	462.10	182.40	70.40	20.50	20.80	5.10
2521	195.50	47.30	33.40	47.20	16.70	60.00
2522	162.00	114.00	21.30	55.40	20.30	35.70
2523	239.60	205.40	125.50	5.90	21.80	134.00
2524	238.20	356.90	89.50	0.00	46.30	49.00
2525	171.70	238.90	96.60	0.00	9.40	209.30
2526	172.30	146.90	41.20	2.50	0.00	51.00
2527	298.30	179.70	125.00	31.00	91.90	116.20
2528	260.70	135.00	70.40	2.00	108.40	109.90
2529	308.60	132.40	28.10	18.50	3.00	61.00

ตาราง 11 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านบางสาน
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	145.70	271.50	171.90	264.20	217.90	153.80
2517	137.60	264.00	138.60	121.70	226.40	245.80
2518	248.20	175.40	288.20	80.20	212.40	204.70
2519	180.10	233.90	240.80	209.90	164.10	229.30
2520	138.50	213.40	117.90	50.80	186.20	211.60
2521	84.20	216.00	148.10	282.40	229.50	154.00
2522	281.70	120.80	162.90	305.30	175.00	477.70
2523	160.50	223.30	230.30	285.80	268.20	235.00
2524	83.40	322.70	300.80	86.20	52.50	193.40
2525	233.40	290.60	110.80	280.80	175.20	99.20
2526	17.40	402.50	195.20	114.20	249.00	248.20
2527	173.20	142.70	292.90	190.60	202.10	131.80
2528	148.80	180.30	207.00	51.20	218.40	142.40
2529	211.20	369.40	108.90	218.10	321.40	418.70

ตาราง 11 (ต่อ)

ปี	ด.ด.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	384.60	293.40	101.00	15.90	97.10	86.10
2517	226.60	229.60	141.80	84.10	63.10	20.20
2518	289.80	171.30	45.90	315.10	94.30	42.30
2519	112.30	258.50	9.20	6.70	0.00	153.30
2520	325.40	192.90	59.30	53.50	59.40	3.50
2521	264.60	33.70	20.70	83.90	12.00	127.30
2522	230.90	108.60	42.50	74.40	7.30	86.40
2523	177.50	251.60	171.30	14.30	11.00	288.90
2524	287.50	394.70	91.60	1.70	61.10	35.60
2525	122.40	187.60	96.20	8.80	1.10	120.50
2526	204.10	104.40	41.20	13.90	21.00	32.00
2527	287.70	135.50	129.30	64.60	111.10	113.80
2528	251.90	152.20	83.70	29.50	98.80	125.40
2529	267.50	173.80	28.10	24.00	55.70	93.80

ตาราง 12 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านเบญจา
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	78.10	113.30	155.50	190.40	163.40	87.80
2517	11.80	131.20	104.80	48.80	276.20	110.50
2518	60.30	38.20	331.90	57.20	245.30	145.60
2519	88.70	199.00	97.60	76.60	230.50	170.80
2520	45.40	59.50	91.70	14.60	64.60	244.70
2521	87.30	330.50	91.00	103.20	245.40	147.00
2522	53.10	95.50	82.60	340.60	197.40	287.70
2523	294.40	116.10	124.00	149.90	145.40	140.20
2524	48.90	215.70	221.70	69.70	33.00	222.80
2525	168.10	175.10	86.10	224.10	175.10	80.00
2526	47.00	243.60	182.70	114.50	211.20	291.00
2527	101.00	110.50	335.40	158.50	194.20	132.80
2528	146.10	202.10	237.10	55.90	146.70	177.20
2529	237.70	379.50	84.30	225.30	372.10	296.10

ตาราง 12 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	240.40	207.00	47.80	0.00	0.00	48.70
2517	223.50	349.90	21.40	46.80	38.30	0.00
2518	193.80	243.80	0.00	413.30	5.20	87.90
2519	169.80	307.60	0.00	26.50	0.00	19.10
2520	201.60	338.60	58.20	0.00	0.00	0.00
2521	139.00	21.60	12.90	9.60	0.00	104.80
2522	237.20	38.70	0.00	43.40	18.00	6.90
2523	170.80	189.00	84.30	10.00	37.50	112.00
2524	196.80	265.30	84.10	12.50	32.70	64.10
2525	149.00	96.40	63.00	0.00	11.00	116.90
2526	161.90	129.90	37.90	17.20	1.00	52.60
2527	207.70	140.70	86.60	57.40	81.50	55.80
2528	270.60	251.90	57.10	8.30	79.7	97.70
2529	201.50	235.70	46.60	43.70	32.10	76.90

ตาราง 13 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านนา
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	168.00	167.60	198.00	293.00	202.00	156.30
2517	150.00	307.50	127.00	93.00	271.00	204.00
2518	*	*	*	224.50	162.00	*
2519	124.50	248.00	272.00	259.00	128.50	312.50
2520	26.00	345.50	147.50	162.50	227.50	287.50
2521	97.00	*	181.50	346.50	151.40	148.10
2522	216.90	206.00	174.80	495.40	315.60	419.60
2523	160.40	165.20	294.60	326.30	265.50	348.30
2524	145.80	266.40	299.10	49.10	177.90	218.60
2525	152.50	237.10	143.80	457.80	234.20	114.00
2526	54.30	350.30	213.00	124.10	272.40	318.00
2527	203.70	162.00	387.20	143.10	245.10	240.20
2528	148.30	197.20	249.70	45.90	232.50	179.40
2529	299.80	331.20	152.60	207.10	425.80	508.60

* ข้อมูลขาด

ตาราง 13 (ต่อ)

ปี	ด.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	382.20	202.50	96.20	24.00	7.50	118.20
2517	234.50	294.00	*	53.00	60.00	33.00
2518	92.00	115.00	97.00	*	*	*
2519	139.50	249.50	63.00	11.00	11.20	121.00
2520	208.00	140.50	62.00	38.00	23.00	11.00
2521	334.80	93.20	34.50	53.00	16.00	92.50
2522	292.90	115.50	5.20	42.80	58.20	220.90
2523	244.30	183.90	121.80	4.50	100.30	190.10
2524	282.50	244.60	108.40	6.50	37.00	18.80
2525	291.90	217.60	58.60	0.00	6.50	84.70
2526	237.10	110.90	75.70	60.80	0.00	66.50
2527	142.10	156.90	106.70	95.40	97.70	51.00
2528	214.50	161.00	78.90	11.30	109.80	63.10
2529	264.00	212.60	27.40	30.60	13.40	55.40

* ข้อมูลขาด

ตาราง 14 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภอพนม

ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	242.80	160.50	243.90	120.10	158.10	*
2519	102.20	221.80	207.60	232.60	101.00	219.60
2520	22.00	82.50	146.80	83.70	205.90	117.30
2521	125.30	174.30	110.80	162.40	78.60	111.20
2522	197.60	88.50	55.50	129.20	*	*
2523	162.50	178.70	204.30	227.40	188.90	151.30
2524	158.40	311.80	224.70	128.00	*	168.50
2525	128.40	183.90	77.80	200.90	113.40	111.60
2526	3.40	99.80	53.10	9.10	71.20	68.90
2527	10.10	56.20	102.00	112.40	167.60	31.80
2528	119.80	32.70	127.30	17.40	103.10	103.50
2529	105.10	328.80	54.80	-	308.90	261.10

- ยัง ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 14 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	*	165.60	80.90	264.20	37.80	43.10
2519	176.20	287.60	0.00	0.00	0.00	146.10
2520	266.00	213.30	28.50	0.00	55.70	0.00
2521	46.70	37.90	30.60	26.80	38.00	93.20
2522	*	133.50	7.90	32.80	0.00	12.50
2523	279.00	186.50	120.00	0.00	9.90	97.80
2524	279.90	291.40	83.30	4.10	85.80	70.80
2525	*	*	40.40	0.00	8.30	139.80
2526	78.30	40.20	18.90	10.20	0.00	28.50
2527	208.90	32.30	35.70	17.50	16.20	4.90
2528	135.00	138.50	*	0.00	180.20	38.10
2529	*	*	*	40.30	13.10	40.60

- ยัง ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 15 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภอพระแสง
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	50.70	148.90	259.70	153.80	192.20	188.00
2519	118.00	189.80	143.80	166.90	*	147.90
2520	26.00	130.30	220.20	105.40	106.50	227.00
2521	273.70	120.30	195.30	196.20	64.70	95.90
2522	179.80	132.10	*	*	*	*
2523	198.00	198.10	143.80	167.70	261.80	137.90
2524	122.20	*	*	9.80	161.30	66.70
2525	53.60	122.20	68.70	68.70	108.70	296.60
2526	61.50	179.20	180.50	76.90	104.50	119.30
2527	59.50	97.10	141.60	107.00	122.10	0.00
2528	95.00	29.30	127.30	*	*	*
2529	8.80	110.90	37.90	58.60	325.80	977.00

- ยัง ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 15 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	*	*	*	350.50	61.30	11.40
2519	123.20	276.20	47.20	3.80	11.60	26.70
2520	66.00	203.60	31.30	*	11.60	3.50
2521	*	*	*	62.80	7.90	31.10
2522	*	*	*	9.40	3.70	62.70
2523	121.20	276.20	47.20	14.40	7.90	31.10
2524	99.70	295.50	46.90	12.40	53.60	193.30
2525	52.80	*	*	*	53.60	196.30
2526	168.30	48.80	45.80	*	*	103.30
2527	148.80	*	*	16.30	*	*
2528	*	*	*	*	8.30	*
2529	217.70	206.40	23.40	*	*	*

- ยังไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 16 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนอำเภอศีร์ษะเกษ

ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	-	-	-	-	-	-
2519	207.40	195.60	110.00	60.30	60.10	*
2520	75.60	123.80	108.80	99.20	202.90	112.70
2521	99.90	46.20	42.40	72.80	*	70.20
2522	139.40	98.30	69.70	350.30	112.30	459.30
2523	243.20	232.60	213.20	441.00	215.40	221.30
2524	157.30	290.40	92.30	12.20	52.20	99.80
2525	169.00	104.10	70.70	108.50	135.40	105.20
2526	0.00	324.30	175.60	97.20	124.00	250.50
2527	129.50	134.10	126.00	102.20	97.10	183.20
2528	148.20	116.90	128.60	24.80	133.00	70.60
2529	84.80	216.10	61.60	101.10	238.70	248.20

- ยัง ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 16 (ต่อ)

ปี	ด.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	-	-	-	-	-	-
2517	-	-	-	-	-	-
2518	-	-	-	-	-	-
2519	159.80	379.60	17.40	*	*	20.30
2520	170.60	659.00	52.10	27.70	11.20	5.50
2521	110.40	40.60	*	51.20	31.90	35.80
2522	201.70	385.10	111.00	10.30	0.10	*
2523	449.40	503.60	11.50	*	*	82.30
2524	*	*	*	*	*	*
2525	90.90	176.00	42.50	*	*	100.10
2526	88.30	119.60	81.10	17.10	*	44.30
2527	63.40	49.00	218.00	42.80	24.60	83.50
2528	123.60	140.00	37.60	19.40	66.60	92.40
2529	384.40	302.50	46.80	28.90	*	35.40

- ยัง ไม่มีการเก็บบันทึกข้อมูล

* ข้อมูลขาด

ตาราง 17 แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร) ของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	1.10	2.16	7.10	16.80	11.80	13.90
2517	1.36	2.98	2.29	3.16	8.78	14.10
2518	5.71	4.99	17.90	9.27	15.10	15.20
2519	1.49	5.79	7.17	8.96	6.78	20.30
2520	1.38	3.70	3.71	4.70	9.61	8.49
2521	1.29	7.49	8.26	14.00	9.26	9.56
2522	1.68	2.64	3.51	*	14.00	22.10
2523	1.61	3.20	8.91	17.40	16.20	19.30
2524	1.07	3.73	8.59	3.42	1.54	3.95
2525	4.91	6.96	9.55	18.50	12.10	8.42
2526	0.54	4.35	6.87	4.66	9.89	16.30
2527	1.97	9.59	9.63	9.04	10.80	8.55
2528	2.30	6.12	6.92	3.05	4.71	5.02
2529	1.78	15.70	6.97	11.30	30.30	34.70

* ข้อมูลขาด

ตาราง 17 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	*	44.40	13.00	1.56	0.76	0.87
2517	22.10	24.70	10.70	5.55	2.29	1.47
2518	26.20	32.00	7.03	31.90	5.14	2.76
2519	11.70	19.30	6.21	2.74	1.55	1.62
2520	28.60	17.30	5.83	3.52	1.71	1.52
2521	16.80	7.56	2.53	2.43	1.07	0.79
2522	22.30	8.08	3.05	1.46	0.69	0.81
2523	17.40	21.50	14.10	1.26	0.79	0.74
2524	9.74	22.00	14.50	3.16	1.76	1.08
2525	12.50	16.60	7.15	2.03	1.05	1.82
2526	16.40	15.50	4.49	2.47	1.04	0.88
2527	18.60	7.55	8.25	5.53	2.24	1.58
2528	14.50	12.80	6.24	2.32	1.55	1.39
2529	21.70	13.50	5.59	2.63	1.23	1.00

* ข้อมูลขาด

ตาราง 18 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือน (ตัน) ของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี

พ.ศ. 2516-2529

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
2516	47.61	78.08	303.38	1,162.09	856.63	658.34
2517	23.06	128.00	57.33	111.88	514.37	1,031.23
2518	477.16	335.99	2,028.45	776.20	1,649.0	1,519.20
2519	48.75	676.91	717.88	1,777.48	631.38	5,258.97
2520	25.25	98.77	93.91	133.30	390.16	274.28
2521	36.73	490.15	515.48	1,200.33	572.16	644.17
2522	74.64	130.06	194.13	2,089.29	1,672.60	3,160.50
2523	47.28	167.06	597.34	1,396.57	1,924.77	1,746.45
2524	16.35	173.99	567.61	110.04	28.96	156.56
2525	180.39	259.92	363.25	732.91	458.01	312.54
2526	21.88	362.05	524.05	317.92	840.34	1,584.04
2527	58.51	965.92	780.27	686.41	1,237.93	641.11
2528	94.77	266.99	307.97	120.70	202.89	213.03
2529	29.15	371.38	138.50	295.71	781.72	904.70

ตาราง 18 (ต่อ)

ปี	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
2516	6,557.70	7,830.40	438.32	59.00	38.05	42.78
2517	1,714.40	1,959.20	659.13	259.83	56.67	25.57
2518	3,365.60	4,567.60	499.79	4,947.10	334.72	137.52
2519	1,595.90	4,291.20	498.77	120.32	42.66	51.93
2520	1,321.10	692.19	163.08	85.97	33.89	28.13
2521	1,555.42	434.90	84.75	80.36	24.79	15.14
2522	3,280.60	579.14	128.42	44.27	13.42	18.28
2523	1,250.20	2,236.42	1,031.28	16.38	7.94	7.14
2524	1,226.72	2,552.00	1,882.56	93.66	38.97	16.17
2525	474.11	645.42	262.99	69.45	34.80	63.84
2526	1,502.30	1,388.50	290.36	141.66	49.06	39.22
2527	2,725.74	481.20	664.30	463.34	64.13	36.28
2528	686.10	597.06	267.87	89.44	57.62	50.62
2529	515.51	296.42	105.87	44.44	18.61	14.45

ตาราง 19 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือน (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น
บ้านบางสาน บ้านเบญจา บ้านนา อำเภอพนม อำเภอกีรีรัตนคม และอำเภอพระแสง
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เดือน	บ้านคลองชะอุ่น	บ้านบางสาน	บ้านเบญจา	บ้านนา
เม.ย.	2,007.60	2,243.90	1,468.40	1,947.20
พ.ค.	3,431.10	3,427.30	2,409.80	2,984.00
มิ.ย.	2,741.20	2,714.30	2,226.40	2,840.80
ก.ค.	2,527.50	2,541.40	1,832.60	3,268.30
ส.ค.	2,592.90	2,898.30	2,500.50	3,251.40
ก.ย.	2,996.90	3,145.60	2,714.20	3,425.10
ต.ค.	3,537.20	3,413.80	2,763.60	3,430.30
พ.ย.	2,848.70	2,687.80	2,780.10	2,497.20
ธ.ค.	998.50	1,070.80	599.90	935.40
ม.ค.	476.10	790.40	318.70	430.90
ก.พ.	434.40	690.00	336.80	532.60
มี.ค.	1,060.00	1,219.10	843.40	1,126.20

ตาราง 19 (ต่อ)

เดือน	อำเภอพนม	อำเภอศีร์ษะรินทร์	อำเภอพระแสง
เม.ย.	1,377.60	1,454.30	1,246.50
พ.ค.	1,590.70	1,882.40	1,458.20
มิ.ย.	1,608.00	1,198.90	1,518.80
ก.ค.	1,423.20	1,467.60	1,111.00
ส.ค.	1,495.80	1,416.10	1,447.60
ก.ย.	1,344.80	1,879.00	2,256.30
ต.ค.	1,470.00	1,842.50	997.70
พ.ย.	1,526.80	2,755.00	1,286.70
ธ.ค.	436.20	618.00	241.80
ม.ค.	395.90	197.40	469.50
ก.พ.	445.00	134.40	219.50
มี.ค.	715.50	499.60	659.40

ตาราง 20 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร) และปริมาณตะกอนแขวนลอย เฉลี่ยรายเดือน (ตัน) ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน)
เม.ย.	139.25	2.01	84.39
พ.ค.	220.99	5.68	321.72
มิ.ย.	181.55	7.67	513.53
ก.ค.	174.47	9.55	779.34
ส.ค.	191.90	11.51	840.06
ก.ย.	212.90	14.27	1,290.08
ต.ค.	224.39	18.34	1,983.67
พ.ย.	181.01	18.77	2,039.40
ธ.ค.	66.80	7.76	501.60
ม.ค.	48.93	4.87	465.37
ก.พ.	38.66	1.68	58.23
มี.ค.	78.75	1.30	39.06
รวม	1,759.60	103.41	8,916.45
เฉลี่ย	146.63	8.61	743.03

ตาราง 21 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร) ของสถานีวัดน้ำฝนบ้านคลองชะอุ่น
บ้านบางสาน บ้านเบญจา บ้านนา อำเภอพนม อำเภอดิรัฐนิคม อำเภอพระแสง
ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2529

บ้านคลอง ชะอุ่น	บ้านบางสาน	บ้านเบญจา	บ้านนา	อำเภอ พนม	อำเภอ ดิรัฐนิคม	อำเภอ พระแสง
2,170.50	2,202.90	1,332.20	2,017.90	-	-	-
1,821.60	1,909.20	1,363.20	1,827.00	-	-	-
2,111.90	2,176.80	1,822.50	690.50	1,517.30	-	1,416.50
1,800.40	1,798.10	1,386.30	1,939.70	1,694.70	1,210.50	1,255.10
1,631.20	1,612.40	1,098.90	1,679.00	1,221.70	1,659.10	1,131.40
1,570.00	1,656.40	1,292.30	1,548.50	1,025.80	601.40	1,047.20
1,828.50	2,073.50	1,401.10	2,563.80	657.50	1,937.50	387.70
2,046.60	2,257.70	1,573.60	2,441.20	1,806.30	2,613.50	1,605.20
1,947.50	1,902.20	1,467.30	1,794.70	1,806.70	704.20	1,061.40
1,901.30	1,716.60	1,342.20	1,998.70	1,004.50	1,150.40	1,021.20
1,452.30	1,643.80	1,490.50	1,883.10	484.60	1,322.00	1,088.10
1,811.30	1,975.30	1,661.80	2,001.10	795.60	1,251.40	691.40
1,471.60	1,689.40	1,694.40	1,771.60	995.60	1,101.70	259.90
2,135.50	2,290.80	2,431.60	2,518.50	1,152.10	1,793.50	1,966.20

- ยัง ไม่มีการบันทึกข้อมูล

ตาราง 22 แสดงปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร) ปริมาณน้ำท่ารายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร)
พื้นที่ป่าไม้ (ไร่) และปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน) ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น ในช่วงปี
พ.ศ. 2516-2529

ปี	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	ปริมาณน้ำท่า (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ย (ตัน)
2516	2,433.24	113.45	69,162.50	18,100.00
2517	1,722.61	99.50	67,125.00	6,540.00
2518	1,777.38	173.00	63,001.00	26,600.00
2519	1,684.27	93.70	62,087.50	15,700.00
2520	1,500.42	90.08	61,175.00	3,340.00
2521	1,490.41	81.00	60,262.50	5,650.00
2522	1,909.85	80.32	59,350.00	11,342.35
2523	2,045.61	122.41	57,506.25	10,400.00
2524	1,747.06	74.50	52,856.25	6,860.00
2525	1,684.56	101.59	48,206.25	3,860.00
2526	1,507.93	83.40	43,556.25	7,060.00
2527	1,787.27	93.30	38,906.25	8,810.00
2528	1,526.58	66.92	29,600.00	2,950.00
2529	2,146.45	146.00	24,937.50	3,480.00
รวม	24,963.64	1,419.17	-	130,692.35
เฉลี่ย	1,783.11	101.36	-	9,335.16

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ ว่าที่ร้อยตรี ถาวร คงแป้น

บิดามารดา นายจิตร นางนวลแก้ว คงแป้น

พี่น้อง ว่าที่ร้อยตรี ถาวร คงแป้น
นางสาวบุณฑรา คงแป้น
นายไชยศักดิ์ คงแป้น
นางสาวกัลยา คงแป้น
นายชาตรี คงแป้น

เกิด 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2506

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 20/34 หมู่ 1 ถ.กระโรม ต.โพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

ประวัติการศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียนวัดบางบุชา ต.เกาะทวด อ.ปากพนัง
จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษา โรงเรียนปากพนัง อ.ปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตร วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

วิชาชีพเทคนิค

กศ.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา

กศ.ม. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
กรุงเทพฯ

การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอย

ลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปริิฤฎฐานิพนธ์

ของ

ถาวร คงแป้น

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริิฤฎฐาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์

กรกฎาคม 2535

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยอาศัยข้อมูลรายปีของปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณตะกอนแขวนลอย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 - 2529 ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายทางดาวเทียม และแผนที่ป่าไม้ในช่วงเวลาเดียวกัน นำมาสร้างสมการ ปรากฏว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือนจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน จึง ได้สร้างสมการพยากรณ์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำคลองชะอุ่น คือ

$$Se(y) = 4.34922 Ra(y) - 0.57814$$

เมื่อ $Se(y)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน)

$Ra(y)$ = ปริมาณน้ำฝนรายปี (มิลลิเมตร)

และ

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966$$

เมื่อ $Se(m)$ = ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน (ตัน)

$Ra(m)$ = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)

$Di(m)$ = ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน (ล้านลูกบาศก์เมตร)

AN ANALYSIS OF INFLUENCE OF PHYSICAL
FACTORS ON SUSPENSION LOAD IN
KHLONG CHA-UN WATERSHED
CHANGWAT SURAT THANI

AN ABSTRACT
BY
THAVORN KONGPAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Geography
at Srinakharinwirot University

July 1992

The purpose of this thesis is to an analysis of influence of physical factors on suspension load in khlong cha-un watershed changwat Surat Thani. This study use a historical data of annual rainfall, runoff and suspended sediment recorded during 1972 - 1985, together with aerial photographs, land sattelelite image, and forest map in the same period were employed to Formulate for this study. Results indicated that annual suspended sediment varies directly to the amount of annual rainfall and mean suspended sediment varies directly to the amount of mean rainfall and mean runoff discharge. The recomended equation for predicting annual suspended sediment for this watershed is

$$Se(m) = 4.34922 Ra(m) - 0.57814$$

when $Se(m)$ = annual suspended sediment (tons)

$Ra(m)$ = annual rainfall (millimeters)

and

$$Se(m) = 119.64160 Di(m) + 1.05259 Ra(m) - 133.62966$$

when $Se(m)$ = mean suspended sediment (tons)

$Ra(m)$ = mean rainfall (millimeters)

$Di(m)$ = mean runoff discharge (million cubic meter)