

มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการให้บริการของระบบนิเวศลุ่มน้ำ
ด้านศักยภาพการกักเก็บน้ำในดิน บริเวณป่าฟื้นฟู
และพื้นที่เกษตรกรรม ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน จังหวัดน่าน
Economic Values of Watershed Ecosystem Services on Soil
Water Storage Potential of Reforestation and Agricultural
Areas, Nam Kian Sub-watershed, Nan Province

กุลกิตติ ศรีจันทร์¹, วินัส ต่วนเครือ^{2,*}, ยุทธพงษ์ ศรีมั่งคละ²

¹สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้ และสิ่งแวดล้อม (ภาคพิเศษ) คณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

²ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Kulkitti Srichan¹, Venus Tuankrua^{2,*}, Yutthaphong Kheereemangkla²

¹Forest Resource and Environmental Administration (Special), Faculty of Forestry,
Kasetsart University, Bangkok 10900

²Department of Conservation, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

Received 26 March 2023; Received in revised 30 June 2024; Accepted 8 July 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้บริการทางนิเวศศักยภาพการกักเก็บน้ำในดินและเพื่อนำไปประเมินมูลค่าเศรษฐศาสตร์บริเวณพื้นที่ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรกรรมที่ถูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณน้ำที่ถูกเก็บกักในดินเฉลี่ยในช่วงแล้งของพื้นที่ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรกรรมเท่ากับ 190.44 และ 128.66 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำที่เก็บกักในดินเฉลี่ยช่วงฝนมีค่าเท่ากับ 262.34 และ 249.93 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ตามลำดับ โดยป่าฟื้นฟูมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำในดินสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรมทั้งสองช่วง และเมื่อคำนวณมูลค่าของปริมาณน้ำที่ถูกเก็บกักไว้ในดินของพื้นที่ป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรกรรมในช่วงแล้งมีค่าเท่ากับ 1,224.53 และ 827.28 บาทต่อไร่ ส่วนช่วงฝนมีมูลค่า 1,686.85 และ 1,607.05 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งมูลค่าจากพื้นที่ป่าฟื้นฟูมีค่าสูงกว่าทั้งช่วงฤดูแล้ง และช่วงฝน ทั้งนี้หากสามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรมให้เป็นพื้นที่ป่าฟื้นฟูจะสามารถเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บน้ำของดินในช่วงแล้งได้เท่ากับ 518,693.81 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่า 3,288,518.76 บาท และช่วงฝนเก็บกักน้ำได้เท่ากับ 714,524.97 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่า 4,530,088.31 บาท ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงคุณค่าที่ได้

*ผู้รับผิดชอบบทความ: fforvnt@ku.ac.th

รับจากการให้บริการทางนิเวศด้านอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำที่เกิดจากการฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำลำธารเก็บกักน้ำได้เท่ากับ 714,524.97 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่า 4,530,088.31 บาท ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงคุณค่าที่ได้รับจากการให้บริการทางนิเวศด้านอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำที่เกิดจากการฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำลำธาร

คำสำคัญ: การกักเก็บน้ำในดิน; การให้บริการของระบบนิเวศ; มูลค่าทางเศรษฐศาสตร์; การฟื้นฟูป่า; กลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน

Abstract

The objective of this research was to study the economic values of watershed ecosystem services related to soil water storage potential in reforestation and agricultural areas (maize area). The results revealed that soil water storage in reforestation and agricultural areas was 190.44 and 128.66 cubic meters per Rai (cu.m./Rai) during the dry season, and 262.34 and 249.93 cu.m./Rai during the rainy season, respectively. The findings indicated that reforested areas have a high potential for soil water storage compared to agricultural lands. When evaluating the economic value of soil water storage, the values for reforestation and agricultural areas were 1,224.53 and 827.28 Thai Baht (THB) per Rai during the dry season, and 1,686.85 and 1,607.05 THB per Rai during the rainy season, respectively. The results demonstrated that reforestation areas provide higher economic value in both the dry and the rainy seasons. Therefore, converting agricultural land to reforested areas can increase soil water storage capacity, leading to improvements in both soil water storage and economic value. Additionally, during the dry season, soil water storage was estimated at 518,693.81 cu.m., providing an economic value of 3,288,518.76 THB, while during the rainy season, the storage amounted to 714,524.97 cu.m., with an economic value of 4,530,088.31 THB. Overall, the economic values of watershed services highlighted the benefits gained from hydrological services due to the forested headwaters restoration activities.

Keywords: Soil water storage; Ecosystem services; Economic valuation; Forest restoration; Kian sub-watershed

1. บทนำ

ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีเนื้อที่ขนาด 13,485 ไร่ ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแม่ น้ำ่านฝั่งตะวันออกตอนใต้ ท้องที่อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ในอดีตเคยปกคลุมด้วยพื้นที่ป่าธรรมชาติ และยังเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำธรรมชาติที่สำคัญของชุมชนในบริเวณรอบๆ ซึ่งพื้นที่ป่าต้นน้ำมีคุณสมบัติเหมาะสมต่อการรองรับน้ำฝน และการให้ผลผลิตน้ำท่ามีพื้นที่ป่าไม้ที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการทางอุตุ-อุทกวิทยา รวมทั้งดินมีศักยภาพในการดูดซับ และกักเก็บน้ำในดินได้ แต่ต่อมาถูกบุกรุกแผ้วถางพื้นที่ป่าไม้เพื่อเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงซึ่งเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น

การปลูกข้าวเลี้ยงสัตว์ หรือการทำการเกษตรเชิงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้พื้นที่ป่าต้นน้ำจนมีสภาพที่เสื่อมโทรมลง และนิเวศบริการลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งดัชนีชี้วัดการให้บริการทางนิเวศที่เห็นชัดเจนก็คือการกักเก็บน้ำในดิน เพราะฉะนั้นถ้าพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงศักยภาพในการกักเก็บน้ำในดินของแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป ส่งผลต่อวิถีชีวิตของชุมชนในพื้นที่ได้รับผลกระทบรุนแรง สำหรับบริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีประสบปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ ทำให้ชุมชนในพื้นที่ต้องซื้อน้ำหรือจ่ายค่าน้ำประปาหมู่บ้านแทนการใช้น้ำบาดาล และไม่สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติได้น้ำ เนื่องจากเกิดสภาพความแห้งแล้ง ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 กรมป่าไม้ได้มีโครงการส่งเสริมการปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ และโครงการส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจในพื้นที่ปลูกไม้ยางพาราและพื้นที่เกษตรกรรม ลงไปดำเนินการโดยการส่งเสริมการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมสภาพ และในปี พ.ศ. 2561, 2562 และ พ.ศ. 2564 ได้มีโครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล (คทช.) จำนวน 30,763 ไร่ ในปัจจุบัน พ.ศ. 2566 บริเวณพื้นที่บริเวณดังกล่าว บางแปลงมีการปลูกไม้ค่าเชิงเดี่ยว ส่วนใหญ่จะเป็นไม้สัก การปลูกแบบผสมผสานทั้งไม้ป่าและไม้ผล รวมถึงการปลูกยางพาราในบางส่วน

ทั้งนี้ ถึงแม้ชุมชนจะมีอ่างเก็บน้ำ และโครงการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาล ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ถ้าหากในอนาคตยังคงเป็นพื้นที่เกษตรและไม่มีการเข้าไปส่งเสริมฟื้นฟู อาจส่งผลให้เกิดความแห้งแล้ง ชาวบ้านในชุมชนอาจมีการซื้อน้ำหรือเปลี่ยนจากการใช้น้ำบาดาลมาใช้น้ำประปาชุมชนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้รายจ่ายในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาว่าการให้บริการทางนิเวศว่ามากน้อยแค่ไหน เพราะปัจจุบันก็มีทั้งพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) และพื้นที่ที่มีการฟื้นฟู และประเมินเป็นมูลค่าให้คนในชุมชนเห็นคุณค่าทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้บริการทางนิเวศด้านศักยภาพการกักเก็บน้ำในดินเพื่อนำมาประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ บริเวณพื้นที่ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) เพื่อแสดงศักยภาพในการทำหน้าที่ และบริการของระบบนิเวศลุ่มน้ำ รวมทั้งการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ซึ่งเป็นแนวทางเพื่อลดต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายในการจัดการปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ และนำไปสู่ความยั่งยืนของการจัดการทรัพยากรลุ่มน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนอย่างเหมาะสมต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน มีพื้นที่ 21.58 ตารางกิโลเมตร อยู่ในเขตการปกครองของตำบลฝายแก้ว และตำบลน้ำเกียน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติ (ร้อยละ 65.71) รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ร้อยละ 20.20 (Table 1 and Figure 1)

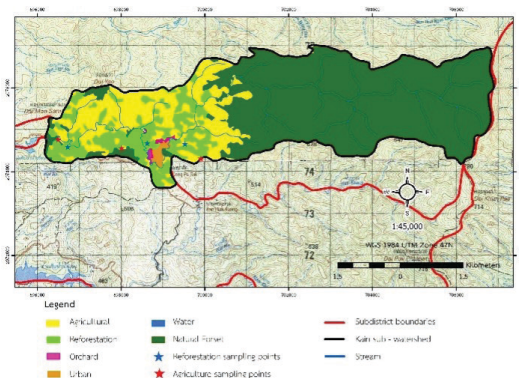


Figure 1 Land use classification of the year 2021 at Nam Kian Sub-watershed, Nan Province.

Table 1 Land use classification of the year 2021 at Nam Kian Sub-watershed, Nan Province.

Land use types	Area		
	sq.km.	Rai	%
1. Water	0.00	1.32	0.01
2. Orchard	0.08	52.46	0.39
3. Urban	0.15	94.94	0.70
4. Reforestation area	2.80	1,751.86	12.99
5. Agriculture area	4.36	2,723.66	20.20
6. Natural forest	14.18	8,860.81	65.71
Total	21.58	13,485.04	100

2.2 อุปกรณ์

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (Undisturbed soil sample) ประกอบด้วย กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core) เหล็กสัง จอบ หรือ พลั่วสำหรับขุดดิน ค้อนยาง เป็นต้น และอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัล ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ เป็นต้น

2.3 วิธีการ

2.3.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา และการเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนมีการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าธรรมชาติมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ลุ่มน้ำแต่ในการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะพื้นที่ป่าพื้นที่หรือสวนป่ากับพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ดังนั้น จึงเลือกและกำหนดจุดเก็บดิน โดยกำหนดตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ พื้นที่ป่าพื้นที่ และพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด)

2. การเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน สุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่จำนวน 3 แปลง แต่ละแปลงเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำ รวมมีจุดเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 18 หลุม ทำการเก็บตัวอย่างดินชั้นบนกำหนดที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และดินชั้นล่างที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรจากผิวหน้าดิน (Figure 2) จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density: BD) และความชื้นของดิน (Soil moisture content: SMC) สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน

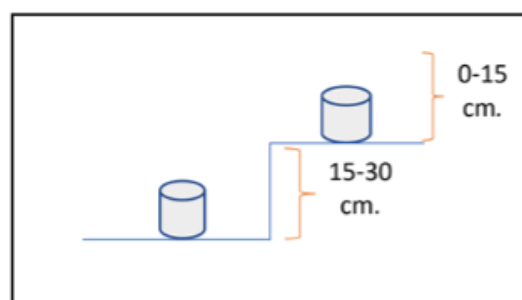


Figure 2 Soil samples collection at two levels of soil depths.

3. สัมภาษณ์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำ และค่าน้ำประปาหมู่บ้าน สำหรับใช้ประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน โดยจะสัมภาษณ์ผู้ใหญ่บ้าน และคณะกรรมการหมู่บ้านแบบเฉพาะเจาะจง มีทั้งหมด 3 ประเด็นดังนี้ 1. ราคาน้ำประปาชุม 2. ปริมาณการใช้น้ำ และ 3. บริโคน้ำจากแหล่งไหน เพื่อรวบรวมข้อมูลจากชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน

2.3.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและการคำนวณ วิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (BD) ดังสมการที่ (1) ร้อยละความชื้นในดินโดยน้ำหนัก และร้อยละความชื้นในดินโดยปริมาตร (SMC) ดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ

นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์ความชื้นดินโดยวิธี Gravimetric method [1] ดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ ส่วนการความหนาแน่นรวมของดิน ใช้วิธี Core method [2] ดังสมการที่ (1) ทำการวัดขนาดกระบอกเก็บดินด้วย Vernier caliper วัดทั้งเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (d) และความสูง (h) เฉลี่ย เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาตรของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน โดยมีรายละเอียดการคำนวณตามสมการต่างๆ ดังนี้

ความหนาแน่นรวมของดิน (g/cm^3) ดังสมการที่ (1)

$$BD = \frac{Md}{V} \quad (1)$$

เมื่อ BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (หน่วย: กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)
Md คือ น้ำหนักดินแห้ง (หน่วย: กรัม)
V คือ ปริมาตรกระบอกเก็บดิน (หน่วย: ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ความชื้นโดยน้ำหนัก (% by wt.) ดังสมการที่ (2)

$$SM_w = \frac{Mw - Md}{Md} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ SM_w คือ ความชื้นในดิน (หน่วย: %โดยน้ำหนัก)
 Mw คือ น้ำหนักดินเปียก (หน่วย: กรัม)
 Md คือ น้ำหนักดินแห้ง (หน่วย: กรัม)

ความชื้นโดยปริมาตร (% by vol.) ดังสมการที่ (3)

$$SM_v = SM_w \times BD \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ SM_v คือ ความชื้นในดิน (หน่วย: % โดยปริมาตร)
 SM_w คือ ความชื้นในดิน (หน่วย: %โดยน้ำหนัก)
BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (หน่วย: กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

2.3.3 การคำนวณปริมาณการกักเก็บน้ำในดินและประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

1. ความสูงของน้ำในดิน ดังสมการที่ (4)

$$H_w = \frac{SM_w \times BD \times H_s}{100} \quad (4)$$

เมื่อ H_w คือ ความสูงน้ำในดินในระดับที่เก็บตัวอย่างดิน (หน่วย: เซนติเมตร)
 SM_w คือ ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก (หน่วย: % โดยน้ำหนัก)
BD คือ ความหนาแน่นรวมของดิน (หน่วย:กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
 H_s คือ ความลึกของชั้นดินที่เก็บตัวอย่างดิน (หน่วย: เซนติเมตร) หรือ $H_s / 100$ (หน่วย: เมตร)

2. ปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน

1. ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินตามความลึกของชั้นดิน ดังสมการที่ (5)

$$SW = H_s \times 1 \text{ เมตร} \quad (5)$$

เมื่อ SW คือ ปริมาณการกักเก็บน้ำในดินตามความลึกของชั้นดิน (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

Hs คือ ความลึกของชั้นดินที่เก็บตัวอย่างดิน
(หน่วย: เซนติเมตร) หรือ $H_s / 100$ (หน่วย:
เมตร)

2. ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินต่อขนาดพื้นที่
1 ไร่ ดังสมการที่ (6)

$$SW_{Rai} = Sw \times 1,600 \quad (6)$$

เมื่อ SW_{Rai} คือ ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดิน
(หน่วย: ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

SW คือ ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินตามความลึก
ของชั้นดิน (หน่วย: ลูกบาศก์เมตร)

3. ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินในพื้นที่ตัวแทน
ทั้งหมด ดังสมการที่ (7)

$$SW_{Total} = SW_{Rai} \times \text{เนื้อที่ของพื้นที่ตัวแทน} \quad (7)$$

เมื่อ SW_{Rai} คือ ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดิน
(หน่วย: ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

SW_{Total} คือ ปริมาณการกักเก็บน้ำในดินใน
พื้นที่ตัวแทนทั้งหมด (หน่วย:
ลูกบาศก์เมตร)

3. ประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ นำค่า
ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินของแต่ละพื้นที่คูณกับค่า
บริการน้ำประปาที่สำรวจจากชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำ ดัง
สมการที่ (8)

$$V_{Rai} = UP \times SW_{Rai} \quad (8)$$

เมื่อ V_{Rai} คือ มูลค่าของปริมาณน้ำที่กักเก็บ
ในดิน (หน่วย: บาท/ไร่)

UP คือ ค่าบริการน้ำประปาที่สำรวจจาก
พื้นที่ต่อหนึ่งหน่วย (Unit price)
(หน่วย: 6.43 บาท/ลูกบาศก์เมตร)

SW_{Rai} คือ ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดิน (Soil
water storage per Rai) (หน่วย:
ลูกบาศก์เมตร/ไร่)

2.3.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ t-test

วิเคราะห์สถิติ t-test ของค่าเฉลี่ยความหนาแน่น
รวมของดิน ความชื้นในดิน และปริมาณน้ำที่กักเก็บใน
ดินระหว่างพื้นที่ป่าฟื้นฟูและพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด)
โดยทำการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 0.05

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ความหนาแน่นรวมของดิน และความชื้นในดิน

3.1.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

ในพื้นที่ป่าฟื้นฟูพบว่า ในช่วงแล้งมีความ
หนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างเท่ากับ
0.83 และ 0.81 g/cm³ ตามลำดับ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม
(ข้าวโพด) มีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างเท่ากับ
0.82 และ 0.77 g/cm³ ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้ เมื่อ
ทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ดินชั้นบนของทั้ง
สองพื้นที่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
(p-value = 0.3906) และดินชั้นล่างมีความแตกต่างกัน
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.2243) เช่น
กัน

ส่วนช่วงฝน ป่าฟื้นฟูมีค่าความหนาแน่นรวม
เฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างเท่ากับ 0.76 และ
0.71 g/cm³ ตามลำดับ และพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด)
มีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างเท่ากับ 0.73 และ
0.70 g/cm³ ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้ เมื่อทดสอบ
ความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ดินชั้นบน มีความแตกต่าง
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.3019) และ
ดินชั้นล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
(p-value = 0.3356) เช่นกัน

ผลการศึกษายังต้นมีความแตกต่างจากการ
ศึกษาของ Sarapim [3] ที่ได้ศึกษาสมบัติดินบางประการ
ทางอุทกวิทยาของดินละสัตว์หน้าดิน ในพื้นที่การไ้
ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าความหนาแน่นรวม
เฉลี่ยของดินชั้นบน และดินล่างมีค่าสูงในพื้นที่เกษตรผสม
ผสาน รองลงมาคือ พื้นที่ป่าฟื้นฟู อายุ 20 ปี และพื้นที่
ป่าฟื้นฟู อายุ 3 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน 1.44, 1.37

และ 1.35 g/cm^3 ตามลำดับ ส่วนดินชั้นล่าง มีค่าเฉลี่ย $1.54, 1.47$ และ 1.45 g/cm^3 ตามลำดับ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Lekprasoet et. al. [4] ที่วิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดินบริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณและพื้นที่การเกษตร โดยพบว่า ความหนาแน่นรวมของดินบริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกดิน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $1.26 \pm 0.16 \text{ g/cm}^3$ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ $1.39 \pm 0.11 \text{ g/cm}^3$ ซึ่งพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ เนื่องจากการพื้นที่การเกษตรมีกิจกรรมในการใช้ที่ดินทั้งเป็นการเปิดหน้าดินโดยใช้เครื่องมือทางเกษตร การเก็บเกี่ยวผลผลิต การเหยียบย่ำ การเผาซึ่งข้าวโพด เป็นต้น

ความหนาแน่นรวมของดินของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันออกไปซึ่งอาจเกิดจากการอัดตัวของดินจากการไถพรวน หรือการรบกวนของดินในรูปแบบอื่นจึงทำให้ความพรุนและความหนาแน่นรวมของดินมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งดินที่มีความหนาแน่นรวมของดินที่ต่ำมักจะมีค่าน้อยกว่า 1.0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร [5] จากการศึกษาข้างต้น พบว่า พื้นที่ป่าพื้นที่ชุ่มน้ำค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) เพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเกิดจากพื้นที่บริเวณจุดเก็บตัวอย่างของพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) มีการไถพรวนดินเพื่อเตรียมพื้นที่ทำการเกษตรและบางพื้นที่มีการเข้าไปเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต และอีกหนึ่งปัจจัยก็คือบริเวณพื้นที่ดังกล่าวเป็นชุดดินกลุ่มที่ 62 มักจะมีเศษหินก้อนหินหรือหินพื้นโผล่ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ลดน้อยลง โดยทุกพื้นที่มีค่าความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นอนุภาคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกซึ่งพื้นที่เปิดโล่งหรือพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) จะมีความหนาแน่นรวมของ

ดินสูงกว่าในพื้นที่ที่มีรอยยอดหรือสิ่งปกคลุมดิน เนื่องจากพื้นที่การเกษตรกรรม (ข้าวโพด) มีกิจกรรมในการใช้ที่ดิน ทั้งเป็นการเปิดหน้าดินโดยใช้เครื่องมือทางเกษตร การเก็บเกี่ยวผลผลิต การเหยียบย่ำ การเผาซังข้าวโพด เป็นต้น

3.1.2 ความชื้นดิน (โดยน้ำหนัก และโดยปริมาตร)

ในพื้นที่ป่าฟื้นฟู พบว่า ช่วงแล้งมีความชื้นของดินในดินเฉลี่ยชั้นบน และดินชั้นล่างเท่ากับร้อยละ 12.29 โดยปริมาตร (ร้อยละ 14.84 โดยน้ำหนัก) และ 11.52 โดยปริมาตร (ร้อยละ 14.16 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ (Table 2) ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) มีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่าง 6.55 โดยปริมาตร (ร้อยละ 7.94 โดยน้ำหนัก) และ 9.53 โดยปริมาตร (ร้อยละ 12.27 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ดินชั้นบน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.0001$) แต่ดินชั้นล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.1559$)

ส่วนช่วงฝน พื้นที่ป่าพื้นฟูมีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างร้อยละ 18.41 โดยปริมาตร (ร้อยละ 24.48 โดยน้ำหนัก) และร้อยละ 14.38 โดยปริมาตร (ร้อยละ 20.34 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ (Table 2) ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) มีค่าเฉลี่ยของดินชั้นบน และดินชั้นล่างร้อยละ 16.98 โดยปริมาตร (ร้อยละ 22.86 โดยน้ำหนัก) และร้อยละ 14.26 โดยปริมาตร (ร้อยละ 20.28 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ (Table 2) ทั้งนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ดินชั้นบน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.2532$) และดินชั้นล่างมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.4879$) เช่นกัน

Table 2 Bulk density (BD) and soil moisture content (SMC) in % by wt. and % by vol. of the soil samples at reforestation and agricultural lands of Nam Kian Sub-watershed, Nan Province.

Soil parameter	Soil depth	Reforestation areas		Agricultural areas	
		Dry period	Wet period	Dry period	Wet period
Bulk density: BD (g/cm ³)	Upper soil (0-15 cm.)	0.75 – 0.90 (0.83)	0.69 – 0.87 (0.76)	0.76 – 0.86 (0.82)	0.62 – 0.82 (0.73)
	Lower soil (15-30cm.)	0.76 – 0.87 (0.81)	0.65 – 0.77 (0.71)	0.70 – 0.82 (0.77)	0.60 – 0.77 (0.70)
Soil moisture content: SMC (% by wt.)	Upper soil (0-15 cm.)	13.94 – 15.52 (14.84)	21.73 – 26.79 (24.48)	6.27 – 8.79 (7.94)	19.05 – 28.35 (22.86)
	Lower soil (15-30cm.)	8.64 – 17.94 (14.16)	17.89 – 22.18 (20.34)	10.94 – 14.15 (12.27)	16.52 -25.29 (20.28)
Soil moisture content: SMC (% by vol.)	Upper soil (0-15 cm.)	11.27 – 13.02 (12.29)	14.77 – 21.44 (18.41)	4.74 – 7.51 (6.55)	11.81 – 23.25 (16.98)
	Lower soil (15-30cm.)	6.82 – 15.67 (11.52)	13.78 – 15.75 (14.38)	7.61 – 11.59 (9.53)	9.91 – 18.21 (14.26)

Remark: values in parenthesis indicated the average values

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความชื้นในดินบริเวณพื้นที่ป่าพื้นพุ่มีค่ามากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ทั้ง 2 ช่วงฤดูกาล เนื่องจากพื้นที่ป่าพื้นพ

มีเรือนยอดของต้นไม้ที่แผ่ปกคลุมพื้นที่บริเวณนั้นและยังมีพืชคลุมดิน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lekprasoe et. al. [4] ที่ได้ศึกษาความชื้นในดินที่ชั้นความลึกดิน 0-60 เซนติเมตร บริเวณลุ่มน้ำย้อยนาหลวง จังหวัดน่านโดยพบว่า พื้นที่ป่าเบญจพรรณและพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีค่าเท่ากับ 47.26 และ 46.32 ร้อยละโดยปริมาตร จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนพื้นที่การใช้ประโยชน์เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อความชื้นในดิน โดยพื้นที่ป่าพื้นพุ่มมีเรือนยอดของต้นไม้ที่ปกคลุมทั่วบริเวณนั้นและบริเวณพื้นล่างยังพบเห็นวัชพืชคลุมดินอยู่ทั่วบริเวณและมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่บริเวณผิวดินจำนวนมาก่าพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุจำนวนมากเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้ดินยังคงสามารถกักเก็บความชื้นในดินได้ดี ยิ่งมีความชื้นในดินมากจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณพืช ในส่วนของพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่มีการทำกิจกรรมเกี่ยวกับการทำการเกษตร

โดยพื้นที่ดังกล่าวมีการตัดโค่นต้นไม้และนำ
เครื่องจักรขนาดใหญ่เข้ามาเพื่อเข้ามาเพื่อไปเปิดบริเวณ
ผิวดิน

เพื่อเตรียมพื้นที่ทำการเกษตร ซึ่งเป็นการรบกวนโครงสร้างของดิน ดังนั้น จึงส่งผลให้ศักยภาพในการกักเก็บน้ำในดินนั้นลดลงและบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีเรือนยอดของต้นไม้ปกคลุมในบริเวณนั้นๆ แต่ยังคงพบเห็นวัชพืชปกคลุมดินเป็นบางบริเวณทำให้ให้แสงแดดกระทบกับผิวดินโดยตรง ซึ่งส่งผลให้ความชื้นในดินเกิดการระเหยได้ง่ายมากขึ้น พื้นคลุมดินจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญส่งผลให้ความชื้นในดินนั้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Namprasert [6] ที่ได้วิเคราะห์หาความชื้นในดินบริเวณทุ่งจ้อยและตอปปู จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าความชื้นในดินของพื้นที่ป่าดิบเขามีปริมาณน้อยกว่าพื้นที่ป่าปลูกเล็กน้อย เนื่องจากบริเวณทั้ง 2 มีพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมผิวดินช่วยปกคลุมรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ไม่ให้รังสีดวงอาทิตย์กระทบกับผิวดินโดยตรง ซึ่งจะช่วยลดการการสูญเสียน้ำความชื้นได้เพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกันพื้นที่ว่างเปล่ามีพืชพรรณปกคลุมดินน้อยจึงทำให้ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง ส่งผลให้บริเวณผิวดิน

สูญเสียความชื้นมากกว่าพื้นที่ป่าดิบเขาและพื้นที่ป่าปลูก และในแต่ละชั้นความลึกของดินจะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้นในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามความลึกของชั้นดิน โดยการศึกษาของ Trephattanasuwan [7]

ที่ได้ศึกษาความชื้นในดินในป่าธรรมชาติของศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริบริเวณลุ่มน้ำห้วยไร่ ซึ่งได้เปรียบเทียบความชื้นในดินในแต่ละระดับความลึก พบว่า บริเวณพื้นที่ป่าเต็งรังปริมาณความชื้นในดินมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในป่าเต็งรังมีการสะสมของดินเหนียวในระดับความลึกของดินที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับดินต้น น้ำที่ซึมลงดินไม่สามารถซึ่งผ่านชั้นหินข้างล่างได้ ในขณะที่บริเวณป่าดิบแล้ง พบว่า ปริมาณความชื้นในดินจะลดลงในระดับชั้นของดินที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากบริเวณผิวดินของพื้นที่ป่าดิบแล้งมีสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่บริเวณหน้าดินมากกว่าชั้นดินที่ลึกลงไป จึงทำให้บริเวณผิวดินมีการสะสมความชื้นได้มากกว่าดินชั้นล่าง

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน มีสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วยป่าพื้นที่ 2.80 ตารางกิโลเมตร (1,751.86 ไร่) ซึ่งในช่วงแล้ง พบว่า มีความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินเฉลี่ยเท่ากับ 190.44 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือปริมาณการกักเก็บน้ำในดินรวมทั้งพื้นที่เท่ากับ 333,624.22 ลูกบาศก์เมตร ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ในลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน มีขนาดพื้นที่ 4.36 ตารางกิโลเมตร (2,723.66 ไร่) มีความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินเฉลี่ยเท่ากับ 128.66 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือปริมาณการกักเก็บน้ำในดินรวมทั้งพื้นที่เท่ากับ

350,426.10 ลูกบาศก์เมตร (Table 3) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บน้ำของดินต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า ป่าพื้นที่พุ่มีปริมาณการกักเก็บน้ำเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) 61.78 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือร้อยละ 32.44 ทั้งนี้ เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.1084$) (Table 4)

ส่วนช่วงฝน ป่าพื้นที่พุ่มีอัตราการเก็บกักน้ำในดินเฉลี่ยได้เท่ากับ 262.34 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือมีปริมาณการกักเก็บน้ำในดินรวมทั้งพื้นที่เท่ากับ 459,582.95 ลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) อัตราการเก็บกักน้ำในดินเฉลี่ยได้เท่ากับ 249.93 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือปริมาณการกักเก็บน้ำในดินรวมทั้งพื้นที่เท่ากับ 680,724.34 ลูกบาศก์เมตร (Table 3) ความแตกต่างของปริมาณการกักเก็บน้ำของดินเฉลี่ยต่อพื้นที่ในช่วงฝนของป่าพื้นที่พุ่มีการกักเก็บน้ำสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) 12.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือร้อยละ 4.73 ซึ่งเมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.4295$) (Table 4)

ทั้งนี้ หากในอนาคตมีการกำหนดมาตรการในการจัดการที่ดินป่าไม้ที่สามารถเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม(ข้าวโพด) ทั้งหมดให้เป็นพื้นที่ป่าพื้นที่พุ่มี จะสามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำในดินในช่วงแล้งได้ถึง 518,693.81 ลูกบาศก์เมตร และในช่วงฝนได้ 714,524.97 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเพิ่มขึ้นจากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบปัจจุบันในช่วงแล้งได้ถึง 185,069.59 ลูกบาศก์เมตร และช่วงฝน 254,942.02 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (Table 5)

Table 3 The amount of soil water storage during the wet-dry periods in Nam Kian Sub-watershed, Nan Province.

Amount of soil water storage		Reforestation areas (2.80 sq.km.)		Agricultural areas (4.36 sq.km.)	
		Dry	Wet	Dry	Wet
Soil water storage per total area (m ³)	Max	402,156.98	493,533.00	416,093.54	903,301.84
	Min	271,801.08	379,935.00	269,179.32	473,317.63
	Mean	333,624.22	459,582.95	350,426.10	680,724.34
Soil water storage per unit area (m ³ /rai)	Max	229.56	281.72	152.77	331.65
	Min	155.15	227.15	98.83	173.78
	Mean	190.44	262.34	128.66	249.93

Remark: values in parenthesis indicated the average values

Table 4 The difference in the amount of soil water storage per unit area. (m³/rai)

Period	The difference in the amount of soil water storage per unit area. (m3/rai)				
	Reforestation areas (m3)	Agricultural areas (m3)	Percentage difference compare with agricultural areas (m3)	Percentage difference compare with agricultural areas (%)	p-value (n = 3)
Dry	190.44	128.66	61.78	32.44	0.1084
Wet	262.34	249.93	12.41	4.73	0.4295

Table 5 The amount of soil water storage during the wet-dry in scenario converting all agricultural areas into reforestation areas.

Types	Area (Rai)	Amount of soil water storage (m3)	
		Dry period	Wet period
Reforestation areas (original)	1,751.86	333,624.22	459,582.95
Reforestation areas (original) + changed agricultural areas into reforestation areas	4,475.52	852,318.03	1,174,107.92
Increased rate		+518,693.81 (+60.86%)	+714,524.97(+60.86%)

Remark: Reforestation areas 1,751.86 Rai and agricultural areas 2,723.66 Rai.

ซึ่งผลการศึกษา พบว่าพื้นที่ป่าพื้นปฐมศึกษากว
การกักเก็บน้ำในดินมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด)
ซึ่งผลการศึกษาข้างต้นความสอดคล้องกับการศึกษาของ
Lekprasoet et. al. [4] ที่ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพ
บางประการ และความสามารถในการเก็บกักน้ำในดิน
บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณ และพื้นที่ปลูกข้าวโพด ซึ่ง

พบว่า ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณมีปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน 288.02 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดมีปริมาณการกักเก็บน้ำของดิน 268.94 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บน้ำของดินต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า ป่าเบญจพรรณมีการกักเก็บน้ำสูงกว่าพื้นที่ปลูกข้าวโพด (ร้อยละ 7.10) ซึ่งตามสภาพปกติ

ปริมาณน้ำในดินบริเวณพื้นที่เปิดโล่งที่มีการเปิดหน้าดิน เพื่อทำการเกษตรกรรม บริเวณผิวน้ำดินจะมีปริมาณ น้ำที่ต่ำกว่า และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามระดับความ ลึกของดิน ส่วนพื้นที่ป่าไม้จะมีปริมาณน้ำในดินมีปริมาณ มากบริเวณผิวน้ำดิน และมีแนวโน้มลดลงเมื่อความลึก ของดินเพิ่มขึ้น ซึ่ง Chankeaw and Boonyawat [8] ที่ ได้ศึกษาความชื้นในดินในป่าดิบแล้งที่ถูกแผ้วถางบริเวณ สถานีวิจัยสะแกราช ได้กล่าวว่าการเปลี่ยนการใช้ ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ป่าย่อมส่ง ผลต่อการเก็บกักน้ำของดิน โดยพื้นที่ป่าที่มีเรือนยอดของ ต้นไม้ปกคลุมพื้นที่ และมีพืชคลุมดิน รวมทั้งมีปริมาณอิน ทรีย์วัตถุจำนวนมากบริเวณผิวน้ำดิน ซึ่งเมื่อฝนตกอิน ทรีย์วัตถุที่อยู่บริเวณผิวน้ำดินจะเป็นส่วนที่ช่วยรับแรง ปะทะของเม็ดฝน ทำให้ความเร็วของเม็ดฝนลดลงลดการ แดกกระจายของผิวน้ำดิน และช่วยชะลอความเร็ว และ การไหลของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวน้ำดิน จึงทำให้น้ำฝนที่ตกลง มาสามารถซึมลงไปในดินได้มากขึ้น ส่งผลต่อสามารถใน การเก็บกักน้ำในดินได้มากขึ้น นอกจากนั้น พืชคลุมดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้ดินเก็บกักความชื้นในดินได้มาก ขึ้นด้วย เนื่องจากพืชปกคลุมดินช่วยทำหน้าที่เป็นที่กัน บังไม่ให้น้ำบริเวณผิวน้ำดินเกิดการระเหยเมื่อกระทบกับแสง ดวงอาทิตย์ จึงทำให้ดินยังคงรักษาความชื้นนั้นไว้ได้ ดัง นั้น หากดินมีความชื้นมากก็ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของ พืชพรรณที่อยู่บริเวณนั้นๆ และช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ ดินซึ่งเป็นไปตามปรัชญาในการจัดการลุ่มน้ำ ส่วนพื้นที่ เกษตรกรรม หรือบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ เป็นพื้นที่ เปิดโล่งไม่มีเรือนยอดของต้นไม้ และสิ่งปกคลุมดิน รวม ทั้งมีการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ ในการไถพรวนดินเพื่อเตรียมพื้นที่ทำเกษตร เป็นต้น เป็นการเปิดพื้นที่โล่งปราศจากสิ่งปกคลุมดิน ส่งผลให้ โครงสร้างของดินมีการเปลี่ยนแปลงไป ช่วงฝน เม็ดฝน ตกกระทบกับผิวน้ำดินโดยตรง เกิดการแตกกระจาย และพังทลายของดิน เกิดการไหลบ่าของน้ำบนผิวน้ำดิน อย่างรวดเร็ว เนื่องจากไม่มีเรือนยอดหรือพืชปกคลุมดิน ที่ทำหน้าที่ชะลอความเร็วของเม็ดฝน ทำให้น้ำที่ซึมลงไป

ในดินจึงลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่กักเก็บในดิน และ ได้ดินมีน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่า ทั้งนี้ มีความ แตกต่างจากการศึกษาของ Pukjaroon and Keawamput [9] ที่ได้ศึกษาปริมาณน้ำในดินในพื้นที่ไร่ ไร่ร้างและสวนป่าสนสามใบตามชั้นอายุต่างๆ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำในดินของพื้นที่ไร่ร้าง และสวนป่าสนสามใบอายุ 10 และ 19 ปี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย ตลอดทั้งความลึกของดินคิดเป็นความสูง 35.95, 35.40 และ 32.95 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ไร่ร้างมีปริมาณ น้ำในดินสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ สวนป่าสนสามใบอายุ 10 ปี และสวนป่าสนสามใบอายุ 19 ปี ตามลำดับ เนื่องจากการปกคลุมของเรือนยอดของสวนป่าอายุต่างๆ และพบว่า การปกคลุมเรือนยอดจะมากในสวนป่าอายุ มาก ซึ่งทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดมี ค่าสูงในสวนป่าอายุมาก ส่วนในไร่ร้างจะมีค่าน้อยเพราะ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นวัชพืช ดังนั้น การปลูกป่าจึงทำให้น้ำ ในดินลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนถูกกั้นโดยเรือนยอด สนสามใบที่ต่างอายุกัน โดยกระบวนการ Interception ของเรือนยอดต้นไม้

3.3 การประเมินมูลค่าของปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน

3.3.1 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ของชุมชน

บริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนประกอบด้วยชุมชนใน 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลฝายแก้ว และตำบลน้ำเกียน โดยมี ทั้งหมด 7 หมู่บ้าน ทั้งนี้ ได้สัมภาษณ์ผู้ใหญ่บ้าน และคณะ กรรมการหมู่บ้านของทั้งหมด 7 หมู่บ้านแบบเจาะจง โดยมี ทั้งหมด 3 ประเด็นดังนี้ 1. ราคาซื้อขายป่าชุมชน 2. ปริมาณ การใช้ป่า และ 3. บริโภคน้ำจากแหล่งไหน พบว่า แต่ละ หมู่บ้านการคิดค่าบริการน้ำป่าชุมชนแตกต่างกัน เนื่องจากอ้างอิงกับราคาไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และค่าใช้จ่ายของการใช้เครื่องปั้มน้ำไฟฟ้าเพื่อสูบน้ำจาก อ่างเก็บน้ำ และน้ำบาดาล เพื่อนำน้ำมาใช้อุปโภคบริโภค ในครัวเรือน ทั้งนี้ แต่ละหมู่บ้านมีการประชุมหารือกัน เพื่อหาข้อตกลงในการกำหนดค่าบริการประชาชุมชน และค่าบำรุงรักษาหมู่บ้าน โดยทั้ง 7 หมู่บ้าน คิดค่า บำรุงรักษาหมู่บ้านเดือนละ 5 บาทต่อครัวเรือน ทำให้

การคิดค่าบริการน้ำประปาของแต่ละหมู่บ้านมีค่าบริการต่อหน่วยต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับค่า

บริการน้ำประปาของทุกหมู่บ้าน และเฉลี่ยค่าบริการของทั้ง 7 หมู่บ้านที่หน่วยละ (ลูกบาศก์เมตร) 6.43 บาท (Table 6)

Table 6 Service charges for community water supply of the villages that consumed water from Nam Kian Reservoir, Nan Province.

Community taps water service charges per Unit		
Districts	Villages	Price (Baht)
Fai Kaeo	Dong Pa Sak Village (Moo 10)	10
	Nong Charoen Village (Moo 16)	5
Nam Kian	Nam Kian Tai Village (Moo 1)	5
	Nam Kian Nuea Village (Moo 2)	7
	Ton Kok Village (Moo 3)	6
	Mai Phatthana Village (Moo 4)	5
	Mai Santisuk Village (Moo 5)	7
Average charges		6.43

Remark: 1. Community water service charge based the price of electricity set up by the Provincial Electricity Authority (PEA) and the use of water pumps.
 2. The service charge was set up by the agreement of each community members.
 3. Water supply maintenance charges for the 7 villages were set up for 5 baht per month per household.

Source: Field survey generated in August 2023

3.3.2 ผลการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า กลุ่มน้ำย่อยน้ำเกิน ซึ่งประกอบด้วยป่าพื้นที่ 2.80 ตารางกิโลเมตร (1,751.86 ไร่) ประเมินมูลค่ารวมทั้งพื้นที่ของปริมาณน้ำที่เก็บกักในดินช่วงแล้งได้เท่ากับ 2,145,205.13 บาท หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1,224.53 บาทต่อไร่ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) มีขนาด 4.36 ตารางกิโลเมตร (2,723.66 ไร่) ประเมินมูลค่ารวมทั้งพื้นที่ได้เท่ากับ 2,253,229.45 บาท หรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 827.28 บาทต่อไร่ (Table 7) ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า ป่าพื้นที่มีมูลค่าสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) 397.25 บาทต่อไร่ หรือร้อยละ 32.44 (Table 8)

ส่วนช่วงฝน ป่าพื้นที่มีมูลค่ารวมทั้งพื้นที่ของปริมาณน้ำที่กักเก็บในดินได้เท่ากับ 2,955,125.04 บาท หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1,686.85 บาทต่อไร่ ส่วนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ประเมินมูลค่ารวมได้เท่ากับ 4,377,057.80 บาท หรือเฉลี่ยเท่ากับ 1,607.05 บาทต่อไร่ (Table 7) โดยเมื่อเปรียบเทียบมูลค่าเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า ป่าพื้นที่มีมูลค่าสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) เท่ากับ 79.80 บาทต่อไร่ หรือร้อยละ 4.73 (Table 8)

ทั้งนี้ หากในอนาคตมีการกำหนดมาตรการในการจัดการที่ดินป่าไม้ที่สามารถเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม(ข้าวโพด) ทั้งหมดให้เป็นพื้นที่ป่า จะสามารถเพิ่มมูลค่าของปริมาณการเก็บกักน้ำในดิน คิดเป็นมูลค่า

ในช่วงแล้งได้ 3,288,518.76 บาท และช่วงฝน 4,530,088.31 บาท ซึ่งแสดงถึงคุณค่าที่เพิ่มขึ้นจากการให้บริการทางนิเวศด้านอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำที่มีการฟื้นฟู ป่าต้นน้ำลำธารในอนาคตได้ (Table 9)

ทั้งนี้ มูลค่าของน้ำที่ถูกเก็บกักในดินเป็นมูลค่าที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ (Use value) แต่เป็นมูลค่าที่เกิดจากการใช้ทางอ้อม (Indirect use value) ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากทรัพยากรธรรมชาติในทางอ้อม เช่น การทำหน้าที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร และได้ใช้ประโยชน์จากน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นต้น [10] ซึ่งน้ำในดิน (Green water) มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชพรรณในป่า รวมทั้งพืชเกษตร ปริมาณน้ำที่มีมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และสมบัติดินบางประการ ทางกายภาพ จากการศึกษาของ Rangmanee [11] ได้ประเมินมูลค่าการบริการเกี่ยวกับน้ำของระบบนิเวศป่าไม้ในลุ่มน้ำสาขาน้ำแม่ลาว จังหวัดเชียงราย พบว่า แหล่งน้ำหลักเพื่อการบริโภคของครัวเรือน ส่วนใหญ่ใช้น้ำบ่อ และการใช้น้ำประปา มีความคิดเห็นเรื่องปัญหาเกี่ยวกับการใช้น้ำ พบว่า มีปัญหาน้ำขุ่นหรือมีตะกอนและจากกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาน้ำใช้ในครัวเรือนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่ามีสาเหตุมาจากบ่อน้ำแหล่งน้ำเน่าเสีย รองลงมาคือพื้นที่ป่าต้นน้ำถูกทำลาย จากการศึกษาข้างต้นถ้า

มีการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำโดยการเปลี่ยนพื้นที่การใช้ประโยชน์จากพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ที่ถูกบุกรุกแผ้วถางมาเป็นพื้นที่ป่าฟื้นฟูในช่วงแล้งจะสามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำ 61.78 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 32.44 คิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ดินได้ 397.25 บาทต่อไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 32.44 ในส่วนของในช่วงฝนจะสามารถเพิ่มปริมาณการกักเก็บน้ำ 12.41 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 4.73 คิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ดินได้ 79.80 บาทต่อไร่ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.73 (Table 8) ทำให้มีปริมาณน้ำใต้ดินและน้ำในลำห้วยที่เป็นแหล่งประปาภูเขาเพิ่มขึ้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในครัวเรือนในการจ่ายค่าบริการประปาหมู่บ้านได้อีกด้วย ซึ่ง Saikewatwong [12] กล่าวว่า การมีส่วนร่วมการใช้ทรัพยากรน้ำของกลุ่มผู้ใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเกียนแสดงให้เห็นถึงการเข้าถึงทรัพยากรน้ำและการใช้ประโยชน์ของน้ำในแต่ละกลุ่มนั้นมีความแตกต่างกัน ประชากรในแต่ละกลุ่มควรตระหนักถึงการมีส่วนร่วมในการใช้น้ำ และควรให้ความสำคัญในการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนการกำหนดนโยบายการจัดการบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่เพื่อนำไปสู่แผนการการจัดทรัพยากรน้ำได้อย่างยั่งยืน

Table 7 Estimating the value of soil water storage during the wet and dry period in Nam Kian Sub-watershed, Nan Province.

Value of soil water storage		Reforestation areas (2.80 sq.km. or 1,751.86 Rais)		Agricultural areas (4.36 sq.km. or 2,723.66 Rais)	
		Dry	Wet	Dry	Wet
Value of soil water storage per total area (THB)	Max	2,585,867.99	3,173,424.32	2,675,478.46	5,808,232.18
	Min	1,747,673.06	2,558,714.16	1,730,831.46	3,043,444.92
	Mean	2,145,205.13	2,955,125.04	2,253,229.45	4,377,057.80
Value of soil water stored in the soil per 1 rai. (THB/Rai)	Max	1,476.07	1,811.46	982.31	2,132.51
	Min	997.61	1,460.57	635.48	1,117.41
	Mean	1,224.53	1,686.85	827.28	1,607.05

Remark: values in parenthesis indicated the average values.

Table 8 The different values of soil water stored in the soil per 1 rai.

Period	The different values of soil water stored in the soil per 1 rai.			
	Reforestation areas (THB/Rai)	Agricultural areas (THB/Rai)	Percentage differences compared with agricultural areas (THB/Rai)	Percentage differences compared with agricultural areas (%)
Dry	1,224.53	827.28	397.25	32.44
Wet	1,686.85	1,607.05	79.80	4.73

Table 9 The value of soil water storage during the wet-dry periods for scenario converting all agricultural areas into Reforestation areas

Types	Area (Rai)	The value of soil water storage (THB/Rai)	
		Dry period	Wet period
Reforestation areas (original)	1,751.86	2,115,177.55	2,913,755.90
Reforestation areas (original) + Changed Agricultural areas into Reforestation areas	4,475.52	5,403,696.31	7,443,844.21
Increased rate		+3,288,518.76 (+60.86%)	+4,530,088.31 (+60.86%)

Remark: Reforestation areas 1,751.86 Rai and Agricultural areas 2,723.66 Rai.

4. สรุป

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการให้บริการระบบนิเวศกลุ่มน้ำด้านศักยภาพการกักเก็บน้ำในดินบริเวณป่าฟื้นฟู และพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) กลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียน อำเภอกูเพียง จังหวัดน่าน สรุปผลการศึกษาที่สำคัญ ดังนี้

1) ป่าฟื้นฟูมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำในดินเฉลี่ยต่อพื้นที่มากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ทั้งในช่วงแล้ง และช่วงฝน

2) มูลค่าของปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินของป่าฟื้นฟูมีมูลค่าสูงกว่ามูลค่าของพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ทั้งในช่วงแล้งและช่วงฝนเท่ากับร้อยละ 32.34 และ 4.73 ตามลำดับ เนื่องจากมีศักยภาพในการเก็บกักน้ำที่มากกว่า

3) เมื่อกำหนดให้ในอนาคตมีมาตรการในการจัดการที่ดินป่าไม้โดยเปลี่ยนพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ทั้งหมดในกลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนเป็นพื้นที่ป่าฟื้นฟูหรือปลูก

ไม้ยืนต้น ทำให้เพิ่มศักยภาพในการเก็บกักน้ำของทั้งพื้นที่กลุ่มน้ำมากขึ้นทั้งในช่วงแล้งได้เท่ากับ 518,693.81 ลูกบาศก์เมตร ช่วงฝนได้เท่ากับ 714,524.97 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นมูลค่าของปริมาณน้ำที่กักเก็บได้ในช่วงแล้งเท่ากับ 3,288,518.76 บาท และช่วงฝนเท่ากับ 4,530,088.31 บาท เป็นการเพิ่มมูลค่าของระบบนิเวศกลุ่มน้ำที่แสดงถึงคุณค่าของการฟื้นฟูป่าไม้ และการให้บริการทางนิเวศด้านอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำที่มีการฟื้นฟูป่าซึ่งทำให้ชุมชนในกลุ่มน้ำย่อยน้ำเกียนได้รับประโยชน์และลดความเสี่ยงจากการขาดแคลนน้ำ

5. ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผลการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นว่าการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแลป่าของตนเองนั้นส่งผลให้เกิดความสมบูรณ์ของป่า ดังนั้น กรมป่าไม้หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้าไปส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจ และแจกกล้าไม้ รวมไปถึงการกำกับดูแลให้ความรู้

เกี่ยวกับป่าไม้ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับชาวบ้านในการฟื้นฟูพื้นที่จากพื้นที่เกษตรกรรม (ข้าวโพด) ไปเป็นพื้นที่ป่าฟื้นฟู ควบคู่ไปกับการกำกับดูแลพื้นที่ป่าธรรมชาติให้ยังคงสภาพป่าที่สมบูรณ์

2. ในการศึกษาต่อยอดควรเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างดิน รวมไปถึงการเพิ่มพื้นที่ศึกษา เช่น พื้นที่ป่าคงสภาพเป็นต้น และวิเคราะห์สมบัติของดินทางด้านอื่น ๆ เช่น สมบัติทางกายภาพของดิน สมบัติทางเคมีของดิน และสมบัติทางชีวภาพของดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลมีความเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น

6. References

- [1] Doahue, R.L., R.W. Miller and J.C. Shickluna. 1977. Soil water, pp.49-99. In J.U. Miller, ed. An introduction to soil and plant growth. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.
- [2] Blake G.H. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-375. In A. Klute, ed. Methods of soil analysis. SSSA, Inc. Madisonsin, USA.
- [3] Sarapim, N. 2016. Some Soil Hydrological Properties and Soil Macrofauna in Various Land Use Types at Huai Khamin Subwatershed, Nakhon Ratchasima Province. Master thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- [4] Lekprasoet, R., Tuankrua, V., and Kheereemangkla, Y. 2022. "Some Soil Physical Properties and Soil Water Storage Capacity in Mixed Deciduous Forest and Maize Fields at Na Luang Sub-watershed, Nan Province." Thai Journal of Forestry 41(1): 90-101.
- [5] Anna, R. Schwyter. and Karen L. Vaughan. 2020. Intro to Soil Science Laboratory Manual. University of Wyoming, Wyoming.
- [6] Namprasert, S. 1982. Water Balance of Land Use Patterns at Tung Jaw and Doi Pui, Chiangmai. Watershed management Master thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- [7] Trephattanasuwan, P. 1997. Soil Moisture of Roya; Development Education Center at Huai Rai Watershed Amphoe Maung Changwat Sakonnakorn. Forest Environment Research and Development Division Bureau of Forestry Studies, Royal Forest Department. (in Thai)
- [8] Chankeaw, K. and Boonyawat, S. 1979. Soil moisture in cleared dry evergreen forests. Forestry Report Volume 65 Faculty of Forestry, Kasetsart University. (in Thai)
- [9] Pukjaroon, W. and Keawamput, T. 1993. Soil Water in Old Shiting Cultivation and Pinus kesiya Plantation Chiang Dao District Chiangmai Province. Forest Environment Research and Development Division



พิมพ์ที่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, พ.ศ. 2567
โทรศัพท์ 0-2564-3104 ถึง 6
โทรสาร 0-2564-3119
<http://www.thammasatprintinghouse.com>