

การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก

จตุพร เทียรมา* เดชรัตน์ สุขกำเนิด ปิติ กันตังกุล**

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงการเปลี่ยนแปลงมูลค่าจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ.2545-พ.ศ.2557 เพื่อนำเสนอข้อมูลสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับองค์กรลุ่มน้ำห้วยสามหมอก โดยจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ.2545 และปี พ.ศ.2557 และประเมินมูลค่าด้วยวิธีเทียบโอนมูลค่า (Value transfer) ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ.2557 การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้น ร้อยละ 18.18 พื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.40 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.57 และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.79 มีเพียงพื้นที่ทุ่งหญ้าและพื้นที่ป่าไม้นั้นที่ลดลง โดยลดลง ร้อยละ 38.77 และร้อยละ 1.70 ตามลำดับ

* ศูนย์ศึกษาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

jatuporn.t@msu.ac.th; mahnok_18@hotmail.com

**

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

ในปี พ.ศ.2545 มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ 4,667.51 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 4,729.64 ล้านบาท ในปี พ.ศ.2557 หรือเพิ่มขึ้น 62.13 ล้านบาท คิดเป็น ร้อยละ 1.33 เนื่องจากพื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น และพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่พบว่า มีเพียง 5 รายการเท่านั้นที่มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้น ได้แก่ การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่เป็นที่อยู่อาศัย การควบคุมน้ำ การจัดหาหน้า การนันทนาการ และการผลิตวัตถุดิบ อีก 12 รายการ ได้แก่ การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ทรัพยากรพันธุกรรม การควบคุมการพังทลายของดิน การบำบัดของเสีย การผลิตอาหาร การควบคุมทางชีววิทยา การควบคุมภูมิอากาศ การควบคุมการรบกวน วัฒนธรรม การหมุนเวียนธาตุอาหาร การควบคุมก๊าซ การผสมเกสร และการสร้างดิน มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้าและพื้นที่ป่าไม้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หากองค์กรลุ่มน้ำห้วยสามหมอกต้องการให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยรวมเพิ่มขึ้น และมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ต่างๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จะต้องกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ พร้อมกับการขยายเพิ่มพื้นที่แหล่งน้ำภายในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ทุ่งหญ้ารวมถึงภายในพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น

คำสำคัญ: มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ, การบริการของระบบนิเวศ, การใช้ประโยชน์ที่ดิน, การประเมินมูลค่า

Land Use and the Value of Ecosystem Services Changes in Huai Sammor Watershed.

Jatuporn Teanma^{*}, Decharut Sukkumnoed^{**},
Piti Kantangkul^{**}

Abstract

A study on land use and value of ecosystem service changes aims to evaluate ecosystem service values and the values changes, which changed from land use activities comparing between B.E.2545 and 2557. The received information would be used for the decision support in land use planning for Huai Sammor Watershed Organization. Land use types were classified by using aerial photographs in year B.E.2545 and 2557. Value transfer technique was used for valuation method. The comparison of spatial differences in B.E.2545 and 2557 presented that urbanized area increased by 18.18%, also water body by 10.40%, perennial land by 7.57%, and agriculture land by 2.79%, while grassland and forest land decreased by 38.77% and 1.70%, respectively.

* Sustainable Land Use and Natural Resources Management Center, Graduate School, Kasetsart University Bangkok 10900, Thailand

** Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University Bangkok 10900, Thailand

In B.E.2545, ecosystem service value of Huai Sammor was 4,667.51 million Baht and increased by 4,729.64 million Baht in B.E.2557, which were calculated for the increment of 62.13 million Baht or the percentage by 1.33. This increased value caused by the expansion of water body, perennial lands and agriculture lands. Regarding the changes of ecosystem service value from the changes of their functions, only 5 ecosystem service items of land use types were increased, including residence, water regulation, water supply, recreation, and raw materials. The other 12 ecosystem service items of genetic resources; soil erosion prevention, wastes treatment, food production, biological controls, climate regulations, disturbance controls, cultures, nutrient cycling balances, gas regulations, pollinations and soil formations, were decreased and correlated with the reduction of grass land and forest land. The other service values were slightly increased. Therefore, the land use guidelines to expand the forest land, together with water body in agriculture land, grassland and perennial land are needed.

Keywords: Ecosystem service value; Ecosystem services; Land use; Valuation

1. บทนำ

ระบบนิเวศได้ให้บริการในขอบเขตที่กว้างขวาง และการบริการจำนวนมากเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการกินที่อยู่ดี รวมถึงการดำรงอยู่ของของมนุษย์ (Costanza et al., 1997; Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005) ขณะเดียวกัน กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศตามธรรมชาติอย่างถาวร เช่น พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เมือง พื้นที่ชุมชนเพื่อการอยู่อาศัย เป็นต้น ซึ่งได้ทำให้สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ อันเป็นรากฐานสนับสนุนการทำหน้าที่ และการให้บริการของระบบนิเวศ (สผ., 2550) จากรายงานการวิเคราะห์ระบบนิเวศแห่งสหประชาชาติ พบว่าการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพจะส่งผลกระทบต่อประชาชนผู้ยากไร้ในชนบทซึ่งพึ่งพาการให้บริการของระบบนิเวศโดยตรง และส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงทรัพยากรทดแทนอื่นๆ (Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005) และเมื่อความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลง ร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าการให้บริการระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป ร้อยละ 0.5 (Costanza et al., 2007)

ขณะที่ มีการกล่าวถึงบทบาทและการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ (Ecosystem function) เอาไว้แตกต่างกัน เช่น Odum (1962) ได้แบ่งบทบาทและการทำหน้าที่ของระบบนิเวศที่สำคัญๆ ออกเป็น 3 ประเภท คือ การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตระดับต่างๆ การหมุนเวียนสารและธาตุอาหาร กลไกการควบคุมสิ่งมีชีวิตโดยสิ่งแวดล้อม ขณะที่ Jax, (2005) ได้จำแนกการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ ออกเป็น 4 ประการ ได้แก่ การทำหน้าที่ในฐานะที่เป็นกระบวนการ ทำหน้าที่ในฐานะที่เป็นระบบ การทำหน้าที่ในฐานะบทบาท และการทำหน้าที่ที่เป็นการให้บริการ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำหน้าที่ของระบบนิเวศเป็นการกระทำหรือกระบวนการที่มีความจำเป็นในการดูแลรักษา

ระบบนิเวศเอง (Margalef, 1974; Müller, 1997) เป็นการอธิบายถึงการเกื้อกูลกันภายในระบบของสิ่งมีชีวิต ชุมชน และระบบนิเวศ หรือการทำหน้าที่ของระบบนิเวศเกี่ยวข้องกับระบบทั้งหมดในการกำหนดความสามารถของกระบวนการทางธรรมชาติและกระบวนการกึ่งธรรมชาติเพื่อให้สินค้าและการบริการที่เพียงพอต่อความจำเป็นของมนุษย์ และนิยามการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ คือ ความสามารถขององค์ประกอบ (ทางนิเวศ) และกระบวนการทางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดสินค้าและการให้บริการเพื่อตอบสนองต่อความจำเป็นของมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม (de Groot, 1992) หรืออาจกล่าวได้ว่า การทำหน้าที่ของระบบนิเวศยังหมายถึง ถิ่นที่อยู่อันหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หรือคุณลักษณะของระบบ หรือกระบวนการของระบบนิเวศที่ก่อให้เกิดสินค้า เช่น อาหาร และการบริการ ได้แก่ การกำจัดของเสียของระบบนิเวศ ซึ่งสินค้าและการบริการ คือผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับประชากรมนุษย์ ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม และมนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997)

การศึกษาที่ผ่านมาหลายชิ้นได้อธิบายและจำแนกประเภทการบริการของระบบนิเวศ เพื่อการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ การทำแผนที่การให้บริการและความต้องการการบริการ การประเมินการถูกคุกคาม รวมถึงการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Daily, 1997; Daily *et al.*, 2000; Heal, 2000; Farber *et al.*, 2002; Biggs *et al.*, 2004; Millennium Ecosystem Assessment, 2005) และพบว่า การบริการของระบบนิเวศ ส่วนมากเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ ประกอบด้วย การดำรงชีพ การป้องกัน ความรู้ความเข้าใจ เพื่อความบันเทิงเรีงรมย์ ความสร้างสรรค์ เอกลักษณ์และอิสรภาพ (Max-Neef, 1991)

อย่างไรก็ตาม ได้มีการพยายามศึกษาในเชิงปริมาณถึงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศในระดับโลก โดย Costanza *et al.* (1997) พบว่า มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของโลกอยู่ระหว่าง 16-54 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ หรือโดยเฉลี่ย 33 ล้านล้านเหรียญสหรัฐต่อปี และประเมินการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี ค.ศ.1997 ถึงปี ค.ศ.2011 พบว่า มูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดในปี ค.ศ.2011 มีมูลค่า 125 ล้านล้านเหรียญสหรัฐต่อปี และมูลค่าการสูญเสียการบริการของระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปีละ 4.3 – 20.2 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ (Costanza *et al.*, 2014) สำหรับประเทศไทย ในปี ค.ศ. 1995 มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ ประมาณ 96,225 ล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งทั้งหมดเป็นมูลค่าที่ไม่ผ่านระบบตลาด (Sutton and Costanza., 2002) และมูลค่าการบริการของระบบนิเวศในรูปของตัวเงินเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและการจัดการระบบนิเวศอย่างยั่งยืน (de Groot *et al.*, 2012)

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นลุ่มน้ำนำร่องในการดำเนินการบริหารจัดการเป็นระบบลุ่มน้ำ นอกจากนี้พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกยังได้รับการพิจารณาให้เป็นลุ่มน้ำนำร่องของโครงการความร่วมมือของคณะกรรมการแม่น้ำโขง (MRC) และลุ่มน้ำนำร่องของโครงการ การจัดการลุ่มน้ำ (Watershed Management Project) และจากการ “ทบทวนอดีต” พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอกได้ขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยวอย่างมาก ส่งผลให้สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปเป็นอันมาก (สมคิด, มปป.) ซึ่งหากทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณที่สะท้อนถึงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวร่วมด้วย จะยิ่งทำให้การเกิด

การตระหนักถึงผลกระทบทางนิเวศ รวมถึงการกำหนดแนวทางการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตที่มีความชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินและมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2. พื้นที่และวิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษา

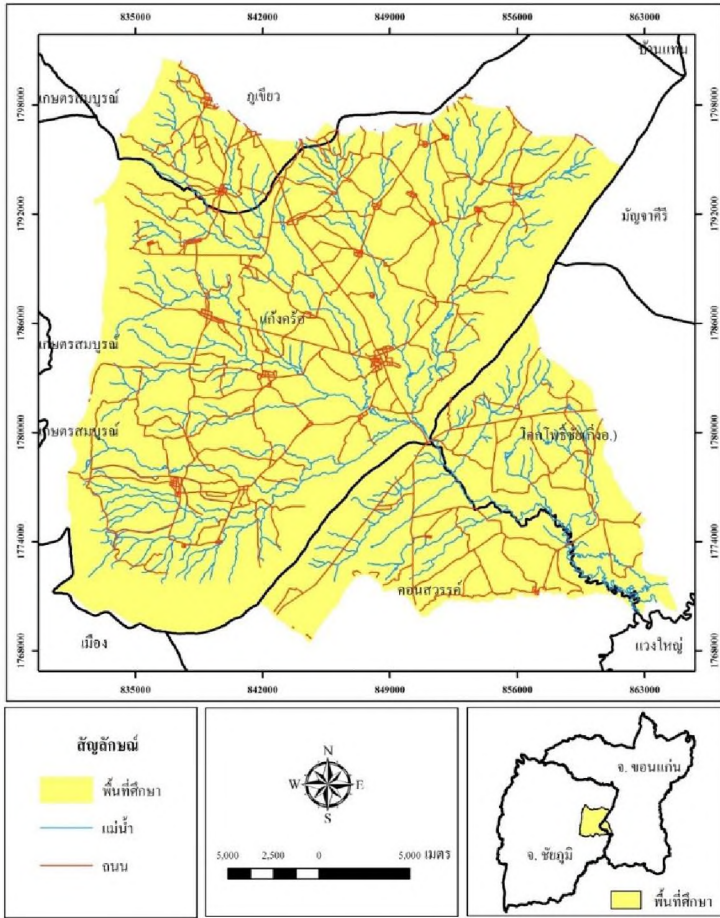
ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 58'$ ถึง $16^{\circ} 16'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $102^{\circ} 05'$ ถึง $102^{\circ} 25'$ ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 746.88 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 466,800 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 6 อำเภอ ใน 2 จังหวัด ได้แก่ อำเภอกงไกรลาศ อำเภอกงหรา อำเภอบางแก้ว อำเภอศรีนครินทร์ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ อำเภอเมืองจันทบุรี และอำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น (ภาพที่ 1) โดยแบ่งช่วงเวลาการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2557

2.2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2557 โดยการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายทางอากาศ มาตรฐาน 1:4,000 และจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

- 1) พื้นที่เมือง ประกอบด้วย พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และโรงเรียน
- 2) พื้นที่เกษตรกรรม ประกอบด้วย พื้นที่นา พืชไร่ผสม อ้อย มันสำปะหลัง และพืชสวน

- 3) พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น ประกอบด้วย พื้นที่ปลูกไม้ผล ไม้ยืนต้น และเกษตรผสมผสาน
- 4) พื้นที่ทุ่งหญ้า ประกอบด้วย พื้นที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ
- 5) พื้นที่แหล่งน้ำ ประกอบด้วย พื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่ลุ่ม
- 6) พื้นที่ป่าไม้ ประกอบด้วย พื้นที่ป่าผลัดใบ และป่าไม่ผลัดใบ



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก

2.3 การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ ใช้การเทียบโอนมูลค่า (Value transfer) โดยใช้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศบางส่วนที่เสนอโดย Costanza *et al.* (2014) และ de Groot *et al.* (2012) ร่วมกับสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ควบคุมก๊าซ การควบคุมภูมิอากาศ การควบคุมน้ำ การจัดหา น้ำ การควบคุมการพังทลายของดิน การหมุนเวียนธาตุอาหาร การผลิตอาหาร และการผลิตวัตถุดิบ ตามการศึกษาของ Xi (2009) และ Sandhu *et al.* (2008) เพื่อทำการประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท และประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยคิดเป็นหน่วยของค่าเงินบาทต่อไร่ต่อปี ณ อัตราแลกเปลี่ยนเฉลี่ยในปี พ.ศ.2550 ซึ่งเท่ากับ 34.56 บาท ต่อ 1 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกา รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (Value of Coefficient: VC)

การทำหน้าที่ ของระบบนิเวศ	สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (บาท/ไร่/ปี)					
	เมือง	เกษตรกรรม	ไม้ยืนต้น	ทุ่งหญ้า	แหล่งน้ำ	ป่าไม้
ควบคุมก๊าซ	-	-	-	49.77 ^{/1}	-	5,048.52 ^{/3}
ควบคุมภูมิอากาศ	-	110.59 ^{/2}	38.71 ^{/4}	-	-	17,324.24 ^{/3}
ควบคุมการรบกวน	-	-	-	-	-	38.71 ^{/1}
ควบคุมน้ำ	-	298.60 ^{/2}	-	16.59 ^{/1}	41,549.41 ^{/1}	2,985.98 ^{/3}
จัดหาน้ำ	-	-	-	-	16,157.49 ^{/1}	6,209.74 ^{/3}
ควบคุมการพังทลายของดิน	-	364.95 ^{/2}	71.88 ^{/4}	215.65 ^{/1}	-	1,293.93 ^{/3}
สร้างดิน	-	-	-	11.06 ^{/1}	-	77.41 ^{/1}
หมุนเวียนธาตุอาหาร	-	-	-	-	-	6,093.62 ^{/3}
บำบัดของเสีย	-	-	-	663.55 ^{/1}	5,076.17 ^{/1}	663.55 ^{/1}

การทำหน้าที่ ของระบบนิเวศ	สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (บาท/ไร่/ปี)					
	เมือง	เกษตรกรรม	ไม้ยืนต้น	ทุ่งหญ้า	แหล่งน้ำ	ป่าไม้
การผสมเกสร	-	105.06 ^{/1}	171.42 ^{/4}	193.54 ^{/1}	-	-
ควบคุมทางชีววิทยา	-	182.48 ^{/1}	-	171.42 ^{/1}	-	-
ถิ่นที่อยู่อาศัย	-	-	7,039.18 ^{/4}	-	-	-
ผลผลิตอาหาร	-	414.72 ^{/1}	287.54 ^{/4}	436.84 ^{/1}	315.19 ^{/1}	248.83 ^{/1}
วัตถุติดบ	-	210.12 ^{/2}	940.03 ^{/4}	-	-	2,405.38 ^{/1}
ทรัพยากรพันธุกรรม	-	-	193.54 ^{/4}	-	-	315.19 ^{/1}
นันทนาการ	-	-	38.71 ^{/4}	11.06 ^{/1}	1,752.88 ^{/1}	851.56 ^{/1}
วัฒนธรรม	-	-	-	-	-	11.06 ^{/1}
รวม	0	1,686.53	8,781.00	1,769.47	64,851.15	43,567.72

หมายเหตุ

^{/1} ค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการศึกษาของ Costanza *et al.* (1997) ปรับค่าของเงินเทียบเท่าปี 2007 Costanza *et al.* (2014)

^{/2} ค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการศึกษาของ Sandhu *et al.* (2008)

^{/3} ค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการศึกษาของ Xi. (2009)

^{/4} ค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศปรับค่าของเงินเทียบเท่าปี 2007 จากการศึกษานี้ของ de Groot *et al.* (2012)

2.4 การคำนวณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

การคำนวณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ การศึกษาที่ใช้สมการการคำนวณตามที่ Kreuter *et al.* (2001), Zhao *et al.* (2004), Wang *et al.* (2005), Wang *et al.* (2006), Lu *et al.* (2006), Zhou *et al.* (2007), Li *et al.* (2007), Hu *et al.* (2008), Li *et al.* (2008) และ Chanhda *et al.* (2009) ใช้ในการคำนวณ ดังนี้

$$ESV_k = \sum_f A_k \times VC_{kf} \quad (1)$$

$$ESV_f = \sum_k A_k \times VC_{kf} \quad (2)$$

$$ESV = \sum_k \sum_f A_k \times VC_{kf} \quad (3)$$

โดยที่

ESV_k คือ มูลค่าการให้บริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภท “k”

ESV_f คือ มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ประเภท “f”

ESV คือ มูลค่าการให้บริการของระบบนิเวศทั้งหมด

A_k คือ ขนาดการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท “k”

VC_{kf} คือ สัมประสิทธิ์ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท “k” จากการทำหน้าที่การให้บริการของระบบนิเวศประเภท “f”

หลังจากคำนวณมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ จะทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการบริการของระบบนิเวศ เพื่อทำการทดสอบร้อยละการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศเมื่อสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศในแต่ละประเภทการใช้

ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 50 (Kreuter *et al.*, 2001; Zhao *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2007; Zhou *et al.*, 2007; Hu *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2008; Chanhda *et al.*, 2009) ดังนี้

$$CS = \frac{(ESV_j - ESV_i) / ESV_i}{(VC_{jk} - VC_{ik}) / VC_{ik}} \quad (4)$$

โดยที่

CS คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว

ESV คือ มูลค่าการให้บริการของระบบนิเวศทั้งหมด

VC คือ สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

i, j คือ ค่าเริ่มต้น และตัวปรับค่า

k คือ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. ผลการศึกษา

3.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอ ในปี พ.ศ. 2545 ประกอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรม 317,330.96 ไร่ หรือร้อยละ 67.96 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น 18,882.79 ไร่ หรือร้อยละ 4.04 พื้นที่เมือง 14,276.43 ไร่ หรือร้อยละ 3.06 พื้นที่แหล่งน้ำ 15,913.00 ไร่ หรือร้อยละ 3.41 พื้นที่ทุ่งหญ้า 34,565.96 ไร่ หรือร้อยละ 7.40

ในปี พ.ศ. 2557 พื้นที่เกษตรกรรม 326,180.46 ไร่ หรือร้อยละ 69.86 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น 20,306.97 ไร่ หรือร้อยละ 4.35 พื้นที่เมือง 16,871.28 ไร่ หรือร้อยละ 3.61 พื้นที่แหล่งน้ำ 17,567.42 ไร่ หรือร้อยละ 3.76 พื้นที่ทุ่งหญ้า 21,164.89 ไร่ หรือร้อยละ 4.53

จากการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2545 กับ การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2557 เพื่อประเมินถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พื้นที่ทุ่งหญ้าเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุด โดยลดลงประมาณ 13,401.07 ไร่ คิดเป็นลดลงร้อยละ 38.77 จากปี พ.ศ. 2545 หรือลดลงเฉลี่ยร้อยละ 3.23 ต่อปี เช่นเดียวกับพื้นที่ป่าไม้ลดลง 1,121.88 ไร่ หรือลดลง ร้อยละ 1.70 หรือลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.14 ต่อปี

สำหรับพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 จำนวน 8,849.51 ไร่ หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.79 พื้นที่เมืองเพิ่มขึ้น 2,594.85 ไร่ หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 18.18 พื้นที่แหล่งแม่น้ำเพิ่มขึ้น 1,654.41 ไร่ หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.40 และพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มขึ้น 1,424.18 ไร่ หรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.57 ดังตารางที่ 2

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงระยะเวลา 12 ปี พบว่า ในปี พ.ศ.2557 พื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด 1,282.31 ไร่ พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้นจากการใช้พื้นที่ทุ่งหญ้ามากที่สุด 13,616.63 ไร่ พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มขึ้นจากการใช้พื้นที่เกษตรกรรม 4,910.31 ไร่ และเพิ่มขึ้นจากการใช้พื้นที่ทุ่งหญ้า 3,478.69 ไร่ และที่พื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้นภายในพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด 1,958.63 ไร่ ขณะที่ พื้นที่ทุ่งหญ้าลดลงอย่างมาก เนื่องจากเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น และพื้นที่ป่าไม้ลดลงเนื่องจากเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้า 642.31 ไร่ และเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม 635 ไร่

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่าง พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2557

การใช้ประโยชน์ ที่ดิน	พ.ศ.2545		พ.ศ.2557		การเปลี่ยนแปลง		
	ไร่	%	ไร่	%	ไร่	%	% ต่อปี
พื้นที่เมือง	14,276.43	3.06	16,871.28	3.61	2,594.85	18.18	1.52
พื้นที่เกษตรกรรม	317,330.96	67.96	326,180.46	69.86	8,849.51	2.79	0.23
พื้นที่ปลูกไม้ยืน ต้น	18,882.79	4.04	20,306.97	4.35	1,424.18	7.54	0.63
พื้นที่ทุ่งหญ้า	34,565.96	7.40	21,164.89	4.53	-	-38.77	-3.23
					13,401.07		
พื้นที่แหล่งน้ำ	15,913.00	3.41	17,567.42	3.76	1,654.41	10.40	0.87
พื้นที่ป่าไม้	65,951.87	14.12	64,830.00	13.88	-1,121.88	-1.70	-0.14
รวม	466,921.01	100.00	466,921.01	100.00			

3.2 มูลค่าการบริการของระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

มูลค่าการบริการของระบบนิเวศพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอนในปี พ.ศ. 2545 มีมูลค่าทั้งหมด 4,667.51 ล้านบาท จำแนกเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่เกษตรกรรม 353.19 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 11.47 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น 165.81 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 3.55 พื้นที่ทุ่งหญ้า 61.16 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 1.31 พื้นที่แหล่งน้ำ 1,031.98 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 22.11 และพื้นที่ป่าไม้ 2,873.37 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 61.56

ขณะที่ในปี พ.ศ. 2557 มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ 4,729.64 ล้านบาท จำแนกเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่เกษตรกรรม 550.11 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 11.63 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น 178.32 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 3.77 พื้นที่ทุ่งหญ้า 37.45 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 0.79 พื้นที่แหล่งน้ำ 1,139.27 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 24.09 และพื้นที่ป่าไม้ 2,824.50 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 59.72

จากการเปรียบเทียบมูลค่าการบริการของระบบนิเวศที่ได้รับทั้งหมดในปี พ.ศ.2557 กับปี พ.ศ.2545 พบว่า มูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2545 ประมาณ 62.13 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.33 และเมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท พบว่า สัดส่วนมูลค่าการบริการของระบบนิเวศในพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเพิ่มขึ้น ประมาณ 107.29 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ

10.40 รองลงมาได้แก่ พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น มีสัดส่วนมูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้น ประมาณ 12.51 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.54 และพื้นที่เกษตรกรรมมีสัดส่วนมูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด กล่าวคือ เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 2.79 หรือเพิ่มขึ้นประมาณ 14.92 ล้านบาท

สำหรับมูลค่าการบริการของระบบนิเวศที่เปลี่ยนแปลงลดลง ได้แก่ พื้นที่ทุ่งหญ้า และพื้นที่ป่าไม้ โดยพื้นที่ทุ่งหญ้ามียุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุด คือ ลดลงร้อยละ 38.77 หรือคิดเป็นมูลค่าการของระบบนิเวศที่ลดลง ประมาณ 23.71 ล้านบาท และพื้นที่ป่าไม่มีสัดส่วนมูลค่าการบริการของระบบนิเวศลดลงร้อยละ 1.70 หรือลดลงประมาณ 48.88 ล้านบาท รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (ESV) และการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ ระหว่าง พ.ศ. 2545 – พ.ศ. 2557

(หน่วย: ล้านบาท)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ESV				การเปลี่ยนแปลง	
	พ.ศ. 2545	%	พ.ศ. 2557	%	ESV	%
พื้นที่เมือง	0	0	0	0	0	0
พื้นที่เกษตรกรรม	535.19	11.47	550.11	11.63	14.92	2.79
พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น	165.81	3.55	178.32	3.77	12.51	7.54
พื้นที่พุ่มหญ้า	61.16	1.31	37.45	0.79	-23.71	-38.77
พื้นที่แหล่งน้ำ	1,031.98	22.11	1,139.27	24.09	107.29	10.4
พื้นที่ป่าไม้	2,873.37	61.56	2,824.50	59.72	-48.88	-1.7
รวม	4,667.51	100	4,729.64	100	62.13	1.33

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจำแนกตามการทำหน้าที่ของระบบนิเวศทั้ง 17 รายการ พบว่า การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยมีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.54 การควบคุมน้ำเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.11 การจัดหาน้ำเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.96 การนันทนาการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.17 และการผลิตวัตถุบิเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.21

ในขณะที่ การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ทรัพยากรพันธุกรรมมีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศลดลง ร้อยละ 0.32 การควบคุมการพังทลายของดินลดลง ร้อยละ 0.48 การบำบัดของเสียลดลง ร้อยละ 0.84 การผลิตอาหารลดลง ร้อยละ 0.88 การควบคุมทางชีววิทยาลดลง ร้อยละ 1.07 การควบคุมภูมิอากาศลดลง ร้อยละ 1.56 การควบคุมการรบกวนลดลง ร้อยละ 1.70 วัฒนธรรมลดลง ร้อยละ 1.70 การหมุนเวียนธาตุอาหารลดลง ร้อยละ 1.70 การควบคุมก๊าซลดลง ร้อยละ 1.89 การผสมเกสรลดลง ร้อยละ 3.28 และการสร้างดินลดลง ร้อยละ 4.28 รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (ESV) จำแนกตามการทำหน้าที่ของระบบนิเวศ

การทำหน้าที่ ของระบบนิเวศ	หน่วย: ล้านบาท					
	ESV				การเปลี่ยนแปลง	
	พ.ศ.2545 (ล้านบาท)	%	พ.ศ.2557 (ล้านบาท)	%	ESV (ล้านบาท)	%
ควบคุมก๊าซ	334.68	7.17	328.35	6.94	-6.33	-1.89
ควบคุมภูมิอากาศ	1,178.39	25.25	1,159.99	24.53	-18.40	-1.56
ควบคุมการรบกวน	2.55	0.05	2.51	0.05	-0.04	-1.70
ควบคุมน้ำ	953.43	20.43	1,021.25	21.59	67.81	7.11
จัดหาน้ำ	666.66	14.28	686.42	14.51	19.76	2.96
ควบคุมการพังทลายของดิน	209.96	4.50	208.95	4.42	-1.01	-0.48
สร้างดิน	5.49	0.12	5.25	0.11	-0.24	-4.28

การทำหน้าที่ ของระบบนิเวศ	ESV				การเปลี่ยนแปลง	
	พ.ศ.2545 (ล้านบาท)	%	พ.ศ.2557 (ล้านบาท)	%	ESV (ล้านบาท)	%
หมุนเวียนธาตุอาหาร	401.89	8.61	395.05	8.35	-6.84	-1.70
บำบัดของเสีย	147.48	3.16	146.24	3.09	-1.24	-0.80
การผสมเกสร	43.27	0.93	41.85	0.88	-1.42	-3.28
ควบคุมทางชีววิทยา	63.83	1.37	63.15	1.34	-0.68	-1.07
ถิ่นที่อยู่อาศัย	132.92	2.85	142.94	3.02	10.03	7.54
ผลผลิตอาหาร	173.56	3.72	172.03	3.64	-1.53	-0.88
วัสดุดิบ	243.07	5.21	243.57	5.15	0.50	0.21
ทรัพยากรพันธุกรรม	24.44	0.52	24.36	0.52	-0.08	-0.32

การทำหน้าที่ ของระบบนิเวศ	ESV				การเปลี่ยนแปลง	
	พ.ศ.2545 (ล้านบาท)	%	พ.ศ.2557 (ล้านบาท)	%	ESV (ล้านบาท)	%
นันทนาการ	85,17	1.83	87.02	1.84	1.85	2.17
วัฒนธรรม	0.73	0.02	0.72	0.02	-0.01	-1.7
รวม	4,667.51	100.00	4,729.64	100.00	62.13	1.33

3.3 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของการให้บริการของระบบนิเวศ พบว่า ทั้งปี พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2557 ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหวน้อยกว่า 1 ทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยที่พื้นที่ป่าไม้มีค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหวมากที่สุดคือ 0.62 ในปี พ.ศ.2545 และลดลงเหลือ 0.60 ในปี พ.ศ.2557 ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ลดลงจากปี พ.ศ.2545 และเมื่อเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 50 พบว่า ในปี พ.ศ.2545 มูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมด เปลี่ยนแปลงไป ร้อยละ 30.78 และเปลี่ยนแปลงเพียงร้อยละ 29.86 ในปี พ.ศ.2557 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามูลค่าการบริการของระบบนิเวศมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่ป่าไม้จะเปลี่ยนแปลงไปมากถึง ร้อยละ 50 ก็ตาม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดและผลจากการปรับค่าสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศ (VC) เพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 50 และค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (CS)

การเปลี่ยนแปลง VC	พ.ศ. 2545		พ.ศ. 2557	
	%	CS	%	CS
พื้นที่เมือง $\pm 50\%$	± 0.00	0.00	± 0.00	0.00
พื้นที่เกษตรกรรม $\pm 50\%$	± 5.73	0.11	± 5.82	0.12
พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น $\pm 50\%$	± 1.78	0.04	± 1.89	0.04
พื้นที่ทุ่งหญ้า $\pm 50\%$	± 0.66	0.01	± 0.40	0.01
พื้นที่แหล่งน้ำ $\pm 50\%$	± 11.05	0.22	± 12.04	0.24
พื้นที่ป่าไม้ $\pm 50\%$	± 30.78	0.62	± 29.86	0.60

4. อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

4.1 อภิปรายผลการศึกษา

จากศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินและมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ในปี พ.ศ.2557 มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดประมาณ 4,729.64 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2545 ประมาณ 62.13 คิดเป็นมูลค่าที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.33 เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งถึงแม้ว่าจะเพิ่มขึ้นเพียง 1,654.44 ไร่ แต่ทำให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มขึ้นสูงถึง 107.29 ล้านบาท เนื่องจากสัมประสิทธิ์มูลค่า

การบริการของระบบนิเวศของพื้นที่แหล่งน้ำ มีมูลค่าสูงถึง 64,851.15 บาท/ไร่/ปี เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่จะเห็นว่า การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ที่ควบคุมน้ำ การจัดหาน้ำและการนันทนาการ เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำ มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่เป็นดินที่อยู่อาศัย เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น และมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ผลิตวัตถุดิบเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เกษตรกรรม

ขณะที่ พื้นที่ทุ่งหญ้ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงมากที่สุด โดยลดลงประมาณ 13,422.50 ไร่ แต่เมื่อคิดเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศที่ลดลง จะเห็นว่าลดลงเพียง 23.71 ล้านบาท เท่านั้น เพราะสัมพันธ์กับมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่ทุ่งหญ้ามีมูลค่าเพียง 1,769.47 บาท/ไร่/ปี และหากพิจารณาถึงการลดลงของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ จะเห็นว่า การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่บำบัดของเสีย การผลิตอาหาร การควบคุมทางชีววิทยา และการผสมเกสร มีความสัมพันธ์อย่างมากกับการลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้า สำหรับพื้นที่ป่าไม้ ถึงแม้ว่าจะลดลงเพียง 1,121.88 ไร่ แต่เมื่อคิดเป็นมูลค่าการบริการของระบบนิเวศ พบว่า มีมูลค่าลดลงถึง 48.88 ล้านบาท เนื่องจากสัมพันธ์กับมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่ป่าไม้มีมูลค่า 43,567.72 บาท/ไร่/ปี และได้ส่งผลให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ทรัพยากรพันธุกรรม การควบคุมการพังทลายของดิน การควบคุมภูมิอากาศ การควบคุมการรบกวน วัฒนธรรม การหมุนเวียนธาตุอาหาร การควบคุมก๊าซ และการสร้างดินลดลงตามไปด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำเพียงเล็กน้อยจะทำให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยรวม

เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำภายในพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมมีสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศน้อยกว่าพื้นที่แหล่งน้ำ มากกว่า 30 เท่า ขณะเดียวกัน การลดลงของพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ทุ่งหญ้าได้ส่งผลให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่หลายรายการลดลงตามไปด้วย ซึ่งหากองค์กรลุ่มน้ำห้วยสามหมอกต้องการให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยรวมเพิ่มขึ้น และมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ต่างๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน จะต้องกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ พร้อมกับพยายามเพิ่มพื้นที่แหล่งน้ำภายในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ทุ่งหญ้ารวมถึงภายในพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าวิธีการที่ใช้ในประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศในการศึกษานี้ จะใช้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการศึกษาของ Costanza *et al.* (1997; 2014) คู่กับขนาดพื้นที่ในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจึงมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เนื่องจากความสลับซับซ้อนของการทำหน้าที่ของระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน อีกทั้งยังมีข้อจำกัดของมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินมูลค่ารวมถึงปัญหาการนับซ้ำ (Hein *et al.*, 2006)

การศึกษานี้ได้พยายามลดความคลาดเคลื่อนของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยใช้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศในพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นจากการศึกษาของ de Groot *et al.* (2012) และสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศในพื้นที่ป่าร้อนบางรายการจากการศึกษาของ Xi (2009) ซึ่งทำการศึกษาพื้นที่ป่าไม้ในสิบ

สองปีนั้น อีกทั้งยังใช้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่เกษตรกรรมในบางรายการ จากการศึกษาของ Sandhu *et al.* (2008) ซึ่งมีสัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศเพิ่มเติมจากการศึกษาของ Costanza *et al.* (1997; 2014) และได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยทำให้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป ร้อยละ 50 ผลการวิเคราะห์พบว่า ในปี พ.ศ.2545 ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (CS) ของพื้นที่ป่าไม้มีค่าสูงที่สุด คือ 0.62 และลดลงเหลือ 0.60 ในปี พ.ศ.2557 อธิบายได้ว่า ถึงแม้สัมประสิทธิ์มูลค่าการบริการของระบบนิเวศของพื้นที่ป่าไม้จะคลาดเคลื่อนจาก 43,567.72 บาท/ไร่/ปี เหลือเพียง 21,783.86 บาท/ไร่/ปี หรือคลาดเคลื่อน ร้อยละ 50 จะทำให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดในปี พ.ศ.2545 ลดลงเพียง ร้อยละ 30.78 และในปี พ.ศ.2557 ลดลงเพียง ร้อยละ 29.86 ซึ่งยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของมูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมด ขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (CS) ของพื้นที่แหล่งน้ำ มีค่าน้อยกว่า 0.3 และพื้นที่อื่นๆ มีค่าน้อยกว่า 0.1 ทั้งในปี พ.ศ.2545 และปี พ.ศ.2557 จึงยังคงทำให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

4.2 สรุปผลการศึกษา

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยสามหมอก ในปี พ.ศ.2557 มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2545 ประมาณ 62.13 ล้านบาท ทั้งนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง

การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นมากที่สุด ร้อยละ 18.18 พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2.79 พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้นเพิ่มขึ้น ร้อยละ 7.54 และพื้นที่แหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ร้อยละ 10.40 ขณะที่ พื้นที่ทุ่งหญ้าลดลง ร้อยละ 38.77 และพื้นที่ป่าไม้ลดลง ร้อยละ 1.70 แต่เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ พบว่า มูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่เป็นที่อยู่อาศัย การควบคุมน้ำ การจัดหาน้ำ การนันทนาการ และการผลิตวัตถุดิบเท่านั้นที่เพิ่มขึ้น ตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น และพื้นที่เกษตรกรรม ขณะที่การบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ทรัพยากรพันธุกรรม การควบคุมการพังทลายของดิน การบำบัดของเสีย การผลิตอาหาร การควบคุมทางชีววิทยา การควบคุมภูมิอากาศ การควบคุมการรบกวน วัฒนธรรม การหมุนเวียนธาตุอาหาร การควบคุมก๊าซ การผสมเกสร และการสร้างดิน มีมูลค่าการบริการของระบบนิเวศลดลงตามการลดลงของพื้นที่ทุ่งหญ้า และพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งหากต้องการให้มูลค่าการบริการของระบบนิเวศโดยรวมเพิ่มขึ้น และมูลค่าการบริการของระบบนิเวศจากการทำหน้าที่ต่างๆ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน องค์กรกลุ่มน้ำห้วยสามหมอกจะต้องกำหนดแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ พร้อมกับพยายามเพิ่มพื้นที่แหล่งน้ำภายในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ทุ่งหญ้า รวมถึงภายในพื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความอ่อนไหว (CS) พบว่า มีค่าน้อยกว่า 1 ทุกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความมั่นคงของผลการศึกษา และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับองค์กรกลุ่มน้ำห้วยสามหมอก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาบุคลากร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และขอขอบคุณ ดร.เดชรัต สุขกำเนิด รศ.ดร. ปิติ ก้นดั่งกุล ที่ให้ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ รวมถึง ดร.จีระเดช มาจันทร์แดง และ ดร.มนตรี พิมพ์ใจ ที่ช่วยแนะนำหลักการและวิธีการใช้งานระบบภูมิสารสนเทศ (GIS)

รายการอ้างอิง

สมคิด สิงสง. มปป. **บทเรียนของกลุ่มน้ำห้วยสามหมอก: 3 ปีแรกแห่งการบุกเบิก (2549-2551).**

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.).

2550. **รายงานโลกพรรคความหลากหลายทางชีวภาพ**

ฉบับที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แปลจาก Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006. **Global Biodiversity Outlook 2.** Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Biggs, R., E. Bohensky, P.V. Desanker, C. Fabricius, T. Lymann, and A.A. Misselhorn. 2004. **Nature supporting people: the South African Millennium Ecosystem Assessment.** South African Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria.

Chanhdha, H., C. Wu and Y. Ayumi. 2009. Changes of forest land use and ecosystem service values along Lao-

- Chinese border: A case study of Luang Namtha Province, Lao PDR., **For. Stud. China** 11: 85-92.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Faber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387: 253-260.
- Costanza, R., B. Fisher, K. Mulder, S. Liu and T. Christopher. 2007. Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production. **Ecological Economics** 61: 478-491
- Costanza, R., R. de Groot, P. Sutton, S. van der Ploeg, S.J. Anderson, I. Kubiszewski, S. Faber, and R.K. Turner. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change** 26: 152-158.
- Daily, G.C. (Ed.). 1997. **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Island Press, Washington D.C., 412 pp.
- Daily, G.C., T. Sönderquist, S. Aniyar, K. Arrow, P. Dasgupta, P.R. Ehrlich, C. Folke, A.M. Jansson, B.O. Jansson, N. Kautsky, S. Levin, J. Lubchenco, K.G. Maler, S. David, D. Starrett, D. Tilman, and B. Walker. 2000. The value of nature and the nature of value. **Science** 289: 395-396.

- de Groot, R. 1992. **Functions of Nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making.** Wolters-Noordhoff, Netherlands, 315 pp.
- de Groot, R., L. Brander, S. van der Ploeg, R. Costanza, F. Bernard, L. Braat, M. Christie, N. Crossman, A. Ghermandi, L. Hein, S. Hussain, P. Kumar, A. McVittie, R. Portela, L. C. Rodriguez, P. ten Brink, and P. van Beukering. 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services** 1: 50-61.
- Farber, S. C., R. Costanza, and M. A. Wilson. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. **Ecological Economics** 41:375-392.
- Heal, G.M. 2000. **Nature and the marketplace: capturing the value of ecosystem services.** Island Press, Washington D.C., 203 pp.
- Hein, L., K. van Koppen, R. de Groot and C. van Ierland. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. **Ecological Economics** 57, 209–228.
- Hu, H, W. Liu and M. Cao. 2008., Impact of land use and land cover changes on ecosystem services in Menglun, Xishuangbanna, Southwest China., **Environ Monit Assess** 146: 147-156.

- Jax, K. 2005. Function and “functioning” in ecology: What does it mean? **Oikos** 111: 641-648.
- Kreuter, P. U., H. G. Harris, M. D. Matlock and R. E. Lacey. 2001. Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas. **Ecological Economics** 39: 333–346.
- Li, R., M. Dong., J. Cui., L. Zhang., Q. Cui. and W. He. 2007. Quantification of the Impact of Land-Use Changes on Ecosystem Services: A Case Study in Pingbian County, China. **Environ Monit Assess** 128: 503-510.
- Li, T., W. Li and Z. Qian. 2008. Variations in ecosystem service value in response to land use change in Shenzhen, **Ecological Economics**, doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.05.018
- Lu, Y., J. Wang, L. Wei and J. Mo. 2006. Land Use Change and Its Impact on Values of Ecosystem Services in the West of Jilin Province. **Wuhan University Journal of Natural Sciences** 11: 1028-1034.
- Margalef, R. 1974. *Ecologia*. Editorial Omega, Barcelona, 951 pp.
- Max-Neef, M. 1991. **Human scale development: conception, application, and further relations**. The Apex Press, New York.

- Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. World Resources Institute, Washington, DC.
- Müller, F. 1997. State-of-the-art in ecosystem theory. **Ecological Modelling** 100: 135-161.
- Odum, E. P. 1962. Relationships Between Structure and Function in the Ecosystem. **Japaneses Jour. of Ecology** 12, 108-118
- Sandhu, S. H., S. D. Wratten, R. Cullen and B. Case. 2008. The future of farming: The value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach. **Ecological Economics** 64: 835–848.
- Sutton, P., and R. Costanza. 2002. Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. **Ecological Economics** 41: 509-527
- Wang, Z., B. Zhang, S. Zhang, K. Song and H. Duan. 2005. Estimates of loss in ecosystem service values of Songnen plain from 1980 to 2000. **Journal of Geographical Science** 15: 80-86.
- Wang, Z., B. Zhang, S. Zhang, X. Li, D. Liu, K. Song, J. Li, F. Li and H. Duan. 2006. Changes of Land Use and of Ecosystem service Values in Sanjiang Plain,

- Northeast China. **Environmental Monitoring and Assessment** 112: 69–91.
- Xi, J. 2009., **Valuation of ecosystem services in xishuangbanna biodiversity conservation corridors initiative pilot site, china**. Greater Mekong Subregion Core Environment Program. (ADB TA 6289)
- Zhao, B., U. Kreuter, B. Li, Z. Ma, J. Chen and N. Nakagoshi. 2004. An ecosystem service value assessment of landuse change on Chongming Island, China. **Land Use Policy** 21: 139–148.
- Zhou, H., D. Xiong, Z. Yang and X. He. 2007. Effects of Land Use Change on the Ecosystem Services Value in the Dry-Hot Valley. Wuhan University **Journal of Natural Science** 12: 743-748.

