Discussion Paper Series

การพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของไทยด้วยวิธีมูลค่าส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ

ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์

รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร

เพ็ชรธรินทร์ วงศ์เจริญ

Discussion Paper No.54
March 12, 2020

Faculty of Economics, Thammasat University

การพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของไทยด้วยวิธีมูลค่าส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ

ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์[1]*
รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร[2]
เพ็ชรธรินทร์ วงศ์เจริญ[3]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันความพยายามในการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้น้ำและการจัดสรรน้ำต่อหน่วยให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้สูงขึ้นตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ต้องเผชิญกับความท้าทายจากการการเติบโตของภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการและการท่องเที่ยว รวมถึงการขยายตัวของตัวเมืองที่ส่งผลทำให้ความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างมาก การจัดสรรน้ำให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบมูลค่าของน้ำที่สร้างแก่ภาคส่วนเศรษฐกิจ ตลอดจนความต้องการที่จะเกิดขึ้นในอนาคต งานศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้วิธีการประมาณมูลค่าผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ (Value of marginal product of water: VMP) เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ในอีก 20 ปีข้างหน้าของไทย ผลการศึกษาพบว่าค่า VMP ของน้ำในสาขาก่อสร้างมีค่าสูงที่สุดถึง 3,431.2 บาท/ลูกบาศก์เมตร ในขณะที่สาขาเกษตรกรรมที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.85 บาท/ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ ค่า VMP ที่คำนวณได้ถูกนำไปพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของภาคเศรษฐกิจภายใต้ฉากทัศน์ต่างๆ ซึ่งผลการพยากรณ์พบว่าความต้องการใช้น้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกกรณี แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ต่อน้ำแตกต่างกัน ซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นมากหรือน้อย ขึ้นกับภาวะเศรษฐกิจที่หน่วยผลิตเผชิญ

[1]* Corresponding author: ศาสตราจารย์ประจำ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: supawat@econ.tu.ac.th

[2] อาจารย์ประจำ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: rungnapa@econ.tu.ac.th

[3] อาจารย์ประจำ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: petchtharin.w@econ.tu.ac.th

1. บทนำ

น้ำถือเป็นทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด และมีความต้องการใช้จากทุกภาคส่วนทั้งในแง่อุปโภคและบริโภค อีกทั้งน้ำยังเป็นปัจจัยการผลิตสำคัญชนิดหนึ่งในภาคการผลิต ในปัจจุบันทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อให้เกิดความมั่นคง สมดุล และยั่งยืน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บกักน้ำของแหล่งน้ำต้นทุน (Water supply) และระบบกระจายน้ำที่มีอยู่ให้สูงขึ้น รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้น้ำและการจัดสรรน้ำต่อหน่วยให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้สูงขึ้นทั้งในภาคการผลิตและการอุปโภคบริโภค

อย่างไรก็ตาม การจัดสรรน้ำเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ต้องเผชิญกับความท้าทายอย่างน้อย 3 ประการ ได้แก่ ประการแรก โครงการชลประทานเก่า ๆ มีสภาพทรุดโทรมและมีประสิทธิภาพการชลประทานต่ำ ประการที่สอง ความแปรปรวนในการบริหารจัดการที่สูงขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ทำให้เกิดปัญหาน้ำแล้ง และน้ำท่วมรุนแรงและบ่อยขึ้น การบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพ เป็นธรรมและยั่งยืนจึงมีความยุ่งยากมากขึ้น ประการที่สาม แนวโน้มประชากรที่ลดลงที่จะส่งผลต่อความต้องการน้ำเพื่ออุปโภคบริโภคที่ลดลงในอนาคต ทำให้การบริหารจัดการน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคมีแนวโน้มลดลง

นอกจากนั้นแล้ว ความท้ายทายจากการบริหารจัดการน้ำที่ใช้ในภาคส่วนอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ในปัจจุบันการใช้น้ำส่วนใหญ่ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกรวมถึงไทยอยู่ในภาคเกษตรเป็นส่วนใหญ่ แต่การเติบโตของภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการและการท่องเที่ยว และการขยายตัวของตัวเมืองต่าง ๆ ทำให้ความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ขณะที่ปริมาณน้ำต้นทุนมีเท่าเดิม อีกทั้งการเปิดให้เข้าถึงน้ำได้อย่างเสรี กล่าวคือ น้ำเพื่อการเกษตรจึงเป็นของฟรี ไม่มีราคา (ยกเว้นเกษตรกรบางคนที่ต้องเสียค่าเชื้อเพลิงในการสูบน้ำจากคลองชลประทานเข้าสู่ไร่นาของตน) ผลที่ตามมา คือ เกษตรกรต้นน้ำจะใช้น้ำฟุ่มเฟือย จนหลายครั้งไม่มีน้ำเพียงพอสำหรับเกษตรกรท้ายน้ำ แม้แต่การนำน้ำชลประทานไปผลิตเป็นน้ำประปา ผู้ใช้น้ำประปาก็มิได้จ่ายเงินค่าน้ำดิบตามมูลค่าของต้นทุน (ส่วนเพิ่ม) ทางเศรษฐศาสตร์ของน้ำชลประทานที่นำมาใช้ผลิตน้ำประปา ดังนั้น ตลาดน้ำจึงถูกบิดเบือน การใช้น้ำจึงขาดประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจ (Cosgrove and Rijsberman, 2000; Hellegers and Perry, 2004)

แม้ว่าการกำหนดราคาน้ำที่เหมาะสมจะสามารถทำให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การจะทราบถึงระดับราคาดังกล่าวได้ถือเป็นเรื่องยาก เนื่องจากผู้ใช้น้ำโดยส่วนใหญ่จะมีความเต็มใจจ่ายใน

ราคาที่ต่ำกว่าต้นทุนการทำชลประทาน (Johansson, 2005; Young, 2005) ดังนั้นการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของน้ำจึงมีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการยกระดับการตัดสินใจของผู้ดำเนินนโยบายในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานด้านการชลประทาน (Water infrastructures) ให้ทัดเทียมกับการตัดสินใจลงทุนด้านอื่น ๆ อย่างเช่น ถนน และไฟฟ้า นอกเหนือจากนั้นยังจำเป็นต้องมีข้อมูลชัดเจนว่าในอนาคตปริมาณน้ำต้นทุนมีเพียงพอที่จะสนองความต้องการใช้น้ำ ทั้งเพื่อการอุปโภค-บริโภค และเพื่อรองรับการเติบโตของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ในอนาคต อย่างไรก็ตาม งานศึกษาที่ผ่านมายังไม่เคยมีการคำนวณว่าการใช้น้ำในแต่ละภาคส่วนก่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจโดยรวมมากน้อยเพียงใด ประกอบกับข้อเสนอโครงการแหล่งน้ำส่วนใหญ่ยังให้ความสำคัญเพียงแต่เรื่องการเพิ่มพื้นที่ชลประทานด้านการเกษตร แม้ในระยะหลังจะเริ่มให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาอุทกภัยก็ตาม

งานศึกษาชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ 1) ประมาณมูลค่าส่วนเพิ่มของผลิตภาพการใช้น้ำ (VMP) ในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ทั้งภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ และภาคการเกษตรเพื่อหาวิธีการบริหารจัดการน้ำที่เหมาะสมกับประเทศไทย และส่งผลต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) สูงสุด และ 2) พยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในภาคส่วนต่าง ๆ ในอนาคต 20 ปี (2560 - 2579) จากค่า VMP ที่คำนวณได้

เนื้อหาในส่วนต่อไปประกอบด้วย หัวข้อที่ 2 เป็นการทบทวนงานศึกษาในอดีตเกี่ยวกับการประมาณมูลค่าส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ หัวข้อที่ 3 และ 4 แสดงแบบจำลองทางเศรษฐมิติและแหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษาในงานชิ้นนี้ ขณะที่ผลการประมาณมูล่าส่วนเพิ่มของน้ำและการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในอีก 20 ปีข้างหน้าแสดงในหัวข้อที่ 5 และ 6 โดยสรุปผลการศึกษาถูกนำเสนอไว้ในหัวข้อที่ 7

2. งานศึกษาเกี่ยวกับการประมาณมูลค่าส่วนเพิ่มของผลิตภาพการใช้น้ำ

เครื่องมือในงานศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความคุ้มค่าในการประเมินมูลค่าโครงการ พี่พบโดยทั่วไปมักจะเป็นการประมาณผลประโยชน์-ต้นทุน (Cost-benefit analysis: CBA) ในการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ แต่การประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าวกับโครงการชลประทานเพื่อการบริหารจัดการน้ำไม่สามารถทำได้ เนื่องจากแหล่งน้ำจัดเป็นหนึ่งในสินค้าสาธารณะ (Public goods) ไม่สามารถทราบราคาที่เป็นตัวเงินสำหรับการคำนวณความคุ้มค่าตามวิธี CBA ได้โดยตรง (Birol, et al., 2006; Hanemann, 2006) งานศึกษาเกี่ยวการประมาณค่าทาง

เศรษฐศาสตร์ของน้ำในอดีตที่ผ่านมา สามารถแบ่งตามวิธีการที่ศึกษาออกได้เป็น 3 กลุ่ม[4] ได้แก่ กลุ่มที่ใช้วิธีการศึกษาด้วยวิธี Change net rent approach (CNR หรือ Residual method) กลุ่มที่ใช้ Contingent valuation method (CVM) และกลุ่มที่ประมาณค่าด้วยวิธี Marginal product method (VMP)

งานศึกษาในกลุ่มแรกด้วยวิธี CNR เป็นการศึกษาพฤติกรรมของหน่วยผลิตโดยการพิจารณาจากส่วนต่างของมูลค่ารายรับ (หรือกำไร) ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนต่างดังกล่าวสามารถสะท้อนถึงมูลค่าที่เต็มใจจ่ายสูงสุดของผู้ผลิตในการใช้ปัจจัยน้ำ อย่างไรก็ตาม งานศึกษาในกลุ่มนี้มักถูกนำไปศึกษาถึงมูลค่าของน้ำในการผลิตระดับสินค้า และมีความซับซ้อนเนื่องจากจำเป็นต้องทราบถึงลักษณะโครงสร้างกำไรของผู้ผลิต[5] ในขณะที่งานศึกษาในกลุ่มที่สองเป็นวิธีการประมาณมูลค่าความเต็มใจจ่ายสูงสุดด้วยฟังก์ชันความเต็มใจจ่าย โดยใช้การเก็บข้อมูลความพึงพอใจผ่านแบบทดสอบ เช่น งานศึกษาของ (Bateman, et al., 2002) ถึงแม้ว่าวิธีนี้จะเป็นการเก็บข้อมูลโดยตรงจากผู้ใช้น้ำแต่วิธีนี้กลับได้รับความนิยมน้อยที่สุดในการศึกษาผลประโยชน์ของน้ำต่อระบบเศรษฐกิจรวมและมักจะถูกใช้เมื่อต้องการศึกษาผลประโยชน์ที่อยู่ในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งหรือผลผลิตไม่กี่ชนิดเท่านั้น (Southgate, 2000) นอกจากนี้ Hofler and List (2004) ยังได้พบปัญหาเกี่ยวกับการเอนเอียง (Bias) ในการตอบแบบสอบถามที่ทำให้เป็นข้อจำกัดของการศึกษา

งานศึกษาในกลุ่มสุดท้าย และเป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ในงานศึกษาชิ้นนี้ คือ การประมาณมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (VMP) เป็นค่าที่แสดงถึงรายรับของหน่วยผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งหน่วยในการผลิตสินค้าและบริการ ทั้งนี้ ในการผลิตสินค้าและบริการ น้ำถือเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญชนิดหนึ่งร่วมกับปัจจัยการผลิตชนิดอื่น ๆ เช่น ทุน และ แรงงาน เนื่องจากตลาดสินค้าและตลาดปัจจัยการผลิตมีความเชื่อมโยงกัน กล่าวคือ อุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิตมีลักษณะเป็น “อุปสงค์สืบเนื่อง” (Derived demand) หมายความว่า ความ

---

[4] งานศึกษาที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ คือกลุ่มที่ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical programing) และกลุ่มที่ใช้การคำนวณดุลยภาพแบบทั่วไป (Computable general equilibrium) ที่มีความซับซ้อนและต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างมาก สำหรับผู้ที่สนใจสามารถดูงานศึกษาของ Bontemps and Couture (2002), Rodríguez and Martínez (2004) และ Bouhia (2001)

[5] การพิจารณาเรื่องดังกล่าวยิ่งมีความสลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เมื่อผู้ผลิตสินค้าเกษตรแต่ละรายมีพฤติกรรมแตกต่างกัน และโครงสร้างตลาดของพืชเกษตรแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

ต้องการปัจจัยการผลิตจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีความต้องการในการผลิตสินค้าและบริการเกิดขึ้นมาก่อนเท่านั้น ดังนั้น ลักษณะของตลาดสินค้าและบริการจะมีส่วนกำหนดอุปสงค์ต่อปัจจัยการผลิตด้วย

แม้ว่าในทางทฤษฎี เราจะสามารถประเมินมูลค่าของน้ำโดยศึกษาจาก อุปสงค์ต่อน้ำ หรือ ต้นทุนการใช้น้ำได้โดยตรง แต่การศึกษาทั้งสองวิธีจำเป็นต้องทราบถึงข้อมูลราคาและต้นทุนของน้ำในตลาด ข้อจำกัดดังกล่าวทำให้การประยุกต์ใช้เครื่องมือดังกล่าวไม่สามารถทำได้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลราคาของน้ำ หรือตลาดซื้อขายน้ำที่มีข่าวสารสมบูรณ์ วิธีการประมาณ VMP จึงเป็นการอาศัยแนวคิดวิธีผลิตภาพส่วนเพิ่ม (Marginal productivity approach) ผ่านฟังก์ชันการผลิตที่ใช้น้ำเป็นปัจจัย โดยสมมติให้ตลาดสินค้าและตลาดปัจจัยการผลิตมีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ โดยที่หน่วยเศรษฐกิจย่อยในแต่ละสาขาเศรษฐกิจมีพฤติกรรมเป็นเพียงผู้รับราคา (Price taker) และต้องการแสวงหากำไรการผลิตสูงสุด ดังนั้น มูลค่าส่วนเพิ่มของน้ำจะมีค่าเท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (Marginal cost of water) และมีค่าเท่ากับราคาของน้ำ ข้อสมมติดังกล่าวทำให้เราสามารถคำนวณหาความยืดหยุ่นของการใช้น้ำต่อราคา (Price elasticity of water use) ในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้ แม้จะไม่ต้องทราบข้อมูลราคาและ ต้นทุนของน้ำอย่างสองวิธีแรก นอกจากนี้ Wang and Lall (2002) เสนอว่า การศึกษาด้วย Marginal productivity approach สามารถสะท้อนมูลค่าของน้ำได้ดีกว่าการศึกษาผ่านอุปสงค์และต้นทุนโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่ราคาน้ำถูกแทรกแซง

อย่างไรก็ตาม งานศึกษาที่เกี่ยวกับการประมาณอุปสงค์ของการใช้น้ำในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรรมมีอยู่ค่อนข้างจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของข้อมูลปริมาณการใช้น้ำและต้นทุนในระดับหน่วยผลิตที่สามารถจัดหาได้ งานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่เป็นงานศึกษาในกลุ่มประเทศที่มีข้อมูลการใช้น้ำและราคาน้ำ

งานศึกษาในกลุ่มนี้เริ่มต้นจากงานศึกษาของ Rees (1969) และ Deroy (1974) ที่ศึกษาสมการอุปสงค์ของน้ำโดยตรง และอาศัยสัดส่วนค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปริมาณการซื้อทั้งหมดเป็นตัวแทนราคา เช่นเดียวกับ Renzetti (1988, 1992) ที่ศึกษาการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมของบริทิชโคลัมเบีย (British Columbia) ที่ประยุกต์ใช้ฟังก์ชันแบบ Cobb Douglas เพื่อประมาณหาอุปสงค์ของการใช้น้ำ ผลการศึกษาพบว่าค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้น้ำต่อราคาในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ระหว่าง -0.12 ถึง -0.54 หรือ Conradie B. (2002) ที่ประมาณสมการอุปสงค์ต่อน้ำในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในแอฟริกาใต้ โดยประเมินหา

ผลประโยชน์ส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำของผู้บริโภคผ่านด้านอุปสงค์ งานดังกล่าวพบว่าผู้บริโภคต้องจ่ายในราคาที่สูงกว่ามูลค่าน้ำที่ได้จากการประมาณ กล่าวคือมีการแสวงหาค่าเช่าทางเศรษฐกิจของน้ำจากผู้ให้ชลประทาน

งานที่ศึกษามูลค่าของน้ำผ่านต้นทุนการผลิตได้แก่ Grebenstein (1979) และ Babin et al. (1982) อาศัยการประมาณการฟังก์ชันต้นทุน โดยกำหนดให้การผลิตสินค้าและบริการประกอบไปด้วยการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำ (Water) ปัจจัยทุน (Capital) แรงงาน (Labor) และ วัตถุดิบ หรือ (Material) และถูกนำไปพัฒนาต่อ ต่อมา Renzentti and Dupont (2003) ที่ประเมินต้นทุนการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมในประเทศแคนาดาโดยใช้ข้อมูลจากการทำสำมะโนปี 1981, 1986 และ 1991 โดยที่ผลการศึกษาชี้ว่า ต้นทุนส่วนเพิ่มของน้ำสูงที่สุดในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม และต่ำสุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ

Wang and Lall (2002) ถือเป็นงานศึกษาแรกที่ใช้แนวคิดผลผลิตส่วนเพิ่มผ่านด้านการผลิตในการประมาณมูลค่าของการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม โดยได้ประมาณการมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำของอุตสาหกรรมในประเทศจีน จากข้อมูลการผลิตของบริษัทจำนวนกว่า 2,000 แห่ง และประมาณว่าแต่ละภาคอุตสาหกรรมมีสัดส่วนการใช้น้ำเพื่อการผลิตเป็นปริมาณเท่าใดเพื่อศึกษาความแตกต่างของมูลค่าน้ำในแต่ละสาขา งานดังกล่าวมีการกำหนดรูปแบบฟังก์ชันเป็นแบบ Translog แทนรูปแบบ Cobb Douglas เนื่องจาก รูปแบบ Translog มีคุณสมบัติความยืดหยุ่น (Flexibility) กว่า[6] ผลการศึกษาพบว่ามูลค่าประสิทธิภาพส่วนเพิ่มของน้ำเฉลี่ยในทุกอุตสาหกรรมอยู่ที่ 2.45 หยวน/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งต่ำกว่าราคาน้ำที่อยู่ในช่วง 0.7 – 1.2 หยวน ความไม่สอดคล้องของราคาและมูลค่าดังกล่าวสะท้อนการจัดสรรน้ำที่ไม่มีประสิทธิภาพ และมีแนวโน้มใช้มากเกินไป (Over-use) ในภาคอุตสาหกรรมจีน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nanthakumaran and Palanisami (2010) ที่ศึกษามูลค่าของการทำชลประทานน้ำบาดาลในภาคเกษตรทางตอนใต้ของประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลภาคตัดขวางช่วงปี 2006-2007 เพื่อประมาณฟังก์ชันผลผลิตที่ และเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ในภาคเกษตรหลัก ซึ่งมูลค่าของน้ำที่คำนวณ

---

[6]ฟังก์ชันการผลิตแบบ Translog มีคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นกว่าการใช้ฟังก์ชันแบบ Cobb Douglas ทั่วไป กล่าวคือ สามารถกำหนดข้อจำกัดบางอย่างให้แก่ฟังก์ชันที่เป็นตัวแทนของเทคโนโลยีการผลิตที่พิจารณาได้ เช่น คุณสมบัติความเป็นเอกพันธุ์เชิงเส้น (Linear homogeneity) โดยปราศจากการทำลายคุณสมบัติความโค้ง (Curvature) และความสมมาตร (Symmetry) แก่ฟังก์ชันที่เป็นตัวแทนของเทคโนโลยีการผลิตที่พิจารณา

ได้มีความคุ้มค่าแก่ภาครัฐในการลงทุนเพิ่มเติมในระบบชลประทานในพื้นที่ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม งานชิ้นนี้กำหนดให้ปัจจัยการผลิตมีเพียงน้ำชนิดเดียวเท่านั้น

Se-Ju Ku and Seung-Hoon Yoo (2012) ศึกษามูลค่าส่วนเพิ่มของน้ำ โดยอิงแบบจำลองของ Wang and Lall (2002) เพื่อหามูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำในประเทศเกาหลีใต้โดยศึกษาจากข้อมูลจากโรงงานผลิตกว่า 50,000 แห่งฝนปี 2003 ผลการศึกษายืนยันว่าฟังก์ชันการผลิตแบบ Translog ให้ผลการศึกษาที่แข็งแรง (Robust) กว่าแบบจำลองรูปแบบอื่น

3. แบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ในงานศึกษา

งานศึกษานี้จะประมาณมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ อาศัยแนวคิดวิธี Marginal productivity approach ของ Wang and Lall (2002) โดยที่ฟังก์ชันการผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าการผลิตและปัจจัยการผลิตต่าง ๆ อาทิเช่น ทุน (Capital) แรงงาน (Labor) และปริมาณน้ำ (Water) โดยสามารถแสดงได้ดังนี้

$$Y = f(K, L, W) \tag{1}$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณผลผลิต

K คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยทุน

L คือ ปริมาณการใช้แรงงาน

W คือ ปริมาณการใช้น้ำ

เมื่อพิจารณาสาขาเศรษฐกิจ ณ ช่วงเวลาใด ๆ การประมาณฟังก์ชันการผลิตของสาขาเศรษฐกิจใด ๆ ในสมการที่ (1) ในรูปแบบ Translog สามารถแสดงได้ดังนี้[7]

[7] หาก β_4 ถึง β_9 มีค่าเท่ากับศูนย์ ฟังก์ชันการผลิตที่กำหนดในสมการที่ (2) สามารถลดรูปเป็นฟังก์ชันการผลิตในรูปแบบที่เรียกว่า Cobb-Douglas

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln W_{it} + \beta_4 \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_5 \ln K_{it} \ln W_{it}$$

$$+\beta_6 \ln L_{it} \ln W_{it} + \beta_7 \frac{\ln^2 K_{it}}{2} + \beta_8 \frac{\ln^2 L_{it}}{2} + \beta_9 \frac{\ln^2 W_{it}}{2} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

โดยที่

$\ln Y_{it}$ คือ ลอการิทึมของมูลค่าผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจที่ i ณ ปีที่ t

$\ln L_{it}$ คือ ลอการิทึมของปริมาณแรงงานของสาขาเศรษฐกิจที่ i ณ ปีที่ t

$\ln K_{it}$ คือ ลอการิทึมของปริมาณทุนของสาขาเศรษฐกิจที่ i ณ ปีที่ t

$\ln W_{it}$ คือ ลอการิทึมของปริมาณน้ำของสาขาเศรษฐกิจที่ i ณ ปีที่ t

$\beta_0, ..., \beta_9$ คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าที่ต้องการประมาณ

ε_{it} คือ ตัวรบกวนเชิงสุ่ม

จากสมการที่ (2) ความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตเทียบต่อปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดในแต่ละสาขาเศรษฐกิจสามารถหาได้จากอนุพันธ์ย่อย (Partial derivative) เทียบกับปัจจัยการผลิตแต่ละตัว (ในรูปลอการิทึม) ดังนั้น ค่าความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตเทียบกับปริมาณการใช้น้ำ (σ) จึงเท่ากับ $\sigma = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln W}$ สะท้อนเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของมูลค่าผลผลิตต่อหนึ่งเปอร์เซ็นต์ของปริมาณการใช้น้ำที่เปลี่ยนแปลง สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\sigma = \frac{\partial \ln Y_{it}}{\partial \ln W_{it}} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial W_{it}} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = \beta_3 + \beta_5 \ln K_{it} + \beta_6 \ln L_{it} + \beta_9 \ln W_{it} \quad (3)$$

หากกำหนดให้ ρ คือมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (VMP) เราสามารถเขียนสมการแสดงค่า VMP ได้ดังนี้

$$\rho = \frac{\partial Y_{it}}{\partial W_{it}} = \sigma \frac{Y_{it}}{W_{it}} \quad (4)$$

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีผลิตภาพส่วนเพิ่ม มูลค่าผลผลิตส่วนเพิ่มของน้ำจะมีค่าเท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มและมีค่าเท่ากับราคาน้ำ ทำให้สามารถหาความยืดหยุ่นของการใช้น้ำต่อราคา (γ) ในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$\gamma = \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln P} = \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln \rho} = -\frac{\sigma}{\sigma - \sigma^2 - \beta_9} \quad (5)$$

สมการ (9) แสดงให้เห็นว่า ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ของการใช้น้ำต่อราคา (γ) สามารถคำนวณได้จากค่าประมาณความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตต่อน้ำ (σ) และค่าสัมประสิทธิ์ β_9 ที่ได้จากการประมาณการได้จากฟังก์ชันการผลิตใน (2)[8]

4. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

งานศึกษานี้อาศัยข้อมูลอนุกรมเวลาระดับทุติยภูมิย้อนหลังในช่วงปี 2548-2559 โดยที่ ข้อมูลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ที่เป็นตัวแทนของปริมาณผลผลิต และข้อมูลปริมาณทุน สามารถสืบค้นได้จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สภาพัฒน์) ข้อมูลจำนวนแรงงานในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ สามารถสืบค้นจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

สำหรับข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในแต่ละสาขาการผลิต งานศึกษานี้ได้อาศัยวิธีการประมาณการและเก็บรวบรวมจากหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้ ความต้องการใช้น้ำในภาคเกษตรกรรมประมาณการจากโมเดลภูมิอากาศ ความต้องการใช้น้ำในสาขาการผลิตอื่น ๆ ประมาณการโดยสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (สสนก.) และคำนวณจากแรงม้าปรับด้วยดัชนีการใช้กำลังการผลิต ความต้องการใช้น้ำในภาคบริการเก็บรวบรวมได้จากการประปานครหลวง (กปน.) และการประปาภูมิภาค (กปภ.) ความต้องการใช้น้ำในครัวเรือนเก็บรวบรวมได้จากการประปานครหลวง (กปน.) การประปาภูมิภาค (กปภ.) และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ทั้งนี้ ข้อมูลปริมาณ

เนื่องจากการจัดแบ่งข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวในแบบจำลองมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับหน่วยงานที่จัดเก็บข้อมูล[9] เพื่อให้การจัดกลุ่มของแต่ละสาขาการผลิตมีความสอดคล้องกันทุกแหล่งข้อมูล ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้อง

---

[8] ดูรายละเอียดการพิสูจน์ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของน้ำได้ใน ภาคผนวก ก.

[9] ข้อมูลองมูลค่าผลผลิต ปริมาณการใช้แรงงาน และปัจจัยทุน ถูกแบ่งออกเป็น 14 สาขาเศรษฐกิจ ตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ดังนี้ 1) เกษตรกรรม 2) ประมง 3) การผลิตอุตสาหกรรม 4) ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา 5) ก่อสร้าง 6) ขายส่ง ขายปลีก และซ่อมแซม 7) โรงแรมและภัตตาคาร 8) ขนส่งและคมนาคม 9) ตัวกลางทางการเงิน 10) บริการด้านอสังหาริมทรัพย์ 11) บริหารราชการและการป้องกันประเทศ 12) การศึกษา 13) บริการด้านสุขภาพ 14) งานสังคมสงเคราะห์ ฯลฯ

ข้อมูลปริมาณน้ำ จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำแนกตามตารางปัจจัยการผลิต (IO) 16 สาขา แบ่งเป็น 1) เกษตรกรรม 2) เหมืองแร่และเหมืองหิน 3) อาหาร 4) สิ่งทอ 5) ผลิตภัณฑ์ไม้ 6) กระดาษและผลิตภัณฑ์

ทำการจัดกลุ่ม (Mapping) โดยงานศึกษานี้ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ออกเป็น 6 สาขา ได้แก่ 1) เกษตรกรรม 2) อุตสาหกรรมและเหมืองแร่ 3) ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา 4) ก่อสร้าง 5) บริการ 6) บริการสาธารณะ และแสดงวิธีการกำหนดกลุ่มของข้อมูลตามตัวแปรที่ใช้ศึกษาแต่ละไว้ในตารางที่ 1

เนื่องจากฟังก์ชันการผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดตัวแปร d_1 ถึง d_5 เป็นตัวแปรหุ่น (Dummy variable) ที่สะท้อนความแตกต่างของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 6 สาขา และปรับปรุงฟังก์ชันการผลิตในสมการที่ (2) เพื่อให้สะท้อนความแตกต่างในแต่ละสาขาเศรษฐกิจทั้ง 6 สาขา ได้ดังนี้

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln W_{it} + \beta_4 \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_5 \ln K_{it} \ln W_{it}$$
$$+ \beta_6 \ln L_{it} \ln W_{it} + \beta_7 \frac{\ln^2 K_{it}}{2} + \beta_8 \frac{\ln^2 L_{it}}{2} + \beta_9 \frac{\ln^2 W_{it}}{2} + \beta_{10} d_1 \ln W_{it}$$
$$+ \beta_{11} d_2 \ln W_{it} + \beta_{12} d_3 \ln W_{it} + \beta_{13} d_4 \ln W_{it} + \beta_{14} d_5 \ln W_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

โดยที่

$d_1 = 1$ หากเป็นสาขาเกษตรกรรม และเท่ากับ 0 หากเป็นสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ
$d_2 = 1$ หากเป็นสาขาไฟฟ้า ก๊าซ และประปา และเท่ากับ 0 หากเป็นสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ
$d_3 = 1$ หากเป็นสาขาก่อสร้าง และเท่ากับ 0 หากเป็นสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ
$d_4 = 1$ หากเป็นสาขาการบริการ และเท่ากับ 0 หากเป็นสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ
$d_5 = 1$ หากเป็นสาขาการบริการสาธารณะและอื่น ๆ และเท่ากับ 0 หากสาขาเศรษฐกิจอื่น ๆ

จะเห็นว่าการตีความของค่าตัวแปนหุ่น d_i เป็นการตีความเทียบกับสาขาเศรษฐกิจที่เรากำหนดให้เป็นปีฐาน ดังนั้นเราจึงไม่จำเป็นจะต้องใส่ตัวแปรหุ่นทั้ง 6 ตัว สำหรับการแบ่งแยกสาขาเศรษฐกิจ 6 สาขา แต่กำหนดตัวแปรหุ่นเพียง 5 ตัว เท่านั้น

---

7) ผลิตภัณฑ์ยาง เคมีและปิโตรเลียม 8) ผลิตภัณฑ์อโลหะ 9) ผลิตภัณฑ์โลหะและเครื่องจักร 10) การผลิตอื่น ๆ 11) บริการสาธารณะ 12) ก่อสร้าง 13) การค้า 14) การขนส่งและสื่อสาร 15) บริการ 16) อื่น ๆ

ตารางที่ 1 การจัดแบ่งสาขาเศรษฐกิจจำแนกตามตัวแปรที่ใช้ในงานศึกษา

สาขาเศรษฐกิจ	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Y)	ปัจจัยทุน (K)	ปัจจัยแรงงาน (L)	ปัจจัยน้ำ (W)
เกษตรกรรม	เกษตรกรรม	เกษตรกรรม	เกษตรกรรม	เกษตรกรรม
อุตสาหกรรมและเหมืองแร่	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน การผลิต	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน การผลิต	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน การผลิต	การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน การผลิต อาหาร สิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ ไม้ กระดาษและผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ยาง เคมีและปิโตรเลียม ผลิตภัณฑ์โลหะ
ไฟฟ้า ก๊าซและประปา	ไฟฟ้า ก๊าซ ไอน้ำ และระบบปรับอากาศ การจัดหาน้ำ การจัดการ และการบำบัดน้ำเสีย ของเสีย และสิ่งปฏิกูล	สาขาการไฟฟ้า ก๊าซ สาขาประปา	สาขาการไฟฟ้า ก๊าซ สาขาประปา	สาขาการไฟฟ้า ก๊าซ สาขาประปา
ก่อสร้าง	การก่อสร้าง การขายส่ง และการขายปลีก การซ่อมยานยนต์และรถจักรยานยนต์ การขนส่ง และสถานที่เก็บสินค้า	การก่อสร้าง การขายส่ง และการขายปลีก การซ่อมยานยนต์และรถจักรยานยนต์ กิจกรรมโรงแรม และการบริการด้านอาหาร	การก่อสร้าง การขายส่ง และการขายปลีก การซ่อมยานยนต์และรถจักรยานยนต์ กิจกรรมโรงแรม และการบริการด้านอาหาร	การก่อสร้าง
บริการ	กิจกรรมโรงแรม และการบริการด้านอาหาร ข้อมูลข่าวสารและการสื่อสาร กิจกรรมทางการเงิน และการประกันภัย กิจกรรมอสังหาริมทรัพย์ กิจกรรมทางวิชาชีพ วิทยาศาสตร์ และเทคนิค กิจกรรมการบริหารและการบริการสนับสนุน กิจกรรมการจ้างงานในครัวเรือนส่วนบุคคล กิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการทีทำขึ้นเองเพื่อใช้ในครัวเรือน	การขนส่ง และสถานที่เก็บสินค้า กิจกรรมทางการเงิน และการประกันภัย กิจกรรมอสังหาริมทรัพย์ กิจกรรมการจ้างงานในครัวเรือนส่วนบุคคล กิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการทีทำขึ้นเองเพื่อใช้ในครัวเรือน	การขนส่ง และสถานที่เก็บสินค้า กิจกรรมทางการเงิน และการประกันภัย กิจกรรมอสังหาริมทรัพย์ กิจกรรมการจ้างงานในครัวเรือนส่วนบุคคล กิจกรรมการผลิตสินค้าและบริการทีทำขึ้นเอง เพื่อใช้ในครัวเรือน	การค้า การขนส่งและสื่อสาร บริการ
บริการสาธารณะ	การบริหารราชการ การป้องกันประเทศและการประกันสังคมภาคบังคับ การศึกษา กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์ กิจกรรมบริการด้านอื่นๆ	การบริหารราชการ การป้องกันประเทศและการประกันสังคมภาคบังคับ การศึกษา กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์ กิจกรรมบริการด้านอื่นๆ	การบริหารราชการ การป้องกันประเทศและการประกันสังคมภาคบังคับ การศึกษา กิจกรรมด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์ กิจกรรมบริการด้านอื่นๆ	อื่น ๆ

ที่มา: การประมวลโดยผู้วิจัย

5. ผลการประเมินมูลค่าส่วนเพิ่มและค่าความยืดหยุ่น

ผลการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ในสมการที่ (6) ถูกแสดงไว้ในตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการประมาณฟังก์ชันการผลิตด้วยรูปแบบฟังก์ชันต่าง ๆ เพื่อทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองและความสามารถในการอธิบาย โดยที่แบบจำลองที่ 1 แสดงฟังก์ชันการผลิตที่ถูกกำหนดในรูปแบบ Cobb-Douglas ในขณะที่ แบบจำลองที่ 2 และ 3 แสดงถึงฟังก์ชันการผลิตที่ถูกกำหนดในรูปแบบ Translog ทั้งนี้ มูลค่าของผลผลิตถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์ขึ้นกับปริมาณทุน จำนวนแรงงาน ปริมาณการใช้น้ำ และตัวแปรหุ่นที่สะท้อนถึงสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ

ตารางที่ 2 ผลการประมาณการฟังก์ชันการผลิตของสาขาเศรษฐกิจ

	แบบจำลองที่ 1	**แบบจำลองที่ 2**	**แบบจำลองที่ 3**
$\ln L_{it}$	0.2882***	1.2174***	-0.6881**
$\ln K_{it}$	0.8393***	5.1866***	1.9467*
$\ln W_{it}$	0.0009	-0.3362	-0.7632**
$\ln K_{it} \ln L_{it}$		-0.0127	.0253
$\ln K_{it} \ln W_{it}$		0.1066***	.0719***
$\ln L_{it} \ln W_{it}$		-0.1337***	-.0278
$\ln^2 K_{it} / 2$		-0.3395***	-.1096
$\ln^2 L_{it} / 2$		-0.0053	.0883**
$\ln^2 W_{it} / 2$		-0.0038	-.0093
$d_1 \ln W_{it}$ (เกษตร)			-0.6274**
$d_2 \ln W_{it}$ (ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา)			-0.1826***
$d_3 \ln W_{it}$ (ก่อสร้าง)			-0.1723***
$d_4 \ln W_{it}$ (การบริการ)			-0.1164***
$d_5 \ln W_{it}$ (การบริการสาธารณะ)			-0.0047
$constant$	5.5448 ***	-27.9644***	3.1186 **
R^2	0.9946	0.9857	0.9959

หมายเหตุ : โดยที่ *** . ** . * แสดงระดับนัยสำคัญ (α) ที่ร้อยละ 1, 5 และ 10 ตามลำดับ

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

หากพิจารณาแบบจำลองที่ 1 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยทุนและแรงงานมีระดับนัยสำคัญที่ $\alpha = 0.01$ แต่ในทางตรงกันข้าม ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยน้ำไม่มีระดับนัยสำคัญ ดังนั้น แบบจำลองที่ 1 อาจมีปัญหาการระบุรูปแบบฟังก์ชันการผลิตที่ผิดพลาด (Misspecification error) เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการประมาณฟังก์ชันการผลิตรูปแบบ Translog ดังผลการประมาณค่าที่แสดงในแบบจำลองที่ 2 ซึ่งผล

การประมาณแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยน้ำยังคงไม่มีระดับนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปปริมาณการใช้น้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะมีความแตกต่างกัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดตัวแปรหุ่นลงในฟังก์ชันการผลิตเพื่อพิจารณาความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ ซึ่งผลการประมาณค่าของสมการที่ (6) แสดงไว้ในแบบจำลองที่ 3 ของตารางที่ 2

จากผลการประมาณค่าให้ผลสรุปว่าแบบจำลองที่ 3 ให้ผลการประมาณการที่ดีที่สุด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9959 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวที่ถูกกำหนดในสมการที่ (6) สามารถอธิบายผลผลิตของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ได้ถึงร้อยละ 99.59 นอกจากนั้นแล้ว ผลการประมาณการแบบจำลองที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตหลักทุกตัวมีนัยยะสำคัญต่อปริมาณการผลิตทั้งสิ้น โดยในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยทุนมีค่าบวกและมีระดับนัยยะสำคัญที่ร้อยละ 10 และค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยแรงงานและปริมาณการใช้น้ำมีค่าลบอย่างมีนัยยะสำคัญที่ร้อยละ 1 ค่าลบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการผลิตกำลังเผชิญกับกฎการลดน้อยถอยลงของผลผลิตส่วนเพิ่ม (Diminishing marginal return) และเกินกว่าระดับเหมาะสมของการใช้ปัจจัยที่เหมาะสม สะท้อนถึงการใช้น้ำอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรหุ่นพบว่า การใช้น้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับสาขาอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ ยกเว้นสาขาการบริการสาธารณะที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ และค่าสัมประสีทธิ์ที่น้อยกว่า 0 สะท้อนทุกสาขาเศรษฐกิจมีผลผลิตที่ได้จากการใช้น้ำต่ำกว่าสาขาอุตสาหกรรมและเหมืองแร่นั่นเอง

ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้ในแบบจำลองที่ 3 จะถูกนำไปใช้เพื่อคำนวณหาค่าความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตต่อการใช้น้ำ มูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (VMP) และค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้น้ำต่อราคาดังแสดงในสมการที่ (3)-(5) ต่อไป ซึ่งผลการประมาณการความยืดหยุ่นและมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำของแต่ละสาขาเศรษฐกิจถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3

ความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตต่อการใช้น้ำ (σ) ของทุกสาขาเศรษฐกิจมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าหากมีปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ผลผลิตของแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะเพิ่มขึ้นด้วย โดยค่าความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตต่อการใช้น้ำของแต่ละสาขาเศรษฐกิจมีค่าอยู่ระหว่าง 0.066-1.439 ทั้งนี้ สาขาเกษตรกรรมมีค่าความยืดหยุ่นสูงที่สุด (Elastic) เท่ากับ 1.439 สะท้อนให้เห็นว่าน้ำเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญอย่างมากในภาคการเกษตร หมายความว่า หากกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ เมื่อมีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ผลผลิตของสาขาอุตสาหกรรมและเหมืองแร่และสาขาการบริการจะมีค่าเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 1.439 ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่นในสาขาอุตสาหกรรม เหมืองแร่ บริการ และบริการสาธารณะ มีค่าความยืดหยุ่นต่ำ (Inelastic) ในช่วง 0.32-0.36 และต่ำสุดในสาขาก่อสร้างที่ค่าความยืดหยุ่นมีเพียง 0.066 เท่านั้น

หากพิจารณาถึงมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (VMP) ที่คำนวณได้ สามารถสรุปสิ่งที่น่าสนใจได้ 3 ประการ ประการแรก VMP ของน้ำในสาขาก่อสร้างมีค่าสูงที่สุดถึง 3,431.206 บาท/ลูกบาศก์เมตร ค่าคำนวณที่ได้สอดคล้องค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปริมาณน้ำต่ำที่ต่ำ สะท้อนถึงปริมาณการใช้น้ำที่น้อยในสาขาเศรษฐกิจนี้ ดังนั้นปริมาณที่ใช้ต่อลูกบาศก์จึงมีมูลค่าสูงมาก

ประการที่สอง ค่า VMP ของสาขาเกษตรกรรมที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.85 บาท/ลูกบาศก์เมตร เป็นผลจากการที่ภาคเกษตรของไทยเป็นผู้ใช้น้ำรายใหญ่ที่สุด คิดเป็นสัดส่วนความต้องการใช้น้ำเท่ากับร้อยละ 96 ของทั้งประเทศ และตามหลักของการลดน้อยถอยลงของผลผลิตส่วนเพิ่ม มูลค่าของผลผลิตที่ได้จากการใช้น้ำจึงมีค่าต่ำ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wang and Lall (2002) และ Se-Ju Ku and Seung-Hoon Yoo (2012) ที่พบกว่าการจัดสรรน้ำในภาคเกษตรเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพจากค่า VMP ที่ต่ำ

ประการสุดท้าย ผลรวมมูลค่าน้ำในภาคบริการมีค่าสูงกว่าภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกินกว่าสามเท่าตัว สะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยน้ำมีความสำคัญอย่างมากต่อภาคบริการไทยที่มีสัดส่วนต่อผลผลิตรวมกว่าร้อยละ 60 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ

ในขณะที่ ผลการประมาณค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ของใช้น้ำต่อราคาของทุกสาขาเศรษฐกิจมีค่าเป็นลบแสดงให้เห็นว่าหากราคาน้ำเพิ่มขึ้น อุปสงค์ของการใช้น้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะลดลง โดยค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ของน้ำต่อราคาในทุกสาขาเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม และบริการมีค่าความยืดหยุ่นมาก (มากกว่าหนึ่งโดยไม่สนเครื่องหมาย) ทั้งสิ้น และสูงที่สุดในภาคบริการ มีเพียงภาคเกษตรเท่านั้นที่มีความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาต่ำ เป็นผลจากการที่น้ำเป็นปัจจัยการผลิตที่จำเป็นสำหรับการผลิตสินค้าเกษตร สาขาเกษตรจึงต้องพึ่งพาการใช้น้ำมากกว่าสาขาอื่น ๆ

ตารางที่ 3 ผลการประมาณการความยืดหยุ่นและมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

สาขาเศรษฐกิจ	ความยืดหยุ่นของมูลค่าผลผลิตต่อการใช้น้ำ (%) (σ)	มูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร) (VMP)	ความยืดหยุ่นของอุปสงค์การใช้น้ำ (%) (ρ)
เกษตรกรรม	1.439	10.850	-0.017
อุตสาหกรรมและเหมืองแร่	0.368	154.761	-1.584
ไฟฟ้า ก๊าซ และประปา	0.123	294.431	-1.142
ก่อสร้าง	0.066	3,431.206	-1.071
การบริการ	0.325	332.718	-1.483
การบริการสาธารณะและอื่น ๆ	0.321	1,515.257	-1.474

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

6. การพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในปี 2579

วิธีการประมาณการความต้องการใช้น้ำในอนาคตของงานวิจัยและหน่วยงานรัฐที่ผ่านมา มักเป็นวิธีการแบบง่ายและหยาบๆ เช่น การประมาณการความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภคของครัวเรือนจะใช้วิธีประมาณการจำนวนประชากรในอนาคตคูณกับปริมาณการใช้น้ำต่อหัวที่คาดว่าจะเกิดขึ้น การประมาณการความต้องการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรมก็ใช้วิธีคาดคะเนการขยายตัวของกำลังการผลิตในอนาคตคูณด้วยอัตราการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

อย่างไรก็ดีงานวิจัยชิ้นนี้จะนำค่า VMP และค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อการใช้น้ำในสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่ได้แสดงในหัวข้อที่ 5 มาใช้เพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในภาคเศรษฐกิจ 3 สาขาหลัก ได้แก่ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม (รวมอุตสาหกรรมการผลิต ไฟฟ้า ก๊าซ ประปา ก่อสร้าง และเหมืองแร่) และการบริการต่าง ๆ (รวมการบริการและการบริการสาธารณะ และอื่น ๆ) เป็นระยะเวลา 20 ปีข้างหน้า (ปี พ.ศ. 2560-2579) โดยแบ่งกรณีศึกษาเป็น 5 ฉากทัศน์ เพื่อให้ครอบคลุมความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ได้แก่

ฉากทัศน์ที่ 1 ระบบเศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตเหมือนแนวโน้มในอดีต (Business-as-usual: BAU) คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสำคัญในอนาคตและไม่ได้รับผลกระทบจากการเกิดเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก (Disruptive technology)

ฉากทัศน์ที่ 2 ระบบเศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตเหมือนแนวโน้มในอดีต (Business-as-usual: BAU) โดยได้รับผลกระทบจากการเกิดเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก (Disruptive technology)

ฉากทัศน์ที่ 3 ระบบเศรษฐกิจของประเทศโดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมมีการเติบโตสูงตามยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมภายใต้เป้าหมายของการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ “ประเทศไทย 4.0” (Thailand 4.0)

ฉากทัศน์ที่ 4 ระบบเศรษฐกิจของประเทศมีการขยายตัวเป็นไปอย่างดีที่สุดในทุกภาคเศรษฐกิจ

ฉากทัศน์ที่ 5 ระบบเศรษฐกิจของประเทศมีการขยายตัวเป็นไปตามเป้าหมายของรัฐบาล (Government target)

ทั้งนี้ ข้อสมมติที่ใช้ภายใต้ฉากทัศน์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 4 โดยที่กำหนดให้ฉากทัศน์ที่ 1 ระบบเศรษฐกิจของประเทศเติบโตเหมือนแนวโน้มในอดีตจะมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยต่อปีเท่ากับร้อยละ 2.458 จนถึงปี พ.ศ. 2579 ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 2 หากระบบเศรษฐกิจเติบโตเหมือนแนวโน้มในอดีตและได้รับผลกระทบจากการเกิดเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก จะมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยต่อปีเท่ากับร้อยละ 2.065 จนถึงปี พ.ศ. 2579 ในขณะที่ ฉากทัศน์ที่ 3 แสดงระบบเศรษฐกิจเติบโตภายใต้เป้าหมายของการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ “ประเทศไทย 4.0” จะมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยต่อปีเท่ากับร้อยละ 3.111 จนถึงปี พ.ศ. 2579 ฉากทัศน์ที่ 4 ภายใต้ข้อสมมติฐานว่าระบบเศรษฐกิจของประเทศมีการขยายตัวเป็นไปอย่างดีที่สุดในทุกภาคเศรษฐกิจ จะมีอัตราการเติบโตของ GDP เฉลี่ยต่อปีเท่ากับร้อยละ 4.264 จนถึงปี พ.ศ. 2579 และฉากทัศน์ที่ 5 รัฐบาลได้ตั้งเป้าหมายให้ทุกภาคเศรษฐกิจมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยของ GDP อยู่ที่ร้อยละ 5 ต่อปี

ตารางที่ 5 แสดงค่าพยากรณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา คือ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม (รวมอุตสาหกรรมการผลิต ไฟฟ้า ก๊าซ ประปา ก่อสร้าง และเหมืองแร่) และการบริการต่าง ๆ (รวมการบริการและการบริการสาธารณะและอื่น ๆ) จนถึงปี พ.ศ. 2579 ภายใต้ฉากทัศน์ต่าง ๆ ทั้งนี้ ค่า VMP ของน้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจทั้ง 6 สาขาที่ประมาณได้ตามที่ได้รายงานไว้ในหัวข้อที่ 5 จะถูกนำมาปรับค่าถ่วงน้ำหนักตามผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศให้สอดคล้องกับการจำแนกสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขาที่ถูกกำหนดในหัวข้อนี้ (ตารางที่ 6) โดยค่า VMP ของน้ำในแต่ละภาคเศรษฐกิจมีค่าอยู่ระหว่าง 10.850 ถึง 612.169 บาท/ลูกบาศก์เมตร โดยมูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำในสาขาการบริการมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 612.169 บาท/ลูกบาศก์เมตร รองลงมาคือภาคอุตสาหกรรมเท่ากับ 403.904 บาท/ลูกบาศก์เมตร และต่ำสุดในในภาคเกษตรเท่ากับ 10.85 บาท/ลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4 แสดงข้อสมมติฐานที่ใช้ในการกำหนดฉากทัศน์เศรษฐกิจไทยสำหรับกรณีต่าง ๆ

ตัวชี้วัด	ฉากทัศน์ที่ 1	ฉากทัศน์ที่ 2	ฉากทัศน์ที่ 3	ฉากทัศน์ที่ 4	ฉากทัศน์ที่ 5
อัตราการเติบโตเฉลี่ยของ GDP ร้อยละต่อปี	2.458	2.065	3.111	4.264	5.000
สัดส่วน GDP:					
- สาขาเกษตรกรรม	0.040	0.042	0.039	0.041	
- สาขาอุตสาหกรรม	0.431	0.407	0.470	0.370	
- สาขาบริการ	0.529	0.551	0.492	0.589	
สัดส่วนแรงงาน:					
- สาขาเกษตรกรรม	0.277	0.275	0.270	0.230	
- สาขาอุตสาหกรรม	0.235	0.228	0.247	0.225	
- สาขาบริการ	0.489	0.496	0.483	0.546	
ผลิตภาพแรงงาน:					
- สาขาเกษตรกรรม	0.013	0.012	0.018	0.040	
- สาขาอุตสาหกรรม	0.034	0.029	0.042	0.045	
- สาขาบริการ	0.016	0.014	0.019	0.033	
ตำแหน่งงานที่ถูกปลดระวาง (คน)		3,058,438	1,485,491	0	
สัดส่วนของตำแหน่งงานที่ถูกปลดระวางเทียบต่อแรงงานทั้งหมด		0.078	0.039	0	
ค่าสัมประสิทธิ์ GINI	0.470	0.465	0.476	0.445	0.360

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 6 มูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำที่ได้ปรับค่าของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

สาขาเศรษฐกิจ	มูลค่าส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (บาทต่อลูกบาศก์เมตร)
เกษตรกรรม	10.850
อุตสาหกรรม	403.904
การบริการ	612.169

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของแต่ละสาขาเศรษฐกิจภายใต้ฉากทัศน์ต่าง ๆ (พันล้านบาท)

ปี	ฉากทัศน์ที่ 1			ฉากทัศน์ที่ 2			ฉากทัศน์ที่ 3			ฉากทัศน์ที่ 4			ฉากทัศน์ที่ 5		
	เกษตร	อุตสาหกรรม	บริการ	เกษตร	อุตสาหกรรม	บริการ	เกษตร	อุตสาหกรรม	บริการ	เกษตร	อุตสาหกรรม	บริการ	เกษตร	อุตสาหกรรม	บริการ
2560	634.9	3,645.5	5,926.1	628.8	3,644.2	5,933.5	651.1	3,641.3	5,914.1	684.6	3,687.2	5,834.7	632.1	3,128.0	6,737.4
2561	596.5	3,774.1	6,248.1	629.0	3,759.5	6,058.1	689.6	3,553.0	6,041.6	604.5	3,084.1	7,400.8	663.7	6,284.4	7,074.3
2562	601.2	3,914.0	6,248.1	629.2	3,872.7	6,184.4	691.3	3,736.9	6,200.1	620.4	3,263.3	7,666.4	696.9	3,448.6	7,428.0
2563	605.7	4,057.5	6,383.2	629.4	3,987.7	6,309.9	692.2	3,929.2	6,358.9	636.5	3,448.2	7,938.4	731.7	3,621.1	7,799.4
2564	610.3	4,206.5	6,520.4	629.8	4,106.1	6,437.3	694.7	4,131.8	6,520.5	653.1	3,646.5	8,219.9	768.3	3,802.1	8,189.4
2565	614.5	4,358.9	6,656.7	630.2	4,225.9	6,563.4	696.2	4,343.3	6,681.7	669.7	3,588.3	8,507.2	806.7	3,992.2	8,598.9
2566	618.6	4,515.2	6,792.6	630.5	4,347.6	6,688.6	697.6	4,564.4	6,843.0	686.5	4,075.4	8,800.9	847.1	4,191.8	9,028.8
2567	622.4	4,675.8	6,928.4	630.8	4,471.4	6,813.6	699.0	4,795.8	7,004.9	703.5	4,307.6	9,101.8	889.4	4,401.4	9,480.3
2568	626.1	4,840.8	7,064.3	631.2	4,597.3	6,938.2	700.2	5,038.0	7,167.2	720.7	4,552.8	9,409.8	933.9	4,621.5	9,954.3
2569	629.6	5,010.5	7,200.5	631.5	4,725.6	7,062.8	701.3	5,291.9	7,330.4	738.0	4,811.9	9,725.7	980.6	4,852.6	10,452.0
2570	633.0	5,184.7	7,336.6	631.9	4,856.0	7,186.9	702.3	5,575.5	7,493.9	755.5	5,085.3	10,048.8	1,029.6	5,095.2	10,974.6
2571	636.2	5,363.6	7,472.6	632.3	4,988.5	7,310.6	703.3	5,855.5	7,657.7	773.1	5,374.0	10,379.2	1,081.1	5,350.0	11,523.3
2572	639.2	5,547.1	7,608.4	632.6	5,123.0	7,433.8	704.0	6,126.3	7,821.3	790.8	5,678.7	10,716.9	1,135.2	5,617.5	12,099.5
2573	642.0	5,735.2	7,743.7	632.9	5,259.4	7,556.2	704.6	6,430.3	7,985.5	808.5	6,000.2	11,061.5	1,191.9	5,898.3	12,704.5
2574	644.7	5,928.9	7,879.8	633.3	5,398.6	7,679.0	705.2	6,749.2	8,150.5	826.4	6,340.3	11,415.0	1,251.5	6,193.2	13,339.7
2575	647.2	6,127.6	8,015.6	633.7	5,539.9	7,801.3	705.6	7,082.9	8,315.5	844.3	6,699.4	11,775.9	1,314.1	6,502.9	14,006.7
2576	649.5	6,331.5	8,151.2	634.0	5,683.3	7,923.2	705.9	7,432.0	8,480.7	862.2	7,078.6	12,144.4	1,379.8	6,828.0	14,707.0
2577	651.7	6,540.7	8,286.7	634.4	5,828.9	8,044.6	706.0	7,797.3	8,645.9	880.2	7,479.1	12,520.6	1,448.8	7,169.4	15,442.3
2578	653.7	6,755.2	8,422.0	634.7	5,976.7	8,165.5	706.1	8,179.5	8,811.1	898.1	7,902.0	12,904.4	1,521.1	7,527.9	16,214.5
2579	655.7	6,976.8	8,559.0	635.2	6,128.0	8,287.7	706.1	8,581.3	8,978.3	916.2	8,350.4	13,298.8	1,597.3	7,904.3	17,025.2

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของแต่ละสาขาเศรษฐกิจในแต่ละปีจนถึงปี พ.ศ. 2579 สามารถคำนวณหาได้โดยการนำค่า VMP ของน้ำในแต่ละสาขาเศรษฐกิจเทียบต่อสาขาเศรษฐกิจทั้งหมดแล้วนำไปคูณกับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ของประเทศที่พยากรณ์ได้ในแต่ละปีนั้น ๆ แผนภาพที่ 1 และตารางที่ 7 แสดงค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ในแต่ละปีจนถึงปี พ.ศ. 2579 ภายใต้ฉากทัศน์ต่าง ๆ ดังแสดงในแผนภาพที่ 1[10]

ผลการพยากรณ์พบว่าความต้องการใช้น้ำในภาคเกษตรมีค่าสูงกว่าภาคอุตสาหกรรมและบริการอย่างมากในทุกฉากทัน์ โดยที่มีค่าการเติบโตของความต้องการเฉลี่ย 20 ปี (2560-2579) ต่ำที่สุดในกรณีของฉากทัศน์ที่ 2 ที่ร้อยละ 0.051 เท่านั้น เนื่องจากเป็นกรณีที่สมมติให้ระบบเศรษฐกิจถูกปล่อยให้เป็นไปตามภาวะปกติ และเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงจากเทคโนโลยี และมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุดถึงร้อยละ 1.691-4.458 ในฉากทัศน์ที่ 4 และ 5 ตามลำดับ ที่ตั้งเป้าว่าเศรษฐกิจในทุกภาคเติบโตดีมาก และเศรษฐกิจขยายตัวถึงร้อยละ 5 (Best case scenario) อย่างไรก็ตามหากสภาณการ์เป็นไปตามการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ “ประเทศไทย 4.0” (Thailand 4.0) ในฉากทัศน์ที่ 3 จะทำให้การเติบโตของความต้องการน้ำในภาคส่วนนี้โจที่ร้อยละ 0.42 เท่านั้น

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มอัตราการเติบโตความต้องการใช้น้ำของภาคเกษตร พบวามีเพียงฉากทัศน์ที่ 1, 3 และ 4 เท่านั้น ที่มีแนวโน้มของอัตราการเติบโตที่ลดลง เนื่องจากทั้งสามกรณีเป็นการปล่อยให้ความต้องการเป็นไปตามกลไกตลาด และภายใต้นโยบาย Thailand 4.0 มีการผลักดันให้ผู้ผลิตมีการปรับตัวและรับกับการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ ให้มีความก้าวหน้ามากขึ้น ผู้ผลิตจึงมีแรงจูงใจในการใช้ปัจจัยทุนต่าง ๆ ที่มีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้น สัดส่วนการใช้ปัจจัยน้ำจึงลดลง มีเพียงกรณีฉากทัศน์ที่ 5 และ 2 เท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น กรณีแรก ค่าที่เพิ่มขึ้นมาจากการเติบโตของเศรษฐกิจที่อยู่นะดับสูงมาก จึงทำให้ความต้องการใช้ในทุกภาคอุตสาหกรรมและบริการโตตามไปด้วย ส่วนกรณีหลังที่แม้ว่าค่าจะเพิ่มขึ้น แต่คิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมากไม่ถึงร้อยละ 1

ผลการพยากรณ์ในภาคอุตสาหกรรม และบริการให้ภาพความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกฉากทัศน์ มีเพียงช่วงต้นของฉากทัศน์ที่ 3 ที่ความต้องการน้ำในภาคอุตสาหกรรมลดลง (ช่วงปี 2560-2561) ก่อนที่จะกลับมาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอีกครั้ง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาอัตราการเติบโตเฉลี่ยของทั้งสองภาคเศรษฐกิจ

[10] สามารถดูผลการคำนวณและอัตราเฉลี่ยเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก ข.

พบว่า อัตราการเติบโตของความต้องในทั้งสองภาคลดลงในทุกฉากทัศน์ มีเพียงฉากทัศน์ที่ 5 เท่านั้นที่อัตราการเติบโตของความต้องเพิ่มขึ้น ตามภาวะเศรษฐกิจที่ร้อนแรงตามข้อสมมุติ

ผลดังกล่าวทำให้ภาพรวมเศรษฐกิจไทย (รวมทุกสาขา) มีความต้องการต่อน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง คิดเป็นปริมาณ 126,805 – 311,045 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของความต้องการ พบว่ามีเพียงสองกรณีเท่านั้นที่จะทำให้ความต้องการเพิ่มขึ้นในอัตราเร่ง กรณีที่ 1 คือ ผู้ผลิตในประเทศเผชิญกับ Disruptive technology (ฉากทัศน์ที่ 2) กรณีนี้ผู้มีอัตราการเติบโตของความต้องการน้ำในภาคอุตสาหกรรมและบริการลดลง ส่งผลให้อัตราการเติบโตของความต้องการน้ำในภาคเกษตรโตขึ้น และทำให้อัตราการเติบโตโดยรวมของเศรษฐกิจสูงขึ้นในที่สุด

กรณีที่ 2 คือกรณีที่เศรษฐกิจเติบโตร้อนแรงอย่างมากตามเป้าหมายของรัฐบาล (ฉากทัศน์ที่ 5) ความร้อนแรงดังกล่าวจะเป็นตัวเร่งให้เกิดความต้องการใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ให้มากขึ้นเป็นเงาตามตัว สะท้อนผ่านต้องการน้ำจะเพิ่มขึ้นในอัตราเร่งในทุกภาคส่วนเศรษฐกิจ

7. สรุปผลการศึกษา

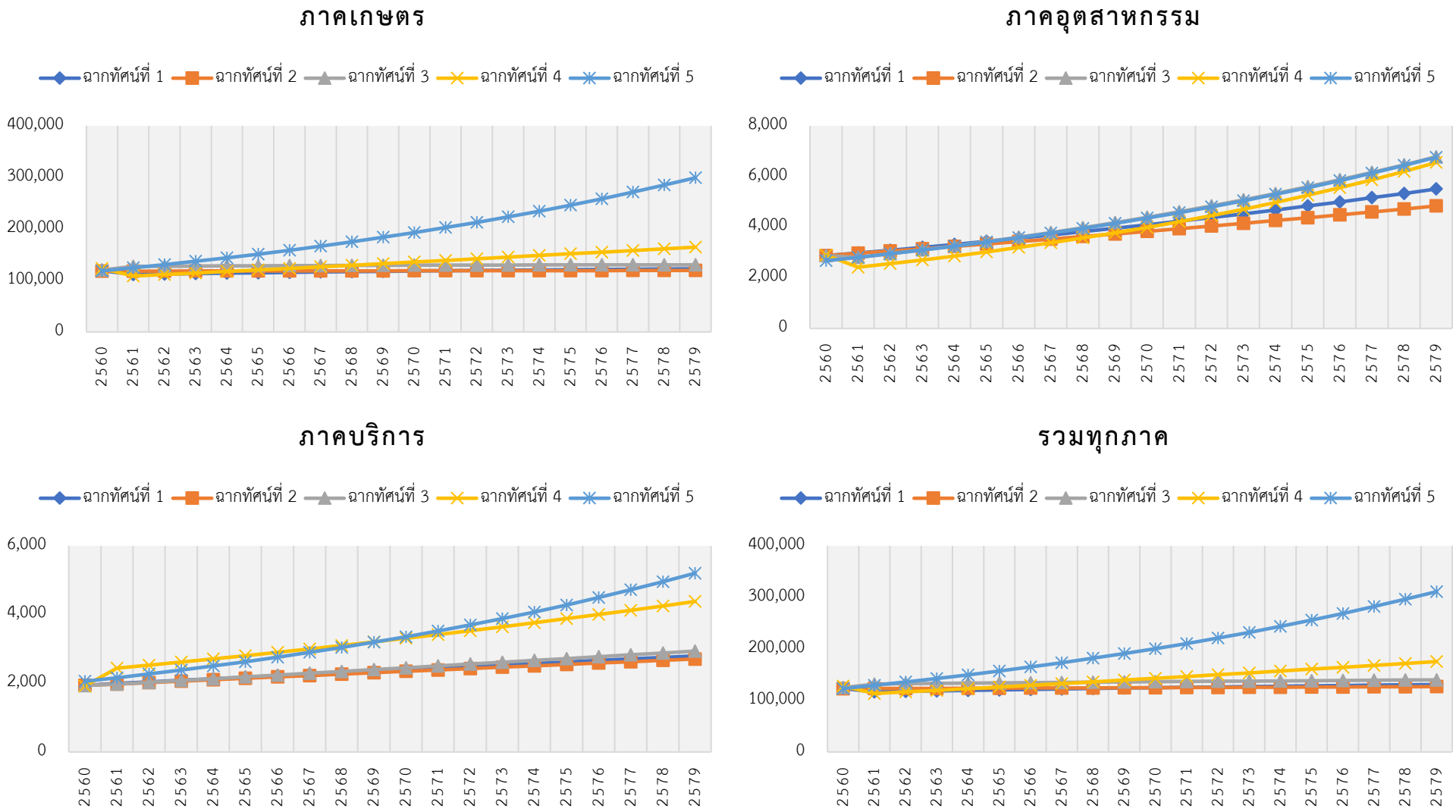
งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบคำถามสำคัญสองประการ ประการแรก ประมาณมูลค่าของน้ำในภาคเศรษฐกิจต่างๆ เพื่อให้ผู้ดำเนินนโยบายนำไปใช้เป็นข้อมูลในการเลือกจัดสรรน้ำไปยังภาคส่วนเศรษฐกิจต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยงานชิ้นนี้เลือกวิธีการศึกษามูลค่าน้ำผ่านวิธี Marginal product approach เพื่อศึกษาหาค่าผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ (VMP) ตลอดจนค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปริมาณน้ำที่ใช้ และค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์จากการใช้น้ำต่อราคา ข้อสรุปในส่วนแรกพบว่า ค่า VMP ของน้ำในสาขาก่อสร้างมีค่าสูงที่สุดถึง 3,431.2 บาท/ลูกบาศก์เมตร สูงกว่าค่า VMP ของสาขาเกษตรกรรมที่มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 10.85 บาท/ลูกบาศก์เมตร เท่านั้น กล่าวคือ ต่อน้ำหนึ่งลูกบาศก์เมตรที่ใช้เพิ่มขึ้นในสาขาก่อสร้าง สามารถสร้างมูลค่าผลผลิตของประเทศได้สูงกว่าภาคเกษตรกว่า 316 เท่า สาขาที่ทรัพยากรน้ำสามารถสร้างมูลค่าได้สูงรองลงมาจากสาขาก่อสร้าง คือ ภาคบริการสาธารณะที่ 1,515.3 บาท/ลูกบาศก์เมตร

ประการที่สอง พยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของไทยในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้า (ปี 2560-2579) ว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร ภายใต้ข้อสมมติสถานการณ์ทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ที่สอดคล้องสภาวะแวดล้อมที่ท้าทายใน

อนาคต โดยแบ่งออกเป็น 5 ฉากทัศน์ ผลการพยากรณ์พบว่าทั้ง 5 ฉากทัศน์ มีความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นทุกกรณี แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ต่อน้ำแตกต่างกัน โดยมีเพียงกรณีของฉากทัศน์ 2 และ 5 เท่านั้น ที่ความต้องการจะเพิ่มขึ้นในอัตราเร่ง ซึ่งทั้งสองกรณีเป็นผลจากความท้าทายของหน่วยผลิตไทย ที่จักต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (Disruptive technology) ในกรณีแรก และกรณีหลังคือกรณีที่ หากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นไปตามเป้าหมายของรัฐบาล ที่ตั้งอัตราการเติบโตเป้าหมายในอนาคตไว้ที่ร้อยละ 5 (Best case scenario) ซึ่งหากเป็นไปตามกรณีนี้ การจัดสรรน้ำจะยิ่งทวีความซับซ้อนยิ่งขึ้น เนื่องจากความจำกัดของน้ำที่ต้องเผชิญกับอุปสงค์ที่สูงขึ้นในอัตราเร่ง

อย่างไรก็ดี ผลสรุปจากทั้งสองส่วนของการศึกษา สะท้อนให้เห็นว่าภายใต้ปริมาณความต้องการน้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลาด 20 ปีข้างหน้า นโยบายที่เหมาะสมแก่การจัดสรรทรัพยากรน้ำใหม่ในภาคส่วนเศรษฐกิจต่าง ๆ มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต่อการสร้างมูลค่าผลผลิตที่มากขึ้นภายใต้ปัจจัยผลิตเท่าเดิม

แผนภาพที่ 1 ผลการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในภาคส่วนต่าง ๆ



ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

บรรณานุกรม

Babin, F., Willis, C. and Allen, P. (1982). Estimation of substitution possibilities between water and other production inputs, American Journal of Agricultural Economics, 64, 148-51.

Bateman IJ, Carson RT, Day B, Hanemann M, Hanley N, Hett T, Lee MJ, Loomes G, Mourato S, Ozdemiroglu E, Pearce DW, Sugden R, Swanson J. (2002). Economic Valuation with Stated Preference Techniques (in Association with the UK Department for Transport). Edward Elgar: Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA

Birol, E., K. Karousakis, P. Koundouri. (2006). Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application. Science of the Total Environment.Vol.365: 105-122.

Bontemps, C. and S. Couture. (2002). Evaluating Irrigation Water Demand. in P. Pashardes et al. (eds.) Current Issues in the Economics of Water Resource Management: Theory, Applications and Policies. Kluwer Academic Publishers: Netherlands, 69-83.

Bouhia, H. (2001). Water in the Macro Economy. Burlington, VT: Ashgate Publishing Ltd.

Conradie B. (2002) The Value of Water in the Fish-Sundays Scheme of the Eastern Cape. WRC Report No. 987/1/02. Water Research Commission, Pretoria, South Africa.

Cosgrove WJ, Rijsberman FR. (2000). World Water Vision: Making Water Everybody's Business. Earthscan Publications Ltd: London, UK.

DeRoy, Y. (1974). Price responsiveness of the industrial demand for water, Water Resources Research, 10, 403-6.

Field, B. and Grebenstein, C. (1980). Capital-energy substitution in US manufacturing, Review of Economics and Statistics, 62, 207-12.

Hellegers P, Perry C. (2004). Water as an Economic Good in Irrigated Agriculture: Theory and Practice. Report Series 3.04.12. LEI-Wageningen UR: The Hague.

Hofler RA, List JA. (2004). Valuation on the frontier: calibrating actual and hypothetical statements of value. American Journal of Agricultural Economics 86(1): 213–221.

Johansson RC. (2005). Micro and macro-level approaches for assessing the value of irrigation water. Policy Research Working Paper Series 3778. The World Bank: Washington, DC, USA.

Nanthakumaran A., Palanisami1 K. (2010). Assessment of the Potential of Groundwater Supplementation by Estimating the Stabilization Value of Tank Irrigation Systems in Tamil Nadu, India. Tropical Agricultural Research Vol. 22 (1), 84 – 93.

Rees, J. (1969). Industrial Demand of Water: A Study of South East England. Weidenfeld and Nicolson, London.

Renzentti S, Dupont DP (2003) The value of water in manufacturing, CSERGE Working Paper ECM 03–03

Rodriguez, J.A. and Martinez, Y.M. (2004). “Multicriteria Modelling of Irrigation Water Market at Basin Level,” Fundacion Centro de Estudios Andaluces, Working Paper No. E2004-26, Spain.

Se-Ju Ku and Seung-Hoon Yoo, (2012). Economic Value of Water in the Korean Manufacturing Industry," Water Resources Management: An International Journal, Published for the European Water Resources Association (EWRA), Springer;European Water Resources Association (EWRA), vol. 26(1), 81-88.

Southgate D. (2000). Estimating irrigation benefits: a methodological overview. In Thematic review III.1 Economic, Financial and Distributional Analysis. The World Commission on Dams: Cape Town, South Africa.

Wang, Hua & Lall, Somik. (2002). Valuing Water for Chinese Industries: A Marginal Productivity Analysis.. Applied Economics. 34. 759-65.

Young RA. (2005). Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods, illustrated edn. RFF Press: Washington, DC, USA.

ภาคผนวก ก.

พิสูจน์การคำนวณค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของน้ำ

จากความสัมพันธ์ของค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อปัจจัยน้ำ (ρ) และค่าผลผลิตส่วนเพิ่มจากการใช้น้ำ (σ) จะได้ว่า $\rho = \frac{\partial Y_{it}}{\partial W_{it}} = \sigma \frac{Y_{it}}{W_{it}}$

ดังนั้น

$$\ln \rho = \ln\left(\sigma \frac{Y_{it}}{W_{it}} \right)$$

$$\ln \rho = \ln \sigma + \ln Y_{it} - \ln W_{it} \qquad \text{(ก.1)}$$

หาอนุพันธ์ย่อย (Partial derivative) ของสมการ (ก.1) เทียบกับ $\ln W_{it}$ จะได้

$$\frac{\partial \ln \rho}{\partial \ln W_{it}} = \frac{\partial\left(\ln \sigma + \ln Y_{it} - \ln W_{it}\right)}{\partial \ln W_{it}}$$

$$= \frac{1}{\sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \ln W_{it}} + \sigma - 1$$

และจาก $\frac{\partial \sigma}{\partial \ln W_{it}} = \beta_9$ ดังนั้น

$$\frac{\partial \ln \rho}{\partial \ln W_{it}} = -\frac{\sigma - \sigma^2 - \beta_9}{\sigma_{it}}$$

ภายใต้ตลาดสินค้าและตลาดปัจจัยการผลิตที่มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์จะพบว่า หน่วยเศรษฐกิจในแต่ละสาขาเศรษฐกิจจะแสวงหากำไรการผลิตสูงสุด ดังนั้น มูลค่าส่วนเพิ่มของน้ำจะมีค่าเท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มของการใช้น้ำ (Marginal cost of water) และมีค่าเท่ากับราคาน้ำ ดังนั้น ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาน้ำ (γ) จึงเขียนได้ดังนี้

$$\gamma = \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln P} = \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln \rho} \qquad \text{(ก.2)}$$

จากความสัมพันธ์ในสมการ (ก.1) ในสมการ (ก.2) จะได้ว่า

$$\gamma = \frac{\partial \ln W_{it}}{\partial \ln \rho} = -\frac{\sigma}{\sigma - \sigma^2 - \beta_9}$$

ภาคผนวก ข.

ตาราง ข.1 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 1

ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การบริการ	รวมทั้งหมด
2560	118,609	2,877	1,937	123,422
2561	111,426	2,978	1,998	116,402
2562	112,312	3,089	2,042	117,443
2563	113,158	3,202	2,086	118,446
2564	114,006	3,319	2,131	119,456
2565	114,803	3,440	2,175	120,418
2566	115,558	3,563	2,220	121,340
2567	116,278	3,690	2,264	122,232
2568	116,966	3,820	2,308	123,094
2569	117,627	3,954	2,353	123,934
2570	118,254	4,091	2,397	124,742
2571	118,847	4,233	2,442	125,522
2572	119,406	4,377	2,486	126,269
2573	119,927	4,526	2,530	126,983
2574	120,431	4,679	2,575	127,684
2575	120,901	4,835	2,619	128,356
2576	121,340	4,996	2,664	129,000
2577	121,749	5,161	2,708	129,618
2578	122,127	5,331	2,752	130,210
2579	122,502	5,506	2,797	130,804
	อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละต่อปี			
2560-2564	-0.776	3.077	2.006	-0.643
2565-2569	0.492	2.990	1.634	0.584
2570-2574	0.368	2.871	1.481	0.472
2575-2579	0.265	2.772	1.356	0.382
2560-2579	0.164	4.569	2.221	0.299

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตาราง ข.2 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 2

ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การบริการ	รวมทั้งหมด
2560	118,067	2,876	1,938	122,881
2561	118,088	2,967	1,978	123,033
2562	118,130	3,057	2,020	123,206
2563	118,170	3,147	2,061	123,378
2564	118,252	3,241	2,102	123,595
2565	118,318	3,335	2,143	123,797
2566	118,377	3,432	2,184	123,993
2567	118,438	3,529	2,225	124,192
2568	118,500	3,629	2,266	124,395
2569	118,570	3,730	2,306	124,606
2570	118,639	3,833	2,347	124,818
2571	118,707	3,937	2,387	125,031
2572	118,772	4,043	2,428	125,243
2573	118,831	4,151	2,468	125,450
2574	118,903	4,261	2,508	125,672
2575	118,973	4,372	2,548	125,893
2576	119,041	4,486	2,587	126,114
2577	119,108	4,601	2,627	126,335
2578	119,172	4,717	2,667	126,556
2579	119,261	4,837	2,706	126,805
	อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละต่อปี			
2560-2564	0.031	2.535	1.698	0.116
2565-2569	0.043	2.365	1.522	0.131
2570-2574	0.045	2.235	1.370	0.137
2575-2579	0.049	2.123	1.247	0.145
2560-2579	0.051	3.408	1.984	0.160

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตาราง ข.3 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 3

ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การบริการ	รวมทั้งหมด
2560	120,063	2,875	1,935	124,873
2561	127,111	2,806	1,976	131,893
2562	127,429	2,951	2,028	132,408
2563	127,727	3,103	2,080	132,910
2564	128,051	3,263	2,133	133,446
2565	128,339	3,430	2,186	133,954
2566	128,600	3,604	2,239	134,443
2567	128,843	3,787	2,291	134,921
2568	129,067	3,978	2,345	135,390
2569	129,278	4,179	2,398	135,855
2570	129,467	4,388	2,451	136,307
2571	129,634	4,608	2,505	136,747
2572	129,776	4,837	2,559	137,172
2573	129,889	5,078	2,612	137,578
2574	129,993	5,329	2,666	137,988
2575	130,070	5,593	2,720	138,383
2576	130,123	5,869	2,774	138,766
2577	130,150	6,157	2,828	139,135
2578	130,151	6,459	2,882	139,492
2579	130,153	6,776	2,937	139,867
	อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละต่อปี			
2560-2564	1.331	2.696	2.051	1.373
2565-2569	0.146	4.368	1.942	0.284
2570-2574	0.081	4.289	1.752	0.247
2575-2579	0.013	4.231	1.594	0.214
2560-2579	0.420	6.784	2.591	0.600

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตาราง ข.4 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 4

ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การบริการ	รวมทั้งหมด
2560	122,955	2,892	1,922	127,770
2561	108,555	2,419	2,438	113,413
2562	111,418	2,558	2,526	116,502
2563	114,315	2,705	2,615	119,635
2564	117,287	2,861	2,708	122,856
2565	120,279	3,024	2,803	126,106
2566	123,297	3,197	2,899	129,393
2567	126,347	3,379	2,999	132,725
2568	129,427	3,571	3,100	136,098
2569	132,542	3,775	3,204	139,520
2570	135,679	3,989	3,311	142,979
2571	138,839	4,216	3,419	146,474
2572	142,013	4,455	3,531	149,999
2573	145,197	4,707	3,644	153,548
2574	148,409	4,974	3,761	157,143
2575	151,627	5,255	3,879	160,762
2576	154,849	5,553	4,001	164,403
2577	158,072	5,867	4,125	168,064
2578	161,290	6,199	4,251	171,740
2579	164,535	6,550	4,381	175,466
	อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละต่อปี			
2560-2564	-0.922	-0.221	8.176	-0.769
2565-2569	2.039	4.962	2.865	2.127
2570-2574	1.876	4.936	2.719	1.981
2575-2579	1.703	4.929	2.587	1.829
2560-2579	1.691	6.323	6.396	1.867

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย

ตาราง ข.5 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำของสาขาเศรษฐกิจทั้ง 3 สาขา ภายใต้ฉากทัศน์ที่ 5

ปี	ปริมาณการใช้น้ำ (ล้านลูกบาศก์เมตร)			
	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	การบริการ	รวมทั้งหมด
2560	118,358	2,674	2,059	123,091
2561	124,276	2,808	2,162	129,246
2562	130,490	2,948	2,270	135,708
2563	137,015	3,096	2,383	142,493
2564	143,865	3,250	2,503	149,618
2565	151,059	3,413	2,628	157,099
2566	158,612	3,583	2,759	164,954
2567	166,542	3,763	2,897	173,202
2568	174,869	3,951	3,042	181,862
2569	183,613	4,148	3,194	190,955
2570	192,793	4,356	3,354	200,503
2571	202,433	4,574	3,521	210,528
2572	212,555	4,802	3,697	221,054
2573	223,182	5,042	3,882	232,107
2574	234,341	5,294	4,076	243,712
2575	246,059	5,559	4,280	255,898
2576	258,361	5,837	4,494	268,693
2577	271,280	6,129	4,719	282,127
2578	284,844	6,435	4,955	296,234
2579	299,086	6,757	5,203	311,045
	อัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละต่อปี			
2560-2564	4.310	4.250	3.870	4.260
2565-2569	4.418	4.356	3.967	4.367
2570-2574	4.484	4.422	4.026	4.432
2575-2579	4.619	4.554	4.147	4.565
2560-2579	4.458	4.396	4.003	4.406

ที่มา: คำนวณโดยผู้วิจัย