แนวทางการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำ : กรณีศึกษา ประเทศสิงคโปร์

Water Resource Management Development Guidelines : Water resources management: a case study of Singapore

รัตนกมลณ์ สันต์ฤทัยชยะกูร[1]
Ruttanakamon Sunruthaichayaku

บทคัดย่อ

บทความนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำ กรณีศึกษา ประเทศสิงคโปร์ ซึ่งการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์เกิดจากการที่ประเทศสิงคโปร์นั้นประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศและต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำจืดที่ใช้ในการอุปโภค บริโภคของประชาชนในประเทศจากประเทศมาเลเซียซึ่งเป็นปัญหาของประเทศสิงคโปร์จึงส่งผลให้ประเทศสิงคโปร์ตัดสินใจแก้ปัญหาเหล่านี้อย่างจริงจังจนเกิดเป็นยุทธศาสตร์ชาติที่ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหารวมถึงเป็นแนวทางในการพัฒนาจนทำให้ประเทศสิงคโปร์สามารถบริหารจัดการทรัพยากรน้ำภายในประเทศได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้บทความนี้ได้กล่าวถึงแนวโน้มที่อาจส่งผลกระทบต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ในอนาคตและมีการเชื่อมโยงกรณีศึกษาเข้ากับ

---

[1] นิสิตชั้นปีที่ 4 คณะสังคมศาสตร์ ภาควิชารัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ สาขาความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

รับบทความ (Received): 3 ก.ย. 2564 ปรับแก้ (Revised): 30 ธ.ค. 2564
ตอบรับบทความ (Accepted): 31 ธ.ค. 2564

ทฤษฎีต่าง ๆพร้อมแสดงให้เห็นแนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ผ่านมุมมองเชิงทฤษฎีด้วย

คำสำคัญ : การจัดการทรัพยากรน้ำประเทศสิงคโปร์, แนวทางการพัฒนา

Abstract

This article was prepared with the objective of studying the approaches to improving human security in the environment. The study was conducted from a case study of Singapore's water resource management. The management of Singapore's water resources is due to Singapore's water shortage due to its geography and reliance on imported freshwater for consumption of the people in the country from Malaysia, which is a problem of Singapore, has resulted in Singapore seriously deciding to solve these problems until it became a national strategy that was used as a guideline for solving the problem, including as a guideline for development until Singapore can manage its domestic water resources adequately. The article also discusses trends that may affect Singapore's water resource management in the future and links case studies with theories, and shows the approach to problem-solving and development of Singapore's water resource management through a theoretical perspective.

Keywords: Singapore’s Water Resources Management, Development Guidelines

บทนำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิต และแม้ว่าน้ำจะเป็นทรัพยากรหมุนเวียน แต่ 97% ของน้ำทั้งหมดบนโลกนั้นเป็นน้ำทะเล และมีเพียง 3% เท่านั้นที่เป็นน้ำจืด และเมื่อแบ่งน้ำจืดออกเป็น 100% จะสามารถจำแนกออกเป็นส่วนที่ถูกกักเก็บไว้ในลักษณะของหิมะและน้ำแข็งคิดเป็นสัดส่วน 68.7% และส่วนที่เป็นน้ำใต้ดินนั้นมีสัดส่วน 30% ความชื้นในดินและชั้นบรรยากาศคิดเป็นสัดส่วน 0.9% และส่วนของน้ำผิวดินที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้นั้นคิดเป็นสัดส่วนเพียง 0.3% เท่านั้น (USGS, 2016). น้ำจืดจึงเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดโดยเฉพาะมนุษย์ เนื่องจากมนุษย์มีการอุปโภค บริโภคน้ำในกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการอุปโภคน้ำในภาคส่วนต่าง ๆ เช่น ด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกในปัจจุบันนั้นส่งผลต่อปริมาณความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นในทุกภาคส่วน นอกจากนี้ปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศก็ส่งผลต่อวัฏจักรของน้ำบนโลก ซึ่งส่งผลทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำของโลกขึ้น (WWF, ม.ป.ป.)

โดยมีรายงานสถานการณ์น้ำของโลกที่ชี้ให้เห็นว่าประชากรโลก 1 ใน 5 คน ไม่สามารถเข้าถึงน้ำสะอาดได้ และประชากรอีกครึ่งโลกยังขาดแคลนน้ำสะอาดตามหลักสุขาภิบาล ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมามีประชากรกว่า 5 ล้านคนต้องเสียชีวิตด้วยโรคที่เกิดจากน้ำไม่สะอาด (WWF, ม.ป.ป.) ซึ่งสถาบันจัดการน้ำระหว่างประเทศ หรือ IWMI ได้มีการประมาณการไว้ว่า ในราวปี ค.ศ. 2025 ประชากรโลก 4 พันล้านคนใน 48 ประเทศ หรือ 2 ใน 3 ของประชากรโลก จะต้องเผชิญกับปัญหาความขาดแคลนน้ำ และในขณะเดียวกันธนาคารโลก หรือ World Bank ได้ประมาณการว่า 30 ปีข้างหน้าประชากรครึ่งหนึ่งของโลกจะประสบกับภาวะขาดแคลนน้ำ หากยังคงมีการใช้น้ำที่

ฟุ่มเฟือยอย่างในปัจจุบัน (WWF, ม.ป.ป.) ซึ่งจากที่กล่าวไปจะเห็นได้ว่าปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่จำเป็นจะต้องได้รับการจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะสามารถคงความยั่งยืนของทรัพยากรน้ำภายในโลกให้ได้นานที่สุด

ซึ่งจากที่ได้ศึกษาข้อมูลที่กล่าวไปข้างต้นทำให้พบอีกว่าประเทศต่าง ๆ บนโลกที่ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำสูงสุดจนทำให้เกิดความตึงเครียดขึ้นนั้นส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในภูมิภาคแอฟริกาและตะวันออกกลาง ยกตัวอย่าง เช่น กาตาร์ อิสราเอล เลบานอน อิหร่าน จอร์แดน ลิเบีย คูเวต ซาอุดีอาระเบีย เอริเทรีย ยูเออี ซานมาริโน บาเรนห์ ปากีสถาน เติร์กเมนิสถาน โอมาน และบอตสวานา เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังมีประเทศในพื้นที่อื่น ๆ ที่เริ่มที่จะประสบกับปัญหาในการลดลงของทรัพยากรน้ำที่เกิดจากความร้อนที่เพิ่มขึ้น เช่น สหรัฐอเมริกาที่แม้จะไม่ได้ประสบปัญหาในเกณฑ์ที่สูง แต่ในหลายๆรัฐของสหรัฐฯก็ที่ได้รับผลกระทบ (The Momentum, 2019).

และในประเทศที่ประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำ ประเทศที่สามารถแก้ปัญหานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดประเทศหนึ่ง คือประเทศสิงคโปร์ เนื่องจากประเทศสิงคโปร์นั้นเป็นประเทศที่มีขนาดเล็ก โดยมีพื้นที่ไม่ถึง 730 ตารางกิโลเมตร และยิ่งไปกว่านั้นแหล่งน้ำตามธรรมชาติของสิงคโปร์ก็มีปริมาณน้อย (VOA, 2021). แต่อย่างไรก็ตามประเทศสิงคโปร์สามารถที่จะจัดการกับทรัพยากรน้ำของประเทศตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการนำน้ำเสียไปผ่านกระบวนการและนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการในการอุปโภค บริโภคภายในประเทศ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการน้ำภายในประเทศได้มากถึง 40% และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นถึง 55% ภายในปี ค.ศ. 2060 (VOA, 2021). ดังนั้นการนำการจัดการน้ำของประเทศสิงคโปร์มาเป็นกรณีศึกษาย่อมแสดงให้เห็นว่าสิงคโปร์นั้นมีแนวทางในการ

จัดการทรัพยากรน้ำที่มีประสิทธิภาพอย่างไร จนทำให้สามารถแก้ปัญหาในประเทศสิงคโปร์จนทำให้ประเทศสิงคโปร์พ้นจากการขาดแคลนน้ำได้ในปัจจุบัน

สาเหตุและปัญหาการขาดแคลนน้ำของสิงคโปร์

สาเหตุและปัญหาการขาดแคลนน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้น จากการศึกษาหาข้อมูลทำให้สามารถจำแนกสาเหตุของการขาดแคลนน้ำและปัญหาของการขาดแคลนน้ำที่นำไปสู่การตัดสินใจแก้ไขปัญหานี้ของประเทศสิงคโปร์ออกมาได้ 2 ประเด็น ดังนี้

ประเด็นแรก คือสาเหตุทางด้านภูมิศาสตร์และภูมิประเทศของประเทศสิงคโปร์ กล่าวคืออันเนื่องมาจากการที่ประเทศสิงคโปร์เป็นประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นเกาะขนาดเล็กที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 720 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิอากาศของประเทศสิงคโปร์นั้นมีฝนตกตลอดเกือบทั้งปี (สำนักข่าวกรองแห่งชาติ, 2563). ซึ่งถ้าพิจารณาดูแล้วปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมานั้นก็น่าจะเพียงพอสำหรับปริมาณความต้องการน้ำของประชากรทั้งประเทศ แต่ด้วยสาเหตุที่ประเทศมีพื้นที่ขนาดเล็กและมีพื้นที่ที่จำกัด ทำให้เป็นอุปสรรคในการกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ ประกอบกับประเทศสิงคโปร์มีแหล่งน้ำจืดตามธรรมชาติน้อย (VOA, 2021). จึงส่งผลให้การผลิตน้ำนั้นไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของประชากรในประเทศ และด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทำให้ประเทศสิงคโปร์นั้นประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำจืดอย่างรุนแรง

ประเด็นที่สอง คือประเด็นปัญหาที่ทางประเทศสิงคโปร์มองว่าอาจเป็นนำมาซึ่งปัญหาทางด้านอื่น ๆของประเทศ กล่าวคือ ประเด็นทางด้านการเมืองและความมั่นคงระหว่างประเทศ อันเนื่องมาจากปริมาณน้ำจืดที่ประเทศสิงคโปร์มีอยู่นั้นมีปริมาณที่จำกัดจึงทำให้ประเทศสิงคโปร์นั้นพึ่งพาการนำเข้าน้ำจืดจากรัฐยะโฮร์ประเทศมาเลเซีย ซึ่งทั้งทางประเทศมาเลเซียและประเทศสิงคโปร์ได้มีการทำข้อตกลง

เกี่ยวกับการนำเข้าน้ำจืดถึง 2 ฉบับด้วยกัน โดยข้อความตกลงแรกนั้นได้สิ้นสุดไปในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2011 ที่ผ่านมา และอีกหนึ่งฉบับจะหมดอายุในปี ค.ศ. 2061 (Thaipublica, 2020). ซึ่งทางประเทศสิงคโปร์นั้นเล็งเห็นว่าการพึ่งพิงการนำเข้าทรัพยากรเพียงอย่างเดียวจะส่งผลให้ประเทศนั้นขาดเสถียรภาพและความมั่นคงทางทรัพยากรทางน้ำได้ (Thaipublica, 2020). รวมถึงอาจเป็นช่องทางให้ประเทศมาเลเซียอาศัยประเด็นการพึ่งพิงทรัพยากรของสิงคโปร์เป็นข้อต่อรองในการตกลงทางการเมืองอื่น ๆ ในอนาคตได้ และด้วยสาเหตุเหล่านี้จึงทำให้ประเทศสิงคโปร์ตัดสินใจแก้ไขปัญหานี้อย่างจริงจัง

ซึ่งในปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้นได้มีการดำเนินการแก้ปัญหาจนประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลสถานการณ์ทรัพยากรน้ำในปัจจุบันของประเทศสิงคโปร์พบว่าปัจจุบันประเทศสิงคโปร์ได้ก้าวขึ้นมาเป็นหนึ่งในผู้นำในด้านการจัดการน้ำ โดยจะเห็นได้จากการที่ประเทศสิงคโปร์นั้นขายน้ำประปาที่ผลิตจากน้ำดิบจากประเทศมาเลเซียกลับไปยังประเทศมาเลเซีย และยังขนส่งน้ำจากประเทศมาเลเซียเพียงวันละ 60% ของความต้องการน้ำในการอุปโภคบริโภคในแต่ละวันในสิงคโปร์ (Thaipublica, 2020). ซึ่งจากประเด็นดังกล่าวก็จะสามารถอนุมานได้ว่าสถานการณ์การขาดแคลนน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้นได้รับการแก้ไขปัญหาจนสามารถคลี่คลายประเด็นปัญหาดังกล่าวได้และยังสามารถนำน้ำที่เกินจากความต้องการภายในประเทศนั้นไปขายกลับคืนให้กับประเทศมาเลเซียซึ่งกำลังประสบกับปัญหามลพิษทางน้ำอยู่ได้ ซึ่งการขายน้ำให้กับประเทศมาเลเซียนั้นนับว่าเป็นการสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศ เนื่องจากในปัจจุบันประเทศมาเลเซียนั้นกำลังประสบกับปัญหามลพิษทางน้ำอันเนื่องมาจากแม่น้ำยะโฮร์ของประเทศมาเลเซียนั้นมีการปนเปื้อนของสารเคมีและเชื้อแบคทีเรียจากการลักลอบทิ้งขยะมีพิษลงในแม่น้ำและ

น้ำที่ปนเปื้อนมลพิษนั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนภายในประเทศมาเลเซียเป็นอย่างมาก (Amir Yusof, 2019). ดังนั้นจึงส่งผลให้มาเลเซียจำเป็นต้องนำเข้าน้ำสะอาดจากประเทศสิงคโปร์เพิ่มขึ้น ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลพบว่า ปัจจุบันสิงคโปร์มีรายได้จากการขายน้ำที่บำบัดแล้วอยู่ที่ 1.9 ล้านริง กิตต่อวัน โดยมีค่าใช้จ่ายการบำบัดน้ำเก่า 30,400 ริงกิตต่อวันที่ขายคืนยะโฮร์จากการทำสัญญาซื้อขายน้ำประปา หากเป็นการบำบัดน้ำดิบและขายให้กับผู้บริโภคในประเทศมาเลเซีย (วัชราทิตย์ เกษศรี, ม.ป.ป.). ซึ่งจากรายได้ดังกล่าวทำให้ประเทศสิงคโปร์ที่มีสัญญาซื้อขายน้ำจากประเทศมาเลเซียอยู่นั้นเหมือนไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำเลย และในจุดนี้ทำให้ประเทศมาเลเซียค่อนข้างเสียเปรียบ (The Straits times, 2019).

นอกจากประเด็นดังกล่าวสถานการณ์เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์ในปัจจุบันนั้นมีประเด็นที่เกี่ยวกับการลดการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคภายในครัวเรือนด้วย โดยจากการที่ประเทศสิงคโปร์นั้นมีมาตรการกลไกภาษีเข้ามาใช้เพื่อลดความต้องการใช้น้ำของประชากรในประเทศลง (Thaipublica, 2020). โดยจากการศึกษาข้อมูลพบว่าประเทศสิงคโปร์สามารถลดความต้องการใช้น้ำลงได้ โดยในปัจจุบันความต้องการใช้น้ำลดลงเฉลี่ยวันละ 430 ล้านแกลลอน หรือเทียบเท่าสระว่ายน้ำโอลิมปิก 782 สระ โดยการใช้น้ำในภาคครัวเรือนของประเทศสิงคโปร์นั้นมีอัตราที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยจะเห็นได้ว่านับตั้งแต่ปี 1995 มีอัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 172 ลิตร และลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งในปี 2017 ลดลงมาอยู่ที่ 143 ลิตร (Thaipublica, 2020). ซึ่งนับว่าประสบผลสำเร็จเป็นอย่างมากในการดำเนินการในการจัดการน้ำภายในประเทศสิงคโปร์

ยิ่งไปกว่านั้นปัจจุบันประเทศสิงคโปร์ยังประสบความสำเร็จในการเสริมสร้างจิตสำนึกในเรื่องของการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่าและใช้ทรัพยากรน้ำอย่างประหยัด

เป็นอย่างมากซึ่งส่งผลให้ประชากรที่อยู่ในประเทศสิงคโปร์นั้นเห็นถึงความสำคัญและให้ความร่วมมือในการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่าภายในครัวเรือน โดยจะเห็นได้จากการลดลงของอัตราการใช้น้ำภายในครัวเรือนต่าง ๆที่มีการลดลงอย่างต่อเนื่องไปในอนาคต (Thaipublica, 2020). โดยประเทศสิงคโปร์ได้แสดงให้ประชากรภายในประเทศเห็นได้ถึงการที่ในปัจจุบันประเทศของพวกเขาไม่ต้องเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนน้ำแล้ว โดยผ่านการจัดการและการบริหารการบริโภคทรัพยากรน้ำของทุกคนในประเทศ ซึ่งการทำเช่นนี้จะเป็นการปลูกฝังจิตสำนึกให้กับคนในชาติให้ทำเช่นนี้ต่อไปเพื่อให้ประชากรที่เป็นคนรุ่นใหม่ในอนาคตไม่ต้องมาเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนน้ำอีกและมีน้ำใช้โดยไม่ต้องพึ่งพาใคร

แนวทางการพัฒนาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์

จากข้อมูลที่กล่าวไปเบื้องต้นเกี่ยวกับปัญหาและสถานการณ์ปัจจุบันเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้น ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาในเรื่องของการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ โดยประเทศสิงคโปร์เมื่อได้พบว่าประเทศของตนกำลังเผชิญหน้ากับปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาและความมั่นคงของประเทศและประชากรในประเทศก็ไม่ได้นิ่งนอนใจ และมีการดำเนินการแก้ไขและพัฒนาแนวทางต่าง ๆ เพื่อให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้นได้รับการแก้ไขโดยเร็วและแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงประเทศสิงคโปร์ยังมีแผนพัฒนาในระยะยาวเพื่อให้ปัญหาการขาดแคลนน้ำนั้นไม่เกิดขึ้นในประเทศสิงคโปร์อีก รวมถึงยังมีการตั้งเป้าหมายที่จะทำให้ประเทศสิงคโปร์นั้นเป็นประเทศที่พึ่งพาน้ำจืดจากประเทศตนเองได้ 100% ภายในปี 2604 (Valerie Chew, 2019). ซึ่งในปี 2604 เป็นปีที่สัญญาการซื้อขายน้ำกับประเทศมาเลเซียนั้นหมดอายุลง

ทั้งนี้ประเทศสิงคโปร์เริ่มมียุทธศาสตร์น้ำเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำของประเทศสิงคโปร์ในยุคสมัยของนายกรัฐมนตรี ลี กวน ยู โดยมีเป้าหมายในการที่จะให้ประเทศสิงคโปร์สามารถบริหารจัดการทรัพยากรให้เพียงพอกับการบริโภคภายในประเทศอย่างยั่งยืน ซึ่งได้การเร่งดำเนินการในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านน้ำและให้การสนับสนุนงบประมาณในการวิจัยเพื่อหาน้ำจืดและเพียงพอต่อการบริภาคภายในประเทศสิงคโปร์ นอกจากเป้าหมายที่ได้กล่าวไปข้างต้น อีกเป้าหมายหนึ่งในการดำเนินการคือ การให้ประเทศสิงคโปร์สามารถพึ่งพาทรัพยากรน้ำของตนเองได้ก่อนที่สัญญาการซื้อขายน้ำของประเทศสิงคโปร์กับประเทศมาเลเซียจะหมดอายุลง โดยการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการบริหารทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้นได้มีการดำเนินการโดย Public Utilities Board หรือ PUB โดยได้มีการจัดตั้งหน่วยงานนี้ขึ้นเพื่อบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์และหาแนวทางในการกักเก็บน้ำทั้งหมดที่ตกลงบนเกาะให้ได้ (นบท. รุ่นที่ 11, 2562).

โดยการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้นทางประเทศสิงคโปร์ได้ดำเนินงานโดยใช้นโยบาย 4 ก๊อกน้ำแห่งชาติ หรือ Four National Taps โดยนโยบายนี้ประกอบด้วย 1. การกักเก็บน้ำในพื้นที่ท้องถิ่น (Local Catchment Water) 2. น้ำนำเข้า (Imported Water) 3. น้ำใหม่ (NEWater) และ 4. น้ำทะเลเป็นน้ำจืด (Desalinated Water) (Thaipublica, 2020). โดยในแต่ละด้านมีการดำเนินการดังนี้

การกักเก็บน้ำในพื้นที่ท้องถิ่น หรือ Local Catchment Water ประเทศสิงคโปร์นั้นมีการจัดการน้ำ 2 ระบบ ซึ่งประกอบด้วย ระบบการเก็บกักน้ำจากน้ำฝน และ ระบบการเก็บกักน้ำที่ใช้แล้ว โดยการจัดเก็บน้ำฝนของประเทศสิงคโปร์นั้นมี 2 ลักษณะ คือ แบบที่มีอยู่ตามธรรมชาติ เช่น คลอง แม่น้ำ บึง และอ่างเก็บน้ำ และ

ในแบบที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้การจัดเก็บน้ำในนั้นมีความเป็นระบบ (PUB, n.d.). และนำมาเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่าย ซึ่งส่งผลทำให้ประเทศสิงคโปร์เป็นประเทศที่มีปริมาณน้ำจืดก่อนการบำบัดเพื่อจะนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคจำนวนมาก และทำให้ประเทศสิงคโปร์ได้มีพื้นที่ในการกักเก็บน้ำเพิ่มขึ้นถึง 2 ใน 3 ของพื้นที่ดินของประเทศ (วินัย วังพิมูล, 2559). นอกจากนี้ประเทศสิงคโปร์ได้มีการจัดทำระบบกักเก็บน้ำบริเวณเรียบตามแนวชายฝั่งทะเลด้วย ซึ่งการมีระบบกักเก็บน้ำบริเวณตามแนวชายฝั่งทะเลนั้นทำให้น้ำที่ได้รับมาเพื่อทำการกักเก็บนั้นมีความเค็มเจือปนอยู่ และด้วยเหตุนี้ทางประเทศสิงคโปร์จึงได้มีการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดความเค็มของน้ำที่ได้ก่อนจะนำไปเข้าสู่กระบวนการในการทำให้เป็นน้ำจืด และด้วยการดำเนินการในด้านนี้ของนโยบาย Four National Taps นั้นส่งผลให้ในอนาคตประเทศสิงคโปร์จะสามารถกักเก็บน้ำได้ถึง 90% (วินัย วังพิมูล, 2559).

น้ำนำเข้า หรือ Imported Water คือ การที่ประเทศสิงคโปร์ได้ทำการซื้อขายน้ำกับประเทศมาเลเซีย โดยมีการทำสัญญาซื้อขายน้ำระหว่างกันขึ้น ซึ่งสัญญาการซื้อขายน้ำระหว่างประเทศสิงคโปร์และประเทศมาเลเซียนั้นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงจุดอ่อนของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเห็นได้จากการที่ประเทศมาเลเซียได้ทำการปิดประตูส่งน้ำที่จะส่งมายังประเทศสิงคโปร์ส่งผลให้ประเทศสิงคโปร์ไม่สามารถเข้าถึงน้ำที่จะใช้ในการอุปโภค บริโภคที่จะใช้ในชีวิตประจำวันได้ (somchaiblessings, 2559). และด้วยเหตุผลนี้จึงส่งผลให้ประเทศสิงคโปร์ได้มีการตั้งเป้าหมายในการพยายามที่จะพัฒนาระบบการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศให้มีน้ำใช้เพียงพอก่อนที่สัญญาการซื้อขายน้ำระหว่างประเทศสิงคโปร์และประเทศมาเลเซียจะหมดอายุลง เพื่อที่จะได้สามารถพึ่งพาทรัพยากรน้ำของตนเองได้อย่างสมบูรณ์ (somchaiblessings, 2559).

น้ำใหม่ หรือ NEWater คือ การนำน้ำที่ผ่านการอุปโภค บริโภคในส่วนต่าง ๆ ของประเทศมาทำการบำบัดใหม่ โดยมีการใช้เทคโนโลยีในการกรองและฆ่าเชื้อโรคภายในน้ำด้วยการใช้แสงอัตราไวโอเลต โดยทำการกรองและฆ่าเชื้อจนน้ำนั้นสะอาดและมีคุณภาพ ปลอดภัยในการนำไปใช้ในการอุปโภค บริโภค ซึ่งได้มีการทำการบำบัดน้ำด้วยกระบวนการต่าง ๆข้างต้นในโรงงานที่เรียกว่า NEWater ซึ่งน้ำที่ได้จากการบำบัดภายในโรงงาน NEWater นั้นถือเป็นแหล่งน้ำใหม่ของประเทศสิงคโปร์เพื่อที่จะนำไปใช้ในการตอบสนองความต้องการในการอุปโภค บริโภคน้ำของประชากรภายในประเทศอย่างยั่งยืน โดยโรงงาน NEWater ได้เริ่มตั้งขึ้นในปี ค.ศ. 1998 เพื่อใช้ในการผลิตและบำบัดน้ำ โดยมีกระบวนการในการปฏิบัติงานที่เรียกว่า NEWater Treatment Process คือ กระบวนการบำบัดน้ำของประเทศสิงคโปร์ผ่านเทคโนโลยีขั้นสูง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (ดำรง ธำรงเลาหะพันธุ์, 2562). ได้แก่ 1.นำน้ำที่ใช้แล้วจากครัวเรือนมาแยกโมเลกุลสิ่งสกปรกจากพวกแบคทีเรียออกไป (Microfiltration/ultrafiltration) เพื่อกำจัดอนุภาคของแข็งแขวนลอยและแบคทีเรียบางส่วน (PUB, n.d.).2. เข้าสู่กระบวนการกรองน้ำเสีย (Reverse Osmosis: RO) เพื่อกำจัดแบคทีเรีย ไวรัส และสารเคมีปนเปื้อนที่คงเหลือให้หมดไป (PUB, n.d.). 3. ใช้แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Disinfection) ในการฆ่าเชื้อเพื่อให้ได้น้ำที่สะอาดที่จะพร้อทในการกระจายไปสู่บ้านเรือน (PUB, n.d.). โดยมีการปรับค่า pH ของน้ำเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการอุปโภค บริโภค ซึ่งในการขนส่งน้ำมีการขนส่งน้ำที่ได้ผ่านท่อที่แยกจากประปาอื่น ๆ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องใช้น้ำที่คุณภาพพิเศษในระบบ Boiler และ Coolingในอุตสาหกรรมหรือตึกสูงต่าง ๆ รวมไปถึงใช้ในการผลิตน้ำบรรจุขวดเพื่อนำไปใช้ในกิจกรรมเพื่อสังคม และงานสำคัญๆระดับชาติ เพื่อให้ประชาชนภายในประเทศเกิดความตระหนักรู้ถึงการแก้ไขปัญหาในเรื่องทรัพยากรน้ำของประเทศ

เพื่อที่จะได้เกิดความยอมรับและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน (ดำรง ธำรงเลาหะพันธุ์, 2562). โดยน้ำที่เหลือจากระบบผลิต NEWater จะถูกส่งไปรวมในแหล่งน้ำดิบเพื่อนำไปใช้ในการผลิตน้ำประปาตามปกติต่อไป หรือนำไปใช้ในการผลิตน้ำฝนเพื่อสนับสนุนและช่วยเหลือกระบวนการเกิดน้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งในปัจจุบันโรงงานบำบัดน้ำNEWater นั้นมีทั้งหมด 5 แห่ง โดยมีศักยภาพในการผลิตน้ำได้ถึงร้อยละ 30 ของปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดของประเทศสิงคโปร์ และทางประเทศสิงคโปร์ได้มีการกำหนดเป้าหมายของศักยภาพในการผลิตน้ำในอนาคตไว้ โดยได้มีการกำหนดไว้ว่าภายในปี ค.ศ. 2060 โรงงานบำบัดน้ำNEWater จะมีศักยภาพในการผลิตน้ำให้ได้ถึงร้อยละ 55 ของความต้องการใช้น้ำของประเทศ (ดำรง ธำรงเลาหะพันธุ์, 2562).

น้ำทะเลเป็นน้ำจืด หรือ Desalinated Water ประเทศสิงคโปร์นั้นมีลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นเกาะที่มีด้านติดกับทะเล การที่ประเทศสิงคโปร์ใช้ประโยชน์จากน้ำทะเลที่มีปริมาณมากมายผ่านกระบวนการเปลี่ยนเป็นน้ำจืดได้นั้นส่งผลให้ประเทศสิงคโปร์มีทรัพยากรน้ำภายในประเทศเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยประเทศสิงคโปร์นั้นเป็นหนึ่งในไม่กี่ประเทศที่สามารถนำน้ำทะเลมาทำเป็นน้ำจืดได้โดยการใช้เทคโนโลยีที่ได้ความร่วมมือจากภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในส่วนนี้ด้วย ซึ่งในปัจจุบันนั้นประเทศสิงคโปร์มีโรงกลั่นน้ำทะเล 4 แห่ง และโรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 5 อยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง โดยมีกำหนดแล้วเสร็จภายในปี 2021 (PUB, n.d.). ซึ่งโรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 4 หรือ Keppel Marina East Desalination Plant (KMEDP) ตั้งอยู่ในมารีนาอีสต์ โรงกลั่นแห่งนี้สามารถกลั่นได้ทั้งน้ำทะเลและน้ำจืดจากอ่างเก็บน้ำ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับแหล่งน้ำของประเทศสิงคโปร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากในช่วงหน้าแล้งโรงกลั่นนี้จะนำน้ำจากทะเลเข้ามากลั่นเป็นน้ำจืด แต่ในหน้าฝนโรงกลั่นจะใช้น้ำฝนที่กักเก็บในอ่างเก็บน้ำมาทำการผลิตเป็นน้ำบรรจุขวด ซึ่งใช้พลังงานน้อยกว่าและ

กระบวนการสั้นกว่าการกลั่นน้ำทะเล (Thaipublica, 2020) โดยที่โรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 4 นี้ได้เปิดการดำเนินการเชิงพาณิชย์โดยบริษัท Marina East Water ซึ่ง Keppel Infrastructure นั้นรับผิดชอบบริหารโครงการภายใต้สัญญาสัมปทานแบบเป็น DBOO โดย DBOO ประกอบด้วย design คือ การออกแบบโครงการ build คือ การลงทุนก่อสร้าง own คือ การเป็นเจ้าของตามอายุของสัมปทาน และ operate คือการเป็นผู้ประกอบการแล้วนำรายได้ส่งรัฐ ตามที่ได้ทำการตกลงไว้กับคณะกรรมการสาธารณูปโภคสาธารณะ หรือ Public Utilities Board (PUB) เป็นเวลา 25 ปี คือ ตั้งแต่ ค.ศ. 2020 ถึง ค.ศ. 2045 (Thaipublica, 2020).

โดยจะเห็นได้ว่าในการดำเนินงานในนโยบาย Four National Taps นั้นในส่วนของการเปลี่ยนน้ำทะเลเป็นน้ำจืด หรือ Desalinated Water นั้นมีความร่วมมือของภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมและมีบทบาทสำคัญในการดำเนินนโยบายให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

ซึ่งจากการดำเนินนโยบายตามยุทธศาสตร์ Four National Taps ที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ ส่งผลให้ปัจจุบันประเทศสิงคโปร์สามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำภายในประเทศได้สำเร็จรวมไปถึงการบรรลุเป้าหมายต่าง ๆที่ได้ตั้งไว้ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นการที่ประเทศสิงคโปร์จะสามารถพึ่งพาทรัพยากรน้ำของตนเองได้อย่างสมบูรณ์ หรือ การที่ประเทศสิงคโปร์จะมีทรัพยากรน้ำในการอุปโภค บริโภคอย่างยั่งยืนไปในอนาคต และทำให้ประเทศสิงคโปร์ได้รับรางวัลเกี่ยวกับการจัดการน้ำมากมาย ไม่ว่าจะเป็น ‘Water for Life’ UN-Water Best Practices Award จากองค์การสหประชาชาติ (UNDESA, n.d.). และอีกหลายรางวัลในหลายๆปีที่ผ่านมาจาก GLOBAL WATER AWARDS (Global Water Awards, n.d.). ซึ่งรางวัลเหล่านี้ก็เป็นการยืนยันได้ถึงความมีประสิทธิภาพของระบบการจัดการน้ำของประเทศสิงคโปร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่าง

ต่อเนื่องจนสามารถทำให้ประเทศสิงคโปร์บรรลุเป้าหมายต่าง ๆได้อย่างที่ได้กล่าวไปข้างต้น

นอกจาก Four National Taps ที่ประเทศสิงคโปร์ใช้ในการดำเนินการในการจัดการทรัพยากรน้ำ ประเทศสิงคโปร์ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยประเทศสิงคโปร์ได้ส่งเสริมและสร้างความตระหนักให้กับประชาชนเพื่อให้ประชาชนอนุรักษ์ เห็นคุณค่า และมีความชื่นชมยินดี (Conserve, Value, Enjoy) โดยอาศัยความร่วมมือระหว่างประชาชน รัฐ และภาคเอกชนร่วมกัน เพื่อทำให้ทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์เป็นน้ำแบบ ABC (somchaiblessings, 2559). ซึ่งน้ำแบบ ABC โดย A หรือ Active คือ การทำให้แหล่งน้ำไม่เป็นน้ำนิ่งหรือน้ำเน่าเสีย รวมถึงมีการจัดการแม่น้ำ ลำคลอง ทางส่งน้ำและอ่างเก็บน้ำให้มีการเคลื่อนไหวอยู่เสมอ พร้อมทั้งจัดการให้ภายในแหล่งน้ำไม่มีสิ่งปฏิกูล (somchaiblessings, 2559). ต่อมา B หรือ Beautiful คือ การทำให้แหล่งน้ำทุกแห่งมีภูมิทัศน์ที่สวยงาม และสามารถที่จะทำให้สถานที่แห่งนั้นเป็นสถานที่ท่องเที่ยวหรือสถานที่พักผ่อนของประชาชนได้ (somchaiblessings, 2559). และ C หรือ Clean คือ การที่น้ำเป็นน้ำที่สะอาด เป็นประโยชน์ต่อการบริโภคและสามารถนำน้ำไปใช้ในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมได้ (somchaiblessings, 2559).

ซึ่งการกำหนดมาตรฐานดังกล่าวไว้นั้นสร้างความตระหนักรู้ให้กับประชากรในประเทศในการที่จะช่วยดูแลรักษาความสะอาดแหล่งน้ำและพื้นที่ใกล้เคียงแหล่งน้ำให้มีความสะอาดอยู่เสมอ และเป็นการปลูกจิตสำนึกให้ประชาชนเห็นความสำคัญของทรัพยากรน้ำในประเทศ

แนวโน้มที่อาจส่งผลกระทบต่อแนวทางการพัฒนาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ในอนาคต

จากการดำเนินการพัฒนาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำที่ประเทศสิงคโปร์ประสบความสำเร็จจนสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำภายในประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นที่ยอมรับระดับโลก อย่างไรก็ดีอาจมีปัญหาที่เกิดขึ้นในอนาคตที่อาจส่งผลกระทบต่อแนวทางการพัฒนาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ในอนาคต โดยสามารถทำการวิเคราะห์โดยจำแนกออกเป็น 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยแรก คือ ภาวะโลกร้อน ซึ่งภาวะโลกร้อน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสิ่งที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนคือสิ่งที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก คือ กิจกรรมในชีวิตของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง เป็นต้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป). และปรากฏการณ์เรือนกระจก หมายถึง การที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมายังผิวพื้นโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวที่โลกคายออกไปไม่ให้หลุดออกนอกบรรยากาศ ซึ่งก๊าซที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ผ่านทะลุลงมาได้ แต่ไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาวคายออกไปนอกบรรยากาศ เรียกว่า ก๊าซเรือนกระจก (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.). ซึ่งจากการที่มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลทำให้บรรยากาศโลกกักเก็บพลังงานความร้อนเพิ่มยิ่งขึ้น และส่งผลให้ความสมดุลของพลังงานโลกเปลี่ยนไป อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศบริเวณผิวโลกสูงขึ้น และด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ฤดูกาล ปริมาณและการกระจายน้ำฝนเปลี่ยนแปลง ระดับน้ำในทะเลมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นโดยมีสาเหตุมาจากการที่น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลาย น้ำทะเลมีการขยายตัวโดยมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป). ซึ่งจากสาเหตุทั้งหมดที่ได้กล่าวไปข้างต้นอาจส่งผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ได้

ในการกลั่นน้ำทะเลของประเทศสิงคโปร์ เนื่องจากภาวะโลกร้อนทำให้น้ำแข็งในบริเวณขั้วโลกละลาย จึงทำให้น้ำทะเลมีระดับสูงขึ้นและมีปริมาณมากขึ้นด้วย รวมไปถึงการที่ฤดูกาลต่าง ๆมีการเปลี่ยนแปลงไป ปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝนก็เปลี่ยนไปด้วย จึงส่งผลให้น้ำจืดที่จะเก็บในอ่างเก็บน้ำหรือแหล่งน้ำธรรมชาติของสิงคโปร์ลดน้อยลงไป ซึ่งการจัดการทรัพยากรน้ำที่เป็นน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดของประเทศสิงคโปร์นั้นจะต้องผ่านกระบวนการกลั่นที่จะต้องใช้เวลาที่นานกว่าการจัดการทรัพยากรน้ำที่เป็นน้ำจืดอยู่แล้ว และด้วยปริมาณน้ำทะเลที่มากจึงอาจจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการจัดการทรัพยากรน้ำภายในประเทศสิงคโปร์ได้

ปัจจัยที่สอง คือ ปัจจัยทางด้านประชากรภายในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งจำแนกออกมาเป็น 2 กรณี คือ การเพิ่มขึ้นของประชากร และ การลดลงของประชากร โดยทั้งสองกรณีอาจส่งผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์ในอนาคต ดังนี้

ในส่วนของการเพิ่มขึ้นของประชากร จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประชากรภายในประเทศสิงคโปร์ จาก The World Bank พบว่าในปี 2019 ที่ผ่านมาปรากฏจำนวนประชากรภายในประเทศสิงคโปร์อยู่ที่ 5,703,569 คน ซึ่งเพิ่มจากในปี 2018 ซึ่งมีจำนวนประชากรอยู่ที่ 5,638,676 คน (World Bank, n.d.). และจากการคาดการณ์ในอนาคต ในปี 2030 ประเทศสิงคโปร์จะมีประชากรถึง 7,000,000 คน (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.), ม.ป.ป.). ซึ่งหากจำนวนประชากรในประเทศสิงคโปร์มีมากขึ้นตามที่มีการคาดการณ์ไว้อาจส่งผลต่อการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ในอนาคตได้ เนื่องจากเมื่อจำนวนประชากรมีเพิ่มมากขึ้นจากในปัจจุบัน การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่ประเทศสิงคโปร์มองว่าเพียงพอที่จะรองรับความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคของประชากรในประเทศก็อาจจะไม่เพียงพอในอนาคต เพราะความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวัน

ของประชากรภายในประเทศจะมีปริมาณความต้องการที่เพิ่มขึ้นไปด้วยตามปริมาณจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจทำให้ประเทศสิงคโปร์จะต้องมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์หรือแผนการสำรองน้ำภายในประเทศเผื่อในกรณีที่ประชากรภายในประเทศมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามการคาดการณ์ เพื่อให้มีทรัพยากรน้ำเพียงพอที่จะรองรับกับความต้องการของประชากรภายในประเทศในอนาคต

และในส่วนของการลดลงของประชากร อย่างไรก็ตามถึงจะมีการคาดการณ์ว่าประเทศสิงคโปร์ในปี 2030 จะมีประชากรเพิ่มถึง 7,000,000 คน (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.), ม.ป.ป.). แต่ด้วยวัฒนธรรม ค่านิยมที่ประชากรภายในประเทศสิงคโปร์มักให้ความสำคัญและมุ่งมั่นในการทำงาน หาเงินเพื่อเลี้ยงชีพ ทำให้ประชากรในประเทศสิงคโปร์นั้นไม่นิยมแต่งงานมีครอบครัว หรือหากแต่งงานก็ไม่นิยมมีบุตร (โพสต์ทูเดย์, 2557). เนื่องจากการดำเนินชีวิตของประชาชนภายในประเทศสิงคโปร์ที่มุ่งมั่นและทุ่มเทให้กับการทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีการแข่งขันสูงอยู่ตลอด และเนื่องจากทัศนคติเกี่ยวกับการมีบุตรในลักษณะนี้ของประชากรที่อาศัยในประเทศสิงคโปร์ จึงส่งผลให้เกิดภาวะการลดลงของประชากรของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งการลดลงของประชากรในประเทศสิงคโปร์นั้นอาจส่งผลต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากจำนวนประชากรที่ลดลงก็จะส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคในชีวิตประจำวันลดน้อยลง ซึ่งหากเป็นเช่นนั้นปริมาณทรัพยากรน้ำที่ประเทศสิงคโปร์ได้นำมาผ่านกระบวนการในการจัดการทรัพยากรน้ำนั้นก็จะเกินความต้องการภายในประเทศ จากจุดนี้อาจทำให้ประเทศสิงคโปร์ได้ประโยชน์จากการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเนื่องจากประเทศสิงคโปร์มีทรัพยากรน้ำเกินกว่าความต้องการภายในประเทศ ดังนั้นประเทศสิงคโปร์จะสามารถส่งออกทรัพยากรน้ำภายในประเทศตนเองไปยังประเทศที่

ประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำอื่น ๆได้ โดยทรัพยากรน้ำที่ประเทศสิงคโปร์ส่งออกนั้นจะมีจุดเด่นกว่าประเทศอื่น ๆ เนื่องจากเป็นน้ำจืดที่ผ่านกระบวนการการฆ่าเชื้อและมั่นใจได้ว่าสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคได้อย่างปลอดภัย ซึ่งต่างจากประเทศอื่น ๆที่มีการส่งออกน้ำดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ และด้วยลักษณะเด่นนี้จึงทำให้ประเทศสิงคโปร์สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศของตนเองได้

แนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ผ่านมุมมองเชิงทฤษฎี

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไปข้างต้นเกี่ยวกับปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ ภาพรวมสถานการณ์ในปัจจุบันเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในประเทศสิงคโปร์ และ แนวทางการพัฒนาในเรื่องการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้น สามารถนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาเชื่อมโยงเข้ากับกรณีศึกษาพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาของประเทศสิงคโปร์ผ่านมุมมองเชิงทฤษฎีต่าง ๆได้หลายทฤษฎี ดังนี้ คือ ทฤษฎีสัจนิยม (Realism) ทฤษฎีการตัดสินใจเลือกโดยส่วนรวมหรือทางเลือกสาธารณะ (Public Choice theory) และ ทฤษฎีการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public Private Partnership Theory) โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาจากมุมมองของทฤษฎีสัจนิยม หรือ Realism ผ่านฐานคติที่เกี่ยวข้อง คือ Self-help โดย Self-help หมายถึง การที่รัฐต้องพึ่งพาตนเอง เนื่องจากรัฐไม่สามารถวางใจตัวแสดงอื่น ๆได้ เพราะตัวแสดงอื่น ๆ ไม่สามารถรับประกันความมั่นคงและความปลอดภัยให้กับรัฐได้ และเมื่อรัฐนั้นเกิดความรู้สึกว่ารัฐนั้นไม่มั่นคง ไม่ปลอดภัย รัฐก็จะพยายามที่จะหาหนทางที่จะเพิ่มอำนาจของตนเองให้มากขึ้นในทางใด

ทางหนึ่ง (ภูวิน บุณยะเวชชีวิน, 2559: 1539). ซึ่งในกรณีศึกษาเรื่องแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์นั้น จะเห็นได้จากในส่วนของปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำในอดีตของประเทศสิงคโปร์เกี่ยวกับการที่ประเทศสิงคโปร์มีการทำสัญญาซื้อขายน้ำกับประเทศมาเลเซีย ซึ่งสาเหตุของการทำสัญญาเกี่ยวกับการซื้อขายน้ำระหว่างทั้งสองประเทศ คือ การที่ประเทศสิงคโปร์นั้นมีทรัพยากรน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภคของประชากรในประเทศอย่างรุนแรงจนส่งผลให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรงขึ้น ทำให้ประเทศสิงคโปร์จำเป็นต้องพึ่งพาทรัพยากรน้ำจากประเทศมาเลเซียมาโดยตลอด ซึ่งด้วยการพึ่งพาประเทศมาเลเซียอย่างเดียวนั้นทำให้ประเทศสิงคโปร์เกิดความรู้สึกไม่มั่นคงทางด้านทรัพยากรน้ำและรู้สึกขาดเสถียรภาพในการดำเนินการทางการเมืองต่าง ๆ เพราะประเทศมาเลเซียมักใช้ประเด็นการพึ่งพาทางทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์มาเป็นข้อต่อรองเพื่อให้ได้มาซึ่งการบรรลุทางเป้าหมายทางการเมืองระหว่างประเทศในด้านอื่น ๆ ระหว่างประเทศสิงคโปร์และประเทศมาเลเซีย และจากมุมมองของทฤษฎีสัจนิยมในฐานคติ Self- Help นั้นทำให้เกิดแนวทางการแก้ไขปัญหาขึ้น โดยนำไปสู่ทางออกของปัญหา คือ การทำให้ประเทศสิงคโปร์ตัดสินใจที่จะพัฒนาระบบการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศตนเองขึ้น มีการกำหนดยุทธศาสตร์ชาติเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำภายในประเทศอย่างจริงจัง เพื่อที่จะไม่ต้องพึ่งพาทรัพยากรน้ำจากภายนอกประเทศและสามารถพึ่งพาทรัพยากรน้ำภายในประเทศตนเองได้อย่างสมบูรณ์

ในส่วนของทฤษฎีต่อมา เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีการตัดสินใจเลือกโดยส่วนรวมหรือทางเลือกสาธารณะ (Public Choice Theory) กล่าวคือ ทฤษฎีการตัดสินใจเลือกโดยส่วนรวมหรือทางเลือกสาธารณะนั้นมีที่มาจากทฤษฎีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล หรือ Rational Choice Theory โดยทฤษฎีการตัดสินใจเลือกโดย

ส่วนรวมหรือทางเลือกสาธารณะ หรือ Public Choice Theory นี้มีฐานคติที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์อยู่หลายฐานคติด้วยกัน ได้แก่

ปัจเจกบุคคลเป็นคนเห็นแก่ตัวต้องการแสวงหาประโยชน์สูงสุด ทางเลือกสาธารณะจึงเสนอสิ่งจูงใจ เน้นการสร้างสิ่งจูงใจทางบวก กล่าวคือ ถ้ามีสิ่งจูงใจทางบวกมาก ประชาชนจะเข้ามามีส่วนร่วมกับกิจกรรมของรัฐมากตามไปด้วย (สัญญา เคณาภูมิ, 2561: 98). โดยในฐานคตินี้นำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ โดยจะเห็นได้ว่า สิ่งจูงใจทางบวกคือการที่ประชาชนทุกคนจะมีน้ำที่มีคุณภาพและมีทรัพยากรน้ำที่เพียงพอต่อความต้องการ และไม่ต้องอยู่ในสภาวการณ์ขาดแคลนน้ำอย่างรุนแรงอีก ซึ่งประชาชนก็ให้ความร่วมมือกับทางภาครัฐเป็นอย่างดี โดยจะเห็นได้จากอัตราการใช้น้ำในภาคครัวเรือนของประเทศสิงคโปร์นั้นมีอัตราที่ลดลงเรื่อย ๆ โดยจะเห็นได้ว่าตั้งแต่ปี 1995 มีอัตราการใช้น้ำอยู่ที่ 172 ลิตร และลดลงเรื่อย ๆจนในปี 2017 ลดลงมาอยู่ที่ 143 ลิตร ซึ่งเป้าหมายในอนาคตที่ทางภาครัฐของประเทศสิงคโปร์ได้ตั้งไว้คือ ภายในปี 2030 อัตราการใช้น้ำในครัวเรือนของประเทศสิงคโปร์ลดลงไปอยู่ที่ 130 ลิตร (Thaipublica, 2020). โดยจากการคาดการณ์จากทางภาครัฐทำให้เห็นว่า ประชากรภายในประเทศสิงคโปร์นั้นเกิดความตระหนักและให้ความสำคัญกับเรื่องการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างคุ้มค่าเป็นอย่างมาก

การจัดระบบการบริหารให้มีคุณภาพ มีความสะดวก มีความเสมอภาค มีความเป็นธรรม มีความโปร่งใสสุจริต เกิดความพึงพอใจ ประหยัดค่าใช้จ่ายของประชาชน สร้างรายได้แฝงให้ประชาชน (สัญญา เคณาภูมิ, 2561: 98). ซึ่งในฐานคตินี้มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ โดยจากแนวทางการดำเนินการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำภายในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งได้แสดงให้เห็นการที่ประเทศสิงคโปร์นั้นมีระบบการจัดการทรัพยากรน้ำที่ดีและมี

ประสิทธิภาพสูงมากจนทำให้ประเทศสิงคโปร์ในปัจจุบันมีทรัพยากรที่เพียงพอต่อความต้องการของประชากรในประเทศ ซึ่งสามารถสร้างความพอใจให้กับประชาชนในประเทศได้ และยังสามารถส่งน้ำไปขายให้กับประเทศมาเลเซียที่กำลังประสบปัญหามลพิษทางน้ำอยู่ได้ โดยเป็นการสร้างรายได้ให้กับประเทศด้วย (Blockdit, 2019).

การกระจายอำนาจ ทางเลือกสาธารณะนั้นสนับสนุนให้มีการกระจายอำนาจในการให้บริการ เนื่องจากจะนำไปสู่ความรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนได้ดีกว่า และมีความเป็นประชาธิปไตย (สัญญา เคณาภูมิ, 2561: 99). ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ในส่วนของการที่ประเทศสิงคโปร์มีการกระจายอำนาจไปให้ภาคเอกชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการเข้ามาลงทุนและบริหารในส่วนของโรงกลั่นน้ำทะเลที่ต้องใช้ทุนสูงในการก่อสร้าง เนื่องจากโรงกลั่นน้ำทะเลต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีขั้นสูงจึงทำให้มีการใช้ทุนที่สูง จึงนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ โดยภาครัฐได้ให้ภาคเอกชนเข้ามารับสัมปทานไปบริหารและส่งรายได้ให้กับรัฐตามสัดส่วนที่ได้ตกลงกันไว้ ซึ่งการให้ภาคเอกชนเข้ามีส่วนร่วมนั้นนอกจากจะทำให้ภาครัฐประหยัดค่าใช้จ่ายด้วยการไม่ต้องลงทุนทั้งหมดแล้วนั้นยังได้ประโยชน์ในเรื่องเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่ภาคเอกชนมักมีความเชี่ยวชาญมากกว่าภาครัฐ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีในการดำเนินการ

และเมื่อพิจารณาผ่านมุมมองของทฤษฎีความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน หรือ Public Private Partnership Theory กล่าวคือ การร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public Private Partnership : PPP) เป็นรูปแบบการดำเนินงานที่ภาครัฐให้เอกชนเข้ามีส่วนร่วมในการดำเนินโครงการในการบริการสาธารณะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานและบริการ โดยมุ่งเน้นการ

ให้บริการที่มีประสิทธิภาพ คุ้มค่ากับต้นทุนมากกว่าภาครัฐจะเป็นเจ้าของหรือดำเนินการโดยภาครัฐเอง โดยการร่วมลงทุนระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน จะต้องก่อให้เกิดประโยชน์ อย่างเช่น การที่โครงการจะได้รับเทคโนโลยี และนวัตกรรมใหม่จากภาคเอกชน และประหยัดต้นทุนของโครงการ แต่ในทางกลับกันทางภาคเอกชนก็ได้รับประโยชน์ในแง่ของการมีช่องทางในการดำเนินธุรกิจมากขึ้น นอกจากนี้ภาคประชาชนจะได้รับประโยชน์จากการบริการที่มีประสิทธิภาพด้วยราคาที่เหมาะสม (แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง, ม.ป.ป.: 14). ซึ่งทฤษฎีนี้มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์และนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศสิงคโปร์ โดยประเทศสิงคโปร์นั้นได้มีการให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมในแนวทางการพัฒนาทรัพยากรน้ำในประเทศ โดยให้บริษัท Marina East Water โดย Keppel Infrastructure ถือหุ้นเต็มและรับผิดชอบบริหารโครงการภายใต้สัญญาสัมปทานแบบเป็น DBOO เป็นเวลา 25 ปี (ค.ศ.2020-2045) โดย Keppel Infrastructure ได้เข้ามารับผิดชอบโครงการภายใต้สัญญาสัมปทานในโรงกลั่นน้ำทะเลถึง 2 แห่ง โดยถือเป็นโรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 2 ที่ Keppel Infrastructure เป็นผู้รับผิดชอบ หรือ โรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 4 ของประเทศสิงคโปร์ (Thaipublica, 2020). ซึ่งเป็นโรงกลั่นที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่สามารถกลั่นได้ทั้งน้ำทะเลและน้ำจืด และแสดงให้เห็นถึงการได้ประโยชน์ทางด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ได้เมื่อภาครัฐร่วมมือกับภาคเอกชน (PUB, n.d.). และภาคประชาชนของประเทศสิงคโปร์ก็ได้รับประโยชน์ในการได้มีทรัพยากรน้ำที่มีคุณภาพใช้ในการอุปโภค บริโภคในชีวิตประจำวัน

สรุป

จากการที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลและเรียบเรียงข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำ กรณีศึกษาประเทศสิงคโปร์ ทำให้เห็นว่าประเทศสิงคโปร์ได้นำจุดอ่อนในเรื่องของการขาดแคลนน้ำของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นจุดอ่อนทางด้านภูมิศาสตร์ ภูมิอากาศของประเทศ หรือเงื่อนไขทางด้านการเมืองระหว่างประเทศ มาใช้ในการพัฒนาการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ ซึ่งเมื่อพิจารณาตามฐานคติ self-help ในทฤษฎีสัจนิยม ทฤษฎีการตัดสินใจเลือกโดยส่วนรวมหรือทางเลือกสาธารณะ และทฤษฎีความร่วมมือระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน จะเห็นได้ว่าประเทศสิงคโปร์ตัดสินใจที่จะดำเนินการจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศผ่านการดำเนินการตามยุทธศาสตร์ชาติ Four National Taps โดยมีเป้าหมายในการดำเนินการตามยุทธศาสตร์เพื่อบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศให้เพียงพอกับการบริโภคภายในประเทศอย่างยั่งยืน โดยการดำเนินการตามยุทธศาสตร์นี้ทางภาครัฐของประเทศสิงคโปร์ได้มีการร่วมมือกับภาคเอกชนเพื่อให้เกิดผลที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าสูงสุด และนอกจากนี้ยังเสริมสร้างและสร้างความตระหนักรู้ให้กับประชาชนผ่านหลัก ABC เพื่อสร้างความตระหนักรู้ให้กับประชากรภายในประเทศในการที่จะช่วยดูแลรักษาความสะอาดแหล่งน้ำและพื้นที่ใกล้เคียงแหล่งน้ำให้มีความสะอาดอยู่เสมอ ซึ่งการพัฒนาเหล่านี้ประเทศสิงคโปร์ก็สามารถดำเนินการจนกระทั่งประสบความสำเร็จในที่สุด แม้ว่าการดำเนินงานเหล่านี้จะมีแนวโน้มในอนาคตที่อาจได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน หรือ อัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของประชากรภายในประเทศ ซึ่งการพัฒนาในเรื่องนี้ของประเทศสิงคโปร์นั้นไม่เพียงแต่จะสามารถแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำของประเทศได้เท่านั้นแต่ยังสามารถสร้างเสริมความมั่นคงให้กับประเทศได้อีกด้วย

บรรณานุกรม

Yusof A. (2019). Air and water quality in Singapore not affected by Pasir Gudang pollution: Masagos. สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.channelnewsasia.com/singapore/pasir-gudang-pollution-singapore-air-water-unaffected-masagos869896?fbclid=IwAR2z0R0w8wrbZlWSt50RSN0ZOD0Z46CqPlUm8a2wxdXk98UK1fdT2bnP2Hg

Blockdit. (2562). **สิงคโปร์ผลิตน้ำจืดได้เอง จนเหลือขายคืนมาเลเซีย**. สืบค้นวันที่ 16 มีนาคม 2564, จาก https://www.blockdit.com/posts/5df1f12ec9e25310015eaa44Global Water Awards. (n.d.). Global Water Awards Shortlist 2021 Winners. สืบค้นวันที่23 มีนาคม 2564, Retrieved from https://globalwaterawards.com/2021-table/

Post Today. (2557). **ปฏิรูปครอบครัว.** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, จาก https://www.posttoday.com/life/healthy/283841

PUB. (n.d.). **Four National Taps**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps

PUB. (n.d.). **Water from Local Catchment**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/localcatchmentwater

PUB. (n.d.). **Imported Water**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/imported water

PUB. (n.d.). **NEWater**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply/fournationaltaps/newater

PUB. (n.d.). **Desalinated Water**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply/ fournationaltaps/desalinatedwater

PUB. (n.d.). **Water Supply**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/watersupply

PUB. (n.d.). **Collaboration Opportunities**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.pub.gov.sg/research/collaboration

Somchaiblessings. (2559). **เรื่องราวของน้ำประเทศสิงคโปร์**. สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, จาก http://somchaiblessings.blogspot.com /2016/04/blog-post.html

Thaipublica. (2020). **สิงคโปร์เปิดโรงกลั่นน้ำทะเลแห่งที่ 4 รับมือภัยคุกคามการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.** สืบค้นวันที่ 13 มีนาคม 2564, จาก https://thaipublica.org/2020/07/singapore-4th-desalination-plant-operations/

Thaipublica. (2020). **เรียนความสำเร็จสิงคโปร์ จากประเทศขาดแคลนน้ำสู่ผู้นำระดับโลกด้านบริหารจัดการน้ำ.** สืบค้นวันที่ 13 มีนาคม 2564, จาก https://thaipublica.org/2020/01/singapore-water-management/?fbclid=IwAR0_4OVW93s8JgElWGUZeW-Q_6fhIusdw-FR5GokwDsF6JMa-RR74O3Ri18

The Momentum. (2562). **17 ประเทศทั่วโลกเสี่ยงเจอวิกฤตขาดแคลนน้ำ ขยับเข้าใกล้สภาวะ Day Zero หรือวันที่ไม่มีน้ำ.** สืบค้นวันที่ 27 มีนาคม 2564, จาก https://themomentum.co/quarter-of-world-s-population-facing-extreme-water-stress/

The Straits Times. (2019). **Johor plans to stop buying treated water from Singapore: Menteri Besar Osman Sapian**. สืบค้นวันที่ 24 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.straitstimes.com/asia/se-asia/johor-plans-to-stop-buying-treated-water-from-singapore-mentri-besar-osmansapian?fbclid=IwAR1FqOSAXxNHxTqDEE65mmPl7lElbhG_KTy8CKpjY0rtrUs2pL4uCagK4Vo

The World Bank. (n.d.). **Population, total – Singapore.** สืบค้นวันที่ 17 มีนาคม 2564, Retrieved from https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=SG

UNDESA. (n.d.). **'Water for Life' UN-Water Best Practices Award.** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.un.org/ waterforlifedecade /winners2014.shtml

USGS. (n.d.). **How Much Water is There on Earth?.** สืบค้นวันที่ 15 มีนาคม 2564, Retrieved from https://www.usgs.gov/special-topic/ water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Chew V. (2019). **Singapore-Malaysia water agreements**. สืบค้นวันที่ 21 มีนาคม 2564, Retrieved from https://eresources.nlb.gov.sg /infopedia/ articles/SIP_1533_2009-06-23.html

VOA. (2021). **สิงคโปร์เปลี่ยนน้ำเสียให้กลายเป็นน้ำดื่มสะอาด-สนองความต้องการผู้บริโภคได้ถึง 40%.**สืบค้นวันที่ 14 มีนาคม 2564, จาก https://www.voathai.com/a/singapore-wastewater-treatment-clean-water-newater-recycle-pollution/5999132.html

WWF. (ม.ป.ป.). **สถานการณ์น้ำจืดของโลก และประเทศไทย.** สืบค้นวันที่ 14 มีนาคม 2564, จาก https://www.wwf.or.th/what_we_do /wetlands_and_production_landscape/freshwater/

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). **สภาวะโลกร้อน.** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, จาก http://climate.tmd.go.th/content/file/11

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). **ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect).** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, จาก http://climate.tmd.go.th/content/article/10

ดำรง ธำรงเลาหะพันธุ์. (2562). **รายงานผลการไปศึกษางานวิจัย ดูงาน ประชุมและสัมมนา ณ ต่างประเทศของข้าราชการกรมอนามัย (One – Page Report).** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, จาก http://cicdata.anamai.moph.go.th /uploads/PJ328_R3_ดำรง_4-7สค62_สิงคโปร์_th.pdf

นบท. รุ่นที่ 11. (2562). **นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาของสาธารณรัฐสิงคโปร์.** สืบค้นวันที่ 22 มีนาคม 2564, จาก https://image.mfa.go.th/mfa/0 /yZ0EO327fd/เอกสาร/nbt/nbt11/รายงานกลุ่มการศึกษาดูงานในต่างประเทศ_นบท.pdf

ภูวิน บุณยะเวชชีวิน. (2559). กระแสความคิดสัจนิยม: บทปริทัศน์เบื้องต้น Realist currents of thought: A preliminary review. **Veridian E-Journal, Silpakorn University ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ**, *9(2),* 1539. สืบค้นจาก https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/68258/55602

วินัย วังพิมูล. (2559). **รายงานการฝึกอบรมหลักสูตร Urban and Water Sustainability.** เมื่อวันที่ ๔ – ๘ เมษายน ๒๕๕๙ ณ สาธารณรัฐสิงคโปร์. สืบค้นวันที่ 19 มีนาคม 2564, จาก http://archive.tnmc-is.org/ข้อมูลสารสนเทศ/รายงานด้านเทคนิค/รายงานการฝึกอบรมหลักสู/

วัชราทิตย์ เกษศรี. ม.ป.ป. **เมื่อมาเลเซียต้องซื้อน้ำจากสิงคโปร์ ประเทศเกาะขนาดเล็กที่แทบไร้ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติใดๆ.** สืบค้นวันที่ 20 มีนาคม 2564, จาก http://thinkthaitank.blogspot.com/2019/07/blog-post_25.html

สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน สำนักงานก.พ.. (ม.ป.ป.). **ระบบบริหารราชการของสาธารณรัฐสิงคโปร์.** กรุงเทพ: กรกนกการพิมพ์. จาก http://www.mahasarakham.go.th/asean/images/pdf/gov%20SG.pdf

สำนักข่าวกรองแห่งชาติ. (2563). **ข้อมูลพื้นฐานของต่างประเทศ 2564 สาธารณรัฐสิงคโปร์.** สืบค้นวันที่ 18 มีนาคม 2564, จาก https://www.nia.go.th/newsnow/almanac-files/static/pdf/2564/สิงคโปร์_2564.pdf

สัญญา เคณาภูมิ. (2561). กระบวนทัศน์ทางเลือกสาธารณะ Public Choice Paradigm. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**, *9(2),* 98-99. สืบค้นจาก https://so01.tci-thaijo.org/index.php/humanjubru/article/download/161059/116140/

แนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง. (ม.ป.ป.). **ทฤษฎีความร่วมมือระหว่างภาครัฐ-ภาคเอกชน (Public Private Partnership).** สืบค้นวันที่ 29 มีนาคม 2564, จาก http://www.dsdw2016.dsdw.go.th/doc_pr/ndc_2559-2560/PDF/wpa_8174/บทที่%202.p