

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

ทรัพยากรน้ำจืดกว่า 70% จากแหล่งน้ำจืดที่มีทั่วทั้งโลก ถูกภาคเกษตรกรรมดึงไปใช้เพื่อการเพาะปลูก (FAO, 2012) โดยที่พื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่ของโลกตั้งอยู่ในเขตประเทศโลกที่สาม หรือ ประเทศกำลังพัฒนา การขาดแคลนเทคโนโลยี การวางแผนและการจัดการที่ด้อยก่อให้เกิดปัญหาการบุกรุกพื้นที่โดยเฉพาะพื้นที่ป่าเพื่อขยายพื้นที่เกษตรกรรมนอกจากนี้การใช้ปุ๋ยและสารเคมีจำนวนมากเพื่อเป้าหมายการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ป้อนเข้าสู่ตลาดให้ได้มากที่สุด ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำแย่งชิงน้ำและมลพิษทางน้ำในหลายภูมิภาคทั่วโลก อีกทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ยิ่งทวีความรุนแรงของวิกฤตนี้ให้เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ต้นน้ำทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพน้ำนั้นย่อมจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ท้ายน้ำ (Hope *et al.*, 2004) การนำสมดุลน้ำและ Water Footprint มาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการประเมินทรัพยากรน้ำจืดในพื้นที่ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. สมดุลน้ำ (Water Balance)

สมดุลของน้ำ (Water Balance) คือการศึกษาปริมาณของน้ำฝนที่แปรสภาพเป็นปริมาณน้ำในลักษณะต่างๆของวัฏจักรน้ำ มุ่งเน้นศึกษาไปที่สัดส่วนของน้ำที่เป็นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ ซึ่งเป็นปริมาณน้ำฝนที่ถูกเก็บกักไว้ในดิน เป็นปริมาณน้ำฝนที่คายระเหยกลับไปสู่บรรยากาศหรือเป็นปริมาณน้ำฝนที่เป็นน้ำท่า และพิจารณาขนาดของพื้นที่รับน้ำหรือลุ่มน้ำนั้นๆ รวมไปถึงรายจ่ายของน้ำหรือปริมาณการใช้น้ำของประชากรในพื้นที่ก็จะถูกนำมาคำนวณว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างน้ำไหลเข้าและออกที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งถ้าพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำไหลเข้ามากกว่าปริมาณน้ำระบาย ก็แสดงให้เห็นถึงปริมาณสมดุลน้ำในพื้นที่ได้ (เจษฎา, 2556)

การจะศึกษาหรือคำนวณสมดุลน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งจึงจะต้องเข้าใจถึงระบบน้ำโดยรวมของพื้นที่นั้นว่ามีน้ำเข้ามาหรือมีอยู่เท่าใด หรือมีน้ำต้นทุน (Water supply) เท่าใด และมีความต้องการใช้

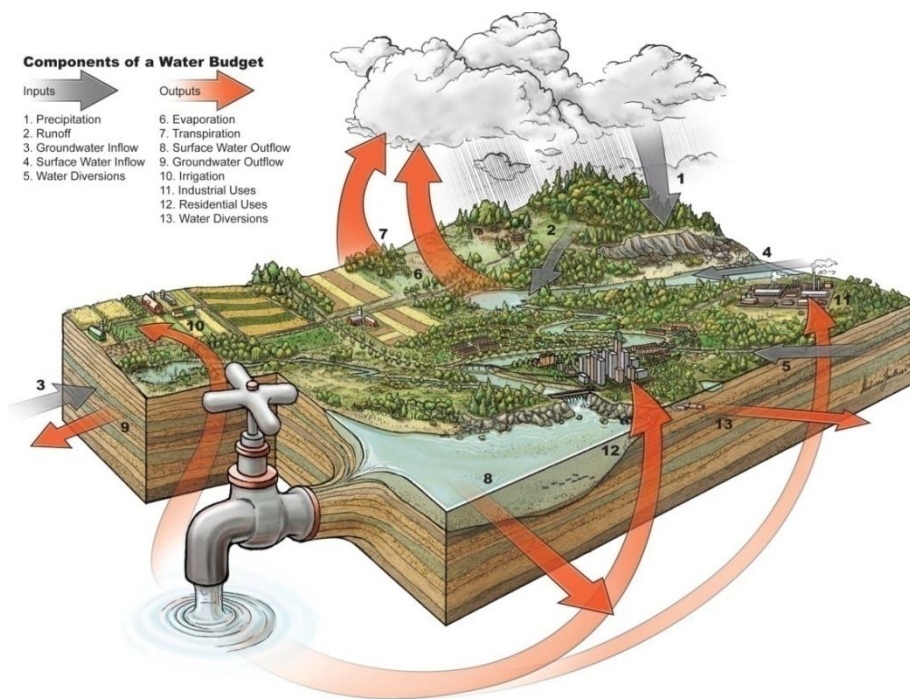
น้ำเท่าใด หรือรายจ่ายน้ำ (Water demand) เท่าใดบ้าง เพื่อที่จะสามารถจัดการปริมาณน้ำต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ทั้งในแง่ของการประหยัดน้ำรวมไปถึงการนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ที่มีในพื้นที่ให้มีความสมดุล (ภาพ 2.1) (Molden, 1997) การศึกษาสมดุลน้ำในช่วงก่อนจนกระทั่งถึงปี ค.ศ.2000 เน้นศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหยาดน้ำฟ้า (precipitation), river runoff และการคายระเหยของพืช (evapotranspiration) นิยมใช้สมการที่เรียกว่า four-term equation ซึ่งประกอบด้วย atmospheric precipitation (P), river runoff (R), total evaporation (E), and variations in moisture content in the basin ($\pm\Delta V$) ในการศึกษาโดยเน้นศึกษาในแง่ของสมดุลน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำและภาคเกษตรกรรม เช่น การศึกษาของ Dastorani and Poormohammadi (2012) ศึกษาสมดุลน้ำของกลุ่มน้ำ Manshad ใน Yazd Province ตอนกลางของประเทศอิหร่านระหว่างปี ค.ศ.2006 - 2007 ใช้วิธีการศึกษาแบบ SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) โดยนำเทคนิค remote sensing และ GIS มาช่วยในการศึกษา พบว่าด้วยสภาพภูมิประเทศแบบเทือกเขาสูง อาศัยการพึ่งพาน้ำจากการละลายของหิมะ ทำให้มีอัตราการไหลของน้ำที่เร็วและแรง ประกอบกับการใช้พื้นที่ราบที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อเพาะปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์และพืชจำพวก walnut และ alfalfa นั้น ทำให้ปริมาณน้ำกว่า 70% ที่มีในพื้นที่นี้สูญเสียไปกับกิจกรรมของพืชในการคายระเหยของพืช โดยพืชที่มีค่าการคายระเหยของพืชสูงสุด คือ walnut (1,083 มิลลิเมตร) ถัดมาคือ alfalfa, mulberry และ almond ตามลำดับ (988, 980, 880 มิลลิเมตร) และปริมาณน้ำฝนที่มีในพื้นที่ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ส่งผลให้ปริมาณน้ำในพื้นที่ลดลงอย่างต่อเนื่องและเริ่มเผชิญภาวะขาดแคลนน้ำแล้ว Sreedevi (2002) ศึกษาความสัมพันธ์ของสมดุลน้ำและปัญหาภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ Pageru ของ Cuddapah district รัฐอานธรประเทศ ในประเทศอินเดีย โดยการวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จริง พบว่าสภาพของพื้นที่ศึกษามีการเพาะปลูกทั้งพืชที่ใช้น้ำน้อยและพืชที่ใช้น้ำสูง เช่น ข้าว, ถั่วลิสง (groundnut) และ jowar เป็นต้น ซึ่งแหล่งน้ำที่ถูกใช้ในการเพาะปลูกเพิ่มเติมจากน้ำฝนคือ น้ำใต้ดิน โดยจากการศึกษาพบว่าปริมาณสมดุลน้ำในพื้นที่ในปัจจุบันนั้นเหมาะสมสำหรับการปลูกพืชที่ทนแล้งได้ดี จำพวก jowar, ragi และ bajra เท่านั้น และเนื่องจากปริมาณน้ำใต้ดินที่ถูกใช้ในปัจจุบันนั้นมีปริมาณที่มากกว่าปริมาณน้ำที่จะมาทดแทนได้ในพื้นที่ ถ้าเกษตรกรยังคงเพาะปลูกพืชในรูปแบบเดิมก็จะส่งผลให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำใต้ดินได้ Leite and Fujaco (2010) ศึกษาปัญหาสมดุลน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปที่เกิดขึ้นกับลุ่มน้ำของแม่น้ำ Aracuai ในประเทศบราซิล ที่มีปริมาณและอัตราการไหลที่ลดลง โดยการอาศัยภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลกระแสน้ำ และข้อมูลภัยพิบัติที่เกิดจากสภาพอากาศหรือน้ำ (hydrometeorological) ร่วมด้วย โดยพบว่าปริมาณหยาดน้ำฟ้า (precipitation) ในพื้นที่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป มีเพียงสภาพอากาศที่อุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย แต่พบว่าค่าการคายระเหยของพืชนั้นมีค่าสูงมากสาเหตุมาจากพื้นที่ปลูกยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* sp.) ที่มีอยู่จำนวนมากเพื่อส่งเข้าโรงงานผลิตกระดาษ ซึ่งปริมาณการคายระเหยของพืชทั้งหมดในพื้นที่นั้นสูงกว่าปริมาณหยาดน้ำฟ้าในพื้นที่เกือบตลอดทั้งปี ซึ่งส่งผลให้ไม่มีปริมาณน้ำเข้า

มาเติมในพื้นที่และปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำ (runoff) ลดลง ทำให้ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำ Aracuai มีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทำนํ้าที่เป็นพืชที่เกษตรกรรมและปลูกพืชเลี้ยงสัตว์ต้องถูกปล่อยร้างจากการขาดแคลนน้ำและปัญหาการถูกกัดเซาะของพื้นที่ปากแม่น้ำเนื่องจากไม่มีดินตะกอนที่ถูกพัดมาทับถมเพิ่มขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วนของการศึกษาองค์ความรู้ด้านสมดุลน้ำตั้งแต่หลังปี ค.ศ.2000 นั้น แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาสมดุลน้ำได้ขยายเพิ่มขึ้นลึกกลงไปในการศึกษารายละเอียดแต่ละหน่วยย่อยที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรน้ำ เช่น การศึกษาน้ำในดิน (aeration zone) และ land surface เป็นต้น (Ismaiyybv and Fedorov, 2008)

ในประเทศไทยการประเมินสมดุลน้ำมักถูกนำมาใช้กับพื้นที่ที่ความเปราะบางทางนิเวศวิทยา (Vulnerability area) ของประเทศ เช่น ลิ้มปีชัย (2549) ศึกษาสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา โดยใช้แบบจำลอง Soil and water assessment tool (SWAT Model) พบว่าในปี พ.ศ.2547 มีความต้องการใช้น้ำจากพื้นที่โดยรอบลุ่มน้ำกว่า 1 พันล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ.2557 จะเพิ่มขึ้นเป็น 1 พัน 2 ร้อยล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ระบายลงสู่ทะเลสาบสงขลาจะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ในอนาคตทะเลสาบสงขลาอาจเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนน้ำได้ และ ภาณุวิชช์และคณะ (2557) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดโดยศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่และคาดการณ์สถานการณ์น้ำในอนาคตผ่านแบบจำลอง พบว่าจะเกิดการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ เนื่องจากเมื่อประเมินจากปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าในพื้นที่โดยอาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมนิเวศวิทยาย้อนหลัง 30 ปีแล้ว พบว่าน้ำต้นทุนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ดังกล่าว เป็นต้น องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณสมดุลน้ำมีดังต่อไปนี้

1.1 วัฏจักรน้ำ

คือ การเกิดและการหมุนเวียนของน้ำในโลก เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำติดต่อกันจากอากาศมายังพื้นดินเคลื่อนที่ลงสู่ทะเล และเคลื่อนที่กลับสู่อากาศอีกครั้ง กระบวนการเคลื่อนที่ของน้ำดังกล่าว สามารถแยกได้เป็น 4 ช่วง 1) การระเหยเป็นไอ 2) การตกลงมายังพื้นโลก 3) การซึมลงสู่พื้นดิน 4) การเกิดน้ำท่าวัฏจักรของน้ำจึงไม่มีเริ่มต้นไม่มีที่สิ้นสุด หมุนเวียนอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา น้ำในโลกไม่ได้สูญหายไป เพียงแค่เปลี่ยนสถานะและรูปร่าง ปริมาณน้ำในชั้นตอนต่างๆ นั้นอาจผันแปรเล็กน้อยได้เสมอ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ที่ควบคุมในชั้นตอนเหล่านั้น (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2558; โครงการชลประทานร้อยเอ็ด; 2559)



ภาพ 2.1 แหล่งที่มาของน้ำต้นทุนและรายจ่ายน้ำในการประเมินสมดุลน้ำ (ที่มา: http://thumbnails-visually.netdna-ssl.com/components-of-a-water-budget_55d98e7a193a6.jpg)

1.2 น้ำท่า

คือ ปริมาณน้ำในลำธาร แม่น้ำ ที่เกิดจากน้ำฝนผ่านกระบวนการเก็บกัก ณ จุดต่าง ๆ ภายในระบบ และการระบายลงสู่พื้นที่ตอนล่าง โดยแบ่งลักษณะการไหล เป็น 3 ลักษณะ คือ น้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน (overland flow) น้ำไหลภายในดิน (inter flow) และน้ำไหลใต้ดิน (groundwater flow) (กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2558) ในส่วนของน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดินนั้นมีส่วนที่เป็นน้ำฝนส่วนเกินจากการซึมลงดิน (infiltration excess overland flow) น้ำฝนส่วนเกินนี้เกิดขึ้นเมื่อปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจนอัตราการซึมลงดินได้ในขณะนั้น น้ำฝนส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถซึมลงได้ จะไหลบนผิวดินสู่พื้นที่ต่ำกว่าและอีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำไหลจากพื้นผิวที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation excess overland flow) จะพบในบริเวณที่ลุ่มต่ำขณะฝนเริ่มตก บนผิวดินมีความชื้นสูงเมื่อฝนตกลงมา น้ำฝนจะไหลนองไปบนพื้นผิว นอกจากนี้ยังมีน้ำบางส่วนที่ไหลใต้ผิวดินไหลผ่านผิวดินขึ้นมา (exfiltration) เนื่องจากเส้นทางการไหลของน้ำฝนที่ตกลงมาที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงไปมา การตรวจวัดปริมาณน้ำในแต่ละส่วนนั้นทำได้ยาก ในการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำทำจึงนิยมพิจารณาจาก น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำเร็ว (direct runoff or quick flow) และ น้ำที่ไหลมาอยู่ในลำน้ำช้า (base flow) direct runoff นั้นส่วนใหญ่เป็นน้ำฝนที่ตกลงมาและไหลไปตามผิวดิน (surface runoff) นอกจากนี้ยังรวมถึงน้ำฝนที่ตกลงในลำน้ำโดยตรง และน้ำไหลใต้ผิวดินบางส่วนที่ไหลผ่านผิวดินขึ้นมา ส่วน base flow เป็นน้ำที่ไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลมาทางใต้ดินซึ่งไหลได้ช้ากว่า เวลาในการ

เดินทางจากจุดที่ฝนตกลงมาจนกระทั่งถึงทางออกของกลุ่มน้ำอาจเป็นหลายๆ วัน จนกระทั่งเป็นปี ปริมาณของน้ำส่วนนี้ในลำน้ำค่อนข้างจะคงที่โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (อุทกวิทยา,2559)

1.3 การจัดการน้ำชุมชน

เมื่อชุมชนใดชุมชนหนึ่งขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ย่อมส่งผลให้เกิดความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคที่เพิ่มมากขึ้นตาม แต่เมื่อปริมาณน้ำที่มีและความต้องการใช้น้ำไม่พอดีกัน ทั้งในกรณีที่น้ำมากเกินไปหรือน้ำน้อยเกินไปย่อมส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำในพื้นที่ การจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพนั้น ชุมชนต้องก้าวเข้ามามีบทบาทและมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการให้เกิดความเหมาะสมแก่ความต้องการในชุมชนของตน โดยต้องคำนึงถึงสมดุลน้ำชุมชนด้วย ซึ่งคำว่า สมดุลน้ำชุมชน หมายถึง ความเสมอกัน เท่าเทียมกัน หรือความพอดีกัน ระหว่างน้ำต้นทุนตามธรรมชาติของชุมชน และความต้องการใช้น้ำสำหรับอุปโภคบริโภคและการเกษตร รวมถึงความเท่าเทียมกันระหว่างผู้ใช้น้ำด้วย ดังนั้นการจัดการน้ำของชุมชนที่ดี จึงต้องคำนึงถึงหลักความพอดีและบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้เกิดความสมดุลต่อธรรมชาติและเป็นธรรมกับทุกฝ่าย (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2554)

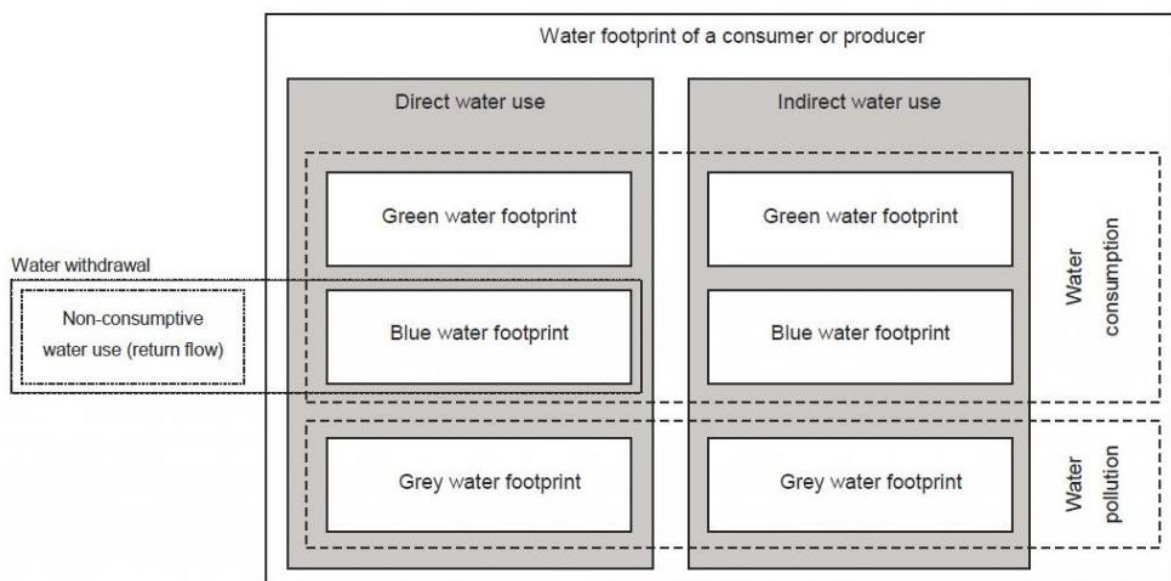
การจัดการน้ำชุมชนนั้น เป็นการนำแนวคิดการประเมินสมดุลน้ำมาใช้กับพื้นที่ที่ประสบปัญหา โดยเน้นให้ประชาชนหรือชาวบ้านในพื้นที่เข้าใจได้ง่าย ให้เห็นภาพการใช้น้ำในส่วนต่างๆ โดยเน้นไปที่ชุมชนเกษตรที่ชาวบ้านมีกิจกรรมทางการเกษตรที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการเพาะปลูก จึงให้ชาวบ้านมีส่วนร่วมและหาแนวทางแก้ไข เนื่องจากประเทศไทยมีน้ำต้นทุนอยู่มากแต่ไม่สามารถกักเก็บหรือนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้องประสบปัญหาภัยแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากทุกปี แต่หากมีการบริหารจัดการที่ดีก็สามารถบริหารจัดการน้ำได้ โดยการพัฒนาแหล่งน้ำ อาจเพิ่มแหล่งน้ำสำรอง ทำฝายหรือปรับปรุงทางน้ำ ฯลฯ โดยยึดหลักการบริหารจัดการ 4 ข้อที่ว่า หาน้ำได้, เก็บน้ำไว้, ใช้น้ำเป็น และจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การจัดการน้ำชุมชนในกลุ่มผู้ใช้น้ำอ่างเก็บน้ำบ้านห้วยทราย ต.เขื่อนผาก อ.พริ้ว จ.เชียงใหม่ หลังจากชุมชนวิเคราะห์สมดุลน้ำแล้ว จัดการเพิ่มปริมาณน้ำต้นทุนโดยสร้างฝายเพิ่มกว่า 355 ฝาย ในพื้นที่ต้นน้ำ สร้างแท้งก์น้ำเพิ่มเติม ปรับเปลี่ยนแนวคิดในการทำเกษตร ส่งผลให้เกิดระบบการใช้น้ำจากชลประทานครอบคลุมพื้นที่กว่า 2,000 ไร่ จากเป้าหมายเดิมที่ตั้งไว้ที่ 500 ไร่ หรือการจัดการน้ำชุมชนในชุมชนป่าภูถ้ำ-ภูกระแต ต.แวงน้อย อ.แวงน้อย จ.ขอนแก่น เมื่อประเมินสมดุลน้ำแล้วพบว่าน้ำต้นทุนที่มีอยู่ไม่เพียงพอ ทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรในช่วงฝนทิ้งช่วง จึงแก้ปัญหาด้วยการขุดสระน้ำประจำไร่นา 7 สระ โดยจัดทำในรูปแบบกองทุนสระ, สร้างแหล่งน้ำใหม่บนพื้นที่กว่า 12 ไร่เพื่อเก็บน้ำไว้ใช้ และสร้างฝายน้ำล้นพร้อมชุดคลองส่งน้ำ ทำให้เพิ่มปริมาณน้ำกักเก็บแก่ชุมชนกว่า 90,000 ลูกบาศก์เมตรพื้นที่การเกษตรกว่า 350

ไร้ได้รับประโยชน์ เป็นต้น (รอยบุญ, 2557; สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2559)

การทำสมดุลน้ำชุมชนหรือการประเมินสมดุลน้ำชุมชนนั้น ช่วยแสดงผลกระทบของการใช้น้ำที่มีต่อสภาพแวดล้อมหรือพื้นที่นั้นๆ ได้เป็นอย่างดี โดยอาศัยผ่านการคำนวณน้ำต้นทุน (water supply) และรายจ่ายน้ำ (water demand) ซึ่งน้ำต้นทุนนั้นคิดจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำและขนาดของพื้นที่รับน้ำของชุมชนนั้นๆ และในส่วนของรายจ่ายน้ำคิดจากความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรของชุมชนนั้นๆ โดยจะต้องคิดแยกคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดแล้วนำความต้องการใช้น้ำของพืชทุกชนิดมารวมกันเป็นรายจ่ายน้ำของภาคเกษตร แต่เนื่องจากค่าความต้องการใช้น้ำของพืชในพืชหลายชนิดยังขาดการประเมินหรือขาดการศึกษา ดังนั้นการจะประเมินความต้องการใช้น้ำที่จะช่วยแสดงการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษานั้นๆ ให้ชัดเจนและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น โดยการอาศัยเครื่องมืออื่นๆ มาช่วยในการประเมินก็เป็นสิ่งที่จำเป็น หนึ่งในเครื่องมือที่ใช้ศึกษาปริมาณการใช้น้ำที่ดีได้รับความสนใจในขณะนี้ คือ รอยเท้าน้ำ หรือ Water Footprint

2. Water Footprint (WF)

Water Footprint(WF) หรือ รอยเท้าน้ำ เป็นแนวคิดที่ถูกหยิบยกขึ้นมาเสนอครั้งแรกเมื่อปี 2002 โดย Prof. Arjen Y. Hoekstra แห่ง Twente Water Center, University of Twente ประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยวัดปริมาณการใช้น้ำจืดทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าหรือบริการหนึ่งๆ สามารถแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำซ่อนเร้นที่อยู่ในการผลิตสินค้าหรือบริการ โดยคำนวณปริมาณรวมของน้ำที่ใช้ในทุกขั้นตอน และแสดงปริมาณการใช้น้ำออกมาในรูปของขนาดรอยเท้าน้ำ มีหน่วยเป็นปริมาณน้ำต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ หรือ ปริมาณน้ำต่อหน่วยของเวลา เช่น ลูกบาศก์เมตรต่อตันหรือ ลูกบาศก์เมตรต่อปี รอยเท้าน้ำนอกจากจะแสดงปริมาณน้ำที่ใช้แล้วยังสามารถนำมาประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตสินค้าหรืองานบริการต่อการใช้ทรัพยากรน้ำ ไม่เพียงแต่ทราบปริมาณน้ำที่ใช้ ยังบอกปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นระยะเวลา และสถานที่ที่เกิดการใช้น้ำอีกด้วย (Chapagain *et al.*, 2006; Hoekstra *et al.*, 2011)



ภาพ 2.2 ความแตกต่างระหว่าง Water footprint, Water withdrawal และ Water consumption (ที่ มา: Hoekstra *et al.*, 2011)

2.1 แนวคิดของรอยเท้าน้ำ (Concept of Water Footprint)

Water footprint เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ศึกษา "Water use" หรือ ปริมาณการใช้น้ำ แต่ก่อนที่จะมีนิยามหรือการศึกษาเรื่อง Water Footprint นั้น แนวคิดเรื่องการศึกษา Water use เริ่มมีมานานก่อนหน้าแล้ว โดยเรียกเป็นการศึกษา Water consumption และ Water withdrawal โดย Vickers (2001) ได้ให้คำนิยามของทั้งสองคำนี้ไว้ในหนังสือ Handbook of Water Use and Conservation ว่า Water withdrawal หมายถึง น้ำที่ถูกดึงหรือเคลื่อนย้ายออกมาจากแหล่งน้ำผิวดินหรือแหล่งน้ำใต้ดิน ส่วน consumption water use หมายถึง การใช้น้ำที่ดึงหรือเคลื่อนย้ายน้ำออกมาจากแหล่งกำเนิดอย่างถาวร โดยเป็นน้ำที่ไม่สามารถคงอยู่ได้อย่างยาวนาน โดยมีสาเหตุทั้งจากเกิดการระเหย การถูกนำไปใช้โดยพืช การถูกรวมไปเป็นเป็นผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ การถูกบริโภคโดยมนุษย์หรือปศุสัตว์ และ สาเหตุอื่นๆ ซึ่งถูกทำให้หายไปจากสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว งานศึกษา Water use ในเริ่มแรกนั้น เป็นการศึกษา Water withdrawal เป็นส่วนใหญ่ และเป็นงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง กับสัดส่วนการใช้น้ำที่มีต่อความสำคัญของเศรษฐกิจระดับประเทศ มากกว่าที่จะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับทางด้านเกษตรกรรม

ในปี 1998 J. A. Allan ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Water consumption โดยเรียกปริมาณน้ำจืดที่ใช้สำหรับการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ศึกษานั้นว่า "น้ำเสมือน" หรือ Virtual water ขึ้นมา น้ำเสมือนนั้นเป็นการเปรียบเทียบถึงปริมาณน้ำที่แอบแฝงอยู่ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ถูกส่งออกไปยัง

ประเทศอื่นๆจากประเทศต้นกำเนิด ซึ่งน้ำเสมือนเหล่านี้ช่วยให้ประเทศที่เผชิญปัญหาขาดแคลนน้ำ ยังคงพึ่งพาน้ำจากในผลิตภัณฑ์ของประเทศอื่นๆ ที่นำเข้ามาได้ งานศึกษาเกี่ยวกับ Virtual water ได้รับความสนใจและมีงานศึกษาเผยแพร่ออกมาอีกหลายชิ้น เช่น Hoekstra and Hung (2002) ศึกษาปริมาณน้ำเสมือนจากการส่ง ออกและนำเข้าเฉพาะสินค้าพืชเกษตรของประเทศต่างๆ ทั่วโลก ตั้งแต่ปี 1995 - 1999 โดยอาศัยข้อมูลการค้าจาก United Nations Statistics Division และ องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations) แต่ค่าที่ได้จากการศึกษานั้นอาจมีค่าที่มากเกินไปกว่าความเป็นจริง อันเนื่องมาจากการข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ เช่น ค่า crop water requirement ซึ่งกำหนดให้พืชเติบโตในสภาวะที่เหมาะสม แต่ในความเป็นจริงบางประเทศอาจเผชิญกับปัญหาความแห้งแล้ง และ Oki et al.(2003) ศึกษาปริมาณน้ำเสมือนของผลิตภัณฑ์ต่างๆในประเทศญี่ปุ่น ได้แก่ ธัญญาหาร (grain) อาทิ ข้าว, ข้าวบาร์เลย์, ข้าวสาลี, ถั่วเหลือง และข้าวโพด พวกเนื้อสัตว์ ได้แก่ เนื้อหมู, เนื้อวัว, เนื้อไก่, ไช้ และนม โดยอาศัยข้อมูลบางส่วนที่เป็นค่าเฉพาะจากการศึกษาในประเทศญี่ปุ่นมากขึ้น เช่น ระยะเวลาที่พืชใช้ในการเจริญเติบโต เป็นต้น แต่ข้อมูลส่วนอื่นๆยังอาศัยค่ากลางจากฐานข้อมูลทางการเกษตรโลก หรือ FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nation) อยู่ พบว่าปริมาณน้ำเสมือนที่ส่งออกและนำเข้าของประเทศญี่ปุ่นนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อเชื่อมโยงปริมาณน้ำเสมือนทั้งนำเข้าและส่งออกของประเทศญี่ปุ่นกับประเทศคู่ค้าอื่นๆแล้วสรุปได้ว่าประเทศที่มีค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศสูง (GDP ; gross domestic product) หรือประเทศร่ำรวยสามารถทดแทนปัญหาขาดแคลนน้ำได้จากการนำเข้าน้ำเสมือนจากประเทศอื่น ในขณะที่ประเทศที่ยากจนไม่สามารถทำได้ซึ่งงานศึกษานี้มีการกล่าวอ้างถึง "real water" คือถ้านำปริมาณน้ำเสมือนทั้งหมดที่ส่งออกในรูปแบบผลิตภัณฑ์ของประเทศๆหนึ่งมาหารด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่ส่งออกของประเทศนั้นแล้ว สิ่งที่ได้คือปริมาณน้ำที่แท้จริง (real water) ที่ใช้ในการผลิตสินค้าหนึ่งๆ นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัยทางด้านน้ำเสมือนอีกหลายชิ้น (Chapagain and Hoekstra, 2003; Zimmer and Renault, 2003; de Fraiture et al., 2004)

ต่อมา ในปี 2002 Prof. Arjen Y. Hoekstra ได้เสนอแนวคิด WF ขึ้น โดยพื้นฐานมาจาก Virtual water และมีการอธิบายความเพิ่มเติมต่อการศึกษานี้ของ Hoekstra and Chapagain (2008) ภายหลังจากที่แนวคิด WF ถูกนำเสนอขึ้นมา เริ่มมีการรวมงาน Virtual water และ WF ให้รวมเป็นงานเดียวกัน เพราะแนวคิดแบบ Virtual water นั้น ไม่ได้มีการแบ่งแยกประเภทของน้ำแต่ละชนิดตามแต่ละที่มาแต่อย่างใด (green water, blue water) อีกทั้งวิธีคิดแบบ Virtual water ในการเพาะปลูกพืชนั้น ปริมาณน้ำที่พืชต้องการจะถูกเติมเต็มด้วยน้ำจากการชลประทานเสมอ กลายเป็นปริมาณ น้ำก่อนสุดท้ายก่อนเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้ว มีเพียง 20% ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลกที่มีระบบชลประทานเท่านั้น ดังนั้นการคิดแบบ Virtual water ทำให้ได้ค่า crop water use หรือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชที่มากเกินไปกว่าความเป็นจริงเหมือนในการศึกษาของ Hoekstra and Hung (2002) และดังภาพ 2.2 แสดงให้

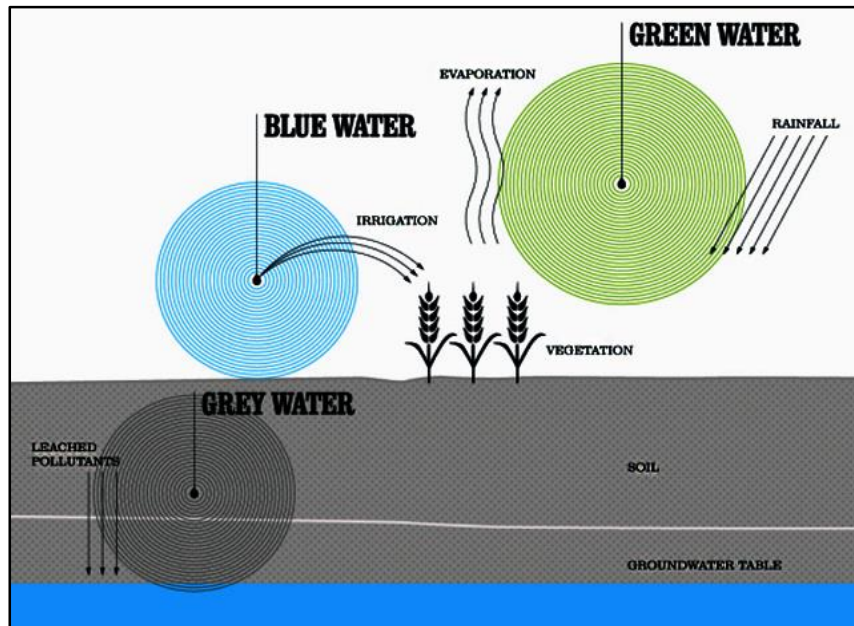
เห็นความแตกต่างระหว่างแนวคิดของ Water Footprint, Water withdrawal และ Water consumption อันเนื่องมาจากที่มาของน้ำแต่ละประเภท

2.2 องค์ประกอบของรอยเท้าน้ำ (Component of Water Footprint)

Water footprint สามารถแยกออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) รอยเท้าน้ำสีเขียว (Green Water Footprint; WF_{green}) (2) รอยเท้าน้ำสีฟ้า (Blue Water Footprint; WF_{blue}) และ (3) รอยเท้าน้ำสีเทา (Grey Water Footprint; WF_{grey}) แต่ละส่วนมีที่มาแตกต่างกันออกไป ดังนี้ Green Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่อยู่ในรูปของความชื้นในดิน ที่ไม่ได้ไหลไปรวมกับน้ำใต้ดิน แต่อยู่ชั่วคราวในดินชั้นบนๆ หรือ อยู่ในการคายระเหยของพืชที่เพาะปลูก เป็นปริมาณของน้ำฝนที่ถูกใช้ไปในการผลิตสินค้าและบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืช ผลทางการเกษตร Blue Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น น้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำต่างๆ และแหล่งน้ำใต้ดินเช่น น้ำบาดาล ที่ใช้ในการชลประทาน อุตสาหกรรม หรือใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน (Hoekstra *et al.*, 2011) Grey Water Footprint หมายถึง ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือมลพิษให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำ ซึ่งมลพิษโดยทั่วไปหมายถึง นู๋ (ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส ฯลฯ) สารพิษ หรือยาฆ่าแมลง (Hoekstra *et al.*, 2009) ดังภาพ 2.3

2.3 รอยเท้าน้ำของการเพาะปลูกพืช (Water Footprint of growing a Crop)

WF มีการศึกษาในหลากหลายรูปแบบ เช่น รอยเท้าน้ำของการเพาะปลูกพืช (WF of Crop), รอยเท้าน้ำของผลิตภัณฑ์หรือการกระบวนการผลิตสินค้า (WF of a Product), รอยเท้าน้ำของภาคธุรกิจ (WF of a Business) หรือ รอยเท้าน้ำของผู้บริโภค (WF of a Consumer) เป็นต้น เนื่องจากสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ นั้นมักมีส่วนผสมหรือองค์ประกอบของผลผลิตทางเกษตรรวมอยู่ด้วย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อภาคการเกษตรนั้นเป็นผู้บริโภคทรัพยากรน้ำรายใหญ่ ดังนั้นการศึกษา WF ในการเพาะปลูกพืชจึงมีความจำเป็นและเป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่ง ดังจะเห็นผ่านงานศึกษา WF ของกระบวนการเพาะปลูกพืชในประเทศต่างๆ เช่น WF ของฝ้าย (Chapagain *et al.*, 2006), WF ของมะเขือเทศสเปน (Chapagain and Orr, 2009), WF ของข้าว (Chapagain and Hoekstra, 2010), WF ของ global crops (Mekonnen and Hoekstra, 2011), WF ของข้าวโพดในปักกิ่งประเทศจีน (Sun *et al.*, 2013), WF ของ primary crops 9 ชนิด (potato, wheat, paddy, barley etc.) ของประเทศเนปาล (Shrestha *et al.*, 2013), WF ของข้าวสาลีในประเทศอิหร่าน (Ababaei and Etedali, 2014) และ WF ของมันฝรั่งในประเทศนิวซีแลนด์ (Herath *et al.*, 2014) เป็นต้น



ภาพ 2.3 องค์ประกอบของรอยเท้าน้ำแต่ละส่วนที่รวมเป็นปริมาณน้ำจืดทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการผลิต ในกรณีนี้คือการเพาะปลูกพืช (ที่มา: thelivinglabiesd.files.wordpress.com/2012/11/types-of-water.jpg)

2.3.1 โปรแกรม CROPWAT

การศึกษา WF ของการเพาะปลูกพืชนั้น ในการคำนวณหา WF_{green} และ WF_{blue} นิยมใช้โปรแกรม CROPWAT ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดย The food and agriculture organization of the united nation : FAO (FAO, 2008) มาช่วย เพื่อคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Crop water requirement)

โดยโปรแกรม CROPWAT ต้องการ input ดังต่อไปนี้ ก) Reference crop evapotranspiration (ET_0) ซึ่งคำนวณโดยใช้สมการ Penman-Monteith ซึ่งมีปัจจัยคือ สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และช่วงความยาวแสงแดด ข) ปริมาณฝนรายเดือน ค) ระบบการปลูกพืช ได้แก่ วันที่เริ่มปลูก ค่าสัมประสิทธิ์พืช ประกอบไปด้วยค่า K_c (สัมประสิทธิ์การใช้น้ำ) ระยะการเจริญเติบโต ความยาวราก ความสูงต้น สัดส่วนน้ำที่พืชใช้ได้ ง) ชนิดของดิน ประกอบไปด้วยข้อมูล ค่าความชื้นในดินทั้งหมด ความยาวรากสูงสุด ค่าเริ่มต้นการสูญเสียน้ำจากดิน จ) ข้อกำหนดการให้น้ำ เช่น ให้เพื่อให้ดินมีความชื้นที่ระดับ field capacity เมื่อความชื้นในดินลดลง และ Output ที่ได้ออกมาคือ ก) ศักย์(ค่าอ้างอิง)การคายระเหยน้ำของพืช (ET_0 : mm/period) ข) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) ค) ฝนใช้ได้ (effective rain: mm/period) ง) ค่าการคายระเหยน้ำของพืชจริง (actual crop evapotranspiration; E_t (มิลลิเมตร)) จ) ค่าความต้องการน้ำของพืช (crop water requirement: CWR OR E_{tm} (mm/period)) ฉ) ค่าความต้องการน้ำชลประทาน

(IWR: mm/period) ค่าความชื้นในดินทั้งหมด (TAM: มิลลิเมตร) และ ช) ค่าความชื้นในดินที่พืชนำมาใช้ได้ (RAM: มิลลิเมตร) เป็นต้น

2.3.1.1 ค่าความต้องการน้ำของพืช (crop water requirement; CWR)

ใน โปรแกรม CROPWAT จะแสดงให้เห็น ทั้งค่า green water evapotranspiration (ET_{green}) และ blue water evapotranspiration (ET_{blue}) ตามสมการที่ (1) และ (2) ซึ่ง green water evapotranspiration (ET_{green}) หาได้จากปริมาณที่น้อยที่สุดระหว่างค่าการคายระเหยน้ำของพืชทั้งหมด (ET_c) และฝนใช้การได้ (P_{eff}) และ blue water evapotranspiration (ET_{blue}) หาได้จากปริมาณที่มากที่สุดเมื่อหักลบค่าการคายระเหยน้ำของพืชทั้งหมด (ET_c) และฝนใช้การได้ (P_{eff})

$$ET_{green} = \min(ET_c, P_{eff}) \quad [\text{length/time}] \quad (1)$$

$$ET_{blue} = \max(0, ET_c - P_{eff}) \quad [\text{length/time}] \quad (2)$$

โดยปกติแล้ว ค่าความต้องการน้ำของพืช (CWR) คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชและ ค่าอ้างอิงการคายระเหยน้ำของพืช ตามสมการ (3) แต่เมื่อคำนวณภายใต้เงื่อนไขแบบอุดมคติน้ำหรือความชื้นในดินนั้นมีปริมาณเพียงพอจากการได้รับน้ำฝนหรือน้ำจากการชลประทานหรือจากทั้งสองแหล่ง โดยไม่ได้เป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือปริมาณผลผลิต ดังนั้นแล้วค่า CWR จึงเท่ากับค่าการคายระเหยน้ำของพืชจริง (total crop evapotranspiration; ET_c) สมการ (4)

$$CWR = K_c \times ET_0 \quad (3)$$

$$CWR = ET_c \quad (4)$$

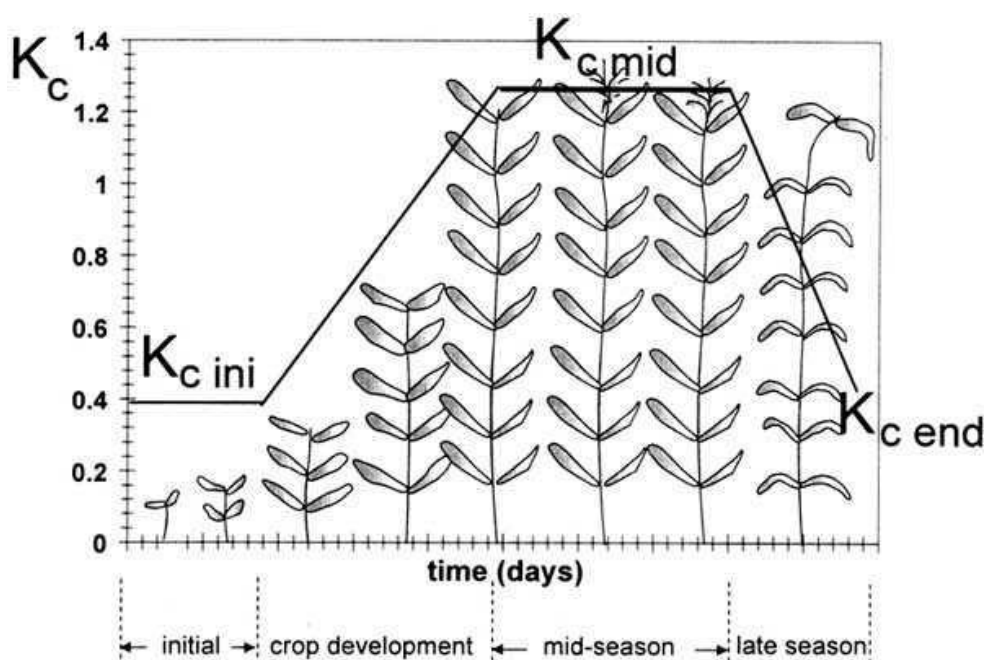
2.3.1.2 ค่าการคายระเหยน้ำของพืชจริง(ET_c)

ตามสมการ (5) เมื่อคำนวณภายใต้เงื่อนไขแบบดีที่สุด ที่หมายถึง การเพาะปลูกที่ปลอดจากโรค ได้รับการบำรุงใส่ปุ๋ยอย่างดี เพาะปลูกในพื้นที่ขนาดใหญ่ ปริมาณน้ำในดินที่พืชนำไปใช้ได้มีอย่างอุดมสมบูรณ์ และได้ผลผลิตที่เต็มที่ตามแต่ละสภาพภูมิอากาศ โดยคำนวณทุกๆ 10 วันตั้งแต่ที่เริ่มเพาะปลูก มีค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (ET_0) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient; K_c) เป็นตัวแปรสำคัญ

$$ET_c = K_c \times ET_0 \quad [\text{length/time}] \quad (5)$$

2.3.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient; K_c)

ปัจจุบันองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้รวบรวมค่าไว้มากมายตามพืชแต่ละชนิดในช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโตต่างๆ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยค่า K_c จะแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ $K_{c\text{ ini}}$, $K_{c\text{ mid}}$ และ $K_{c\text{ end}}$ ดังภาพ 2.4 ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้ค่า K_c ตามการศึกษาของ Allen (FAO, 2006) เนื่องจากยังไม่มีค่าเฉพาะในการศึกษาของประเทศไทย



ภาพ 2.4 ค่าเฉลี่ยค่าเดียวของ K_c ในช่วงอายุต่างๆของพืชที่ปลูก โดยแบ่งช่วงอายุเป็น 4 ช่วงตามช่วงการเจริญเติบโต (Allen *et al.*, 1998)

ช่วงการเจริญเติบโต (Crop growth stage) สำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช แบ่งได้เป็น 4 ช่วง (พรณิภา และวรัญญา, 2555) คือ

- 1) Initial stage (ช่วงตั้งตัวของพืช) นับจากวันเริ่มปลูกจนถึงระยะที่พืชปกคลุมดินร้อยละ 10
- 2) Crop development stage (ช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น) นับต่อจากช่วงตั้งตัวซึ่งพืชปกคลุมดินร้อยละ 10 จนถึงระยะพืชปกคลุมดินเต็มที่ (Effective full cover) ซึ่งส่วนใหญ่จะตรงกับระยะเริ่มออกดอก
- 3) Mid-season stage (ช่วงกลางของการเพาะปลูก) นับต่อจากช่วงของการเจริญเติบโตทางลำต้นจากระยะที่พืชปกคลุมดินเต็มที่ จนถึงระยะเริ่มสุกแก่สังเกตได้จากผลเริ่มเปลี่ยนสี ช่วงกลางของการเพาะปลูกนี้สำหรับพืชที่เก็บผลสดอาจเป็นช่วงเวลาเพียงสั้นๆ
- 4) Late-season stage (ช่วงปลายของการเพาะปลูก) นับต่อจากช่วงกลางของการเพาะปลูกจากระยะที่ผลผลิตเริ่มสุกแก่จนถึงระยะเก็บเกี่ยวหรือพืชแก่เต็มที่ (Full senescence)

2.3.1.4 ค่าความต้องการน้ำชลประทาน(irrigation requirement; IWR)

คำนวณจากความแตกต่างระหว่าง CWR และ P_{eff} เหมือนในสมการที่ (2) แต่ในกรณีที่ P_{eff} มีค่ามากกว่า CWR แสดงถึงพืชอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำเดียวคือน้ำฝน ก็สามารถได้รับปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยน้ำจากแหล่งอื่นอีก อาทิ น้ำจากการชลประทาน ดังนั้นจะส่งผลให้ค่ารอยเท้าน้ำสีฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ ตามสมการ (6)

$$IR = \max(0, CWR - P_{eff}) \quad (6)$$

ในการศึกษาทางด้าน WF เองไม่จำเป็นที่จะต้องรายงานค่า WF ครบทั้ง 3 ประเภทเสมอไป ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของงาน การเลือกแสดงผลและอภิปรายค่าต่างๆที่ได้มา เช่น Sukumalchart *et al.* (2013) ศึกษา WF ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยซึ่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็น 1 ใน 12 พืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศไทยซึ่งพบว่าในการศึกษานั้นไม่มีค่า Blue water footprint เนื่องจากพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่นอกเขตชลประทาน จึงรายงานแต่ค่า Green water footprint และ Grey water footprint เท่านั้น งานศึกษา WF ของการปลูกอ้อยในอำเภอแม่สอด จังหวัดตากของ Sareein (2014) ก็แสดงค่า Green water footprint และ Grey water footprint เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่มีเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำของพืชตลอดการเจริญเติบโต ดังนั้นค่า Blue water footprint จึงไม่ปรากฏค่าในการรายงานผลเช่นกัน หรือการศึกษา WF ของการผลิตกระดาษของ Van oel and Hoekstra (2010) ไม่มีการนำเสนอ Grey WF เนื่องจากการขาดแคลนข้อมูลที่จะนำมาคำนวณ หรือ เทคโนโลยีสะอาดที่โรงงานผลิตกระดาษได้เลือกใช้ทำให้คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่ามาตรฐาน เป็นต้น

2.3.2 แหล่งมลพิษสำหรับรอยเท้าน้ำสีเทา (Source of pollutant of grey water footprint)

รอยเท้าน้ำสีเทา ซึ่งคิดจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือมลพิษให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานของคุณภาพน้ำนั้น ในการคำนวณจะอาศัยการอ้างอิงจากแหล่งมลพิษหลัก ซึ่งโดยทั่วไปหมายถึง ปุ๋ย (ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส ฯลฯ) สารพิษ หรือยาฆ่าแมลง สำหรับการเพาะปลูกพืชทางการเกษตรนั้น แหล่งมลพิษหลักที่ใช้ในการเกษตรมีหลายตัว ทั้งปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสฟอรัส ปุ๋ยโพแทสเซียม และยาฆ่าแมลงต่างๆ ในส่วนของปุ๋ยฟอสฟอรัสนั้น เนื่องจากมีความสามารถในการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหาร(mobility)ในดินค่อนข้างต่ำ อีกทั้งธาตุฟอสฟอรัสนั้นมักทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นๆในดินเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ จึงมักไม่พบปัญหาในเรื่องของการชะล้างปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ ในส่วนของโพแทสเซียมนั้น มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายของธาตุในดินได้

ดีกว่าฟอสฟอรัส แต่เนื่องจากธาตุโพแทสเซียมเป็นธาตุที่ติดประจุบวก (K^+) จึงมักจะถูกดึงไว้กับคอลลอยด์ดิน (soil colloids) อาทิ ฮิวมัสและสารอนินทรีย์ต่างๆ ทำให้ไม่ถูกชะล้างได้โดยง่าย แต่ในส่วนของธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยไนโตรเจนนั้น เป็นธาตุที่ถูกชะล้างได้ง่ายเนื่องจากละลายน้ำได้ง่าย ไนโตรเจนในรูปไนเตรตจะถูกน้ำพัดพาจากชั้นดินได้อย่างรวดเร็ว หรือในรูปของแอมโมเนียก็จะระเหยได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เมื่อเวลาเกษตรกรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนลงในแปลงกว่าครึ่งจะถูกน้ำชะล้างไป ดังนั้นไนโตรเจนจึงถูกชะล้างปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ง่ายและมากกว่าธาตุอาหารชนิดอื่น และสามารถส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำทั้งใต้ดิน ผิวดิน และสภาพแวดล้อมได้มากกว่า (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2542) ไนโตรเจนเมื่อปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) หรือ Plankton bloom ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช พืชน้ำ และสาหร่ายขนาดใหญ่ อันเป็นผลมาจากปริมาณและความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารที่ได้รับมากเกินไปทำให้ความต้องการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำเพิ่มสูงขึ้น จนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่มีลดลงทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและระบบนิเวศในแหล่งน้ำ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสาหร่ายในแหล่งน้ำที่มีการเพิ่มจำนวนมากนั้น เป็นสาหร่ายในกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae) ซึ่งสามารถสร้างสารพิษในกลุ่ม Cyanotoxin ได้นั้น ก็จะเป็นสาเหตุการตายของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และสามารถส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคที่บริโภคผลิตภัณฑ์จากแหล่งน้ำนั้นได้ (อัศธร, 2553) นอกจากนี้ไนเตรตที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดื่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพในเด็กทารก เนื่องจากไนโตรที่ไอออน (NO_2^-) จะแย่งเข้าจับกับฮีโมโกลบินในเลือดแทนที่ออกซิเจน ส่งผลให้ออกซิเจนในเลือดลดลง ทำให้เกิดอาการตัวเขียวคล้ำ ขาดอากาศหายใจ และตายในที่สุดในเด็กทารก หรือเรียกว่าโรคบลูเบบี้ (Blue-baby syndrome) (Chapagain *et al.*, 2006) ในส่วนของสารเคมีและยาฆ่าแมลงนั้นเนื่องจากการเพาะปลูกพืชมักมีการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงร่วมกันหลายชนิด ซึ่งสารเคมีและยาฆ่าแมลงแต่ละชนิดก็มีสมบัติและลักษณะเฉพาะตัว จึงอาจเป็นข้อจำกัดด้านการศึกษาในหลายๆงานที่จะระบุถึงสัดส่วนปริมาณการใช้และการชะล้างได้รวมถึงการตรวจสอบได้ยาก งานศึกษาการเพาะปลูกพืชทางการเกษตรนั้นจึงนิยมใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเป็นแหล่งมลพิษหลักในการคำนวณรอยเท้าสีเทา เนื่องจากคุณสมบัติการถูกชะล้างได้ง่ายและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้มาก ดังที่ระบุข้างต้น ซึ่งมลพิษแต่ละตัวนั้นก็ยังมีอัตราการชะล้าง (leaching-run off fraction) ที่แตกต่างกันออกไป (ภาพ 2.5)

	Nutrients		Metals	Pesticides
	Nitrogen	Phosphorus		
Minimum leaching-runoff fraction α_{min}	0.01	0.0001	0.4	0.0001
Average leaching-runoff fraction α_{avg}	0.1	0.03	0.7	0.01
Maximum leaching-runoff fraction α_{max}	0.25	0.05	0.9	0.1

ภาพ 2.5 อัตราการชะล้าง (leaching-run off fraction) ของมลพิษแต่ละชนิด (Franke *et al.*, 2013)

2.4 การศึกษารอยเท้าในในประเทศไทย

ประเทศไทยเองก็มีความตื่นตัวในการศึกษา Water Footprint ดังปรากฏผ่านงานวิจัยหลายชิ้น โดยการศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นไปที่พืชพลังงาน พืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ และผลพลอยหรือผลิตภัณฑ์จากพืชเหล่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และปัจจุบันมีการส่งเสริมให้โรงงานและผลิตภัณฑ์ต่างๆ เข้าร่วมโครงการประเมินรอยเท้า เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง เป็นต้น และมีการจัดทำค่าอ้างอิง (Benchmark) หรือ ค่ากลางหรือค่าเฉลี่ยในการวัดและเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ภายใต้โครงการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนด้วย Water footprint ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อการส่งออก นี้แล้ว อาทิ น้ำตาลทรายดิบ และข้าวโพดหวาน (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557)

ตารางที่ 2.1 งานศึกษาทางด้าน Water Footprint ในประเทศไทย

ชื่องานวิจัย	เป้าหมายที่ศึกษา	ผู้วิจัย	ปีที่เผยแพร่
Water Footprint of Bioethanol Production from Cassava in Thailand	ไบโอเอทานอลจากมันสำปะหลัง	Pongpinyopap and Mungcharoen	ค.ศ. 2011
Water Footprint in Rice Flour Industry	แป้งข้าว	รมณีและสัจจกมล	พ.ศ. 2554
The Water Footprint of Sugarcane and Cassava in Northern Thailand	อ้อยและมันสำปะหลัง	Kongboon and Sampattagul	ค.ศ. 2012
Water Footprint of Bioethanol Production from Sugarcane in Thailand	ไบโอเอทานอลจากอ้อย	Kongboon and Sampattagul	ค.ศ. 2012

ตารางที่ 2.1(ต่อ) งานศึกษาทางด้าน Water Footprint ในประเทศไทย

ชื่องานวิจัย	เป้าหมายที่ศึกษา	ผู้วิจัย	ปีที่เผยแพร่
The Water Footprint of Oil Palm Crop in Phetchaburi Province	ปาล์มน้ำมัน	Seewiseng <i>et al.</i>	ค.ศ.2012
Water Footprint Analysis of Oil Palm for Biodiesel Production in Thailand	ปาล์มน้ำมันสำหรับ ไบโอดีเซล	ลักษณะ และ คณะ	พ.ศ.2555
The Water Footprint Assessment of Ethanol Production from Molasses in Kanchanaburi and Supanburi Province of Thailand	Ethanol Production from Molasses	Chooyok <i>et al.</i>	ค.ศ.2013
Water footprint of Maize in Thailand	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	Sukumalchart <i>et al.</i>	ค.ศ.2013
A Review of the Water Footprint of Biofuel Crop Production in Thailand	Biofuel Crop Production	Kaenchan and Gheewala	ค.ศ.2013
Water Footprint of Sugarcane Cultivation in Heavy Metals Contaminated Area, Mae Sot District, Tak Province	การปลูกอ้อย	Sareein	ค.ศ.2014
Water Footprint of Organic Jasmine Rice in Surin Province	ข้าวหอมมะลิอินทรีย์	มานพและคณะ	พ.ศ.2557

ตารางที่ 2.1(ต่อ) งานศึกษาทางด้าน Water Footprint ในประเทศไทย

ชื่องานวิจัย	เป้าหมายที่ศึกษา	ผู้วิจัย	ปีที่เผยแพร่
Water Footprint of Rice Cultivation Using Alternate Wet & Dry Irrigation	การปลูกข้าวแบบนาเปียกสลับแห้ง	ณรงค์ชัยและคณะ	พ.ศ.2557
Water footprint for energy production and supply in Thailand	Energy production and supply	Okadera <i>et al.</i>	ค.ศ.2014
Water Footprint and Impact of Water Consumption for Food, Feed, Fuel Crops Production in Thailand	10 crops (major rice, second rice, mungbean, maize, soybean, cassava, peanut, sugarcane, oil palm, and pineapple)	Gheewala <i>et al.</i>	ค.ศ.2014
Water Footprints of Products of Oil Palm Plantations and Palm Oil Mills in Thailand	ปาล์มน้ำมัน และ น้ำมันปาล์ม	Suttayakulet <i>et al.</i>	ค.ศ.2015
Water Scarcity Footprint of Products from cooperative and Large Rubber Sheet Factories in Southern Thailand	ribbed smoked sheet	Musikavong and Gheewala	ค.ศ.2016

จะเห็นได้ว่างานวิจัย Water Footprint ของประเทศไทยเน้นไปที่พืชพลังงานและพืชที่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศ แต่ในขณะเดียวกันยังมีพืชอีกหลากหลายชนิดที่เป็นพืชเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นที่สามารถสร้างรายได้และมีความสำคัญแก่เศรษฐกิจระดับภูมิภาคที่ยังขาดการวิจัยและการศึกษา ดังเช่น สตรอว์เบอร์รี งานวิจัยที่ศึกษาเพิ่มเติมจะช่วยเพิ่มโอกาสต่อยอดทางการศึกษาขึ้นอื่นๆ จะเพิ่มความรู้ความเข้าใจในพืชนั้นๆ ได้มากขึ้น

3. สตรอว์เบอร์รี (Strawberry)

3.1 สันฐานวิทยาของสตรอว์เบอร์รี

สตรอว์เบอร์รี เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก อายุหลายปี แต่ปกติมักปลูกปีเดียว และปลูกใหม่ในปีถัดไป เป็นพืชในวงศ์ (Family) Rosaceae และอยู่ในสกุล (Genus) *Fragaria* ที่มีรากศัพท์มาจากคำว่า *Fragrance* ที่แปลว่ากลิ่นหอม มีถิ่นกำเนิดในแถบทวีปอเมริกา สายพันธุ์สตรอว์เบอร์รีที่ปลูกเพื่อการค้าในปัจจุบันคือ *Fragaria ananassa* Duch. ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามระหว่าง *F. chiloensis* และ *F. virginiana*

ลำต้น แตกกอเป็นพุ่มเตี้ยทรงพุ่มกว้าง 8-12 นิ้ว สูง 6-8 นิ้ว ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และฤดูปลูก ยอดส่วนที่ติดอยู่ระหว่างรากกับใบเรียกว่าเหง้า (crown) ซึ่งเป็นลำต้นสั้น สูง 1-2 นิ้ว มีลักษณะเป็นข้อหลายข้ออยู่ชิดกันมาก ตามข้อจะมีตาหลายชนิด ส่วนบนของลำต้นประกอบด้วยหูใบ (leaf axil) ส่วนโคนของหูใบจะมีไหล (runner) เจริญออกมา สามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อน (daughter plant) (ภาพ 2.6)

ใบ เป็นแบบกลุ่ม (compound leaves) ประกอบด้วย ใบย่อย 3 ใบ (trifoliate) หรือบางครั้งอาจเป็นแบบ *unequally imparipinnate* ขอบใบหยักแบบ *dentate* ส่วนฐานใบขอบเรียบแบบ *entire* ปากใบอยู่ด้านล่างใบ มีก้านใบยาวแต่ละต้นจะมีใบมากกว่า 10 ใบเจริญสลับกัน แต่ละใบจะมีชีวิตอยู่ยาวนาน 1-3 เดือนปกติจะมีใบใหม่ทดแทนอยู่ตลอดฤดูกาล

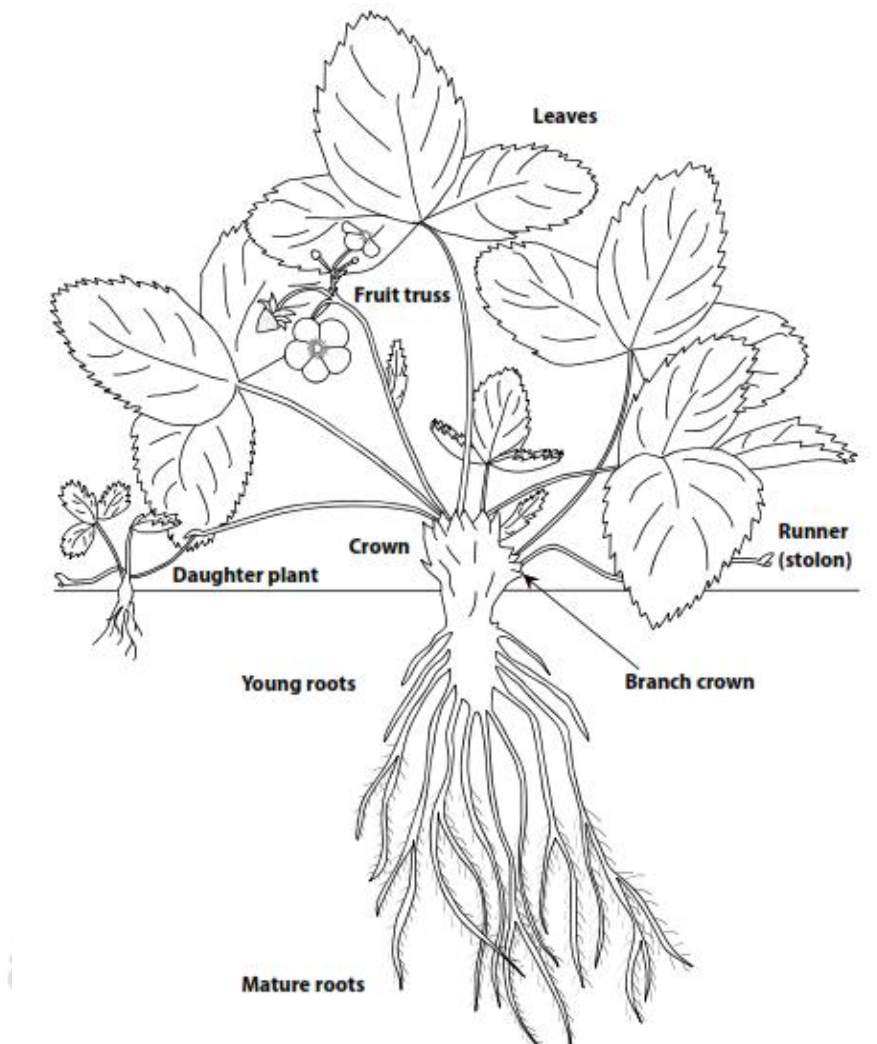
ดอกออกเป็นช่อแบบ *cyme* ประกอบไปด้วย ดอก *primary* 1 ดอก ดอก *secondary* 2 ดอก ดอก *tertiary* 4 ดอก และดอก *quaternary* 8 ดอก มีกลีบสีขาว 5 กลีบ ฐานรองดอกสีเขียว มีรูปร่างกลมหรือกรวย ดอกกลางช่อดอกจะมีขนาดใหญ่และบานออกกว่าดอกที่อยู่ถัดออกมา อับเรณูมีสีเหลืองเข้มและซีดลงเมื่อดอกเริ่มแก่และหมดสภาพเมื่อดอกบาน

ผลเป็นแบบผลกลุ่ม (aggregate fruit) เนื้อผลพัฒนามาจากฐานรองดอก มีเมล็ดติดอยู่ด้านนอก เมล็ดที่เห็นคือผลที่แท้จริง ขนาดและรูปร่างผลขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ผลอ่อนมีสีเขียวในระยะแรก และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีขาวหรือเหลือง เมื่อสุกมีสีส้มหรือแดงเข้ม มีกลิ่นหอม (ภาพ 2.7)

นิยมขยายพันธุ์ด้วยไหล (runner) ซึ่งเจริญจาก *stolon* หรือส่วนที่เจริญจากตาข้างด้านโคนของก้านใบเจริญในแนวราบเหนือดินจำนวนไหลขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความสมบูรณ์ของต้นแม่ แต่ปัจจุบันมีเพาะไหลแบบเลี้ยงเนื้อเชื้อ ช่วยผลิตต้นพันธุ์ปลอดโรคได้เป็นจำนวนมาก (ภาพ 2.8)

ราก จะมีการสร้างรากใหม่ออกมาแทนที่รากเก่าที่ไม่เจริญหรือตายตลอดเวลา โดยรากมีอายุประมาณ 1 ปี ต้นที่สมบูรณ์จะมีราก *primary root* ประมาณ 20 - 30 ราก และมีรากแขนงจำนวนมาก รากมีขนาดเล็ก สีน้ำตาลอ่อน ปลายมีสีขาว ทำหน้าที่ดูดน้ำ และแร่ธาตุ รากส่วนใหญ่จะ

อยู่ลึกในดินชั้นบนใกล้ผิวดิน ในกรณีดินปลูกที่เป็นดินร่วน รากจะอยู่ลึกลงไปประมาณ 12 นิ้วจากผิวดิน แต่รากส่วนใหญ่ประมาณ 95% จะอยู่ที่ความลึกประมาณ 6 นิ้วจากผิวดิน ส่วนในกรณีดินปลูกที่เป็นดินเหนียว รากจะอยู่ลึกแค่ที่ระดับประมาณ 6 นิ้วจากผิวดินเท่านั้น



Copyright © by Chiang Mai University
 ภาพ 2.6 องค์ประกอบต่างๆของต้นสตรอว์เบอร์รี่ (Penn State, 2013)



ภาพ 2.7 ลักษณะผลอ่อนและดอกของต้นสตรอว์เบอร์รี

เนื่องจากสตรอว์เบอร์รีเป็นพืชที่มีระบบรากตื้นอยู่ใกล้ผิวดินจึงต้องระวังในเรื่องการให้น้ำควรรักษาความชื้นในดินอย่างสม่ำเสมอต้นสตรอว์เบอร์รีจะสูญเสียน้ำมากในช่วงแดดจัด อากาศร้อนและมีลมพัดตลอดเวลา ถ้าฝนไม่ตกหรือไม่มีการให้น้ำใน 5 - 7 วัน จะทำให้ต้นถึงจุดเหี่ยวเฉาได้ ถ้าดินมีความชื้นน้อยหรือแห้งจะทำให้สตรอว์เบอร์รีเจริญเติบโตลดลงผลิตไหล ต้นอ่อนและให้ผลผลิตลดลงด้วย แต่ตรงกันข้ามถ้าดินมีความชื้นมากเกินไปจนถึงระดับแฉะ จะทำให้รากเน่าและต้นอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรคและเชื้อราเช่น จากการศึกษาของ Grant *et al.* (2010) พบว่าสตรอว์เบอร์รี June-bearers จำนวน 10 สายพันธุ์ที่ศึกษานั้นมีการตอบสนองต่อการขาดน้ำด้วยการลดจำนวนการเกิดใบใหม่ และขนาดของใบ (ตารางเมตร) ที่เกิดใหม่นั้นก็มีขนาดที่เล็กลง รากมีมวลที่น้อยลง และขนาดของผลสตรอว์เบอร์รีก็เล็กลงด้วย งานศึกษาของ Gine-bordonaba and Terry (2016) ก็ให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน โดยพบว่าในสตรอว์เบอร์รีสายพันธุ์ (253/29) ที่ศึกษานั้น การขาดน้ำส่งผลให้มีขนาดผลที่เล็กลง เป็นต้น การตรวจสอบปริมาณการให้น้ำแต่ละครั้งว่าเพียงพอหรือไม่เกษตรกรมักจะทดสอบจากการหยิบดีนขึ้นมาแล้วคลายมือออก ถ้าดินแตกไม่จับตัวเป็นก้อนก็จำเป็นต้องให้น้ำ ซึ่งปริมาณน้ำที่ให้แก่สตรอว์เบอร์รีจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ทั้งชนิดของดินที่ใช้เพาะปลูก ค่าความเค็มในดิน สภาพภูมิอากาศ และระบบการให้น้ำ เป็นต้น (เบญจมาศ, 2546; ประภา, 2546; ดารณี, 2532; สุรางคณา, 2557; Penn State, 2013)

วิธีการให้น้ำของเกษตรกรผู้ปลูกสตรอว์เบอร์รีในอดีตจะใช้วิธีการให้น้ำรดโดยยกแปลงสูง ปล่อยน้ำข้างตามร่องแล้วใช้ถังตักรด (furrow irrigation) แต่ปัจจุบันเกษตรกรนิยมให้น้ำโดยระบบฉีดพ่นเป็นฝอยหรือการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ (sprinkler irrigation) และระบบให้น้ำแบบหยด (dripping irrigation) ซึ่งมีข้อดีคือควบคุมปริมาณน้ำได้ ทำให้ประหยัดน้ำและลดปัญหาโรคและวัชพืชแต่การติดตั้งระบบใช้ต้นทุนสูง (ภาพ 2.9, 2.10) (นิพนธ์, 2550; คงฤช, 2551; ณรงค์ชัย, 2554)



ภาพ 2.8 ต้นแม่และการผลิตไหลสตรอว์เบอร์รี



ภาพ 2.9 ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ (sprinkler irrigation)



ภาพ 2.10 ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยด (dripping irrigation)

3.2 สายพันธุ์สตรอว์เบอร์รี

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามความแตกต่างกันในการตอบสนองต่ออุณหภูมิ และช่วงแสงของวันในการสร้างตาดอก

1. June-bearers หรือ short-day types เป็นประเภทที่ต้องการอุณหภูมิต่ำ ความยาวของวันสั้นกว่า 10 ชั่วโมง (ระยะช่วงแสงกลางวัน) เพื่อสร้างตาดอก ซึ่งในประเทศไทยปลูกบนที่สูง ได้แก่ พันธุ์ Tioga (พระราชทาน 16), Sequoia (พระราชทาน 20) เป็นต้น

2. Ever-bearers เป็นประเภทที่ต้องการช่วงแสงของวันยาวกว่า 12 ชั่วโมงสำหรับการชักนำให้สร้างตาดอก สายพันธุ์นี้ให้ใหลน้อย แต่จะมีเหง้ามาก ส่วนใหญ่ใช้ปลูกนอกฤดู ได้แก่ พันธุ์ Fort Laramie, Ozark Beauty เป็นต้น

3. Day-neutral เป็นประเภทที่การเจริญของดอกไม่เกี่ยวข้องกับช่วงแสง คือ ออกดอกได้ทั้งสภาพวันสั้นและสภาพวันยาว แต่ถ้าอุณหภูมิสูงจะมีปัญหาเรื่องจำกัดการเจริญของดอกและการผลิตใหลได้น้อย ได้แก่ พันธุ์ Selva, Tribute และ Trista เป็นต้น (นิพนธ์, 2550; กฤษณพงษ์, 2551)

สายพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยในปัจจุบัน (สุรางคณา, 2557 ; สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, 2556) ได้แก่

1. สายพันธุ์พระราชทาน 80 (Prarachatan 80) เป็นสายพันธุ์ในประเภท June-bearers หรือ short-day types เป็นสายพันธุ์ลูกผสมของประเทศไทย โดยมูลนิธิโครงการหลวงและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พัฒนามาจากเมล็ดพันธุ์ลูกผสม เริ่มส่งเสริมให้ปลูกตั้งแต่ พ.ศ. 2550 เหมาะกับรับประทานผลสดผลมีรูปร่างสวย (Berry shape) เป็นสายพันธุ์ที่ต้องการอากาศหนาวเย็นมากกว่าพันธุ์อื่นๆ คือต้องปลูกในพื้นที่สูงตั้งแต่ 800 เมตรขึ้นไป อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 16-20 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า 30 วันเพื่อกระตุ้นการสร้างตาดอกอย่างต่อเนื่องและให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากและยาวนานขึ้นและยังเป็นพันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคแอนแทรกโนส และราแป้งได้ดี ผลโตเนื้อผลสีแดงสด ผิวสีส้มแดงรสชาติหวานความหวานเฉลี่ย 12.85 องศาบริกซ์ กลิ่นหอมเมื่อสุก เนื้อค่อนข้างนุ่มฉ่ำง่าย (ผิวบาง) ไม่เหมาะสำหรับการขนส่งอายุการเก็บเกี่ยวสั้น (ภาพ 2.11)

2. สายพันธุ์ 329 เป็นสายพันธุ์ที่กรมส่งเสริมการเกษตรใช้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกตั้งแต่ พ.ศ. 2542 นำเข้ามาจากประเทศอิสราเอล ที่ชื่อสายพันธุ์ "Yael" เป็นสายพันธุ์ในประเภท Infra short-Day variety คือสามารถสร้างดอกได้เร็วกว่าสายพันธุ์ในประเภท June-bearers หรือ short-day types ผลโต เนื้อแน่น กรอบรสเปรี้ยวอมหวาน เนื้อแข็งสะดวกต่อการขนส่ง อายุการเก็บเกี่ยวยาวนานกว่าพันธุ์อื่นจึงเป็นสายพันธุ์ที่ส่งเสริมให้ปลูกเพื่อนำผลผลิตเข้าแปรรูป



ภาพ 2.11 ลักษณะของผลสตรอว์เบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80

3.3 การให้ปุ๋ยสตรอว์เบอร์รี่

ปุ๋ยมีความสำคัญต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของสตรอว์เบอร์รี่มาก ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่ใส่นั้นขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์สภาพดิน สภาพอากาศ ระยะเวลาปลูกตลอดจนปริมาณน้ำ โดยผลผลิตและคุณภาพของสตรอว์เบอร์รี่นั้นขึ้นอยู่กับธาตุไนโตรเจนซึ่งจำเป็นสำหรับทุกระยะของการเจริญเติบโต โดยพบว่าปริมาณไนโตรเจนในก้านใบสัมพันธ์กับผลผลิต ผลผลิตจะเพิ่มตามการเพิ่มของไนโตรเจนที่ก้านใบ (นิพนธ์, 2550) และจากการศึกษาของ Sonstaby *et al.* (2009) ปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลต่อการติดดอกของสตรอว์เบอร์รี่ โดยระยะเวลาของการใส่ปุ๋ยนั้นส่งผลต่อการติดดอกหรือการติดดอกที่ลดลงด้วย และการขาดปุ๋ยไนโตรเจนส่งผลต่อขนาดพื้นที่ของใบ น้ำหนักใบ และแสดงผลของการขาดไนโตรเจนผ่านทางสีและความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ในใบ โดยมีสูตรและอัตราส่วนแนะนำที่หลากหลายตามแต่การเลือกใช้ของเกษตรกรดังตารางที่ 2.2 (คงกฤษ, 2551; นิพนธ์, 2550; งานพัฒนาและส่งเสริมไม้ผลขนาดเล็ก, มปป) โดยการใส่ปุ๋ยต้องสังเกตสีของใบด้วย ถ้าใบมีสีเขียวเข้มไม่ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การเพิ่มไนโตรเจนควรใส่ระยะที่ดอกเจริญ การใส่ในช่วงเก็บเกี่ยวจะทำให้ผลนุ่ม เน่าเสียง่าย หรือ การใส่มากเกินไปจะทำให้มีใบมาก ดอกร่วง (นิพนธ์, 2550)

ตารางที่ 2.2 สูตรและอัตราส่วนแนะนำของปุ๋ยสำหรับปลูกสตรอว์เบอร์รี

ระยะเวลา	สูตรปุ๋ย	ปริมาณ
ก่อนปลูก (ใส่พร้อมกับการเตรียมแปลง)	10-10-10	90.9 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ
	15-15-15	60.6 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ
	46-0-0	20 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ
	12-24-12	75 - 100 กิโลกรัมต่อไร่
หลังย้ายปลูก 7 วัน	46-0-0	ละลาย 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
หลังย้ายปลูก 15 วัน	46-0-0	ละลาย 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
หลังย้ายปลูก 21 วัน	15-15-15	5 - 10 กรัมต่อต้น
แทงช่อดอกแรก	21-0-0	250 กรัม ต่อพื้นที่ 30 ตารางเมตร
ย้ายปลูกครบ 30 วัน	12-24-12	10- 12 กรัม ต่อต้นหรือ
	13-13-21	10 กรัม ต่อต้น(สัปดาห์ละครั้ง)
ย้ายปลูกครบ 45 วัน (ช่วงติดผล)	13-13-21	10 กรัม ต่อต้น
ย้ายปลูกครบ 60 วัน	12-24-12	25 - 50 กิโลกรัมต่อไร่
ช่วงติดผลจนถึงเก็บเกี่ยวครั้งแรก	12-6-18	10- 12 กรัม ต่อต้น(2 สัปดาห์ต่อครั้ง)
ช่วงระหว่างการเจริญเติบโต	12-6-18	12- 18 กรัมต่อต้น(2 สัปดาห์ต่อครั้ง)

3.4 สถานการณ์การปลูกสตรอว์เบอร์รีของจังหวัดเชียงใหม่

ฤดูกาลปลูกสตรอว์เบอร์รีในจังหวัดเชียงใหม่ จะเริ่มปลูกช่วงเดือนกันยายน – ตุลาคม เกษตรกรจะเริ่มนำต้นไหลที่เพาะไว้ลงแปลงปลูก เมื่อปลูกแล้วประมาณ 1 เดือนสตรอว์เบอร์รีจะเริ่มแทงช่อดอกหรือดอกเริ่มบาน หลังจากนั้นอีก 1 เดือน ผลเริ่มทยอยแก่พร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิต การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปจนถึงสิ้นสุดที่เดือนเมษายน เนื่องจากตาดอกที่เกิดขึ้นในช่วงอากาศอบอุ่นและช่วงกลางวันยาวนาน ตาที่เกิดขึ้นจะพัฒนาไปเป็นตาไหลและสาขาของลำต้นมากกว่า โดยผลผลิตสตรอว์เบอร์รีจะเริ่มออกตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนและออกมากช่วงเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555; สุรางคณา, 2557)

3.4.1 สถานการณ์การผลิตระดับจังหวัดเชียงใหม่

ปีการผลิต พ.ศ. 2555 - 2556 จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ปลูกจำนวน 4,071 ไร่ ในพื้นที่ 7 อำเภอ ได้แก่ สะเมิง แม่แตง แม่แจ่ม แม่ริม จอมทอง และกัลยาณิวัฒนา มีเกษตรกรผู้ปลูก สตรอเบอร์รี่ จำนวน 1,073 รายและได้รับการรับรอง Good Agricultural Practice (GAP) จำนวน 271 แปลงพื้นที่ 595.90 ไร่ ผลผลิตออกสู่ตลาดนับตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2555 - เดือนเมษายน 2556 ประมาณ 11,610 ตัน (ผลผลิตเฉลี่ย 2,800 กิโลกรัมต่อไร่)(กรมส่งเสริมการเกษตร, 2555)

ปีการผลิต พ.ศ. 2556 - 2557 จังหวัดเชียงใหม่มีพื้นที่ปลูกจำนวน 4,931 ไร่ ในพื้นที่ 7 อำเภอ ได้แก่ สะเมิง แม่แตง แม่แจ่ม แม่ริม จอมทอง และกัลยาณิวัฒนา คิดเป็นมูลค่า โดยประมาณ 610 ล้านบาทต่อปี ผลผลิตสตรอว์เบอร์รี่ออกสู่ตลาดในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึง เดือนเมษายน 2557 ประมาณ 8,145 ตัน (ผลผลิตเฉลี่ย 2,400 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งปริมาณผลผลิตน้อยกว่าปีที่ผ่านมาประมาณร้อยละ 32 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

3.4.2 สถานการณ์การผลิตระดับอำเภอสะเมิง

ปีการผลิต พ.ศ.2555 - 2556 อำเภอสะเมิงมีพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ 2,963 ไร่ เกษตรกร 539 ราย แยกพื้นที่ปลูกเป็น 4 ตำบลคือ สะเมิงใต้ แม่สาบ บ่อแก้ว และยั้งเมิน โดยตำบลที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด คือ ตำบลบ่อแก้ว 2,303 ไร่ มีเกษตรกร 419 ราย รองลงมาคือ ตำบลยั้งเมิน 275 ไร่ เกษตรกร 50 ราย ตำบลแม่สาบ 248 ไร่ เกษตรกร 45 ราย และตำบลสะเมิงใต้ 138 ไร่ มีเกษตรกร 25 รายตามลำดับแยกเป็นพันธุ์ 329 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 2,761 ไร่ คิดเป็น 93% ของพื้นที่ทั้งหมด และพันธุ์พระราชทาน 80 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 203 ไร่ คิดเป็น 7% ของพื้นที่ทั้งหมด (ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์, 2555) (ตาราง 2.3)

ปีการผลิต พ.ศ.2556- 2557 อำเภอสะเมิงมีพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ 3,174 ไร่ เกษตรกร 539 ราย มูลค่าโดยประมาณ 573.9 ล้านบาท แยกพื้นที่ปลูกเป็น 4 ตำบล คือ สะเมิงใต้ แม่สาบ บ่อแก้ว และยั้งเมิน โดยตำบลที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดคือ บ่อแก้ว 2,100 ไร่มีเกษตรกร 419 ราย รองลงมาคือ ตำบลยั้งเมิน 350 ไร่ เกษตรกร 50 ราย ตำบลสะเมิงใต้ 276 ไร่มีเกษตรกร 25 ราย และตำบลแม่สาบ 248 ไร่ เกษตรกร 45 ราย ตามลำดับ แยกเป็นพันธุ์ 329 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 2,159 ไร่ คิดเป็น 68% ของพื้นที่ทั้งหมด และพันธุ์พระราชทาน 80 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 1,015 ไร่ คิดเป็น 32% ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, 2557)

ปีการผลิต พ.ศ.2557- 2558 อำเภอสะเมิง มีพื้นที่ปลูกสตรอว์เบอร์รี่ 3,623 ไร่ เกษตรกร 625 ราย มูลค่าโดยประมาณ 597.8 ล้านบาท แยกพื้นที่ปลูกเป็น 4 ตำบล คือ สะเมิงใต้ แม่สาบ บ่อแก้ว และยั้งเมิน โดยตำบลที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดคือ บ่อแก้ว 2,659 ไร่มีเกษตรกร 461 ราย รองลงมาคือ ตำบลยั้งเมิน 381 ไร่ เกษตรกร 99 ราย ตำบลสะเมิงใต้ 295 ไร่มีเกษตรกร 32 ราย และตำบลแม่สาบ 288 ไร่ เกษตรกร 53 ราย ตามลำดับ แยกเป็นพันธุ์ 329 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ

2,427 ไร่ คิดเป็น 67% ของพื้นที่ทั้งหมด และพันธุ์พระราชทาน 80 มีพื้นที่ปลูกโดยประมาณ 1,196 ไร่ คิดเป็น 33% ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, 2558)

ตารางที่ 2.3 สถานการณ์ผลิตสตรอว์เบอร์รีของอำเภอสะเมิง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2554 - 2558

ตำบล	ปีการผลิต พ.ศ.							
	2554 - 2555	2555 - 2556	2556 - 2557	2557 - 2558	2554 - 2555	2555 - 2556	2556 - 2557	2557 - 2558
	จำนวนเกษตรกร (ราย)				พื้นที่ปลูก (ไร่)			
บ่อแก้ว	660	419	419	461	2,200	2,303	2,100	2,659
ยังเมิน	72	50	50	99	178	275	350	381
แม่สาบ	-	45	45	53	-	248	248	288
สะเมิงใต้	22	25	25	32	53	138	276	295
รวม	754	539	539	625	2,431	2,963	3,174	3,623
พันธุ์ 329					-	2,761	2,159	2,427
พันธุ์ 80					-	203	1,015	1,196

3.5 สตรอว์เบอร์รีตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

จาก ตารางที่ 2.3 จะเห็นได้ว่า ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง เป็นตำบลที่มีพื้นที่และเกษตรกรผู้เพาะปลูกสตรอว์เบอร์รีมากที่สุดในจังหวัดเชียงใหม่ สตรอว์เบอร์รีเริ่มเข้ามาในจังหวัดเชียงใหม่ครั้งแรก โดยชาวอังกฤษที่มาสัมปทานค้าไม้ เมื่อปี พ.ศ. 2477 โดยไม่ทราบสายพันธุ์ที่แน่นอน เรียกว่าพันธุ์พื้นเมืองขนาดเล็ก นุ่ม สีสันแห้ง ให้ผลผลิตต่ำ ต่อมาคุณพระช่วง เกษตรกรศิลปการ ได้นำต้นพันธุ์สตรอว์เบอร์รีจากประเทศอังกฤษเข้ามาปลูกที่โรงเรียนเกษตรกรรมแม่โจ้ แต่ก็ยังไม่ได้รับความนิยม เพราะผลผลิตและคุณภาพไม่ดี จึงยังคงไม่เป็นที่แพร่หลาย ต่อมาเมื่อปี พ.ศ. 2512 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ได้ทรงก่อตั้งโครงการหลวง มีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งการปลูกฝิ่นของชาวไทยภูเขาโดยหาพืชอื่นมาให้ปลูกทดแทน โครงการหลวงจึงร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คัดเลือกสายพันธุ์จากต่างประเทศที่ดีกว่าพันธุ์พื้นเมืองมาทดลองปลูกที่สถานีวิจัยดอยปู่ย จำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พระราชทาน 13 (Cambridge favorite) พระราชทาน 16 (Tioga) และพระราชทาน 20 (Sequoia) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมาโครงการหลวงจึงได้ส่งเสริมการปลูกสตรอว์เบอร์รีอย่างจริงจังและจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้และให้ผลตอบแทนค่อนข้างดีแก่เกษตรกรและได้นำสายพันธุ์ต่างๆจากต่างประเทศเข้ามาพัฒนาสายพันธุ์

และส่งเสริมการปลูกเรือขมา เช่น พันธุ์พระราชทาน 50, พระราชทาน 70 (Toyonoka) พระราชทาน 72 (Tochiotome) เป็นต้น สตรอว์เบอร์รีเริ่มเข้ามายังตำบลบ่อแก้วเมื่อปี พ.ศ.2532 โดยนำพันธุ์สตรอว์เบอร์รีมาจากบ้านแม่แจ่ม อำเภอมะแม่ม เพื่อทดลองปลูกเพราะสภาพภูมิประเทศคล้ายคลึงกัน จนกระทั่งได้รับความนิยมแพร่หลายกลายเป็นพืชเศรษฐกิจของตำบลยังเช่นปัจจุบัน (กฤษณพงษ์, 2551; เบญจมาศ, 2546; ณรงค์ชัย, 2554; ประภา, 2546)

4.ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

4.1.ลักษณะทางภูมิศาสตร์และข้อมูลพื้นฐาน

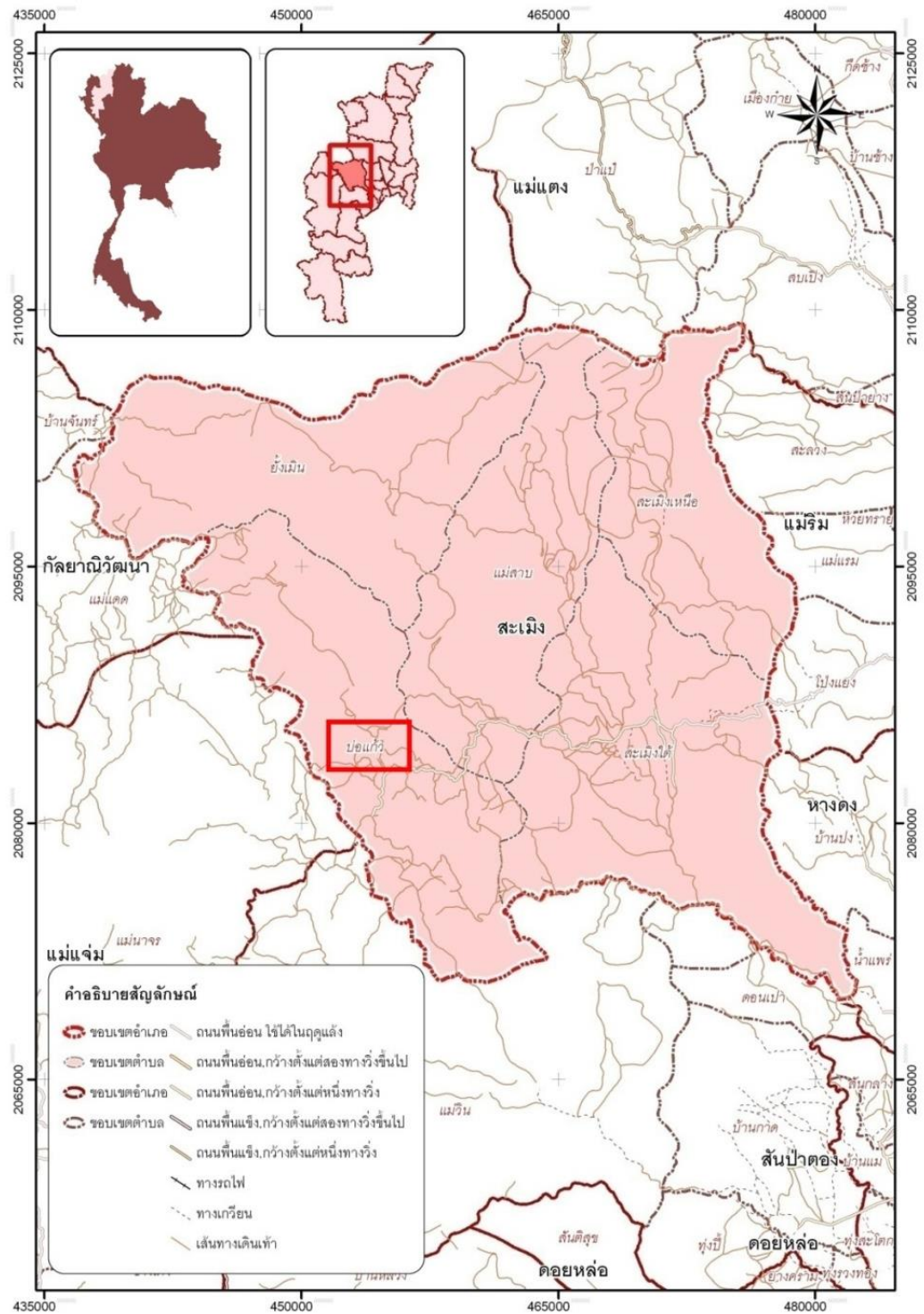
ตำบลบ่อแก้ว ตั้งอยู่ในเขตอำเภอสะเมิงของจังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่มีความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 900 - 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา สูงสลับซับซ้อน ประกอบไปด้วยป่าเต็งรังและป่าสนเขา และมีที่ราบตามเชิงเขาและหุบเขา ตอนกลางตำบลลักษณะตำบลมีรูปร่างค่อนข้างยาวรี วางตัวในแนวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีภูเขาสำคัญ คือ ขุนห้วยพระเจ้า คอยปางมะโอ คอยเด่น คอยขุนแม่เอาะ เป็นต้น เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำขาน มีลำน้ำสายสำคัญได้แก่ ลำน้ำแม่บ่อแก้ว ลำน้ำแม่อมแดง ไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ เป็นต้น (กรมทรัพยากรธรณี, 2556) ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด $18^{\circ}43' - 18^{\circ}58' N$ และลองจิจูด $98^{\circ}27' - 98^{\circ}40' E$ (ซัพพงค์, 2552)อยู่ห่างจากตัวอำเภอสะเมิงไปทางทิศตะวันตกเป็นระยะทางประมาณ 32 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากจังหวัดเชียงใหม่เป็นระยะทางประมาณ 72 กิโลเมตร (ภาพ 2.12) มีเนื้อที่ทั้งหมด 186 ตารางกิโลเมตรหรือ 116,250 ไร่พื้นที่ส่วนใหญ่เกือบร้อยละ 85 เป็นพื้นที่ป่าไม้ (องค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้ว, 2559) มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับ	ตำบลยังเมิน(อำเภอสะเมิง) และตำบลแม่นาจร (อำเภอมะแม่ม)
ทิศใต้	ติดกับ	ตำบลแม่วัน (อำเภอมะแม่ม)
ทิศตะวันออก	ติดกับ	ตำบลสะเมิงใต้และตำบลแม่สาบ (อำเภอสะเมิง)
ทิศตะวันตก	ติดกับ	ตำบลแม่นาจร (อำเภอมะแม่ม) และตำบลแม่แดด (อำเภอกัลยาณิวัฒนา)

มีหมู่บ้านในความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) บ่อแก้วทั้งสิ้น 10 หมู่บ้านประกอบด้วย หมู่ที่ 1 บ้านป่าเกี๊ยะนอก หมู่ที่ 2 บ้านแม่โต๋ หมู่ที่ 3 บ้านแม่จะปู้ หมู่ที่ 4 บ้านแม่ย่างห้า หมู่ที่ 5 บ้านบ่อแก้ว หมู่ที่ 6 บ้านห้วยน้ำจาง หมู่ที่ 7 บ้านห้วยเต่า หมู่ที่ 8 บ้านป่าเกี๊ยะใน หมู่ที่ 9 บ้านเด่นฮ่อม และหมู่ที่ 10 บ้านหนองศรีฐาน มีจำนวนประชากรทั้งหมด 7,848 คน เป็นชาย 4,023 คน หญิง 3,825 คน (ตารางที่ 2.4) (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2558) ประชากรทั้งหมดเป็นชนเผ่าปกากะญอ ร้อยละ 65 ชนเผ่าม้ง ร้อยละ 20 และคนเมืองร้อยละ 15 (พัชรวิภา, 2554) (ตาราง 2.4)

ตารางที่ 2.4 จำนวนประชากรตามทะเบียนบ้านของตำบลบ่อแก้ว (สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง, 2558)

หมู่ที่	ชื่อหมู่บ้าน	จำนวนครัวเรือน	ชาย	หญิง	รวม
1	ป่าเกี๊ยะนอก	325	567	548	1115
2	แม่โต๋	134	328	286	614
3	แม่จะปู้	249	597	512	1109
4	แม่ย่างห้า	245	406	394	800
5	บ่อแก้ว	445	541	537	1078
6	ห้วยน้ำจาง	99	291	295	586
7	ห้วยเต่า	95	146	155	301
8	ป่าเกี๊ยะใน	197	668	637	1305
9	เด่นฮ่อม	114	242	238	480
10	หนองศรีฐาน	106	237	223	460



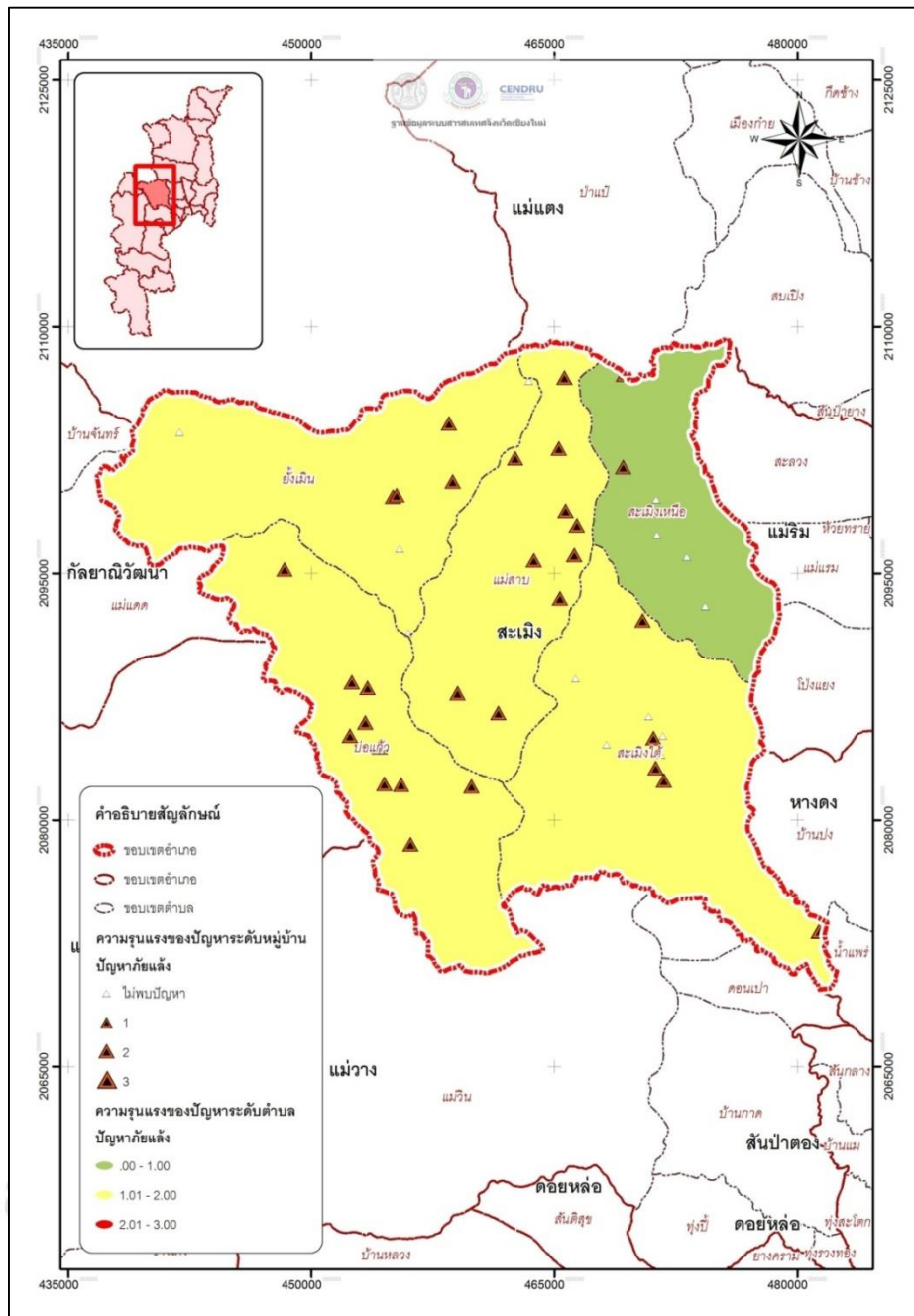
ภาพ 2.12 แผนที่แสดงที่ตั้งของตำบลบ่อแก้ว และเขตปกครองรายตำบลของอำเภอสะเมิง (ที่มา : ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศจังหวัดเชียงใหม่ <http://gis.chiangmai.go.th/index.php>)

4.2 ความรุนแรงของปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำที่พบในอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ (ระบบสารสนเทศฐานข้อมูล จังหวัดเชียงใหม่,2557)

ด้วยสภาพภูมิประเทศที่เป็นพื้นที่ป่าไม้และภูเขาสูง หมู่บ้านต่างๆในแต่ละตำบลของอำเภอสะเมิงซึ่งรวมไปถึงตำบลบ่อแก้ว จึงมักตั้งอยู่ในเขตหุบเขาหรือที่ลาดเชิงเขา แต่ด้วยสภาพพื้นที่ป่าที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจำนวนมาก ในฤดูฝนที่ฝนตกหนักของทุกปี จะมีน้ำป่าไหลหลากจากภูเขาสูงลงสู่ลำน้ำสายหลัก ด้วยความลาดชันของพื้นที่ส่งผลให้น้ำไหลแรงและเร็ว ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำท่วม น้ำหลากจับปล้นและดินโคลนสไลด์เข้าหมู่บ้านและพื้นที่เพาะปลูก โดยทั้ง 10 หมู่บ้านของตำบลบ่อแก้วนั้นอยู่ในรายชื่อหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มของจังหวัดเชียงใหม่และพบร่องรอยดินถล่มกว่า 33 จุดในพื้นที่ (กรมทรัพยากรธรณี, 2556) ส่วนในฤดูแล้งก็เกิดปัญหาแย่งชิงน้ำเพื่อส่งเข้าไปยังพื้นที่เกษตร แต่ด้วยเพราะสภาพลำน้ำในแต่ละสายของหมู่บ้านมักเป็นลำน้ำสายย่อยขนาดเล็ก เมื่อถูกพื้นที่ต้นน้ำต่อท่อสูบน้ำเข้าไร่นาจำนวนมาก ชาวบ้านที่มีพื้นที่เกษตรอยู่ปลายลำน้ำจึงเดือดร้อน อีกทั้งหลายๆหมู่บ้าน ยังไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำจำพวกอ่างหรือสระเก็บน้ำในชุมชน น้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคส่วนใหญ่ก็เป็นระบบประปาภูเขา ปริมาณน้ำอยู่กับลำน้ำต้นสาย จึงก่อให้เกิดปัญหาแย่งชิงน้ำกันดังแสดงความรุนแรงของปัญหาน้ำในตารางที่ 2.5 และภาพ 2.13 จะเห็นระดับความรุนแรงของ 9 จาก 10 หมู่บ้านของตำบลบ่อแก้วที่ประสบปัญหาภัยแล้ง โดยอยู่ในระดับความรุนแรงของปัญหาที่ระดับปานกลาง

ตารางที่ 2.5 ระดับความรุนแรงของปัญหาน้ำของอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

อำเภอ	สัดส่วนพื้นที่ประสบปัญหา					
	ปัญหา น้ำประปา	ขาดแคลน น้ำในฤดูแล้ง	แหล่งน้ำต้น เงิน/ชำรุด	ป่าต้นน้ำ ถูกทำลาย	ปัญหาน้ำ ท่วม/หลาก	ปัญหา จัดการน้ำ
สะเมิง	31.1%	64.4%	20.0%	6.7%	8.9%	4.4%



ภาพ 2.13 แผนที่แสดงระดับความรุนแรงของปัญหาภัยแล้งของอำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
(ที่มา : ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศจังหวัดเชียงใหม่ <http://gis.chiangmai.go.th/index.php>)

มีการกำหนดระดับความรุนแรงของปัญหาไว้ 3 ระดับ คือให้เป็นช่วงคะแนนดังนี้

0.00 -1.00 คะแนน หมายถึง ระดับความรุนแรงของปัญหาน้อย

1.01 -2.00 คะแนน หมายถึง ระดับความรุนแรงของปัญหปานกลาง

2.01 -3.00 คะแนน หมายถึง ระดับความรุนแรงของปัญหามาก

4.3 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะการใช้ที่ดิน(ภาพ 2.15) แหล่งน้ำ (ภาพ 2.14) และข้อมูลประชากรในแต่ละหมู่บ้านของตำบลบ่อแก้ว ที่มีความสำคัญต่อการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภคในแต่ละพื้นที่ (ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศจังหวัดเชียงใหม่, 2557; ชัชพงศ์, 2552; สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, 2558) มีรายละเอียดแต่ละหมู่บ้าน (ภาพ 2.16) ดังนี้

4.3.1 ป่าเกี๊ยะนอก

ตั้งอยู่ตามสันดอนเป็นหย่อมๆ เชิงเขา ประกอบด้วย 5 หย่อมบ้าน ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ

4.3.1.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	1080	ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	1255	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ	150	ไร่
พื้นที่ป่า	6300	ไร่

4.3.1.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยต้นฝิ่ง ความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ ห้วยข้าวลิบความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค ห้วยหกความยาวประมาณ 1,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

4.3.1.3 แหล่งน้ำประเภทยานิ่ง

ได้แก่ หนองฝรั่งความจุ 200,000 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำช่วงธ.ค.- ม.ค. การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ ประมง อุปโภคบริโภค

4.3.1.4 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 2 แห่งแหล่งน้ำมาทำน้ำ ประปา คือ ห้วยต้นฝิ่ง (จะหยุดจ่ายช่วงน้ำนำไปใช้ในการเกษตร)

4.3.1.5 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ค. - ธ.ค.
เลี้ยงสัตว์	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน เม.ย.- มิ.ย.
น้ำอุปโภคบริโภค	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ก.พ. - มิ.ย.

4.3.2. แม่ต๋ำ

ตั้งอยู่ในหุบเขา มีภูเขาสูงและป่าอนุรักษ์ล้อมรอบ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ

4.3.2.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	650	ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	3800	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	50	ไร่
พื้นที่ป่า	9,967	ไร่

4.3.2.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้าน ได้แก่ ลำห้วยแม่โตความยาวประมาณ 10,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ ลำห้วยแม่ลาเอกความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก

4.3.2.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 5 แห่งมีฝ่ายต่างๆ ได้แก่ ฝ่ายน้ำล้นแม่โตใน, ฝ่ายน้ำล้นแม่บ่อแล้ว, ฝ่ายน้ำล้นขุนใต้

4.3.2.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ค.- เม.ย.
เลี้ยงสัตว์	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ย.- เม.ย.
อุปโภคบริโภค	ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ธ.ค. - พ.ค.

4.3.3. แม่ชะปู้

ตั้งอยู่ที่ระดับความสูง 980-1,600 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งอยู่ในหุบเขา มีคอกใหญ่ล้อมรอบอาทิ คอกม่อนยะ, คอกผาตาย, คอกโกหวาซุชา เป็นต้นประกอบด้วย 7 หย่อมบ้านคือ แม่ชะปู้เหนือ, แม่ชะปู้หลวง, แม่ชะปู้เปียง, แม่ชะปู้ใน, ห้วยยาว, ไหล่โค้ง และแกวะเล่อไม้กะล๊ะ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกากะญอ

4.3.3.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	250	ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	2100	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	120	ไร่
พื้นที่ป่า	15,720	ไร่

4.3.3.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้าน ได้แก่ แก่งปู่โก๊ะความยาวประมาณ 15,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

ทึบลาโก๊ะ ความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์

มะเกาะโก๊ะความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

แก่งแนเคลือโก๊ะ ความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

4.3.3.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 10 แห่งมีฝ่ายต่างๆ ได้แก่ ฝ่ายดั้งเดิม (ฝ่ายชลประทานกันห้วยน้ำจาง) เป็นต้น

4.3.3.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค. - พ.ค.
เลี้ยงสัตว์ เพียงพอ
น้ำกิน น้ำใช้ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค. - พ.ค.

4.3.4. แม่ยางห้า

พื้นที่เป็นลอนลูกคลื่นและเนินเขา ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขา
เผ่าปกาเกอะญอ

4.3.4.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	420 ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	900 ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	100 ไร่
พื้นที่ป่า	12,874 ไร่

4.3.4.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่าน
หมู่บ้าน ได้แก่ น้ำห้วยฟานความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์
อุปโภคบริโภค

น้ำห้วยปากกล้วย ความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

น้ำห้วยปูความยาวประมาณ 2,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

น้ำห้วยอีกาง ความยาวประมาณ 3,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

4.3.4.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 1 แห่งแหล่งน้ำมาทำน้ำประปา คือ
น้ำห้วยฟาน มีฝ่ายต่างๆ ได้แก่ ฝ่ายห้วยฟาน, ฝ่ายห้วยปากกล้วย, ฝ่ายห้วยแม่ยางห้า

4.3.4.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ก.พ. - พ.ค.
เลี้ยงสัตว์ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน เม.ย. - พ.ย.
น้ำกิน น้ำใช้ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ก.พ. - พ.ค.

4.3.5. บ่อแก้ว

สภาพพื้นที่เป็นลอนลูกคลื่น มีภูเขาและป่าไม้ล้อมรอบ ประชากรเดิมเป็น
ชาวไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ และชาวลัวะ ต่อมาเมื่อมีการเปิดสัมปทานเหมืองแร่ดีบุกและซีไลต์ทำ

ให้ประชากรจากหลากหลายพื้นที่อพยพเข้ามาอยู่ในหมู่บ้านทั้ง ชาวไทยภาคกลาง ภาคอีสานและชาว
ไทยเชื้อสายจีน มี 7 หย่อมบ้าน คือ สันป่าตู่, ศรีขุนออก, บ้านหลังวัด, บ้านตลาดบ่อแก้ว, ข้างวัดสันใหม่
, บ้านรพช. และบ้านใหม่สนามกีฬา

4.3.5.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	600	ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	554	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	400	ไร่
พื้นที่ป่า	7610	ไร่

4.3.5.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่าน
หมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยบ่อแก้วความยาวประมาณ 15,000 เมตร การใช้ประโยชน์เพาะปลูก
ห้วยน้ำใสความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์ อดสาหกรรมในครัวเรือน
ห้วยสูง ความยาวประมาณ 4,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก
ห้วยหลังวัด ความยาวประมาณ 4,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก

4.3.5.3 แหล่งน้ำประเภตนํ้านิ่ง

เป็นสระขุดทั้งที่เหลืจากการทำเหมืองแร่ และขุดเพื่อกักเก็บน้ำโดยเฉพาะ
ได้แก่หนองกัจจา, หนองสมบุรณ์, หนองปู่จุก, หนองปู่หู้, หนองสุคำ, หนองบ่อแก้ว(ภาพ 1.15)

4.3.5.4 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 5 แห่งค่าบริการลูกบาศก์เมตรละ 3
บาท จะหยุดจ่ายช่วง กลางเดือน ก.พ.-พ.ค.

4.3.5.5 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค.- มิ.ย.

อุปโภคบริโภค ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค.- มิ.ย.

4.3.6. ห้วยน้ำจาง

ลักษณะหมู่บ้านตั้งอยู่บนยอดคดอยสูง มีป่าไม้เป็นป่าต้นน้ำ โดยตั้งอยู่บนจุด
สามเหลี่ยมเขตติดต่อระหว่าง 3 อำเภอ คือทิสเหนือติดกับอำเภอแม่แจ่ม และทิศตะวันตกติดกับอำเภอ
แม่วาง ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง ในอดีตเคยเป็นพื้นที่ปลูกฝิ่น และมีปัญหาการบุก
รุกพื้นที่ป่าต้นน้ำเพื่อปลูกกะหล่ำปลี

4.3.6.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย	200	ไร่
พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	1400	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เขื่อน	100	ไร่

พื้นที่ป่า

11,611 ไร่

4.3.6.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้านได้แก่ ขุนห้วยม่อนยะความยาวประมาณ 20,000 เมตร การใช้ประโยชน์เพาะปลูก ห้วยแม่จะปู ความยาวประมาณ 30,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก อุปโภคบริโภค

4.3.6.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 2 แห่ง

4.3.6.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เนื่องจากหมู่บ้านตั้งอยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เมื่อเวลาฝนตกทำให้น้ำ

ไหลเร็วกัดเซาะถนนและดินในหมู่บ้าน

เลี้ยงสัตว์ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ก.พ. - มิ.ย.

อุปโภคบริโภค ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ก.พ. - มิ.ย.

4.3.7. ห้วยเต่า

เป็นหมู่บ้านที่อยู่เหนือสุดของตำบลบ่อแก้ว ตั้งอยู่ในบริเวณหุบเขาและดินเขา มีลำน้ำไหลผ่าน ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกากะญอ

4.3.7.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย 300 ไร่

พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน) 245 ไร่

พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เหมือง 70 ไร่

พื้นที่ป่า 8080 ไร่

4.3.7.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้านได้แก่ ลำห้วยเต่า การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก

ลำห้วยแม่อมแดง การใช้ประโยชน์ เลี้ยงสัตว์

ลำห้วยเต่าน้อย การใช้ประโยชน์ อุปโภคบริโภค

ลำห้วยนกกก การใช้ประโยชน์ อุปโภคบริโภค

4.3.7.3 แหล่งน้ำประปานั้นได้แก่ ห้วยบวกลอง ความจุ 2,000

ลูกบาศก์เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

4.3.7.4 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 2 แห่งแหล่งน้ำมาทำน้ำประปา คือ ขุนต้นน้ำ (จะหยุดจ่ายช่วง เข้า-เย็น ที่แก่งกักน้ำไม่เพียงพอ)

4.3.7.5 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ย. - พ.ค.

เลี้ยงสัตว์ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ย. - พ.ค.

อุปโภคบริโภค

ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. - พ.ค.

4.3.8. ป่าเกียะโน

พื้นที่เป็นลอนลูกคลื่นและเนินเขา ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขา
เผ่าปกาเกอะญอ

4.3.8.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย 200 ไร่

พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน) 285 ไร่

พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เหมือง 50 ไร่

พื้นที่ป่า 9407 ไร่

4.3.8.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่าน
หมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยหินห้วยช้าง ความยาวประมาณ 1,000 เมตร การใช้ประโยชน์ อุปโภคบริโภค
ห้วยปากกล้วย ความยาวประมาณ 4,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก อุปโภคบริโภค

4.3.8.3 แหล่งน้ำประเภทน้ำนิ่งมีบ่อน้ำบาดาลประจำหมู่บ้าน ความลึก
ประมาณ 250 เมตร

4.3.8.4 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 1 แห่ง แหล่งน้ำมาทำ
น้ำประปา คือ ห้วยปากกล้วยค่าบริการลูกบาศก์เมตรละ 5 บาท/เดือน (จะหยุดจ่ายช่วง 9.00 - 16.00 และ
ช่วงน้ำไม่พอ)

4.3.8.5 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน
ปัญหาคุณภาพน้ำปนเปื้อนสารเคมีจากพื้นที่เกษตร อยากให้ห้วยน้ำประปา
หรือห้วยน้ำใช้อยู่เหนือกว่าพื้นที่การเกษตร

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. - พ.ค.

เลี้ยงสัตว์ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. - พ.ค.

อุปโภคบริโภค ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. - พ.ค.

โรงเรียน ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. - พ.ค.

4.3.9. เค้นฮ่อม

พื้นที่ตั้งอยู่บริเวณเชิงเขา มีภูเขาสูงล้อมรอบ ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาว
ไทยภูเขาเผ่าปกาเกอะญอ

4.3.9.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย 170 ไร่

พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน)	418	ไร่
พื้นที่หนองน้ำ อ่างเก็บน้ำ เหมือง	70	ไร่
พื้นที่ป่า	12,196	ไร่

4.3.9.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยแม่น้ำเปอะ ความยาวประมาณ 15,000 เมตร การใช้ประโยชน์เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

ห้วยสูง ความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์

ห้วยแม่ยางห้าความยาวประมาณ 5,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์ อุปโภคบริโภค

ห้วยน้ำเขียวความยาวประมาณ 1,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก เลี้ยงสัตว์

4.3.9.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 2 แห่ง

แหล่งน้ำมาทำน้ำประปา คือ ขุนห้วยแม่น้ำเปอะค่าบริการลูกบาศก์เมตรละ 0.25 บาท (จะหยุดจ่ายช่วง ตอนกลางวัน น้ำไม่พอ) มีฝ่ายต่างๆ ได้แก่ ฝ่ายสิงห์แก้ว, ฝ่ายเต๊ะ, ฝ่ายหมู่เหล่า, ฝ่ายจำลอง, ฝ่ายเก๊ะ, ฝ่ายชิโพ, ฝ่ายสุดี และฝ่ายนายจิ กั้นน้ำแม่น้ำเปอะ

4.3.9.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

เพาะปลูก ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน พ.ย.-พ.ค.

เลี้ยงสัตว์ ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค. - เม.ย.

อุปโภคบริโภค ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค. - พ.ค.

4.3.10. หนองศรีชุมใน

ตั้งอยู่ในพื้นที่หุบเขา ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าปกากะญอ

4.3.10.1 รูปแบบการใช้ที่ดิน : ประกอบด้วย

ที่อยู่อาศัย 220 ไร่

พื้นที่เพาะปลูก (ไร่ นา สวน) 636 ไร่

พื้นที่ป่า 5,735 ไร่

พื้นที่อื่นๆ 100 ไร่

4.3.10.2 แหล่งน้ำประเภทน้ำไหล เช่น แม่น้ำ ลำธาร ห้วย คลอง ที่ไหลผ่านหมู่บ้าน ได้แก่ ห้วยซัซซุข ความยาวประมาณ 4,000 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก

ห้วยชินโกะความยาวประมาณ 3,500 เมตร การใช้ประโยชน์ เพาะปลูก

ห้วยเซ่ซออย่างความยาวประมาณ 500 เมตร การใช้ประโยชน์ อุปโภคบริโภค

ห้วยคอยพระเจ้าความยาวประมาณ 1,000 เมตร การใช้ประโยชน์ อุปโภคบริโภค

4.3.9.3 ประปาหมู่บ้านในหมู่บ้านมี 1 แห่งแหล่งน้ำมาทำน้ำประปา คือ
ห้วยคอยพระเจ้าจะหยุดจ่ายช่วง ตอนกลางวัน น้ำไม่พอ

4.3.9.4 ข้อมูลความต้องการใช้น้ำของหมู่บ้าน

มีปัญหา น้ำท่วม เนื่องจากพื้นที่ตั้งหมู่บ้านอยู่ในหุบ เวลาฝนตกหนักน้ำจาก
คอยสูงจึงไหลหลากท่วมพื้นที่เกษตรกรรม

เพาะปลูก

ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน มี.ค. -มิ.ย.

น้ำกิน น้ำใช้

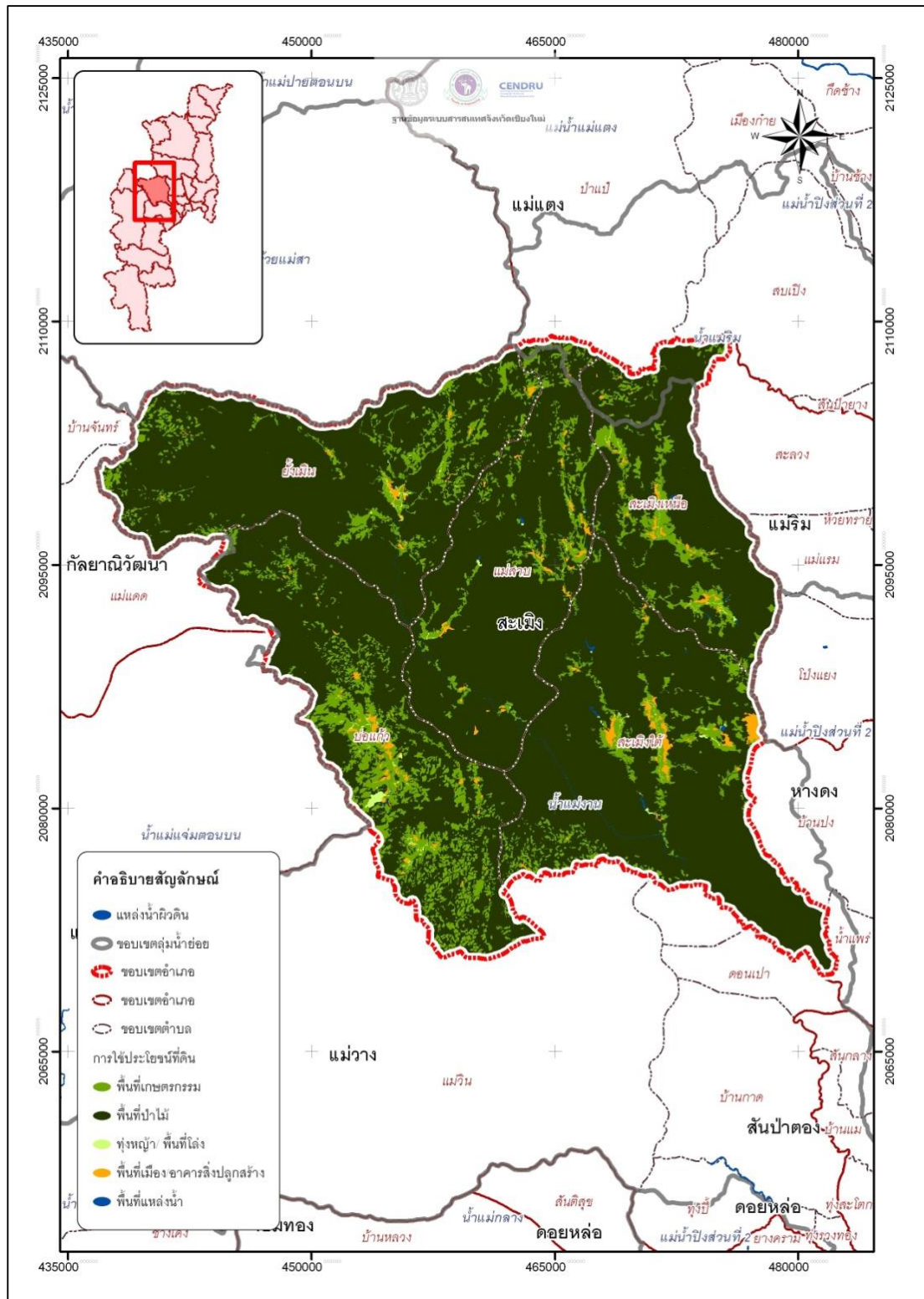
ไม่เพียงพอ ในช่วงเดือน ม.ค. -มิ.ค.



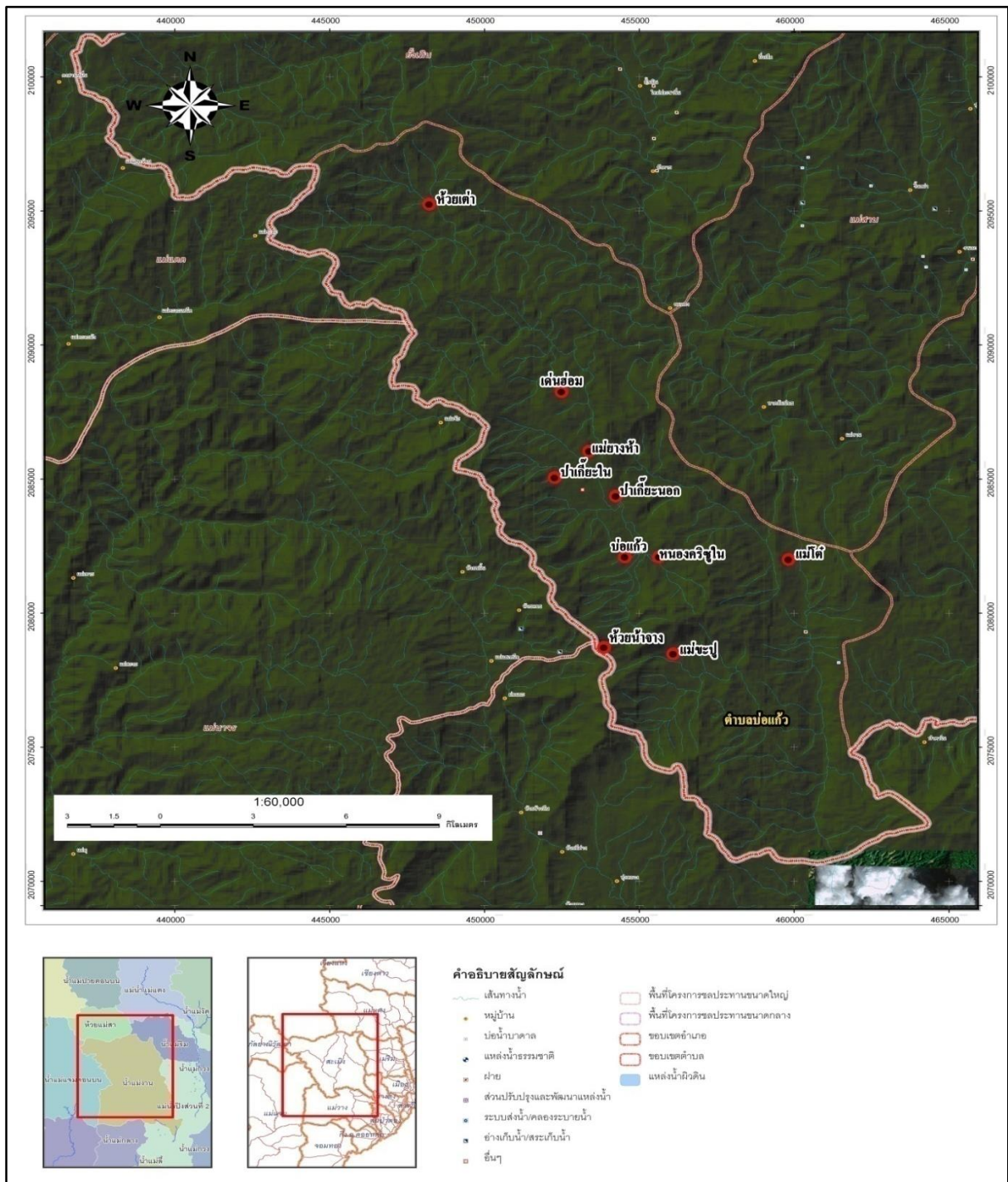
ภาพ 2.14 ลักษณะลำน้ำและการต่อท่อสูบน้ำไปใช้ประโยชน์ภายในหมู่บ้านบ่อแก้ว ตำบลบ่อแก้ว



ภาพ 2.15 อ่างเก็บน้ำเพื่อการเกษตรภายในหมู่บ้านบ่อแก้ว ตำบลบ่อแก้ว



ภาพ 2.16 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของอำเภอสะเมิง (ที่มา : ระบบฐานข้อมูลสารสนเทศ
จังหวัดเชียงใหม่ <http://gis.chiangmai.go.th/index.php>)



ภาพ 2.17 แผนที่แสดงที่ตั้งหมู่บ้านแต่ละแห่งของตำบลบ่อแก้ว (ที่มา : ระบบฐานข้อมูล
สารสนเทศจังหวัดเชียงใหม่ <http://gis.chiangmai.go.th/index.php>)

4.4 ชุดดินของตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

สืบเนื่องจากประชากรในพื้นที่ตำบลบ่อแก้วมี อาชีพหลักคือเพาะปลูก อาชีพรองคือเลี้ยงสัตว์, รับจ้าง และค้าขาย ดังนั้นการใช้ประโยชน์ที่ดินในตำบลบ่อแก้ว พื้นที่ร้อยละ 50 จึงเป็นพื้นที่ป่าไม้ แต่มีการปลูกพืชไร่แทรกสลับกระจายตัวอยู่ และ บริเวณตอนกลางของตำบลเป็นที่อยู่อาศัยและปลูกพืชสวน และนาข้าว(กรมทรัพยากรธรณี, 2556) ลักษณะของดินในบริเวณนี้ พบว่าเป็นดินกลุ่ม ปากช่อง (Pc-c) และกลุ่ม Grumusols(Ac) ซึ่งมีลักษณะเป็นดินเหนียว (สำนักสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน,2554, 2557)

4.4.1 ดินปากช่อง (Pc)

วัสดุต้นกำเนิด:เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือ เศษหินเชิงเขาของหินดินดานที่แทรกกับหินปูนในสภาพภูมิประเทศแบบคาสต์ เกิดตามที่ราบหรือไหล่เขาได้

ลักษณะสมบัติของดิน:เป็นดินสีกรมดำ ดินบนเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแป้ง สีน้ำตาลปนแดงเข้ม ดินล่างเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลปนแดงเข้ม สีแดง อาจจะมีพบก้อนเหล็กและแมงกานีสสะสมในดินล่างเป็นกลุ่มดินที่มีการปลูกพืชไร่และทำสวนผลไม้กันมาก

ความอุดมสมบูรณ์:ค่อนข้างต่ำ เสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในฤดูเพาะปลูก

ความชื้นผ่านของน้ำ:ปานกลาง

ความไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน:ปานกลาง

4.4.2 Grumusols (Ac)

วัสดุต้นกำเนิด:เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง เช่น หินปูน, มาร์ล, บะซอลต์

ลักษณะสมบัติของดิน:ดินเป็นดินเหนียว มีองค์ประกอบเป็นแร่ดินเหนียวประเภท 2:1 ซึ่งมีความสามารถในการยึด-หดตัวได้มาก ดินจะขยายตัวเมื่อเปียก (swelling) และหดตัวเมื่อแห้ง (shrinkage) ทำให้มีลักษณะของรอยไถล (slickenside) เกิดขึ้นในดิน

ความอุดมสมบูรณ์:มีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่มีสมบัติทางกายภาพที่เป็นอุปสรรคต่อการไถพรวน ดินนี้ในบริเวณที่ต่ำจะมีการระบายน้ำเร็ว ส่วนใหญ่ใช้ปลูกข้าว แต่ถ้าอยู่ในที่สูง เช่นในบริเวณใกล้เชิงเขาหินปูนมักจะมีการระบายน้ำดี ใช้ปลูกพืชไร่