

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับโรคมาลาเรีย

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคมาลาเรีย

โรคมาลาเรียเป็นโรคติดเชื้อที่เกิดจากเชื้อปรสิต (Parasite) พวก Plasmodium โดยมียุงก้นปล่อง (Anopheles) เป็นยุงพาหะ เป็นโรคติดเชื้อในเขตร้อนมีขอบเขตการแพร่กระจายของโรคอย่างกว้างขวางระหว่างเส้นรุ้งที่ 64° เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 32° ใต้ และครอบคลุมพื้นที่ซึ่งอยู่ต่ำกว่าน้ำทะเลถึง 400 เมตร จนถึงพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลถึง 2,600 เมตร ปัจจุบันมีประชากรถึง 2,600 ล้านคนใน 100 กว่าประเทศที่ตั้งอยู่ในบริเวณดังกล่าวมีโอกาสเป็นมาลาเรียได้ (ศรชัย หล่ออารีย์สุวรรณ, ดนัย บุนนาค และตระหนักจิตร หะริณสุต. 2533) เชื้อมาลาเรียที่พบในคนทั้ง 4 ชนิด ซึ่งจะพบ *P. Falciparum* และ *P. Vivax* บ่อยที่สุด *P. Falciparum* พบได้มากที่สุดในประเทศแถบแอฟริกา ไฮติ ปาปัวนิวกินี และบางส่วนของประเทศในแถบเอเชีย ส่วน *P. Vivax* พบบ่อยในแถบละตินอเมริกา ตุรกี จีน และอินเดีย ตอนกลาง สำหรับ *P. Ovale* และ *P. Malariae* พบได้ไม่บ่อยเท่าสองชนิดแรก *P. Malariae* พบได้ทั่วไปแต่พบมากในทวีปแอฟริกาเป็นส่วนใหญ่ (วิฑูรย์ ไวยนันท์ และพีรพรธณ ต้นอารีย์. 2535) สำหรับในประเทศไทยนั้น พบ *P. Falciparum* และ *P. Vivax* ได้บ่อยกว่าชนิดอื่น เช่นเดียวกับสถานการณ์ในประเทศอื่น ๆ ถึงแม้ว่าโรคมาลาเรียเป็นโรคที่ทำลายชีวิตผู้คนได้ แต่โรคนี้สามารถรักษาให้หายได้ถ้ามีการวินิจฉัยโรคและความพร้อมในการรักษา อีกทั้งเป็นโรคที่สามารถป้องกันได้ด้วยตนเอง

การเป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย

ยุงก้นปล่องที่เป็นพาหะนำเชื้อโรคใช้มาลาเรียในประเทศไทยเป็นยุงที่มีการยืย่นจากการตรวจพบ Sporozoita ในต่อมน้ำลายยุงที่จับได้ในพื้นที่ ซึ่งการสำรวจยุงก้นปล่องประมาณ 68 ชนิด ปรากฏว่ามี 6 ชนิดที่สามารถนำเชื้อโรคมาลาเรียได้ดี

1) พาหะหลัก (Primary vector) เป็นยุงที่สามารถนำเชื้อไข้มาลาเรียได้ดี และมีบทบาทสำคัญในการแพร่เชื้อโรค ยุงกลุ่มนี้มี 3 ชนิด ได้แก่

1.1) *An. dirus* เป็นพาหะที่มีประสิทธิภาพสูงในการแพร่เชื้อทั้ง *Plasmodium falciparum* และ *Plasmodium vivax* ในประเทศไทย แหล่งเพาะพันธุ์จะเป็นแหล่งน้ำขังที่มีร่มเงา พบได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทยในท้องที่ป่าเขา สวนยาง สวนผลไม้ในภาคตะวันออกและภาคใต้เพาะพันธุ์ตามแอ่งน้ำขัง ท้องที่ขุดพลอยในจังหวัดจันทบุรี ตราด แม้แต่ดอยสุเทพเป็นพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลถึง 4,500 ฟุตก็พบได้ ยุงชนิดนี้มีขนาดใหญ่ มีนิสัยชอบกินเลือดคน (Anthropophilic) และชอบเกาะพักนอกบ้าน (Exophilic) กลางวันมักเกาะพักตามพุ่มไม้เตี้ย โปรงไม้ ที่มีแดดและมีความชื้นสูงใกล้กับแหล่งเพาะพันธุ์ เวลาพลบค่ำบินเข้าใกล้ที่อยู่อาศัยของคน และเข้ากัดกินเลือดคนเวลา 22.00-23.00 น. ชุกชุมสูงในฤดูฝน

1.2) *An. minimus* พบได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทยในท้องที่ป่า เขิงเขา เพาะพันธุ์ในธารหรือห้วยที่น้ำไหลช้าๆ บริเวณน้ำซับ น้ำซึม ชุกชุมในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม ชอบกัดคนในบ้านและเกาะพักในบ้าน ฤดูฝนและฤดูร้อนชอบกัดเวลา 21.00-22.00 น. แต่ฤดูหนาวเข้ากัดคนเวลา 18.00-19.00 น. สามารถพบได้ทุกจังหวัดและเป็นพาหะที่สำคัญในปัจจุบัน

1.3) *An. maculatus* พบได้ในท้องที่ป่า เขิงเขา เพาะพันธุ์ในลำธารน้ำไหล เป็นยุงที่มีบทบาทสำคัญทางภาคใต้ มีแหล่งเพาะพันธุ์ตามลำห้วย ลำธารและแอ่งน้ำขังที่มีแสงแดดส่องถึง มีนิสัยชอบกินเลือดสัตว์ (Zoophilic) กัดคนนอกบ้านเวลา 18.00-21.00 น. บินไกลประมาณ 1.65 กิโลเมตร ชุกชุมสูงในฤดูฝน

2) พาหะรอง (Secondary vector) เป็นยุงที่สามารถนำเชื้อมาลาเรียได้ แต่ไม่ดีเท่าพาหะหลักและมีบทบาทน้อยในการแพร่เชื้อโรค ยุงในกลุ่มนี้มี 3 ชนิด ได้แก่

2.1) *An. sundaicus* พบได้ในท้องที่ชายทะเลตามเกาะแก่งบางแห่งเท่านั้น เช่น พังงา ตราด เพาะพันธุ์ในน้ำกร่อย

2.2) *An. aconitus* พบได้ทุกภาค ในท้องที่ป่าเขา เขิงเขา และที่ราบทุ่งนา เพาะพันธุ์ในลำห้วยลำธารและแอ่งน้ำขังทั่วไป

2.3) *An. pseudowillmori* พบได้ทั่วไปในท้องที่ป่า เขา ป่าไผ่ เพาะพันธุ์ในลำธารน้ำไหล(ยกเว้นภาคใต้)

3) พาหะสงสัย (Suspected vector) เป็นยุงที่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าสามารถแพร่โรคมาลาเรียได้หรือไม่แต่มีแนวโน้มว่าน่าจะแพร่โรคได้ในบางพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม มีอยู่ 4 ชนิด บางชนิดก็เป็นยุงพาหะนำโรคมาลาเรียของประเทศใกล้เคียงกับไทย ได้แก่

3.1) *An. barbirostris* เป็นยุงพาหะหลักในประเทศบังคลาเทศและอินเดียพบมากและกระจายอยู่ทั่วไป นิยชอบเพาะพันธุ์ในบึงลึกลึกมีพืชน้ำคลุมอยู่และมีร่มสำหรับในประเทศไทยพบมากในท้องที่ทุ่งนา

3.2) *An. philippinensis* เป็นยุงพาหะนำโรคมาลาเรียของประเทศอินเดียและบังคลาเทศ

3.3) *An. campestris* เป็นยุงพาหะนำโรคมาลาเรียของประเทศมาเลเซีย

3.4) *An. culicifacies* เป็นยุงพาหะนำโรคมาลาเรียของประเทศพม่า อินเดีย และศรีลังกา

4) ยุงก้นปล่องที่ไม่เป็นพาหะ (Non vector) คือ ยุงก้นปล่องชนิดอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งยุงพวกนี้สามารถพบได้ทั่วไป ทั้งในพื้นที่ป่าเขา และพื้นที่ราบที่อยู่ในเขตชนบท แต่พบได้น้อยมากในเขตเมือง เช่น *An. hyrcanus*, *An. nivipes*, *An. vagus* เป็นต้น

ชีวิตประจำวันของยุงก้นปล่อง

1) การเกาะพัก เวลาพักผ่อนของยุงก้นปล่องคือช่วงใกล้สว่างจนถึงสายเล็กน้อย ยุงก้นปล่องในประเทศไทยส่วนใหญ่ออกหากินเวลากลางคืน ยกเว้นบางชนิดที่อาศัยในป่าซึ่งจะออกกักกินเหยื่อที่พบในเวลากลางวันด้วย เช่น ยุงก้นปล่องชนิดอัมโบรซัส (*An. umbrosus*) บริเวณที่เกาะพักของยุงก้นปล่องจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของยุง เช่น ซอกหิน นอกบ้าน คอกสัตว์ ริมฝั่งน้ำ โพงต้นไม้ กอหญ้า พุ่มไม้ กล่องกระดาษหรือบริเวณที่มีความชื้น และจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาล

2) การบินวนเวียนเกี่ยวพาราตี หลังจากยุงได้พักผ่อนในเวลากลางวันแล้วจะเริ่มกระดึบกระเจงขยับปีก ขา และหนวดหรือกระโดดจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง จากนั้นเมื่อถึงเวลาก่อนพลบค่ำเล็กน้อยยุงจะบินออกจากแหล่งพักผ่อนเพื่อทำการบินวนเวียนขึ้นลงหรือเป็นวงกลม (swarming) เหนือพุ่มไม้ กระจท่อม ต้นไม้หรือแม้แต่บริเวณเหนือศีรษะคน ยุงก้นปล่องบางชนิด เช่น *An. culicifacies* จะออกบินวงกลมประมาณ 20 นาที ก่อนพระอาทิตย์ตกดิน

3) การวางไข่ช่วงระยะเวลาในการวางไข่ตลอดทั้งคืน แต่ละชนิดแตกต่างกัน แต่มักจะเป็นช่วงคืนแรกมากกว่า เช่น ยุงก้นปล่อง *An. minimus* ซึ่งเป็นพาหะไข้มาลาเรียในประเทศไทยชอบวางไข่ในแหล่งลำธารซึ่งมีน้ำไหล มีแสงแดดส่องถึงและในขณะเดียวกันก็มีร่มเงาบางส่วน

ด้วย *An. Maculates* ชอบน้ำไหลตามลำธารแต่ต้องมีหญ้า หรือพืชน้ำขึ้น บางชนิดชอบน้ำกร่อยตามชายทะเล น้ำพุร้อน โพรงไม้ ใบพืช เช่น ใบบอน หรือแอ่งน้ำขังบนก้อนหินใหญ่ เป็นต้น

4) การออกหากิน ช่วงระยะเวลาในการออกหากินขึ้นอยู่กับชนิดของยุงก้นปล่อง ซึ่งส่วนมากจะหากินครั้งแรกและเวลาใกล้รุ่ง ยุงก้นปล่องมีความชอบในชนิดของเลือดแตกต่างกันไป ยุงก้นปล่องบางชนิดชอบกินเลือดสัตว์ เช่น วัว ควาย บางชนิดชอบกินเลือดคน เช่นยุงก้นปล่อง *An. minimus* ส่วนมากหากินช่วงดึกของคืน คือ 3/4 ของเวลากลางคืน ในประเทศไทยพบว่ามี การออกหากิน 2 ช่วง คือ ในฤดูแล้งจะออกหากินในครั้งแรก แต่ถ้าในฤดูฝนจะออกหากินเวลา ดึกมาก ๆ หรือครึ่งคืนหลัง *An. maculatus* ออกหากินช่วงพลบค่ำ *An. dirus* พบมากเวลาค่อนข้าง ดึกและพบเรื่อยไปจนรุ่งสาง ยุงพาหะเหล่านี้ชอบออกหากินนอกตัวอาคารบ้านเรือน และชอบกิน เลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์

5) การบินและการกระจายตัว ยุงก้นปล่องสามารถทำการบินได้ตลอดทั้งคืนจาก ก่อนมืด และหลังจากรุ่งอรุณเล็กน้อย ซึ่งเป็นความสามารถโดยธรรมชาติของยุง ร่วมกับอิทธิพล จากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เช่น แหล่งเลือดหรือการมีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ใหญ่ ป่า ภูเขา และ ความเร็วของกระแสลม เป็นต้น

การสำรวจลูกน้ำยุงก้นปล่อง

ลูกน้ำจะอาศัยอยู่ได้ตั้งแต่แหล่งน้ำขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็ก เช่น รอยเท้าสัตว์ กระบอง ในโพรงไม้ ในสระ และมักชอบซ่อนตัวในผักหญ้าข้างขอบลำธาร เพราะใช้เป็นที่กำบัง จากศัตรู ลูกน้ำยุงก้นปล่องโดยมากมักพบในน้ำสะอาด เพราะมีออกซิเจนสูง แต่มียุงก้นปล่องบาง ชนิด ได้แก่ *An. subpictus* จะอาศัยอยู่ในน้ำเน่าและเหม็นได้ ลูกน้ำยุงก้นปล่องจะนอนราบขนาน กับผิวน้ำและจะเคลื่อนลงสู่ก้นน้ำช่วงระยะหนึ่งทำที่คล้ายตาย และเมื่ออันตรายผ่านไปมันจะโผล่ ขึ้นมาบนผิวน้ำและอยู่ในลักษณะเดิม

1) วิธีการสำรวจลูกน้ำยุง มี 3 วิธี คือ

1.1) ใช้กระบวย (Dipper) ตักลูกน้ำตามขอบลำธารหรือแอ่งน้ำไม่ใหญ่นัก ถ้า ต้องการตักลูกน้ำในระยะที่ไกลออกไปทำได้โดยต่อด้ามที่จับ ที่ปฏิบัติอยู่ในกองมาลาเรียมักนิยม ใช้จานข้าว

1.2) ใช้ตักแบบตาข่าย (Larval net) โดยทั่วไปทำด้วยขอบลวดวงกลม ฤงทำด้วย ผ้ามุ้งไนลอน ด้ามจับทำด้วยไม้ไผ่ ในกรณีที่ต้องการสำรวจลูกน้ำในบ่อลึกอาจดัดแปลงใช้เชือกโยง ลงในบ่อได้

1.3) ใช้ที่ดูดลูกน้ำ (Pipetting) ใช้ดูดลูกน้ำจากแหล่งน้ำที่มีขนาดเล็ก เช่น หลุม

ป่อ รอยเท้าสัตว์ รอยเท้าคน เป็นต้น

2) ข้อสังเกตในการสำรวจลูกน้ำ

2.1) ลูกน้ำมักจะมียูอยู่ชุกชุมเฉพาะบางจุดของแหล่งเพาะพันธุ์ ผลการสำรวจจึงอาจจะขาดความถูกต้องไปได้ จึงควรเน้นจุดที่พบลูกน้ำสูง

2.2) ขนาด รูปร่าง และพื้นผิวของแหล่งเพาะพันธุ์จะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล การแปรผลจึงต้องระมัดระวัง

2.3) การคำนวณหาความหนาแน่น มักคำนวณเป็นจำนวนลูกน้ำ ต่อ 10 หรือ 20 หรือ 30 หรือ 40 จั้ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและวัตถุประสงค์ของผู้ศึกษาเป็นเกณฑ์

การสุ่มตัวอย่างยุงตัวเต็มวัย

การนำเอาประชากรส่วนหนึ่งของยุงมาใช้ในการศึกษาทดลองต่างๆ ทั้งนี้โดยคาดหวังว่าประชากรที่นำมาศึกษานี้จะเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้ ด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1) Human bait collection การสุ่มตัวอย่างยุงด้วยวิธีนี้มีวัตถุประสงค์หลายอย่าง เช่น เพื่อหา Biting rate, Infection rate และเพื่อประเมินถึงผลของมาตรการควบคุมยุงและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของประชากรยุงในฤดูกาลต่างๆ วิธีนี้ให้ผลดีมาก ทำได้ง่ายและไม่ต้องใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีราคาแพงหรือยุ่งยากสลับซับซ้อน

1.1) Direct human-bait collection วิธีนี้ใช้กันมากในการสุ่มตัวอย่างยุง โดยใช้พนักงานจับยุง 1 หรือ 2 คนนั่งเป็นเหยื่อในบ้านและนอกบ้าน แต่ต้องอาศัยความเข้มงวดกวดขัน ด้านการนิเทศงานและยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างเกี่ยวกับความดึงดูด (Attractiveness) ของพนักงานจับยุงต่อยุงชนิดที่ต้องการด้วย

1.2) Man-baited net collection การสุ่มตัวอย่างยุงโดยวิธีนี้ให้แตกต่างกันไปในแต่ละแห่ง ซึ่งใช้วิธีนี้จะให้แตกต่างกันสำหรับยุงพาหะมาลาเรียแต่ละชนิด เช่น ในประเทศไนจีเรีย ยุง *An. gambiae* และ *An. nili* พบว่าการสุ่มตัวอย่างยุงโดยวิธี Direct human-bait ให้ผลดีกว่าวิธี Man-baited net แต่สำหรับยุง *An. funestus* พบว่าวิธีทั้งสองให้ผลไม่แตกต่างกัน

2) Indoor resting collection การสุ่มตัวอย่างยุงเกาะพักในตอนเช้า โดยวิธีนี้ทำได้โดยการใช้หลอดดูดยุง (Hand captures) หรือใช้ผ้าขาวปูพื้นก่อนแล้วจึงฉีดฆ่ายุงให้ตายแล้วจับ (Spray captures) วิธีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินถึงผลของเคมีฆ่าแมลงต่อยุงที่ชอบเกาะพักในบ้าน

3) Outdoor resting collection ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างยุงเกาะพักนอกบ้าน ซึ่งยุงก้นปล่องแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไป วิธีนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงชีวนิสัยของยุงในการเกาะพักหลังจากที่ได้ทำการฉีดพ่นเคมีฆ่าแมลงแล้ว

3.1) Natural resting collection แหล่งเกาะพักในธรรมชาติ แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

3.1.1) เกาะพักบนพืช

3.1.2) เกาะพักบนแหล่งอื่นๆ เช่น สระน้ำ ริมลำธาร หลุมบ่อ และโพรงไม้

3.2) Artificial shelter แหล่งเกาะพักที่สร้างขึ้นเพื่อให้ยุงมาเกาะพัก เพื่อให้สะดวกแก่การค้นหา แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด Box , Barrel pit , Shelters

4) Non-baited trap ที่ใช้กันมากในทางกีฏวิทยา ได้แก่ Light traps และ exit-entry traps

4.1) Light trap Light trap ไม่นิยมมากนักในงานมาลาเรีย ทั้งนี้เนื่องจากให้ผลแตกต่างกันมากในการจับยุงแต่ละชนิด การใช้ Light trap จะให้ผลดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ

4.1.1) จุดที่วาง Light trap

4.1.2) ชนิดของ Light trap ที่ใช้

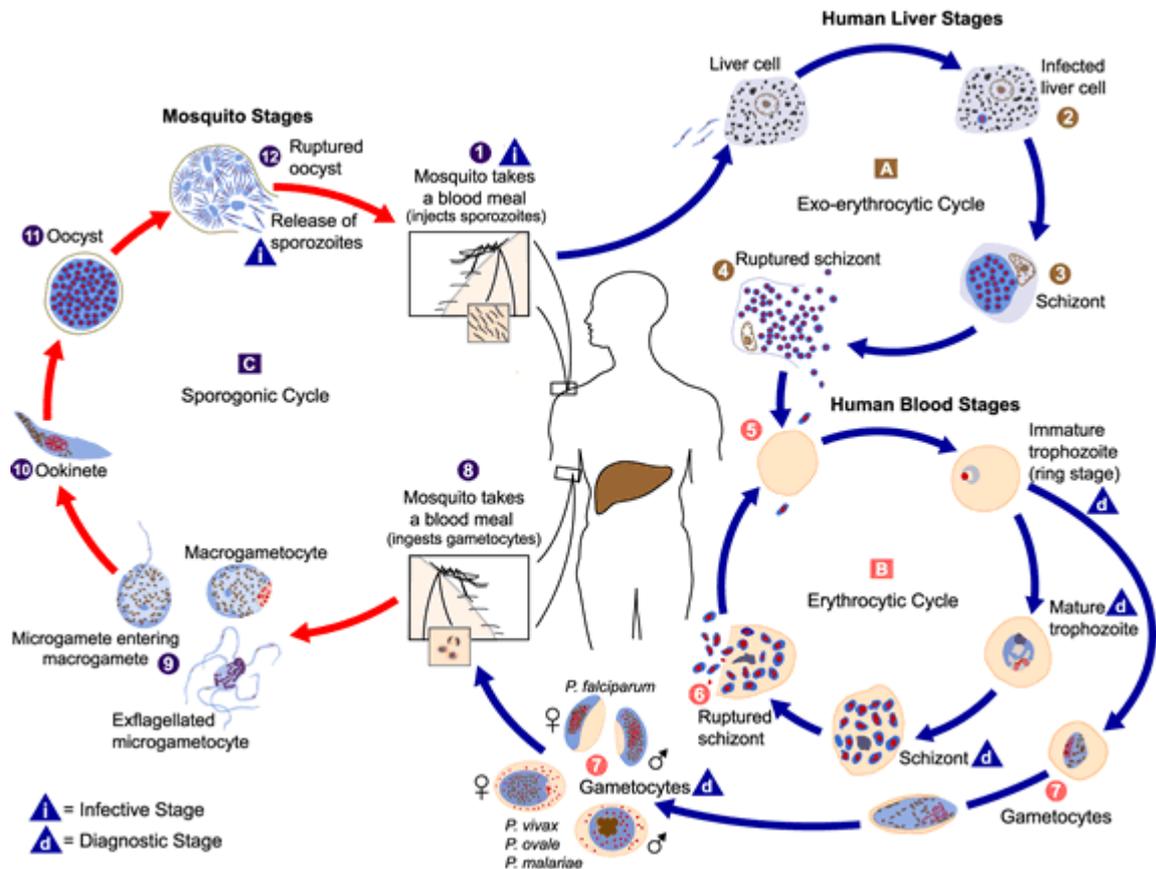
4.1.3) ชนิดของยุง สภาพของยุง และ สิ่งแวดล้อม

4.2) Exit/Entry trap (กับดักติดข้างฝาด้านนอก/ติดข้างฝาด้านใน) มีความสำคัญมากในการศึกษาถึงผลเคมีฆ่าแมลงต่อยุง ทั้งชนิดที่ชอบเกาะพักในบ้านและนอกบ้าน โดยอาจติดตั้งไว้ที่หน้าต่าง ประตู ฝาผนังบ้าน หรือ ชายคาบ้าน

5) Animal baited trap การสุ่มตัวอย่างโดยวิธีนี้แต่เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถที่จะใช้ข้อมูลที่ถูกต้องได้ ดังนั้นการใช้ในงานมาลาเรียจึงมีจำกัด แต่อย่างไรก็ดี วิธีนี้อาจได้ยุงจำนวนมากพอ สำหรับการศึกษาย่างอื่น เช่น เพื่อทดสอบ Bioassay หรือ Susceptibility

วงจรชีวิตของเชื้อมาลาเรีย

จากที่เคยได้นำเสนอไปแล้วว่าโรคมาลาเรียเกิดจากยุงก้นปล่องเป็นพาหะ โรคมาลาเรียเป็นโรคที่คนไทยรู้จักกันมานานแล้ว ยุงก้นปล่องเป็นยุงที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำไหลชอบอาศัยอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น หรือภูมิอากาศของประเทศเรานั้นเอง จากสถิติที่ได้ทำบันทึกไว้พบว่าจังหวัดที่พบผู้ป่วยมาก ได้แก่ ตาก สุราษฎร์ธานี กาญจนบุรี ยะลา จันทบุรี เป็นต้น จะเห็นได้ว่าจังหวัดที่พบการระบาดของโรคมาลาเรียนั้นจะเป็นจังหวัดที่มีสภาพป่าที่มีความสมบูรณ์อยู่หรือเป็นป่าที่ป่านั้นเอง



ภาพที่ 2.1 วงจรชีวิตของเชื้อมาลาเรียทั้งในคนและในยุงพาหะ

(ที่มา : Center for disease control and prevention. 2014)

จากภาพที่ 2.1 พบว่า วงจรชีวิตของมาลาเรียแบ่งออกเป็น 2 อย่างเหมือนกันทุกชนิด คือ วงจรชีวิตในยุงเรียกว่า Sporogonic cycle (C) และวงจรชีวิตในคนเรียก Schizogony แบ่งเป็นวงจรชีวิตแบบไร้เพศ (A) และวงจรชีวิตแบบใช้เพศ (B) วงจรชีวิตของมาลาเรียเริ่มจากยุงที่มีเชื้อมาลาเรียดูดเลือดคน ในขณะที่ดูดเลือดยุงก็จะเชื้อมาลาเรียที่เรียกว่า sporozoit (1) เชื้อจะอยู่ในกระแสเลือดประมาณครึ่งชั่วโมง หลังจากนั้นเชื้อจะเข้าสู่ตับและเจริญเติบโตในตับ (2) ระยะเวลาที่เจริญขึ้นกับชนิดของมาลาเรีย ถ้าเป็น พี.ฟาลซิพารัมต้องการเวลานาน 6 วัน พี.ไวแวกซีใช้เวลา 8 วัน พี.โอวาเล่ต้องการเวลานาน 9 วันจึงจะมีเชื้อ Schizonts (3) ปริมาณมากพอทำให้เซลล์ตับแตกออก (4) และเชื้อเข้าสู่กระแสเลือด (5) เชื้อจะเจริญเติบโตเป็น Trophozoites เป็น Ring form และแก่ตัวเป็น Schizonts (6) เชื้อบางส่วนจะเจริญเข้าสู่กระแสเลือด (5) แต่บางส่วนก็จะเข้าสู่วงจรชีวิตแบบมีเพศ (7) (ช่วงวงจร B เป็นช่วงที่ทำให้

เกิดอาการของโรคมาลาเรีย) เชื้อจากขั้น 7 จะเจริญเป็นเซลล์เพศผู้ (Microgametocytes) และเซลล์เพศเมีย (Macrogametocytes) เมื่อยุงดูดเลือดคนที่มีเชื้อ 8 เชื้อจะเข้าสู่กระเพาะและแบ่งตัวที่กระเพาะและเกิดตัวอ่อนที่เรียกว่า Zygotes 9 ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็น Ookinetes 10 ซึ่งจะไปฝังตัวที่ทางเดินอาหารส่วนกลางกลายเป็น Oocysts 11 ซึ่งจะแตกออกเป็น Sporozoites 12 และฝังตัวที่ต่อมลายของยุง เมื่อกัดคนก็จะปล่อยเชื้อเข้าสู่คน 1 (วงจรรี เจริญเติบโตในยุง C)

2.1.2 อาการของโรคมาลาเรีย

จันทรา เหล่าถาวรและศรัชัย หล่ออารีย์สุวรรณ. (2540) กล่าวไว้ว่า อาการและอาการแสดงของโรคมาลาเรียไม่มีลักษณะพิเศษบ่งเฉพาะ โดยมากจะมีอาการนำคล้ายกับคนเป็นไข้หวัด คือ มีไข้ต่ำ ๆ ปวดศีรษะ ปวดตามตัว และกล้ามเนื้อ อาจมีอาการคลื่นไส้เบื่ออาหารได้ อาการนี้จะเป็นเพียงระยะสั้นเป็นวัน หรือหลายวันได้ ขึ้นอยู่กับระยะพักตัวของเชื้อ ชนิดของเชื้อ จำนวนของสปอโรซอइटที่ผู้ป่วยได้รับเข้าไป ภาวะภูมิคุ้มกันต้านต่อเชื้อมาลาเรียของผู้ป่วย ภาวะที่ผู้ป่วยได้รับยาป้องกันมาลาเรียมาก่อน หรือได้รับยารักษามาลาเรียมาบ้างแล้ว อาการไข้ซึ่งเป็นอาการที่เด่นชัดของมาลาเรีย ประกอบด้วย 3 ระยะคือ

1) **ระยะสั้น** ผู้ป่วยจะมีอาการหนาวสั่น ปากและตัวสั่น ซีด ผิวหนังแห้งหยาบ อาจเกิดขึ้นนาน ประมาณ 15 – 60 นาที ระยะนี้ตรงกับ การแตกของเม็ดเลือดแดงที่มีเชื้อมาลาเรีย

2) **ระยะร้อน** ผู้ป่วยจะมีไข้สูง อาจมีอาการคลื่นไส้ อาเจียนร่วมด้วย หน้าแดง ระยะนี้ใช้เวลา 2 – 6 ชั่วโมง

3) **ระยะเหงื่อออก** ผู้ป่วยจะมีเหงื่อออกจนชุ่มที่นอน หลังจากระยะเหงื่อออก จะมีอาการอ่อนเพลีย ไข้ลด ปัจจุบันนี้จะพบลักษณะทั้ง 3 ระยะได้น้อยมาก ผู้ป่วยจะมีไข้สูงลอยตลอดเวลา โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่เป็นมาลาเรียครั้งแรก เนื่องจากในระยะแรกของการติดเชื้อมาลาเรีย เชื้ออาจเจริญถึงระยะแก่ไม่พร้อมกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากได้รับเชื้อในเวลาต่างกัน เชื้อจึงเจริญในเม็ดเลือดแดงไม่พร้อมกัน ทำให้เกิดมีเชื้อหลายระยะ การแตกของเม็ดเลือดแดงจึงไม่พร้อมกัน ผู้ป่วยมาลาเรียในระยะแรกอาจมีไข้สูงลอยตลอดเวลาแต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งแล้ว การแตกของเม็ดเลือดแดงเกิดขึ้นพร้อมกัน จะเห็นผู้ป่วยมีการจับไข้หนาวสั่นเป็นเวลา แยกได้ชัดเจนตามชนิดของเชื้อมาลาเรีย เชื้อไวแวกซ์ พัสซิพาร์ม และโอดวัลเล่ ใช้เวลาในการแบ่งตัว 48 ชั่วโมง จึงทำให้เกิดไข้ทุกวันที่ 3 ส่วนมาลาเรีย ใช้เวลา 72 ชั่วโมง อาการไข้จึงเกิดทุกวันที่ 4

ภายหลังที่เป็นมาลาเรียได้ระยะหนึ่ง จะตรวจพบว่าผู้ป่วยซีด บางคนมีตัวเหลือง ตาเหลือง ตับและม้ามโต บางรายกดเจ็บ ถ้าเม็ดเลือดแดงแตกมาก ๆ จะพบว่าผู้ป่วยมีปัสสาวะดำ

การดำเนินโรค

1) **ฟัลซิพาร์มาลาเรีย (P.Falciparum)** เป็นมาลาเรียชนิดที่รุนแรงและเป็นอันตรายมากที่สุด จึงมีชื่อว่า “Malignant malaria” ผู้ที่ได้รับเชื้อนี้เข้าไปและไม่ได้รับการรักษาจะมีอาการรุนแรงเกิดเป็นมาลาเรียขึ้นสมองได้ แต่ถ้าได้รับการรักษาและหายจากโรคแล้วมักจะหายเป็นปกติ โดยไม่มีอาการอื่นหลงเหลืออีกเลย ผู้ป่วยฟัลซิพาร์มาลาเรียจะเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้บ่อย เช่น เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เกิดภาวะความเป็นกรดเกิน (Metabolic acidosis) และเสียชีวิตจากปอดบวมน้ำหรือไตวายได้ ผู้ป่วยฟัลซิพาร์มาลาเรีย ในระยะแรกของโรคจะมีอาการไข้ ปวดเมื่อยตามตัว คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องหรือท้องเดิน บางคนอาจมีไอหรือลักษณะคล้ายไข้หวัดได้ใน 4 – 5 วันแรกของโรค ไข้จะสูงลอยตลอดเวลา เนื่องจากการแตกของเม็ดเลือดแดงแต่หลุดไม่พร้อมกัน แต่หลังจากเชื้อมาลาเรียเจริญอยู่ในระยะเดียวกันแล้ว เม็ดเลือดแดงจะแตกพร้อมกันทุก 48 ชั่วโมง จึงให้ชื่อว่า Tertian malaria ผู้ป่วยอาจซีดและเหลือง ตับม้ามโต

2) **ไวแวกซ์มาลาเรีย (P.Vivax)** ผู้ป่วยที่เป็นไวแวกซ์มาลาเรียมักจะไม่เสียชีวิต จึงมีชื่อว่า “Benign tertian malaria” แต่ผู้ป่วยจะเป็นโรคซ้ำอีก อาการของผู้ป่วยไวแวกซ์มาลาเรียจะมีลักษณะคล้ายกับฟัลซิพาร์มาลาเรีย แต่จะพบหนาวสั่นได้บ่อยกว่า และขณะเกิดหนาวสั่นมักมีอาการปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อมาก ผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการรักษาอาการไข้จะค่อย ๆ ทุเลาและหายได้ แต่จะเป็นซ้ำได้อีกภายใน 2 ปี นานที่สุด 8 ปี

3) **โอวัลเล่มาลาเรีย (P.Ovale)** อาการทางคลินิกของผู้ป่วยที่ติดเชื้อชนิดโอวัลเล่จะมีลักษณะคล้ายกับไวแวกซ์มาลาเรีย แต่จะมีอาการน้อยกว่า และมีเชื้อกลับเป็นซ้ำน้อยกว่า ถ้าไม่ได้รับการรักษาอาการไข้จะทุเลาและหายไปเอง แต่เป็นซ้ำได้อีกภายใน 1 ปี นานที่สุด 5 ปี

4) **มาลารีอีมาลาเรีย (P.Malariae)** เชื้อมาลารีอีมาลาเรีย จะทำให้เกิดมีไข้หนาวสั่นวันเว้น 3 วัน คือมีไข้วันที่ 1 แล้วสบายอยู่ 3 วัน วันที่ 4 จึงมีไข้อีก จึงเรียกว่า “Quartan malaria” ผู้ป่วยมักไม่มีอาการรุนแรง และกว่าจะเกิดอาการไข้ อาจใช้เวลานานเป็นปี เชื้อมาลารีอีอยู่ในคนได้เป็นเวลานานหลายปี มีรายงานนานถึง 53 ปี เชื้อนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิด Nephrotic syndrome ได้

5) **การติดเชื้อผสม (Mixed infections)** การติดเชื้อผสมที่พบได้บ่อยที่สุด คือ ฟัลซิพาร์มาลาเรียร่วมกับไวแวกซ์มาลาเรีย ในประเทศไทยรายงานจากการตรวจเลือดผู้ป่วย

ทั่วประเทศ พบการติดเชื้อผสมของฟัลซิพารัมกับไวแวกซ์มาลาเรีย ในระยะแรกพบเพียงร้อยละ 0.5 แต่รายงานจากโรงพยาบาลที่มีการติดตามผู้ป่วยฟัลซิพารัมภายหลังการรักษา 2 เดือน พบว่ามีอัตราการเป็นไวแวกซ์มาลาเรียสูงถึงร้อยละ 33 อาจแสดงได้ว่าในระยะแรกอัตราการได้รับเชื้อผสม 2 ชนิด เกิดได้บ่อย แต่ตรวจไม่พบหรือตรวจแยกชนิดของมาลาเรียได้ยาก ทำให้ผู้ป่วยได้รับการรักษามาลาเรียชนิดเดียว คือ ฟัลซิพารัม แต่ภายหลังจึงเป็นมาลาเรียชนิดไวแวกซ์ตามมา ในอัตราที่สูง

2.1.3 การแพร่ระบาดของโรคมาลาเรีย

อุษา เล็กอุทัย. (2536) ได้อธิบายถึงองค์ประกอบทางระบาดวิทยา (Epidemiological factors) ในการเกิดโรคมาลาเรียได้ต้องอาศัยปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ

1) เชื้อมาลาเรีย (Agent factor) ซึ่งเชื้อที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ได้มี 4 ชนิด คือ

1.1) *Plasmodium falciparum* พบในเขตร้อนแถบแอฟริกาและเอเชีย เป็นมาลาเรียที่มีความรุนแรงที่สุดในเชื้อมาลาเรียทั้ง 4 ชนิด เนื่องจาก) *Plasmodium falciparum* มีการเพิ่มเชื้อมาลาเรียในกระแสเลือดอย่างรวดเร็วและมีจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาลาเรียชนิดอื่น ๆ ดังนั้นจึงมีชื่อว่า Malignant malaria ถ้าหากคนได้รับเชื้อนี้เข้าไปและไม่ได้รับการรักษาจะมีอาการรุนแรงเกิดเป็นมาลาเรียขึ้นสมองได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคนที่ไม่มีภูมิคุ้มกันต่อมาลาเรีย ผู้ป่วยมาลาเรียขึ้นสมองโดยมากจะมีอาการชักและมีภาวะไม่รู้สึกรู้ตัว ผู้ป่วยเหล่านี้ถ้าได้รับการรักษาและหายจากโรคแล้วมักจะหายเป็นปกติโดยไม่มีอาการอื่นหลงเหลือเลย ผู้ป่วยจะมีภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ได้บ่อย เช่น เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เกิดความเป็นกรดเกิน และเสียชีวิตจากปอดบวม น้ำหรือไตวายได้ ในระยะแรกของการติดเชื้อจะมีไข้ปวดเมื่อยตามตัว คลื่นไส้ หรืออาเจียน ปวดท้องหรือท้องเดินได้ บางคนอาจมีอาการไอหรือลักษณะคล้ายไข้หวัดได้ใน 4-5 วัน วันแรกของโรคจะมีไข้สูงตลอดเวลา เนื่องจากการแตกของเม็ดเลือดแดงแต่ละชุดไม่พร้อมกัน แต่หลังจากเชื้อมาลาเรียเจริญเติบโตอยู่ในระยะเดียวกันแล้ว เม็ดเลือดแดงจะแตกพร้อมกันทุก 48 ชั่วโมง จึงทำให้เกิดไข้วันเว้นวัน เรียกว่า Tertian malaria ผู้ป่วยจะชีดและเหลืองได้ เนื่องจากเม็ดเลือดแดงแตก ตับ และม้ามมักจะมึนขนาดโตขึ้น ปัจจุบันเชื้อ) *Plasmodium falciparum* เป็นปัญหาอย่างมากในเรื่องการดื้อยาฆ่าเชื้อมาลาเรีย ทั้งยาที่เคยใช้มานานแล้วและยาใหม่ซึ่งประสิทธิภาพมักจะลดลงอีกด้วย

1.2) *Plasmodium vivax* พบได้ทั่วไปในประเทศเขตร้อนและอบอุ่น ยกเว้นในทวีปแอฟริกาตะวันตก ทำให้เกิดโรคไข้มาลาเรียชนิดวันเว้นวัน อาการไม่รุนแรง มักจะไม่เสียชีวิต จึงมีชื่อว่า Benigne tertian malaria อาการของผู้ป่วยจากเชื้อ *Plasmodium vivax* จะมีลักษณะคล้ายกับ *Plasmodium falciparum* แต่จะพบอาการหนาวสั่นได้บ่อยกว่า และขณะเกิดอาการหนาวสั่นผู้ป่วยมักจะมีอาการปวดศีรษะและปวดกล้ามเนื้อมาก ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *Plasmodium vivax* ถ้าไม่ได้รับการรักษา อาการไข้จะค่อย ๆ ทุเลาและหายได้เอง แต่จะเป็นซ้ำได้อีก เนื่องจากมีระยะ Hypnozoite ซึ่งเป็นสาเหตุของการเป็นมาลาเรียซ้ำได้อีก ระยะเวลาที่เกิดซ้ำใน *Plasmodium vivax* ไม่แน่นอน อาจใช้เวลาสั้น 2 – 3 เดือน หรือนานหลาย ๆ เดือน หลังจากเป็นมาลาเรียครั้งแรก ส่วนใหญ่มีการติดเชื้อซ้ำภายใน 2 ปี นานที่สุด 8 ปี อย่างไรก็ตามผู้ป่วย *Plasmodium vivax* อาจเสียชีวิตได้ในกรณีที่เป็นผู้ป่วยสูงอายุ เด็กขาดอาหาร

1.3) *Plasmodium ovale* พบมากตามชายฝั่งทะเล ทำให้เกิดไข้มาลาเรียชนิดวันเว้นวัน มาลาเรียชนิดนี้จะเกิดซ้ำได้อีก เนื่องจากมี Hypnozoite ในเซลล์ตับ ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *Plasmodium ovale* จะมีลักษณะคล้ายกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อ *Plasmodium vivax* แต่จะมีอาการน้อยกว่า และมีเชื้อกลับเป็นซ้ำน้อยกว่า ถ้าไม่ได้รับการรักษาอาการไข้จะทุเลาและหายไปได้เอง แต่เป็นซ้ำได้ภายใน 1 – 5 ปี

1.4) *Plasmodium Malariae* พบมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แอฟริกากลาง และอินเดีย เป็นมาลาเรียที่มีระยะการติดเชื่อนานที่สุด นานถึง 53 ปี อาการของโรคไม่รุนแรง จะทำให้มีไข้หนาวสั่นวันเว้นวัน 3 วัน โดยมีไข้วันที่ 1 แล้วสบายดีอยู่ 3 วัน วันที่ 4 จะกลับมา มีไข้ อีก จึงเรียกว่า Quartan malaria ผู้ป่วยมักไม่มีอาการรุนแรงและกว่าจะเกิดอาการไข้อาจใช้เวลานานาเป็นปี เชื้อชนิดนี้สามารถอยู่ในคนได้เป็นเวลานานหลายปีและเป็นสาเหตุทำให้เกิด Nephrotic syndrome ได้โดยเฉพาะในเด็กแอฟริกา

สำหรับในประเทศไทยมีการพบเชื้อมาลาเรียของคนทั้ง 4 ชนิด พบ *Plasmodium falciparum* และ *Plasmodium vivax* นอกจากนี้ยังมีการติดเชื้อผสม (Mixed infections) แต่การติดเชื้อมาลาเรียทั้ง 2 ชนิด พร้อมกันพบได้น้อย แต่อาจพบได้บ้างในพื้นที่ที่มีการแพร่เชื้อสูง (Endemic area) โดยปกติแล้วมักจะวินิจฉัยไม่ได้หรือวินิจฉัยผิดพลาด เนื่องจากเห็นมาลาเรียชนิดหนึ่งมีจำนวนมากกว่าทำให้วินิจฉัยว่าเป็นมาลาเรียชนิดเดียวเท่านั้น

การที่มalaria ระบาดแพร่กระจายเชื้อได้นั้นต้องอาศัยพาหะนำโรค คือ ยุงก้นปล่อง ตัวเมีย ยุงก้นปล่องในโลกนี้มีมากกว่า 400 ชนิด มี 67 ชนิดที่นำเชื้อมาลาเรียที่เจริญจนกลายเป็น Sporozoite ได้ตามธรรมชาติ แต่มีเพียง 30 ชนิดเท่านั้นที่เป็นพาหะที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรคมาลาเรียในคน ยุงก้นปล่องจะออกหากินใกล้ ๆ กับแหล่งน้ำที่ตัวมันเกิดไม่เกิน 2 – 3 กิโลเมตร จำนวนเลือดที่ดูดและจำนวนครั้งที่กัดขึ้นอยู่กับชนิดของยุงก้นปล่อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.3 – 3.91 ไมโครลิตรต่อครั้ง เวลาที่ยุงกัดส่วนใหญ่เป็นเวลา 18:00 – 20:00 น. หลังจากดูดเลือดแล้วโดยมากจะเกาะที่ผนังบ้านหรือเพดานก่อนแล้วจึงบินออกจากบ้านไป ซึ่งยุงก้นปล่องในแต่ละท้องถิ่นจะมีความเป็นพาหะต่างกันด้วย

2) คน (Host factor)

2.1) อายุและเพศ บุคคลทุกคน ทุกเพศและทุกวัยที่ไม่มีภูมิคุ้มกันต่อมาลาเรียมีโอกาสเป็นมาลาเรียได้ เด็กที่เกิดจากมารดาที่อาศัยอยู่ในแดนมาลาเรียที่มีการแพร่กระจายเชื้ออย่างสม่ำเสมอตลอดปีจะมีภูมิคุ้มกันต่อมาลาเรียตั้งแต่เกิด จากการศึกษาหลายแห่งบ่งชี้ว่าเพศหญิงมีจำนวนเชื้อมาลาเรียในกระแสเลือดน้อยกว่าเพศชาย เด็กมีโอกาสติดเชื้อมาลาเรียได้ง่ายและรุนแรงกว่าผู้ใหญ่อย่างมาก

2.2) ภูมิคุ้มกัน คนที่เคยได้รับเชื้อมาลาเรียบ่อย ๆ จะมีภูมิคุ้มกันต่อมาลาเรียทั้ง Humoral และ Cellular immunity ภูมิคุ้มกันจะคงอยู่ได้ถ้าได้รับเชื้อมาลาเรียบ่อย ๆ และสม่ำเสมอ ภูมิคุ้มกันจะลดต่ำหรือหายไปถ้าหากไม่ได้รับเชื้อมาลาเรียอีก จากการตรวจโรคโดยวิธี Indirect Fluorescent Antibody Test พบว่า ระดับ Antibody มีค่าสูงขึ้นตามอายุและมีค่าลดลงในกลุ่มอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป และเพศชายมีค่าสูงกว่าเพศหญิงในทุกกลุ่มอายุเช่นเดียวกับภูมิคุ้มกันต่อ Crude parasite antigen

2.3) อาชีพ พบว่า บุคคลที่ทำงานอยู่ในป่าหรือใกล้ป่า และบุคคลอื่น ๆ ที่เคลื่อนย้ายเข้าออกป่าบ่อย ๆ มีโอกาสต่อการติดเชื้อมาลาเรียมาก

2.4) การตั้งครรภ์ มารดาที่ติดเชื้อมาลาเรียขณะตั้งครรภ์ทำให้ Immunoglobulin G ที่ผ่านทางรกลดลง และ Hemoglobin AS ซึ่งเกิดจากความผิดปกติทางรูปร่างของเซลล์ที่มีลักษณะบิดเบนไปจนมีลักษณะคล้ายเคียวที่ก่อให้เกิดการต้านต่อ Plasmodium falciparum นั้นสูญเสียไปขณะตั้งครรภ์ โดยเฉพาะการตั้งครรภ์ครั้งแรกมีความไว

ต่อการติดเชื้อ *Plasmodium falciparum* มากกว่าปกติ และมีการเกิดอาการรุนแรงกว่าสตรีที่เคยตั้งครรภ์มาหลายครั้งแล้ว ซึ่งความหนาแน่นของเชื้อมาลาเรียในเลือดและในรกของผู้หญิงที่ตั้งครรภ์แรกที่ได้รับการรักษาแล้ว มีเท่ากับผู้หญิงที่ตั้งครรภ์ที่สองที่ยังไม่ได้รับการรักษา

2.5) Duffy negative genotype บุคคลที่มีกลุ่มเลือด Duffy negative จะไม่เป็น *Plasmodium vivax* เพราะ Merozoite ไม่สามารถจะเข้าผ่านเข้าสู่เม็ดเลือดแดงได้เนื่องจากไม่มี receptor รับ

2.6) ปัจจัยทางเม็ดเลือดแดงอื่น ๆ ความผิดปกติทางพันธุกรรมบางอย่างเป็นผลดีในการป้องกันโรคมาลาเรีย เช่น Heterozygote β thalassemia, α thalassemia, Fetal hemoglobin, G₆PD

2.7) Sickle cell hemoglobin การพบ Hemoglobin S สูง ในแอฟริกาเป็นตัวป้องกันการเป็นมาลาเรีย เนื่องจากเชื้อ *Plasmodium falciparum* จะเจริญไม่ดีและตายเนื่องจากเกิดภาวะขาดออกซิเจน ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เป็นการทำลายเชื้อมาลาเรียโดยอัตโนมัติ

2.8) ภาวะบกพร่องทางโภชนาการ การขาดสารอาหารบางอย่าง เช่น ธาตุเหล็ก (Iron deficiency) ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Plasmodium falciparum* จึงทำให้ไม่มีผลต่อความรุนแรงของโรคมาลาเรีย

3) ปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ (Environmental factor)

3.1) สภาพภูมิประเทศ มาลาเรียเป็นโรคที่เกิดขึ้นได้ทั้งในเขตร้อนและกึ่งร้อน แต่ไม่พบในเขตหนาว เนื่องจากยุงก้นปล่องเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำกว่า 20°C มาลาเรียมีขอบเขตการแพร่กระจายกว้างขวาง ระหว่างเส้นรุ้งที่ 64° เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 32° ใต้ และครอบคลุมพื้นที่ซึ่งอยู่ต่ำกว่าน้ำทะเล 400 เมตร จนถึงพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลถึง 2,600 เมตร มีประชากรถึง 2,600 ล้านคนที่อาศัยอยู่ใน 100 กว่าประเทศที่ตั้งอยู่บริเวณดังกล่าวที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคมาลาเรียได้ ในจำนวนนี้มีประชากร 2,200 ล้านคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการควบคุมและป้องกันโรคมาลาเรีย ส่วนอีก 400 ล้านคนอยู่ในพื้นที่ที่ปราศจากการควบคุม

3.2) การสร้างบ้าน บ้านที่อยู่ใกล้แหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะมีความถี่ของการติดเชื้อมาลาเรียสูง

3.3) อุณหภูมิ ความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียใน ยุงก้นปล่อง ความแรงลมสามารถพัดยุงพาหะให้ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ได้กว่า 30 กิโลเมตร การมีแหล่งเพาะพันธุ์ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่คนสร้างขึ้น ทำให้เพิ่มจำนวนยุงพาหะนำ เชื้อได้

3.4) ฤดูกาล ฤดูแล้งและฤดูที่มีฝนตกในระยะเวลาสั้น ๆ มีอัตราในการต ดเชื้อและความรุนแรงสูงกว่าในฤดูที่มีฝนตกเป็นเวลานาน

2.1.4 การรักษาโรคมาลาเรีย

กรองทอง ทิมาสาร. (2543) ได้กล่าวถึงการรักษาโรคมาลาเรียไว้ดังนี้

การวินิจฉัยมาลาเรีย อาศัยการชันสูตรทางห้องปฏิบัติการเพื่อประกอบ การวินิจฉัยทางคลินิก วิธีที่ดีที่สุดและนิยมใช้ในปัจจุบัน คือ การตรวจหาเชื้อมาลาเรียในฟิล์มโลหิต ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีทั้งฟิล์มหนา (Thick film) และฟิล์มบาง (Thin film) เป็นวิธีที่ตรวจได้ง่าย ใช้เวลาประมาณ 30 นาที สามารถจำแนกชนิดของเชื้อมาลาเรียได้

การรักษาผู้ป่วยมาลาเรีย มาลาเรียเป็นโรคที่รักษาให้หายขาดได้ โอกาสที่ ผู้ป่วยจะเสียชีวิตน้อยมาก ถ้าผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยที่ถูกต้องรวดเร็ว และได้รับการรักษาด้วยยาที่มี ประสิทธิภาพสูง การแยกชนิดของเชื้อมีความสำคัญมาก เนื่องจากการเลือกใช้ยาสำหรับเชื้อแต่ ละชนิดนั้นต่างกัน

การรักษามาลาเรียประกอบด้วย

1) **การรักษาจำเพาะ (Specific treatment)** วัตถุประสงค์ของการรักษา จำเพาะคือ การกำจัดเชื้ออันเป็นต้นเหตุของโรคที่ทำให้เกิดอาการป่วยไข้ คือ ระยะเวลาไรเฟคในเม็ด เลือดแดง ฉะนั้นจึงต้องให้ยาฆ่าเชื้อระยะเวลาไรเฟค สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกยาด้านมาลาเรีย ได้แก่

1.1) **วิธีการบริหารยา** ควรประเมินสภาวะผู้ป่วยร่วมด้วย การบริหารยาโดย วิธีกินเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกในผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อน แต่อาจไม่เหมาะในผู้ป่วยที่มีอาการ คลื่นไส้ อาเจียนมาก ควรพิจารณาการบริหารยาด้วยวิธีฉีด

1.2) **ความถี่และระยะเวลาของการใช้ยา** มีความสำคัญต่อการตัดสินใจใน การเลือกใช้ยาเป็นอย่างมาก เพราะจะมีผลต่อความร่วมมือของผู้ป่วย โดยรับประทานยาตามที่ แพทย์สั่ง การเลือกยาสำหรับผู้ป่วยที่ต้องนำยาไปบริหารเองที่บ้าน ควรเน้นวิธีที่ง่าย สะดวก เช่น

รับประทานวันละครั้ง และช่วงเวลาที่ควรรับประทานยาควรสั้น เช่น รับประทานครั้งเดียวหรือถ้า ต้องให้หลายวันก็ไม่ควรเกิน 3 วัน เป็นต้น

1.3) ประวัติการได้ยารักษามาลาเรีย เป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ทราบถึง การดื้อยาของเชื้อมาลาเรีย การเลือกยาต้องคำนึงถึงการดื้อยาของเชื้อฟัลซิพารัมด้วยเสมอ ควร ระวังการกระจายของเชื้อที่ดื้อยารูปแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยในการเลือกใช้ยาอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4) ควรใช้ความรู้ทางเภสัชจลนศาสตร์ของยา เช่น อัตราการดูดซึม ความเข้มข้นของยาในพลาสมาและเม็ดเลือดแดงที่มีเชื้อ การกระจายตัวของยาไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ อัตราการเปลี่ยนแปลงและขับถ่ายยา ตลอดจนพิษวิทยาของยาเหล่านั้นเป็นพื้นฐานในการจัด ขนาดยาที่เหมาะสม

2) การบำบัดอาการและภาวะแทรกซ้อน (Supportive treatment) การดูแล ผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดสำคัญมากโดยเฉพาะในผู้ป่วยมาลาเรียขึ้นสมอง จะต้องมีการควบคุมสมดุล ของของเหลวและเกลือแร่ในร่างกาย การให้ยารักษาภาวะแทรกซ้อนจะต้องคำนึงถึงภาวะเสียด และผลประโยชน์ที่จะได้รับเป็นอย่างมาก ตัวอย่างเช่น การใช้ยา Corticosteroid ในผู้ป่วย มาลาเรียขึ้นสมอง ไม่ทำให้การรักษาดีขึ้นแต่ผลข้างเคียงมีมาก จึงไม่ควรใช้ ส่วนการให้ยากันชัก ช่วยป้องกันการชักของผู้ป่วยได้ดี จึงควรใช้ยากันชักในผู้ป่วยมาลาเรียขึ้นสมอง

3) การป้องกันการแพร่กระจายโรคโดยให้ยาฆ่าแกมมาโตไซต์ (Gametocytocide) สำหรับมาลาเรียฟัลซิพารัม ถ้าผู้ป่วยอยู่ในท้องที่มียุงซึ่งเป็นพาหะ ต้องให้ยาฆ่าแกมมาโตไซต์ คือ ไพโรมาควิน ขนาด 30 – 45 mg. รับประทานครั้งเดียวร่วมกับ เพอร์อะยา Blood schizonticide ซึ่ง ฆ่าเชื้อระยะไรเฟต แต่จะฆ่าแกมมาโตไซต์ (เชื้อระยะมีเฟต) ของเชื้อฟัลซิพารัมไม่ได้ สำหรับ มาลาเรียไวแวกซ์ โอวัลเล่ และมาลาเรียอี ไม่ต้องให้ไพโรมาควิน เพื่อฆ่าแกมมาโตไซต์เพราะยา Blood schizonticide ออกฤทธิ์ฆ่าแกมมาโตไซต์ของเชื้อเหล่านี้ได้ด้วย

ยาที่ใช้ในการรักษามาลาเรีย ยาด้านเชื้อมาลาเรีย จำแนกตามฤทธิ์ของยา ต่อเชื้อ ดังนี้

1) Blood schizonticide ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อไรเฟตในเม็ดเลือดแดง ใช้รักษาผู้ป่วย มาลาเรียเพราะเชื้อไรเฟตในเม็ดเลือดแดง เป็นตัวทำให้มีอาการป่วยไข้ ยาในกลุ่มนี้ ได้แก่ คลอโรควิน (Chloroquine) ซัลฟาดอกซิน-พัยริเมตามีน (Sulfadoxine-pyrimethamine) ควินิน (Quinine) เมโฟลควิน (Mefloquine) เมโฟลควิน ร่วมกับซัลฟาดอกซิน-พัยริเมตามีน (Mefloquine Sulfadoxine-pyrimethamine) เตตราไซคลิน (Tetracycline) ฮาโลแฟนทริน (Halofantrine) อาร์ติมิเตอ์ (Artemether) และอาร์ติซูนเนต (Artesunate)

2) **Tissue schizontocide** มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อที่อยู่ในเนื้อเยื่อ (ตับ) ถ้าฆ่าเชื้อมาก่อนเข้าเม็ดเลือดแดง (Primary tissue schizontocide) ใช้เป็นยาป้องกันมาลาเรีย ได้แก่ ยาพิริเมธามีน (Pyrimethamine) ยาฆ่า Hypnozoite ที่อยู่ในตับ ใช้เป็นยากันโรคกลับซ้ำ (Antirelapse) ใช้ในการรักษามาลาเรียไวแวกซ์และมาลาเรียโอวาเล่ให้หายขาด ได้แก่ ยาไพโรมาควิน (Primaquine)

3) **Gametocide** ออกฤทธิ์ฆ่าแกมมาโตไซต์ หรือเชื้อมีเพศ ได้แก่ ยาไพโรมาควิน ใช้ขจัดการแพร่มาลาเรียในโครงการควบคุมกำจัดมาลาเรียของกองมาลาเรีย

4) **Sporontocide** หรือ Antisporogenic drug มีฤทธิ์ขัดขวางการเกิดสปอโรซอइटในยุง จึงเป็นยาที่ขัดขวางการแพร่โรค ได้แก่ ไพโรมาควิน ปัญหาการดื้อยาของเชื้อมาลาเรียในระยะ Blood schizontocide ซึ่งเป็นยาฆ่าเชื้อไร้เพศและเป็นยารักษามาลาเรีย เมื่อใช้ไประยะหนึ่ง เชื้อมาลาเรียมักจะปรับตัวดื้อต่อยา เชื้อฟัลซิพารัมปรับตัวดื้อยาได้ดีกว่าเชื้อชนิดอื่นและทำให้เกิดปัญหาในการรักษาควบคุมและกวาดล้างมาลาเรีย สำหรับในประเทศไทยมีประวัติการดื้อยาของเชื้อมาลาเรีย ดังนี้

- มีรายงานผู้ป่วยฟัลซิพารัมดื้อต่อยาคลอโรควิน ที่โรงพยาบาลอายุรศาสตร์เซต ร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ใน พ.ศ.2505 หลังจากนั้นมีการกระจายของเชื้อมาลาเรียไปอย่างช้า ๆ

- พ.ศ.2514 เชื้อดื้อยาคลอโรควินมากขึ้น และกระจายไปทั่ว โครงการควบคุมไข้มาลาเรียจึงเปลี่ยนการรักษาฟัลซิพารัมจากคลอโรควินเป็นซัลฟาดอกซิน/พิริเมธามีน ในการรักษาขั้นหายขาด หลังจากนั้นมีการใช้ยา ซัลฟาดอกซิน/พิริเมธามีน อย่างแพร่หลายในประเทศไทย มีการใช้เป็นยาป้องกัน ตลอดจนยาชุด จึงทำให้เกิดการดื้อยาในไม่ช้า

- พ.ศ.2524 กองมาลาเรีย ทำการศึกษาประสิทธิภาพของยารักษาขั้นหายขาด 5 ชนิด พบว่า Fansidar ให้ผลการรักษาต่ำมาก เพียง 30 – 40% ที่ตาก กาชินธุ์ และจันทบุรี

- พ.ศ.2528 กองมาลาเรียได้นำยา เมโฟลควินร่วมกับซัลฟาดอกซินพิริเมธามีน เข้ามาใช้ในโครงการควบคุมไข้มาลาเรีย หลังจาก เมโฟลควิน ร่วมกับ ซัลฟาดอกซินพิริเมธามีน ได้รับการจดทะเบียนครั้งแรกในประเทศไทย (พ.ย.2524) และมีการควบคุมยานี้ โดยมีข้อตกลงห้ามมิให้บริษัทจำหน่ายให้แก่ร้านขายยาหรือภาคเอกชน นอกจากจะได้รับการอนุญาตจากกรมควบคุมโรคติดต่อเป็นราย ๆ ไปและไม่ให้ใช้เป็นยาป้องกันนับได้ว่าเมโฟลควินร่วมกับซัลฟาดอกซินพิริเมธามีน เป็นยารักษาครั้งแรกที่มีระบบการควบคุมในประเทศไทย ซึ่งยาอื่นที่ได้รับการจดทะเบียนก่อนหน้านี้ เช่น คลอโรควิน ควินิน ซัลฟาดอกซินพิริเมธามีน ไม่มีการควบคุมแต่อย่างใด และมักพบยาเหล่านี้อยู่ในยาชุดจำหน่ายทั่วไปตามแหล่งแพร่เชื้อมาลาเรีย

- พ.ศ. 2533 มีการระบาดของไข้มาลาเรียฟัลซิพารัมอย่างรุนแรง เนื่องจากมีการเปิดชายแดนไทย-กัมพูชา ตั้งแต่ปลายปี 2531 ทำให้มีแรงงานชุดพลอยจากจังหวัดตราดและจังหวัดใกล้เคียง ตลอดจนจังหวัดอื่น ๆ เกือบทั่วประเทศเดินทางข้ามชายแดนที่ อ.บ่อไร่ จ.ตราด ไปชุดพลอยในจังหวัดไพลิน ประเทศกัมพูชา ทำให้มีผู้ป่วยมาลาเรียจำนวนมาก (65,550 ราย ในจังหวัดตราด คิดเป็น 24% ของผู้ป่วยทั่วประเทศ) 90% เป็นเชื้อ *P.falciparum* ก่อให้เกิดผลกระทบ คือ ผลการรักษาด้วยยา เมโฟลควิน ร่วมกับ ซัลฟาดอกซิน-พัยริเมธามีน ลดลงมาก ต่อมาในปี 2533 องค์การอนามัยโลกได้ประกาศแนะนำให้ดกาการใช้ยาเมโฟลควินร่วมกับ ซัลฟาดอกซินพัยริเมธามีน ทั้งเพื่อการรักษาและเพื่อเป็นยาป้องกัน และประเทศไทยได้เริ่มใช้ เมโฟลควิน ในรูปยาเดี่ยว แทน เมโฟลควิน ร่วมกับ ซัลฟาดอกซินพัยริเมธามีน
- พ.ศ. 2538 กองมาลาเรียได้กำหนดนโยบายเกี่ยวกับยารักษามาลาเรียฉบับ พ.ศ.2538 โดยนำยากลุ่มอนุพันธ์ซิงเฮาซู ได้แก่ อาร์ติซุเนต และอาร์ติมิเตอร์ ซึ่งเป็นยาใหม่มาใช้ ร่วมด้วยแนวทางการรักษามาลาเรียของโครงการควบคุมไข้มาลาเรีย กองมาลาเรีย กรมควบคุมโรคติดต่อ (ฉบับ พ.ศ.2538)

การรักษาผู้ป่วย *P.falciparum* มีการแบ่งพื้นที่ประเทศออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

- ก. **พื้นที่เชื้อไวต่อยาเมโฟลควินหรือดีออกยาเมโฟลควินในระดับต่ำ** มีอัตราหายขาดสูงกว่า 70% ได้แก่พื้นที่ทั่วไปของประเทศ ยกเว้น ช้อ ข และ ค
 - ข. **พื้นที่เชื้อดีออกยาเมโฟลควินในระดับปานกลาง** มีอัตราหายขาดระหว่าง 50-70% และอาจพบผู้ป่วยดื้อยาระดับสูง RIII ได้แก่ จังหวัดนครนายก และสระแก้ว
 - ค. **พื้นที่เชื้อดีออกยาเมโฟลควินในระดับสูง** อัตราหายขาดต่ำกว่า 50% และมักจะพบผู้ป่วยที่มีการดื้อยาระดับสูง RIII ได้แก่จังหวัดตาก ตราด และจันทบุรี
- พื้นที่ ก.** ยาที่ใช้รักษาคือ เมโฟลควิน 750 mg. ร่วมกับไพโรมาควิน 30 mg. รับประทานพร้อมกัน ครั้งเดียว หากรักษาไม่หายให้ใช้ยาขนานที่สองคือควินิน 600 mg. วันละ 3 ครั้ง ร่วมกับเตตราซัย คลิน 500 mg. วันละ 2 ครั้ง นาน 7 วัน และไพโรมาควิน 30 mg. ในวันแรก และยาขนานที่สาม คือ อาร์ติซุเนตหรือ อาร์ติมิเตอร์ขนาด 700 mg. แบ่งให้ภายใน 5 วัน ร่วมกับไพโรมาควิน 30 mg. ในวัน สูดท้าย
- พื้นที่ ข.** ยาที่ใช้รักษาคือ เมโฟลควิน 750 mg. ครั้งเดียวร่วมกับอาร์ติซุเนตหรือ อาร์ติมิเตอร์ วันละ 300 mg. ครั้งเดียวหากรักษาไม่หายให้ใช้ยาขนานที่สองและสาม เช่นเดียวกับพื้นที่ ก.

พื้นที่ ค. ยาที่ใช้รักษาคือ เมโฟควิน 1250 mg. เป็นเวลา 2 วัน และไพโรมาควิน 30 mg. ครั้งเดียว หากรักษาไม่หายให้ใช้ยารักษาที่สองและสาม เช่นเดียวกับพื้นที่ ก.

การรักษาผู้ป่วย *P.vivax* และ *P.ovale*

ใช้คลอโรควิน 1500 mg. แบ่งให้ภายใน 3 วัน ร่วมกับไพโรมาควิน วันละ 15 mg. นาน 14 วัน หากพบเชื้อไวแวกซ์ซ้ำภายใน 3 เดือน นับจากการรักษาครั้งแรก โดยพิสูจน์ได้ว่าไม่ใช่เป็นการรับเชื้อใหม่ ให้รักษาซ้ำเช่นเดิม แต่เพิ่มขนาดยาไพโรมาควินเป็นวันละ 20 mg.

การรักษาผู้ป่วย *P.malariae*

รักษาเหมือน *P.vivax* แต่ไม่ต้องให้ไพโรมาควิน เชื้อผสมที่มีเชื้อ *P.falciparum* รวมอยู่ด้วย ให้รักษาตามแต่กรณีของฟีลซิพารัมนั้น ๆ เนื่องจากยารักษามาลาเรียฟีลซิพารัม สามารถจำกัดเชื้อไวแวกซ์ได้ เช่นเดียวกัน และนัดมาตรวจโลหิตซ้ำหากพบ *P.vivax* จึงรักษาอีกครั้งตามวิธีรักษา *P.vivax* ยาป้องกัน

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับ ทักษะคิด การมีส่วนร่วมและความร่วมมือขององค์กร และพฤติกรรมเกี่ยวกับการป้องกันควบคุมโรคมาลาเรีย

2.2.1 ทักษะคิดต่อการป้องกันควบคุมโรคมาลาเรีย

ทัศนคติ หรือเจตคติ (Attitude) หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546)

ลักษณะของทัศนคติ มีดังนี้

1) ทัศนคติมีลักษณะเป็นสภาวะทางจิตที่มีอิทธิพลต่อความคิดและการกระทำมีผลให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าไปในทางใดทางหนึ่ง

2) ทัศนคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่ได้มาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลมีส่วนเกี่ยวข้อง

3) ทัศนคติของบุคคลไม่ว่าในเรื่องใด ๆ มีทิศทางไปได้ ไม่ทางบวกก็เป็นไปในทางลบ

4) ทัศนคติมีความหมายอ้างอิงถึงบุคคลและสิ่งของเสมอ คือทัศนคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวตนสามารถอ้างอิงได้

พฤติกรรมสุขภาพจะขึ้นอยู่กับความเชื่อในด้านต่าง ๆ (กองสุขศึกษา. 2542) ดังนี้

- 1) ความเชื่อหรือการรับรู้ต่อโอกาสเสี่ยงของการเป็นโรคหรือได้รับเชื้อโรคเป็นความเชื่อเกี่ยวกับความไม่ปลอดภัยของสุขภาพหรืออยู่ในอันตราย
- 2) ความเชื่อเกี่ยวกับความรุนแรงของสิ่งที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพในด้านของความเจ็บปวด ทรมาน การเสียเวลา เสียเศรษฐกิจ
- 3) ความเชื่อเกี่ยวกับผลตอบแทนที่ได้จากการแสดงพฤติกรรมที่ถูกต้องว่าคุ้มค่ากับสิ่งต่าง ๆ ที่ลงทุนไป เมื่อมีความเชื่อดังกล่าวแล้วจะทำให้บุคคลมีความพร้อมในการแสดงพฤติกรรม

การวัดทัศนคติ (Thurstone. 1967) มีการวัดที่แตกต่างกัน ได้แก่

- 1) การวัดทัศนคติโดยใช้ช่วงปรากฏเท่ากัน (Equal appearing intervals) วิธีการนี้สร้างขึ้นโดย Thurstone ซึ่งขั้นแรกต้องทำการสร้างข้อความที่แทนความรู้สึกของกลุ่มบุคคลให้ได้ ข้อความมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ แล้วเรียงลำดับความคิดเห็นตั้งแต่เห็นด้วยมากที่สุดจนถึงไม่เห็นด้วยมากที่สุด จำนวน 11 ระดับ (Degree)
- 2) การวัดทัศนคติโดยใช้วิธีการลิเคิร์ต (Likert method or Summated ratings) โดยการสร้างข้อความขึ้นหลาย ๆ ข้อความให้ครอบคลุมหัวข้อที่จะศึกษา การตอบแบบสอบถามนี้มีข้อให้เลือก 5 ข้อ คือ เห็นด้วยอย่างมาก เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างมาก การให้คะแนนขึ้นอยู่กับชนิดของข้อความว่าเป็นทางบวกหรือทางลบ
- 3) การวัดทัศนคติโดยใช้วิธีวิเคราะห์สเกล (Scalgram analysis) เป็นวิธีการที่อธิบายถึงขบวนการในการประเมินผลกลุ่มของข้อความกลุ่มหนึ่ง ๆ ว่าเป็นไปตามข้อจำกัดหรือครบถ้วนตามลักษณะที่ถูกต้องในการสร้างสเกลโดยวิธีของ Guttman หรือไม่เท่านั้น ตามความคิดของ Guttman เชื่อว่า สเกลสำหรับวัดทัศนคตินั้นควรเลือกข้อความจำนวนเล็กน้อย (4 – 6 ข้อความ) โดยเลือกจากข้อความหลาย ๆ ข้อความ ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด
- 4) การวัดทัศนคติโดยใช้วิธีเทคนิคความหมายจำแนก (Semantic differential) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความคิดรวบยอด เป็นการศึกษาถึงความหมายของสิ่งต่าง ๆ ตามความคิดเห็นของกลุ่มที่เราศึกษา โดยทั่วไปสเกลแบบเทคนิคความหมายจำแนกจะประกอบด้วยข้อให้เลือก 7 ข้อ ซึ่งจะให้กลุ่มบุคคลที่จะศึกษาประเมินค่าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สเกลนี้ให้ผู้ตอบ

ประเมินค่ามากขึ้น เช่น ดี – เลว, ใหญ่ – เล็ก, ช้า – เร็ว เป็นต้น โดยการประเมินนั้นจะใช้ คำคุณศัพท์ซึ่งตรงกันข้ามกันและมีลำดับของความมากขึ้นจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งทั้งหมด

7 อันดับ

2.2.2 การมีส่วนร่วมขององค์กรเกี่ยวกับการป้องกันควบคุมโรคมาลาเรีย

แนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาชน (People's participation) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาชนบท ทั้งนี้ ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 ที่มุ่งเน้นคนเป็นสำคัญมากกว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจ ได้พยายามเปลี่ยนแปลงแนวทางการพัฒนาจากระดับบนลงล่าง (Top - down) มาเป็นจากระดับล่างขึ้นบน (Bottom - up) แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Oakley. (1984 : 17) ได้กล่าวว่าแนวทางจากระดับล่างขึ้นบนนี้ เกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับแนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดหาย (Missing ingredient) ในกระบวนการพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชนนั้น มีนักวิชาการได้อธิบายและให้ความหมาย ปัจจัยขั้นตอนการมีส่วนร่วมของชุมชน รูปแบบของชุมชนต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาไว้มากมายซึ่งผู้วิจัยได้นำมากล่าวไว้เท่าที่จำเป็นและสอดคล้องกับแนวทางการศึกษา ดังนี้

1) ความหมายของการมีส่วนร่วมของชุมชน

การมีส่วนร่วมของชุมชนนั้น มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้
Cohen and Uphoff. (1981 : 6) ได้ให้ความหมาย การมีส่วนร่วมของชุมชนว่า สมาชิกของชุมชนต้องเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องใน 4 มิติ ได้แก่

- (1) การมีส่วนร่วมการตัดสินใจว่าควรทำอะไรและทำอย่างไร
- (2) การมีส่วนร่วมเสียสละในการพัฒนา รวมทั้งลงมือปฏิบัติตามที่ได้ตัดสินใจ
- (3) การมีส่วนร่วมในการแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน
- (4) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลโครงการ

โดยสร้างโอกาสให้สมาชิกทุกคนของชุมชน ได้เข้ามามีส่วนร่วมช่วยเหลือและเข้ามามีอิทธิพลต่อกระบวนการดำเนินกิจกรรมในการพัฒนา รวมถึงได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนานั้นอย่างเสมอภาค องค์การสหประชาชาติ. (1981: 5) และ ริเตอร์. (1974 : 39) ได้ให้ความหมายเจาะจงถึงการมีส่วนร่วมไว้ว่า การมีส่วนร่วมเป็นการปะทะสังสรรค์ทางสังคม ทั้งในลักษณะการมีส่วนร่วมของปัจเจกบุคคล และการมีส่วนร่วมของกลุ่ม

นอกจากนี้ สุชาติา จักรพิสุทธิ. (2547) ศึกษาเรื่องชุมชนกับการมีส่วนร่วมจัดการศึกษา สรุปได้ว่า การมีส่วนร่วมของชุมชน แบ่งได้ออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

(1) ลักษณะการมีส่วนร่วมจากความเกี่ยวข้องทางด้านเหตุผล โดยการเปิดโอกาสให้สังคม องค์กรต่างๆ ในชุมชน ประชาชนมีบทบาทหลักตามสิทธิ หน้าที่ในการเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ตั้งแต่การคิดริเริ่ม การพิจารณาตัดสินใจ วางแผน การร่วมปฏิบัติและการรับผิดชอบในผลกระทบที่เกิดขึ้น รวมทั้งส่งเสริม ชักนำ สนับสนุนให้การดำเนินงานเกิดผลประโยชน์ต่อชุมชนตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดด้วยความสมัครใจ

(2) ลักษณะการมีส่วนร่วมจากความเกี่ยวข้องทางด้านจิตใจ เป็นการมีส่วนร่วมของชุมชน ที่การเกี่ยวข้องทางด้านจิตใจ อารมณ์ รวมทั้ง ค่านิยมของประชาชนเป็นเครื่องชี้นำตนเองให้เข้ามามีส่วนร่วม แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การกระทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้ที่เข้ามามีส่วนร่วม เกิดความผูกพัน มีความรู้สึกรับผิดชอบต่อกิจกรรมที่ดำเนินงานด้วยความสมัครใจ

จากแนวคิดและทัศนะที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด สามารถแยกประเด็นสรุปได้ว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนเกิดขึ้นจาก เป้าหมายที่ต้องการ ค่านิยม ความเชื่อ วัฒนธรรม ประเพณี ความผูกพัน การเสริมแรง โอกาส ความสามารถ การสนับสนุน ความคาดหวังในสิ่งที่ต้องการโดยมีพื้นฐานของการมีส่วนร่วม ดังนี้

- (1) การมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของเหตุผล
- (2) การมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของค่านิยม
- (3) การมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของประเพณี
- (4) การมีส่วนร่วมบนพื้นฐานของความผูกพัน ความเสน่หา

โดยสรุป การมีส่วนร่วมของชุมชนนั้น เกิดจากจิตใจที่ต้องการเข้าร่วมในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของกลุ่มคนที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตทางสังคม ซึ่งการรื้อให้คนในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมนั้น ผู้ดำเนินงานจะต้องมีความเข้าใจในวิถีการดำเนินชีวิต ค่านิยม ประเพณี ทัศนคติของบุคคล เพื่อให้เกิดความสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม

2) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วม

การที่ชุมชนจะเข้ามามีส่วนร่วมนั้น มีปัจจัยที่ส่งผลให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งมีนักวิชาการได้เสนอแนวคิด ดังนี้

Koufman, H.F. (1949 : 7) ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุมชนในชนบท พบว่า อายุ เพศ การศึกษา ขนาดของครอบครัว อาชีพ รายได้และระยะเวลาการอยู่อาศัยในท้องถิ่น มีความสัมพันธ์กับระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน

นอกจากนี้ ประยูร ศรีประสาธน์. (2542 : 5) ได้นำเสนอปัจจัยของการมีส่วนร่วมว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วม มีด้วยกัน 3 ปัจจัย คือ

- (1) ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ
- (2) ปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจ ได้แก่ การศึกษา อาชีพ รายได้ และการเป็นสมาชิกกลุ่ม
- (3) ปัจจัยด้านการสื่อสาร ได้แก่ การรับข่าวสารจากสื่อมวลชนและสื่อบุคคล จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปปัจจัยต่อการมีส่วนร่วมทำกิจกรรมได้ ดังนี้

- (1) ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ต่าง ๆ
- (2) ลักษณะทางเศรษฐกิจ ได้แก่ อาชีพ รายได้
- (3) การได้รับข้อมูลข่าวสาร ได้แก่ ความถี่ในการรับรู้ข่าวสาร และแหล่งที่มาของข่าวสาร

3) ขั้นตอนการมีส่วนร่วมของชุมชน

การเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนเพื่อการกระทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนนั้น มีนักวิชาการได้เสนอแนวคิดถึงขั้นตอนการมีส่วนร่วมของชุมชน ดังนี้

Fornaroff. (1980 : 104) เสนอว่ากระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน มีขั้นตอนการมีส่วนร่วม ดังนี้

- (1) การวางแผน รวมถึงการตัดสินใจในการกำหนดเป้าหมาย กลวิธี ทรัพยากรที่ต้องใช้ ตลอดจนการติดตามประเมินผล
- (2) การดำเนินงาน
- (3) การใช้บริการจากโครงการ
- (4) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์

นอกจากนี้ อภิญา กังสนารักษ์. (2544 : 14 – 15) ได้นำเสนอขั้นตอนการมีส่วนร่วมของชุมชนว่า ชุมชนต้องมีส่วนร่วมใน 4 ขั้นตอน คือ

(1) การมีส่วนร่วมในการริเริ่มโครงการ ร่วมค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหา ภายในชุมชน ร่วมตัดสินใจกำหนดความต้องการและร่วมลำดับความสำคัญของความต้องการ

(2) การมีส่วนร่วมในขั้นการวางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการ แนวทางการดำเนินงาน รวมถึงทรัพยากรและแหล่งวิทยาการที่จะใช้ในโครงการ

(3) การมีส่วนร่วมในขั้นตอนการดำเนินโครงการ ทำประโยชน์ให้แก่โครงการ โดยร่วมช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์ วัสดุอุปกรณ์ และแรงงาน

(4) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลโครงการ เพื่อให้รู้ว่าผลจากการดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยสามารถกำหนดการประเมินผลเป็นระยะต่อเนื่องหรือประเมินผลรวมทั้งโครงการในคราวเดียวกันได้

ส่วน อคิน รพีพัฒน์. (2547 : 49) ได้แบ่งขั้นตอนการมีส่วนร่วมออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

(1) การกำหนดปัญหา สาเหตุของปัญหา ตลอดจนแนวทางแก้ไข

(2) การตัดสินใจเลือกแนวทาง และวางแผนพัฒนา แก้ไขปัญหา

(3) การปฏิบัติงานในกิจกรรมการพัฒนาตามแผน

(4) การประเมินผลงานกิจกรรมการพัฒนา

ขั้นตอนการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชน วิรัช วิรัชนิภาวรรณ. (2547) ได้สรุปและนำเสนอขั้นตอนการมีส่วนร่วมใน 2 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 มีขั้นตอน ดังนี้

(1) การคิด

(2) การตัดสินใจ

(3) การวางแผน

(4) การลงมือปฏิบัติ

ลักษณะที่ 2 มีขั้นตอน ดังนี้

(1) การกำหนดปัญหา

(2) การวางแผน

(3) การดำเนินงาน

(4) การประเมินผล

(5) การบำรุงรักษา และพัฒนาให้คงไว้

จากแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการมีส่วนร่วมของชุมชนทั้งหมดสรุปได้ว่า ขั้นตอนของการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชนนั้นมี 6 ขั้นตอน ได้แก่

- (1) การค้นหาปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางแก้ไข
- (2) ตัดสินใจกำหนดความต้องการ
- (3) ลำดับความสำคัญ
- (4) วางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการ แนวทางการดำเนินงาน ทรัพยากร
- (5) วางแผน กำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการ แนวทางการดำเนินงาน ทรัพยากร
- (6) ดำเนินงานตามโครงการ และ/หรือ สนับสนุนการดำเนินงาน
- (7) ประเมินผล

4) รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษา

จากขั้นตอนของการมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อการร่วมทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนนั้น บนพื้นฐานของการเข้ามามีส่วนร่วม ไพบูลย์ วัฒนศิริธรรม. (2547) ได้นำเสนอความคิดเห็นผ่านบทความ “แลหน้าเศรษฐกิจสังคมไทย” สรุปการเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชนได้ใน 2 ลักษณะ ได้แก่

- (1) การมีส่วนร่วมของประชาชนที่รัฐเป็นผู้นำ การมีส่วนร่วมในลักษณะนี้เป็นการมองมาจากเบื้องบนหรือมาจากรัฐ ประชาชนเป็นเพียงผู้คอยรับนโยบายและปฏิบัติตาม
- (2) การมีส่วนร่วมที่เกิดจากความต้องการของประชาชนด้วยความสมัครใจโดยที่รัฐคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำหรือคอยอำนวยความสะดวกเท่านั้น

ทั้งนี้ จากการที่กฎหมายได้กำหนดบทบาทของท้องถิ่นกับการจัดการศึกษาในสาระมาตรา 41 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่ระบุไว้ว่า องค์รปกครองส่วนท้องถิ่นมีสิทธิจัดการศึกษาในระดับใดระดับหนึ่งหรือทุกระดับตามความพร้อม ความเหมาะสม และความต้องการภายในท้องถิ่น ทั้งนี้ วิจิต นันทสุวรรณ และจำนงค์ แรกพินิจ. (2541 : 21-29) ได้นำเสนอรูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษาไว้ดังนี้

(2.1) รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาตนเอง การจัดการศึกษาในลักษณะนี้ เกิดจากความสามารถและความต้องการของคนในชุมชน ที่มุ่งให้เกิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตและตอบสนองความต้องการของสมาชิกในชุมชน โดยยึดหลักให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างไม่มีการจำกัดของระยะเวลา สถานที่ เพศ และอายุ เป็นการเปิดโอกาสให้คนได้เรียนรู้ตามอัธยาศัยที่ แท้จริง ชุมชนได้เข้ามามีบทบาทหลักในการจัดการศึกษา ทั้งนี้ รูปแบบการมีส่วนร่วม

ร่วมตามแนวทางนี้ ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 อย่างที่มีอยู่ในชุมชน ได้แก่ คน ความรู้ และ ทรัพยากร โดยมีกระบวนการดำเนินการ คือ

- การวิเคราะห์ – สังเคราะห์ ปัญหาชุมชน
- หาทางออกที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวิถีชีวิต
- ดำเนินการสร้างกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหามีอยู่
- ประเมินผลกิจกรรม

โดยการกำหนดเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนรู้ จะเริ่มจากจุดเล็กๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแล้วขยายออกไปสู่เนื้อหาหรือกิจกรรมที่ซับซ้อน และเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตทั้งหมด

(2.2) รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของโรงเรียน ชุมชนมีส่วนร่วมร่วมกับโรงเรียนในการสร้างหลักสูตรท้องถิ่นที่สัมพันธ์ และสอดคล้องกับความเป็นจริงของสภาพชุมชน สนองความต้องการและวิถีชีวิตของชุมชนในท้องถิ่น โดยบุคคลในท้องถิ่น เช่น ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้รู้ผู้นำชุมชน ผู้ปกครอง มาจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นและประเมินผล

(2.3) รูปแบบการเชื่อมประสานการจัดการศึกษาระหว่างโรงเรียนกับชุมชน การมีส่วนร่วมของชุมชนในรูปแบบนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะกับชุมชนที่มีกระบวนการเรียนรู้ที่เข้มแข็ง มีองค์กรชุมชนเพื่อจัดการเรียนรู้ร่วมกัน มีเครือข่ายการเรียนรู้เพื่อการแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับชุมชนอื่น

รูปแบบการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษา ตามที่ได้กล่าวมานั้น สรุปได้ว่า รูปแบบการมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษานั้น นอกจากจะเป็นการมีส่วนร่วมกับโรงเรียนในการพัฒนา การจัดการเรียนการสอนแล้ว นอกจากจะเป็นการมีส่วนร่วมกับโรงเรียนในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแล้ว ยังเป็นไปในลักษณะของการร่วมกันจัดการศึกษาให้แก่คนในชุมชน เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ชุมชนนั้น ๆ ด้วยบนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมในระดับสูง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งที่จะพัฒนาความรู้ ทักษะ ของเกษตรกร ซึ่งเป็นประชาชนนอกระบบโรงเรียนในชุมชน จึงกำหนดใช้รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาตนเอง โดยมุ่งหมายให้กลุ่มประชากรในชุมชนได้มีโอกาสเข้ามามีส่วนร่วม เพื่อการพัฒนาความรู้ ทักษะ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง และชุมชนได้ต่อไปอย่างยั่งยืน

จากการศึกษาทฤษฎี หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด สรุปได้ว่า การมีส่วนร่วมของชุมชนเกิดจากจิตใจที่ต้องการเข้าร่วมในกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง เพื่อให้เกิดผล ต่อความต้องการของกลุ่มคนที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตทางสังคม ทั้งนี้ ในการที่จะให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมอย่างแท้จริงนั้น การจัดกิจกรรมการมีส่วนร่วมต้องคำนึงถึง วิธีการ ดำเนินชีวิต ค่านิยม ประเพณี ทัศนคติของบุคคล เพื่อให้เกิดความสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม เพราะกลุ่มคนในชุมชน มีความแตกต่างกันใน ลักษณะส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจ และการได้รับข้อมูลข่าวสาร ทั้งนี้ การเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชนโดยสรุปมีขั้นตอนทั้งสิ้น 5 ขั้นตอนคือ 1) การวิเคราะห์ - สังเคราะห์ปัญหาของชุมชน 2) การวางแผนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวิถีชีวิต 3) การกำหนดกิจกรรม 4) การดำเนินกิจกรรม และ 5) การประเมินผล กิจกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเข้ามามีส่วนร่วมที่ให้ความสำคัญโดยใช้ชุมชนเป็นศูนย์กลาง โดยมีหน่วยงานภาครัฐคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำหรืออำนวยความสะดวกเท่านั้น

2.2.3 พฤติกรรมการป้องกันควบคุมโรคมalariaเรื้อรัง

พฤติกรรม (Behavior) หมายถึง การกระทำหรืออาการที่แสดงออกทางกล้ามเนื้อ ความคิดและความรู้สึกเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546)

นักจิตวิทยาได้แบ่งพฤติกรรมเป็น 2 ประเภท (ประภาเพ็ญ สุวรรณ และสวิง สุวรรณ. 2536) ได้แก่

1) พฤติกรรมภายนอก หมายถึง พฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้โดยบุคคลอื่น เช่น การอ่านหนังสือ การนอน การรับประทานอาหาร การปฏิบัติต่าง ๆ

2) พฤติกรรมภายใน หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลอื่นไม่สามารถสังเกตได้ แต่เราสามารถทราบว่าพฤติกรรมเกิดขึ้นได้โดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น ความรู้ ความคิด ความฝัน ทัศนคติ

การวัดพฤติกรรม (กองสุขศึกษา. 2542) สามารถวัดได้หลากหลายวิธี ดังนี้

1) เจตนาเชิงพฤติกรรม (Behavioral intention) การวัดเจตนาเชิงพฤติกรรมของบุคคล คือการถามว่า เขาได้วางแผนที่จะทำอะไรบ้าง ในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การนอนในมุ้งหรือไม่ จะใช้ยาทากันยุงเวลาอยู่ในป่าหรือไม่ การถามถึงเจตนาเชิงพฤติกรรมเป็นการให้ผู้ตอบรายงานตนเอง ข้อมูลที่ได้อาจไม่สมบูรณ์ดังที่กล่าวแล้ว จึงควรใช้วิธีวัดพฤติกรรมแบบอื่น

2) การสังเกตพฤติกรรม (Behavioral observation) ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมที่เราต้องการศึกษา ในสภาพการณ์ทดลองหรือในสภาพการณ์จริง

3) ตัวบ่งชี้พฤติกรรม (Behavioral indicators) คือ การรวบรวมข้อมูล การกระทำต่าง ๆ เมื่อบุคคลได้แสดงพฤติกรรมแล้ว เช่น ต้องการรู้ว่าชาวบ้านชอบใช้ยาทากันยุงยี่ห้ออะไร ก็รวบรวมจำนวนชนิดของยาทากันยุงต่าง ๆ แล้วศึกษาว่ายี่ห้ออะไรขายได้มากที่สุด

4) การวัดพฤติกรรมโดยทางอ้อม (Behavioral measures) คือ การให้บุคคลรายงานสถานการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับตัวแบบคณิตศาสตร์

2.3.1 ความหมายของการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling) เป็นกิจกรรมที่แปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ วิจัย และการดำเนินงานในภายหลัง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นมาจากเสร็จสิ้นกระบวนการและคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบนี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2.3.2 ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ

1) ระบุปัญหา ในการสร้างตัวแบบ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ก่อนการดำเนินการ

2) รวบรวมข้อมูล หลังจากทราบปัญหาแล้ว ก็จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับปัญหา

3) วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ เช่น การหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องหาค่าสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ฯลฯ

4) ตั้งสมมุติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือคิดหาคำตอบ (ในที่นี้คือลักษณะของตัวแบบ) ที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นตอนที่สอง

5) สร้างตัวแบบ เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือพูดอย่างง่าย ๆ ก็คือการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ตามสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้

6) ตีความหมาย คือ การแปลความหมายหรืออธิบายตัวแบบที่สร้างขึ้นมา

เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับปัญหาจริง

7) เปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้เป็น การเปรียบเทียบค่าคาดคะเนที่คำนวณได้จาก ตัวแบบ กับค่าที่จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาได้ ถ้าค่าทั้งสองกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันก็แสดงให้เห็นว่าตัวแบบ ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับความเป็นจริง ถ้าผลออกมาเป็นตรงกันข้ามก็แสดงว่าตัวแบบที่สร้าง ขึ้นเป็นตัวแบบที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการสร้างตัวแบบอาจผิดพลาด ควรจะทำการแก้ไขโดยการพิจารณาใหม่ตั้งแต่ขั้นแรก

8) รายงานผล ถ้าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ก็สามารถเขียนรายงานผลหรือนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ออกมาสู่สาธารณชน

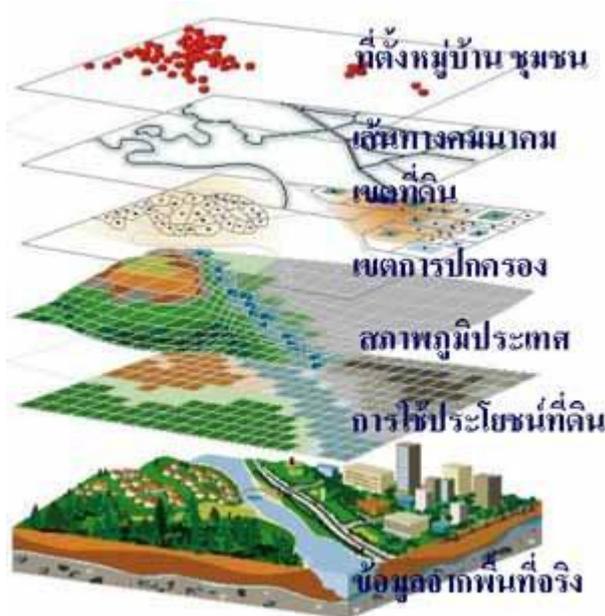
2.3.3 ตัวแบบคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโรค

สุรพล เนาวรัตน์. (2552) กล่าวว่าตัวแบบคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของโรค (Mathematical transmission model) เป็นตัวแบบที่ใช้ศึกษาการแพร่ระบาดของโรคต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้ในหลายศาสตร์และอาศัยบุคลากรผู้เชี่ยวชาญจากหลายสาขาด้วยกันไม่ว่าจะเป็น แพทย์ พยาบาล นักสาธารณสุขศาสตร์ นักระบาดวิทยา นักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ ล้วน ต้องใช้ความรู้หลายด้านเหล่านั้นมาบูรณาการ เพื่อทำความเข้าใจและแก้ปัญหาการระบาดของโรคด้วยมุมมองจากหลากหลายอาชีพที่เกี่ยวข้อง ในแง่ของคณิตศาสตร์นั้นได้ใช้การจำลอง ตัวแบบเพื่อแสดงให้เห็นถึงบทบาทและประโยชน์ของตัวแบบคณิตศาสตร์ที่มีส่วนช่วยที่สำคัญในการคลี่คลายวิกฤตการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งการจำลองสถานการณ์นั้นเราสนใจสถานการณ์ที่ค่อนข้างง่ายเมื่อเทียบกับสถานการณ์จริงที่ค่อนข้างซับซ้อน โดยมีการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เช่น สมมติ ประชากรที่ศึกษามีจำนวนคงที่ นั่นคือ อัตราการเปลี่ยนแปลง (การเกิด การตาย การอพยพเข้า การอพยพออก) น้อยมากและตัดทิ้งได้ เหตุการณ์ดังกล่าวเป็นโลกของแบบจำลองจะต้องมีความสมจริงในระดับหนึ่งเมื่อเทียบกับสถานการณ์จริง ไม่เช่นนั้นแล้วแบบจำลองจะไม่มี ความหมายใดๆ ดังนั้นการศึกษาปัญหาของโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนยุ่งยากได้ แปลงมาเป็นการศึกษาปัญหาของโลกแบบจำลองที่ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถใช้การดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ หรือเทคนิคการคำนวณมาใช้ในการวิเคราะห์หาคำตอบได้อย่างแม่นยำ และ นอกจากนี้ สามารถศึกษาปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาซึ่งบางครั้งอาจจะไม่สามารถทดลองกับ สถานการณ์จริงได้

2.4 ความรู้เกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.4.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

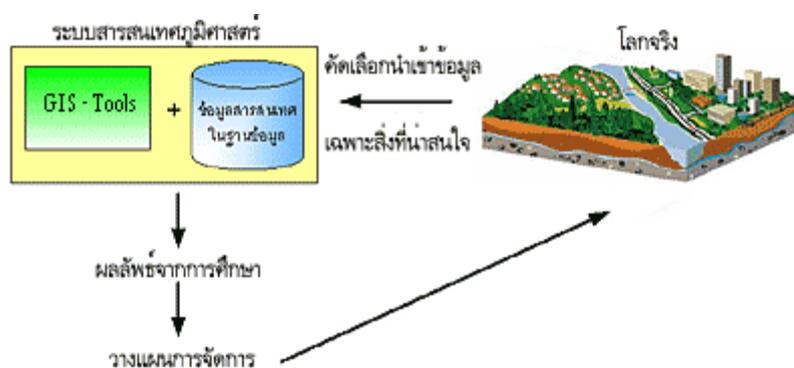
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของ GIS กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่

(ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. 2557)

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมาย เชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วน ระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จาก ลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่แสดงในรูปของภาพ (Graphic) แผนที่ (Map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่น สามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันท้า - ควันทาวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึงข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ ดังภาพที่ 2.3 เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

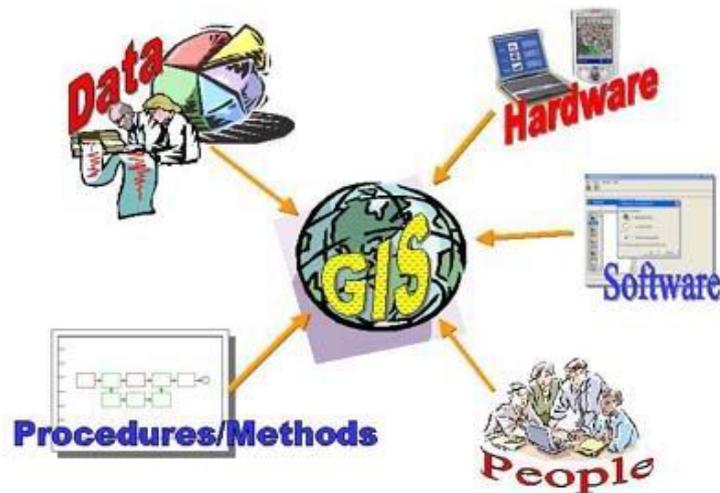


ภาพที่ 2.3 การนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไปประยุกต์ใช้

(ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. 2557)

2.4.2 องค์ประกอบของ GIS (Components of GIS)

องค์ประกอบหลักของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังภาพที่ 2.4 (Phil Parent, 1998 อ้างในดุสิต โพธิ์ทอง, ทวีศักดิ์ ทองบุ๋มและวิเชษฐ ศรีสังข์. 2551 : 19)



ภาพที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

(ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย. 2557)

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware)

คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น Digitizer, Scanner, Plotter, Printer หรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

2) โปรแกรม (Software)

คือ ชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc/Info, MapInfo ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชัน การทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล, จัดการระบบฐานข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ และ จำลองภาพ

3) ข้อมูล (Data)

คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร แหล่งข้อมูลของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ

มาตราส่วน 1:50,000 รูปถ่ายทางอากาศ (Aerial photographs) หรือภาพถ่ายข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่ ชื่อของหมู่บ้าน จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากร เป็นต้น

4) บุคลากร (People Ware)

คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิคผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะถูกกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะมีระบบ GIS

5) วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน (Procedure)

คือ วิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งาน การใช้งาน GIS ที่ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับแผนงานออกแบบ การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานเป็นไปตามขั้นตอน มีความเชื่อถือได้ซึ่งรูปแบบ และการปฏิบัติจะแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมของงานแต่ละอย่าง

2.4.3 หน้าที่ของ GIS

ภาระหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

1) การนำเข้าข้อมูล (Input)

ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลใน รูปแบบดิจิทัลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าเช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2) การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation)

ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ใน ระดับเดียวกันเสียก่อน

3) การบริหารข้อมูล (Management)

ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

ที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

4) การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis)

เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์

5) การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลข หรือ ตัวอักษรซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (Chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

2.4.4 ข้อมูลของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) นับว่าเป็นเทคโนโลยีอีกแขนงหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะเป็นปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบ DBMS (Data Base Management System) ที่มีความสามารถในการจัดการกับข้อมูลกราฟิกได้ ซึ่งมีขั้นตอนตั้งแต่การนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล

สุเพชร จิริขจรกุล. (2549 : 47 – 56) กล่าวว่า ลักษณะของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristics of GIS Information) ประกอบด้วย

1) ประเภทข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูล (Data) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจัดบันทึกคุณสมบัติของวัตถุต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีจะต้องเกี่ยวกับงานที่ทำมีความแม่นยำ ถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้ว เรียกว่า Information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น

ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเองและเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-Reference) ทางภาคพื้นดินซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ โดยเป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วยมือ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจจะเห็นว่าระบบ MIS โดยข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ

1.1.1) จุด (Point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน จุดตัดของแม่น้ำ เป็นต้น

1.1.2) เส้น (Line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ เป็นต้น

1.1.3) พื้นที่รูปปิดหลายเหลี่ยม (Area polygon) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูก พืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด

1.2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Non-Spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้น ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

2) ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial characteristics)

แบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data model) ในการจัดเก็บข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ที่จำแนกโดยลักษณะของการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1) รูปแบบราสเตอร์ (Raster or Grid representation) คือ จุดของเซลล์ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ Pixel หรือ Picture element cell ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแนวนอนและแนวตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ ภายใน Grid cell จะมีข้อมูลตัวเลขซึ่งเป็นตัวแทนสำหรับค่าใน cell นั้น ตัวอย่างของข้อมูลแบบ Raster เช่น ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นข้อมูล Grid cell ที่เก็บสะท้อนค่าของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุที่ปกคลุมอยู่บนพื้นดินที่ดาวเทียมตรวจวัดได้แล้วผ่านกระบวนการของโปรแกรม เพื่อเก็บค่าดังกล่าวไว้ใน Grid cell ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของ Grid cell ณ จุด

พิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งจุดนั้น ถ้าขนาดของ Grid cell มีขนาดใหญ่ รายละเอียดของข้อมูลที่แสดงจะหายาก และถ้าขนาดของ Grid cell มีขนาดเล็ก รายละเอียดของข้อมูลที่แสดงจะมีความละเอียดของข้อมูลมากขึ้น ซึ่งข้อมูลรูปแบบราสเตอร์มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลรูปแบบราสเตอร์อาจแปรรูปมาจากข้อมูลแบบเวกเตอร์ หรือแปลงจากข้อมูลรูปแบบราสเตอร์ไปเป็นเวกเตอร์ ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในระหว่างการแปลงข้อมูล

2.2) รูปแบบเวกเตอร์ (Vector representation) ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ที่ถูกกำหนดมาโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลที่ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือ Cartesian coordinate system ถ้าข้อมูลมีการเก็บค่าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดพิกัดมากกว่า 4 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง

3) สัญญารูปหรือรูปแบบ (Features) ของข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบเวกเตอร์จะมีลักษณะและรูปแบบต่างๆพอสรุปได้ดังนี้

3.1) รูปแบบของจุด (Point features) เป็นลักษณะของจุดในตำแหน่งใดๆจะไม่มีขนาดของพื้นที่และระยะทาง ข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) จะสังเกตได้จากขนาดของจุดนั้นๆ โดยอธิบายถึงตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูล เช่น ที่ตั้งของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในจังหวัดปทุมธานี เป็นต้น ส่วนค่า Z อาจจะสร้างมาจากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนแห่งนั้น

3.2) รูปแบบของเส้น (Linear Features) ประกอบไปด้วยลักษณะของเส้นตรง เส้นหักมุม และเส้นโค้ง เส้นประกอบไปด้วยจุดเริ่มต้น (Initial node) และจุดสิ้นสุด (Terminal node) และจุดเปลี่ยนทิศทาง (Vertices) ที่ให้เส้นเกิดการเปลี่ยนทิศทางในการวางตัว ซึ่งทำให้เกิดเป็นรูปร่างของเส้น ซึ่งอธิบายถึงลักษณะต่างๆโดยอาศัยขนาดความกว้างและความยาว เช่น ถนนหรือแม่น้ำ เป็นต้น และในทางการทำแผนที่รวมทั้งระบบ GIS นั้น รูปแบบของเส้น หมายถึงเส้นหักมุมที่มีความกว้างเฉพาะในความยาวที่กำหนด

3.3) รูปแบบของพื้นที่ (Area Features) เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ที่เรียกว่า รูปปิดหลายเหลี่ยม (Polygon) ซึ่งจะต้องประกอบด้วยจุดมากกว่า 4 จุดขึ้นไป โดยจุดพิกัด เริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกันทำให้สามารถคำนวณขอบเขตเนื้อที่และเส้นรอบวงและข้อมูลรูปปิดหลายเหลี่ยม ลักษณะเหล่านี้จะใช้อธิบายถึงขอบเขตของข้อมูลต่างๆ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น

ลักษณะของข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) และข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial) นี้จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นไปได้ทั้งในแบบต่อเนื่อง (Continuous) และไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ตัวอย่างเช่น แผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) จะแสดงถึงเส้นระดับความสูงที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องในขณะที่จำนวนประชากรที่อยู่อาศัยในแต่ละชั้นระดับความสูงนั้น จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ไม่ต่อเนื่องโดยจะแปรผันไปตามปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตเท่านั้น เป็นต้น รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของข้อมูลที่ปรากฏบนโลก และการแสดงสัญลักษณ์ในแผนที่ในการแสดงสัญลักษณ์บนแผนที่จากลักษณะภูมิประเทศ หรือวัตถุบนพื้นผิวโลกนั้นสามารถแทนด้วยรูปแบบจุด เส้น หรือพื้นที่ ทั้งนี้ต้องพิจารณาจากมาตราส่วนของแผนที่ที่จะแสดงหากแผนที่มาตราส่วนใหญ่ เช่น 1 : 4,000 อาจแสดงข้อมูลที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝนในรูปแบบรูปปิดหลายเหลี่ยมก็ได้ หากแผนที่มาตราส่วนเล็ก เช่น 1 : 50,000 สถานีวัดปริมาณน้ำฝนอาจถูกแทนด้วยจุด เส้น หรือพื้นที่ขนาดเล็กก็ได้

เมื่อแผนที่มาตราส่วนถูกเปลี่ยนแปลงไปย่อมมีผลกระทบเกิดขึ้นกับข้อมูลที่อยู่ในแผนที่ในการแสดงผลด้วยสัญลักษณ์ต่างๆอาจจะเปลี่ยนแปลงไป เช่น บ้านพักอาศัย หากอยู่ในมาตราส่วนใหญ่ในภาพถ่ายทางอากาศ เมื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์อาจจะแทนด้วยรูปปิดหลายเหลี่ยม แต่ถ้าภาพถ่ายอยู่ในมาตราส่วนเล็กอาจจะแทนด้วยข้อมูลแบบจุด และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนของข้อมูลให้เล็กลง สิ่งที่เกิดขึ้นคือข้อมูลมีความถูกต้องน้อยลง เช่น พื้นที่บางส่วนไม่สามารถแสดงได้ เกาะเล็กๆที่แสดงด้วยรูปปิดหลายเหลี่ยมอาจจะต้องลบไปเนื่องจากไม่สามารถแสดงผลข้อมูลด้วยรูปปิดหลายเหลี่ยมได้ หรือถนนที่นำเข้าไปในมาตราส่วนใหญ่ก็จะสามารถลงรายละเอียดของข้อมูลแผนที่ได้มากกว่า หรือแม่น้ำสายย่อยสามารถแสดงได้ในแผนที่มาตราส่วนใหญ่ แต่ต้องละเอียดในแผนที่มาตราส่วนเล็ก โดยการนำข้อมูล

สารสนเทศทางภูมิศาสตร์จะต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของประเภทข้อมูล เช่น ระดับความสูง ปริมาณน้ำฝน และข้อมูลที่ไม่มีความต่อเนื่อง เช่น จำนวนประชากร เป็นต้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุสิต โพธิ์ทอง ทวีศักดิ์ ทองบุญ และวิเชษฐ ศรีสังข์. (2551) ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียในจังหวัดพิษณุโลก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อจำนวนลูกน้ำยุงพาหะและจำนวนผู้ป่วยโรคมาลาเรีย ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยโรคมาลาเรีย คือ ระยะห่างจากพื้นที่ป่า และพื้นที่นา ($p\text{-value} < 0.01$) ซึ่งมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ โดยพบความสัมพันธ์ที่เป็นลบของระยะห่างจากป่าและมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพื้นที่นา ส่วนระยะห่างจากเส้นลำน้ำและแหล่งน้ำผิวดินไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนลูกน้ำยุงพาหะ พบว่า ระยะห่างจากหมู่บ้านถึงเส้นลำน้ำแหล่งผิวดิน พื้นที่ป่า พื้นที่นา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.01$) โดยที่ความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ ส่วนการกำหนดพื้นที่เสี่ยงของโรคมาลาเรียด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 4 วิธี พบว่า วิธีที่ 1 มีความเหมาะสมกับการวางแผนการควบคุมโรคในแหล่งแพร่เชื้อ ส่วนวิธีที่ 2 และ 3 มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการวางแผนควบคุมลูกน้ำยุงพาหะในพื้นที่ ส่วนวิธีที่ 4 สามารถนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันควบคุมโรคได้ทั้งแหล่งผู้ป่วยและแหล่งของลูกน้ำยุงพาหะ

นันทเดช กลางวังและคณะ. (2551) ได้ศึกษาผลกระทบจากสวนยางพาราต่อยุงก้นปล่องในพื้นที่แพร่เชื้อไข้มาลาเรีย จังหวัดตรัง การศึกษาครั้งนี้ออกแบบเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีวิตนิเวศ ความพร้อมของยุงพาหะนำเชื้อไข้มาลาเรีย และความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการกรีดยางพาราของประชาชน ในพื้นที่แพร่เชื้อไข้มาลาเรีย จังหวัดตรัง โดยศึกษาจำนวน 2 รอบ รอบแรกเดือนมีนาคม 2552 ซึ่งเป็นช่วงก่อนที่จะมีการกรีดยางพารา และรอบสองเดือน มิถุนายน 2552 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการกรีดยางและอยู่ในฤดูฝน เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ หัวหน้าครอบครัวหรือตัวแทนเจ้าบ้านที่ปลูกยางพาราที่เปิดกรีดแล้ว และยุงก้นปล่องพาหะหลักตัวเต็มวัยโดยใช้พนักงานปฏิบัติการทดลองพาหะนำโรคของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อฯ โดยแมลงที่ 12.3 จังหวัดตรัง กลุ่มโรคติดต่อฯ โดยแมลง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วยจำนวนความถี่ ร้อยละ และ

ค่าเฉลี่ยผลการศึกษา พบว่า ช่วงเวลาออกกรีดยางพาราของประชาชน เริ่มออกกรีดยางพารา ตั้งแต่ช่วงเวลา 22.00 – 06.00 น. โดยออกกรีดยางสูงสุดในช่วงเวลา 04.00 - 05.00 น. จำนวน 270 คน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาการกรีดยางที่ต้นยางให้ผลผลิตดี แหล่งน้ำที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ ยุงก้นปล่องคือ แหล่งน้ำที่เป็นลำธารน้ำใส หนึ่งพบลูกน้ำยุงก้นปล่องระยะที่ 1- 2 จำนวน 94 ตัว และพบลูกน้ำยุงก้นปล่องระยะที่ 3 – 4 เป็นกลุ่มพาหะหลักชนิด *An. minimus* และชนิด *An. maculatus* จำนวน 157, 19 ตัว ตามลำดับ กลุ่มพาหะรองชนิด *An. aconitus* จำนวน 177 ตัว และกลุ่มพาหะสงสัยชนิด *An. barbirostris* จำนวน 71 ตัว อุณหภูมิในบริเวณจับยุงตัวเต็มวัย อยู่ระหว่าง 27 – 28.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 74 - 85 เปอร์เซ็นต์ พบ ยุงก้นปล่องตัวเต็มวัย *An. minimus* ในช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 – 05.00 น. โดยสูงสุดในช่วงเวลา 20.00 – 21.00 น. จำนวน 127 ตัว ความหนาแน่นบริเวณบ้าน พบสูงสุดในช่วงเวลา 20.00 – 21.00 น. เท่ากับ 1.59 ตัวต่อคนต่อคืน และความหนาแน่นในสวนยางพารา พบสูงสุดในช่วงเวลา 19.00 – 20.00 น. เท่ากับ 0.81 ตัวต่อคนต่อคืน และพบยุงก้นปล่องตัวเต็มวัย *An. maculatus* ในช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 – 05.00 น. โดยพบสูงสุดในช่วงเวลา 01.00 – 02.00 น. จำนวน 27 ตัว ความหนาแน่นบริเวณบ้าน พบสูงสุดในช่วงเวลา 01.00 – 02.00 น. เท่ากับ 0.34 ตัวต่อคนต่อคืน และความหนาแน่นในสวนยางพารา พบสูงสุดในช่วงเวลา 19.00 – 20.00 น. เท่ากับ 0.34 ตัวต่อคนต่อคืน แต่ไม่พบยุงก้นปล่องตัวเต็มวัย *An. dirus* เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิด ความหนาแน่น และช่วงเวลาการกัดกินเลือดของยุงพาหะ กับช่วงเวลาออกกรีดยางพาราของ ประชาชน พบว่า ชนิด ความหนาแน่น และช่วงเวลาการกัดกินเลือดของยุงพาหะ มีความสอดคล้องกับช่วงเวลาออกกรีดยางพาราของประชาชน เนื่องจากพบยุงก้นปล่องตัวเต็มวัย *An. minimus* และยุงก้นปล่องตัวเต็มวัย *An. maculatus* ในช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 – 05.00 น. ซึ่ง ครอบคลุมช่วงเวลา 22.00 – 06.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาออกกรีดยางพาราของประชาชน ในพื้นที่ แพร่เชื้อไข้มาลาเรีย จังหวัดตรัง ข้อเสนอแนะจากการวิจัยควรมีการเฝ้าระวังแมลงพาหะนำโรค มาลาเรียในพื้นที่ทำสวนยางพาราทุกจังหวัด ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา ควรพัฒนาระบบการเฝ้าระวังแมลงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ให้สอดคล้องกับแหล่งที่เอื้อต่อการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ ชีวนิสของยุง และวิถีชีวิตของประชาชน และควรมีการจัดทำ ชักซ้อม แผนงานการเฝ้าระวัง ป้องกันควบคุมโรคไข้มาลาเรียให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อย่างสม่ำเสมอ

พชญา เอ็งบริบูรณ์พงศ์. (2550) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวทางการป้องกันโรค มาลาเรียที่เหมาะสมสำหรับแรงงานต่างด้าวในเขตชายแดนไทย-พม่า โดยมีจุดมุ่งหมายทั่วไปเพื่อ พัฒนาแนวทางการป้องกันโรคมาลาเรียที่เหมาะสมกับแรงงานต่างด้าว เป็นการทำวิจัยและพัฒนา

เชิงนโยบายใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสมผสาน โดยประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีระบาดวิทยาของ Gordon ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ บุคคล สิ่งที่ทำให้เกิดโรคและสิ่งแวดล้อม และประยุกต์ใช้แนวคิด PRECEDE MODEL เพื่ออธิบายพฤติกรรมของแรงงานต่างด้าว

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการวิจัย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์สภาพปัจจุบันเรื่องการป้องกันโรคมาลาเรียสำหรับแรงงานต่างด้าว ผู้วิจัยเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคพหุวิธี ประกอบด้วยการศึกษาเอกสาร การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ การสัมภาษณ์เชิงลึกในกลุ่มผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานของหน่วยงานทั้งภาครัฐและที่ดำเนินงานเฝ้าระวังโรคมาลาเรีย รวมทั้งการสังเกตและการสัมภาษณ์อย่างมีโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์กลุ่มแรงงานต่างด้าวจำนวน 770 คน 2) การพัฒนาแนวทางการป้องกันโรคมาลาเรียสำหรับแรงงานต่างด้าวในเขตชายแดน ไทย-พม่า โดยใช้เทคนิคการสนทนากลุ่มและเทคนิคการวิจัยเชิงอนาคตแบบ EDFR ซึ่งในกระบวนการนี้ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 18 ท่าน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ในสภาพปัจจุบันเรื่องการป้องกันโรคมาลาเรีย พบว่า จังหวัดตากยังคงมีผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยต่างด้าวที่มีอัตราป่วยอยู่ในระดับสูง เนื่องจาก 1) แรงงานต่างด้าวส่วนใหญ่มีพฤติกรรมป้องกันตนเองจากโรคมาลาเรียอยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 35.7 ประกอบกับเมื่อแรงงานต่างด้าวเจ็บป่วยร้อยละ 84.3 ของแรงงานต่างด้าวไม่สามารถรับบริการจากสถานบริการสาธารณสุขได้ เนื่องจากแรงงานต่างด้าวส่วนใหญ่หลบหนีเข้าเมืองแบบผิดกฎหมายจึงทำให้ขาดสิทธิในการเข้ารับบริการ 2) ปัญหาในการดำเนินงานเฝ้าระวังโรคในพื้นที่ ได้แก่ ปัญหาด้านบริหารจัดการบุคลากรและทรัพยากรสาธารณสุข 3) อุปสรรคในการทำงาน คือ ความยากลำบากในการเข้าถึงกลุ่มแรงงานต่างด้าว 4) สิ่งแวดล้อมในจังหวัดตากมีความเหมาะสมต่อการแพร่กระจายของยุงพาหะ

แนวทางการป้องกันโรคมาลาเรียที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริงสำหรับแรงงานต่างด้าวในเขตชายแดนไทย-พม่า ประกอบด้วย 1) มาตรการต่อยุงพาหะเน้นกิจกรรมการลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะและมีการสนับสนุนให้มีการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างในพื้นที่เสี่ยง 2) มาตรการต่อเชื้อพาหะซึ่งกำหนดสองมาตรการหลักได้แก่ มาตรการค้นหาผู้ป่วยอย่างรวดเร็วและมาตรการในการใช้ยารักษาผู้ป่วย 3) มาตรการต่อคน ประกอบด้วยมาตรการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ มาตรการสุขศึกษาและมาตรการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 4)

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในระดับปฏิบัติการของกระทรวงสาธารณสุข หน่วยงานในพื้นที่และสถานประกอบการหรือนายจ้างในการสนับสนุน พัฒนาการความรู้และสร้างหลักประกันสุขภาพให้แก่แรงงานต่างด้าว

สุรพล เนาวรัตน์. (2552) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจความชุกชุมของยุงลายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 2) ศึกษาพฤติกรรมและกิจกรรมของครัวเรือนที่ส่งผลให้มีการระบาดของไข้เลือดออกในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 3) พัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์ของการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออก โดยเก็บข้อมูลจากจำนวนสมาชิกครัวเรือนจำนวน 304 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ จากแต่ละตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน พ.ศ. 2549 เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ผลการวิจัยเชิงทดลองความชุกชุมของยุงลายในพื้นที่ศึกษาในบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี พบว่าบริเวณห้องสมุดเก่ามีความชุกชุมของยุงมากที่สุด รองลงมาเป็นอาคารวิทยาการจัดการและศูนย์วิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาเดือนที่พบไข้ยุงลายมากที่สุดคือเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน เดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ตามลำดับ ค่าดัชนีความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายสูงกว่าเกณฑ์องค์การอนามัยโลก ผลการสอบถามครัวเรือนผู้ตอบส่วนใหญ่เป็นชาย สมาชิกในครัวเรือนมีน้อยที่เคยเป็นไข้เลือดออก เมื่อป่วยส่วนใหญ่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี กิจกรรมการกำจัดยุงจะใช้สารเคมีเป็นหลัก มีการกำจัดขยะทุกสัปดาห์ มีการปิดภาชนะที่เก็บน้ำ ส่วนใหญ่นอนกางมุ้ง และรับรู้เกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำตำบลและจากโทรทัศน์ ส่วนการพัฒนาตัวแบบคณิตศาสตร์โดยการดัดแปลงตัวแบบการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกของ Esteva และ Vagus เพื่อหาคำตอบเชิงวิเคราะห์และคำตอบเชิงตัวเลข พบว่าเมื่อ $R_0 < 1$ ระบบจะเข้าสู่ Disease free state แต่เมื่อ $R_0 > 1$ ระบบจะเข้าสู่ Endemic state

เสริมรัสมิ์ จินดารัตน์และคณะ. (2552) ศึกษาความชุกและพฤติกรรมการป้องกันโรคของผู้ป่วยโรคมาลาเรียในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ปีงบประมาณ 2552 โดยศึกษาย้อนหลังจากแบบรายงานและสอบสวนโรค (ร.ว.3) ปีงบประมาณ 2552 ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง (ยกเว้นจังหวัดปัตตานี) จำนวนทั้งสิ้น 3,275 ราย พบว่า อัตราป่วยโรคมาลาเรียใน 6 จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง คิดเป็นอัตรา 84.54 ต่อแสน ประชากร กระจายตามกลุ่มอายุ เพศ และอาชีพ โดย

พบอัตราเพศชาย : หญิง เท่ากับ 2 : 1 ผู้ป่วย ร้อยละ 67 เป็นกลุ่มอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป รองลงมา ร้อยละ 25 เป็นกลุ่มอายุ 5-14 ปี และร้อยละ 8 อายุต่ำกว่า 5 ปี ประกอบอาชีพทำสวนยางพารา ร้อยละ 57 และเป็นนักเรียนร้อยละ 36 จังหวัดที่พบผู้ป่วยใช้มาลาเรียสูงสุด คือ จังหวัดยะลา พบ ร้อยละ 57.5 ของผู้ป่วยทั้งหมด รองลงมาจังหวัดนราธิวาส ร้อยละ 31.2 และสงขลา ร้อยละ 9.8 โดยพบสูงสุดในพื้นที่ A1 (พื้นที่ แพร่เชื้อตลอดปี) ร้อยละ 55.9 พื้นที่ A2 (พื้นที่แพร่เชื้อบางฤดูกาล) ร้อยละ 33.9 และพื้นที่ B1 (พื้นที่ ไม่มีการแพร่เชื้อ-เสี่ยงสูง) ร้อยละ 6.5 ลักษณะพื้นที่ที่อยู่อาศัย ของผู้ป่วยเป็นหมู่บ้านถาวรที่ไม่มีการ บุกเบิกร้อยละ 86.2 ชนิดเชื้อที่พบเป็น *P.falciparum* ร้อยละ 55.9 โดยมีระยะติดต่อของ *P.falciparum* ร้อยละ 36.7 ชนิด *P. vivax* ร้อยละ 44 ชนิด *P. Knowlesi* และ *Mix infection* ร้อย ละ 0.1 การกระจายของผู้ป่วยที่พบรายเดือน พบผู้ป่วย สูงสุด 2 ช่วง ช่วงป่วยสูงสุดในเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน และช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม สำหรับพฤติกรรมการป้องกันโรค พบว่ามีผู้ป่วยติดเชื้อในหมู่บ้านที่อยู่อาศัยร้อยละ 88.9 และมี ประวัติการไปค้ำแรมก่อนเป็นไข้ ร้อยละ 10.1 พฤติกรรมการนอนในมุ้งและใช้ยากันยุงเป็นประจำ ร้อยละ 82.9 และ 6.3 ตามลำดับ จำนวนวันที่เข้ารับการรักษามีอัตราพบว่าป่วยเฉลี่ย 3 วัน (ต่ำสุดเข้ารับการรักษาทันทีที่ทราบว่าป่วย และสูงสุด 65 วัน)