

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

- 1) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม อันประกอบด้วยการศึกษาเรื่องปริมาณความเข้มแสงและความต้องการของพืช ความชื้น บทบาทของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืชและหลักการให้น้ำแก่พืช
- 2) ระบบตรวจรู้ไร้สาย เป็นการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบตรวจรู้ไร้สาย
- 3) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการศึกษาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจะทำการศึกษาในภาพรวมและหลักการทางด้านระบบ

2.1 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

2.1.1 แสงและความต้องการของพืช

แสงที่ส่องมายังพื้นผิวโลกประกอบด้วยแสงที่มีความยาวของคลื่นแสงที่ต่างกัน ส่วนที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่า (visible light) เป็นเพียงคลื่นแสงบางส่วนเท่านั้น แสงส่วนนี้มีความยาวคลื่นแสงอยู่ระหว่างประมาณ 0.4 - 0.7 ไมครอน เป็นแสงที่มีประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสง ส่วนแสงที่มีความยาวของคลื่นแสงยาวกว่านี้ เช่นแสงอินฟราเรด และคลื่นวิทยุ ไม่สามารถมองเห็นได้ แสงเหล่านี้มีพลังงานต่ำ และมีผลกระทบต่อสิ่งที่มีชีวิตน้อยมาก แต่แสงที่มีความยาวคลื่นแสงสั้นกว่า (แสงที่เห็นด้วยตาเปล่า) จะมีพลังงานสูงมาก เช่นแสงอัลตราไวโอเล็ต และแสงเอ็กซ์เรย์ แสงเหล่านี้นอกจากจะไม่ใช่ประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงแล้วยังเป็นอันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิตไม่ว่าสัตว์หรือพืช ถ้าได้รับมากเกินไป แสงจากดวงอาทิตย์ที่สามารถส่องผ่านชั้นบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกจนถึงพื้นผิวโลกได้นั้นส่วนใหญ่จะเป็นแสงที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่มีชีวิตซึ่งเรามองเห็นด้วยตา ในขณะที่แสงที่เป็นอันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิตซึ่งก็มีอยู่ในสัดส่วนที่มากนั้นไม่สามารถส่องผ่านถึงผิวโลกได้ทั้งหมด เนื่องจากบรรยากาศของโลก อันประกอบไปด้วยไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และโอโซน เป็นสำคัญ ได้กรองได้ดูดซับ หรือทำให้มีการสะท้อนกลับออกไป แต่ก็ยังมีบางส่วนที่ส่องผ่านมาถึงผิวโลกได้ และ ถ้ามีปริมาณมากก็จะมีผลกระทบเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก แสงที่มองเห็นด้วยตานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงเมื่อแสงนี้ตกกระทบบนใบพืช แต่มีบางส่วนจะถูกสะท้อนกับสู่บรรยากาศ หรือถูกดูดซับไว้โดยพื้นผิวโลก และจะถูกฉายหรือแผ่ในรูปของพลังงานความร้อนในเวลาต่อมา นักสรีระวิทยาการผลิตพืช (crop physiologists) ได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องการศึกษาการใช้แสงของพืชเพราะถ้า

สามารถพัฒนาปรับปรุงทำให้พืชมีประสิทธิภาพการรับแสงและใช้แสงได้มากขึ้นก็จะทำให้พืชมีการสังเคราะห์แสงมากขึ้น และผลผลิตก็จะเพิ่มขึ้นในที่สุด ผลจากการประเมินการรับและใช้แสงของพืชของนักวิจัยพบว่ามีเพียง 1-6% เท่านั้น ด้วยเหตุนี้ นักวิชาการพืชไร่จึงได้ให้ความสนใจเป็นพิเศษในการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรับแสงและการใช้แสงของพืชเพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต แสงเมื่อส่องกระทบใบพืชจะทำให้อุณหภูมิของใบสูงขึ้นส่งผลให้พืชมีการคายน้ำเพิ่มขึ้นน้ำที่ถูกดูดโดยรากของพืชส่วนใหญ่จะสูญเสียไปกับกระบวนการคายน้ำ (transpiration) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นสำหรับพืชเพื่อการรักษาสมดุลของอุณหภูมิของต้นพืชแสงเมื่อส่องกระทบพื้นผิวโลกหรือวัตถุใดก็ตาม ก็จะสะท้อนกลับและเปลี่ยนเป็นคลื่นแสงที่ยาวขึ้น หรือเป็นแสงคลื่นยาว (long waves) ที่ให้พลังงานความร้อนกลับสู่บรรยากาศและก็จะไปกระทบกับไอน้ำและก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของบรรยากาศก็จะเกิดสะท้อนกับมายังผิวโลกอีก ดังนั้นจะเห็นได้ว่า พลังงานความร้อนก็จะถูกเก็บหรือสะสมไว้ระหว่างพื้นผิวโลก และชั้นบรรยากาศของโลก ถ้าการสะสมพลังงานความร้อนนี้มีมาก และเป็นเวลานานก็จะทำให้สภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้ฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปได้ ปริมาณของก๊าซ CO₂ ในบรรยากาศนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่นักวิทยาศาสตร์วิตกกังวลเพราะว่ามีผลทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ เป็นมูลเหตุก่อให้เกิดการสะสม CO₂ ในบรรยากาศ ได้มีการติดตามตรวจสอบปริมาณ CO₂ ในบรรยากาศ แสดงให้เห็นว่าในช่วงปลายปี ค.ศ. 1800 ในบรรยากาศจะมี CO₂ ต่ำกว่า 300 ppm แต่ปัจจุบันเพิ่มขึ้นเป็น 360 ppm และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกมาก เพราะว่ามีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ โดยเฉพาะ CO₂ เท่านั้นที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ภูมิอากาศของโลกสูงขึ้นอันเป็นผลมาจากปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Greenhouse effect ไอน้ำและก๊าซมีเทนก็สามารถทำให้เกิดปรากฏการณ์นี้ได้เช่นกัน ปรากฏการณ์ Greenhouse effect นี้มิใช่เป็นผลเสียเท่านั้น แต่ก็มีผลดีเกิดขึ้นด้วย กล่าวคือในพื้นที่ ๆ เคยมีอุณหภูมิต่ำ หนาวเย็นจนทำการเพาะปลูกได้ผลไม่ดีก็จะทำให้สามารถทำการเพาะปลูกได้ดีขึ้น

บรรยากาศของโลกนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อปริมาณหรือความเข้มของแสงที่จะส่องผ่านมายังพื้นผิวโลก นอกจากบรรยากาศแล้ว การทำมุมของโลกที่มีต่อดวงอาทิตย์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดความเข้มของแสงที่จะส่องถึงพื้นโลกได้ เช่นในฤดูร้อนโลกจะทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์มากกว่าฤดูหนาวนั้น ก็หมายความว่าในฤดูร้อนแสงจากดวงอาทิตย์จะเดินทางผ่านบรรยากาศที่บางกว่าฤดูหนาว จึงทำให้ฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำกว่า ดังนั้นฤดูที่ต่างกันจึงมีความเข้มของแสง หรือการส่องของแสงมายังพื้นผิวโลกต่างกัน นอกจากนี้ฤดูที่ต่างกันยังมีความยาวของวัน (daylength) ต่างกันอีกด้วย กล่าวคือ ในฤดูหนาวจะมีวันที่สั้นกว่าฤดูร้อน เมื่อเป็นเช่นนี้ก็เห็นว่าในฤดูหนาวนอกจากมีความเข้มของแสงน้อยแล้ว ระยะเวลาการส่องของแสงก็ยังสั้นกว่าอีกด้วย จึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำในทางตรงกันข้ามในฤดูร้อนนั้น นอกจากจะมีความเข้มของแสงสูงกว่าแล้วก็ยังส่องอยู่นานกว่าตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลก (ละติจูดต่างกัน) ยังได้รับอิทธิพลของพลังงานแสงที่ส่องลงมาไม่เท่ากัน

พื้นที่ที่อยู่ห่างเส้นศูนย์สูตรออกไป (higher latitude) ความแตกต่างของความยาวของวันในรอบปีก็ยิ่งมีมากขึ้น และได้รับพลังงานแสง (รวม) น้อยลง ในแถบซีกโลกเหนือ (northern hemisphere) วันที่มีความยาวที่สุดและสั้นที่สุดในรอบปีคือ วันที่ 21 มิถุนายน และวันที่ 21 ธันวาคม ตามลำดับ ซึ่งจะเป็นวันที่มีพลังงานแสงส่องลงมาขั้วโลกมากที่สุด และน้อยที่สุดตามลำดับเช่นกัน แต่ก็ได้หมายความว่าวันดังกล่าวนั้นจะมีอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด การเพาะปลูกพืชถ้าจะหวังให้พืชมีการรับแสงและใช้แสงอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรมีการจัดการให้พืชที่ปลูกนั้นมีการพัฒนาพื้นที่ใบสอดคล้องกับพลังงานแสงที่ส่องลงมา ศักยภาพการสังเคราะห์แสงหรือการสังเคราะห์แบ่งและน้ำตาลขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่พืชนั้นรับไว้ ใบพืชเป็นอวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่รับแสง และสังเคราะห์แบ่งและน้ำตาลผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง จากนั้นจะมีการถ่ายเทหรือกระจายแบ่งและน้ำตาลนั้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช รวมทั้งส่วนที่จะถูกเก็บเกี่ยวเป็นผลผลิต ปริมาณแสงที่ส่องลงบนใบพืชจะมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของพืช ในที่มีมืดหรือไม่มีแสงพืชจะไม่มี การสังเคราะห์แสง แต่เซลล์ต่าง ๆ ของพืชยังมีการหายใจ เมื่อเป็นเช่นนี้พืชก็จะมี การสูญเสียแบ่งและน้ำตาล หรือสูญเสีย น้ำหนัก ภายใต้สภาวะที่มีความเข้มของแสงน้อยมากถึงแม้พืชจะมีการสังเคราะห์แสงแต่ก็อาจวัดไม่ได้เพราะอัตราการตรึงหรือจับ CO₂ (CO₂-fixation) ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงมีน้อยมากเมื่อเทียบกับอัตราการปลดปล่อย CO₂ จากกระบวนการหายใจ แต่เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นและมากพอจนถึงระดับที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงสมดุลกับอัตราการหายใจแล้วการสูญเสีย น้ำหนักของพืชก็จะไม่เกิดขึ้น ความเข้มของแสงระดับนี้เรียกว่า Light compensation point และเมื่อความเข้มของแสงสูงขึ้นกว่าจุดนี้การสังเคราะห์แสงก็จะเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ (อัตราการสังเคราะห์แสงสูงกว่าการหายใจ พืชก็จะมี การสะสม น้ำหนัก) และในที่สุดก็จะถึงจุดที่พืชมีการสังเคราะห์แสงสูงสุดถึงแม้จะเพิ่มความเข้มแสงให้กับพืชอีก การสังเคราะห์แสงก็จะไม่เพิ่มขึ้นนั้นก็หมายความว่าใบพืชนั้นถึงจุดอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation point) พืชแต่ละชนิดอิ่มตัวด้วยแสงไม่เท่ากัน โดยสรุปกล่าวได้ว่าพืช C₄ มีจุดอิ่มตัวด้วยแสงสูงกว่าพืช C₃ (เฉลิมพล,2543)

2.1.2 ความชื้นในดิน

ลักษณะทั่วไปและความสำคัญ ความชื้นของดินนั้นจะประกอบด้วย 2 สถานะคือ สถานะที่เป็นของเหลวเรียกว่าน้ำในดิน และสถานะที่เป็นก๊าซเรียกว่าไอน้ำในดินในประเทศที่มีอากาศหนาวจัด ความชื้นของดินอาจจะอยู่ในรูปของน้ำแข็ง ส่วนประเทศในเขตร้อน ส่วนใหญ่ น้ำในดินจะอยู่ในรูปของของเหลว ดังนั้นความชื้นของดิน กับน้ำในดิน จึงมีความหมายเดียวกัน คือ ส่วนที่อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลว ถ้าในส่วนช่องว่างในดินมีน้ำอยู่เต็มไม่มีก๊าซอยู่เลยเรียกว่า ดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated soil) แต่ถ้าในช่องว่างของดินมีทั้งน้ำและก๊าซอยู่ด้วยเรียกว่า ดินที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated soil) ดังนั้น ดินที่ใช้ในการทำเกษตรส่วนใหญ่ คือดินที่ไม่อิ่มตัว ความชื้นในดินมี

ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งมีชีวิตในดิน ได้แก่ สัตว์ พืช หรือจุลินทรีย์ เนื่องจาก น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ของพืชและสัตว์ เพื่อใช้ในขบวนการเมทาบอลิซึม (metabolism) ต่าง ๆ เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและจุลินทรีย์ในดินบางชนิด พืชสามารถที่จะนำเอาธาตุอาหารไปใช้ได้ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะต้องอยู่ในรูปของสารละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดและมีปริมาณมาก หาได้ง่ายและสะดวก น้ำเป็นตัวกลางที่ดีในการเคลื่อนย้ายไอออนจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง อีกทั้งยังลำเลียงธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของไอออนจากดินเข้าสู่ภายในลำต้นของพืช และเข้าไปในจุลินทรีย์ นอกจากนี้ น้ำยังมีความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงที่สูง ทำให้เปลี่ยนอุณหภูมิได้ยากทำให้น้ำในดินมีอุณหภูมิไม่สูง หรือต่ำจนเกินไปทำให้ดินมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ประเภทของความชื้นในดิน ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถเก็บน้ำไว้เพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำในดินสามารถเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ ด้วยแรงดึงดูดของโลก แรงระหว่างไอออนในสารละลายและแรงระหว่างโมเลกุลของน้ำ น้ำในดินอาจปรากฏในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ (บุญแสน,2553)

- น้ำในแร่ หรือความชื้นที่อยู่ในองค์ประกอบของสารเคมี (chemically Combined water) โดยอยู่ในรูปของน้ำผลึก (water of crystallization) คือเป็นองค์ประกอบทางเคมีของส่วนประกอบที่เป็นของแข็งของดิน ดินที่แห้งสนิทซึ่งได้จากการอบที่อุณหภูมิ 105 – 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะยังคงมีความชื้นประเภทนี้อยู่ ความชื้นในดินชนิดนี้ไม่เป็นประโยชน์กับพืช

- น้ำเยื่อ (hygroscopic water) น้ำประเภทนี้จะอยู่ในรูปของเยื่อประมาณ 2 – 3 โมเลกุลของน้ำ (layer of water molecule) รอบอนุภาคดิน พืชไม่สามารถดูดน้ำประเภทนี้ไปใช้ประโยชน์ได้ ดินที่ผึ่งแห้งในร่ม (air dry soil) จะมีความชื้นในดินอยู่ในรูปของ น้ำเยื่อ และสามารถไล่ความชื้นนี้ให้ออกไปหมดได้ โดยนำดินที่ผึ่งแห้งในร่มนี้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 -110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

- น้ำซึบ (capillary water) ความชื้นในดินประเภทนี้จะอยู่ในลักษณะที่เป็นเยื่อบาง ๆ รอบอนุภาคดินถัดจากชั้นของน้ำเยื่อ และอยู่ในลักษณะที่บรรจุอยู่ในที่ว่าง (pore) ขนาดเล็กมาก ๆ ของดิน น้ำซึบประกอบด้วยน้ำส่วนที่เป็นประโยชน์ (available water) และส่วนที่ไม่เป็นประโยชน์ (unavailable water) ต่อพืช

- น้ำอิสระและน้ำซึม (gravitational water or drainage water) เป็นน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน โดยถูกดูดยึดจากอนุภาคดินด้วยแรงที่น้อยมาก และจะถูกอิทธิพลแรงดึงดูดของโลก ทำให้เคลื่อนออกไปจากดิน พืชจึงใช้ประโยชน์จากน้ำในดินประเภทนี้ได้น้อยมาก การสูญเสียความชื้นของดิน หมายถึง ปริมาณความชื้นของดินมีปริมาณลดลงกว่าเดิมหรือมีปริมาณน้อยลงกว่าเดิม ซึ่งมีสาเหตุ 4 ประการ คือ

- น้ำไหลบ่า (runoff) น้ำไหลบ่าจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการแทรกซึมของน้ำไปในผิวดินต่ำกว่าอัตราการได้รับน้ำของผิวดิน การปรับปรุงโครงสร้างของดิน
- การระเหยน้ำจากดิน (evaporation from soil) ปริมาณของน้ำที่ระเหยไปจากดินเป็นสัดส่วนที่ไม่น้อยของปริมาณทั้งหมดของน้ำที่ผิวดินได้รับ การระเหยน้ำจากดินแนวโน้มที่จะมากขึ้น เมื่ออากาศแห้ง หรืออุณหภูมิสูง หรือมีลมแรง ดินที่แห้งและแตกกระแหง มีช่องว่างขนาดใหญ่ทำให้ไอน้ำสามารถผ่านออกมาได้ง่าย ทำให้ความชื้นสามารถระเหยจากดินได้
- การระเหยน้ำจากพืช (transpiration by plants) คือ การคายน้ำออกมาในรูปของไอน้ำ เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในลำต้นให้คงที่อยู่เสมอ
- การซาบซึมน้ำลึก (deep percolation) เมื่อน้ำในดินซาบซึมพ้นบริเวณรากพืชลงไปในอากาศที่พืชจะนำน้ำเอาไปใช้ประโยชน์มีน้อยลง และน้ำที่ซาบซึมลงไปดินอาจนำพาเอาธาตุอาหารของพืชไป

2.1.3 ความชื้นในบรรยากาศ

ความชื้นในบรรยากาศ ได้แก่ ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) หมายถึง ปริมาณไอน้ำที่ปรากฏอยู่ในอากาศในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง สามารถตรวจวัดได้ในหน่วย กรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือกล่าวได้ว่า ความชื้นสัมบูรณ์ คือ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้น เปรียบเทียบกับไอน้ำที่สามารถมีอยู่ได้ในอากาศมากที่สุดจนถึงจุดอิ่มตัว ณ อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้นคิดเป็นร้อยละ หรือเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น ณ อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ปริมาณอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต มวลของไอน้ำมีความสามารถรับน้ำได้มากที่สุด ณ อุณหภูมิอากาศ 10 องศาเซลเซียส (1 ลูกบาศก์ฟุต เท่ากับ 9 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ ณ ขณะนั้น หากเท่ากับ 9 กรัม ความชื้นสัมพัทธ์จะเท่ากับ 9 ต่อ 9 หรือ เท่ากับมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 เป็นต้น จุดน้ำค้าง (Dew Point) หมายถึง จุดที่มีการกลั่นตัวของไอน้ำที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากปริมาณไอน้ำในอากาศอิ่มตัวเต็มที่ และอุณหภูมิของอากาศลดต่ำลงทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตามธรรมชาติ การหาอุณหภูมิจุดน้ำค้างอย่างง่ายโดยการนำถ้วยแก้วมาใส่น้ำแข็ง และนำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ลงไปในแก้ว คอยสังเกตดูว่าเมื่อมีไอน้ำมาเกาะถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งเมื่อใดให้อ่านค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ทันที ค่าที่อ่านได้คือค่าอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง อุณหภูมิของจุดน้ำค้างจะบอกได้ถึงสภาวะความสบายของมนุษย์ เช่น ในช่วงที่มีอากาศอุ่นและชื้น คนส่วนใหญ่จะรู้สึกไม่สบายตัวที่อุณหภูมิจุดน้ำค้างมากกว่า 17 องศาเซลเซียส เป็นต้น

การกลั่นตัว (Condensation) การกลั่นตัว (Condensation) มักเกิดขึ้นเนื่องจากอากาศลอยตัวสูงขึ้นอุณหภูมิจะลดลงตามความสูงที่เพิ่มขึ้น การกลั่นตัวเป็นกระบวนการควบแน่นของไอน้ำที่

เกิดจากอุณหภูมิของอากาศที่ลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง จึงทำให้อุณหภูมิที่แขวนลอยอยู่ในอากาศเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลว แต่เนื่องจากขนาดของหยดน้ำที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา อากาศจึงสามารถอุ้มละอองน้ำเหล่านั้นเอาไว้ได้ จากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงสถานะของความชื้นในอากาศเป็นละอองน้ำเหล่านั้น เรียกว่า "รูปแบบของการกลั่นตัว" รูปแบบของการกลั่นตัวที่สำคัญได้แก่ เมฆ หมอก น้ำค้าง และ น้ำค้างแข็ง กระบวนการกลั่นตัวของไอน้ำเกิดจากการที่อากาศลอยตัวสูงขึ้น อุณหภูมิของอากาศจะลดต่ำลง ส่งผลให้ความกดดันของอากาศเพิ่มขึ้น จึงทำให้มวลอากาศมีการแผ่กระจายมาก โมเลกุลของอากาศมีการเสียดสีกันน้อยลง ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงนั้นเราเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงตามอัตราอะเดียเบติก (Adiabatic) หมายถึงมวลอากาศก้อนหนึ่ง ซึ่งไม่มีการไต่มาหรือสูญเสียความร้อนโดยวิธีการถ่ายเท แลกเปลี่ยนกับมวลอากาศที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งก็คือการที่อากาศลอยตัวขึ้น หรือจมลง อะเดียเบติกมี 2 แบบ คือ อะเดียเบติกแบบแห้ง (Dry Adiabatic) คือการที่อากาศลอยตัวสูงขึ้นและไม่มีการกลั่นตัวของความชื้น ความกดอากาศจะลดลงเช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิจะลดลงราว 10 องศาเซลเซียส ต่อความสูง 1,000 เมตร อะเดียเบติกแบบเปียก (Wet / Saturation Adiabatic) คืออากาศที่ลอยตัวสูงขึ้นและเกิดการกลั่นตัวของความชื้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงไปอีกจะเกิดการกลั่นตัว เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อะเดียเบติกอิมตัว โดยค่าอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 3 - 6 องศาเซลเซียส ต่อความสูง 1,000 เมตร รูปแบบการกลั่นตัว (Condensation Form) (เฉลิมพล,2543)

2.1.4 บทบาทของอุณหภูมิต่อการเจริญของพืช

อุณหภูมิของอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของพลังงานแสงที่ส่องลงมาเป็นสำคัญ อุณหภูมิของอากาศนี้มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งที่มีชีวิตบนโลก อุณหภูมิจะมีผลอิทธิพลต่อปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ของสิ่งที่มีชีวิต อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาของการทำงานของเอนไซม์ลดลง トラバิดที่เอนไซม์ยังทำงานอยู่ชีวิตก็ยังคงดำเนินต่อไปและจะตายในที่สุดเมื่อเอนไซม์หยุดการทำงาน ในพืชทั่วไปอุณหภูมิสูงกว่า 105-110 องศาเซลเซียส จะทำให้เอนไซม์แตกสลายลงได้ อุณหภูมิต่ำอาจจะไม่ทำให้เอนไซม์เสียหายได้แต่จะทำให้การทำงานของเอนไซม์ช้าลง พืชบางชนิดยังสามารถเจริญอยู่ได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของแต่ละฤดูหรือในรอบปีจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานแสงที่ส่องลงมาถึงพื้นผิวโลก การดูดซับพลังงานนั้นไว้ของพื้นผิวโลก และการปลดปล่อยพลังงานนั้นในเวลาต่อมา ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าวันที่มีอุณหภูมิสูงสุด หรือต่ำที่สุดไม่ใช่เป็นวันที่มีพลังงานแสงสูงสุดหรือต่ำสุดตามลำดับ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดจะเกิดขึ้นที่หลังวันที่สูงขึ้นจากระดับน้ำทะเลหรือลึกลงไปในพื้นผิวโลก อุณหภูมิจะลดลง และมีความคงที่หรือสม่ำเสมอมากขึ้น ในเวลากลางวันอุณหภูมิสูงสุดจะ

เกิดขึ้นที่บริเวณผิวดิน ส่วนในตอนกลางคืนอุณหภูมิสูงสุดจะอยู่ที่บริเวณที่อยู่เหนือหรือใต้ผิวดินเล็กน้อย (2-3 ฟุต) ด้วยลักษณะนี้ถ้าหากมีอุปสรรคหรือวิธีการใดก็ตามที่สามารถทำให้อุณหภูมิสูงของอากาศในชั้นนี้กระจายผสมกันได้ก็จะสามารถช่วยป้องกันมิให้เกิดสภาพน้ำค้างแข็งได้เหมือนกัน

ช่วงอุณหภูมิต่ำสุดถึงสูงสุดที่สิ่งมีชีวิตอยู่ได้เรียกว่า Cardinal temperature พืชส่วนใหญ่เมื่อมีอุณหภูมิสูง 105-110 องศาเซลเซียส เนื้อเยื่อบางส่วนก็จะเริ่มตาย ส่วนความทนทานต่ออุณหภูมิที่ต่ำนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ไม่ทนทานต่ออุณหภูมิที่ระดับใกล้ 0 องศาเซลเซียส ในเวลานานานได้ ในขณะที่ธัญพืชเช่นข้าวสาลียังสามารถทนทานอยู่ได้ เนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของพืชมีความทนทานหรืออ่อนไหวต่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปไม่เท่ากันเช่น ตาดอก หรือเนื้อเยื่อที่ยังอ่อนอยู่จะมีความทนทานไม่ตีเท่ากับตาที่จะเจริญเป็นกิ่งก้าน หรือเนื้อเยื่อที่แก่ตามลำต้น ส่วนเปลือกที่หุ้มอยู่รอบลำต้น (bark) จะไม่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิดังกล่าวมากนัก เนื่องจากเป็นส่วนของเซลล์ที่ตายแล้ว พืชมีกลไกในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะป้องกันตัวเองหรือหลีกเลี่ยงจากอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปเพื่อการอยู่รอด เช่นเมื่อพืชอยู่ในสภาพหรือสัมผัสอากาศร้อน มีการคายน้ำหรือการสูญเสียน้ำมากขึ้นเป็นผลจากที่มีอุณหภูมิสูง ใบจะบิดงอหรือม้วนลงเพื่อลดการส่องกระทบของแสงที่ส่องลงมาบนพื้นที่ใบนั้น พืชที่ปรับตัวขึ้นได้ดีในเขตแห้งแล้ง (arid zone) จะพบว่ามีใบหนาและอวบน้ำ ภายในใบจะมีพื้นที่มากเพื่อการเก็บน้ำ และพืชพวกนี้ปากใบจะปิดเวลากลางวัน (เปิดในเวลากลางคืน) เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ แต่ก็ยังสามารถสังเคราะห์แสงโดยมีกระบวนการสังเคราะห์แสงแบบ CAM (Crassulacian acid metabolism) pathway.

อุณหภูมิมิมีบทบาทสำคัญในการกำหนดกระบวนการทางชีวเคมีและการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออาการเจริญและพัฒนาของพืชและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ การพัฒนาการจากระยะหนึ่งไปสู่อีกระยะหนึ่งของพืชหลายชนิดต้องการอุณหภูมิสะสมจำนวนหนึ่งที่แน่นอนถ้าหากไม่มีปัจจัยการเจริญอื่น ๆ เป็นตัวจำกัด อุณหภูมิสะสมนี้เรียกว่า Growing Degree Day (GDD) หรือ Heat Units หรือ Thermal time อุณหภูมิสะสมนี้ได้ถูกใช้มากกับการคาดคะเนหรือบ่งบอกถึงระยะการเจริญเติบโตที่ระยะต่าง ๆ เช่นวันออกดอก และวันแก่ พร้อมเก็บเกี่ยว ซึ่งทั้ง 2 ระยะนี้จะเกิดขึ้นได้จะต้องได้รับอุณหภูมิสะสมรวมกันจำนวนหนึ่งที่แน่นอน ค่าของ GDD คำนวณได้ดังนี้

$$\text{GDD} = \frac{\text{Max temp} + \text{Min temp}}{2} - \text{Base Temp}$$

2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Max temp. อุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวัน

Min temp. อุณหภูมิที่ต่ำสุดในแต่ละวัน

Base temp. อุณหภูมิต่ำสุดที่ทำให้พืชนั้นหยุดการเจริญเติบโต

พืชแต่ละชนิดจะมี base temp. แตกต่างกันไป เช่นข้าวโพด = 50 F ข้าวสาลีและข้าวโอ๊ต เท่ากับ 40 F และของฝ้ายและข้าวฟ่าง = 60 F เป็นต้น การพักไข่ของแมลงบางชนิดก็ขึ้นอยู่กับ GDD อุณหภูมิสูง (เป็นเวลานาน) สามารถทำให้เนื้อเยื่ออ่อนเกินไปและนำไปสู่การขาดน้ำได้ ถ้าอุณหภูมิสูง ประกอบกับมีความชื้นในอากาศสูงด้วยจะยิ่งส่งเสริมให้เนื้อเยื่ออ่อนเกินไปเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าความชื้นในอากาศต่ำพืชสามารถที่จะลดความร้อนอันเกิดจากพลังงานแสงลงได้โดยการสะท้อนแสงที่ตกกระจาย บนใบนั้นออกไปได้บ้าง และผ่านกระบวนการคายน้ำ ภายใต้สภาพความชื้นของอากาศสูงนั้น แสงจะสะท้อนกลับได้น้อย (เนื่องจากความชื้นในอากาศ) และการคายน้ำก็มีน้อยด้วยเช่นกัน ดังนั้นภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศสูงจะมีผลทำให้เนื้อเยื่ออ่อนกว่าที่มีอุณหภูมิสูงแต่มีความชื้นของอากาศต่ำ นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังมีผลทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มขึ้นของการสังเคราะห์แสงจึงส่งผลให้มีอัตราการสะสมน้ำหนักแห้งลดลง ดังแสดงในรูปจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการหายใจเพิ่มขึ้นเป็นลำดับในขณะที่การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นถึงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงระดับหนึ่งเท่านั้นจากนั้นจะคงที่ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสง (apparent หรือ net photosynthesis) ลดลงผลกระทบของอุณหภูมิต่ำที่มีต่อพืช พืชเมื่อกระทบกับอุณหภูมิต่ำใกล้จุดเยือกแข็ง น้ำภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ จะเกิดเป็นเกล็ดแข็ง และเกล็ดน้ำแข็งที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้ membranes ฉีกขาดเสียหายได้ ถ้าน้ำในเซลล์มีมากก็จะเกิดเป็นเกล็ดแข็งเร็วขึ้น ดังนั้นพืชที่อยู่ภายใต้ภาวะที่เกิดความเครียดน้ำ (water stress) หรือขาดน้ำจะได้รับความเสียหายน้อยกว่าพืชที่ไม่ขาดน้ำเมื่อมีอุณหภูมิลดลงถึงระดับจุดเยือกแข็ง พืชสามารถปรับตัวให้ทนต่ออุณหภูมิจุดเยือกแข็งได้ระดับหนึ่งถ้าอุณหภูมินั้นค่อย ๆ ลดลง น้ำภายในเซลล์ก็จะค่อย ๆ เคลื่อนเข้าสู่ intercellular space หรือเข้าสู่ช่องว่างภายในชั้นผนังเซลล์ (cell wall) เพื่อเตรียมการที่จะเผชิญกับอุณหภูมียือกแข็ง น้ำที่อยู่ในช่องว่างภายในผนังเซลล์นี้เมื่อเป็นเกล็ดน้ำแข็งจะไม่มีผลทำให้การทำหน้าที่ของส่วนอื่นของเซลล์เสียหายมากนัก ดังนั้นพืชจึงรอดพ้นจากอุณหภูมิลดลงถึงจุดเยือกแข็งได้ระดับหนึ่ง การเตรียมตัวของพืชลักษณะเช่นนี้เรียกว่า “Hardening” พืชที่สามารถยืนต้นอยู่ได้ในระหว่างฤดูหนาวที่อุณหภูมิต่ำมาก ๆ ก็อาจเกิดการขาดน้ำได้ ทำให้พืชนั้นมีลักษณะที่เรียกว่า “winter burn” การที่เกิดการขาดน้ำเพราะน้ำในดินเกิดแข็งตัว รากไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ได้ ในขณะที่ใบก็ยังมีคายน้ำอยู่ ถึงแม้จะมีอยู่น้อยก็ตาม น้ำค้างแข็ง (frost) เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่งที่เป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อของพืชได้ น้ำค้างแข็งนี้เกิดขึ้นเสมอ ในฤดูหนาวของเขตหนาว เขตกึ่งร้อน (Sub-tropic) และเขตร้อนบนที่สูงในบางสถานการณ์ถึงแม้อุณหภูมิอากาศจะลดลงถึงต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ก็อาจไม่เกิดน้ำค้างแข็งได้ถ้าสภาพแวดล้อมนั้นไม่เอื้ออำนวยต่อการคายหรือสูญเสียความร้อนไปจากพื้นที่บริเวณนั้น เช่นเป็นคืนที่มีท้องฟ้าปกคลุมด้วยเมฆหมอก ในทางตรงกันข้ามถ้าท้องฟ้าโปร่งใส มีความชื้นอากาศต่ำ ซึ่งเอื้ออำนวยต่อการสูญเสียความร้อน ทำให้พืชคายความร้อนจากต้นได้จึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศได้ก็จะเกิดน้ำค้างแข็งขึ้น

ดังนั้นการพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดน้ำค้างแข็งในวันใดวันหนึ่งจะพิจารณาจากอุณหภูมิของอากาศในคืนนั้นคงไม่เพียงพอ เพราะถ้าคืนนั้นกลับกลายเป็นคืนที่มีเมฆมากแทนที่จะเป็นคืนที่โปร่งใสไม่มีเมฆก็จะไม่เกิดน้ำค้างแข็ง ถึงแม้อุณหภูมิจะเป็นอุณหภูมิที่จะก่อให้เกิดน้ำค้างแข็งได้ก็ตาม

การป้องกันมิให้เกิดน้ำค้างแข็งกับการเพาะปลูกพืชบางชนิดโดยเฉพาะพืชที่มีมูลค่าเช่นไม้ผลหรือพืชผักก็อาจมีความจำเป็น การกระทำใดก็ตามที่จะทำให้อุณหภูมิของอากาศบริเวณนั้นสูงขึ้น 2-3 องศาจะช่วยป้องกันมิให้เกิดน้ำค้างแข็งได้ มีหลายวิธีที่สามารถนำไปใช้ป้องกันการเกิดน้ำค้างแข็งได้ (เฉลิมพล,2543)

2.1.5 การให้น้ำและระบายน้ำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งอันหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต หรือการดำรงชีพของต้นไม้ เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดิน และเป็นตัวกลางนำธาตุอาหารเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของพืช นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสง ตลอดจนช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน ทำให้ดินอ่อนนุ่ม และร่วนซุย ช่วยรักษาอุณหภูมิของดินให้พอเหมาะไม่ร้อนจัด หรือเย็นจัดจนเกินไป ทำให้อินทรีย์วัตถุสลายตัว และเกื้อกูลจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์แก่พืชให้มีชีวิตอยู่ได้น้ำที่พืชดูดได้จากดินนั้นส่วนใหญ่จะสูญเสียไปในอากาศในรูปของการคายไอน้ำ จะถูกนำไปสร้างเป็นส่วนประกอบของสารเคมีเพียง 0.1-0.3% เท่านั้น



ภาพที่ 2.1 ระบบการให้น้ำแบบหยด

ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/2557>

2.1.6 การให้น้ำทางผิวดิน

เป็นวิธีการให้น้ำที่ใช้กันมาก่อนวิธีอื่นใด โดยปล่อยน้ำไปบนผิวดินที่เราปลูกพืช แบ่งออกเป็นแบบย่อยๆ ได้อีกคือ ปล่อยท่วมแปลง เป็นการให้น้ำแบบปล่อยท่วมแปลง อาจปล่อยจากคลองโดยตรง หรือปล่อยจากคูย่อย บางทีแบ่งสวนออกเป็นตอนๆ และมีคันแบ่งพื้นที่เป็นผืนยาวๆ หรืออาจทำคัน เฉพาะ 1 หรือ 2 ต้น ปล่อยไปตามร่องคู เป็นการให้น้ำโดยจ่ายไปตามร่องคู คือ ปล่อยน้ำจากท่อใหญ่ ให้ไหลไปตามร่องคูที่ทำไว้ระหว่างแถวพืช จำนวนร่องจะมีมากน้อยแล้วแต่ระยะระหว่างแถว

ถ้าแถวห่างก็อาจทำร่องหลายๆ ร่อง ในสวนโดยทั่วไปนิยมใช้ท่ออะลูมิเนียมที่มีรูปิดเปิด แบบโยกย้ายได้ เพราะสะดวกในการขนย้ายการให้น้ำแบบหยด เป็นการให้น้ำโดยผ่านทางท่อขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.035 นิ้ว) หลักการก็มีอยู่ว่า น้ำจะถูกปล่อยออกจากถังซึ่งสามารถควบคุมระดับให้คงที่ได้ น้ำจะผ่านมาตามท่อกลาง แล้วแยกเข้าท่อที่มีขนาดเล็กกลง และไปออกที่ท่อขนาดเล็กจิ๋ว วิธีการให้น้ำแบบนี้ ประหยัดน้ำได้มาก และเป็นการใช้ให้น้ำให้เกิดประโยชน์เต็มที่ เพราะท่อขนาดเล็กจิ๋วจะอยู่บนผิวดินใกล้ๆ โคนต้นไม้ เวลาน้ำไหลหยดลงมาก็เปียกเฉพาะบริเวณรากเท่านั้น ต้นหนึ่งอาจใช้ท่อขนาดเล็กจิ๋ว 2 ท่อ ข้อเสียของการให้น้ำโดยวิธีนี้ก็คือ จะต้องมึระบบกรองน้ำที่มีประสิทธิภาพ มิฉะนั้นแล้วท่อขนาดเล็กจิ๋วจะอุดตัน



ภาพที่ 2.2 ระบบการให้น้ำแบบหยด

ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/2557>

2.1.7 การให้น้ำโดยซึมจากใต้ดิน

เป็นการให้น้ำทางใต้ดินในระดับใดระดับหนึ่งที่เรากำหนดให้ ซึ่งน้ำจะซึมสู่รากพืชได้สะดวก ในการให้น้ำแบบนี้ ดินสวนควรมีเนื้อดินสม่ำเสมอ น้ำซึมผ่านง่าย พื้นที่ใกล้เคียงควรได้ระดับ

2.1.8 การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน

การให้น้ำเหนือดินอาจทำได้หลายอย่างด้วยกัน เช่น ใช้บัวรดน้ำ แต่ที่สำคัญ คือ การให้น้ำแบบฝ่นเทียม (sprinkling) คือ ฉีดเป็นฝอยคล้ายฝน คลุมเนื้อที่เป็นแห่งๆ ไป การให้น้ำแบบฝ่นเทียมมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ หัวพ่นน้ำ (sprinkler) ซึ่งเป็นตัวจ่ายน้ำ แบ่งออกได้เป็น 3 แบบด้วยกัน คือ

- 1) แบบที่มีหัวฉีดติดตายอยู่กับท่อน้ำ หมุนไม่ได้ การติดหัวฉีดแบบนี้จึงควรเลือกขนาดที่พอดี และติดไว้ตามระยะต่างๆ ที่ต้องการ แบบนี้นิยมใช้กันมากในสถานเพาะชำ
- 2) แบบที่มีรูพ่นน้ำตามด้านข้าง น้ำก็จะถูกฉีดออกตามรูพ่นเหล่านี้
- 3) แบบที่มีหัวหมุนได้รอบตัว และอาจตั้งให้ทำมุมเท่าใดก็ได้ นิยมใช้กันในสวนผลไม้เพราะมีหลายขนาดสามารถเลือกได้ตามต้องการ



ภาพที่ 2.3 การให้น้ำแบบพ่นเหนือดิน หัวฉีดหมุนได้รอบตัว
ที่มา: <http://kanchanapisek.or.th/2557>

2.1.9 การระบายน้ำ

ในการให้น้ำสวนผลไม้ หรือเวลามีฝนตกหนัก บริเวณสวนอาจมีน้ำมากเกินไปจนต้องการ โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นที่อยู่ของราก จะมีน้ำขังอยู่มาก ถ้าเราไม่รีบระบายน้ำที่มากเกินไปออกเสีย จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นไม้ชะงัก และจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินอาจได้รับอันตราย สวนผลไม้ บางแห่งอาจมีระดับน้ำใต้ดินตื้นเกินไป จำเป็นต้องลดระดับน้ำลง เพื่อให้เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช และถ้ามีเกลืออยู่ใต้ดินด้วยแล้ว ระดับน้ำใต้ดินที่เกินพอดีจะทำให้เกลือซึมขึ้นมาจับบนหน้าดินได้มาก ฉะนั้นจึงควรควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะโดยการระบายน้ำทั้งการระบายน้ำในสวนผลไม้ อาจทำได้โดย ผ่านทางร่องหรือคูบนผิวดิน หรือระบายผ่านท่อที่ฝังอยู่ใต้ดิน การจะใช้วิธีไหน นั้นจะต้องพิจารณา ลักษณะของดินว่าเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนที่น้ำซึม ได้ง่าย ในบ้านเรานิยมระบายน้ำโดยผ่านไปตามร่อง หรือคู การทำสวนผลไม้แบบยกร่องเขาจะทำคั่นกันล้อมรอบสวนเป็นชนิดๆ ไป ทั้งนี้เพื่อสามารถควบคุมระดับน้ำในร่องของแต่ละแปลง ถ้าระดับ น้ำในร่องสูงเกินพอดีเขาก็จะสูบน้ำออกทิ้ง สวนผลไม้บนเนินลาดมักมีปัญหาเกี่ยวกับน้ำเซาะ ดิน เวลาที่ฝนตกหนัก จึงควรปลูกแถวต้นไม้ให้ ขวางกับทางเดินของน้ำ และทำทางระบายไว้เป็น ตอนๆ เช่น อาจทำร่องใหญ่ไว้เป็นหลัก แล้วมีร่อง เล็กๆ เชื่อมโยงอีกที เมื่อน้ำไหลผ่านทางร่องเล็ก ก็จะมารวมกันในร่องใหญ่แล้วระบายทั้ง ตามทิศทางที่เราต้องการการวางท่อระบายน้ำใต้ดิน อาจทำได้โดย ใช้ท่อดินเคลือบหรือท่อชนิดอื่นๆ เป็นท่อนไมยาว นึก ตรงข้อต่อระหว่างท่อนใช้วัสดุที่ทนน้ำและน้ำ ผ่านได้สะดวกหุ้มให้รอบ แถวของ ท่อน้ำอาจจะวาง ถี่หรือห่างขึ้นอยู่กับความลึกของท่อที่เราฝัง และ สภาพของดินว่าจะซึมน้ำได้ดีเพียงไร ปกติถ้าฝัง ลึกระยะระหว่างแถวก็จะห่างออก และถ้าดินซึม น้ำได้ดีก็อาจวางท่อได้ลึกขึ้น แนว ท่อเหล่านี้จะวาง ลาดต่ำลงไปเรื่อยๆ แล้วระบายลงสู่คูอีกทอดหนึ่ง

2.2.10 หลักเกณฑ์และวิธีการเลือกใช้ระบบให้น้ำแบบต่างๆ

ในการเลือกวิธีการให้น้ำหรือการจัดการระบบการให้น้ำสำหรับพืชนั้น สามารถเลือกพิจารณาได้จากหลายหลักเกณฑ์ โดยต้องคำนึงถึงลักษณะภูมิประเทศ คุณสมบัติของดิน ค่าความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ รวมทั้งลักษณะสวน หรือแปลงเพราะปลูกที่ได้จัดเตรียมไว้ ดังนั้นการเลือกและตัดสินใจใช้วิธีการให้น้ำที่ไม่เหมาะสม นั้นย่อทำให้ค่าลงทุนสูงขึ้นและในบางครั้งยังอาจทำให้พื้นที่เพาะปลูกและพืชเสียหาย เช่น กรณีพื้นที่ขุดตาดิน หรือหยุดการเจริญเติบโตเนื่องจากมีปริมาณน้ำมากเกินไป ดังนั้นประเด็นเรื่องการเลือกและดำเนินการตัดสินใจให้น้ำ จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก โดยที่วิธีการให้น้ำตามลักษณะของน้ำที่ไหลสู่ดิน มีดังนี้

- การให้น้ำทางใต้ผิวดิน (Sub-surface Irrigation)
- การให้น้ำทางผิวดิน (Surface Irrigation)
- การให้น้ำแบบฉีดฝอย (Sprinkler Irrigation)
- การให้น้ำแบบจุลภาค (Micro-Irrigation / Drip-Trickle Irrigation)

โดยที่แต่ละวิธีมีข้อเสียและลักษณะงานที่แตกต่าง รายละเอียดจึงต้องพิจารณาจากข้อมูลสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นข้อมูลแบบเวลาจริง ก็จะทำให้การเลือกวิธีการให้น้ำและแนวทางปฏิบัติและประประยุคต์ให้เป็นระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ จะมีความแม่นยำและสามารถใช้ประโยชน์ได้จริงในพื้นที่ เพื่อประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุดในพื้นที่เพาะปลูก

2.2 ระบบตรวจรู้ไร้สาย

2.2.1 ระบบตรวจรู้ไร้สาย

ระบบตรวจรู้ไร้สาย (Wireless Sensor Networks (WSN)) คือการใช้อุปกรณ์ sensor เล็ก ๆ จำนวนมากเพื่อตรวจวัดคุณสมบัติต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมที่เราสนใจและประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา หรือตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้โดยอัตโนมัติ อุปกรณ์พื้นฐานของ WSN ก็คือ sensor ขนาดเล็กมากเรียกว่า mote ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากบริษัท Intel และ University of California (UC) at Berkeley, mote เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสำหรับวัดอุณหภูมิความชื้นหรือสถานะแวดล้อมอื่น ๆ มันทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ธรรมดาและสื่อสารกับ mote ตัวอื่นที่อยู่ใกล้เคียงโดยใช้ ad hoc wireless network ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งผ่านระหว่าง mote ด้วยกันเองจนกระทั่งถึงจุดหมายซึ่งอาจเป็นคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับรวบรวมข้อมูลที่วัดได้ WSN ทำให้เกิด computing paradigm แบบใหม่เรียกว่า proactive computing ซึ่งแทนที่คอมพิวเตอร์จะรอรับคำสั่งจากมนุษย์ตามปกติแบบ interactive, คอมพิวเตอร์ในระบบ proactive computing จะคาดการณ์ถึงสภาพแวดล้อมที่มนุษย์ต้องการและสามารถดำเนินการล่วงหน้าแทนมนุษย์ในกรณีที่จำเป็น proactive computing เกิดขึ้นได้เนื่องจาก

WSN ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับข้อมูลจากโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างละเอียดและรวดเร็วโดยไม่ต้องมีมนุษย์เป็นผู้ป้อนข้อมูลให้ ดังนั้นมนุษย์จึงสามารถโปรแกรมให้ proactive คอมพิวเตอร์ปฏิบัติการได้ทันทีเมื่อสถานะแวดล้อมเป็นไปตามที่ตนคาดการณ์ไว้โดยไม่ต้องรอ อย่างไรก็ตามการทำให้ WSN ทำงานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพนั้นอุปสรรคหลายอย่างเนื่องจาก mote มีขีดจำกัดในความเร็วของ processor, ความจุของ data storage, และ bandwidth ในการสื่อสาร ดังนั้นอายุการใช้งานของมันจึงขึ้นอยู่กับการบริหารการใช้พลังงานของมันเองซึ่งมีอยู่จำกัดด้วยเหตุนี้ผู้พัฒนา mote จึงต้องออกแบบระบบ hardware และ software รวมถึงระบบการสื่อสารของ mote ให้ทำงานโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด นอกจากนี้ในแง่ของการใช้งาน ผู้พัฒนา WSN ต้องสร้างเครื่องมือที่ทำให้ผู้ใช้ซึ่งไม่จำเป็นจะต้องมีความรู้ขั้นสูงทางด้าน computer engineering สามารถใช้งานและสร้าง WSN applications โดยง่ายด้วย

2.2.2 คุณสมบัติของ mote

โดยทั่วไปแล้ว mote ควรจะมีอายุการใช้งานอย่างน้อย 1 ปีต่อพลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด AA สองก้อน อย่างไรก็ตามอายุการใช้งานของมันก็ขึ้นอยู่กับความถี่ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการรับและส่งข้อมูลใน applications ต่าง ๆ นั่นเอง Microprocessor ของ mote จะประหยัดพลังงานโดยทำงานอยู่ใน standby โหมดเป็นส่วนใหญ่และจะถูกปลุกขึ้นมาทำงานเมื่อถึงกำหนดเวลาที่มันต้องตรวจวัดข้อมูลและเวลาที่มันต้องส่งหรือรับข้อมูลจาก mote ตัวอื่น microprocessor ใช้พลังงานน้อยมากประมาณหนึ่งมิลลิวัตต์ในขณะที่มันทำงานและ 1-10 ไมโครวัตต์ใน standby โหมด อุปกรณ์เก็บข้อมูลของ mote เองก็มีความจุน้อยมากเมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป mote มี RAM น้อยกว่า 10 กิโลไบต์และใช้ memory ประมาณ 100 กิโลไบต์ สำหรับเก็บ software และประมาณหนึ่งเมกกะไบต์สำหรับหน่วยเก็บข้อมูลถาวร ในส่วนของระบบ micro sensor นั้น mote ใช้เทคโนโลยีหลายแบบซึ่งมีขนาดเล็กและใช้พลังงานน้อยเช่นเดียวกับ microprocessor ระบบสื่อสารของ mote นั้นใช้ระบบวิทยุสื่อสารพลังงานต่ำซึ่งถูกผลิตขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีเดียวกันกับที่ใช้สร้าง 802.11 (WiFi) network, PDA ที่สามารถติดต่อ Internet และโทรศัพท์มือถือ เนื่องจาก mote ต้องประหยัดพลังงานที่ใช้ในการสื่อสารมันจึงถูกออกแบบมาให้ใช้ Ad-hoc wireless network เพื่อส่งข้อมูลผ่าน mote เพื่อนบ้านที่อยู่ใกล้ซึ่งก็จะใช้วิธีส่งผ่านข้อมูลต่อกันเป็นทอด ๆ จนถึงจุดหมายปลายทาง

2.2.3 การควบคุมและใช้งานระบบ Wireless Sensor Networks

นักวิจัยที่ UC Berkeley ได้พัฒนาระบบปฏิบัติการ (OS) ที่ชื่อว่า TinyOS ซึ่งเป็น open source software และในปัจจุบันถือได้ว่าเป็น OS มาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับ WSN ระบบ TinyOS จะทำงานอยู่บน mote ทุกตัวโดยมีหน้าที่ควบคุมการใช้พลังงานและการปฏิบัติการของ

mote TinyOS จะจัดการการส่งข้อมูลระหว่าง mote ในลักษณะ multi-hop ซึ่งเป็นการส่ง packet ไปให้ mote ใกล้เคียงและให้ mote ที่รับ packet ไปส่ง packet ต่อในลักษณะเดียวกันเป็นทอด ๆ จนกระทั่งถึงจุดหมาย วิธีการสื่อสารแบบนี้ใช้พลังงานน้อยและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ในส่วนของ การประมวลผลข้อมูล TinyOS จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจาก sensor และจัดการข้อมูล sensor ที่ได้รับการส่งมาจาก mote ตัวอื่นด้วยในการสั่งให้ Applications ปฏิบัติงานบน TinyOS นั้นเราไม่สามารถ โหลดโปรแกรมลงบน mote ได้ทีละตัวโปรแกรมจะถูกส่งไปสู่ mote ใน WSN ในลักษณะเดียวกันกับการแพร่กระจาย Virus คอมพิวเตอร์ใน Internet นักวิจัยพัฒนา TinyOS จากภาษาโปรแกรมเรียกว่า NesC ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนา WSN applications ได้ด้วย การทำงานแบบ Aggregation นั้นสามารถช่วยให้ Application ลดจำนวนการส่งข้อมูลซึ่งช่วยประหยัดพลังงานได้ นอกจากนี้นักวิจัย ที่ intel และ UC Berkeley ยังได้พัฒนาระบบ TinyDB ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลจาก sensor โดยใช้ภาษา SQL เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้นักวิจัยทางด้าน WSN ทั่วโลก สามารถพัฒนา applications ของตนเองได้สะดวกขึ้น

2.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่บูรณาการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการนำเข้า จัดเก็บ จัดการสืบค้นและวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ และแสดงผลข้อมูลภูมิศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เป็นการนำเอาเครื่องมือต่าง ๆ และการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาในเรื่องของการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนการแสดงผลข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษานั้นประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้ (สุระ, 2546)

2.3.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) มีบทบาทสำคัญที่สนับสนุนกระบวนการทำงานระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ในด้านของการนำเข้าข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้านั้นมีอยู่เป็น จำนวนมาก ดังนั้นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีบทบาทเพื่อช่วยในการนำเข้าและจัดเก็บข้อมูลซึ่ง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์นำเข้า ข้อมูล สื่อบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์สำหรับแสดงผล

2.3.2 ซอฟต์แวร์ (Software) ซอฟต์แวร์ หมายถึง โปรแกรมที่มีหน้าที่เฉพาะซึ่งใช้ในการ ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์โดยการทำงานจะสอดคล้องกับประสิทธิภาพและ ระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์

2.3.3 ข้อมูลและสารสนเทศ (Data and Information) ข้อมูลและสารสนเทศนับว่าเป็น องค์ประกอบที่สำคัญในการดำเนินการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากการนำ GIS มา ประยุกต์ใช้นั้นจะมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับความถูกต้องแม่นยำของ ข้อมูลและสารสนเทศที่นำมาใช้ในกระบวนการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ๆ

2.3.4 บุคลากร คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะมีระบบ GIS

2.3.5 วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน คือวิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละ ระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เองกระบวนการในการดำเนินการ (Procedure and Operation System) ในส่วนนี้เป็นการดำเนินการโดยอาศัยหลักการหรือเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) ซึ่งข้อมูลจะถูกสร้างเป็นชั้นข้อมูล (Layers) ของแต่ละปัจจัยเฉพาะ แล้วนำมาซ้อนทับกันโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ การดำเนินการอาจจัดสร้างแบบจำลอง (Models) ขึ้นมาใหม่ตามต้องการหรือประยุกต์ใช้แบบจำลองที่มีอยู่เดิม ทั้งนี้กระบวนการในการดำเนินการนั้นจะขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำ GIS ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

2.4 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2.4.1 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบการประมาณค่าในช่วง

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่แบบการประมาณค่าในช่วง คือ การประมาณค่าข้อมูลนอกจุดสังเกตที่ไม่ทราบค่าโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ การประมาณค่าแบบในช่วง (Polynomial interpolation) ซึ่งทำการประมาณค่าจากข้อมูลคุณลักษณะในจุดสังเกตที่ทราบค่าโดยที่ตำแหน่งของจุดสังเกตอาจอยู่ในตำแหน่งที่กระจายและระยะห่างไม่เท่ากัน หรือ จะอยู่ในตำแหน่งที่กระจายเป็นระยะห่างที่เท่ากันก็ได้ ความถูกต้องของการประมาณการข้อมูลเชิงพื้นที่ขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายของจุดสังเกตที่ทราบค่า รวมทั้งสมการทางคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้ว่าจะสามารถจำลองหรือประมาณการข้อมูลได้ถูกต้องเพียงใด (Paul, Michael, 2005)

2.4.2 การประมาณค่าแบบ Kriging

การประมาณค่าแบบ Kriging วิธีการแทรกที่ทำการสันนิษฐานจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวได้ด้วยวิธีการ Kriging นี้จะทำการเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างที่เลือกไว้หรือจุดตัวอย่างทั้งหมด ภายในรัศมีที่กำหนด เพื่อให้ค่าผลลัพธ์ในแต่ละพื้นที่ออกมา Kriging ทำงานหลายขั้นตอนโดยผสมผสานการสำรวจวิเคราะห์ค่าทาง

สถิติของข้อมูล การทำแบบจำลองแบบ Variogram การสร้างพื้นผิว และยังมีสวนเสริมให้สามารถตรวจดูความแปรปรวนของพื้นผิวได้อีกด้วย วิธีการนี้มักนิยมใช้ในกรณีที่คุณต้องการทราบความสัมพันธ์ของระยะทาง หรือทิศทางที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยมากมักจะใช้ทางปฐพีวิทยา และธรณีวิทยา (M. A. Oliver,R. Webster,1990)

2.5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

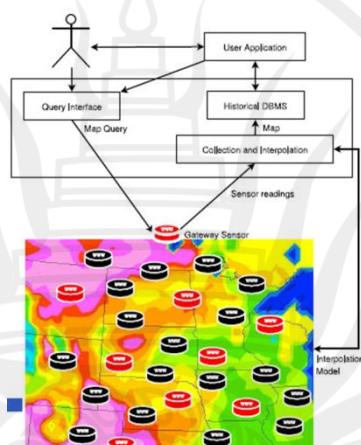
Can Ayday และ Saban Safak (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบตรวจรู้ไร้สาย ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการทำแผนที่การกระจายตัวของความชื้นในดิน โดยใช้ระบบตรวจรู้ไร้สาย ที่ทำการเขตการเชื่อมต่อแบบ ad-hoc network สำหรับการเก็บข้อมูลความชื้นในดิน โดยเลือกไร้อ้อยเป็นพื้นที่ศึกษา และใช้ระบบ GPS ช่วยในการกำหนดตำแหน่งของ Sensor หลังจากติดตั้งระบบตรวจรู้ไร้สายในพื้นที่ศึกษาแล้วนำข้อมูลค่าความชื้นในดินที่ได้จาก Sensor แต่ละตัวมาทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการวิจัยทำให้ทราบว่า บริเวณพื้นที่ศึกษามีความชื้นในดินอยู่ระหว่าง 28% - 86% โดยสามารถระบุได้ว่าบริเวณที่ความชื้นในดิน 86% จะอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและความชื้นในดิน 28% อยู่ทางทิศตะวันตก โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างแผนที่แสดงความชื้นในดิน สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อใช้เครื่องมือของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เฉลิมพล (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมและตรวจสอบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สาย ผลการวิจัยนำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบการใช้งานไวร์เลสเซ็นเซอร์สำหรับผู้ดูแลระบบ ให้เครือข่ายมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยสรุปว่าสิ่งที่ได้รับจากระบบควบคุมและตรวจสอบเครือข่ายตรวจรู้ไร้สายที่ทำการวิจัย มีดังนี้

- มีระบบตรวจสอบและจัดการเครือข่ายโดยแสดงผลผ่านเว็บอินเตอร์เฟส
- สร้างความสะดวกสบายให้กับผู้ดูแลระบบ ไม่ต้องมาคอยตรวจสอบหาข้อผิดพลาดกับเซ็นเซอร์ทีละตัว
- เพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุให้กับเครือข่าย
- สามารถกำหนดค่าเฉพาะสำหรับแต่ละเซ็นเซอร์โหนดโดยไม่จำเป็นต้องมาลงโปรแกรมใหม่

(Muhammad Umer,Lars Kulik,และEgemen Tanin,2010) ได้สรุปการวิจัยเกี่ยวกับระบบ WSN ไว้ว่า การแก้ไขช่องโหว่ของโหนดโดยการปรับค่าโหนดใหม่เพื่อเพิ่มพื้นที่และโต้แย้งว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะรักษาข้อมูลจากพื้นที่ไว้ตลอดเวลาได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ในเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายขนาดใหญ่ และได้แนะนำการแก้ไขเชิงพื้นที่เป็นทางเลือกการปรับโหนดโดยการทำ Kriging แบบกระจายในการแก้ไขปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ภายในช่องโหว่พื้นที่รับผิดชอบ (Brian Harrington และ Yan

Huang ,2009) ได้นำการวิเคราะห์แบบ kriging มาใช้ในการวิจัยเรื่องประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ตรวจรู้ไร้สายแบบ E2K (E2K Framework) โดยนำเอาหลักการการประเมินค่าแบบ kriging มาใช้ เพื่อลดค่าความผิดพลาดของข้อมูลจาก เซ็นเซอร์ โดยให้มีการจัดการรูปแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่ ที่จะศึกษา และมีการประสานงานที่ดี โดยมีการวางแผนงานดัง รูปที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ภาพรวมของระบบ E2K

โดยเมื่อเรามีการอ่านข้อมูลจากเครื่องเซ็นเซอร์ทั้งหมดที่อยู่ภายในเกณฑ์ความผิดพลาดบางอย่าง ปัญหาการประมาณค่าในช่วงของแผนที่จะเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นประจำ และเพื่อให้ได้แผนที่นั้นเพียงแคใช้ช่องตาราง (Grid) ของพื้นที่ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่กำหนด และประมาณค่าในช่วงโดยใช้การอ่านจากเครื่องเซ็นเซอร์เพื่อตรวจสอบค่าของแต่ละเซลล์จึงจะทำให้ลดปัญหาที่เกิดขึ้น