บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

อันเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลทางสถิติของข้อมูลน้ำฝนอาจจะมีการตกหล่นของข้อมูลหรือข้อมูลสูญหายดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีเข้ามาช่วยในการทำให้การทำงานง่ายขึ้น ซึ่งจะทำให้เราได้ข้อมูลของปริมาณน้ำฝนที่ต้องการของสถานีที่ขาดหาย

2.1 ความรู้พื้นฐานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์(GIS)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems)

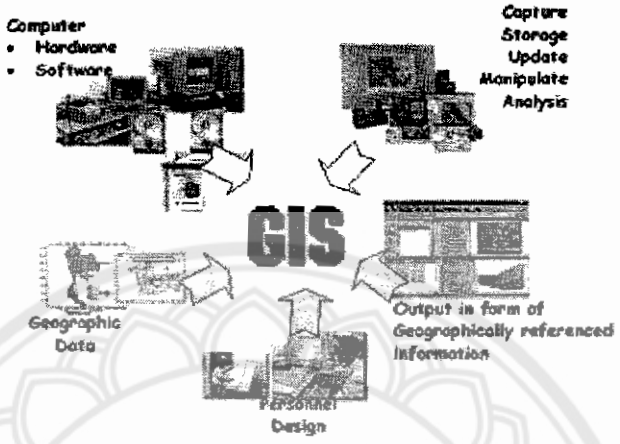
ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หรือ ระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา จะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ

2.1.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(Geographic Information System) GIS

"ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก (Spatial) เกี่ยวกับระบบแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆ ของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัสอิเลคโทรนิค ซึ่งเรียกออกมาใช้งาน แก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลได้" (www.gis2me.com) แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ถือว่า ประสบผลสำเร็จน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ และการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่บันทึกไว้อาจผิดพลาดได้ซึ่งเป็นเรื่องของคณิตศาสตร์และซอฟท์แวร์ (ครรชิต, 2529) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟท์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือ หมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บ และการใช้

ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ นั้นเอง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (www.gis2me.com)

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่น ๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อม ๆ กัน เช่น สามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันดำ – ควันขาวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือ ค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลพื้นโลกได้โดยทางอ้อม ได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัดและรหัสไปรษณีย์)

โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนโลกเนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

2.1.2 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

(Components of Geographic Information Systems)

องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยหลักการแล้วจะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟท์แวร์ หน่วยงานหรือตัวบุคคล วิธีการปฏิบัติงาน และข้อมูล ในบทนี้จะเป็นการอธิบายการทำงานในระบบ GIS ในรูปแบบของ Computer Assisted Approach ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ เครื่องมือที่เป็นองค์ประกอบที่สามารถจับต้องได้ ได้แก่ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ เช่น ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์, จอภาพ, สายไฟ, ดิจิไทเซอร์ เป็นต้น
- ซอฟท์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ เช่น MS-DOS, MS-WINDOWS, Word เป็นต้น
- บุคลากร (People ware) คือ ผู้มีหน้าที่จัดการให้องค์ประกอบทั้ง 4 อย่างข้างต้น ทำงานประสานกันจนได้ผลลัพธ์ออกมา
- วิธีการปฏิบัติงาน (Methodology หรือ Procedure) คือ ขั้นตอนการทำงานซึ่งเราเป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการกับข้อมูล
- ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น และเป็นสิ่งที่เราต้องป้อนให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเป็นผลลัพธ์ออกมา เช่น ชื่อ-สกุล ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นต้น

ซึ่งจะได้อธิบายโดยละเอียดต่อไปในแต่ละหัวข้อหลักขององค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (www.gis2me.com)

ภาระหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรจะมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่าง ดังนี้ (ครรชิต, 2529)

1). การนำเข้าข้อมูล (Input)

ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลงให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลในรูปแบบดิจิตอลหรือแฟ้มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้า เช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

2). การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation)

ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องรับการปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

3). การบริหารข้อมูล (Management)

ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุด คือ

DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้ คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

4). การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis)

เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น

- ใครคือเจ้าของกรรมสิทธิ์ในที่ดินผืนที่ติดกับโรงเรียน
- เมืองสองเมืองนี้ระยะห่างกันกี่กิโลเมตร
- ดินชนิดใดบ้างที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย

5). การนำเสนอข้อมูล (Visualization)

จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรืออักษรซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (Chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

2.1.3 ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ข้อมูล (DATA) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุค่าต่างๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีจะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำมีความแม่นยำถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า Information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเอง และเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ (สุพรรณ, 2534)

1). ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo—referenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วยมือ

เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ จะเห็นว่าระบบ MIS นั้นไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

2). ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ (Features) คือ

- จุด (point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน จุดตัดของแม่น้ำ เป็นต้น
- เส้น (line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ เป็นต้น
- พื้นที่ หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area or Polygons) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกพืช พื้นที่ป่า ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตจังหวัด เป็นต้น

ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristics of GIS Information) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1). ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics)

ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือ ลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่างๆตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษา ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) เป็นต้น ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับคือ

- Nominal Level เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่างๆ เท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นหนึ่งจำแนกได้เป็น ป่าไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้อาจจะแทนค่าโดยตัวเลขเช่น 1 = ป่าไม้, 2 = ทุ่งหญ้า, 3 = แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้ว่า 1 มากกว่า 2 หรือมากว่า 3 ในแง่ของค่าตัวเลข

- Ordinal Level หรือ Ranking Level เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนานเล็กกว่า เท่ากัน หรือ ใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ 1>2 หรือ การ ให้สัญลักษณ์แทนลักษณะของถนน เช่น ถนนสายเอเชีย= 1, ถนน 2 เลน = 2, และถนนทางลูกรัง = 3 อาจจะบ่งบอกถึงความสำคัญว่า 1 สำคัญกว่า 2 แต่บอกไม่ได้ว่าสำคัญกว่าเป็นปริมาณเท่าใด

- Interval - Ratio Level เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า หรือเส้นชั้นความสูงที่ระดับ 500 เมตร สูงกว่าที่ระดับ 400 เมตรอยู่ 100 เมตร เป็นต้น

2.2). ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics)

การจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

- Raster or grid representation คือ จุดของเซล ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ pixel หรือ picture element cell ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวนอนและแถวตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแถวและสดมภ์ภายใน grid cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ซึ่งข้อมูลประเภท Raster มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่าช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปลงจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล

- Vector representation ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และ/หรือ แนวดิ่ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

2.1.4 การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูล แล้วบันทึกข้อมูลเหล่านั้นลงในฐานข้อมูล การสร้างข้อมูลตัวเลขที่ปราศจากที่ผิด (Errors) เป็นงานสำคัญและซับซ้อนที่สุด การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อาจนำเข้าได้ดังกระบวนการดังต่อไปนี้

1). การนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่

วิธีการนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่ใน GIS มีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ของหน่วยงานนั้นๆ หรืองบประมาณที่สามารถจัดซื้อ ลักษณะของการใช้งาน และชนิดของข้อมูลที่จะนำเข้า ชนิดของข้อมูล ได้แก่ แผนที่ที่มีอยู่แล้ว เอกสารจากการสำรวจภาคสนาม เอกสารที่เขียนด้วยมือ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายด้วยระบบการรับรู้ระยะไกล (Remotely Sensed Imagery) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม เช่น กระบวนการศึกษาชุมชนอย่างรวดเร็ว (Rural Rapid Appraisal -RRA)

- การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบเวกเตอร์ด้วยมือ

ข้อมูลพื้นฐานของระบบนี้คือ จุด เส้น และพื้นที่ ค่าพิกัดของข้อมูลที่ได้จากกริดอ้างอิงที่มีอยู่ใน แผนที่ หรือได้จากการอ้างอิงจากกริดที่นำมาซ้อนบนแผนที่ ข้อมูลเหล่านี้อาจจะพิมพ์เข้าเครื่องเพื่อเก็บในแฟ้มข้อมูลธรรมดา หรือนำเข้าสู่โปรแกรมก็ได้

- การนำเข้าข้อมูลสู่ระบบกริดด้วยมือ

สำหรับระบบกริดนั้น ทั้งจุด เส้น และพื้นที่ ล้วนแสดงด้วยช่องกริด

- เลือกขนาดของช่องกริด (ราสเตอร์) แล้ววางแผ่นกริดโปร่งใสตามขนาดที่เลือกซ้อนบนแผนที่
- กรอกค่าลักษณะประจำของแผนที่หนึ่งค่าต่อช่องกริดหนึ่งช่อง หรือใช้สีสัญลักษณ์แทน
- พิมพ์เข้าแฟ้มข้อความในคอมพิวเตอร์

- การนำเข้าด้วยการดิจิไทซ์

การเขียนรหัสและพิมพ์รหัสนำเข้าแฟ้มคอมพิวเตอร์จะต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูง เราสามารถใช้เครื่องอ่านพิกัดในการกำหนดรหัส (X,Y) ให้แก่จุด เส้น และพื้นที่ หรือช่องกริดได้อย่างรวดเร็วขึ้น สำหรับเครื่องอ่านพิกัดที่นิยมใช้กันมากคือ Digitizer ซึ่งเครื่องที่ใช้สำหรับการทำแผนที่หรืองานกราฟิกคุณภาพสูงชนิดที่นิยมกันในปัจจุบัน ได้แก่ แบบที่ใช้ลวดเส้นเล็กๆ

สานตัดกันในแนวฉากเป็นกริด หรือชนิดที่ใช้เฟสคลื่นไฟฟ้า มีขนาดตั้งแต่ 11x11 นิ้ว ถึงขนาด 40x60 นิ้ว ทั้งแบบวางบนโต๊ะหรือมีขาตั้งในตัว ทั้งที่มีและไม่มีแสงส่องจากใต้โต๊ะ

คอมพิวเตอร์จะติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัดได้ด้วยคำสั่งทางเมนูกราฟิก ค่าพิกัดของจุดที่อยู่บนกระดานเครื่องอ่านพิกัดจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ทางปากกาแม่เหล็กที่ลากด้วยมือ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ง่ายๆ ที่เรียกว่า "เมาส์" (Mouse) หรือ "พัค" (Puck) สำหรับการทำแผนที่ซึ่งต้องการความถูกต้องสูง ในเมาส์จะมีขดลวดฝังอยู่ในกล่องพลาสติกซึ่งมีช่องพร้อมกับกากบาทซึ่งออกแบบเพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น พิกัดของจุดจะถูกดิจิไทซ์ด้วยการวางเส้นกากบาทเหนือจุดที่ต้องการแล้วกดปุ่มบนเมาส์

- การนำเข้าข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือลักษณะประจำที่เกี่ยวข้องที่ไม่อิงพื้นที่ (Attribute Data) ได้แก่ คุณสมบัติของเอนติตี้ทางพื้นที่ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดการใน GIS เช่น การดิจิไทซ์เส้นถนน เส้นถนนแต่ละประเภทอยู่ในรูปข้อมูลทางพื้นที่ของ GIS ซึ่งแสดงด้วยสี สัญลักษณ์ หรือตำแหน่งบนแผนที่ ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของถนน อาจรวมในสัญลักษณ์แผนที่ซึ่งมีอยู่ตามปกติอยู่แล้ว เมื่อผู้ใช้งานต้องการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความกว้างของถนน หรือความหนาของชั้นซีเมนต์ ชนิดของซีเมนต์ วิธีการสร้าง วันที่สร้าง ตำแหน่งของสี่แยกหรือไฟแดง เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีเอนติตี้ทางพื้นที่ร่วมกัน เราจึงสามารถเก็บแยกและประมวลผลข้อมูลเหล่านี้ต่างหากได้ โดยไม่รวมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ หากเป็นข้อมูลประเภทขอบเขตการปกครอง อาจจะใส่ข้อมูลเรื่องประชากรชาย หญิง และรายได้เฉลี่ย

- การเชื่อมข้อมูลพื้นที่กับข้อมูลที่ไม่อิงพื้นที่

เราสามารถกำหนดเครื่องหมายประจำตัวให้แก่เอนติตี้กราฟิกโดยตรง ในการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (polygon) จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมขึ้นก่อน จากนั้นจึงจะให้เครื่องหมายประจำตัวแก่รูปหลายเหลี่ยมเหล่านั้น โดยการดิจิไทซ์ข้อมูลเข้า เมื่อนำเข้าข้อมูลทางพื้นที่และให้เครื่องหมายประจำเรียบร้อยแล้ว ควรมีการทวนสอบคุณภาพของข้อมูลด้วย โดยเฉพาะรหัสที่จะกำหนดเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่กับข้อมูลลักษณะ ในการเชื่อมต่อข้อมูลนั้นสามารถสร้างตารางคำอธิบายเสริมขึ้นมาได้เป็นจำนวนมาก ในส่วนนี้จะต้องศึกษาทฤษฎีของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูล (Database Design)

ในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่าฐานข้อมูลที่ได้ให้มีจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุด

การเชื่อมต่อข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับข้อมูลเชิงคุณลักษณะนั้นจะสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อเพียงชั่วคราว หรือการทำให้เป็นการเชื่อมต่อแบบถาวรได้ โดยกระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงขนาดของข้อมูลที่จะมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นไปด้วย

ฐานข้อมูลใหม่ในตารางใหม่ที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้ในการสอบถามค้นหา หรือวิเคราะห์ในขั้นต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากฐานข้อมูลนั้นมีความถูกต้องจากการเก็บรวบรวมอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การประมาณค่าข้อมูลน้ำฝนที่หายไปโดยการคำนวณทางอุทกวิทยา(Hydrology)

ในกรณีที่ข้อมูลน้ำฝน ณ จุดใดจุดหนึ่งขาดหายไปบางส่วน ทำให้จำเป็นต้องสร้างข้อมูลหรือสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมาใหม่โดยอาศัยข้อมูลจากสถานีอื่นที่อยู่ใกล้เคียง วิธีสร้างข้อมูลขึ้นใหม่ที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 วิธี คือ

2.2.1. วิธีหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นวิธีสร้างข้อมูลน้ำฝน ณ สถานีหนึ่งจากข้อมูลที่สถานีข้างเคียง 3 สถานีโดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้

$$P_x = \frac{1}{3}(P_a + P_b + P_c)$$

โดยที่ P_x คือ ข้อมูลน้ำฝนที่สร้างขึ้น ณ สถานี x

P_A , P_B , P_C คือ ข้อมูลน้ำฝนจากสถานี A, B, C ที่อยู่ข้างเคียงที่มีน้ำฝนเฉลี่ยรายปีแตกต่างจากสถานี x ไม่เกิน 10 %

2.2.2 วิธี Normal Ratio เป็นวิธีที่เหมาะสมในกรณีที่ค่าฝนเฉลี่ยรายปีของสถานีข้างเคียงแตกต่างจากฝนเฉลี่ยรายปีของสถานีที่ต้องการสร้างข้อมูลมากกว่า 10 %

$$P_x = \frac{1}{3}\left(\frac{N_x P_a}{N_a} + \frac{N_x P_b}{N_b} + \frac{N_x P_c}{N_c}\right)$$

โดยที่ N คือค่าฝนเฉลี่ยรายปีที่สถานีต่าง ๆ

2.2.3. วิธีของ U.S. National Weather Service เป็นวิธีการสร้างข้อมูลน้ำฝน จากสถานีข้างเคียงที่อยู่ใกล้ที่สุด 4 สถานี ซึ่งอยู่ ณ ตำแหน่งทิศทั้งสี่ คือ เหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก ของสถานีที่ต้องการสร้างข้อมูลน้ำฝน โดยให้ค่าน้ำหนัก (weighting factors) ของค่าน้ำฝนที่สถานีต่าง ๆ เป็นส่วนกลับของระยะทางยกกำลังสอง หรือ เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P_x = \sum_{i=1}^{4}(P_i / L_i^2) / \sum_{i=1}^{4}(1/L_i^2)$$

โดยที่ L_i คือ ระยะทางจากจุด x ถึงสถานีข้างเคียงที่ใช้ในการคำนวณ

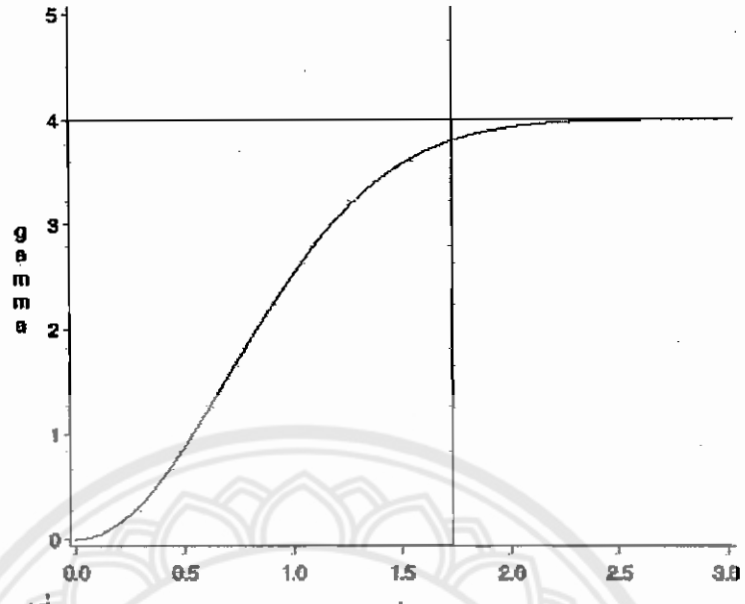
2.3 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ โดยวิธี Kriging interpolation

Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าแบบถ่วงน้ำหนักโดยอาศัยค่า semivariogram เพื่อวิเคราะห์หาค่าวาเรียนซ์ในการประมาณข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ไม่ได้บันทึกข้อมูล Kriging interpolation ทำการวิเคราะห์ค่า semivariance และเลือกโมเดลที่ดีที่สุดที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง semivariance และระยะทาง (lag distance) โดยพิจารณาจากค่า coefficient of determination (r^2) และค่า residual sum square (RSS) ของแต่ละโมเดล โดย เลือกค่าที่มี r^2 สูงสุด หรือ RSS ต่ำที่สุด

ในการวิเคราะห์ semivariogram สามารถใช้ model ได้หลายรูปแบบ เช่น

(1.) Spherical model

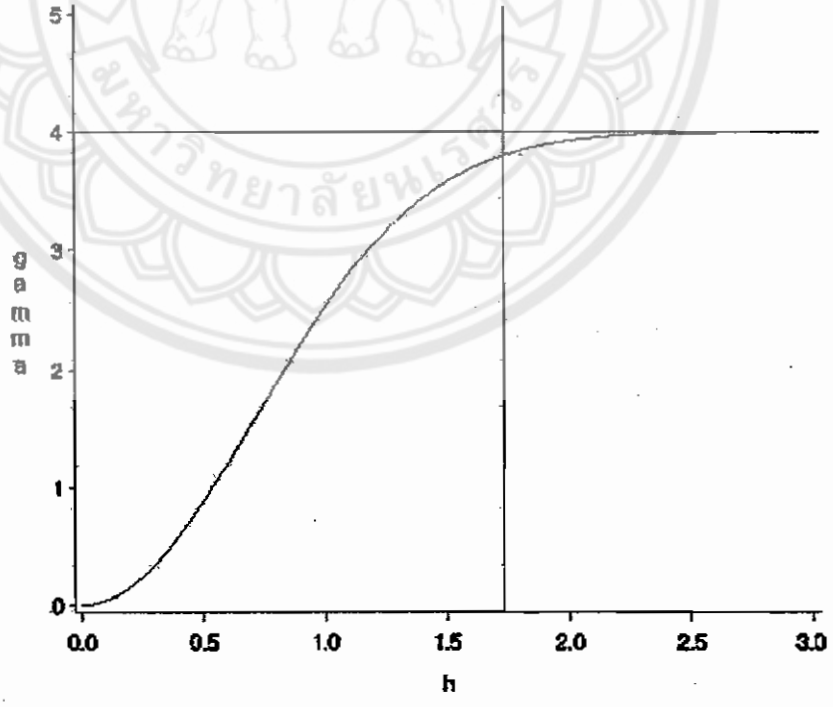
$$\gamma_2(h) = \begin{cases} c_0\left[\frac{3}{2}\frac{h}{a_0} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{a_0}\right)^3\right], & \text{for } h \le a_0 \\ c_0, & \text{for } h > a_0 \end{cases}$$



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงผล ของสมการ Spherical model (www.csc.fi)

(2.) Gaussian model

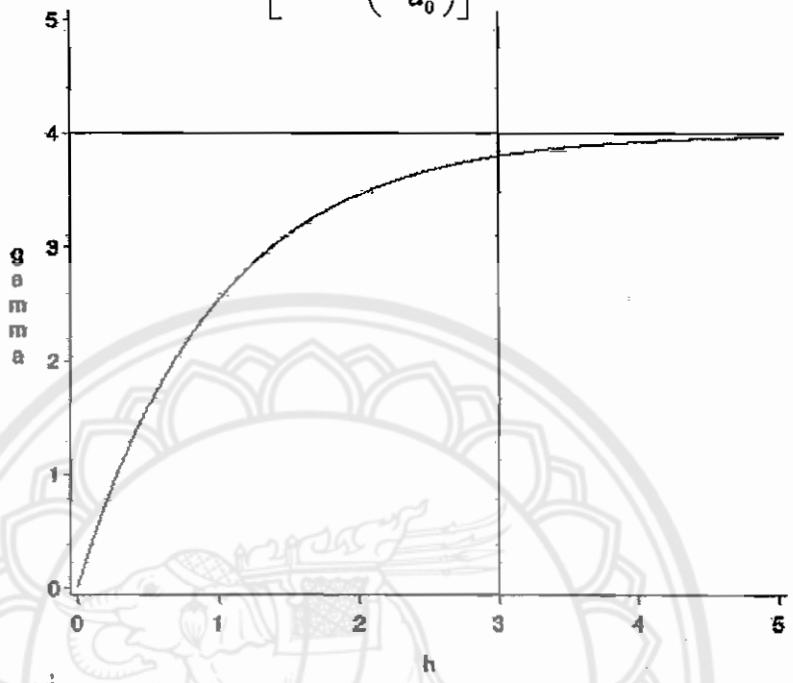
$$\gamma_2(h) = c_0\left[1-\exp\left(-\frac{h^2}{a_0{}^2}\right)\right]$$



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงผล ของสมการ Gaussian model (www.csc.fi)

(3.) Exponential model

$$\gamma_2(h) = c_0\left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a_0}\right)\right]$$



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงผล ของสมการ Exponential model (www.csc.fi)

2.4 Arc View GIS

Arc View เป็นโปรแกรม GIS โปรแกรมหนึ่ง ที่ได้รับการพัฒนามาจาก บริษัท Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI) เพื่อใช้งานในการนำเสนอข้อมูล และเรียกค้นข้อมูล จากโปรแกรม Arc/Info หรือโปรแกรมอื่นๆ ที่สามารถใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการทำงานบนระบบปฏิบัติการของ Windows System (Window98 or Windows95) ซึ่งมีเมนูต่างๆ แสดงบนหน้าจอ และสามารถเปิดได้หลายๆ หน้าต่าง (Windows) ในระหว่างการทำงาน

โปรแกรม Arc View โปรแกรมแรก คือ ArcView 1.0 สามารถใช้งานได้เฉพาะการนำเสนองานในรูปแบบแผนที่เท่านั้น แต่โปรแกรมได้มีการพัฒนาเรื่อยมา จนถึง version 3.1 และ ปี พ.ศ. 2544 ได้มีการพัฒนา ArcView 8.0 ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ใกล้เคียงกับโปรแกรม PC Arc/Info กล่าวคือนอกจากผู้ใช้สามารถใช้งานนำเสนอ และเรียกค้นข้อมูลตามเงื่อนไขต่างๆ แล้ว ยังสามารถใช้ในการผลิตแผนที่ได้เป็นอย่างดี จะสร้างและแก้ไขข้อมูล ทั้งที่เป็นพื้นที่ (Spatial Data) และตารางฐานข้อมูล (Database) ได้ด้วย และยังสามารถรับข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบต่างๆ เช่น AutoCAD (.dwg), Image (.tiff, .bmp, etc.) และสามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis)

ได้ด้วย โดยการเขียนชุดคำสั่ง (Scripts) หรือใช้โปรแกรมประยุกต์ (ชุดคำสั่งสำเร็จรูป) ที่ได้จัดเขียนไว้โดยผู้เชี่ยวชาญ

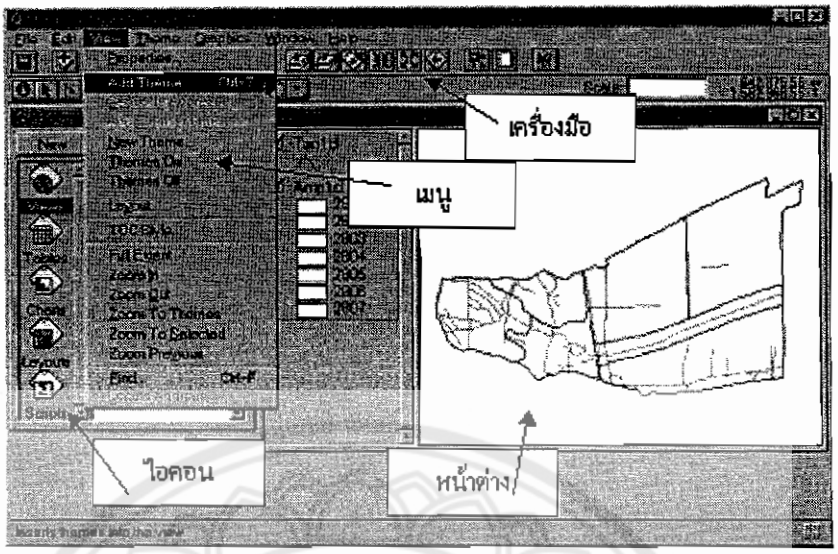
2.4.1 ข้อดีของโปรแกรม ArcView GIS

- ArcView GIS เป็นโปรแกรมที่ในการประมวลผลทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่นการทำแผนที่ ที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากความสะดวกในการใช้งาน ด้วยความสามารถทางด้านการทำแผนที่และวิเคราะห์เชิงพื้นที่
- ArcView GIS สามารถสร้างแผนที่ แสดงข้อมูลได้อย่างสะดวกง่ายดาย โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เช่น Coverage หรือ Shape File หรือ Image file ในรูปแบบ Graphic ต่างๆ เช่น AutoCAD file)
- ArcView GIS สามารถรวบรวมฐานข้อมูลที่เรามีอยู่ และให้ทำงานกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ได้
- ArcView GIS ช่วยให้การพิมพ์และสร้าง แผนที่ก่อนพิมพ์ทำได้ง่ายด้วย Layout
- การแสดงในรูปแบบโต้ตอบโดยการ link ไปที่แผนภูมิ, ตาราง, ภาพวาด, ภาพถ่าย, และ file อื่นๆ
- ภาษา Avenue ซึ่งเป็น ภาษาทำ script ในเชิง object-oriented ที่ฝังอยู่ใน ArcView GIS ทำให้เราสามารถพัฒนาเครื่องมือ, การติดต่อ interfaces, และโปรแกรมประยุกต์ที่สมบรูณ์ได้อย่างรวดเร็ว

2.4.2 องค์ประกอบของ ArcView GIS

ส่วนประกอบหลักๆ ของหน้าต่าง ArcView จะประกอบไปด้วย

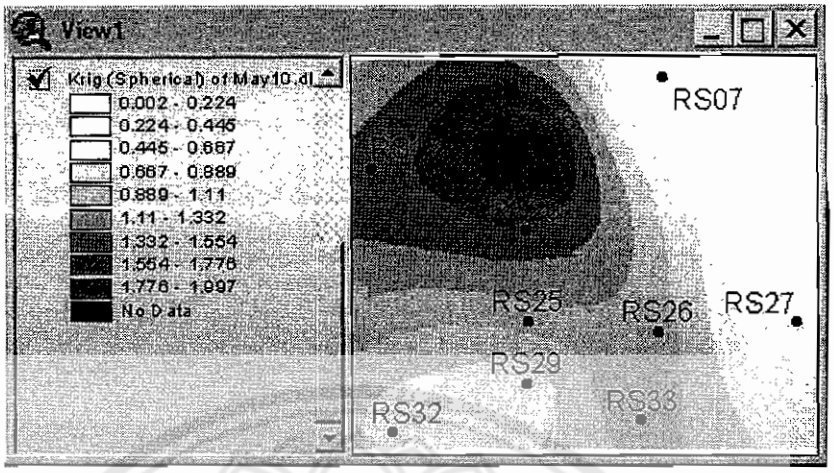
- หน้าต่าง (Windows) ซึ่งประกอบด้วย 5 หน้าต่าง คือ Project Window, View Window, Table Window, Chart Window, Layout Window และ Scripts Window
- เมนู (Pull down Menus) จะเปลี่ยนแปลงไปตามการทำงานของหน้าต่างทั้ง 5 ชนิด
- เครื่องมือ (Toolbars) จะเปลี่ยนแปลงไปตามการทำงานของหน้าต่างทั้ง 5 ชนิด
- ไอคอน (Icon) ซึ่งอยู่ภายใต้ Project Window ประกอบไปด้วย View icon, Table icon, Chart icon, Layout icon และ Scripts icon



รูปที่ 2.6 องค์ประกอบของ Arc view (www.gis2me.com)

2.4.3 ฟังก์ชัน Kriging interpolation ในโปรแกรม ArcView GIS 3.2a

Kriging เป็นฟังก์ชันหนึ่งของโปรแกรม ArcView GIS 3.2a (ESRI,1994b) ซึ่งเป็นวิธีการประมาณแบบค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้แบบจำลอง semivariogram ในโปรแกรม ArcView GIS 3.2a เพื่อวิเคราะห์หาค่าวาเรียนซ์ในการประมาณข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ไม่ได้บันทึกข้อมูล การดำเนินการเริ่มจากนำเข้าพิกัดของสถานีและค่าของข้อมูลที่จะทำการประมาณค่า(file.DBF)แล้วทำการ Kriging interpolation โดยทำการวิเคราะห์ค่าsemivarianceและเลือกโมเดลที่ดีที่สุดที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง semivariance และระยะทาง (lag distance) โดยพิจารณาจากค่า coefficient of determination (r^2) และค่า residual sum square (RSS) ของแต่ละโมเดล โดยเลือกค่าที่มี r^2 สูงสุด หรือ RSS ต่ำที่สุด เมื่อได้โมเดลที่อธิบายวาริโอแกรมได้ดีที่สุดแล้วจึงทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ ผลที่ได้จากการประมาณค่าเป็นกริดที่มีค่าต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังแสดงค่า วาเรียนซ์ ในรูปแผนที่ได้ ดังรูป



รูปที่2.7 ผลของการ Kriging interpolation ในโปรแกรม ArcView GIS 3.2a