

การตรวจเอกสาร

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบีโอดีและดีโอในบึงหนองหาร จังหวัดสกลนคร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการดำเนินงานวิจัยโดยทำการศึกษารายละเอียดในหัวข้อต่อไปนี้

1. ลักษณะพื้นที่ศึกษา
 - 1.1 ลักษณะทั่วไป
 - 1.2 ความลึก
 - 1.3 สภาพภูมิอากาศ
 - 1.4 สภาพภูมิประเทศ
 - 1.5 สภาพธรณีวิทยา
 - 1.6 การใช้ที่ดิน
 - 1.7 ความสำคัญของแหล่งน้ำ
2. วัฏจักรของน้ำ
3. ดัชนีที่ทำการศึกษา
 - 3.1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษา
 - 3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อบีโอดีและดีโอ
4. คุณภาพน้ำในหนองหาร
 - 4.1 ความลึก
 - 4.2 ความโปร่งใส
 - 4.3 อุณหภูมิ
 - 4.4 พีเอช
 - 4.5 ดีโอ
 - 4.6 ประชากร
5. การวิเคราะห์การถดถอย
 - 5.1 รูปแบบสมการถดถอย
 - 5.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 - 5.3 การวัดผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน
 - 5.4 การวัดผลรวมกำลังสองของค่าประมาณจากค่าเฉลี่ย
 - 5.5 การวัดผลรวมกำลังสองของค่าสังเกตจากค่าเฉลี่ย

- 5.6 การวัดค่าความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด
- 5.7 การวัดค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง
- 5.8 การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย
- 5.9 การตรวจสอบค่าตัวแปรอิสระ

1. ลักษณะพื้นที่ศึกษา

1.1 ลักษณะทั่วไป

หนองหาร จังหวัดสกลนคร ตั้งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ $17^{\circ} 12'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $104^{\circ} 11'$ ตะวันออก จัดเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ผิวน้ำประมาณ 150 ตารางกิโลเมตร ที่ระดับ 157.5 เมตร (ร.ท.ก.) (วีระ, 2527) โดยตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของเทือกเขาภูพานกั้นเขตแดนระหว่างจังหวัดสกลนครและจังหวัดกาฬสินธุ์ มีลำน้ำที่ไหลลงสู่หนองน้ำแห่งนี้ 14 สาย ลำน้ำสายหลักที่ไหลผ่านตลอดปีคือ ลำน้ำพุง มีทางระบายน้ำออกสายเดียวคือลำน้ำก่ำซึ่งมีความยาว 24 กิโลเมตร ระบายออกสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม ระดับน้ำในหนองควบคุมโดยการปิดเปิดบานประตูน้ำที่ลำน้ำก่ำซึ่งควบคุมดูแลโดยเจ้าหน้าที่กรมประมงหนองหารถูกใช้ประโยชน์หลายประเภท คือ ด้านการประมง การประปา และเป็นสถานที่ท่องเที่ยว (สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2524) แสดงดังภาพที่ 1

1.2 ความลึก

ความลึกในบึงหนองหารจะลึกมากที่สุดในช่วงฤดูฝน ประมาณ 3-7 เมตร เมื่อหมดฤดูฝนระดับน้ำจะลดลงโดยไหลออกไปทางลำน้ำก่ำซึ่งจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดพนม ทำให้ความลึกของบึงหนองหารลดลงในฤดูแล้งซึ่งวัดได้ประมาณ 1.2-1.5 เมตร (ชิน, 2514)

1.3 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของหนองหารมีลักษณะจัดอยู่ในเขตอากาศแบบทุ่งหญ้าเขตร้อน (Savanna climate) (วีระ, 2527) ซึ่ง อภิศักดิ์ (2525) กล่าวว่า อากาศประเภทนี้จะมีฤดูฝนและฤดูแล้งเห็นอย่างชัดเจนประมาณครั้งต่อครั้งปี โดยมีฝนเฉพาะฤดูที่ได้รับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

(พฤษภาคม-กันยายน) จะมีอากาศชุ่มชื้นและฝนตกตลอดฤดู แต่ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ หรือฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) จะมีอากาศแห้งแล้งชัดเจนและในขณะเดียวกันอากาศจะเย็นลง

1.4 สภาพภูมิประเทศ

บึงหนองหารอยู่ในเขตการปกครองของอำเภอกุดปาก กิ่งอำเภอเต่างอยและอำเภอเมือง สกลนครของจังหวัดสกลนคร โดยมีลักษณะภูมิประเทศแบ่งได้ 5 ลักษณะ (ไมตรี และคณะ, 2537) คือ

1.4.1 เขตภูเขาสูงทางทิศใต้ คือ แนวเทือกเขาภูพาน ซึ่งเป็นสันปันน้ำของจังหวัด กาฬสินธุ์กับจังหวัดสกลนคร และเป็นสันปันน้ำที่แบ่งน้ำเข้าสู่พื้นที่ลุ่มน้ำพุงที่ไหลลงสู่หนองหาร พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าดิบเขา

1.4.2 เขตที่ราบสูง มีลักษณะเป็นที่ราบบนภูเขา มีการทำลายป่าไม้เพื่อใช้พื้นที่ทำการเกษตร มีการปลูกพืชที่สำคัญ คือ มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว มะละกอ ฝรั่ง

1.4.3 เขตที่ราบเชิงเขา มีลักษณะเป็นที่ราบลาดเอียงทางทิศเหนือ สลับกับพื้นที่เนิน ลูกคลื่นลอนสูง พื้นพรรณธรรมชาติถูกทำลายเหลือสภาพเป็นป่าโปร่งและทุ่งหญ้าในเกษตรกรรม ใช้ปลูกพืชไร่ เช่น มันสำปะหลัง ถั่วฝักยาว มะละกอ ปอแก้ว ส่วนใหญ่ในพื้นที่ลุ่มระหว่างเนินใช้ทำนาข้าว

1.4.4 เขตที่ราบลุ่มรอบ ๆ หนองหาร มีลักษณะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงทั้งยังเป็นบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนที่ถูกน้ำฝนชะล้างมาจากที่ราบสูง สลับด้วยพื้นที่ลาดมากเป็นเนินเล็ก ๆ

1.4.5 แหล่งน้ำหนองหาร เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ นับเป็นพื้นที่ต่ำสุดที่ลำนํ้าต่าง ๆ ในลุ่มน้ำไหลมารวมกัน และมีทางระบายน้ำออกจากหนองหารทางด้านตะวันออกตามแนวลำน้ำก่ำ ลงสู่แม่น้ำโขง

1.5 สภาพธรณีวิทยา

บริเวณที่ราบลุ่มหนองหารมีโครงสร้างธรณี เป็นดินตะกอนที่เกิดจากน้ำพัดพามาทับถมตามบริเวณโดยรอบหนองหาร จึงเป็นดินตะกอนปัจจุบัน นับว่าอยู่ในยุคปัจจุบันทางธรณี ฉะนั้นวัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่จึงเป็นพวกดินที่ถูกน้ำพัดพามาทับถม และดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินโดยตรงที่ไม่ได้มีการเคลื่อนย้ายมาจากที่อื่น จะพบดินชนิดนี้ตามเชิงเขา และมีหินโผล่ทั่ว ๆ ไป หินที่ให้กำเนิดดินโดยตรงบริเวณนี้ คือ หินทราย หินกรวดมน และหินดินดาน(ประสิทธิ์, 2533)

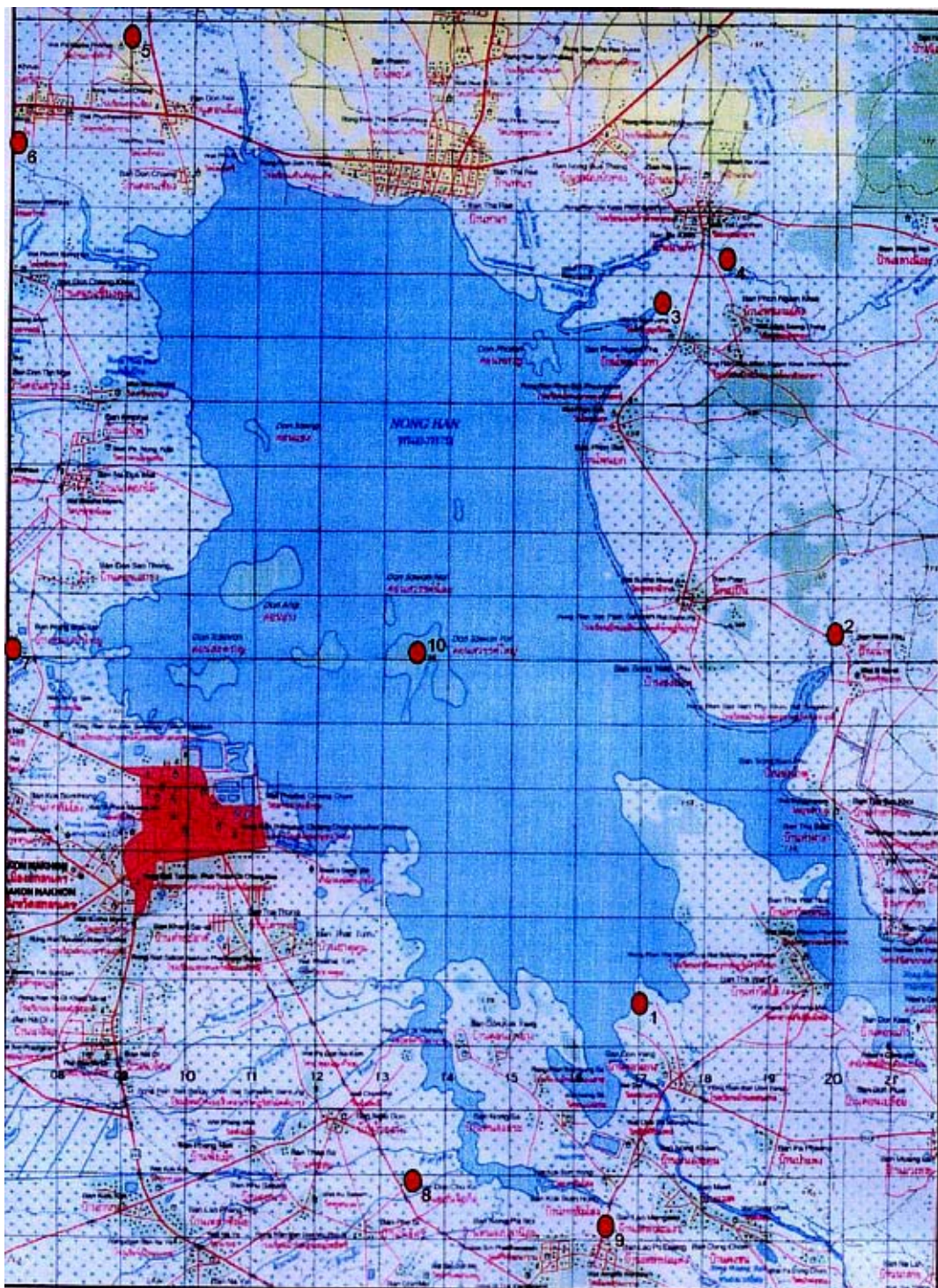
1.6 การใช้ที่ดิน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2518) ได้ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์จากภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบกับการสำรวจภาคสนาม โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณบึงหนองหารและรัศมีโดยรอบเป็นพื้นที่ขนาดประมาณ 23x21 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นเนื้อที่ศึกษา 306,701.60 ไร่ พบว่ามีการใช้ที่ดินในบริเวณพื้นที่ 21 รูปแบบ ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าในบริเวณเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณหนองหารมีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำเกษตรกรรมในด้านนาข้าว เป็นพื้นที่ 167,468.52 ไร่ หรือร้อยละ 54.60 แสดงให้เห็นว่าประชากรที่อาศัยอยู่ในบริเวณบึงหนองหารจะมีอาชีพทำนาเป็นหลักเนื่องจากอยู่ใกล้แหล่งน้ำจึงสามารถรับน้ำจากแหล่งน้ำได้โดยตรง รองลงมาคือการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทแหล่งน้ำมีพื้นที่ 48,774.99 ไร่ หรือร้อยละ 15.90 การใช้ประโยชน์ที่ดินอันดับ 3 ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้เต็ง รัง มีเนื้อที่ 28,794.97 ไร่หรือคิดเป็นร้อยละ 9.39 และอันดับ 4 ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่น้ำท่วมถึง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่จะถูกน้ำท่วมในฤดูฝน และมีสภาพเป็นพื้นที่บกกในฤดูอื่น โดยมีพื้นที่ 16,421.45 ไร่ หรือร้อยละ 5.35 สำหรับพื้นที่ในรัศมีโดยรอบหรือในแนวเขตหนองหาร พบว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านแหล่งน้ำมากเป็นอันดับหนึ่ง คือมีพื้นที่ 46,583.37 ไร่ หรือร้อยละ 62.74 ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณโดยรอบหนองหารมีลำห้วยหลายห้วยที่มีการไหลมารวมกันในพื้นที่หนองหาร เช่น ห้วยเดียก ห้วยซ่งน้ำพุ ห้วยทราย เป็นต้น รองลงมาคือการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านพื้นที่น้ำท่วมถึง มีพื้นที่ 14,625.10 ไร่หรือร้อยละ 19.60 และอันดับที่สามคือพื้นที่เกษตรกรรมในการทำนาข้าว มีเนื้อที่ 6,866.41 ไร่หรือร้อยละ 9.25 และทั้งนี้ประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรมสืบเนื่องมาจากอดีต เพราะเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ และมีน้ำเข้านาตลอดการทำนาจึงกลายเป็นอาชีพหลัก

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณบึงหนองหาร

ประเภทการใช้ที่ดิน	ในพื้นที่ศึกษา		ในแนวเขตหนองหาร	
	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
1. ป่าดิบแล้ง	175.39	0.06	156.66	0.21
2. ป่าเต็งรัง	28,794.97	9.39	550.73	0.74
3. ป่าละเมาะ	31.14	0.01	31.14	0.04
4. ไม้ยืนต้นผสม	3,378.08	1.10	187.14	0.25
5. สวนไม้ผล	691.92	0.23	-	-
6. นาข้าว	167,468.52	54.60	6,866.41	9.25
7. พื้นที่เกษตรกรรมอื่น ๆ	14,177.60	4.62	1,456.42	1.96
8. พื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง	634.15	0.21	630.40	0.85
9. พื้นที่น้ำท่วมถึง/วัชพืช	16,421.45	5.35	14,625.10	19.70
10. พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1,813.26	0.59	77.39	0.10
11. พื้นที่รกร้าง/หญ้า	1,578.39	0.51	1,578.39	2.13
12. พื้นที่โล่ง	1,185.75	0.39	548.85	0.74
13. อาคาร/สิ่งก่อสร้าง	15,079.78	4.92	283.98	0.38
14. โรงงาน	361.99	0.12	4.03	0.01
15. ท่าอากาศยาน	199.49	0.07	-	-
16. สนามกีฬา	178.50	0.06	-	-
17. แนวถนน	4,987.42	1.63	234.87	0.32
18. สันเขื่อน/ฝาย	2.64	0.00	2.64	0.001
19. บ่อพักน้ำ	523.84	0.17	428.09	0.58
20. แหล่งน้ำ	48,774.99	15.90	46,583.37	62.74
21. พื้นที่อื่น ๆ	242.32	0.09	-	-
รวม	306,701.60	100.00	74,245.61	100.00

ที่มา: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร (ม.ป.ป.)



ภาพที่ 1 แผนที่โดยสังเขปแสดงบริเวณเขตหนองคาย
ที่มา: สิ่งแวดล้อมภาค 9 จังหวัดอุดรธานี (ม.ป.ป)

1.7 ความสำคัญของแหล่งน้ำ

ลักษณะการใช้ทรัพยากรน้ำในหนองหาร นอกจากจะมีการนำน้ำจากหนองหารมาใช้ในการผลิตน้ำประปาเพื่อส่งจ่ายในเขตเทศบาลและหมู่บ้านต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ หนองหาร ประชาชนยังใช้น้ำในการประกอบอาชีพและการอุปโภคบริโภค ซึ่ง วีระ (2527) และบริษัทเวสต์วอเตอร์ โอเพอเรชั่น แมเนจเม้นท์ จำกัด (2547) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแหล่งน้ำนี้ดังต่อไปนี้

1.7.1 เป็นแหล่งทรัพยากรสัตว์น้ำที่สำคัญ คือ มีปลาชนิดต่าง ๆ ประมาณ 42 ชนิด ซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของชาวจังหวัดสกลนคร

1.7.2 เป็นแหล่งที่ตั้ง และใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำตามธรรมชาติของสถานีประมงหนองหาร จังหวัดสกลนคร

1.7.3 เป็นสถานที่ประกอบอาชีพการประมงอย่างถาวร และชั่วคราวในช่วงว่างงาน หลังฤดูทำนาของชาวจังหวัดสกลนคร จากสถิติมีชาวประมงทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 1,669 ราย

1.7.4 ในที่ลุ่มรอบ ๆ หนองหาร เป็นแหล่งเกษตรกรรมปลูกพืชหลักคือข้าวและในฤดูน้ำลด บริเวณริมน้ำมีการทำนาปลูกข้าวครั้งที่สอง รวมถึงการปลูกพืชผักสวนครัวของเกษตรกรไม่น้อยกว่า 2,705,710 ไร่ หรือ ร้อยละ 45.07 ของพื้นที่รอบหนองหาร

1.7.5 น้ำในหนองหารใช้ประโยชน์เป็นน้ำดิบ ในการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค โรงพยาบาลสกลนคร ค่ายกฤษฎีสระรา และสุขาภิบาลตำบลท่าแร่ เดือนหนึ่ง ๆ ใช้น้ำประมาณ 312,480-390,457 ล้าน ลบ.ม.

1.7.6 น้ำในหนองหารใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคของประชาชนตามหมู่บ้านรอบๆ หนองหารจำนวน 334,800 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรไม่น้อยกว่า 611,580 คน

1.7.7 หนองหารใช้เป็นแหล่งรับน้ำเสียจากแหล่งชุมชนต่าง ๆ โดยเฉพาะที่สำคัญคือเขตเทศบาลเมืองสกลนคร โรงพยาบาลสกลนคร และสุขาภิบาลตำบลท่าแร่ รวม 27,571 คน

1.7.8 เป็นสถานที่ท่องเที่ยว และพักผ่อนหย่อนใจของชาวจังหวัดสกลนคร และจังหวัดใกล้เคียงมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่ไปเที่ยวชมร้อยละ 46.51 ของผู้เยี่ยมชมชาวไทยที่เดินทางมาจังหวัดสกลนคร

1.7.9 บริเวณโดยรอบหนองหารใช้เป็นแหล่งเลี้ยงสัตว์ที่สำคัญได้แก่ ควาย วัว และเป็ด รวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 88,699 ตัว (สำนักงานสถิติจังหวัดสกลนคร, 2546)

1.7.10 ในด้านการคมนาคมขนส่งทางน้ำ ประชาชนที่อยู่ในหมู่บ้านริมหนองหารนิยมใช้เป็นเส้นทางลัดในการติดต่อธุรกิจกับทางจังหวัดสกลนคร โดยอาศัยเรือส่วนตัว

จากการที่หนองหารมีชนิดของปลาที่อาศัยอยู่ประมาณ 42 ชนิด แสดงให้เห็นว่ามีความหลากหลายทางด้านชีวภาพและมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านแหล่งน้ำ ซึ่งกรมประมงได้จัดให้หนองหารเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำตามธรรมชาติ เนื่องจากมีอาหารที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ จึงทำให้หนองหารกลายเป็นแหล่งทรัพยากรประมงที่สำคัญทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบหนองหารหันมาประกอบอาชีพประมงในการจับสัตว์น้ำที่เพื่อขายเป็นจำนวนมาก

นอกจากนี้การประปาส่วนภูมิภาคได้มีการนำน้ำในหนองหารมาทำการผลิตน้ำประปาใช้ในชุมชนเพื่อให้ประชาชนนำน้ำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นความต้องการที่จะใช้น้ำในการดำรงชีวิตย่อมมีมากขึ้น ส่งผลให้มีปริมาณน้ำเสียซึ่งเกิดจากกิจกรรมของประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณรอบหนองหารเพิ่มมากขึ้นด้วยซึ่งน้ำเสียบางส่วนจะได้รับการบำบัดน้ำเสียจากเทศบาลเมืองสกลนคร แต่ก็มีบางส่วนที่ประชากรที่อาศัยอยู่ริมน้ำปล่อยลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำรวมถึงสิ่งมีชีวิตในหนองหาร อาทิ ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศหนองหาร ปริมาณและความหลากหลายพันธุ์ของแพลงตอนลดลง ซึ่งแพลงตอนเป็นผู้ผลิตปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำทั้งหมด ปริมาณและความขุ่นของแพลงตอนเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำหรือกำลังการผลิตการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำมีผลทำให้ปริมาณของแพลงตอนและความขุ่นลดลง และเป็นการทำลายแหล่งอาหารของสัตว์น้ำในหนองหารทั้งหมด เป็นผลทำให้ปริมาณสัตว์น้ำลดลง นอกจากนี้การเกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ ยังมีสาเหตุมาจากการใช้ยาปราบศัตรูพืชทางการเกษตรที่ประชากรนำมาใช้ในการทำเกษตรกรรม เมื่อฝนตกจะชะล้างสารพิษเหล่านี้จากดินลงสู่แหล่งน้ำ จึงเกิดการสะสมในแหล่งน้ำในพืชและสัตว์น้ำ เป็นอันตรายต่อประชาชนที่นำสัตว์น้ำมาบริโภคและยังส่งผลให้พืชน้ำมีการเจริญเติบโตได้รวดเร็ว เมื่อมีปริมาณพืชน้ำจำนวนมาก เมื่อตาย

จะเกิดการทับถมในแหล่งน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงและเกิดความตื่นใจในการเลี้ยงสัตว์ของประชาชนไว้บริเวณริมน้ำเพื่อให้สัตว์น้ำได้กินน้ำในหนองน้ำ อาจส่งผลกระทบในด้านเชื้อโรค กล่าวคือ เมื่อสัตว์ตัวนั้นเป็นโรคและถ่ายอุจจาระลงแหล่งน้ำจะทำให้แหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคที่มีสัตว์เป็นพาหะนำโรค เมื่อประชากรที่นำน้ำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคที่ไม่มี ความสะอาดมากพอจะทำให้ติดโรคและกลายเป็นการระบาดได้ โดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางในการแพร่เชื้อ

2. วัฏจักรของน้ำ

น้ำจัดเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และจัดเป็นทรัพยากรที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งพัฒนา (2541) ได้แบ่งแหล่งของน้ำเป็น 3 แหล่ง คือ ส่วนแรก น้ำฝนหรือน้ำจากบรรยากาศ เป็นน้ำทั้งหมดที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆโดยตรง ได้แก่ น้ำฝน หิมะ ลูกเห็บ ส่วนที่สอง คือ น้ำผิวดิน เป็นส่วนของน้ำฝนที่ตกลงมาสู่พื้นผิวดิน แล้วไหลลงสู่ที่ต่ำ โดยจะถูกเก็บกักในส่วนของพื้นดินที่เป็นแอ่งเป็นหลุม ได้แก่ ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บึง และส่วนที่สาม คือ น้ำใต้ดิน เป็นน้ำที่ขังอยู่ตามช่องว่างหรือรูพรุนของดิน หิน กรวดทราย ได้แก่ น้ำพุ บ่อน้ำซับ โดยจะหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำจากผิวโลกไปสู่บรรยากาศ โดยการระเหย คายน้ำและตกลงมาเป็นฝน หิมะ ลูกเห็บ และน้ำค้าง ซึ่งการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของน้ำนี้เกิดขึ้นอย่างไม่สิ้นสุด ทำให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำเหล่านี้ในการดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันเพื่อตอบสนองความต้องการ ดังนั้นการนำน้ำมาใช้ประโยชน์จึงต้องคำนึงคุณภาพของน้ำนั้น ๆ ด้วย

คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์จะมีคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เนื่องจากเกิดภาวะการปนเปื้อนของมลสารลงในแหล่งน้ำเป็นผลทำให้น้ำในแหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย ซึ่งดัชนีที่บอกถึงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจน คือ บีโอดี และ ดีโอ

3. ดัชนีที่ทำการศึกษา

ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นตัวสำคัญที่สามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในเวลานั้นๆ โดยดัชนีที่ทำการศึกษา ได้แก่

3.1 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ศึกษา

3.1.1 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

กรรณิการ์ (2525) กล่าวว่า บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจากการย่อยสลายนี้แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งตัวต่อไปผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิโดซ์สารอาหารอาจเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

นอกจากนี้ ไมตรีและจารุวรรณ (2528) กล่าวว่า บีโอดีเป็นค่าที่แสดงบ่งบอกถึงความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายได้โดยแบคทีเรียซึ่งเป็นการหาค่าปริมาณออกซิเจนที่สมบูรณ์พอดีกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ ออกซิเจนซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีในการแสดงว่าน้ำแห่งนั้นมีแนวโน้มเสียเล็กน้อยเพียงใด ถ้ามีค่าสูงมากแสดงว่าในน้ำมีอินทรีย์วัตถุที่เน่าเสียอยู่มาก ซึ่งจะใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายเป็นจำนวนมากจึงทำให้ ออกซิเจนในน้ำขาดแคลน ซึ่ง พัฒนา (2539) กล่าวว่า การย่อยสลายของสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นช้ามากไม่ทราบเวลาที่แน่นอนว่าจะทำการย่อยสลายเสร็จสิ้นสมบูรณ์ลงเมื่อใด แต่คาดว่าจุลินทรีย์จะสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ 90-95 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดในเวลาประมาณ 20-30 วันและเมื่อใช้เวลาย่อยสลายเป็นเวลา 5 วัน จุลินทรีย์จะสามารถทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ 60-70 เปอร์เซ็นต์ จึงนิยมใช้ค่าบีโอดีที่ 5 วัน เป็นค่าในการบ่งชี้การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในน้ำและน้ำเสีย เพราะถ้าใช้เวลาในการวิเคราะห์นานถึง 20 วัน จะทำให้ทราบผลช้าเกินไป และที่สำคัญ คือ ถ้าปล่อยให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์นานเกินกว่า 5 วัน แล้วอาจจะเกิดความผิดพลาดของค่าที่วิเคราะห์ได้

3.1.2 ออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen, DO)

มันสิน (2538) กล่าวว่า ออกซิเจนละลายน้ำเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญ เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยจะรักษาภาวะของน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตซึ่งสิ่งมีชีวิตจะนำเอาออกซิเจนไปใช้ในขบวนการหายใจและการย่อยสลาย อินทรีย์วัตถุ (กรรณิการ์, 2525) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความกดดันบรรยากาศ ความเร็วของกระแสน้ำและอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2525) ซึ่งบัญญัติ (2525) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับระดับของน้ำ โดยปริมาณออกซิเจนจะมีอยู่บริเวณผิวน้ำ ยิ่งลึกลงไปปริมาณออกซิเจนยิ่งลดน้อยลง การไหลของน้ำที่มีการไหลเร็วและมีการหมุนตัวเกิดขึ้นมากจะมีปริมาณออกซิเจนละลายมากกว่าน้ำนิ่ง ๆ หรือไหลช้ากว่า โดยความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำจะอยู่ในช่วงระหว่าง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 0 องศาเซลเซียส และ 6.9 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ (Cole, 1979) ส่วนยนต์ (2530) กล่าวว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าน้อยลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นหรือค่าความเค็มสูงขึ้น และค่าจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล คือ ค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงในฤดูหนาว แล้วลดลงในฤดูฝน และฤดูร้อนตามลำดับ และยังได้กล่าวถึงระดับออกซิเจนที่ละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา ควรมากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าออกซิเจนอยู่ในช่วง 1-5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้การเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลา ลดลงหากอยู่ในสภาพต่อเนื่องกัน และถ้าออกซิเจนน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตรปลาจะตาย ซึ่งโดยปกติในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมักออกซิเจนละลายอยู่ในช่วง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (พิมลและชัยวัฒน์, 2525) และแหล่งที่มาของออกซิเจนละลายน้ำที่สำคัญได้มาจากหลายแหล่ง แหล่งแรก คือ การแพร่จากบรรยากาศผ่านผิวน้ำ โดยในอากาศมีออกซิเจนอยู่ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณหรือ 210 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลิตร จำนวนนี้เป็นประมาณ 25 เท่าของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน แหล่งที่สอง คือ จากการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ และในทางกลับกันการหายใจของพืชก็จะทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน แหล่งที่สาม คือ จากลำน้ำสาขาที่ไหลเข้ามาบรรจบ (ภูวคณ, 2544)

ปริมาณของบีโอดีและดีโอในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น ๆ โดยแต่ละแห่งจะมีค่าแตกต่างกันไป

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อบีโอดีและดีโอ

บีโอดีและดีโอ จัดเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญและมีความสัมพันธ์กันโดยค่าดีโอเป็นพื้นฐานของค่าบีโอดีเพื่อหาค่าลึงสกปรกของน้ำเสีย และอัตราของการออกซิเดชันทางชีวะ (กรรณิการ์, 2525) ดังนั้นปริมาณค่าบีโอดีและดีโอจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

3.2.1 ความลึก (Depth)

ความลึกของแหล่งน้ำจะมีผลต่อการแพร่กระจายของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยบริเวณผิวน้ำจะมีออกซิเจนมาก เนื่องจากการถ่ายเทออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่แหล่งน้ำ ในชั้นผิวน้ำจะมีไฟโตแพลงก์ตอนมากซึ่งช่วยในการสังเคราะห์แสงและผลิตออกซิเจนในแหล่งน้ำ สำหรับความลึกบริเวณตรงกลางจะมีปริมาณของออกซิเจนมากเช่นกันเพราะน้ำใสแสงสว่างสามารถส่องลงไปได้มากจนถึงระดับหนึ่งที่แสงสว่างและอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงของพืชจึงเกิดการสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มที่ในชั้นน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2525) ในส่วนบริเวณความลึกที่ท้องน้ำแสงสว่างผ่านลงไปได้น้อย และทำให้มีการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้ไม่มากทำให้มีออกซิเจนน้อย นอกจากนี้พวกพืชและสัตว์บริเวณผิวน้ำตายลงก็จะตกตะกอนลงมาในชั้นนี้ แบคทีเรียจึงมีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์จึงเป็นผลให้ออกซิเจนน้อยลง

3.2.2 ปริมาณน้ำฝน (Rain)

ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ซึ่ง อรพินท์ (2535) พบว่า คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สีและความขุ่นมีค่าสูงในช่วงที่มีฝนตก นอกจากนี้ยังทำให้มีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น โดยการชะล้างและพัดพาสารปนเปื้อนต่าง ๆ มากับฝนลงสู่แหล่งน้ำ อีกทั้งการมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากในแหล่งน้ำเป็นการเพิ่มปริมาณความลึกให้แก่แหล่งน้ำจึงทำให้แสงสว่างส่องลงไปได้น้อยทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงได้ไม่มาก ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนน้อยลง

3.2.3 ฤดูกาล (Season)

ฤดูกาลในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูฝนและฤดูร้อน ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนละลายในน้ำ และความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย กล่าวคือ ในฤดูหนาวออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าสูงเนื่องจากฤดูนี้จะเป็นการพักตัวของสิ่งมีชีวิตส่วนมากและอุณหภูมิไม่สูงมีผลให้กระบวนการเมตาบอลิซึมลดต่ำลง มีการนำออกซิเจนมาใช้ไม่มากนัก ส่วนในฤดูร้อนออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าต่ำสุด เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และมีการเกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตสูง ทำให้มีความต้องการออกซิเจนในกระบวนการนี้มากกว่าฤดูหนาวเป็นผลให้ออกซิเจนละลายในน้ำลดลง นอกจากนี้ฤดูกาลยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความขุ่นของน้ำ คือ ในฤดูฝนความขุ่นของน้ำจะมีค่าสูงและลดลงในฤดูหนาวและฤดูร้อน (สุจิน, 2523) Saway and McCarthy (1967) กล่าวว่า ในฤดูฝนปริมาณตะกอนและสารแขวนลอยจะมีค่าสูง เนื่องจากการพัดพาหน้าดินบริเวณภูเขาสูงชันลงมาในแหล่งน้ำ รวมถึงมีสารปนเปื้อนจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้บริเวณลำธารก็จะถูกพัดพามาในแหล่งน้ำ ซึ่ง Fisher and Likens (1973) กล่าวว่า เมื่ออัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุที่ละลายน้ำ รวมทั้งปริมาณตะกอนทั้งที่หยาบและละเอียดจะเพิ่มมากขึ้นด้วย

3.2.4 อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อน (ธงชัยและวิบูลย์ลักษณ์, 2540) โดย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำเกิดขึ้นได้จากการที่มีแสงส่องผ่านลงไป ในแหล่งน้ำต่อมา มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน อุณหภูมิมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น การควบคุมการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช เปี่ยมศักดิ์, 2543 และ EPA (1973) รายงานว่า อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเส้นรุ้ง ระดับความสูง ฤดูกาล และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อความขุ่นของน้ำ คือ น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีความหนาแน่นมากขึ้น และมีความหนืดมากขึ้น ดังนั้นอนุภาคแขวนลอยในน้ำจึงตกตะกอนได้ยากทำให้มีความขุ่นสูง (ณรงค์, 2525) รวมถึงส่งผลต่อออกซิเจนละลายในน้ำ คือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง (Hamer, 1975)

3.2.5 ความขุ่น (Turbidity)

อรพินท์ (2535) กล่าวว่า ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่ในน้ำนั้นมีสารพวกอนุภาคแขวนลอย (Suspended matters) ซึ่งได้แก่ ดินเหนียว แพลงก์ตอน อนุภาคอินทรีย์วัตถุขนาดเล็กหรือพอกจุลินทรีย์ ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน จนถึง 10 ไมครอน และปรากฏในลักษณะของสารแขวนลอย (กรรณิการ์, 2525) น้ำที่มีค่าความขุ่นมากทำให้แสงส่องลงไปได้ไม่ลึกซึ่งขัดขวางหรือลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ทำให้ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของแหล่งน้ำลดลง ปริมาณอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำจึงลดลงด้วย (ไมตรีและจารุวรรณ, 2528) ณรงค์ (2525) กล่าวว่า ความขุ่นของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ต่อน้ำ ความเร็วของน้ำ การใช้พื้นดินต้นน้ำลำธาร การย่อยสลายของพืช และอุณหภูมि นอกจากนี้ สุชิน (2523) พบว่า ความขุ่นของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฤดูกาลเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งนอกเหนือไปจากลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยความขุ่นของน้ำจะมีค่าสูงขึ้นในฤดูฝนและลดลงในฤดูแล้ง ความขุ่นของน้ำจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำเป็นอย่างมาก เพราะจะเกิดอันตรายกับผู้บริโภค ซึ่งจะเห็นได้จากการกำหนดมาตรฐานน้ำดื่มของกระทรวงสาธารณสุขที่ได้กำหนดความขุ่นไม่เกิน 5 NTU (วัชรินทร์, 2522) และสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2519) ได้แนะนำว่าน้ำที่ใช้ใน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีความขุ่นไม่เกิน 50 เติย

3.2.6 ความเป็นกรด-ด่าง (Positive potential of the hydrogen ions, pH)

พีเอชเป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรด-ด่างของน้ำว่ามีมากน้อยแค่ไหน ซึ่ง พีเอชขึ้นอยู่กับไฮโดรเจนไอออนที่แตกตัวในน้ำ (Boyd, 1982) และ EPA (1973) รายงานว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีพีเอชอยู่ระหว่าง 5-9 อย่างไรก็ตามความแตกต่างของพีเอชของน้ำขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม พีเอชมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในแหล่งน้ำนั้น ๆ พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชสามารถใช้ธาตุอาหารในน้ำได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับระดับพีเอชของน้ำ ถ้าค่าพีเอชมีระดับต่ำมาก เช่นต่ำกว่า 4.5 จะทำให้พืชน้ำไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) ซึ่งมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำมีผลทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำลดลง นอกจากนี้ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายก็มีส่วนทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยพืชน้ำจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสงในตอนกลางวันทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำสูงขึ้นและค่อย ๆ ลดลงในตอนกลางคืน เนื่องคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปลดปล่อยออกมาจากขบวนการหายใจและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ

3.2.7 ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ปริมาณของเกลือแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเค็มของน้ำที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้น้อยลงและน้ำที่ไหลผ่านพื้นดินเค็มที่เป็นกรดจะทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำเค็มมากขึ้น (พรณี, 2532) ประวิทย์ (2531) กล่าวว่า ความเค็มของน้ำจืดมีความเค็มอยู่ระหว่าง 0-0.5 ส่วน ในพัน ซึ่งทั่วไป บริเวณปากแม่น้ำความเค็มจะสูงขึ้นและธิดาพร (2540) พบว่า ความเค็มของน้ำในแม่น้ำบางปะกง จะมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากการระเหยตัวของน้ำและมีมวลน้ำจืดมาผลักดันน้ำเค็มออกไปน้อยมาก ในฤดูฝน ความเค็มจะมีค่าต่ำสุดเนื่องจากปริมาณน้ำฝนทำให้มีมวลน้ำจืดมากพอที่จะผลักดันน้ำทะเลออกไปสู่ทะเล

3.2.8 ประชากร (Population)

การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ เนื่องจากประชากรมีการนำน้ำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง กิจกรรมส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการใช้น้ำในแหล่งน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ชุมชนส่วนใหญ่จะปล่อยน้ำโสโครกลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงซึ่งไม่มีการบำบัดน้ำเสียก่อนจึงอาจทำให้น้ำในแหล่งน้ำเกิดการเน่าเสีย ซึ่งการเน่าเสียเกิดขึ้นจากการทำงานของจุลินทรีย์พวกหนึ่งที่ต้องการออกซิเจนที่จะนำมาใช้เพื่อการหายใจ ถ้ามีสิ่งโสโครกที่เป็นอินทรีย์สารมากก็จะทำให้มีการย่อยสลายมากขึ้นและออกซิเจนก็จะลดปริมาณลงไปด้วย การลดลงของออกซิเจนจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น

4. คุณภาพน้ำในหนองหาร

รายงานคุณภาพน้ำในหนองหารที่ได้มีการศึกษาในอดีต ได้แก่ ความลึก ค่าความโปร่งใส อุณหภูมิ พีเอช ดีโอ และการใช้ที่ดิน ดังนี้

4.1 ความลึก (Depth)

ประสิทธิ์ (2533) รายงานผลการศึกษาหนองหารในปี 2530 พบว่า ความลึกของน้ำโดยเฉลี่ยรอบปีเท่ากับ 1.297 เมตร บริเวณที่มีความลึกมากที่สุดอยู่บริเวณตอนกลางก่อนไปทางทิศ

เหนือของหนองหาร คือ บริเวณหาดเขาลิข สำหรับความลึกของน้ำตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ปรากฏว่าในช่วงเดือนกันยายน เป็นช่วงระยะเวลาที่มีความลึกเฉลี่ยสูงสุดในรอบปี เท่ากับ 2.37 เมตร ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นฤดูฝน โดยมีปริมาณน้ำฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคม ทำให้ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับและสูงสุดในช่วงเดือนกันยายนต่อมา และหลังจากนี้ความลึกของน้ำจะค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากเข้าสู่ฤดูแล้งซึ่งเป็นฤดูน้ำน้อย ปริมาณน้ำฝนที่ตกจะลดลงจนหมดฤดูรวมทั้งมีการระบายน้ำออกทางประตูระบายน้ำก่ำเพื่อการชลประทานด้วยจนถึงช่วงเดือนพฤศจิกายนระดับน้ำในหนองหารลดลงถึงระดับต่ำที่สุดในรอบปี คือ มีความลึกโดยเฉลี่ย 0.94 เมตร

4.2 ความโปร่งใส (Transparency)

สำหรับค่าความโปร่งใสในหนองหารเฉลี่ยในรอบปี เท่ากับ 91.65 เซนติเมตร บริเวณที่มีค่าความโปร่งใสต่ำ (ความขุ่นสูง) อยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของหนองหาร โดยเฉพาะบริเวณตั้งแต่หน้าเทศบาลลงไปจนถึงคอนทรายมูล ทั้งเพราะบริเวณดังกล่าวเหล่านี้นั้นเป็นแหล่งที่มีชุมชนอาศัยหนาแน่น จึงมีปริมาณน้ำที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำมากรวมทั้งบริเวณคอนทรายมูลเป็นแหล่งที่มีประชาชนใช้ทำการประมง เช่น การตกกุ้ง ทำให้บริเวณดังกล่าวมีความขุ่นสูงกว่าน้ำในบริเวณอื่น สุเจน (2533) กล่าวว่า ความโปร่งใสในรอบปี 2530 มีค่าเฉลี่ย 92 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่ศึกษาเมื่อปี 2511 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88-1.58 เซนติเมตร ซึ่งค่าความโปร่งใสของน้ำจะมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูน้ำมากมีค่าเฉลี่ย 84.3 เซนติเมตร น้อยกว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยซึ่งมีค่าเฉลี่ย 99 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากในฤดูน้ำมากมีฝนตกชะล้างตะกอนลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้น้ำมีความขุ่นเพิ่มขึ้น สำหรับแหล่งน้ำที่มีค่าความโปร่งใสมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตรจัดได้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีอาหารธรรมชาติโดยเฉพาะแพลงก์ตอนไม่ค่อยสมบูรณ์

4.3 อุณหภูมิ (Temperature)

ไมตรี และคณะ (2537) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำวัดจากระดับความลึกจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร ในรอบปี 2530 มีค่าเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ากับที่ศึกษาเมื่อปี 2511 โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 26-32 องศาเซลเซียส (พิชิต, 2511) โดยในช่วงระยะเวลานี้ที่มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคม และต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนมกราคม ซึ่งอุณหภูมิของน้ำผันแปรไปตามอุณหภูมิของสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาล ซึ่งโดยปกติทั่วไปอุณหภูมิของน้ำในหนองหารจะอยู่ระหว่างช่วงระหว่าง 29-30 องศาเซลเซียส จัดได้ว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในระดับปกติของอุณหภูมิในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไป ซึ่งไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ จารูวรรณ และ

คณะ (2535) รายงานอุณหภูมิของน้ำในหนองหารเดือนธันวาคม 2534 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 26-34 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 25-31 องศาเซลเซียส เฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส และพบว่าอุณหภูมิของน้ำในฤดูหนาวเดือนธันวาคม 2534 ในหนองหารโดยเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศ

4.4 พีเอช (pH)

จากการสำรวจคุณภาพน้ำของหนองหารในปี 2511 พบว่า มีค่าพีเอช อยู่ในช่วง 6.5-7.5 และค่าความเป็นด่างอยู่ในช่วง 51-58 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดี (พิชิต, 2511) และมีค่าใกล้เคียงกับปี 2514 มีค่าประมาณ 6.5-8.5 (ชิน, 2514) และในปี 2530 ค่าพีเอชเท่ากับ 7.135 และค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปอยู่ในช่วงประมาณ 6-8 ซึ่งจัดว่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและการเจริญเติบโตของพืชน้ำโดยเฉพาะในด้านของการใช้ธาตุอาหารในน้ำของพืชน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ทั้งนี้เพราะค่าพีเอชของหนองหารไม่สูงหรือต่ำมากเกินไปซึ่งน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำควรมีค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 6-9 และค่าความเป็นด่างมี ค่าเท่ากับ 27.91 มิลลิกรัมต่อลิตร บริเวณที่มีความเป็นด่างสูงสุด คือ บริเวณหน้าเทศบาล ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน (ประสิทธิ์, 2533)

4.5 ดีโอ (Dissolved Oxygen)

ในส่วนของการออกซิเจนละลายในน้ำในหนองหารในปี 2514 มีค่าประมาณ 0.9-5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชิน, 2514) และในปี 2530 มีค่าเท่ากับ 8.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในปีนี้บริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายสูง คือ บริเวณด้านทิศตะวันตกของหนองหารตั้งแต่ที่ทำการเทศบาลถึงบริเวณคอนบ้านทับ โดยปริมาณออกซิเจนมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายนเท่ากับ 6.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจสืบเนื่องมาจากในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีการตายและทับถมลงของพันธุ์ไม้น้ำในหนองหารจำนวนมาก ออกซิเจนจึงถูกนำไปใช้ในการย่อยสลายพันธุ์ไม้น้ำที่ตายลงทับถมกัน (ประสิทธิ์, 2533) และในปี 2534 จารูวรรณ และคณะ (2535) พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีปริมาณตั้งแต่ 6.0-8.6 มิลลิกรัมต่อลิตร นับว่ายังมีปริมาณสูงเหมาะแก่ การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ชิน (2514) ได้กล่าวถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในหนองหารว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2514 มีค่า 5-10.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และในปี 2530 ประสิทธิ์ (2533) พบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดช่วงเดือนกันยายน เท่ากับ 5.86 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะ

รวมตัวกับน้ำฝนเนื่องจากละลายน้ำได้ดี ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปรากฏอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป ซึ่งในระดับปกติจะมีอยู่ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำปกติไม่ควรเกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.6 ประชากร (Poppulation)

ประชากรบริเวณรอบหนองหาร Wongchanchao and Prongsapich (1998) รายงานว่าในระยะ 1 กิโลเมตร โดยรอบหนองหาร ประกอบด้วย 7 ตำบล 20 หมู่บ้าน เมื่อปีพ.ศ. 2543 มีจำนวน 3,602 ครัวเรือน และมีประชากร 18,957 คน ซึ่งประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้วยการทำนา และจับสัตว์น้ำ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนชุมชนที่อาศัยรอบหนองหารภายในรัศมี 1 กิโลเมตร ปีพ.ศ. 2543

ตำบล	หมู่บ้าน	หลังคาเรือน (หลัง)	ประชากร (คน)
เชียงเครือ	คอนเชียงคูน	135	650
ธาตุนาเวง	ตาลโอง	123	626
	นาดอกไม้	150	695
	หนองบัวใหญ่	228	864
	หนองสระ	43	341
กงชน	ดอนยาง	176	1,000
	ท่าวัด(เหนือใต้)	287	1,237
	ดอนแก้ว	64	429
ม่วงลาย	หนองซูลัง	97	495
	บึงแดง	97	495
	บึงศาลา	50	367
นาทองวัฒนา	บึงแวก	56	354
นาแก้ว	ท่าศาลา	103	815
	นาพู่	115	429
	แพน	220	1,237
	โพนบก	280	890
	โพนงามตา	50	293

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ตำบล	หมู่บ้าน	หลังคาเรือน (หลัง)	ประชากร (คน)
ท่าแร่	ท่าแร่	950	6,592
	พะโค	85	491
	ท่าแร่เหนือ	330	370
รวม	20	3,602	18,957

ที่มา: Wongchanchao และ Pongsapich (1998)

5. การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

ทรงศิริ (ม.ป.ป.) กล่าวว่า เป็นการศึกษาถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ x (independent variable) และตัวแปรตาม y (dependent variable) ว่าเป็นแบบใด หรือกล่าวได้อีกอย่างว่าเป็นการวิเคราะห์การถดถอยเป็นการศึกษาว่าตัวแปรอิสระ x มีอิทธิพลอย่างไรต่อตัวแปร y หรือตัวแปรตาม y และสามารถศึกษาระดับของความสัมพันธ์ว่าตัวแปร x และ y ความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) หลังจากนั้นทำการสร้างรูปแบบสมการถดถอยโดยนำตัวแปร x ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เข้ามาในสมการ โดยพิจารณาจากตัวสถิติทดสอบ t หรือพิจารณาจากตัวสถิติทดสอบ F ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 รูปแบบสมการถดถอย

ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปร x และตัวแปร y ที่มีรูปแบบเชิงเส้นอย่างง่ายมีลักษณะ ดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \quad (1)$$

โดย y = ตัวแปรตาม

x = ตัวแปรอิสระ

β_0 = จุดตัดบนแกน y

β_1 = ความชันเส้นโค้ง

ในที่นี้รูปแบบสมการถดถอยที่ศึกษาเป็นรูปแบบที่ประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ k ตัว มีรูปแบบสมการดังนี้(จำเริญ, 2537)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (2)$$

โดย Y = ตัวแปรตาม

X = ตัวแปรอิสระ

β_0 = จุดตัดบนแกน Y

β_i = สัมประสิทธิ์การถดถอย; $i = 1, 2, \dots, k$

ε = ค่าความคลาดเคลื่อน

5.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าที่แสดงถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัว คำนวณได้จากสูตร

$$\rho_{xy} = \frac{N \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(N \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}}; i = 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

โดย X_i = ค่าที่ i ของตัวแปร X

Y_i = ค่าที่ i ของตัวแปร Y

N = จำนวนคู่ของค่าตัวแปร X และ Y ของประชากร

โดยทั่วไป ρ_{xy} มักไม่ทราบค่า ดังนั้นจึงต้องประมาณค่า ρ_{xy} โดยอาศัยข้อมูลจากตัวอย่าง (ค่า r ของเพียร์สัน) ซึ่งคำนวณดังนี้

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}; i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

โดย r_{xy} = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างระหว่างตัวแปร x และ y

x_i = ค่าที่ i ของตัวแปร x

y_i = ค่าที่ i ของตัวแปร y

n = จำนวนคู่ของค่าตัวแปร x และ y ของตัวอย่าง

r_{xy} จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 กล่าวคือ ถ้า $r_{xy} = +1$ หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นสมบูรณ์ในทิศทางเดียวกัน และถ้าค่า $r_{xy} = -1$ หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นสมบูรณ์ในทิศทางตรงข้าม ถ้าค่า r_{xy} มีค่ามาก หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันมาก ถ้า r_{xy} มีค่าน้อย หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกันน้อย ถ้า r_{xy} มีค่าเท่ากับ 0 หมายความว่า ตัวแปร x และ y ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่อกัน (กลยา, 2539)

5.3 การวัดค่าความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (coefficient of determination: R^2)

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}; i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

โดย $\hat{Y}_i$ = ค่าประมาณของตัวแปรตาม

$\bar{Y}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลของตัวแปรตาม

Y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรตาม

ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เป็นค่าที่แสดงว่าตัวแปรอิสระที่อยู่ในสมการถดถอยนั้นสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้มากน้อยเพียงใดจะมีการปรับค่า R^2 ดังนั้นในกรณีที่ขนาดตัวอย่างน้อยกว่า 30 ได้ จะมีการปรับค่า R^2 ดังนั้นจึงปรับค่าลงมาและเรียกว่า adjusted R^2

$$R^2_{adj} = 1 - \frac{SSE / (n - k - 1)}{SST / (n - 1)} \quad (6)$$

เมื่อ $SSE = SST - SSR$

5.4 การวัดค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean square error: MSE or MSD)

การวัดค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นค่าที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ หรือการประมาณค่าของตัวแปร y ที่นิยมใช้กันมาก แต่ค่ามีความไวกับขนาดของข้อมูล กล่าวคือ ถ้าข้อมูลที่ขนาดเล็ก ค่า MSE จะมีค่าเล็กกว่าค่าข้อมูลที่มีขนาดใหญ่มาก และมีหน่วยเท่ากับหน่วยของข้อมูลยกกำลังสอง สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}; i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

โดย $\hat{Y}_i$ = ค่าประมาณของตัวแปรตาม

Y_i = ค่าสังเกตที่ i ของตัวแปรตาม

n = จำนวนข้อมูล

5.5 การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย

ในการตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอยนั้นจะตรวจสอบจากการทดสอบ สมมติฐานของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยว่ามีค่าเท่ากับศูนย์ทุกค่าหรือไม่ ดังนี้

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

$H_o : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ เมื่อ k เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

$H_1 : \beta_i \neq 0; i = 1, 2, \dots, k$

สถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{SSR / k}{SSE / (n - k - 1)} \text{ หรือ } \frac{MSR}{MSE} \quad (8)$$

โดย $MSR = \frac{SSR}{k}$; k = จำนวนตัวแปรอิสระ

$$SSR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$$

$$SSE = SST - SSR = \sum (\hat{y}_i - y_i)^2$$

$$SST = \sum (y_i - \bar{y})^2$$

5.6 การตรวจสอบค่าตัวแปรอิสระ

ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรอิสระแต่ละค่า มีสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

$$H_0 : \beta_j = 0 ; j = 1, 2, \dots, k$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

สถิติทดสอบ คือ

$$t = \frac{b_j}{s(b_j)} \quad (9)$$

โดย b_j = ค่าประมาณสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่ j

$S(b_j)$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระที่ j

สำหรับการนำการวิเคราะห์การถดถอยไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านต่าง ๆ ได้แก่ จะเด็จ (2531) ได้ทำการศึกษา เรื่องการเปรียบเทียบวิธีการใช้สำหรับการเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุด โดยใช้เทคนิคมอดติคาร์โลจำลองข้อมูลประเภทต่อเนื่อง ผลการศึกษาพบว่า เมื่อความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปกติ วิธี stepwise regression ให้ผลดีที่สุดโดยพิจารณาจาก ค่า SSE MSE และ U (Theil's Statistic) มีค่าต่ำสุด เมื่อกำหนดตัวแปรอิสระในรูปแบบเท่ากัน คือ 3 5 7 และ 9 ตัว และวิธีการให้ผลรองลงมา คือ วิธีการกำจัดตัวแปรโดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และวิธีการ backward elimination ตามลำดับ