บทที่ 5

ผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรดินและน้ำ

จากการวิเคราะห์สมบัติของดินและน้ำในพื้นที่ศึกษา ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาถึงผลของการแปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดขึ้นว่าได้ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดินและน้ำอย่างไร ทั้งในแง่ของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 ผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรดิน

5.1.1 พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน

สมบัติทางฟิสิกส์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าลักษณะเนื้อดินของดินนาข้าวซึ่งเป็นดินเดิมและดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว และมีสัดส่วนปริมาณการกระจายตัวของอนุภาคดินแตกต่างกัน โดยดินที่ผ่านการทำนากุ้งนั้นมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกัน (ตารางที่ 14)

เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ทั้งสองประเภทที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้น คือมีค่า 1.78 และ 1.77 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าความหนาแน่นรวม 1.60 และ 1.57 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นเนื่องจากดินภายในบ่อกุ้งเป็นดินชั้นล่างซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย ประกอบกับการปรับสภาพพื้นที่จากนาข้าวเดิมเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งจะต้องมีการขุดเอาดินชั้นบนออกและใช้รถรวมทั้งเครื่องจักรกลขนาดใหญ่บดอัดดินในพื้นล่างของบ่อให้แน่น (Batey, 1988) การบดอัดดินดังกล่าวจะทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนไป ซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณช่องว่างในดิน (total porosity) ทำให้ดินมีปริมาณช่องว่างในดินลดลง (Scott, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับผลของการศึกษาที่ได้คือ ปริมาณช่องว่างในดินของดินนาข้าว ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตรมีค่า 41.81 และ 42.43 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก

ตารางที่ 14 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน

สมบัติของดิน	หน่วย	ระดับความลึก 0-15 ซม		ระดับความลึก 15-30 ซม	
		ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง	ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง
สมบัติทางฟิสิกส์					
เนื้อดิน		ดินเหนียว		ดินเหนียว	
อนุภาคขนาดทราย	%	1.28 *a*	0.50 *a*	0.82 *a*	0.99 *a*
อนุภาคขนาดทรายแป้ง	%	28.43 *a*	30.54 *a*	28.43 *a*	28.02 *a*
อนุภาคขนาดดินเหนียว	%	70.30 *a*	69.19 *a*	73.46 *a*	70.99 *a*
ความหนาแน่นรวมของดิน	g/cm^3	1.60 *b*	1.78 *a*	1.57 *b*	1.77 *a*
ความหนาแน่นอนุภาคของดิน	g/cm^3	2.75 *a*	2.71 *a*	2.74 *a*	2.67 *a*
ช่องว่างในดิน	%	41.81 *a*	34.38 *b*	42.43 *a*	33.58 *b*
ช่องอากาศในดิน	%	27.75 *a*	9.95 *b*	28.64 *a*	10.74 *b*
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	%	13.82 *a*	9.72 *b*	11.86 *a*	12.97 *a*
ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้	m/day	0.051 *a*	0.036 *b*	0.042 *a*	0.041 *a*
ความต้านทานการชอนไชของรากพืช	kPa	154.93 *a*	50.01 *b*	164.73 *a*	69.62 *b*
สมบัติทางเคมี					
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	1 : 5 น้ำ	5.12 *b*	6.98 *a*	5.30 *b*	7.02 *a*
การนำไฟฟ้า (ECe)	dS/m	0.69 *b*	13.74 *a*	1.25 *b*	14.87 *a*
อินทรียวัตถุ	g/kg	27.30 *a*	4.50 *b*	12.30 *a*	2.80 *b*
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	mg/kg	6.33 *b*	19.51 *a*	3.83 *b*	17.91 *a*
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	cmol(+)/kg	20.52 *a*	21.95 *a*	19.95 *b*	22.70 *a*
โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.89 *b*	13.38 *a*	1.71 *b*	14.79 *a*
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	24.44 *b*	51.78 *a*	25.67 *b*	42.86 *a*
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	75.93 *b*	131.60 *a*	109.52 *b*	124.88 *a*
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.37*b*	1.54 *a*	0.28 *b*	1.47 *a*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เดียวกันมีปริมาณช่องว่างในดินลดลงเหลือ 34.38 และ 33.58 % ตามลำดับ

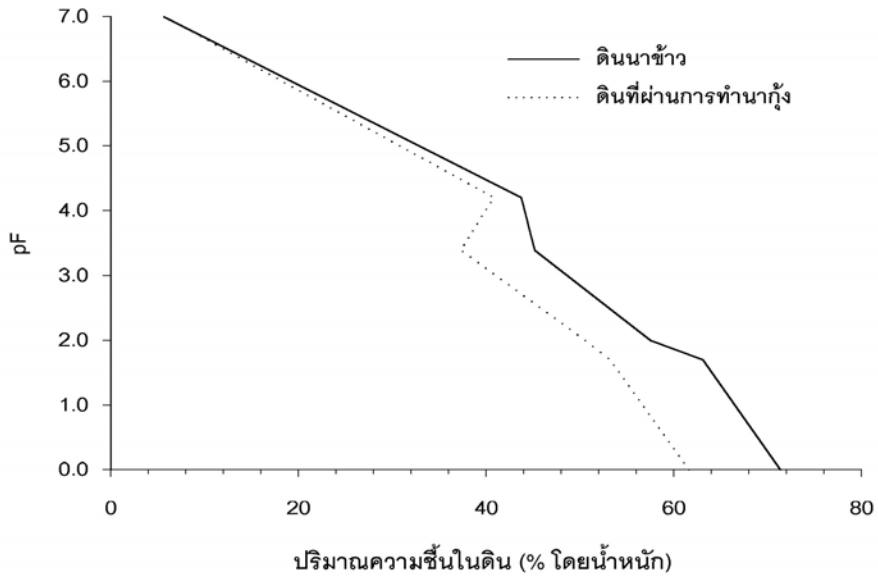
เมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (hydraulic conductivity) ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินนาข้าวมีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน (Ksat) 0.051 และ 0.042 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินลดลงคือ 0.036 และ 0.041 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถือว่าระดับความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินทั้งสองประเภทนี้ช้ามาก (FAO,1963) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะดินทั้งสองประเภทนี้เป็นดินที่มีเนื้อละเอียด และในดินที่ผ่านการทำนากุ้งยังมีปัจจัยอื่นซึ่งเป็นแรงกระทำจากภายนอกมาทำให้ดินถูกบดอัดตัวมากขึ้น (compaction) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ทั้งดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งมักจะมีปัญหาของการที่มีน้ำท่วมขัง (water logging) ในพื้นที่เป็นเวลานานเกิดขึ้นตามมา การที่ดินมีความสามารถในการระบายน้ำช้ามากเช่นนี้จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการลำเลียงน้ำและอาหารของรากพืชและการถ่ายเทอากาศในดิน (Hunt and Gilkes, 1992) พืชจึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Rowell, 1994)

และจากการวิเคราะห์ความต้านทานการชอนไชของรากพืช (resistance to penetration) ที่ระดับความดัน 10 kPa ของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินนาข้าวมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืช 154.93 และ 164.73 kPa ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืช 50.01 และ 69.62 kPa ตามลำดับ จากการศึกษาของ Taylor and Burnett (1964) พบว่าดินที่มีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืชมากกว่า 2,500 kPa จะเป็นอุปสรรคต่อการชอนไชของรากพืชในดิน ดังนั้นความต้านทานการชอนไชของรากพืชทั้งในดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

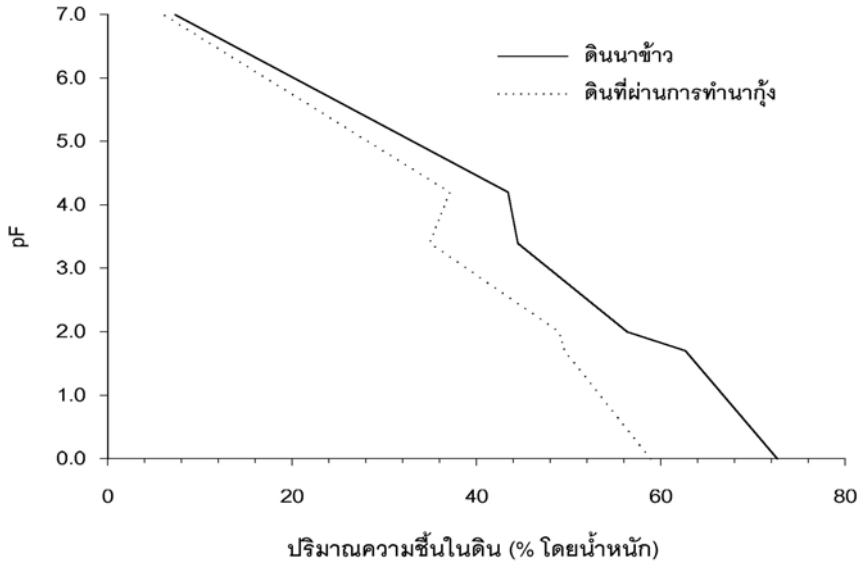
ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณช่องอากาศในดิน (air-filled porosity) พบว่าในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีปริมาณของช่องอากาศในดินสูงถึง 27.75 และ 28.64 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันจะมีปริมาณช่องอากาศในดินเพียง 9.95 และ 10.74 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต ดินที่มีปริมาณของช่องอากาศในดินต่ำกว่า 10 % จะทำให้มีปัญหาในเรื่องการถ่ายเทอากาศเกิดขึ้น (Greenwood, 1975) ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในดินจึงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของรากพืชและการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดิน (Mullins, 1991) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์อัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนในดินที่ผ่านการทำนากุ้งพบว่ามีค่าเพียง 14.34×10^{-8} กรัมต่อตาราง

เซนติเมตรต่อนาที ในขณะที่ดินนาข้าวมีค่า 37.29x10^{-8} กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนในดินนาข้าวมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากพืชคือ 20-30 x10^{-8} กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที (Stolzy and Letey , 1964) แต่ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนในดินต่ำกว่า ซึ่งเป็นไปได้ที่ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินที่ระดับความดันต่าง ๆ กันทั้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 4) พบว่าในดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างน้อย 9.72 และ 12.97 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าวิกฤตในดินทั่วไปไม่ควรมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 12 % (Landon, 1991) ในขณะที่ดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 13.82 และ 11.86 % ตามลำดับ สำหรับสาเหตุหลักของการลดลงของปริมาณความชื้นในดินนากุ้งน่าจะมาจากดินในบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นดินล่างซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อยมาก นอกจากนั้นการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการบดอัดดินจะทำให้โครงสร้างดินถูกทำลาย และทำให้ความต่อเนื่องของช่องว่างในดินรวมทั้งปริมาณช่องว่างในดินลดลง จึงมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง



(a)



(b)

ภาพที่ 4 เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนที่ระดับความดันต่าง ๆ กัน ทั้งในระดับความลึก (a) 0-15 เซนติเมตร และ (b) 15-30 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมี

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH ของดินอยู่ในช่วง 5.12-5.30 ซึ่งมีระดับความเป็นกรดจัด ส่วนดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.98-7.02 ซึ่งมีระดับความเป็นกลาง จึงอาจเป็นไปได้ว่าดินบริเวณที่ราบลุ่มรอบ ๆ ทะเลสาบเป็นดินที่เคยได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลท่วมถึงมาก่อนจึงมีสมบัติเป็นดินกรดที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อยที่มีสารประกอบซัลไฟล์ในรูปของแร่ไพไรท์ (FeS_2) สารประกอบไพไรท์นี้เมื่อสัมผัสกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบจาโรไซท์ (Jarosite, $KFe_3(SO_4)_2$) ซึ่งจะมีกรดกำมะถันเกิดขึ้นจึงทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด ดังนั้นในการปรับสภาพพื้นที่เพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งหากไม่มีการปรับสภาพ pH ของดินก้นบ่อก่อน จะทำให้น้ำในบ่อที่เตรียมไว้สำหรับเลี้ยงกุ้งมีค่า pH ลดลง (Zweig *et al*.,1999 ; Boyd and Zimmermann, 2000) ทำให้กุ้งโตช้าและมีอัตราการรอดต่ำในช่วงการเลี้ยงรุ่นแรก ๆ ดังนั้นในการเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งเกษตรกรบางรายจึงมีการเติมปูนเพื่อปรับ pH ของดินในบ่อเลี้ยงให้สูงขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้ง เมื่อมีการตากบ่อหรือภายหลังจากที่เลิกเลี้ยงกุ้งไปแล้วดินในพื้นก้นบ่อจึงมีค่า pH สูงกว่าดินนาข้าวเดิม

เมื่อพิจารณาถึงค่าการนำไฟฟ้าซึ่งเป็นค่าที่มีความสำคัญและสามารถบ่งบอกถึงความเค็มของดินได้ ในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว 0.69 และ 1.25 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันกลับมีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวสูงถึง 13.74 และ 14.87 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำทะเลมีไอออนต่าง ๆ หลายชนิดเป็นองค์ประกอบหลัก การนำน้ำทะเลเข้ามาเป็นส่วนผสมของน้ำในการเลี้ยงกุ้งจะทำให้เกิดการสะสมของเกลือที่ละลายได้เป็นปริมาณมากจึงทำให้ดินมีการสะสมความเค็มสูงขึ้น (Szuster and Flaherty, 2000) ซึ่งความเค็มระดับนี้จะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกทั่วไปรวมไปถึงพืชที่ทนเค็มด้วย (สมศรี, 2532 ; Bohn *et al*., 1985 ; Sposito, 1989) เกลือที่สะสมเป็นปริมาณมากในดินทำให้ความเข้มข้นของเกลือในสารละลายดินสูงซึ่งมีผลทำให้แรงดันออสโมติก (osmotic pressure) สูงจนพืชดูดน้ำและธาตุอาหารพืชไปใช้ประโยชน์ได้ยาก พืชจึงแสดงอาการเหี่ยวเฉาและตายในที่สุด (Moore, 1998)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึกที่ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งมีความแตกต่างกับดินนาข้าวในระดับความลึกเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) ทั้งนี้เนื่องจากในการปรับพื้นที่เพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งได้มีการขุดเอาดินชั้นบนซึ่งเป็นหน้าดินออกไป ดินในก้นบ่อเลี้ยงกุ้งจึงเป็นดินล่างที่มีความอุดม

สมบูรณ์ต่ำและมีปริมาณอินทรียวัตถุเหลืออยู่น้อย ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงเป็นตัวชี้วัดที่ดีถึงลักษณะโครงสร้างและความหนาแน่นรวมของดินนั้น ๆ ได้ เนื่องจากอินทรียวัตถุในดินมีส่วนช่วยให้อนุภาคดินมีการเชื่อมโยงกันเป็นเม็ดดินได้ดีขึ้นและยังช่วยเพิ่มความร่วนซุยให้แก่ดิน ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงพอเหมาะจะทำให้ดินมีลักษณะโครงสร้างของดิน ความหนาแน่นรวม ปริมาณช่องว่างและความต่อเนื่องของช่องว่างในดินที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของรากพืช ทำให้ดินมีสมบัติทางฟิสิกส์ดีขึ้น

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะเห็นได้ว่า ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงปานกลาง คือมีค่า 19.51 และ 17.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ คือมีค่า 6.33 และ 3.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากในระหว่างที่มีการเลี้ยงกุ้งจะมีการให้อาหารกุ้งตลอดเวลารวมถึงมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยร่วมด้วย ซึ่งทั้งอาหารกุ้ง สารเคมี ปุ๋ย และของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของกุ้งจะมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นเมื่อมีการตากบ่อภายหลังจากที่มีการจับกุ้งหรือเลิกเลี้ยงกุ้งแล้วหากไม่มีระบบการจัดการบ่อที่ดีพอ ปริมาณกากอาหารและของเสียเหล่านี้ก็ยังคงสะสมอยู่ภายในดินก้นบ่อ จึงทำให้ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงมากเมื่อเทียบกับดินนาข้าวเดิม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีค่าอยู่ในระดับสูงปานกลาง คือมีค่า 20.52-19.95 และ 21.95-22.70 cmol(+)/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 14) เนื่องจากดินทั้งสองประเภทมีลักษณะเนื้อดินที่เป็นดินเหนียว ซึ่งดินที่มีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวสูงจะมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูง ประกอบกับในการเลี้ยงกุ้งมีการชักน้ำทะเลเข้ามาในบ่อเลี้ยงทำให้มีการสะสมของแคทไอออนในปริมาณมาก โซเดียมซึ่งเป็นแคทไอออนที่มีความเข้มข้นสูงกว่าแคลเซียม 46.8 เท่า และแมกนีเซียม 8.8 เท่า (Drever, 1988) และยังเป็นไอออนที่แพร่กระจายเร็วแต่ถูกดูดซับโดยอนุภาคดินได้ไม่ดีนัก ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมในสารละลายดินสูงขึ้นโซเดียมจะเข้าไปแทนที่แคทไอออนอื่น ๆ รวมทั้งแคลเซียม แมกเนเซียม และ โพแทสเซียม ดินที่ผ่านการทำนากุ้งจึงมีทั้งปริมาณโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงมากเมื่อเทียบกับดินนาข้าว และจากผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าปริมาณของแคลเซียม แมกเนเซียม และโพแทสเซียมสูงกว่าปริมาณโซเดียมมากนั้น อาจเป็นไปได้ว่าในดินทั่วไปแคทไอออนทั้งสามตัวนี้จะถูกดูดซับได้ดีกว่าโซเดียม (Bohn *et al*., 1985)

จึงทำให้เคลื่อนที่ออกไปจากดินได้ช้ากว่าโซเดียม การแพร่กระจายความเค็มจึงเกิดขึ้นโดยอิทธิพลของโซเดียมอย่างชัดเจนมากกว่าแคทไอออนตัวอื่น

โดยสรุปจากผลการวิเคราะห์สมบัติของดินจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการทำนาข้าวมาเป็นการทำนากุ้งในส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติของดินทั้งทางด้านฟิสิกส์และทางด้านเคมี โดยเฉพาะสมบัติทางฟิสิกส์ของดินซึ่งผลการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นได้ว่าในดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีสมบัติทางฟิสิกส์ของดินอยู่ในค่าที่ต่ำกว่าค่าวิกฤต ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณช่องว่างและช่องอากาศในดินรวมไปถึงปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ของพืชและความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน นอกจากนี้ยังมีการสะสมของเกลือซึ่งทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวสูงมาก รวมไปถึงการสะสมของโซเดียมและแคทไอออนตัวอื่น ๆ บริเวณชั้นหน้าดิน ซึ่งล้วนเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งสิ้น

5.1.2 พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลาง

สมบัติทางฟิสิกส์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลาง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าลักษณะเนื้อดินของการใช้ที่ดินทั้งดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว และมีสัดส่วนปริมาณการกระจายตัวของอนุภาคดินแตกต่างกันโดยดินที่ผ่านการทำนากุ้งนั้นจะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวลดลง แต่มีการสะสมของอนุภาคทรายแป้งและทรายเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 15)

เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองประเภทที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นคือมีค่า 1.77 และ 1.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับดินนาข้าวเดิมที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าความหนาแน่นรวม 1.57 และ 1.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นอาจเป็นผลเนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงและมีการดำเนินกิจกรรมบางอย่างบนพื้นที่นั้น ๆ ดังเช่นกรณีของการปรับสภาพพื้นที่จากนาข้าวเดิมเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งจะต้องมีการขุดเอาดินชั้นบนออกและใช้รถรวมทั้งเครื่องจักรกลขนาดใหญ่บดอัดดินในพื้นล่างของบ่อให้แน่น (Batey, 1988) การบดอัดดินดังกล่าวจะทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนไป ซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณช่องว่างในดินทำให้ดินมีปริมาณช่องว่างในดินลดลง (Scott, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับผลของการศึกษาที่ได้คือ ปริมาณช่องว่างในดินของดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร

ตารางที่ 15 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลาง

สมบัติของดิน	หน่วย	ระดับความลึก 0-15 ซม		ระดับความลึก 15-30 ซม	
		ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง	ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง
สมบัติทางฟิสิกส์					
เนื้อดิน		ดินเหนียว		ดินเหนียว	
อนุภาคขนาดทราย	%	8.67 *a*	14.00 *a*	8.24 *a*	16.01 *a*
อนุภาคขนาดทรายแป้ง	%	8.96 *a*	23.90 *a*	7.25 *b*	26.89 *a*
อนุภาคขนาดดินเหนียว	%	82.38 *a*	62.10 *a*	84.52 *a*	57.10 *b*
ความหนาแน่นรวมของดิน	g/cm^3	1.57 *b*	1.77 *a*	1.54 *b*	1.74 *a*
ความหนาแน่นอนุภาคของดิน	g/cm^3	2.71 *a*	2.67 *a*	2.71 *a*	2.66 *a*
ช่องว่างในดิน	%	42.29 *a*	33.92 *b*	43.04 *a*	34.49 *b*
ช่องอากาศในดิน	%	26.89 *a*	9.54 *b*	24.54 *a*	10.26 *b*
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	%	17.97 *a*	10.66 *b*	14.23 *a*	10.94 *a*
ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้	m/day	0.043 *a*	0.036 *b*	0.051 *a*	0.042 *b*
ความต้านทานการชอนไชของรากพืช	kPa	238.27 *a*	184.34 *b*	266.71 *a*	152.97 *b*
สมบัติทางเคมี					
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	1 : 5 น้ำ	5.32 *b*	6.53 *a*	5.21 *a*	5.47 *a*
การนำไฟฟ้า (ECe)	dS/m	0.88 *b*	1.71 *a*	0.86 *b*	1.76 *a*
อินทรียวัตถุ	g/kg	32.40 *a*	3.80 *b*	14.90 *a*	2.40 *b*
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	mg/kg	5.95 *b*	10.40 *a*	5.34 *a*	3.48 *a*
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	cmol(+)/kg	17.53 *a*	11.41 *b*	16.96 *a*	10.60 *b*
โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.12 *b*	1.30 *a*	0.10 *b*	1.32 *a*
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	15.73 *b*	31.52 *a*	13.19 *a*	11.76 *a*
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	5.95 *b*	35.14 *a*	4.73 *b*	13.51 *a*
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.12 *b*	0.35 *a*	0.12 *a*	0.61 *a*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

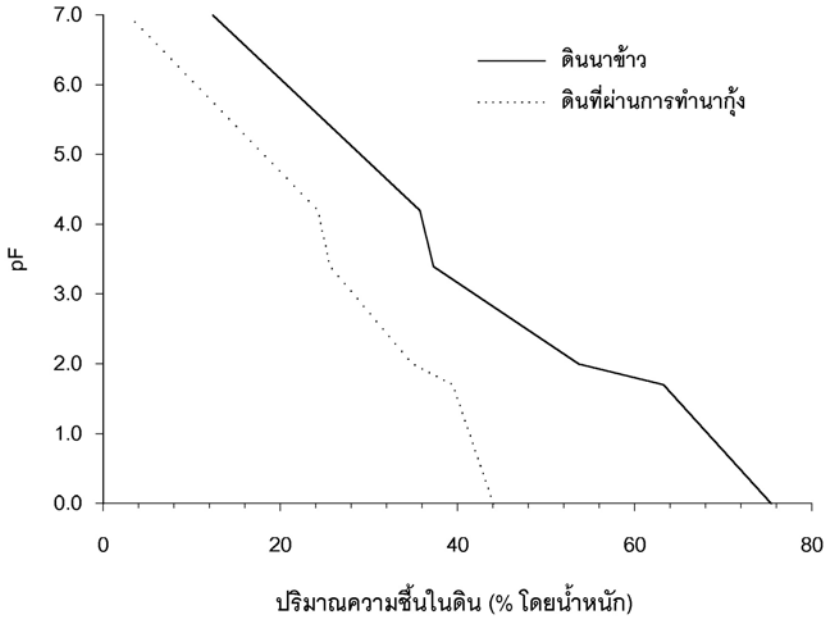
มีค่า 42.29 และ 43.04 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณช่องว่างในดินที่ระดับความลึกเดียวกันลดลงเหลือ 33.92 และ 34.49 % ตามลำดับ

ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดิน จะมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (water movement) และการระบายน้ำออกจากดิน (water drainage) ในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ (Ksat) 0.043 และ 0.051 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ลดลงคือ 0.036 และ 0.042 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถือว่าระดับความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินทั้งสองประเภทนี้ช้ามาก (FAO, 1963) ในดินที่มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำมาก ๆ จะทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำในดินและการระบายน้ำออกจากดินเป็นไปได้ช้ามาก ในขณะที่รากพืชเจริญเติบโตย่อมมีความต้องการน้ำและอาหารตลอดเวลา เมื่อน้ำจากภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านลงไปในดินได้ในอัตราที่พอเหมาะกับความต้องการของรากพืช เมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้ปริมาณน้ำในดินลดลง พืชจะขาดน้ำและแสดงอาการเหี่ยวและตายในที่สุด

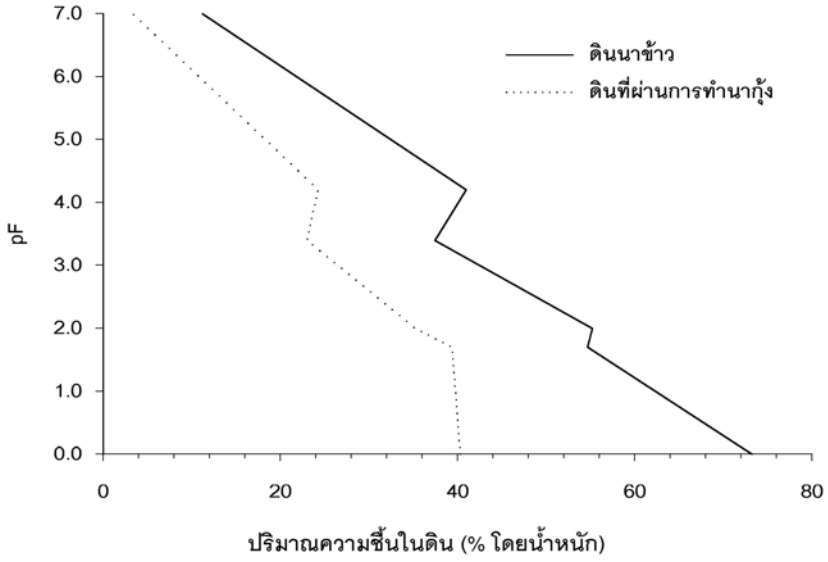
จากผลการศึกษาค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืชที่ระดับความดัน 10 kPa ของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินนาข้าวมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืช 238.27 และ 266.71 kPa ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีความต้านทานการชอนไชของรากพืช 184.34 และ 152.97 kPa ตามลำดับ ซึ่งค่าวิกฤตของความต้านทานการชอนไชของรากพืชมีค่า 2,500 kPa (Taylor and Burnett, 1964) ดังนั้นความต้านทานการชอนไชของรากพืชทั้งในดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

และจากการวิเคราะห์ปริมาณของช่องอากาศในดิน พบว่าในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีปริมาณของช่องอากาศในดินสูงถึง 26.89 และ 24.54 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกัน จะมีปริมาณช่องอากาศในดินเพียง 9.54 และ 10.26 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต ดินที่มีปริมาณของช่องอากาศในดินต่ำกว่า 10 % จะทำให้มีปัญหาในเรื่องการถ่ายเทอากาศเกิดขึ้น (Greenwood, 1975) ปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในดินจึงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของรากพืชรวมทั้งการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของจุลินทรีย์ดินด้วย (Mullins, 1991)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินที่ระดับความดันต่าง ๆ กัน (ภาพที่ 5) พบว่าในดินทั้งสองประเภทนี้มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างน้อย ในดิน



(a)



(b)

ภาพที่ 5 เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางที่ระดับความดันต่าง ๆ กัน ทั้งในระดับความลึก (a) 0-15 เซนติเมตร และ (b) 15-30 เซนติเมตร

นาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช 17.97 และ 14.23 % ตามลำดับ ส่วนในดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ระดับความลึกเดียวกันประมาณ 10.66 และ 10.94 % ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าวิกฤต ในดินทั่วไปไม่ควรมีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 12 % (Landon, 1991) ซึ่งสาเหตุหลักของการลดลงของปริมาณความชื้นในดินนากุ้งน่าจะมาจากดินในบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นดินล่างซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ นอกจากนั้นการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการบดอัดดินทำให้โครงสร้างดินถูกทำลาย ทำให้ความต่อเนื่องของช่องว่างในดินและปริมาณช่องว่างในดินลดลง จึงมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง

สมบัติทางเคมี

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH ของดินอยู่ในช่วง 5.32-5.21 ซึ่งมีระดับความเป็นกรดจัด ส่วนดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่า pH อยู่ในช่วง 6.53-5.47 ซึ่งมีระดับความเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัด เมื่อพิจารณาถึงค่าการนำไฟฟ้าของดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัว 0.88 และ 0.86 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวสูงกว่าเล็กน้อยคือ 1.71 และ 1.76 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งความเค็มระดับนี้พืชปลูกทั่วไปสามารถเจริญเติบโตได้ (สมศรี, 2536) จะเห็นได้ว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความเค็มไม่สูงจนเป็นอันตรายต่อพืชทั่วไป ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องจากในแต่ละพื้นที่มีระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน การเลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำจะมีการนำน้ำทะเลเข้ามาผสมกับน้ำจืดเพื่อให้เจือจางก่อนน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจึงมีความเค็มไม่สูงมากนัก

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึกที่ 0-15 และ 15-30 ซม. มีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งมีความแตกต่างกับดินนาข้าวในระดับความลึกเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15) ทั้งนี้เนื่องจากในการปรับพื้นที่เพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งได้มีการขุดเอาดินชั้นบนซึ่งเป็นหน้าดินออกไป ดินในก้นบ่อเลี้ยงกุ้งจึงเป็นดินล่างที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะมีบทบาทสำคัญต่อสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดิน ดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจะช่วยให้อนุภาคดินมีการเชื่อมโยงกันเป็นเม็ดดินได้ดีขึ้นและยังช่วยเพิ่มความร่วนซุยให้แก่ดิน ทำให้ดินมีลักษณะโครงสร้างดีขึ้น ความหนาแน่นรวม ปริมาณช่องว่างและความต่อเนื่องของช่องว่างในดินที่เหมาะสม และยังช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ได้ดีขึ้น

สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะเห็นได้ว่า ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ คือ มีค่า 10.40 และ 3.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำ คือมีค่า 5.95 และ 5.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากในระหว่างที่มีการเลี้ยงกุ้งจะมีการให้อาหารกุ้งตลอดเวลารวมถึงมีการใช้สารเคมีและปุ๋ยร่วมด้วย ซึ่งทั้งอาหารกุ้ง สารเคมี ปุ๋ยและของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของกุ้งจะมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นเมื่อมีการตากบ่อภายหลังจากที่มีการจับกุ้งหรือเลิกเลี้ยงกุ้งแล้ว หากไม่มีระบบการจัดการบ่อที่ดีพอ ปริมาณกาก

อาหารและของเสียเหล่านี้ก็ยังคงสะสมอยู่ภายในดินก้นบ่อ จึงทำให้ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเมื่อเทียบกับดินนาข้าวเดิม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในส่วนของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีค่าอยู่ในระดับสูงปานกลาง (ตารางที่ 15) เนื่องจากดินทั้งสองประเภทมีลักษณะเนื้อดินที่เป็นดินเหนียว ดินที่มีสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวสูงจะมีความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินสูง และจากการวิเคราะห์ปริมาณแคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ผ่านการทำนากุ้ง พบว่าทั้งปริมาณโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับที่สูงถึงสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง ถึงแม้ว่าการเลี้ยงกุ้งด้วยระบบความเค็มต่ำจะมีการนำน้ำทะเลเข้ามาผสมกับน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งในสัดส่วนปริมาณที่ไม่มากนัก แต่ในน้ำทะเลซึ่งมีแคทไอออนหลายชนิดเป็นองค์ประกอบจึงทำให้มีการสะสมของแคทไอออนเหล่านี้ในดิน ปริมาณแคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ผ่านการทำนากุ้งจึงมีค่าสูงกว่าดินนาข้าวมาก

โดยสรุปจากผลการวิเคราะห์สมบัติของดินจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการทำนาข้าวมาเป็นการทำนากุ้งในส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนกลางได้มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางฟิสิกส์และทางเคมีเป็นไปในทิศทางเดียวกับตัวอย่างดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน ถึงแม้ว่าการทำนากุ้งในพื้นที่นี้จะเป็นการเลี้ยงด้วยระบบความเค็มที่ไม่สูงมากนัก ค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวก็ไม่สูงจนเป็นอันตรายต่อพืชทั่วไป แต่ก็ยังมีการสะสมของโซเดียมและแคทไอออนตัวอื่น ๆ บริเวณชั้นหน้าดิน ซึ่งมีอิทธิพลต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของดินเป็นอย่างมาก

5.1.3 พื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

สมบัติทางฟิสิกส์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าลักษณะเนื้อดินของการใช้ที่ดินทั้งดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว (ตารางที่ 16) แต่หากเปรียบเทียบกับสัดส่วนการกระจายของปริมาณอนุภาคดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบตอนบนและตอนกลาง (ตารางที่ 14 และ 15) พบว่าดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างจะมีสัดส่วนของปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้งและทรายสูงกว่ามาก ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากดินในแต่ละพื้นที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่แตกต่างกัน ดินที่มีสัดส่วนของอนุภาคขนาดหยาบมากกว่าจะมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้มีการแพร่กระจายของความเค็มผ่านชั้นดินไปยังพื้นที่ข้างเคียงได้เร็วขึ้น

ตารางที่ 16 สมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

สมบัติของดิน	หน่วย	ระดับความลึก 0-15 ซม		ระดับความลึก 15-30 ซม	
		ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง	ดินนาข้าว	ดินนากุ้ง
สมบัติทางฟิสิกส์					
เนื้อดิน		ดินเหนียว		ดินเหนียว	
อนุภาคขนาดทราย	%	24.50 *a*	29.21 *a*	39.95 *a*	32.25 *a*
อนุภาคขนาดทรายแป้ง	%	19.54 *a*	17.91 *a*	13.88 *a*	17.07 *a*
อนุภาคขนาดดินเหนียว	%	55.96 *a*	52.89 *a*	46.18 *a*	50.68 *a*
ความหนาแน่นรวมของดิน	g/cm^3	1.58 *b*	1.77 *a*	1.58 *b*	1.74 *a*
ความหนาแน่นอนุภาคของดิน	g/cm^3	2.67 *a*	2.69 *a*	2.75 *a*	2.69 *a*
ช่องว่างในดิน	%	40.95 *a*	34.33 *b*	43.52 *a*	35.34 *b*
ช่องอากาศในดิน	%	28.12 *a*	9.98 *b*	28.36 *a*	13.24 *b*
ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช	%	11.19 *a*	10.04 *a*	7.33 *a*	9.45 *a*
ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้	m/day	0.096 *a*	0.033 *b*	0.084 *a*	0.044 *b*
ความต้านทานการชอนไชของรากพืช	kPa	160.83 *a*	69.62 *b*	168.07 *a*	71.58 *b*
สมบัติทางเคมี					
ความเป็นกรด-ด่างของดิน	1 : 5 น้ำ	4.21 *b*	5.70 *a*	3.97 *a*	4.56 *a*
การนำไฟฟ้า (ECe)	dS/m	0.50 *b*	6.10 *a*	0.72 *b*	10.70 *a*
อินทรียวัตถุ	g/kg	24.70 *a*	6.30 *b*	15.30 *a*	9.20 *b*
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	mg/kg	5.64 *b*	25.24 *a*	5.73 *a*	4.67 *a*
ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก	cmol(+)/kg	11.93 *a*	11.08 *a*	11.10 *a*	11.12 *a*
โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.35 *b*	5.69 *a*	0.37 *b*	7.58 *a*
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	7.77 *b*	16.78 *a*	4.52 *b*	9.66 *a*
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	6.76 *b*	38.59 *a*	3.95 *b*	28.06 *a*
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้	cmol(+)/kg	0.19 *b*	0.72 *a*	0.15 *b*	0.61 *a*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

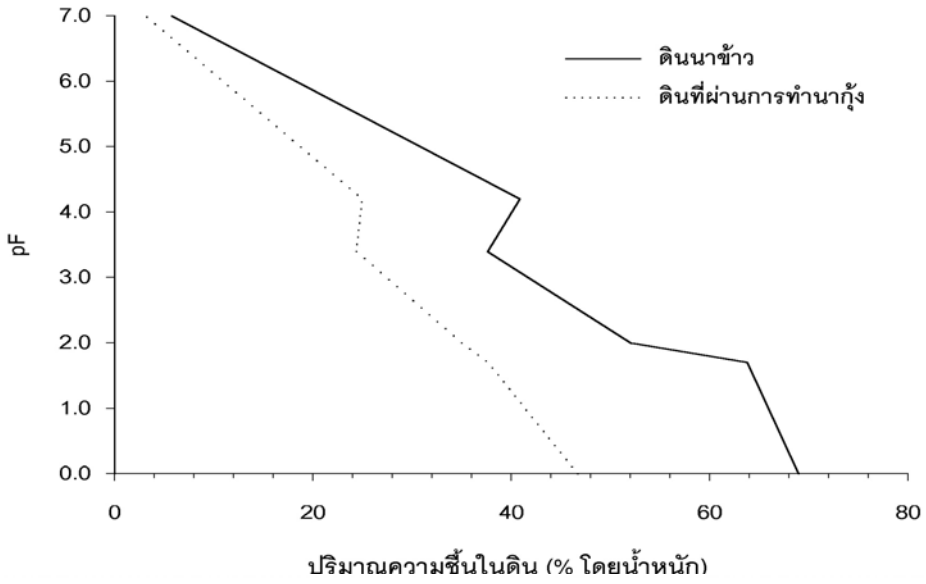
เมื่อพิจารณาถึงความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองประเภทที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นคือมีค่า 1.77 และ 1.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันซึ่งมีค่าความหนาแน่นรวม 1.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งสองระดับความลึก ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความหนาแน่นรวมสูงขึ้นอาจเป็นผลเนื่องจากปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงและการปรับสภาพพื้นที่จากนาข้าวเดิมเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งจะต้องมีการขุดเอาดินชั้นบนออกและใช้รถรวมทั้งเครื่องจักรกลขนาดใหญ่บดอัดดินในพื้นล่างของบ่อให้แน่น (Batey, 1988) การบดอัดดินจะทำให้โครงสร้างดินเปลี่ยนไปซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณช่องว่างในดิน ทำให้ดินมีปริมาณช่องว่างในดินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลของการศึกษาที่ได้คือปริมาณช่องว่างในดินของดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่า 40.95 และ 43.52 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณช่องว่างในดินที่ระดับความลึกเดียวกันลดลงเหลือ 34.33 และ 35.34 % ตามลำดับ

และจากผลการศึกษาความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินนาข้าวมีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ (Ksat) 0.096 และ 0.084 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ลดลงคือ 0.033 และ 0.044 เมตรต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถือว่าระดับความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ของดินทั้งสองประเภทนี้ช้ามาก ในดินที่มีความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำมาก ๆ จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน เนื่องจากในขณะที่รากพืชเจริญเติบโตย่อมมีความต้องการน้ำและอาหาร เมื่อน้ำจากภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านลงไปในดินได้ในอัตราที่พอเหมาะกับความต้องการของรากพืช เมื่อเวลาผ่านไปจะทำให้ปริมาณน้ำในดินลดลงพืชจะขาดน้ำและแสดงอาการเหี่ยวและตายในที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการระบายน้ำออกจากดิน เมื่อน้ำจากภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่ลงไปในดินด้วยอัตราที่เร็วพอเหมาะจึงทำให้มีปัญหาของการที่มีน้ำท่วมขังในพื้นที่เป็นเวลานานเกิดขึ้นตามมา ซึ่งการที่ดินมีความสามารถในการระบายน้ำช้ามากเช่นนี้จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อการหายใจ การลำเลียงน้ำและอาหารของรากพืชรวมไปถึงการถ่ายเทอากาศในดินด้วย (Hunt and Gilkes, 1992) เมื่อออกซิเจนจากภายนอกไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านลงไปในดินได้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นและสะสมในปริมาณมากในดินจะเป็นพิษต่อพืชทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Rowell, 1994)

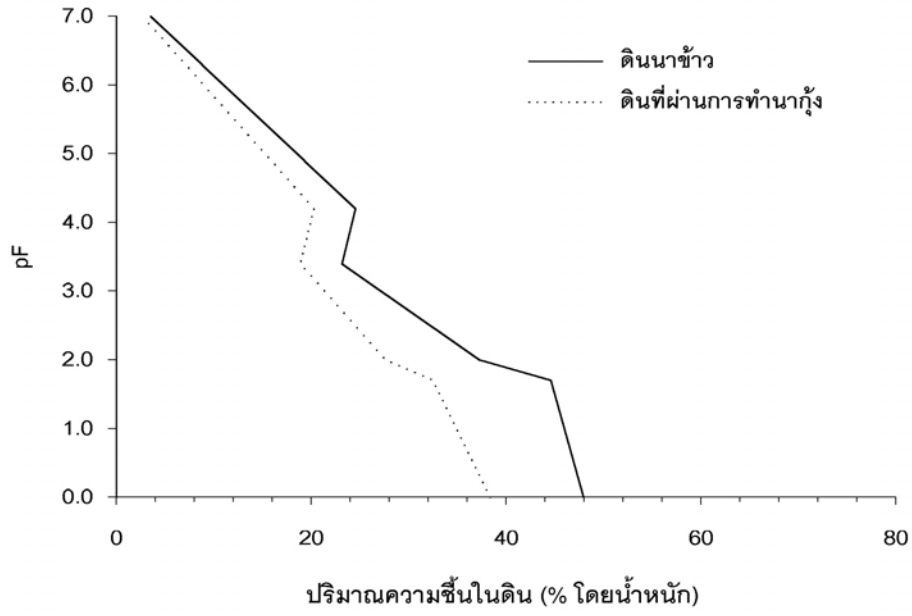
ผลการศึกษาค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืชที่ระดับความดัน 10 kPa ของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้ง ที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่าดินนาข้าวมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืช 160.83 และ 168.07 kPa ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืช 69.62 และ 71.58 kPa ตามลำดับ ซึ่งการที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าความต้านทานการชอนไชของรากพืชลดลงน่าจะเป็นผลเนื่องมาจากการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการบดอัดดินพื้นบ่อให้แน่นทำให้โครงสร้างดินถูกทำลาย ความต่อเนื่องของช่องว่างในดินจึงเปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามค่าวิกฤตของความต้านทานการชอนไชของรากพืชในดินมีค่า 2,500 kPa (Taylor and Burnett, 1964) ดังนั้นความต้านทานการชอนไชของรากพืชทั้งในดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งจึงไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

และจากการวิเคราะห์ปริมาณของช่องอากาศในดิน (air-filled porosity) พบว่าในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีปริมาณของช่องอากาศในดินสูงถึง 28.12 และ 28.36 % ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันจะมีปริมาณช่องอากาศในดินเพียง 9.98 และ 13.24 % ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤต ดินที่มีปริมาณของช่องอากาศในดินต่ำกว่า 10 % จะทำให้มีปัญหาในเรื่องการถ่ายเทอากาศเกิดขึ้น (Greenwood, 1975)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของเส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินที่ระดับความดันต่าง ๆ กัน (ภาพที่ 6) พบว่าในดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างน้อย โดยมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร ประมาณ 10.04 และ 9.45 % ซึ่งเป็นปริมาณที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับค่าวิกฤตที่ในดินทั่วไปไม่ควรมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่า 12 % ในขณะที่ดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่ในช่วง 11.19 และ 7.33 % ตามลำดับ สำหรับสาเหตุหลักของการลดลงของปริมาณน้ำในดินนากุ้งน่าจะมาจากดินในบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นดินล่างมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย และการใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในการบดอัดดินทำให้โครงสร้างดินถูกทำลาย ทำให้ความต่อเนื่องของช่องว่างในดินและปริมาณช่องว่างในดินลดลง ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจะช่วยให้อนุภาคดินมีการเชื่อมโยงกันเป็นเม็ดดินได้ดีขึ้น และยังช่วยเพิ่มความร่วนซุยให้แก่ดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น และมีความหนาแน่นรวมของดินตลอดจนปริมาณช่องว่างและความต่อเนื่องของช่องว่างในดินที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น จึงมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินลดลง



(a)



(b)

ภาพที่ 6 เส้นอัตลักษณ์ของน้ำในดินของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างที่ระดับความดันต่าง ๆ กัน ทั้งในระดับความลึก (a) 0-15 เซนติเมตร และ (b) 15-30 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมี

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ในดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH 4.21 และ 3.97 ตามลำดับ ซึ่งมีระดับความเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่า pH 5.70 และ 4.56 ตามลำดับ ซึ่งมีระดับความเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดมาก จึงอาจเป็นไปได้ว่าดินในบริเวณนี้เป็นดินเปรี้ยวจัดที่เคยมีน้ำทะเลท่วมถึงทำให้มีการสะสมของตะกอนน้ำทะเลหรือตะกอนน้ำกร่อยที่มีสารประกอบซัลไฟด์ในรูปของแร่ไพไรท์เป็นวัตถุต้นกำเนิด การเปิดหน้าดินจะทำให้สารประกอบไพไรท์ถูกออกซิไดซ์เป็นสารประกอบจาโรมีสีเหลืองฟางข้าวอยู่ในชั้นหน้าตัดดินซึ่งจะมีกรดกำมะถันเกิดขึ้น ทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก โดยปกติ pH ของดินล่างส่วนใหญ่จะต่ำกว่าดินบนเนื่องจากได้รับอิทธิพลของสารประกอบไพไรท์มากกว่า ในดินที่ผ่านการทำนากุ้งซึ่งเป็นดินล่างจึงมี pH ต่ำกว่าดินบน

เมื่อพิจารณาถึงค่าการนำไฟฟ้าของดินนาข้าวที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวอยู่ในระดับที่ต่ำมากคือมีค่า 0.50 และ 0.72 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึกเดียวกันมีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวสูงกว่ามาก คือมีค่า 6.10 และ 10.70 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความเค็มของดินอยู่ในระดับเค็มปานกลางถึงสูงมาก ซึ่งความเค็มระดับนี้จะมีอิทธิพลต่อพืชหลายชนิดจะมีก็แต่พืชที่ทนเค็มเท่านั้นที่ยังคงเจริญเติบโตได้ดี (สมศรี, 2536)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึกที่ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร มีค่าอยู่ในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งมีความแตกต่างกับดินนาข้าวในระดับความลึกเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 16) ทั้งนี้เนื่องจากในการปรับพื้นที่เพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งได้มีการขุดเอาดินชั้นบนซึ่งเป็นหน้าดินออกไป ดินในก้นบ่อเลี้ยงกุ้งจึงเป็นดินล่างที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและมีปริมาณอินทรียวัตถุน้อย สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์จะเห็นได้ว่าในดินที่ผ่านการทำนากุ้งที่ระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงคือมีค่า 25.24 และ 4.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ แต่ในดินนาข้าวที่ระดับความลึกเดียวกันมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับต่ำคือ มีค่า 5.64 และ 5.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากในระหว่างที่มีการเลี้ยงกุ้งจะมีการให้อาหารกุ้งตลอดเวลารวมถึงมีการใช้สารเคมี และปุ๋ยบางประเภทร่วมด้วย ซึ่งทั้งอาหารกุ้ง สารเคมี ปุ๋ย และของเสียที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของกุ้งจะมีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นเมื่อมีการตากบ่อภายหลังจากที่มีการจับกุ้งหรือเลิกเลี้ยงกุ้งแล้ว หากไม่มีระบบการจัดการบ่อที่ดีพอปริมาณกากอาหารและของเสียเหล่านี้ก็ยังคงสะสมอยู่ภายในดินก้นบ่อ จึงทำให้ในดินที่ผ่านการ

ทำนากุ้งมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเมื่อเทียบกับดินนาข้าวเดิมซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในส่วนของความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งทั้งในระดับความลึก 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร จะมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 16) และจากการวิเคราะห์ปริมาณแคทไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ของดินที่ผ่านการทำนากุ้งพบว่าทั้งปริมาณโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม ที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงมาก และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง เนื่องจากในการเลี้ยงกุ้งมีการชักน้ำทะเลเข้ามาผสมกับน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งด้วยทำให้มีการสะสมของแคทไอออนเหล่านี้เกิดขึ้นในดิน

โดยสรุปจากผลการวิเคราะห์สมบัติของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการทำนาข้าวมาเป็นพื้นที่ทำนากุ้งได้ส่งผลกระทบต่อสมบัติทั้งทางฟิสิกส์และทางเคมีของดิน ซึ่งมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับตัวอย่างดินในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนกลาง นั่นคือดินมีสมบัติทางฟิสิกส์หลายประการซึ่งจะเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของพืช และถึงแม้ว่าดินจะมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชบางชนิดเพียงพอกับความต้องการของพืช แต่ความเค็มที่เกิดขึ้นจากการสะสมของเกลือบางชนิดก็ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช

5.2 ผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรน้ำ

การศึกษาผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ใช้ดัชนีคุณภาพน้ำซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ความขุ่น ตะกอนแขวนลอย ออกซิเจนที่ละลายได้ บีโอดี ไนเตรต และออร์โธฟอสเฟต เป็นตัวชี้วัดซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

5.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง

กรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้กำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำในประเทศไทยของแหล่งน้ำธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งน้ำผิวดินว่าควรมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-9 และค่า pH ในช่วง 6.5-8.5 จะเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการชลประทาน (Ayers and Westcot, 1985) และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำสำหรับประเทศในเขตร้อน (Pescod, 1973) ซึ่งจากผลการศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง คือแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ทั้งในส่วนของพื้นที่ที่ทำนากุ้งของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่ามีค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคือมีค่าเฉลี่ย 7.80-8.03 7.77-8.74 และ 7.15-8.02 ตามลำดับ

(ตารางที่ 17 และ 18) ซึ่งค่า pH ในระดับนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางการเกษตรและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (สมศักดิ์, 2542) อย่างไรก็ตามค่า pH ดังกล่าวอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่างเช่น ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่แพลงก์ตอนพืชใช้ในการสังเคราะห์แสง บางครั้งในช่วงเวลากลางวัน pH ของน้ำจะมีค่าสูง ส่วนในเวลากลางคืนจะมีค่าค่อนข้างต่ำจนอาจจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้

ตารางที่ 17 คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน บ้านทะเลปัง อ. หัวไทร จ. นครศรีธรรมราช

สมบัติของน้ำ	หน่วย	แหล่งน้ำธรรมชาติ	น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	แหล่งน้ำทิ้ง
ความเป็นกรด-ด่าง	-	8.03 *b*	8.74 *a*	8.02 *b*
การนำไฟฟ้า	mS/cm	49.30 *a*	14.40 *c*	20.30 *b*
ตะกอนแขวนลอย	mg/l	175.00 *a*	16.67 *b*	11.67 *b*
ความขุ่น	NTU	22.80 *b*	64.57 *a*	4.07 *c*
ออกซิเจนที่ละลายได้	mg/l	5.13 *b*	10.02 *a*	5.45 *b*
บีโอดี	mg/l	1.57 *c*	14.00 *a*	6.00 *b*
ไนเตรต	mg/l	0.005 *b*	0.024 *a*	0.005 *b*
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	0.006 *b*	0.013 *a*	0.007 *b*

ตารางที่ 18 คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บ้านบางโหนด อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา

สมบัติของน้ำ	หน่วย	แหล่งน้ำธรรมชาติ	น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง	แหล่งน้ำทิ้ง
ความเป็นกรด-ด่าง	-	7.80 *a*	7.77 *a*	7.15 *b*
การนำไฟฟ้า	mS/cm	19.76 *b*	13.49 *c*	22.00 *a*
ตะกอนแขวนลอย	mg/l	40.00 *b*	643.33 *a*	78.33 *b*
ความขุ่น	NTU	12.03 *c*	186.67*a*	93.83 *b*
ออกซิเจนที่ละลายได้	mg/l	6.05 *a*	4.49 *b*	2.71 *c*
บีโอดี	mg/l	4.33 *c*	26.33 *a*	13.00 *b*
ไนเตรต	mg/l	0.013 *c*	0.104 *b*	0.107 *a*
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	0.018 *c*	0.049 *a*	0.033 *b*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

5.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า

ผลการศึกษาคุณภาพของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง คือแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ในบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง คือในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนมีค่าเฉลี่ย 49.30 14.40 และ 20.30 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีค่าเฉลี่ย 19.76 13.49 22.00 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ตารางที่ 17 และ 18) ซึ่งโดยทั่วไปคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการชลประทานไม่ควรมีค่าการนำไฟฟ้าเกิน 2.25 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (Pescod, 1973)

5.2.3 ตะกอนแขวนลอย

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยของแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และแหล่งน้ำทิ้ง ในบริเวณพื้นที่นากุ้งของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 175.00 16.67 11.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 40.00 643.33 78.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งจากรายงานการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2534) รายงานว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในบ่อเลี้ยงกุ้งในส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างจะมีปริมาณสูงมาก ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากการฟุ้งกระจายของอนุภาคดิน รวมไปถึงอาจมีการให้อาหารกุ้งในปริมาณมากเกินไปซึ่งทำให้มีการตกค้างของกากอาหารเหล่านั้น และมีการสะสมของสารอินทรีย์ซึ่งทำให้แหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น (Boyd and Tucker, 1998)

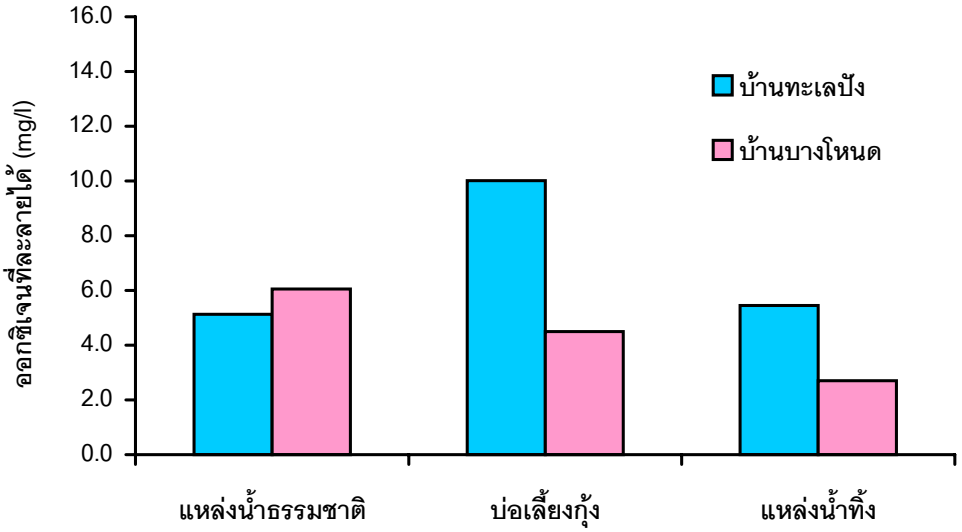
5.2.4 ความขุ่น

ผลการวิเคราะห์ความขุ่นของแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และแหล่งน้ำทิ้งในบริเวณพื้นที่นากุ้งของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 22.80 64.57 4.07 NTU และ 12.03 186.67 93.83 NTU ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง จะมีค่าความขุ่นสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำทิ้ง ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17 และ 18) ความขุ่นของน้ำที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากมีปริมาณตะกอนแขวนลอยและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ปะปนอยู่ในน้ำ รวมไปถึงการตกค้างของสารอาหารและการสะสมของสารอินทรีย์และซากแพลงก์ตอนต่าง ๆ (Boyd *et al*., 1994) น้ำที่ความขุ่นมากจะทำให้แสงไม่สามารถผ่านลง

ไปได้ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำและเป็นสาเหตุให้คุณภาพแหล่งน้ำเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว

5.2.5 ออกซิเจนที่ละลายได้

จากผลการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ของแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และแหล่งน้ำทิ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน พบว่ามีปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้เฉลี่ย 5.13 10.02 และ 5.45 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งคือ มีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง, 2537) จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในบ่อเลี้ยงกุ้งของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนมีค่าสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากการละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความหนาแน่นของกุ้งในบ่อเลี้ยง ปริมาณแพลงก์ตอนพืชและการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในบ่อ รวมไปถึงการใช้เครื่องตีน้ำ (paddle wheel) เพื่อช่วยเติมอากาศ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำ และมีการตกตะกอนของสารอินทรีย์กลางบ่อได้ดียิ่งขึ้น



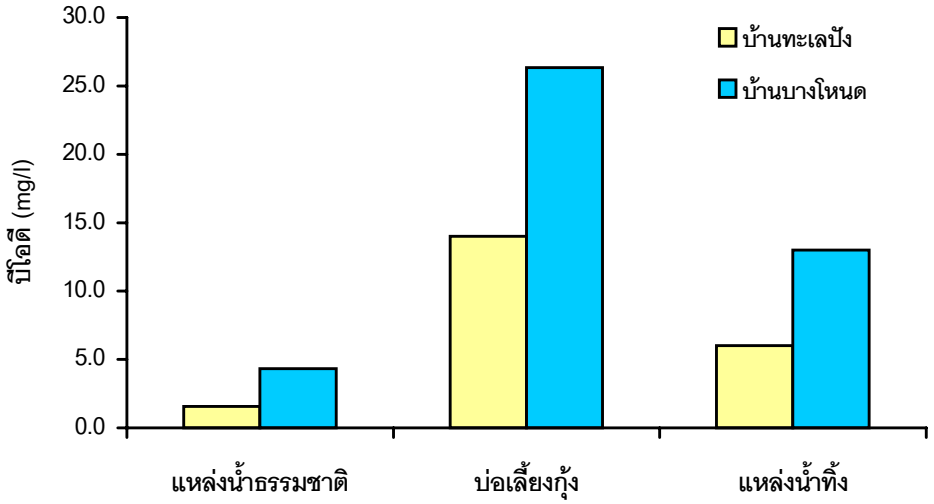
ภาพที่ 7 ออกซิเจนที่ละลายได้ของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

สำหรับปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีค่าเฉลี่ย 6.05 4.49 และ 2.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 18) จะเห็นได้ว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในแหล่งน้ำทิ้งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (ภาพที่ 7) ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีการสะสมของสารอาหารโดยเฉพาะสารประกอบไนโตรเจน และสารอินทรีย์อื่น ๆ ในบ่อเลี้ยงในปริมาณที่มากจนเกินไป จึงทำให้สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เช่นพวกแพลงก์ตอน และจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตมากขึ้น ความต้องการใช้ออกซิเจนจึงมากขึ้นตามไปด้วย จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อลดลงอย่างรวดเร็ว (คณิต และคณะ, 2535) ซึ่งหากมีการปล่อยน้ำทิ้งเหล่านี้ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะโดยตรงโดยปราศจากระบบการบำบัดที่ดีพอ จะทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแหล่งน้ำชายฝั่ง และการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตในน้ำประเภทอื่น ๆ ได้

5.2.6 **บีโอดี**

ผลการศึกษาค่าบีโอดีของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่าน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีค่าบีโอดีเฉลี่ยสูงสุด (ภาพที่ 8) คือมีค่า 14.00 และ 26.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ค่าบีโอดีของแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่างมีค่าเฉลี่ย 1.57 และ 4.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าบีโอดีของแหล่งน้ำทิ้งทั้งสองพื้นที่มีค่าเฉลี่ย 6.00 และ 13.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งค่าบีโอดีของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง ทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17 และ 18) จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งทำให้น้ำมีค่าบีโอดีสูงขึ้นมาก ค่าบีโอดีที่สูงขึ้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากมีการสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ในบ่อค่อนข้างสูงซึ่งเกิดจากการตกค้างของอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง อาหารที่เหลือเหล่านี้จึงเป็นอาหารอย่างดีของจุลินทรีย์ ทำให้จุลินทรีย์เติบโตและมีการขยายพันธุ์มาก รวมไปถึงมีการสะสมของซากแพลงก์ตอนและตัวกุ้ง (Lee, 1997) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในน้ำจึงทำให้มีความต้องการใช้ออกซิเจนมากกว่าปกติ ปริมาณของออกซิเจนในบ่อจึงลดลงอย่างรวดเร็ว (Seim *et al.*, 1997) และเมื่อพิจารณาค่าบีโอดีของแหล่งน้ำทิ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนถึงแม้จะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งจากนากุ้งที่กฎหมายกำหนดคือ ไม่ควรเกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมประมง, 2537) แต่ปริมาณน้ำทิ้งจากนากุ้งในแต่ละระบบจะมีการปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในปริมาณมาก ซึ่งจากรายงานการศึกษาของคณิต และ พุทธ (2535) รายงานไว้ว่า ปริมาณน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาในระบบเปิดขนาดบ่อเลี้ยง 6 ไร่ จะมีปริมาณ 893.13 ตันต่อวัน บ่อเลี้ยงขนาด 2.5-4.0 ไร่ มีปริมาณ 339.65 ตันต่อวัน และบ่อขนาด 0.91-2.0 ไร่ มีปริมาณ 145.02 ตันต่อวัน จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำทิ้งจาก

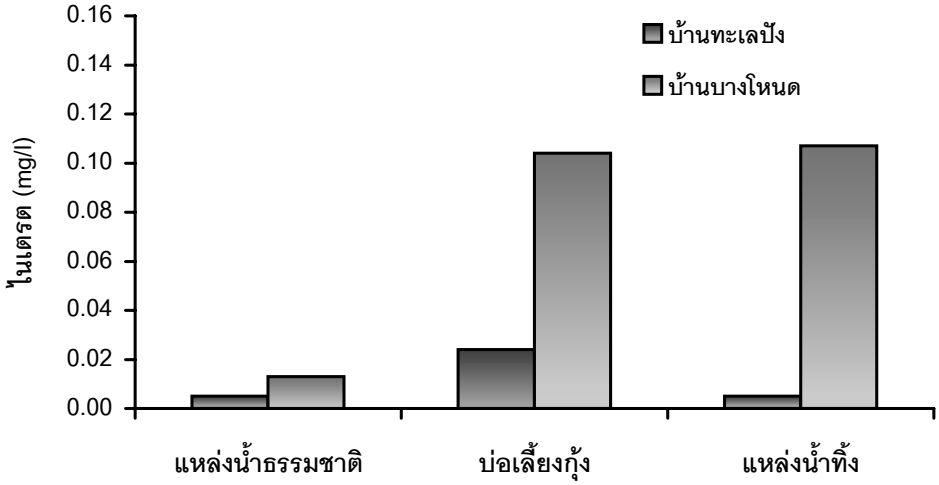
นากุ้งในแต่ละวันมีปริมาณสูงมาก การปล่อยน้ำทิ้งเหล่านี้ออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงจะทำให้เกิดมีการสะสมของสารอาหารและของเสียที่เกิดจากตัวกุ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะแหล่งน้ำเน่าเสียได้ง่าย



ภาพที่ 8 บีโอดีของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

5.2.7 ไนเตรต

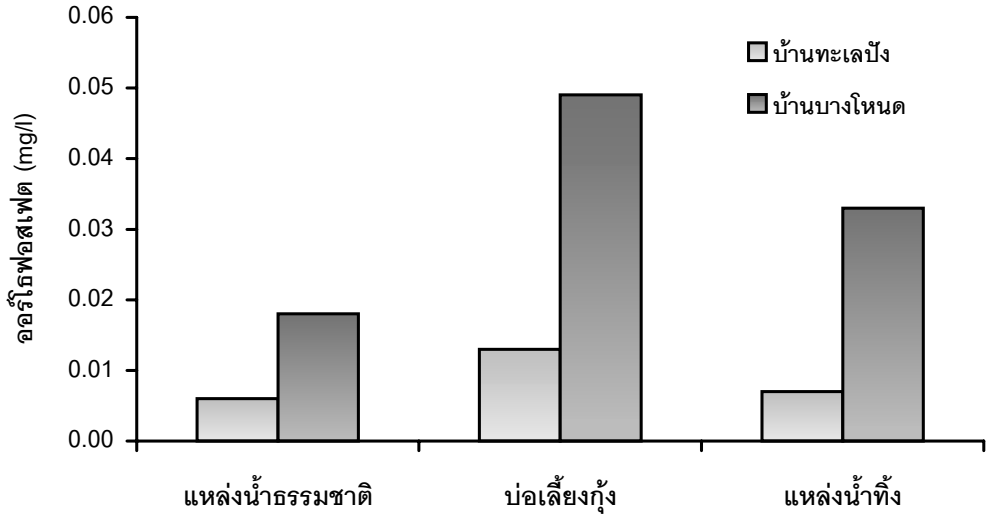
โดยปกติไนเตรตเป็นสารอาหารสำหรับพืชน้ำใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง และไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (คณิต และคณะ, 2536) แต่ถ้ามีปริมาณมากก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงได้ ซึ่งผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่าน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีปริมาณไนเตรตเฉลี่ยสูงสุด (ภาพที่ 9) คือมีค่า 0.024 และ 0.104 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณไนเตรตของแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่างมีค่าเฉลี่ย 0.005 และ 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณไนเตรตของแหล่งน้ำทิ้งทั้งสองพื้นที่มีค่าเฉลี่ย 0.005 และ 0.107 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณไนเตรตของแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่ง ทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17 และ 18) และการที่น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีปริมาณไนเตรตสูงกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำทิ้งนั้นเป็นผลเนื่องมาจากมีการให้อาหารซึ่งมีโปรตีนสูงในการเลี้ยงกุ้งและการสะสมของของเสียจากตัวกุ้งในบ่อเลี้ยงเป็นปริมาณมาก



ภาพที่ 9 ไนเตรตของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

5.2.8 ออร์โธฟอสเฟต

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณออร์โธฟอสเฟตของแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และแหล่งน้ำทิ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบน พบว่ามีค่า 0.006 0.013 และ 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่างมีค่า 0.018 0.049 และ 0.033 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยปริมาณฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำทิ้งทั้งสองพื้นที่ (ภาพที่ 10) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 17 และ 18) การเพิ่มขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสในบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากมีการใช้ปุ๋ย การให้อาหารกุ้ง การตกค้างของซากจุลินทรีย์และแพลงก์ตอนรวมไปถึงสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง (Boonsong and Eiumnoh, 1985 ; Bhatta and Bhat, 1998) ถึงแม้ว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟตของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งและแหล่งน้ำทิ้งจะมีค่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ ซึ่งจะยังไม่มีผลทำให้แหล่งน้ำบริเวณนี้เกิดปรากฏการณ์ eutrophication หรือปรากฏการณ์ algae bloom แต่การปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง โดยปราศจากระบบบำบัดและการจัดการที่ดี ก็อาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งขึ้นได้ในอนาคต



ภาพที่ 10 ออร์โธฟอสเฟตของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

5.3 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรดินที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดินนาข้าวเดิมกับดินที่ผ่านการทำนากุ้ง ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สมบัติทางฟิสิกส์ของดินนาข้าวซึ่งเป็นดินเดิมก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและดินที่ผ่านการทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบ มีลักษณะเนื้อดินของการใช้ที่ดินทั้งสองประเภทเป็นดินเหนียวซึ่งมีเนื้อละเอียดมาก ดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูง มีปริมาณช่องว่างในดินน้อย น้ำไหลซึมผ่านหน้าตัดดินเป็นไปได้ยาก และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ทั้งดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ในระดับที่ช้ามากคือน้อยกว่า 0.1 เมตรต่อวัน จึงทำให้ทั้งดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปัญหาของการที่มีน้ำท่วมขังในพื้นที่ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการลำเลียงน้ำและอาหารของรากพืช นอกจากนี้ดินนาข้าวมีปริมาณช่องอากาศในดินและอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนอยู่ในระดับเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรากพืช แต่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณช่องอากาศในดินและอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนอยู่ในระดับต่ำ จึงเป็นไปได้ที่ดินที่ผ่านการทำนากุ้งจะมีปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

สำหรับความต้านทานการชอนไชของรากพืชที่ระดับความดัน 10 kPa ทั้งในดินนาข้าวและดินที่ผ่านการทำนากุ้ง มีค่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของรากพืช และดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยมากคือมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 12 % ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากในดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่น้อย และโครงสร้างดินถูกทำลายไปมาก ทำให้ความต่อเนื่องของช่องว่างในดินและปริมาณช่องว่างในดินลดลง จึงมีผลทำให้ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง

นอกจากนี้ยังพบว่าดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีการสะสมของเกลือที่ละลายได้โดยเฉพาะเกลือโซเดียมบริเวณชั้นหน้าดินในปริมาณที่สูงมาก ทำให้ดินที่ผ่านการทำนากุ้งมีค่าการนำไฟฟ้าที่จุดอิ่มตัวสูงมาก ซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกทั่วไปรวมไปถึงพืชที่ทนเค็มด้วย และอิทธิพลของเกลือเหล่านี้ยังมีผลทำให้ความเข้มข้นของเกลือในสารละลายดินสูงซึ่งทำให้แรงดันออสโมติกสูงจนพืชดูดน้ำและธาตุอาหารพืชไปใช้ประโยชน์ได้ยาก เกลือที่สะสมเป็นปริมาณมากในดินส่วนใหญ่มักจะเป็นเกลือโซเดียมซึ่งนอกจากจะมีผลต่อความเค็มของดินแล้ว ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อสมบัติทางฟิสิกส์ของดินด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลต่อโครงสร้างของดิน ทำให้ดินเกิดปัญหาดินแน่นทึบ และการซาบซึมของน้ำลงสู่ดินเป็นไปได้ช้ามาก

ในส่วนของผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อทรัพยากรน้ำ พบว่าคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่นากุ้งส่วนใหญ่ยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง แต่ก็มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าการนำไฟฟ้าซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง เมื่อมีการระบายน้ำจากแหล่งนี้ออกสู่พื้นที่ภายนอกจะทำให้มีโอกาสเกิดการแพร่กระจายความเค็มลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินและพื้นที่เกษตรข้างเคียงอื่นๆ ได้ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดปัญหาความขัดแย้งระหว่างเกษตรกรที่ใช้แหล่งน้ำร่วมกันตามมา สำหรับปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง และแหล่งน้ำทิ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนบนและตอนล่าง พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

สำหรับบีโอดีของแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ที่ทำนากุ้งในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาทั้งตอนบนและตอนล่าง มีค่าบีโอดีของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งเฉลี่ยสูงกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำทิ้งทั้ง 2 บริเวณ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากมีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ที่เกิดจากการตกค้างของอาหารกุ้งในปริมาณมาก ทำให้จุลินทรีย์มีโอกาสเติบโตและมีการขยายพันธุ์มาก ความต้องการบริโภคออกซิเจนจึงมากขึ้นปริมาณออกซิเจนในน้ำจึงลดลง การปล่อยน้ำทิ้งเหล่านี้ออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงโดยปราศจากระบบการจัดการที่ดีจะทำให้เกิดมีการสะสมของสารอาหาร

และของเสียที่เกิดจากตัวกุ้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชอย่างรวดเร็ว จนอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ Eutrophication หรือปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ (red tide) ซึ่งจะมีผลทำให้แหล่งน้ำนั้นเกิดภาวะการขาดออกซิเจนได้และทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอีกเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้แหล่งน้ำเกิดภาวะมลพิษเน่าเสียได้ง่าย

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการทำนาข้าวมาเป็นการทำนากุ้งที่เกิดขึ้นในที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้ก่อให้เกิดผลกระทบทั้งต่อทรัพยากรดินและน้ำอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่เกิดขึ้นทำให้ศักยภาพของที่ดิน (land use potential) ลดลง ซึ่งผลิตภาพของดินในการให้ผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง (land productivity) ขณะเดียวกันยังส่งผลกระทบต่อพื้นที่เกษตรข้างเคียงได้รับความเสียหายเนื่องจากอิทธิพลของความเค็มของดินที่เพิ่มขึ้น และถึงแม้ว่าผลกระทบของการทำนากุ้งที่มีต่อคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและยังไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนก็ตาม แต่หากไม่มีระบบการจัดการคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนที่จะปล่อยออกสู่พื้นที่ภายนอกที่ดีพอก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งได้ในอนาคต ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการกำหนดแนวทางและมาตรการป้องกันและแก้ไขเพื่อที่จะช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม การควบคุมและจัดการคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรจะต้องมีการดำเนินการเป็นอย่างยิ่ง