

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยไปยังตลาดหลัก โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล โครงการนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกสินค้าประมงไทย โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนากรมประมง ระหว่างปี พ.ศ. 2563 – 2567 และพิจารณาปัจจัยทางเศรษฐกิจเพิ่มเติม เช่น อัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) และดัชนีราคาผู้บริโภค (CPI) เพื่อนำมาวิเคราะห์และพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมง

การศึกษานี้ใช้ เทคนิค Random Forest สำหรับการวิเคราะห์ที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ARIMA และ Exponential smoothing สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะตามลำดับเวลา และเทคนิค Linear Regression สำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นของข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองแต่ละประเภท และพัฒนาเว็บไซต์ เพื่อเผยแพร่สารสนเทศให้สามารถเข้าถึงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 ผลการดำเนินงาน

การศึกษาดังนี้ได้ดำเนินการจัดการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยไปยังตลาดหลัก โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ระหว่างปี พ.ศ. 2563 – 2567 โดยใช้กระบวนการ CRISP-DM ซึ่งเป็นแนวทางมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ กระบวนการนี้เริ่มจากการทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) โดยตรวจสอบ และจัดการค่าที่ขาดหายไป (Missing Value) รวมถึงกำจัดข้อมูลที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการวิเคราะห์ จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านการปรับปรุงเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์และพยากรณ์โดยใช้เทคนิคแบบจำลองป่าสุ่ม (Random Forest) สำหรับการวิเคราะห์ที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ARIMA และ การปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential smoothing) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะตามลำดับเวลา และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) สำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นของข้อมูล จากนั้นทำการเปรียบเทียบและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองแต่ละประเภทเพื่อหาแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

การนำเสนอผู้จัดทำได้พัฒนา Dashboard ด้วย Power BI เพื่อให้การแสดงผลข้อมูล มีความชัดเจน และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้ถูกนำไปเผยแพร่ผ่าน Web Browser ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย และช่วยลดความซับซ้อนของข้อมูล การพัฒนาเว็บไซต์นำเสนอในรูปแบบ Visualization ด้วยภาษา PHP, HTML, JavaScript, SQL และ CSS ช่วยให้สามารถนำเสนอสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษานี้ผู้จัดทำได้ทำการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงไทยไปยังตลาดหลัก มีจำนวน 15 ประเทศ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา จีน แคนาดา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย ลาว กัมพูชา เมียนมา อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ บรูไนดารุสซาลาม เวียดนาม มาเลเซีย สิงคโปร์ และเกาหลีใต้ และมีจำนวน 8 หมวดหมู่ประกอบด้วย

หมวดที่ 1.1 กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง

หมวดที่ 1.3 กุ้งต้มหรือึ่ง

หมวดที่ 1.4 กุ้งบรรจุภาชนะที่อากาศผ่านเข้าออกไม่ได้

หมวดที่ 1.5 กุ้งปรุงแต่งหรือทำไว้ไม่ให้เสีย

หมวดที่ 2.1 หมึกสดแช่เย็นแช่แข็ง

หมวดที่ 2.2 หมึกแห้ง

หมวดที่ 2.3 หมึกแปรรูปหรือปรุงแต่ง

หมวดที่ 2.4 หมึกรมควัน

หมวดที่ 3.1 ปลาสดแช่เย็นแช่แข็ง(รวมตับและไข่)

หมวดที่ 3.2 เนื้อปลาสดแช่เย็นแช่แข็ง

หมวดที่ 3.3 ปลาแห้ง

หมวดที่ 3.4 ปลามีชีวิตและปลาพันธุ์

หมวดที่ 3.5 ทูน่าสดแช่เย็นแช่แข็ง

หมวดที่ 4. อาหารทะเลกระป๋อง(ไม่รวมกุ้ง)

หมวดที่ 4.1 ทูน่ากระป๋อง

หมวดที่ 4.2 ซาร์ดีนกระป๋อง

หมวดที่ 4.3 ปลากระป๋องอื่นๆ

หมวดที่ 4.4 ปูกระป๋อง

หมวดที่ 4.5 อาหารทะเลกระป๋องอื่นๆ

หมวดที่ 5. อาหารสุนัขและอาหารแมวกระป๋อง

หมวดที่ 6.1 ผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูป

หมวดที่ 6.2 ผลิตภัณฑ์พืชน้ำแปรรูป

หมวดที่ 6.3 ปูที่ปรุงแต่งหรือทำไว้มิให้เสีย

หมวดที่ 7. สินค้าประมงอื่นๆ

หมวดที่ 8. ปลาป่น

โดยประเมินประสิทธิภาพตาม และประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อน Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และ Mean Absolute Error (MAE) แบ่งผลการประเมินตามประเภทหมวดหมู่และกลุ่มโมเดล

4.1.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพและผลการเปรียบเทียบของของแบบจำลองกลุ่ม Regression Models ในหมวดที่ 1.1 กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง แสดงรายละเอียดดังตัวอย่างผลของแบบจำลองต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 1.1 กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งด้วยเทคนิคป่าสุ่ม (Random Forest)

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
สหรัฐอเมริกา	33.030	8.04	23.870	44.866	14.72	27.538
จีน	73.183	7.88	50.319	106.774	16.49	100.858
แคนาดา	5.325	7.79	3.663	8.216	13.28	6.808
ญี่ปุ่น	25.067	6.74	17.162	47.455	19.38	45.069
ออสเตรเลีย	5.492	16.09	3.693	8.854	34.79	8.249
ลาว	0.404	66.58	0.233	0.778	17.11	0.628
กัมพูชา	29.528	23.06	16.611	64.950	85.81	64.790
เมียนมา	7.325	11.12	5.004	14.100	21.43	13.207
อินโดนีเซีย	-	-	-	-	-	-
ฟิลิปปินส์	1.195	3670.62	0.869	1.505	7395.63	1.368
บรูไนดารุสซาลาม	0.169	328.25	0.104	0.243	620.26	0.166
เวียดนาม	10.057	65.09	7.052	11.863	126.60	10.209

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
มาเลเซีย	5.576	8.59	3.983	8.123	21.94	7.557
สิงคโปร์	3.784	8.05	2.200	5.257	14.33	4.457
เกาหลีใต้	7.466	7.75	5.359	10.465	11.61	8.791

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 1.1 กู้สดแช่เย็นแช่แข็งด้วยเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
สหรัฐอเมริกา	35.524	8.38	25.585	63.844	23.01	59.088
จีน	59.315	8.77	49.224	79.700	12.47	76.456
แคนาดา	10.684	15.51	8.160	18.425	35.39	18.104
ญี่ปุ่น	23.082	6.56	17.582	40.511	16.23	38.980
ออสเตรเลีย	4.639	11.20	3.572	5.984	21.35	5.040
ลาว	0.404	66.58	0.233	0.778	17.11	0.628
กัมพูชา	2.393	30.63	1.581	4.317	89.81	4.247
เมียนมา	10.235	17.01	7.079	7.932	9.86	6.144
อินโดนีเซีย	-	-	-	-	-	-
ฟิลิปปินส์	2.077	6,798.92	1.806	2.287	11,798.65	2.115
บรูไนดารุสซาลาม	0.174	36.98	0.061	0.175	40.50	0.057
เวียดนาม	13.165	151.18	10.979	16.829	235.38	16.148
มาเลเซีย	9.779	12.80	7.062	13.387	16.80	9.671
สิงคโปร์	2.598	8.93	2.044	3.455	10.13	3.032
เกาหลีใต้	7.702	8.85	6.232	6.748	7.31	5.576

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 1.1 กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งในประเทศเกาหลีใต้
กลุ่ม Regression Models

แบบจำลอง	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
Random Forest	7.466	7.75	5.359	10.465	11.61	8.791
Linear Regression	7.702	8.85	6.232	6.748	7.31	5.576

จากผลการประเมินประสิทธิภาพพบว่า แบบจำลอง Linear Regression ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลอง Random Forest อย่างชัดเจนทั้งในชุดข้อมูล Train set และชุดข้อมูล Testing โดยในชุดข้อมูลทดสอบ Linear Regression มีค่า RMSE เท่ากับ 6.748 ค่า MAPE เท่ากับ 7.31 และค่า MAE เท่ากับ 5.576 ขณะที่ Random Forest มีค่า RMSE เท่ากับ 10.465 ค่า MAPE เท่ากับ 11.61 และค่า MAE เท่ากับ 8.791

4.1.1.1 ค่าสัมประสิทธิ์และสมการถดถอย

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ในหมวดที่ 1.1 กุ้งสดแช่เย็นแช่แข็ง ไปยังประเทศเกาหลีใต้ พบว่า แบบจำลอง Linear Regression ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดเมื่อประเมินด้วยตัวชี้วัดความแม่นยำที่กำหนดไว้ ได้แก่ RMSE, MAE และ MAPE เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการพยากรณ์อื่นที่ใช้ในการศึกษาเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองดังกล่าวสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและมูลค่าการส่งออกได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบจำลอง Random Forest ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองดังกล่าวเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ในครั้งนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่า Coefficient ในหมวด 1.1 กุ้งแช่เย็นแช่แข็ง ไปยังประเทศเกาหลีใต้

Attribute	Coefficient	Std. Error	Std. Coefficient	Tolerance	t-Stat	p-Value
Quantity	0.380	0.020	0.919	0.845	18.686	0
usd	2.482	1.084	0.162	0.409	2.291	0.029
cpi	-0.343	0.546	-0.044	0.427	-0.629	0.534
(Intercept)	-55.018	46.343	?	?	-1.187	0.244

จากผลการประเมินค่าพารามิเตอร์ สามารถเขียนสมการการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณได้ ดังนี้

$$\hat{Y} = -55.018 + 0.380(\text{Quantity}) + 2.482(\text{USD}) - 0.343(\text{CPI})$$

โดยที่

\hat{Y} คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแปรตาม (มูลค่าการส่งออกกึ่งแซ่เย็นแซ่แข็ง ไปยังประเทศเกาหลีใต้)

Quantity คือ ปริมาณการส่งออก

USD คือ อัตราการแลกเปลี่ยนเงิน

CPI คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค

ปริมาณการส่งออกเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อมูลค่าการส่งออกอย่างชัดเจน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.380 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งต่ำกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อมูลค่าการส่งออกอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อปริมาณการส่งออกเพิ่มขึ้น 1 หน่วย มูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.380 หน่วย เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่นคงที่ นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์มาตรฐานมีค่า 0.919 ซึ่งสะท้อนว่าปริมาณการส่งออกเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงที่สุดในแบบจำลองนี้

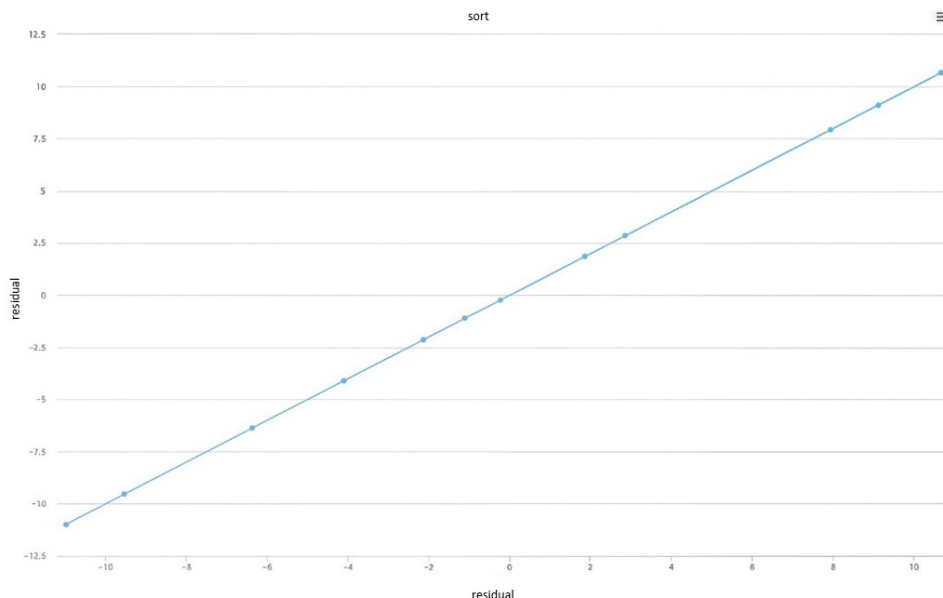
ในส่วนของอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์สหรัฐ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 2.482 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.029 ซึ่งต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นกัน แสดงว่าอัตราแลกเปลี่ยนมีผลต่อมูลค่าการส่งออกอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ เมื่ออัตราแลกเปลี่ยนเพิ่มขึ้น มูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

สำหรับดัชนีราคาผู้บริโภค (cpi) แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์จะมีค่าเป็นลบ (-0.343) แต่มีค่า p-value เท่ากับ 0.534 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อมูลค่าการส่งออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองนี้

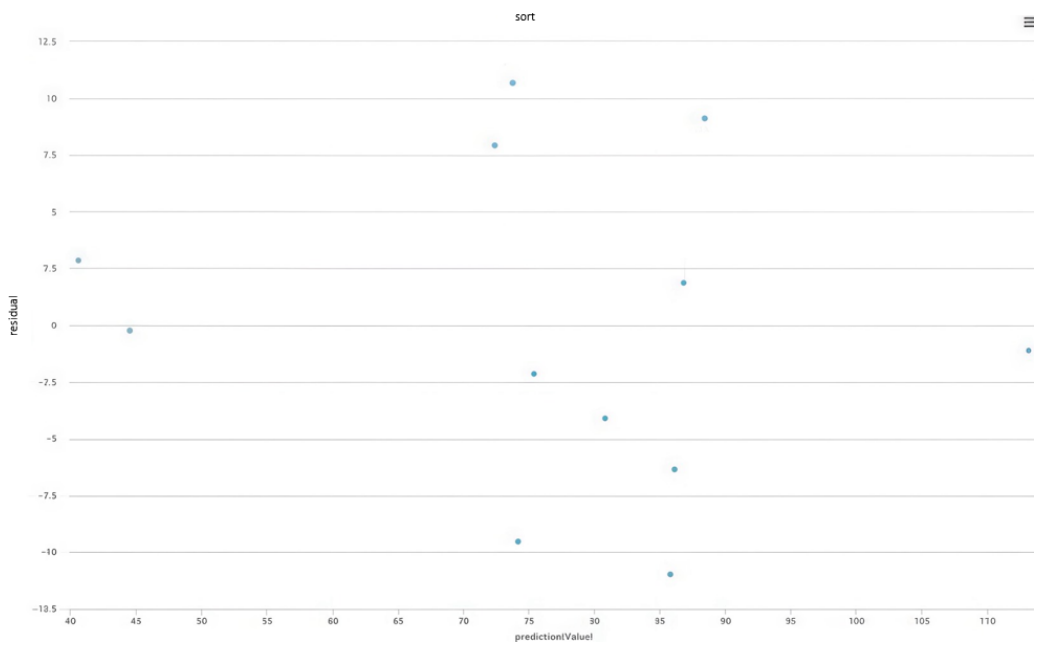
ส่วนค่าคงที่ของสมการมีค่าเท่ากับ -55.018 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าคงที่มีหน้าที่ช่วยปรับระดับสมการให้เหมาะสมกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลองนี้

4.1.1.2 การตรวจสอบสมมติฐานของแบบจำลอง

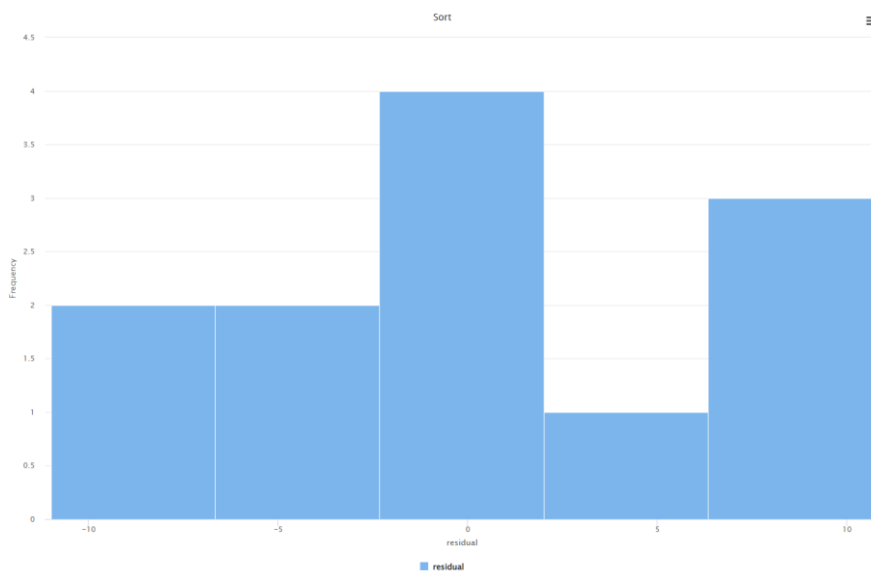
การตรวจสอบสมมติฐานของแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) เป็นขั้นตอนสำคัญ เพื่อประเมินความเหมาะสมและความน่าเชื่อถือของผลการประมาณค่า โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของค่าส่วนเหลือ (Residuals) ผ่านกราฟต่างๆ ดังนี้



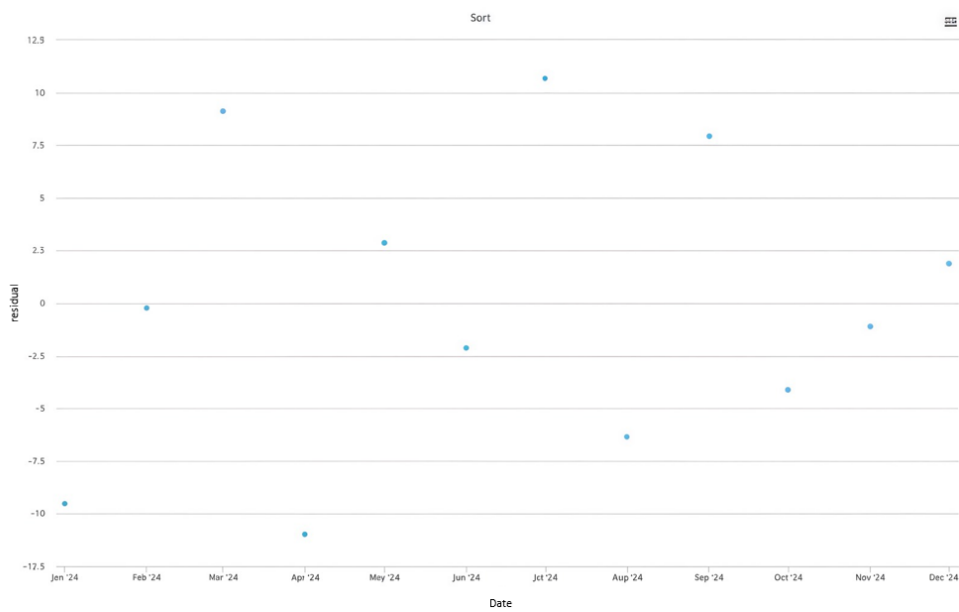
ภาพที่ 4.1 แสดงกราฟการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot)



ภาพที่ 4.2 แสดงกราฟความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือ (Residuals vs Fitted Values)



ภาพที่ 4.3 แสดงกราฟฮิสโตแกรม (Histogram of Residuals)



ภาพที่ 4.4 แสดงกราฟลำดับของข้อมูล (Residuals vs Order)

จากผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ได้ทำการตรวจสอบสมมติฐานพื้นฐานของแบบจำลองผ่านกราฟทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ กราฟการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot), กราฟความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือ (Residuals vs Fitted Values), กราฟฮิสโตแกรม (Histogram of Residuals), และ กราฟลำดับของข้อมูล (Residuals vs Order) เพื่อประเมินความเหมาะสมของ

แบบจำลอง ผลจากกราฟการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Probability Plot) พบว่า จุดข้อมูลของค่าคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มเรียงตัวใกล้เคียงเส้นทแยงมุม แสดงให้เห็นว่าค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น (OLS) อาจมีการเบี่ยงเบนเล็กน้อยในบางช่วง แต่ไม่พบความผิดปกติ สำหรับกราฟความแปรปรวนของค่าส่วนเหลือ (Residuals vs. Fitted Values) พบว่าจุดข้อมูลกระจายตัวแบบสุ่มรอบเส้นศูนย์ โดยไม่พบรูปแบบเป็นแนวโค้งหรือรูปกรวยอย่างชัดเจน สะท้อนว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีลักษณะเชิงเส้น และค่าคลาดเคลื่อนมีความแปรปรวนค่อนข้างคงที่ในทุกระดับของค่าที่พยากรณ์ ส่วนของกราฟฮิสโตแกรม (Histogram of Residuals) พบว่าการกระจายตัวของค่าคลาดเคลื่อนมีลักษณะใกล้เคียงรูปทรงระฆังคว่ำ ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สอดคล้องกับผลจาก Normal Probability Plot จึงสามารถบอกได้ว่าค่าคลาดเคลื่อนมีแนวโน้มแจกแจงแบบปกติในภาพรวม ซึ่งมีความเหมาะสมของแบบจำลองในเชิงสถิติ และกราฟลำดับของข้อมูล (Residuals vs Order) ซึ่งใช้ตรวจสอบความเป็นอิสระของค่าคลาดเคลื่อนในข้อมูลที่มีลำดับเวลา พบว่าค่าคลาดเคลื่อนกระจายตัวแบบไม่เป็นระบบ ไม่มีแนวโน้มต่อเนื่องหรือรูปแบบเป็นคลื่น แสดงให้เห็นว่าไม่พบปัญหาในตัวเองอย่างรุนแรงในแบบจำลองนี้ โดยสรุปผลการตรวจสอบกราฟทั้ง 4 ประเภทแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยมีความเหมาะสมในเชิงสถิติ จึงสามารถนำผลการประมาณค่าไปอธิบายความแม่นยำของการพยากรณ์ของแบบจำลอง Linear Regression

4.1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพและผลการเปรียบเทียบของของแบบจำลองกลุ่มอนุกรมเวลา (Time Series Models) ในหมวดที่ 2.3 หมึกแปรรูปหรือปรุงแต่งแสดงรายละเอียดดังตัวอย่างผลของแบบจำลองต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 2.3 หมึกแปรรูปหรือปรุงแต่งด้วยเทคนิค ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
สหรัฐอเมริกา	17.338	32.15	12.884	6.268	21.33	4.830
จีน	2.619	236.44	2.079	1.881	49.54	1.601
แคนาดา	7.446	507.89	5.364	6.654	151.54	4.574
ญี่ปุ่น	10.945	22.05	8.346	8.614	16.20	6.548

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
ออสเตรเลีย	4.377	39.90	3.571	3.393	29.13	2.579
ลาว	0.854	11.27	0.663	0.461	87.17	0.362
กัมพูชา	4.687	70.674	3.695	2.499	24.967	1.835
เมียนมา	0.925	296.441	0.467	0.343	113.870	0.273
อินโดนีเซีย	0.224	85.917	0.134	1.002	390.804	0.770
ฟิลิปปินส์	0.412	196.428	0.249	2.181	248.323	1.301
บรูไนดารุสซาลาม	0.235	199.409	0.190	0.299	44.115	0.258
เวียดนาม	1.821	163.583	1.418	2.729	83.094	1.850
มาเลเซีย	1.022	850.27	0.862	2.738	1567.38	1.925
สิงคโปร์	1.421	25.98	1.039	1.307	12.97	0.849
เกาหลีใต้	2.223	242.68	1.600	1.218	193.83	0.933

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 2.3 หมักแปรรูปหรือปรุงแต่งด้วยเทคนิคการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential smoothing)

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
สหรัฐอเมริกา	16.726	30.60	12.707	8.393	34.54	7.210
จีน	2.816	210.15	2.171	1.888	46.70	1.574
แคนาดา	7.985	420.35	5.677	7.812	428.52	4.966
ญี่ปุ่น	11.373	23.85	8.652	8.921	15.28	6.462
ออสเตรเลีย	4.390	38.33	3.536	3.410	30.11	2.675
ลาว	0.677	90.46	0.432	0.474	40.67	0.363
กัมพูชา	4.610	68.290	3.681	3.349	38.378	2.914
เมียนมา	0.936	470.224	0.462	0.233	98.280	0.280
อินโดนีเซีย	0.221	82.210	0.132	1.056	346.443	0.796

ประเทศ	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
ฟิลิปปินส์	0.414	264.029	0.217	2.289	166.586	1.127
บรูไนดารุสซาลาม	0.272	214.196	0.223	0.308	41.054	0.270
เวียดนาม	1.299	104.931	1.014	2.929	107.077	2.222
มาเลเซีย	1.035	787.61	0.847	2.744	386.63	1.627
สิงคโปร์	1.403	24.63	1.010	1.347	11.98	0.859
เกาหลีใต้	1.549	215.07	1.198	1.284	213.04	0.975

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนหมวดที่ 2.3 หมึกแปรรูปหรือปรุงแต่งในประเทศ สิงคโปร์ กลุ่มอนุกรมเวลา (Time Series Models)

แบบจำลอง	ชุดข้อมูล Train set			ชุดข้อมูล Testing		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
ARIMA	1.421	25.98	1.039	1.307	12.97	0.849
Exponential smoothing	1.403	24.63	1.010	1.347	11.98	0.859

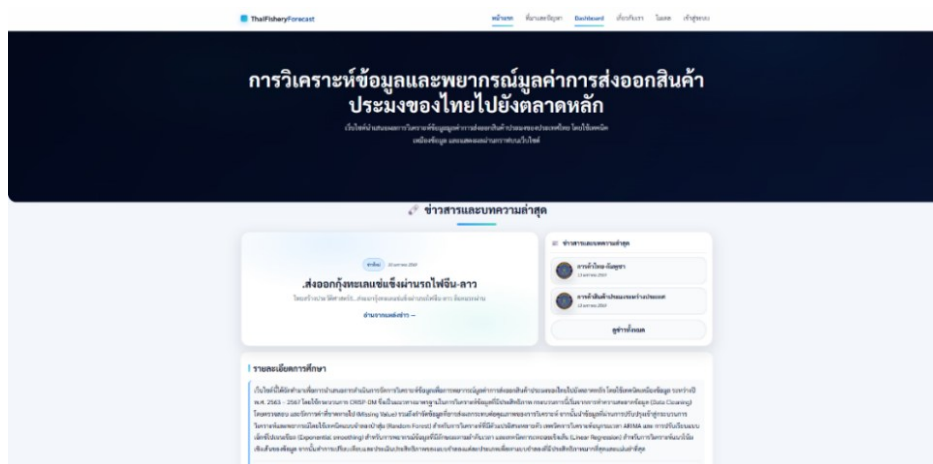
จากผลการประเมินประสิทธิภาพพบว่า แบบจำลอง Exponential smoothing ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่าแบบจำลอง ARIMA ทั้งในชุดข้อมูล Train set และชุดข้อมูล Testing โดยในชุดข้อมูลทดสอบ Exponential smoothing มีค่า RMSE เท่ากับ 1.347 ค่า MAPE เท่ากับ 11.98 และค่า MAE เท่ากับ 0.859 ขณะที่ ARIMA มีค่า RMSE เท่ากับ 1.307 ค่า MAPE เท่ากับ 12.97 และค่า MAE เท่ากับ 0.849

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ทั้งในกลุ่มแบบจำลอง Regression Models และ Time Series Models รวมถึงการพิจารณาผลลัพธ์ของแต่ละแบบจำลองพบว่า แบบจำลอง Linear Regression ให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่นที่นำมาศึกษา พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ได้แก่ ค่า RMSE, MAE และ MAPE ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแบบจำลองอื่น แสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง Linear Regression สามารถประมาณค่ามูลค่าการส่งออกได้ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าจึงสามารถสรุปได้ว่า Linear Regression เป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมและให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ข้อมูลชุดนี้มากที่สุด

4.2 เว็บไซต์

จากการศึกษาครั้งนี้ผู้จัดทำได้ดำเนินการนำผลการวิเคราะห์และพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยไปยังตลาดหลัก โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2567 มาเผยแพร่ผ่านเว็บไซต์ โดยหน้าเว็บไซต์จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้ใช้งาน และส่วนของผู้ดูแลระบบ ซึ่งเว็บไซต์จะประกอบด้วยหน้าเว็บไซต์ ดังนี้

4.2.1 ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป



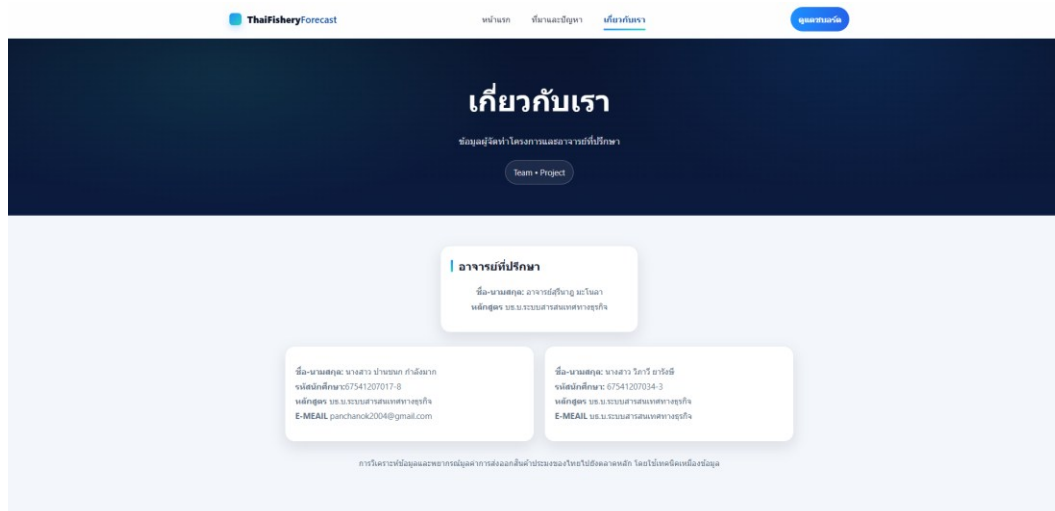
ภาพที่ 4.5 หน้าแรกของเว็บไซต์ในส่วนผู้ใช้งานทั่วไป

จากภาพที่ 4.5 แสดงหน้าหลักสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ซึ่งออกแบบเพื่อสื่อสารภาพรวมการวิเคราะห์ข้อมูลและพยากรณ์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยไปยังตลาดหลัก โดยส่วนหัวของหน้าเว็บแสดงชื่อโครงการและเมนูนำทางไปยังหน้าต่างๆ ของระบบ ถัดลงมาเป็นส่วน Dashboard (Actual Data) ที่ให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลตามตัวกรอง (เช่น ประเทศคู่ค้า หมวดสินค้า และปี) จากนั้นระบบจะแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของตัวชี้วัดความคลาดเคลื่อน RMSE, MAPE และ MAE พร้อมกราฟเส้นแสดงแนวโน้มมูลค่าการส่งออกรายช่วงเวลา และกราฟวงกลมแสดงสัดส่วนหมวดหมู่สินค้าเพื่อช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจข้อมูลได้อย่างชัดเจน



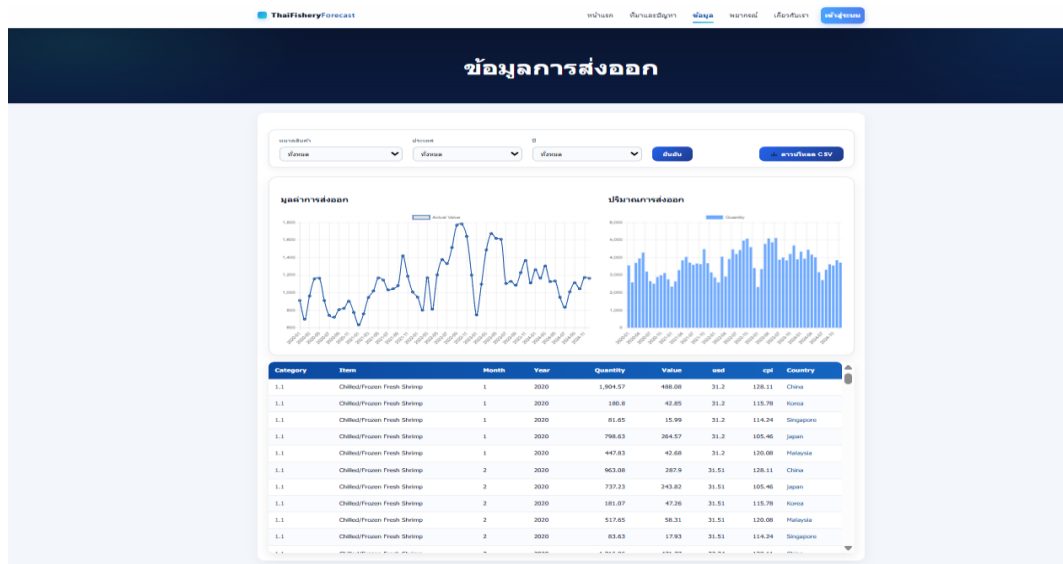
ภาพที่ 4.6 หน้าเว็บไซต์แสดงที่มาและปัญหาของโครงการ

จากภาพที่ 4.6 แสดงหน้าที่ที่มาและปัญหาของเว็บไซต์ ซึ่งจัดทำเพื่ออธิบายจุดประสงค์ ความสำคัญ และปัญหาของการวิเคราะห์มูลค่าการส่งออกสินค้าประมงของไทยไปยังตลาดหลัก ภายใต้นี้หน้าเว็บมีสื่อวิดีโอประกอบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจสถานการณ์และแนวโน้มที่อาจเป็นปัจจัยในการส่งออกสินค้าประมงของไทยได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และมีเนื้อหาอธิบายที่กล่าวถึงที่มาของข้อมูล ปัจจัยหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การจัดทำระบบและผลลัพธ์ของการพยากรณ์



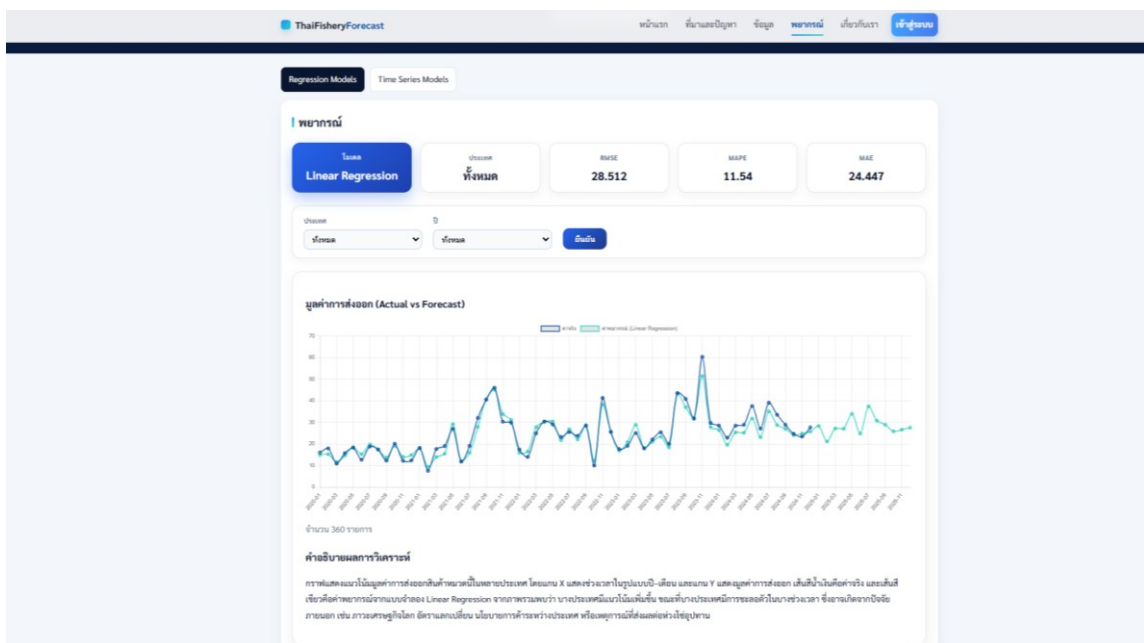
ภาพที่ 4.7 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลส่วนตัวของผู้จัดทำและที่ปรึกษาโครงการ

จากภาพที่ 4.7 แสดงหน้าเกี่ยวกับเราของเว็บไซต์ ซึ่งจัดทำเพื่อแนะนำข้อมูลส่วนตัวของผู้จัดทำ และที่ปรึกษาโครงการ โดยภายในหน้าเว็บมีส่วนหัวแสดงชื่อหน้าและข้อความสรุป พร้อมแสดงข้อมูลสมาชิกกระป๋วยละเอียด เช่น ชื่อ – นามสกุล รหัสนักศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และช่องทางติดต่อ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบและอำนวยความสะดวกในการติดต่อสอบถามหรือรับข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานทั่วไป



ภาพที่ 4.8 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลการส่งออก(ข้อมูลจริง)

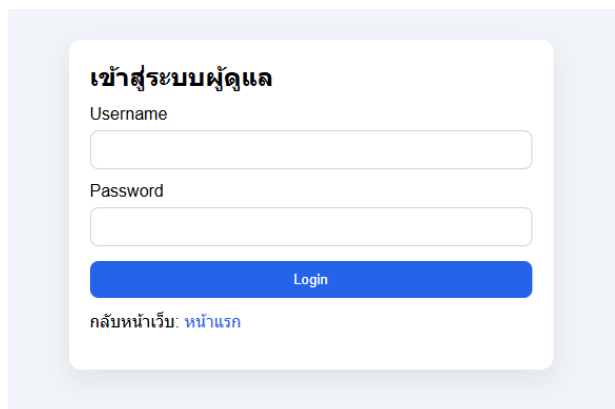
จากภาพที่ 4.8 แสดงหน้าข้อมูลการส่งออกของเว็บไซต์ ซึ่งออกแบบเพื่อใช้แสดงและวิเคราะห์ข้อมูลการส่งออกในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ภายในหน้าประกอบด้วยส่วนหัวที่แสดงชื่อหน้าและแถบนำทางหลักของเว็บไซต์ บริเวณด้านบนมีตัวกรองข้อมูล เช่น ประเทศ หมวดหมู่สินค้า และรายการสินค้า เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกเงื่อนไขที่ต้องการ จากนั้นระบบจะแสดงผลข้อมูลตามที่กำหนด พร้อมปุ่มสำหรับดาวน์โหลดข้อมูลในรูปแบบไฟล์ CSV ส่วนแสดงผลข้อมูลประกอบด้วยกราฟ 2 รูปแบบ ได้แก่ กราฟเส้นแสดงแนวโน้มมูลค่าการส่งออกตามช่วงเวลา และกราฟแท่งแสดงปริมาณการส่งออก ด้านล่างเป็นตารางรายละเอียดข้อมูล ซึ่งแสดงค่าตัวเลขสำคัญ เช่น เดือน ปี ปริมาณ มูลค่า และประเทศ เพื่อให้สามารถตรวจสอบข้อมูลเชิงลึกควบคู่กับกราฟได้



ภาพที่ 4.9 หน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูลการพยากรณ์

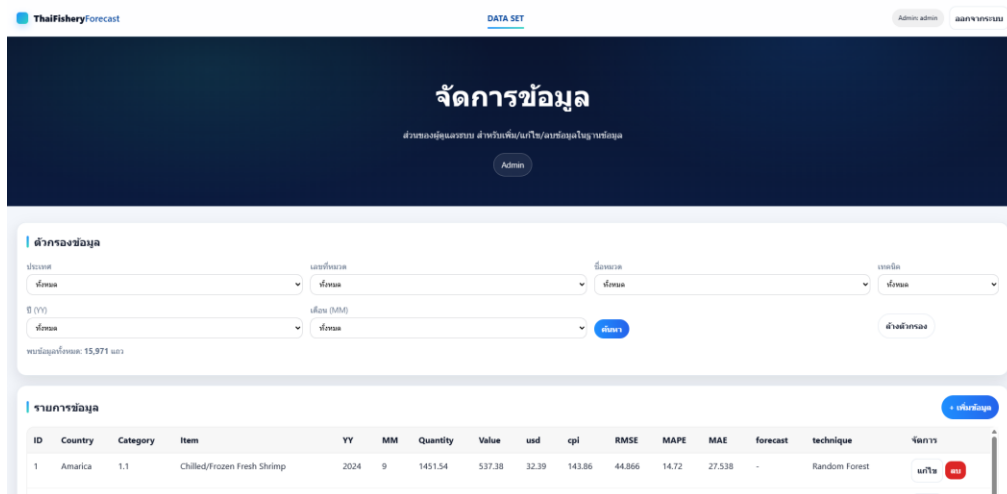
จากภาพที่ 4.9 แสดงหน้าข้อมูลการพยากรณ์ ของเว็บไซต์ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อแสดงผลการคาดการณ์มูลค่าการส่งออก จากแบบจำลองทางสถิติ โดยภายในหน้ามีการแบ่งประเภทแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ Regression Models และ Time Series Models เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูผลของแต่ละแบบจำลองได้บริเวณส่วนบนของหน้าแสดงชื่อเทคนิคที่เลือกใช้งาน เช่น Linear Regression พร้อมทั้งแสดงค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง ได้แก่ ค่า RMSE, MAPE และ MAE เพื่อใช้ประเมินความแม่นยำของผลการพยากรณ์ นอกจากนี้ยังมีตัวกรองสำหรับเลือกประเทศ เพื่อให้สามารถดูผลการพยากรณ์เฉพาะส่วนที่สนใจได้ส่วนแสดงผลหลักเป็นกราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่างค่าจริง (Actual) และค่าที่พยากรณ์ (Forecast) ในแต่ละช่วงเวลา ทำให้สามารถมองเห็นความใกล้เคียงและความแตกต่างของข้อมูลได้อย่างชัดเจนด้านล่างของหน้าเป็นข้อความอธิบายผลการวิเคราะห์ เพื่อสรุปแนวโน้มและอธิบายความเหมาะสมของแบบจำลองที่ใช้

4.2.2 ส่วนของผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 4.10 หน้าเว็บไซต์แสดงหน้า Login เข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

จากภาพที่ 4.10 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin) ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงการจัดการข้อมูลของเว็บไซต์ภายในหน้าเว็บประกอบด้วยช่องกรอก Username และ Password พร้อมปุ่ม Login เพื่อดำเนินการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน หากข้อมูลถูกต้องระบบจะอนุญาตให้เข้าสู่ส่วนจัดการข้อมูลต่อไป



ID	Country	Category	Item	YY	MM	Quantity	Value	usd	cpi	RMSE	MAPE	MAE	forecast	technique	จัดการ
1	America	1.1	Chilled/frozen Fresh Shrimp	2024	9	1451.54	537.38	32.39	143.86	44.866	14.72	27.538	-	Random Forest	แก้ไข

ภาพที่ 4.11 หน้าเว็บไซต์แสดงหน้าจัดการข้อมูล (Data Set) สำหรับผู้ดูแลระบบ

จากภาพที่ 4.11 แสดงหน้าจัดการข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ ซึ่งใช้สำหรับบริหารจัดการข้อมูล (Data Set) ภายในระบบ โดยหน้าเว็บแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

4.2.2.1 ส่วนคัดกรองข้อมูล คือส่วนที่ผู้ดูแลระบบสามารถเลือกเงื่อนไขเพื่อค้นหาหรือกรองข้อมูลที่ต้องการแสดง เช่น ประเทศ (Country) หมวดสินค้า (Category) รายการสินค้า (Item) ปี (YY) เดือน (MM) และตัวแปรอื่น ๆ เพื่อช่วยให้ค้นหาข้อมูลจำนวนมากได้สะดวกและรวดเร็ว

4.2.2.2 ส่วนแสดงรายการข้อมูล คือส่วนที่ระบบแสดงข้อมูลในรูปแบบตาราง (Table) โดยประกอบด้วยรายการต่างๆ เช่น ประเทศ (Country) หมวดสินค้า (Category) รายการสินค้า (Item) ปี (YY) เดือน (MM) ปริมาณ(Quantity) มูลค่า(Value) รวมถึงตัวแปรอื่นๆ และค่าประเมินความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง ได้แก่ RMSE, MAPE, MAE พร้อมข้อมูลผลพยากรณ์ และเทคนิคที่ใช้ นอกจากนี้ยังมีปุ่มคำสั่งสำหรับ เพิ่มข้อมูล, แก้ไข, และ ลบ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบจัดการข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

The screenshot shows a web form titled 'ThaiFisheryForecast' with a 'สมัครสมาชิก' (Sign Up) link. The form contains the following fields:

- Country *
- Category *
- Item *
- YY *
- MM *
- Quantity
- Value
- usd
- cpi
- RMSE
- MAPE
- MAE
- forecast
- technique (dropdown menu with 'ต้นไม้ Random Forest' selected)

Buttons at the bottom: เพิ่มข้อมูล (Add Data), ยกเลิก (Cancel).

ภาพที่ 4.12 หน้าเว็บไซต์แสดงหน้าฟอร์มสำหรับเพิ่มข้อมูลการพยากรณ์

จากภาพที่ 4.12 แสดงหน้าเพิ่มข้อมูล ซึ่งเป็นหน้าฟอร์มสำหรับผู้ดูแลระบบใช้บันทึกข้อมูลชุดใหม่เข้าสู่ฐานข้อมูล โดยภายในฟอร์มประกอบด้วยช่องกรอกข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ ประเทศ (Country), หมวดสินค้า (Category), รายการสินค้า (Item), ปี (YY), เดือน (MM), ปริมาณ (Quantity), มูลค่า (Value) รวมถึงตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และช่องสำหรับค่าผลการประเมิน/ผลลัพธ์ของแบบจำลอง ได้แก่ ค่าความคลาดเคลื่อน RMSE MAPE และ MAE