

## บทที่ 4

### ผลและบทวิเคราะห์ผล

#### 4.1 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 237 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	135674.7935	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	48923.80266	1.18024265	-10848.377	2033568138	-2.302E+13	2.628E+18
		604871.175	-1.169E+16	270363090	1498797.59	26254906.9
2	48923.80266	1.18024265	-10848.377	2033568138	-2.302E+13	2.628E+18
		604871.175	-1.169E+16	270363090	1498797.59	26254906.9
2.1	2633.849252	3.99583923	-33972.306	2434223858	-2.916E+13	-1.075E+18
		3893891.71	-1.428E+17	78024518.9	12612104.4	-9198910.9
3	2633.849252	3.99583923	-33972.306	2434223858	-2.916E+13	-1.075E+18
		3893891.71	-1.428E+17	78024518.9	12612104.4	-9198910.9
3.1	811.9155840	4.86378880	-50634.441	218957403	8.028E+11	-2.500E+17
		63439707.5	-3.690E+17	-30040580	21593619.7	-5726396.4
4	811.9155840	4.86378880	-50634.441	218957403	8.028E+11	-2.500E+17
		63439707.5	-3.690E+17	-30040580	21593619.7	-5726396.4
4.1	811.9155840	4.86378868	-50634.434	218959268	8.028E+11	-2.500E+17
		63438187.9	-3.690E+17	-30040449	21593703.7	-5726413.5

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations. Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ 1 เกิดจากกระบวนการทำซ้ำ โปรแกรมจะคำนวณทั้งหมด 4 ครั้ง ใน iteration ที่ 1.1 เป็นค่าเริ่มต้นของ iteration ที่ 2 ซึ่งโปรแกรมจะหยุดการคำนวณเมื่อผลต่างของผลรวมกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square) ที่อยู่ถัดไปต่ำกว่า  $1 \times 10^{-8}$  เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 811.9155840 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	134862.87791	13486.28779	92855.19
Residual	5590	811.91558	.14524	
Total	5600	135674.79349		

R squared = .79611

Std. Error of the Estimate (SE) = .38110366

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 134862.87791 แทนค่าเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นจากตัวแปร  $q, t$  ที่ใช้ในการวิเคราะห์การถดถอย
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 811.91558 แทนค่าเบี่ยงเบนที่เกิดขึ้นเนื่องจากอย่างอื่นที่ไม่ใช่ตัวแปร  $q, t$
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 135674.79349 แทนผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์บวกผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .14524 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .79611 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 79.611% ส่วนอีก 20.389% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

Std.Error of the Estimate (SE) คือ ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า มีค่าเท่ากับ .38110366 หมายถึง ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า  $y$  มีค่าเท่ากับ .38110366

ในตารางนี้จะให้ค่าสถิติ F ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : B_1 = B_2 = \dots B_9 = 0$$

$$H_1 : \text{มี } B_i \neq 0 \text{ อย่างน้อย 1 ค่า ; } i = 1, 2, \dots, 9$$

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$

จาก ภาคผนวก ค. ตารางแสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง F ที่ระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) เท่ากับ 0.5 ได้ค่า  $F_{10, 5600} = 1.83$  ดังนั้น จะปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

### ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.863788676	4.844951114	4.882626238	506.159		
B1	-50634.43376	-52328.96323	-48939.90429	-58.579	.156	6.425
B2	218959267.58	33083172.818	404835362.33	2.310	.073	13.653
B3	802762173162	-3.14697E+12	4.75249E+12	* .398	.151	6.628
B4	-2.50025E+17	-5.51861E+17	5.18105E+16	*-1.625	.078	12.821
B5	63438187.928	-17087575.40	143963951.26	* 1.545	.057	17.394
B6	-3.69028E+17	-5.04542E+17	-2.33514E+17	-5.339	.082	12.143
B7	-30040449.06	-73671008.09	13590109.965	* -1.350	.053	19.025
B8	21593703.706	13399973.013	29787434.398	5.166	.16	6.251
B9	-5726413.459	-11147140.63	-305686.2893	-2.071	.065	15.302

\* หมายถึง พารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าสถิติ t

ผลลัพธ์ 3. แสดงค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95 % ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1. เป็นตารางที่แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระที่คำนวณค่าเทียบไว้ โดยใช้สถิติทดสอบ  $t$  สำหรับทดสอบสมมติฐานว่าควรจะมีค่าคงที่ในสมการหรือไม่

$$H_0 : B_i = 0 ; i = 0, 1, 2, \dots, 9$$

$$H_1 : B_i \neq 0 ; i = 0, 1, 2, \dots, 9$$

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้าค่าสถิติ  $t_{\text{คำนวณ}} > t_{\text{ตาราง}}$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จาก ภาคผนวก ค. ตารางแสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง  $t$  ( $t_{0.5, 10} = 1.812$ ) จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ ผ่านการทดสอบทุกตัวยกเว้นค่าพารามิเตอร์ B3 , B4 , B5 , B7 หรือถ้าพิจารณาจาก 95% Confidence Interval = ค่าประมาณแบบช่วงของพารามิเตอร์  $\beta_i$  ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตาราง Lower Bound  $< \beta <$  Upper Bound ถ้าค่าต่ำสุดเป็นลบ ในขณะที่ค่าสูงสุดเป็นบวก สรุปได้ว่า  $\beta_i = 0$  เหมือนกับผลการทดสอบใช้สถิติทดสอบ  $t$  ( $H_0 : \beta_i = 0$ ) จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัวยกเว้นค่าพารามิเตอร์ B3 , B4 , B5 , B7 เช่นกัน

Collinearity Statistics ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

Tolerance ถ้ามีค่าต่ำ (Tolerance  $< 0.001$ ) แสดงว่าตัวแปรตัวนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตัวอื่นๆ มาก จากตาราง Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือไม่มีลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

VIF (Variance Inflation Factors) ถ้ามีค่ามาก (VIF  $> 1000$ ) แสดงว่าตัวแปรตัวนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตัวอื่นๆ มาก (VIF =  $1 / \text{Tolerance}$ ) จากตาราง VIF ทุกค่ามีค่าไม่เกินกว่า 1000 นั่นคือไม่มีลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

4.2 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting)  
ที่อุณหภูมิ 239 องศาเซลเซียส

ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	150611.4875	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	63025.80530	1.15090637	-9947.0856	1639736056	-4.860E+12	8.806E+17
		90283208.5	4.483E+16	502311671	34249660.3	112623099
2	63025.80530	1.15090637	-9947.0856	1639736056	-4.860E+12	8.806E+17
		90283208.5	4.483E+16	502311671	34249660.3	112623099
2.1	5420.959285	3.78636967	-38163.571	2711062707	1.827E+13	-1.118E+18
		294468547	-1.800E+17	255423035	93535701.2	-32166786
3	5420.959285	3.78636967	-38163.571	2711062707	1.827E+13	-1.118E+18
		294468547	-1.800E+17	255423035	93535701.2	-32166786
3.1	708.9168990	5.03834529	-52311.893	1295794668	2.310E+13	-1.604E+18
		788726112	-7.714E+17	-183762019	79997914.7	-19047083
4	708.9168990	5.03834529	-52311.893	1295794668	2.310E+13	-1.604E+18
		788726112	-7.714E+17	-183762019	79997914.7	-19047083
4.1	708.9168990	5.03834529	-52311.892	1295794698	2.310E+13	-1.604E+18
		788726138	-7.714E+17	-183762059	79997907.3	-19047072

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SCON = 1.000E-08

(\*หมายเหตุ ในการแปลผลการวิเคราะห์ตั้งแต่หัวข้อ 4.2 – 4.20 จะใช้หลักการเดียวกับหัวข้อที่ 4.1)

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 708.9168990 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

ผลลัพธ์ 2

Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	149902.57057	14990.25706	118014.9
Residual	5581	708.91690	.12702	
Total	5591	150611.48747		

R squared = .80043

Std. Error of the Estimate = .3563986532

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 149902.57057
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 708.91690
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 150611.48747

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .12702 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .80043 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 80.043% ส่วนอีก 19.957% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 118014.9$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	5.038345291	5.020471338	5.056219244	552.598		
B1	-52311.89279	-53743.71284	-50880.07274	-71.623	.156	6.399
B2	1295794667.5	1177026389.5	1414562945.6	21.388	.099	10.107
B3	2.31001E+13	1.99292E+13	2.62711E+13	14.281	.093	10.747
B4	-1.60356E+18	-1.74734E+18	-1.45978E+18	-21.864	.069	14.485
B5	788726112.11	717560526.14	859891698.08	21.727	.094	10.585
B6	-7.71385E+17	-8.37270E+17	-7.05501E+17	-22.952	.190	5.267
B7	-183762018.6	-258093622.9	-109430414.2	-4.846	.052	19.183
B8	79997914.714	58990252.194	101005577.23	7.465	.160	6.254
B9	-19047083.36	-39942971.21	1848804.4965	* -1.787	.065	15.364

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัวยกเว้น B9 ทำนองเดียวกับผล 95% Confidence Interval ให้ค่าต่ำสุดเป็นลบ ในขณะที่ค่าสูงสุดเป็นบวก สรุปได้ว่า  $\beta_i = 0$  เหมือนกับผลการทดสอบใช้สถิติทดสอบ t ( $H_0: \beta_i = 0$ )

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือไม่มีมิติโคลลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

และค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมิติโคลลิเนียร์ตียังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

### 4.3 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 242 องศาเซลเซียส

#### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	150981.6613	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	56755.39462	1.14910844	-427.37950	2694789.98	-827098076	4.525E+12
		885.991961	885553443	36.3507670	.015996951	.000357324
2	56755.39462	1.14910844	-427.37950	2694789.98	-827098076	4.525E+12
		885.991961	885553443	36.3507670	.015996951	.000357324
2.1	3718.299446	3.96807706	-1222.2311	3853820.29	-1.011E+09	-9.377E+11
		3648.66315	-7.396E+09	13.1089112	.053558409	-.00014778
3	3718.299446	3.96807706	-1222.2311	3853820.29	-1.011E+09	-9.377E+11
		3648.66315	-7.396E+09	13.1089112	.053558409	-.00014778
3.1	639.5541818	5.04675862	-1821.6866	1460878.81	817941013	-2.019E+12
		15713.6168	-3.826E+10	-5.6919912	.049575965	-.00013281
4	639.5541818	5.04675862	-1821.6866	1460878.81	817941013	-2.019E+12
		15713.6168	-3.826E+10	-5.6919912	.049575965	-.00013281
4.1	639.5541818	5.04675861	-1821.6866	1460879.32	817941110	-2.019E+12
		15713.6174	-3.826E+10	-5.6919901	.049575962	-.00013281

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับเท่ากับ 639.5541818 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว



## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	150342.10713	15034.21071	131165.7
Residual	5580	639.55418	.11462	
Total	5590	150981.66131		

R squared = .82313

Std. Error of the Estimate = .3985557561

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 150342.10713
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 639.55418
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 150981.66131

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .11462 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .82313 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 82.313% ส่วนอีก 17.687% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาจาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 131165.7$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95 % Confidence		t	Collinearity Statistics	
		Interval			Tolerance	VIF
		Lower	Upper			
B0	5.046758607	5.028784744	5.064732469	480.217		
B1	-1821.686623	-1874.130120	-1769.243127	-53.949	.156	6.395
B2	1460879.3234	1248173.1443	1673585.5024	12.458	.075	13.248
B3	817941109.91	661614084.66	974268135.15	* .641	.155	6.443
B4	-2.01872E+12	-2.45327E+12	-1.58418E+12	-7.550	.081	12.299
B5	15713.617405	14818.670115	16608.564694	32.318	.058	17.195
B6	-38257977709	-40197413744	-36318541675	-37.425	.084	11.867
B7	-5.691990126	-10.57682154	-.807158713	* 1.369	.054	18.447
B8	.049575962	.040375173	.058776750	14.065	.16	6.249
B9	-.000132810	-.000193787	-.000071834	-8.481	.067	15.025

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัวยกเว้น B3 , B7

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือไม่มีสถิติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

และค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.4 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 245 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	130215.4021	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	47456.21604	1.15849693	-472.33434	2562637.94	-973881812	4.303E+12
		801.201861	1088093778	33.6198966	.013750416	.000323362
2	47456.21604	1.15849693	-472.33434	2562637.94	-973881812	4.303E+12
		801.201861	1088093778	33.6198966	.013750416	.000323362
2.1	1601.217871	4.15724148	-1722.7537	3173980.21	-469798836	-2.057E+12
		3981.67092	-7.445E+09	5.92317765	.043287831	-.00015975
3	1601.217871	4.15724148	-1722.7537	3173980.21	-469798836	-2.057E+12
		3981.67092	-7.445E+09	5.92317765	.043287831	-.00015975
3.1	678.5645080	4.71618463	-2510.7289	1973707.62	1779051319	-2.736E+12
		11690.5356	-2.580E+10	-8.0786129	.032486729	-.00007685
4	678.5645080	4.71618463	-2510.7289	1973707.62	1779051319	-2.736E+12
		11690.5356	-2.580E+10	-8.0786129	.032486729	-.00007685
4.1	678.5645080	4.71618465	-2510.7289	1973707.42	1779051369	-2.736E+12
		11690.5358	-2.580E+10	-8.0786146	.032486728	-.00007685

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 678.5645080 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	129536.83760	12953.68376	102896.8
Residual	5390	678.56451	.12589	
Total	5400	130215.40211		

R squared = .85452

Std. Error of the Estimate = .3548098082

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 129536.83760
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 678.56451
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 130215.40211

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่ามีความใดหนในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .12589 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .85452 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 85.452% ส่วนอีก 14.548% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 102896.8$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5390} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
		B0	4.716184646			
B1	-2510.728928	-2568.668751	-2452.789105	-84.951	.149	6.714
B2	1973707.4171	1752615.4296	2194799.4046	17.501	.074	13.493
B3	1779051369.4	1609982329.2	1948120409.7	20.629	.148	6.754
B4	-2.73632E+12	-3.19301E+12	-2.27962E+12	-11.746	.080	12.454
B5	11690.535806	10714.226681	12666.844932	23.474	.055	18.173
B6	-25803752620	-27923071956	-23684433285	-23.869	.077	12.921
B7	-8.078614555	-13.25402829	-2.903200816	-3.060	.053	18.908
B8	.032486728	.022767407	.042206050	6.553	.160	6.251
B9	-.000076855	-.000141155	-.000012555	-2.343	.066	15.249

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t พบว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกค่า

ทำนองเดียวกับผล 95% Confidence Interval ให้ความหมายเหมือนกับผลการทดสอบใช้สถิติทดสอบ t

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือมีมลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

และค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.5 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 247 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	163723.8557	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	65873.99658	1.09563512	-440.22271	2652258.72	-872252546	4.568E+12
		1446.61509	82.7247989	.052980344	.052980344	.001870072
2	65873.99658	1.09563512	-440.22271	2652258.72	-872252546	4.568E+12
		1446.61509	82.7247989	.052980344	.052980344	.001870072
2.1	5801.791717	3.86748247	-1302.4117	4158033.23	-1.351E+09	5.350E+10
		3310.63640	38.9248160	.092709784	.092709795	-.00053357
3	5801.791717	3.86748247	-1302.4117	4158033.23	-1.351E+09	5.350E+10
		3310.63640	38.9248160	.092709784	.092709795	-.00053357
3.1	927.8820665	5.21016182	-2076.6917	1811277.80	935407651	-2.533E+12
		4627.16194	-18.347118	5.71932879	-5.5708027	-.00048039
4	927.8820665	5.21016182	-2076.6917	1811277.80	935407651	-2.533E+12
		4627.16194	-18.347118	5.71932879	-5.5708027	-.00048039
4.1	927.8820665	5.21016246	-2076.6905	1811272.37	935404415	-2.533E+12
		4627.16674	-18.347118	17.4209207	-17.272395	-.00048039
4.2	927.8820665	5.21016246	-2076.6905	1811272.36	935404414	-2.533E+12
		4627.16680	-18.347118	11.5701247	-11.421599	-.00048039

Run stopped after 9 model evaluations and 4 derivative evaluations. Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most

SSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับเท่ากับ 927.8820665 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	162795.97366	16279.59737	98075.77
Residual	5590	927.88207	.16599	
Total	5600	163723.85573		

R squared = .79820

Std. Error of the Estimate = .36184667242

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 162795.97366
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 927.88207
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 163723.85573

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .16599 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .79820 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 79.820% ส่วนอีก 20.18% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 131165.7$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	5.210161823	5.188553255	5.231770391	532.211		
B1	-2076.691719	-2139.771527	-2013.611911	-72.667	.156	6.404
B2	1811277.7983	1555421.5637	2067134.0328	15.626	.075	13.253
B3	935407651.12	747347719.80	1123467582.4	10.979	.155	6.451
B4	-2.53340E+12	-3.05623E+12	-2.01057E+12	-10.696	.081	12.299
B5	4627.1619385	3656.3489855	5597.9748915	37.196	.058	17.161
B6	-18.34711807	-31.50802627	-5.186209884	-38.687	.084	11.909
B7	5.719328793	-1137589.223	1137600.6612	-3.077	.054	18.488
B8	-5.570802722	-1137600.512	1137589.3700	8.843	.160	6.251
B9	-0.000480386	-0.000848291	-0.000112480	-2.882	.066	15.060

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือมีมัลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

จากค่า VIF พบว่า ทุกค่ามีค่าไม่เกิน 1000 นั่นคือ มีมัลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้



#### 4.6 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Melt Mix) ที่ อุณหภูมิ 249 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
1	281593.0029	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	140154.3052	1.03191760	-382.82519	2776015.87	-1.161E+09	5.272E+12	79.8357527	252907522	24.0687744	.001410156	.000146296
2	140154.3052	1.03191760	-382.82519	2776015.87	-1.161E+09	5.272E+12	79.8357527	252907522	24.0687744	.001410156	.000146296
2.1	26023.43723	3.78925530	-1183.9158	5575828.95	-2.595E+09	5.269E+12	17.0763283	504829132	24.3541619	.005364303	.000055671
3	26023.43723	3.78925530	-1183.9158	5575828.95	-2.595E+09	5.269E+12	17.0763283	504829132	24.3541619	.005364303	.000055671
3.1	127.0801793	6.72156098	-2439.2333	2184387.88	-942482037	-1.296E+12	-2737.5515	3456653394	-.37489524	.022202855	-.00004746
4	127.0801793	6.72156098	-2439.2333	2184387.88	-942482037	-1.296E+12	-2737.5515	3456653394	-.37489524	.022202855	-.00004746
4.1	127.0801793	6.72156099	-2439.2333	2184385.94	-942482872	-1.296E+12	-2737.5411	3456629422	-.37481726	.022202842	-.00004746

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ  
เท่ากับ 127.0801793 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	281465.92270	28146.59227	38079.944
Residual	5590	127.08018	.02273	
Total	5600	281593.00288		

R squared = .98395

Std. Error of the Estimate = .15076696

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 281465.92270
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 127.08018
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 281593.00288

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .02273 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .98395 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 98.395% ส่วนอีก 1.605% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมา

พิจารณาจาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 38079.944$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
		B0	6.721560986		6.714108372	6.729013600
B1	-2439.233252	-2463.176054	-2415.290450	-199.825	.156	6.424
B2	2184385.9429	2090588.1868	2278183.6989	45.654	.073	13.707
B3	-942482872.2	-1013666025	-871299719.2	-25.909	.151	6.627
B4	-1.29566E+12	-1.48994E+12	-1.10138E+12	-13.136	.078	12.873
B5	-2737.541053	-3042.305940	-2432.776167	-17.603	.057	17.402
B6	3456629421.6	2802447072.6	4110811770.6	10.350	.082	12.148
B7	-.374817264	-1.613275546	.863641019	* -.588	.053	19.044
B8	.022202842	.020458492	.023947191	24.959	.160	6.251
B9	-.000047461	-.000056116	-.000038806	-10.751	.065	15.317

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัวยกเว้น B7

ทำนองเดียวกับผล 95% Confidence Interval ที่เหมือนกับผลการทดสอบใช้สถิติทดสอบ t

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ทุกค่ามีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 นั่นคือมีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้

จากค่า VIF พบว่า ทุกค่ามีค่าไม่เกิน 1000 นั่นคือ มีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.7 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Melt Mix) ที่อุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
1	212907.1332	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	95032.87458	1.05263841	-385.18904	2742770.23	-1.158E+09	5.106E+12	473.487298	1309938129	39.6546174	.009486125	.000411317
2	95032.87458	1.05263841	-385.18904	2742770.23	-1.158E+09	5.106E+12	473.487298	1309938129	39.6546174	.009486125	.000411317
2.1	12249.58906	3.80039415	-1154.8259	4949684.78	-2.343E+09	3.362E+12	680.007087	2869780794	27.0201136	.026117473	-.00002683
3	12249.58906	3.80039415	-1154.8259	4949684.78	-2.343E+09	3.362E+12	680.007087	2869780794	27.0201136	.026117473	-.00002683
3.1	406.8380494	5.80145245	-2048.5664	2388654.35	-1.031E+09	-9.312E+11	-2875.3556	7867617286	-13.540521	.058944992	-.00011183
4	406.8380494	5.80145245	-2048.5664	2388654.35	-1.031E+09	-9.312E+11	-2875.3556	7867617286	-13.540521	.058944992	-.00011183
4.1	406.8380494	5.80145242	-2048.5664	2388654.80	-1.031E+09	-9.312E+11	-2875.3571	7867620399	-13.540514	.058944999	-.00011183

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับเท่ากับ 406.8380494 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	212500.29510	21250.02951	291976.2
Residual	5590	406.83805	.07278	
Total	5600	212907.13315		

R squared = .93812

Std. Error of the Estimate = .26977768

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) 212500.29510
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 406.83805
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 212907.13315

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .07278 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .93812 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 93.812% ส่วนอีก 6.188% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 291976.2$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
		B0	5.801452424			
B1	-2048.566355	-2091.406100	-2005.726610	-45.315	.004	284.386
B2	2388654.7993	2220826.8574	2556482.7413	21.47	.001	771.487
B3	-1031475994	-1158840705	-904111283.3	1.983	.006	156.618
B4	-9.31194E+11	-1.27881E+12	-5.83581E+11	-9.894	.007	144.487
B5	-2875.357085	-3602.425931	-2148.288239	30.647	.03	33.678
B6	7867620399.1	6306956364.8	9428284433.5	-7.742	.02	50
B7	-13.54051432	-17.47992022	-9.601108420	-27.711	.03	33.678
B8	.058944999	.051546875	.066343122	23.405	.004	268.066
B9	-.000111832	-.000160776	-.000062888	22.686	.018	56.97

ผลลัพธ์ 3. ระกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t ( $t_{0.5,10} = 1.812$ ) จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัว

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 แสดงว่ามีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้

จากค่า VIF พบว่า ทุกค่ามีค่าไม่เกิน 1000 นั่นคือ มีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.8 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Melt Mix) ที่ อุณหภูมิ 251 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	229645.9709	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	103516.4431	1.08998153	-378.28643	2821106.01	-1.158E+09	5.250E+12
2	103516.4431	1.08998153	-378.28643	2821106.01	-1.158E+09	5.250E+12
2.1	13705.24493	3.94271694	-1122.2330	5061906.28	-2.392E+09	3.495E+12
3	13705.24493	3.94271694	-1122.2330	5061906.28	-2.392E+09	3.495E+12
3.1	292.5618903	6.11303512	-1945.6120	1427668.65	-1.299E+09	4.379E+11
4	292.5618903	6.11303512	-1945.6120	1427668.65	-1.299E+09	4.379E+11
4.1	292.5618903	6.11303513	-1945.6121	1427668.60	-1.299E+09	4.379E+11

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 292.5618903 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	229353.40897	22935.34090	438199.1
Residual	5590	292.56189	.05234	
Total	5600	229645.97086		

R squared = .95374

Std. Error of the Estimate = .2287793

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 229353.40897
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 292.56189
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 229645.97086

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .05234 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .95374 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 95.374% ส่วนอีก 4.626% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 438199.1$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ



### ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	6.113035123	6.101727307	6.124342940	170.144		
B1	-1945.612042	-1981.940337	-1909.283747	-34.152	.009	107.423
B2	1427668.6534	1285349.7041	1569987.6028	-23.220	.003	330.691
B3	-1299000551	-1407006412	-1190994689	-27.993	.0001	10000
B4	437942592682	143164677203	732720508161	38.31	.011	91.712
B5	-11673.98120	-12290.53875	-11057.42365	138.480	.006	163.783
B6	17288392802	15964942897	18611842707	-104.986	.028	35.786
B7	2.058951694	-1.281682464	5.399585851	-59.634	.003	289.941
B8	.108633744	.102360102	.114907385	* -1.483	.00001	100000
B9	-.000311703	-.000353208	-.000270199	34.513	.017	59.513

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว ยกเว้น B8

จากค่า Tolerance พบว่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 แสดงว่ามีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้น B8 ที่มีค่าค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า 0.001)

จากค่า VIF พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกิน 1000 นั่นคือ มีมัลติโคลิเนียริตี้ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.9 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Melt Mix) ที่ อุณหภูมิ 252 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	226287.6474	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	107948.6015	1.04174512	-362.09606	2781311.77	-1.051E+09	4.859E+12
		357.975643	930836993	42.4633769	.000000000	.000000000
2	107948.6015	1.04174512	-362.09606	2781311.77	-1.051E+09	4.859E+12
		357.975643	930836993	42.4633769	.000000000	.000000000
2.1	15563.27522	3.76885574	-1145.3137	5245468.03	-2.036E+09	3.093E+12
		857.062916	2792792199	29.9975448	.000000000	.000000000
3	15563.27522	3.76885574	-1145.3137	5245468.03	-2.036E+09	3.093E+12
		857.062916	2792792199	29.9975448	.000000000	.000000000
3.1	330.2453610	5.99131691	-2039.0666	2886803.35	-1.051E+09	-2.142E+12
		154.064929	5160905335	-22.240828	.000000000	.000000000
4	330.2453610	5.99131691	-2039.0666	2886803.35	-1.051E+09	-2.142E+12
		154.064929	5160905335	-22.240828	.000000000	.000000000
4.1	330.2453610	5.99131693	-2039.0667	2886803.04	-1.051E+09	-2.142E+12
		154.072227	5160889281	-22.240828	.000000000	.000000000

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 330.2453610 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	225957.40199	22595.74020	382460.1
Residual	5590	330.24536	.05908	
Total	5600	226287.64735		

R squared = .94775

Std. Error of the Estimate = .24306377

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 225957.40199
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 330.24536
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 226287.64735

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .05908 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .94775 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 94.775% ส่วนอีก 5.225% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 382460.1$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
		B0	5.991316905			
B1	-2039.066590	-2.59586E+11	259585686971	-50.748	.004	284.386
B2	2886803.3521	2886802.3512	2886804.3530	27.210	.001	771.487
B3	-1051373504	-1165373567	-937373440.6	3.549	* .000179	5570
B4	-2.14217E+12	-2.14217E+12	-2.14217E+12	-16.114	.006	156.618
B5	154.06492947	-246.2808090	554.41066791	15.586	.007	144.487
B6	5160905335.2	4220789693.2	6101020977.2	* .873	.03	33.678
B7	-22.24082807	-124615.2433	124570.76164	-16.763	.004	268.066
B8	.000000000	.000000000	.000000000	-	-	-
B9	.000000000	.000000000	.000000000	-	-	-

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จาก ภาคผนวก ก. ตารางแสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง t ( $t_{0.5,10} = 1.812$ ) จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัว ยกเว้น B6

จากตาราง จะเห็นว่า ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่าเกินกว่า 0.001 ยกเว้น B3 นั่นคือมีมัลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B3 นั่นคือมีมัลติโคลิเนียร์ตีในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.10 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS (Melt Mix) ที่อุณหภูมิ 253 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	229645.9709	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	103106.8371	1.09023077	-383.58592	2822730.37	-1.187E+09	5.232E+12
		42.2819713	483670029	40.9516198	.005105295	.000423043
2	103106.8371	1.09023077	-383.58592	2822730.37	-1.187E+09	5.232E+12
		42.2819713	483670029	40.9516198	.005105295	.000423043
2.1	13531.88927	3.94808899	-1119.1599	5051683.33	-2.288E+09	3.439E+12
		-892.87509	1564729889	28.5871854	.024755746	-.00003742
3	13531.88927	3.94808899	-1119.1599	5051683.33	-2.288E+09	3.439E+12
		-892.87509	1564729889	28.5871854	.024755746	-.00003742
3.1	286.3859224	6.10442947	-1936.9598	1417219.24	-1.291E+09	4.379E+11
		-11829.121	1.755E+10	1.87975798	.109646628	-.00031257
4	286.3859224	6.10442947	-1936.9598	1417219.24	-1.291E+09	4.379E+11
		-11829.121	1.755E+10	1.87975798	.109646628	-.00031257
4.1	286.3859224	6.10442951	-1936.9599	1417218.43	-1.291E+09	4.379E+11
		-11829.121	1.755E+10	1.87974962	.109646639	-.00031257

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 286.3859224 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	229359.58494	22935.95849	447705.6
Residual	5590	286.38592	.05123	
Total	5600	229645.97086		

R squared = .95471

Std. Error of the Estimate = .2263404

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 229359.58494
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 286.38592
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 229645.97086

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .05123 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .95471 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 95.471% ส่วนอีก 4.529% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 447705.6$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	6.104429472	6.093250538	6.115608405	209.246		
B1	-1936.959827	-1973.012975	-1900.906680	-50.334	.004	284.386
B2	1417219.2359	1276639.0503	1557799.4216	29.266	.001	771.487
B3	-1291234746	-1399175747	-1183293745	* -1.116	* .0002	* 5000
B4	437941646663	146292092768	729591200559	-20.781	.006	156.618
B5	-11829.12123	-12435.03323	-11223.20923	11.747	.007	144.487
B6	17552277049	16260214993	18844339106	8.099	.03	33.678
B7	1.879757980	-1.422419003	5.181934963	-16.920	.004	268.066
B8	.109646628	.103445205	.115848050	18.243	* .0006	* 1666.67
B9	-.000312567	-.000353594	-.000271540	14.105	.018	56.970

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว ยกเว้น B3

จากตาราง ค่า Tolerance พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B3 และ B8 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B3 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.11 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting)

ที่อุณหภูมิต่ำ 266 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	136580.5942	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	53631.11526	1.25276275	23.2223162	2725866.83	231950544	4.181E+12
		385.195373	554282434	4.86330490	.000985754	.000006541
2	53631.11526	1.25276275	23.2223162	2725866.83	231950544	4.181E+12
		385.195373	554282434	4.86330490	.000985754	.000006541
2.1	4156.034395	4.12150798	-377.43005	3374365.32	543484869	-3.107E+12
		1554.58809	-825864654	1.29774029	.001906698	-.00000266
3	4156.034395	4.12150798	-377.43005	3374365.32	543484869	-3.107E+12
		1554.58809	-825864654	1.29774029	.001906698	-.00000266
3.1	1047.959145	5.21282359	-1043.3909	481960.859	2671478126	-3.925E+12
		7012.07034	-1.527E+10	-1.2865060	.000307911	-.00000195
4	1047.959145	5.21282359	-1043.3909	481960.859	2671478126	-3.925E+12
		7012.07034	-1.527E+10	-1.2865060	.000307911	-.00000195
4.1	1047.959145	5.21282349	-1043.3906	481962.612	2671476852	-3.925E+12
		7012.07097	-1.527E+10	-1.2865059	.000307911	-.00000195

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

**ผลลัพธ์ 1** เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 1047.959145 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว



## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	135532.63510	13553.26351	68892.71
Residual	5327	1047.95915	.19673	
Total	5337	136580.59425		

R squared = .45608

Std. Error of the Estimate = .4435425

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 135532.63510
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 1047.95915
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 136580.59425

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .19673

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .45608 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 45.608% ส่วนอีก 54.392% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จากผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 68892.71$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	5.212823487	5.190640770	5.235006203	26.467		
B1	-1043.390563	-1116.150623	-970.6305025	40.186	.003	296.181
B2	481962.61156	189141.93241	774783.29071	-45.323	.001	787.952
B3	2671476852.1	2442921132.7	2900032571.5	18.01	* .00075	* 1320
B4	-3.92515E+12	-4.56063E+12	-3.28966E+12	43.530	.006	154.970
B5	7012.0709713	6530.6593411	7493.4826015	46.625	.007	140.382
B6	-15274773689	-16369449747	-14180097630	-51.177	.03	33.084
B7	-1.286505883	-2.301989275	-.271022491	-16.650	.04	263.859
B8	.000307911	-.000395763	.001011584	4.559	.003	333.33
B9	-1.95096E-06	-3.70560E-06	-1.96329E-07	6.901	.018	56.534

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากตาราง พบว่าค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B3 แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B3 เช่นกัน แสดงว่าการเกิดมัลติโคลลิเนียร์ตี้อยู่ใน  
ระดับที่ยอมรับได้

#### 4.12 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 269 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	123583.6397	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	49661.72389	1.15524954	108.895017	2585959.66	408482014	4.042E+12
		793.195701	1132434038	5.91020366	.002266501	.000010537
2	49661.72389	1.15524954	108.895017	2585959.66	408482014	4.042E+12
		793.195701	1132434038	5.91020366	.002266501	.000010537
2.1	4719.267415	3.82884337	-69.655557	3414903.65	471936573	-2.486E+12
		3104.82647	-2.093E+09	1.14751087	.004431932	-.00000364
3	4719.267415	3.82884337	-69.655557	3414903.65	471936573	-2.486E+12
		3104.82647	-2.093E+09	1.14751087	.004431932	-.00000364
3.1	1441.508555	4.87748164	-481.95894	1606584.81	1911213082	-5.103E+12
		13988.0363	-2.889E+10	-6.7838224	-.00065052	.000006566
4	1441.508555	4.87748164	-481.95894	1606584.81	1911213082	-5.103E+12
		13988.0363	-2.889E+10	-6.7838224	-.00065052	.000006566
4.1	1441.508555	4.87748164	-481.95876	1606585.37	1911212705	-5.103E+12
		13988.0352	-2.889E+10	-6.7838219	-.00065052	.000006566

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 1441.508555 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

### Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	122142.13111	12214.21311	44992.87
Residual	5310	1441.50856	.27147	
Total	5320	123583.63966		

R squared = .48991

Std. Error of the Estimate = .521027

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 122142.13111
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 1441.50856
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 123583.63966

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .27147

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .48991 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 48.991% ส่วนอีก 51.009% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 44992.87$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.877481643	4.851401960	4.903561326	31.458		
B1	-481.9587566	-567.6401613	-396.2773520	35.724	.003	299.551
B2	1606585.3744	1261913.2566	1951257.4921	-44.657	.001	796.076
B3	1911212705.3	1640950748.4	2181474662.2	24.1	.006	156.086
B4	-5.10283E+12	-5.85473E+12	-4.35093E+12	46.696	* .0002	* 5000
B5	13988.035204	13340.406949	14635.663459	69.694	.007	139.960
B6	-28889308908	-30359312244	-27419305573	-75.228	.03	33.028
B7	-6.783821947	-8.345866879	-5.221777014	-20.284	.004	263.374
B8	-.000650517	-.001891314	.000590280	* -1.2	* .00001	*100000
B9	6.56577E-06	3.04542E-06	.000010086	6.4	.018	56.476

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว ยกเว้น B8

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B4 และ B8 แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B4 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่  
ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.13 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting)

ที่อุณหภูมิ 271 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	139301.0894	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	59665.48106	1.12421714	18.9768758	2337726.16	69948380.4	3.608E+12
		374.613567	132162597	7.86330828	.001606910	.000019323
2	59665.48106	1.12421714	18.9768758	2337726.16	69948380.4	3.608E+12
		374.613567	132162597	7.86330828	.001606910	.000019323
2.1	7276.935764	3.73493779	-144.75736	3115275.73	549031164	-1.661E+12
		1549.03340	-3.454E+09	3.10723126	.005396070	-.00000550
3	7276.935764	3.73493779	-144.75736	3115275.73	549031164	-1.661E+12
		1549.03340	-3.454E+09	3.10723126	.005396070	-.00000550
3.1	911.5251604	5.27905325	-595.64620	-736958.61	1447562714	-2.275E+12
		10312.3160	-2.537E+10	-2.3943326	.003982564	-.00000464
4	911.5251604	5.27905325	-595.64620	-736958.61	1447562714	-2.275E+12
		10312.3160	-2.537E+10	-2.3943326	.003982564	-.00000464
4.1	911.5251604	5.27905337	-595.64664	-736960.67	1447564006	-2.275E+12
		10312.3161	-2.537E+10	-2.3943358	.003982564	-.00000464

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 911.5251604 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	138389.56427	13838.95643	84870.33
Residual	5590	911.52516	.16306	
Total	5600	139301.08943		

R squared = .56476

Std. Error of the Estimate = .403806

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 138389.56427
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 911.52516
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 139301.08943

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .16306

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .56476 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 56.476% ส่วนอีก 43.524% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 44992.87$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	5.279053375	5.259083282	5.299023468	36.728		
B1	-595.6466441	-659.9309299	-531.3623582	47.225	.004	267.343
B2	-736960.6710	-989527.9645	-484393.3774	-49.482	.001	720.944
B3	1447564005.7	1255577373.2	1639550638.3	12.53	.007	146.784
B4	-2.27460E+12	-2.80028E+12	-1.74892E+12	41.64	* .0001	* 10000
B5	10312.316064	9765.3083956	10859.323733	62.1	.007	144.671
B6	-25374266272	-26554035145	-24194497399	-62.8	.03	33.711
B7	-2.394335785	-3.875226922	-.913444648	-24.5	.004	268.342
B8	.003982564	.002591813	.005373316	3.05	* .00002	* 50000
B9	-4.63737E-06	-9.23827E-06	-3.64769E-08	12.8	.018	57.015

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบทุกตัว

จากตาราง พบว่าค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B4 และ B8 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B4 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้



#### 4.14 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 273 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	187794.4431	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	94144.13893	1.21142014	-23.661158	.000000000	.000000000	5.422E+12
		471.246079	471622366	10.7688137	.002078811	.000027530
2	94144.13893	1.21142014	-23.661158	.000000000	.000000000	5.422E+12
		471.246079	471622366	10.7688137	.002078811	.000027530
2.1	11753.32505	4.26246055	-104.17504	.000000000	.000000000	5.059E+12
		1654.50679	-2.458E+09	8.76991816	.006791667	-.00000110
3	11753.32505	4.26246055	-104.17504	.000000000	.000000000	5.059E+12
		1654.50679	-2.458E+09	8.76991816	.006791667	-.00000110
3.1	1245.728468	5.99900326	-321.91251	.000000000	.000000000	-3.071E+12
		11003.5768	-2.670E+10	-2.1604900	.007027386	-.00000746
4	1245.728468	5.99900326	-321.91251	.000000000	.000000000	-3.071E+12
		11003.5768	-2.670E+10	-2.1604900	.007027386	-.00000746
4.1	1245.728468	5.99900327	-321.91254	.000000000	.000000000	-3.071E+12
		11003.5764	-2.670E+10	-2.1604894	.007027386	-.00000746

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 1245.728468 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	186548.71463	18654.87146	83710.44
Residual	5590	1245.72847	.22285	
Total	5600	187794.44310		

R squared = .48726

Std. Error of the Estimate = .47206

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 186548.71463
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 1245.72847
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 187794.44310

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .22285

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .48726 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 48.726% ส่วนอีก 51.274% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 83710.44$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B1	-321.9125407	-321.9125407	-321.9125407	41.06	.004	267.328
B2	.000000000	-5.26243E-06	-5.26243E-06	-51.5	.001	1000
B3	.000000000	-2.39748E+11	239747731562	3.3	* .00008	* 12500
B4	-3.07109E+12	-3.07109E+12	-3.07109E+12	51.3	.007	146.790
B5	11003.576449	10364.225310	11642.927588	98.3	.03	33.712
B6	-26700586246	-28080011070	-25321161422	-101.2	.03	33.712
B7	-2.160489422	-31.99138716	27.670408317	-42.9	.004	268.348
B8	.007027386	-1.667123857	1.681178629	10.8	.002	500
B9	-7.46442E-06	-.016306421	.016291492	25.6	.018	57.016

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากตาราง พบว่าค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B3 แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B3 เช่นกัน แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้  
ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.15 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 275 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	173187.2686	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	80266.79634	1.08674290	23.2495340	2449581.85	18098052.6	4.082E+12
2	80266.79634	762.643869	820209923	12.1939301	.004763006	.000043987
2.1	13336.32939	1.08674290	23.2495340	2449581.85	18098052.6	4.082E+12
3	13336.32939	762.643869	820209923	12.1939301	.004763006	.000043987
3.1	1428.109974	3.71169044	-51.674083	3847582.02	401073063	5.362E+11
4	1428.109974	2482.40995	-2.925E+09	6.63448953	.014477133	-.00000906
4.1	1428.109974	3.71169044	-51.674083	3847582.02	401073063	5.362E+11
		2482.40995	-2.925E+09	6.63448953	.014477133	-.00000906
		5.78639031	-426.84983	-591349.30	962241856	-1.159E+12
		17264.9104	-4.102E+10	-4.0941767	.014679089	-.00002014
		5.78639031	-426.84983	-591349.30	962241856	-1.159E+12
		17264.9104	-4.102E+10	-4.0941767	.014679089	-.00002014
		5.78639029	-426.84840	-591348.59	962237540	-1.159E+12
		17264.9105	-4.102E+10	-4.0941786	.014679087	-.00002014

Run stopped after 8 model evaluations and 4 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 1428.109974 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	171759.15861	17175.91586	67229.98
Residual	5590	1428.10997	.25548	
Total	5600	173187.26858		

R squared = .52248

Std. Error of the Estimate = .50545

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 171759.15861
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 1428.10997
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 173187.26858

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .25548

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .52248 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 52.248% ส่วนอีก 47.752% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 67229.98$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B1	-426.8484020	-507.3149373	-346.3818667	44.5	.004	267.328
B2	-591348.5937	-907511.9284	-275185.2590	-59.0	.001	720.932
B3	962237540.41	122579406.41	1202540793.3	9.10	*.00001	*100000
B4	-1.15940E+12	-1.81744E+12	-5.01350E+11	59.49	.007	144.677
B5	17264.910477	16443.444046	18086.376907	125.2	.007	146.790
B6	-41022694763	-42795040404	-39250349123	-117.8	.004	268.348
B7	-4.094178639	-6.762557587	-1.425799691	-54.3	.004	268.348
B8	.014679087	.011672391	.017685784	11.7	*.0001	* 10000
B9	-.000020141	-.000032076	-8.20639E-06	30.8	.018	57.016

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B3 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B3 และ B8 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.16 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 293 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	44347.90729	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	7161.990065	2.27965464	130.836483	23329943.3	-1.816E+10	1.684E+14
		2617.11711	1.318E+10	33.6691759	.004344190	.000033325
2	7161.990065	2.27965464	130.836483	23329943.3	-1.816E+10	1.684E+14
		2617.11711	1.318E+10	33.6691759	.004344190	.000033325
2.1	71.91188753	4.97690468	-582.93099	-1868376.6	3028004782	-2.583E+13
		23995.2358	-3.053E+11	18.9010850	-.00206509	-.00002224
3	71.91188753	4.97690468	-582.93099	-1868376.6	3028004782	-2.583E+13
		23995.2358	-3.053E+11	18.9010850	-.00206509	-.00002224
3.1	71.91188753	4.97690470	-582.93089	-1868384.0	3028002470	-2.583E+13
		23995.2251	-3.053E+11	18.9010861	-.00206507	-.00002224

Run stopped after 6 model evaluations and 3 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้ายเท่ากับ 71.91188753 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	44275.99540	4427.59954	110221.5
Residual	1790	71.91189	.04017	
Total	1800	44347.90729		

R squared = .38008

Std. Error of the Estimate = .0200424

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 44275.99540
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 71.91189
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 44347.90729

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .04017

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .38008 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 38.008% ส่วนอีก 61.992% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จากผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 110221.5$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ



## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.976904705	4.959380319	4.994429091	128.18		
B1	-582.9308886	-740.7652223	-425.0965549	* -.05	.053	18.849
B2	-1868383.957	-3571187.898	-165580.0157	-3.4	* .0001	* 10000
B3	3028002469.6	-324485310.9	6380490250.1	-3.3	* .0001	* 10000
B4	-2.58299E+13	-5.14953E+13	-1.64546E+11	-10.5	.039	25.323
B5	23995.225125	21368.410866	26622.039383	-11.08	.01	103.923
B6	-3.05328E+11	-3.45469E+11	-2.65187E+11	16.09	.034	29.511
B7	18.901086107	13.734351903	24.067820310	16.2	.005	221.101
B8	-.002065074	-.005703707	.001573560	17.8	* .00012	* 8333.3
B9	-.000022238	-.000031265	-.000013211	-7.22	.019	51.663

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ส่วนใหญ่ผ่านการทดสอบสมมติฐาน ยกเว้น B1

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B2 , B3 และ B8 แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B2 , B3 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.17 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 295 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	43204.27150	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	6869.654473	2.25662194	-2.6980073	19694509.4	-1.493E+10	1.184E+14
		1327.80582	-5.208E+09	52.1877597	.007133471	.000096227
2	6869.654473	2.25662194	-2.6980073	19694509.4	-1.493E+10	1.184E+14
		1327.80582	-5.208E+09	52.1877597	.007133471	.000096227
2.1	55.40443751	4.88372535	-1096.4041	1411894.87	8624510275	-7.027E+13
		15653.6642	-2.512E+11	32.1020265	.016178202	-.00004762
3	55.40443751	4.88372535	-1096.4041	1411894.87	8624510275	-7.027E+13
		15653.6642	-2.512E+11	32.1020265	.016178202	-.00004762
3.1	55.40443749	4.88372354	-1096.4497	1411873.74	8625202920	-7.027E+13
		15653.6452	-2.512E+11	32.1018390	.016178232	-.00004762

Run stopped after 6 model evaluations and 3 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 55.40443749 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	43148.86706	4314.88671	139414.8
Residual	1790	55.40444	.03095	
Total	1800	43204.27150		

R squared = .47899

Std. Error of the Estimate = .17592

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 43148.86706
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 55.40444
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 43204.27150

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .03095

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .47899 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 47.899% ส่วนอีก 52.101% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จากผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 139414.8$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ )

จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.883723540	4.868340659	4.899106420	12.2		
B1	-1096.449668	-1224.232382	-968.6669543	4.55	.00031	3209.46
B2	1411873.7366	135976.31753	2687771.1557	-4.75	.00014	7008.15
B3	8625202920.3	6312672237.3	10937733603	-12.4	* .000001	*1000000
B4	-7.02665E+13	-8.66913E+13	-5.38416E+13	3.2	.00124	800.28
B5	15653.645172	13015.323372	18291.966973	-9.8	.01	104.003
B6	-2.51189E+11	-2.85772E+11	-2.16605E+11	3.2	.034	29.601
B7	32.101838983	25.201779920	39.001898045	-9.8	.005	221.091
B8	.016178232	.009699148	.022657317	4.3	* .000012	* 83333
B9	-.000047620	-.000069052	-.000026188	8.6	.019	51.662

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.18 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 297 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	44915.73804	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	8058.507542	2.24752725	338.559369	22740916.5	-1.031E+10	1.504E+14
		2772.94587	-4.422E+09	34.0987546	.003417254	.000035332
2	8058.507542	2.24752725	338.559369	22740916.5	-1.031E+10	1.504E+14
		2772.94587	-4.422E+09	34.0987546	.003417254	.000035332
2.1	150.9834752	4.99634455	-1386.8378	11621331.3	4.303E+10	-3.355E+14
		39426.4894	-5.569E+11	23.0233525	-.00966269	-.00002589
3	150.9834752	4.99634455	-1386.8378	11621331.3	4.303E+10	-3.355E+14
		39426.4894	-5.569E+11	23.0233525	-.00966269	-.00002589
3.1	150.9834752	4.99634453	-1386.8373	11621338.0	4.303E+10	-3.355E+14
		39426.4828	-5.569E+11	23.0233625	-.00966268	-.00002589

Run stopped after 6 model evaluations and 3 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

**ผลลัพธ์ 1** เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 150.9834752 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	44764.75456	4476.47546	53070.25
Residual	1790	150.98348	.08435	
Total	1800	44915.73804		

R squared = .43901

Std. Error of the Estimate = .2904307

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 44764.75456
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 150.98348
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 44915.73804

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .08435

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .43901 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 43.901% ส่วนอีก 56.099% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาจาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 53070.25$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.996344528	4.970951937	5.021737120	35.3		
B1	-1386.837313	-1615.537219	-1158.137408	15.07	.053	18.849
B2	11621338.016	9153999.4954	14088676.536	-16.5	* .000012	* 83333
B3	43034944061	38177232160	47892655961	-15.9	* .000011	* 90909
B4	-3.35453E+14	-3.72642E+14	-2.98264E+14	-12.4	.039	25.323
B5	39426.482788	35620.264213	43232.701362	-10.1	.01	103.92
B6	-5.56854E+11	-6.15018E+11	-4.98690E+11	-2.01	.034	29.511
B7	23.023362513	15.536833843	30.509891183	15.5	.005	221.101
B8	-.009662682	-.014935013	-.004390352	7.07	* .00001	*100000
B9	-.000025887	-.000038967	-.000012807	-11.7	.019	51.663

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว

จากรายค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.19 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 299 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4
		B5	B6	B7	B8	B9
1	38039.41817	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
		.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	5928.794151	2.29226311	136.623399	20926550.4	-1.030E+10	9.492E+13
		1734.39447	-3.005E+10	28.9311688	.000507279	.000027362
2	5928.794151	2.29226311	136.623399	20926550.4	-1.030E+10	9.492E+13
		1734.39447	-3.005E+10	28.9311688	.000507279	.000027362
2.1	174.4934081	4.58348046	-2788.4965	21935750.9	6.878E+10	-5.362E+14
		35305.2548	-5.440E+11	12.0667813	-.01268368	-.00000923
3	174.4934081	4.58348046	-2788.4965	21935750.9	6.878E+10	-5.362E+14
		35305.2548	-5.440E+11	12.0667813	-.01268368	-.00000923
3.1	174.4934081	4.58348035	-2788.4975	21935774.0	6.878E+10	-5.362E+14
		35305.2097	-5.440E+11	12.0667687	-.01268358	-.00000923

Run stopped after 6 model evaluations and 3 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most  $SSCON = 1.000E-08$

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้าย เท่ากับ 174.4934081 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว



## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	37864.92476	3786.49248	38843.79
Residual	1790	174.49341	.09748	
Total	1800	38039.41817		

R squared = .51714

Std. Error of the Estimate = .312217

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 37864.92476
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 174.49341
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 38039.41817

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่ามีความใดในที่นี่ได้ Mean Square Residual = .09748

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี่ R squared = .51714 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ  $\ln I$  ได้ 51.714% ส่วนอีก 48.286% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 38843.79$  ( $F_{คำนวณ}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{ตาราง}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{คำนวณ} > F_{ตาราง}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม  $\ln I$  อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	4.583480345	4.556182277	4.610778413	18.6		
B1	-2788.497536	-3034.359185	-2542.635886	15.1	.053	18.849
B2	21935774.032	19283284.792	24588263.272	-18.3	* .00001	*100000
B3	68783423054	63561186662	74005659445	-17.1	* .000011	* 90909
B4	-5.36214E+14	-5.76194E+14	-4.96235E+14	-14.09	.039	25.323
B5	35305.209661	31213.370574	39397.048747	-11.08	.01	103.923
B6	-5.44046E+11	-6.06574E+11	-4.81517E+11	* 1.39	.034	29.511
B7	12.066768672	4.018446869	20.115090475	14.06	.005	221.101
B8	-.012683577	-.018351546	-.007015609	2.37	* .00001	*100000
B9	-9.22509E-06	-.000023287	4.83650E-06	-12.06	.019	51.663

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว ยกเว้น B6

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 แสดงว่าการเกิดมัลติโคลิเนียริตี้ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

#### 4.20 ผลลัพธ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 301 องศาเซลเซียส

##### ผลลัพธ์ 1

Iteration	Residual SS	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
1	56316.73316	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000	.000000000
1.1	11426.06956	2.28954547	-103.97439	25439203.2	-2.020E+10	2.061E+14	7683.09612	4.307E+10	51.1974114	.012786603	.000072819
2	11426.06956	2.28954547	-103.97439	25439203.2	-2.020E+10	2.061E+14	7683.09612	4.307E+10	51.1974114	.012786603	.000072819
2.1	208.0927463	5.59907637	-1521.6767	2091931.28	1.487E+10	-1.215E+14	91043.0910	-1.088E+12	26.8035941	-.04115071	-.00004730
3	208.0927463	5.59907637	-1521.6767	2091931.28	1.487E+10	-1.215E+14	91043.0910	-1.088E+12	26.8035941	-.04115071	-.00004730
3.1	208.0927463	5.59907606	-1521.6763	2091952.91	1.487E+10	-1.215E+14	91043.1102	-1.088E+12	26.8035925	-.04115073	-.00004730

Run stopped after 6 model evaluations and 3 derivative evaluations.

Iterations have been stopped because the relative reduction between successive residual sums of squares is at most SSSCON = 1.000E-08

ผลลัพธ์ 1 เมื่อกระบวนการทำซ้ำสิ้นสุดจะได้ผลรวมกำลังสองของเศษเหลือค่าสุดท้ายเท่ากับ 208.0927463 และได้ค่าประมาณของพารามิเตอร์แต่ละตัว

## ผลลัพธ์ 2

## Nonlinear Regression Summary Statistics

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Regression	10	56108.64041	5610.86404	48265.5
Residual	1790	208.09275	.11625	
Total	1800	56316.73316		

R squared = .58368

Std. Error of the Estimate = .340954

ผลลัพธ์ 2 เป็นตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นผลสรุปค่าสถิติที่คำนวณได้จากกระบวนการทำซ้ำข้างต้น ประกอบด้วย

- ผลบวกกำลังสองของค่าพยากรณ์ (Regression Sum Square - SSR) เท่ากับ 56108.64041
- ผลบวกกำลังสองของเศษเหลือ (Residual Sum Square - SSE) เท่ากับ 208.09275
- ผลบวกกำลังสองรวม (Total Sum Square - SST) เท่ากับ 56316.73316

Mean Square คือ ค่าเฉลี่ยจากความแปรปรวน อธิบายค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ได้ว่าดีขนาดไหน ในที่นี้ได้ Mean Square Residual = .11625

R Squared คือ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จะแสดงถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการต่อตัวแปรตาม ถ้า  $R^2$  สูง แสดงว่า สมการการถดถอยสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ดี

ในที่นี้ R squared = .58368 หมายถึง ตัวแปร  $q, q^2, q^3, q^4, q^2.t, q^4.t, q^2.t^2, q^2.t^3, q^2.t^4$  อธิบายการเปลี่ยนแปลงของ LnI ได้ 58.368% ส่วนอีก 41.632% เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

จาก ผลลัพธ์ 2 ได้ค่าสถิติ  $F = 48265.5$  ( $F_{\text{คำนวณ}}$ ) และ  $F_{10, 5590} = 1.83$  ( $F_{\text{ตาราง}}$ ) จะปฏิเสธ  $H_0$  ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}} > F_{\text{ตาราง}}$  ดังนั้น ปฏิเสธ  $H_0$  แสดงว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม LnI อย่างมีนัยสำคัญ

## ผลลัพธ์ 3

Parameter	Estimate	Asymptotic 95% Confidence Interval		t	Collinearity Statistics	
		Lower	Upper		Tolerance	VIF
B0	5.599076059	5.569265452	5.628886666	75.5		
B1	-1521.676272	-1790.167454	-1253.185089	-14.2	.053	18.849
B2	2091952.9063	-804673.9388	4988579.7514	-7.6	* .000012	* 83333
B3	14870886053	9167984798.3	20573787309	-7.4	* .000011	* 90909
B4	-1.21521E+14	-1.65181E+14	-7.78622E+13	13.2	.039	25.323
B5	91043.110195	85936.303233	96149.917156	7.4	.01	103.923
B6	-1.08788E+12	-1.16592E+12	-1.00984E+12	-40.2	.034	29.511
B7	26.803592536	15.323954956	38.283230117	23.1	.005	221.101
B8	-.041150730	-.050390098	-.031911362	* -.96	* .00001	* 10000
B9	-.000047295	-.000073492	-.000021099	-25.5	.019	51.663

ผลลัพธ์ 3. ประกอบด้วยค่าประมาณของพารามิเตอร์ และช่วงความเชื่อมั่น 95% ที่คำนวณจากผลลัพธ์ 1.

จากค่าสถิติ t จะเห็นว่าค่าพารามิเตอร์ผ่านการทดสอบสมมติฐานทุกตัว ยกเว้น B8

จากตาราง ค่า Tolerance ส่วนใหญ่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.001 ยกเว้น B2 , B3 และ B8 แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ค่า VIF ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินกว่า 1000 ยกเว้น B2 , B3 และ B8 เช่นกัน แสดงว่าการเกิด  
มัลติโคลิเนียร์ตี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

4.21 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS  
(Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 237 , 239 , 242 , 245 และ 247 องศาเซลเซียส

Parameter	Temp. (°C)				
	237	239	242	245	247
B0	4.863788676	5.038345291	5.046758607	4.716184646	5.210161823
B1	-50634.43376	-52311.89279	-1821.686623	-2510.728928	-2076.691719
B2	218959267.58	1295794667.5	1460879.3234	1973707.4171	1811277.7983
B3	802762173162	2.31001E+13	817941109.91	1779051369.4	935407651.12
B4	-2.50025E+17	-1.60356E+18	-2.01872E+12	-2.73632E+12	-2.53340E+12
B5	63438187.928	788726112.11	15713.617405	11690.535806	4627.1619385
B6	-3.69028E+17	-7.71385E+17	-38257977709	-25803752620	-18.34711807
B7	-30040449.06	-183762018.6	-5.691990126	-8.078614555	5.719328793
B8	21593703.706	79997914.714	.049575962	.032486728	-5.570802722
B9	-5726413.459	-19047083.36	-.000132810	-.000076855	-.000480386

ในข้อมูลของชุดการทดลองของกลุ่มพอลิเมอร์ผสมที่ส่วนประกอบ 50%wt TMPC ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 5 อุณหภูมิ คือ 237 , 239 , 242 , 245 และ 247 °C ที่เตรียมโดยวิธีหล่อด้วยตัวทำละลาย (Solvent Casting)

ในข้อมูลแต่ละอุณหภูมิ ลักษณะของข้อมูลดิบจะมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าสัมประสิทธิ์ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน

ในการคำนวณเปรียบเทียบสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ และเทอมของสมการคาน-ฮิวลาร์ด ( $B5 \cdot q^2 \cdot t + B6 \cdot q^4 \cdot t$ ) ในตาราง 4.25 จะใช้ข้อมูลที่อุณหภูมิ 245 °C มาเป็นตัวแทนของข้อมูลกลุ่มนี้ เนื่องจากมีค่า R Squared มากสุด วิธีการคำนวณ คือ เลือกค่า q และค่า t ที่ปรับแก้แล้ว ( $q_{\text{ใหม่}}, t_{\text{ใหม่}}$ ) แทนค่าในสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ (สมการ 2.3.7) เปรียบเทียบที่ค่ามุมเดียวกัน

4.22 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 50%wt TMPC/PS  
(Melt Mix) ที่อุณหภูมิ 249 , 250 , 251 , 252 และ 253 องศาเซลเซียส

Parameter	Temp. (°C)				
	249	250	251	252	253
B0	6.721560986	5.801452424	6.113035123	5.991316905	6.104429472
B1	-2439.233252	-2048.566355	-1945.612042	-2039.066590	-1936.959827
B2	2184385.9429	2388654.7993	1427668.6534	2886803.3521	1417219.2359
B3	-942482872.2	-1031475994	-1299000551	-1051373504	-1291234746
B4	-1.29566E+12	-9.31194E+11	437942592682	-2.14217E+12	437941646663
B5	-2737.541053	-2875.357085	-11673.98120	154.06492947	-11829.12123
B6	3456629421.6	7867620399.1	17288392802	5160905335.2	17552277049
B7	-.374817264	-13.54051432	2.058951694	-22.24082807	1.879757980
B8	.022202842	.058944999	.108633744	.000000000	.109646628
B9	-.000047461	-.000111832	-.000311703	.000000000	-.000312567

ในข้อมูลของชุดการทดลองของกลุ่มพอลิเมอร์ผสมที่ส่วนประกอบ 50%wt TMPC ที่อุณหภูมิ  
ต่างๆ 5 อุณหภูมิ คือ 249 , 250 , 251 , 252 และ 253 °C ที่เตรียมโดยวิธีหลอมเหลว (Melt Mix)

ในข้อมูลแต่ละอุณหภูมิ ลักษณะของข้อมูลดิบจะมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า  
สัมประสิทธิ์ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน

ในการคำนวณเปรียบเทียบสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ และเทอมของสมการคาน-  
ฮิวลาร์ด ( $B5.q^2.t + B6.q^4.t$ ) จะใช้ข้อมูลที่อุณหภูมิ 249°C มาเป็นตัวแทนของข้อมูลกลุ่มนี้ เนื่องจาก  
มีค่า R Squared มากสุด

4.23 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 30%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 266 , 269 , 271 , 273 และ 275 องศาเซลเซียส

Parameter	Temp. (°C)				
	266	269	271	273	275
B0	5.212823487	4.877481643	5.279053375	5.999003270	5.786390288
B1	-1043.390563	-481.9587566	-595.6466441	-321.9125407	-426.8484020
B2	481962.61156	1606585.3744	-736960.6710	.000000000	-591348.5937
B3	2671476852.1	1911212705.3	1447564005.7	.000000000	962237540.41
B4	-3.92515E+12	-5.10283E+12	-2.27460E+12	-3.07109E+12	-1.15940E+12
B5	7012.0709713	13988.035204	10312.316064	11003.576449	17264.910477
B6	-15274773689	-28889308908	-25374266272	-26700586246	-41022694763
B7	-1.286505883	-6.783821947	-2.394335785	-2.160489422	-4.094178639
B8	.000307911	-.000650517	.003982564	.007027386	.014679087
B9	-1.95096E-06	6.56577E-06	-4.63737E-06	-7.46442E-06	-.000020141

ในข้อมูลของชุดการทดลองของกลุ่มพอลิเมอร์ผสมที่ส่วนประกอบ 30%wt TMPC ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 5 อุณหภูมิ คือ 266 , 269 , 271 , 273 และ 275 °C ที่เตรียมโดยวิธีหล่อด้วยตัวทำละลาย (Solvent Casting) เป็นชุดข้อมูลดิบที่ตอบสนองของระบบต่อทฤษฎีของคาน-ฮิลลาร์ด (Cahn-Hilliard spinodal behavior)

ในข้อมูลแต่ละอุณหภูมิ ลักษณะของข้อมูลดิบจะมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าสัมประสิทธิ์ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน

ในการคำนวณเปรียบเทียบสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ และเทอมของสมการคาน-ฮิลลาร์ด ( $B5.q^2.t + B6.q^4.t$ ) จะใช้ข้อมูลที่อุณหภูมิ 271 °C มาเป็นตัวแทนของข้อมูลกลุ่มนี้ เนื่องจากมีค่า R Squared มากสุด



4.24 สรุปค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จาก Nonlinear Regression ของ 70%wt TMPC/PS  
(Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 293 , 295 , 297 , 299 และ 301 องศาเซลเซียส

Parameter	Temp. (°C)				
	293	295	297	299	301
B0	4.976904705	4.883723540	4.996344528	4.583480345	5.599076059
B1	-582.9308886	-1096.449668	-1386.837313	-2788.497536	-1521.676272
B2	-1868383.957	1411873.7366	11621338.016	21935774.032	2091952.9063
B3	3028002469.6	8625202920.3	43034944061	68783423054	14870886053
B4	-2.58299E+13	-7.02665E+13	-3.35453E+14	-5.36214E+14	-1.21521E+14
B5	23995.225125	15653.645172	39426.482788	35305.209661	91043.110195
B6	-3.05328E+11	-2.51189E+11	-5.56854E+11	-5.44046E+11	-1.08788E+12
B7	18.901086107	32.101838983	23.023362513	12.066768672	26.803592536
B8	-.002065074	.016178232	-.009662682	-.012683577	-.041150730
B9	-.000022238	-.000047620	-.000025887	-9.22509E-06	-.000047295

ในข้อมูลของชุดการทดลองของกลุ่มพอลิเมอร์ผสมที่ส่วนประกอบ 70%wt TMPC ที่อุณหภูมิต่าง ๆ 5 อุณหภูมิ คือ 293 , 295 , 297 , 299 และ 301 °C ที่เตรียมโดยวิธีหล่อด้วยตัวทำละลาย (Solvent Casting)

ในข้อมูลแต่ละอุณหภูมิ ลักษณะของข้อมูลดิบจะมีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าสัมประสิทธิ์ส่วนใหญ่คล้ายคลึงกัน

ในการคำนวณเปรียบเทียบสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ และ เทอมของสมการคาน-ฮิวลาร์ด ( $B5.q^2.t + B6.q^4.t$ ) จะใช้ข้อมูลที่อุณหภูมิ 301 °C มาเป็นตัวแทนของข้อมูลกลุ่มนี้ เนื่องจากมีค่า R Squared มากสุด

4.25 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ กับ เทอมของสมการคาน-ฮิวลาร์ดของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 245 องศาเซลเซียส

มุม	LBM		C-H	ABS(error)
	LnI จากการทดลอง	LnI จากการประมาณค่า	LnI จากการประมาณค่า	
13	5.616771098	6.183834598	0.00039251	0.5670635
23	5.641907071	5.89212432	-0.000441495	0.250217249
33	5.351858133	5.121718028	0.000276733	0.230140105
43	4.691347882	4.360358961	0.000233461	0.330988921
53	3.526360525	4.027729778	0.001854455	0.501369253

4.26 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ กับ เทอมของสมการคาน-ฮิวลาร์ดของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ 249 องศาเซลเซียส

มุม	LBM		C-H	ABS(error)
	LnI จากการทดลอง	LnI จากการประมาณค่า	LnI จากการประมาณค่า	
13	8.730043953	9.592113553	0.001411331	0.8620696
23	8.902999662	8.766633376	0.001018561	0.136366286
33	8.989569005	9.035024669	0.000905254	0.045455664
43	8.52277757	8.507517303	3.94157E-05	0.015260267
53	5.908082938	6.015265396	0.00053263	0.107182458

4.27 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ กับ เทอม  
ของสมการกาน-ฮิวลาร์ดของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ  
271 องศาเซลเซียส

มุม	LBM		C-H	ABS(error)
	LnI จากการทดลอง	LnI จากการประมาณค่า	LnI จากการประมาณค่า	
13	4.248495242	4.21675071	-3.48588E+13	0.031744532
23	4.997212274	5.186966125	-8.20764E+13	0.189753851
33	5.525452939	5.350419341	-1.26547E+14	0.175033598
43	5.641907071	5.221516793	-1.34244E+14	0.420390278
53	5.347107531	5.017956197	-1.04087E+14	0.329151334

4.28 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างสมการแลงเกอร์-บาร์ออน-มิลเลอร์ กับ เทอม  
ของสมการกาน-ฮิวลาร์ดของ 50%wt TMPC/PS (Solvent Casting) ที่อุณหภูมิ  
301 องศาเซลเซียส

มุม	LBM		C-H	ABS(error)
	LnI จากการทดลอง	LnI จากการประมาณค่า	LnI จากการประมาณค่า	
13	5.4161	5.257865502	-4.92195E+15	0.158234498
23	5.293305	5.566057656	-4.75375E+15	0.272752656
33	5.159055	5.652005965	-4.35576E+15	0.492950965
43	5.602119	5.407534812	-5.79415E+15	0.194584188
53	4.70048	4.800829136	-2.54956E+15	0.100349136