

ปฏิบัติการที่ 7 Hypothesis Testing: Three or more populations/samples

ในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไปนั้น จะใช้การวิเคราะห์ที่แตกต่างไปจากที่กล่าวมาข้างต้น โดยจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ ANOVA (ANalysis Of VAriance) ANOVA เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างว่าเท่ากันหรือไม่ โดยการเปรียบเทียบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มกับความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่ม หากค่าเฉลี่ยต่างกันมาก ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจะยิ่งมากขึ้นไปด้วย สัดส่วนระหว่างความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มกับความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยภายในกลุ่ม หรือ F (และค่า sig. ของค่า F ที่สอดคล้องกับค่า degree of freedom ของจำนวนกลุ่มและจำนวนตัวอย่างทั้งหมด) เป็นค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็น

Ho : ค่าเฉลี่ยตัวแปร X ของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าเท่ากัน

H1 : ค่าเฉลี่ยตัวแปร X ของกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 2 กลุ่มมีค่าไม่เท่ากัน

โดยทั่วไป α มักเป็นค่า 0.05 แต่ในงานวิจัยบางอย่าง จะกำหนดค่าเป็น 0.01 หรือ 0.001

เมื่อพบว่ามีค่าเฉลี่ยบางคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว (นั่นคือ ยอมรับ H1) จึงจะหาค่าเฉลี่ยคู่ใดที่แตกต่างกันบ้าง โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยต่อไป

ตัวอย่างข้อมูลเป็นลักษณะหนึ่งของหอย *Mytilus trossulus*¹ คือ ค่า AAM length ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนระหว่างความยาวของ anterior adductor muscle scar กับความยาวเปลือกหอย ซึ่งผู้วิจัยเก็บตัวอย่างมาจากแหล่งอาศัย 5 แห่ง และต้องการทราบว่า AAM length ของหอยจากแหล่งอาศัยทั้งห้านี้แตกต่างกันหรือไม่ ข้อมูลเป็นดังนี้

Tillamook	Newport	Petersburg	Magadan	Tvarminne
0.0571	0.0873	0.0974	0.1033	0.0703
0.0813	0.0662	0.1352	0.0915	0.1026
0.0831	0.0672	0.0817	0.0781	0.0956
0.0976	0.0819	0.1016	0.0685	0.0973
0.0817	0.0749	0.0968	0.0677	0.1039
0.0859	0.0649	0.1064	0.0697	0.1045
0.0735	0.0835	0.105	0.0764	
0.0659	0.0725		0.0689	
0.0923				
0.0836				

การตั้งสมมติฐาน จะเป็นดังนี้






Ho : ค่าเฉลี่ย AAM length ของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าเท่ากัน

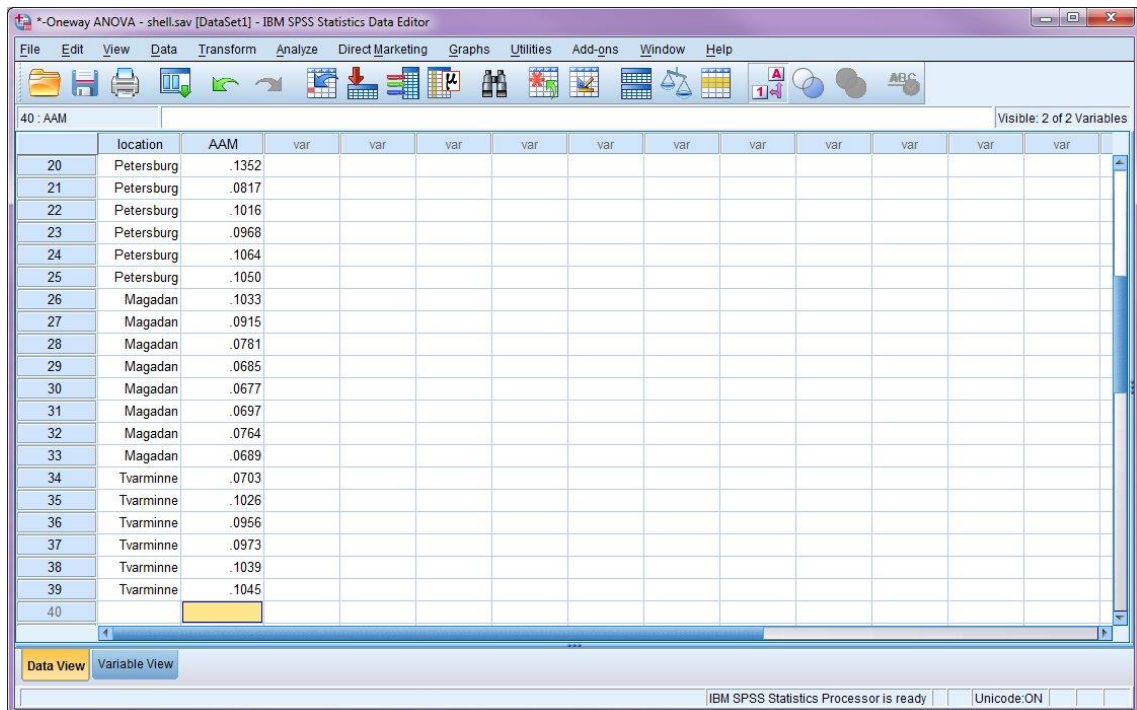
H1 : ค่าเฉลี่ย AAM length ของกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 2 กลุ่มมีค่าไม่เท่ากัน

ในการเตรียมข้อมูล จะต้องใช้ตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัวแปรเช่นเดียวกับกรณี Independent-samples t test โดยในการป้อนข้อมูล ใช้ตัวแปร 2 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรแรกชื่อ location มีคำอธิบายเป็น Location และกำหนดให้ 1

¹ McDonald, J.H., R. Seed and R.K. Koehn. 1991. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern Hemispheres. Marine Biology 111:323-333.

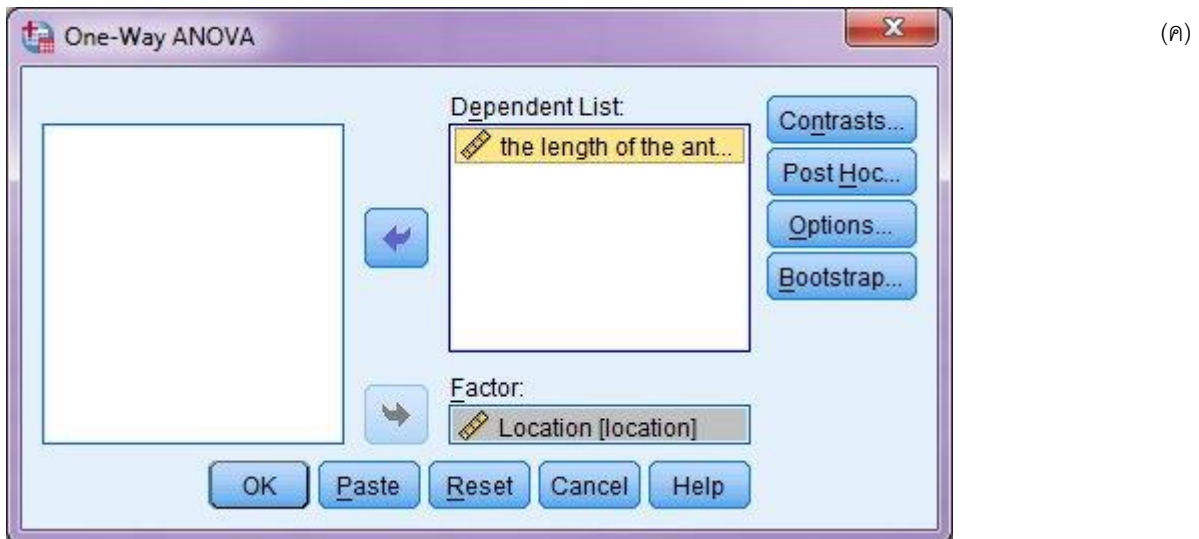
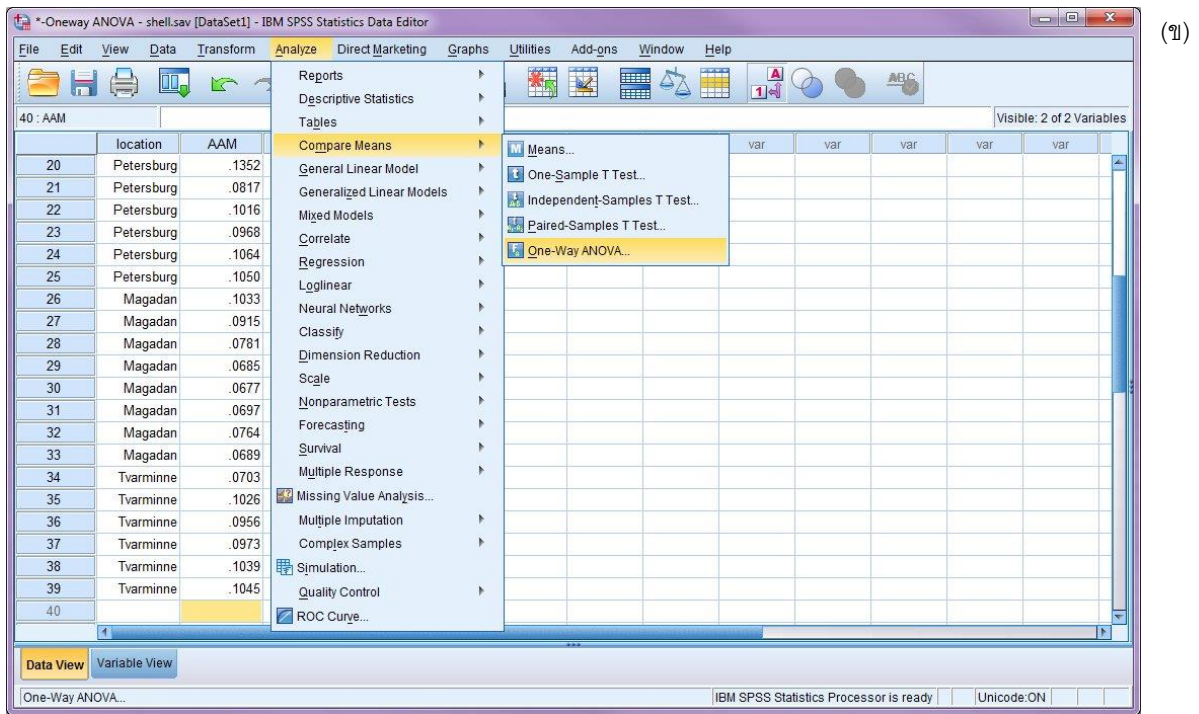
แทน Tillamook, 2 แทน Newport, 3 แทน Petersburg, 4 แทน Magadan และ 5 แทน Tvarminne ทั้งนี้ ตัวแปร location เป็นตัวแปรระบุกลุ่ม ส่วนตัวแปรตัวที่ 2 ชื่อ AAM มีคำอธิบายเป็น The length of the anterior adductor muscle scar, standardized by dividing by length (ตัวแปรแรก ไม่มีทศนิยม ตัวแปรที่ 2 มีทศนิยม 4 ตำแหน่ง) เมื่อป้อนข้อมูลแล้ว จะได้ดังภาพที่ 7.1 ก สำหรับขั้นตอนในการวิเคราะห์ จะมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือก Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA... (ภาพที่ 7.1 ข)
2. ในไดอะล็อก กำหนดค่าดังนี้
 - I. เลือกตัวแปร The length of the anterior ... จากรายการตัวแปรในช่องซ้าย แล้วกด  ให้ตัวแปรมาอยู่ในช่อง **Dependent List**: (ภาพที่ 7.1 ค)
 - II. เลือกตัวแปร Location จากรายการตัวแปรในช่องซ้าย แล้วกด  ให้ตัวแปรมาอยู่ในช่อง **Factor**: (ภาพที่ 7.1 ค)
 - III. กด  แล้วเลือก **Descriptive** และ **Homogeneity of variance test** (ภาพที่ 7.1 ง) เพื่อวิเคราะห์หาค่าทางสถิติพรรณนาและการทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ (การวิเคราะห์ด้วย Levene's Test) แล้วกด 
3. กด  จะได้ผลการวิเคราะห์ในวินโดว์ Output Viewer (ภาพที่ 7.1 จ)

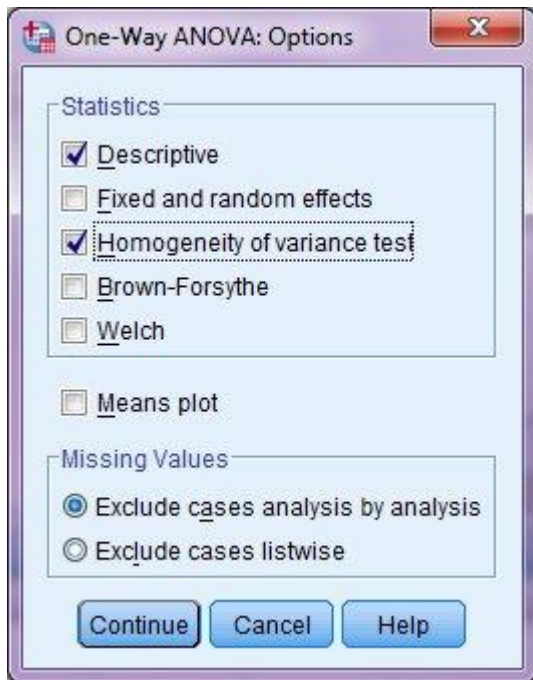


location	AAM
Petersburg	.1352
Petersburg	.0817
Petersburg	.1016
Petersburg	.0968
Petersburg	.1064
Petersburg	.1050
Magadan	.1033
Magadan	.0915
Magadan	.0781
Magadan	.0685
Magadan	.0677
Magadan	.0697
Magadan	.0764
Magadan	.0689
Tvarminne	.0703
Tvarminne	.1026
Tvarminne	.0956
Tvarminne	.0973
Tvarminne	.1039
Tvarminne	.1045

ภาพที่ 7.1 ข้อมูลแสดงเฉพาะข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 3 4 และ 5 (ก)



ภาพที่ 7.1 (ต่อ) คำสั่ง One-Way ANOVA ในเมนู Analyze > Compare Means (ข) กำหนดตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ และตัวแปรระบุกลุ่ม (ค)



(ง)

the length of the anterior adductor muscle scar, standardized by dividing by length

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Tillamook	10	.080200	.0119633	.0037831	.071642	.088758	.0571	.0976
Newport	8	.074800	.0085972	.0030396	.067613	.081987	.0649	.0873
Petersburg	7	.103443	.0162094	.0061266	.088452	.118434	.0817	.1352
Magadan	8	.078013	.0129447	.0045766	.067190	.088835	.0677	.1033
Tvarminne	6	.095700	.0129616	.0052916	.082098	.109302	.0703	.1045
Total	39	.085200	.0161527	.0025865	.079964	.090436	.0571	.1352

Test of Homogeneity of Variances
the length of the anterior adductor muscle scar, stand:

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.177	4	34	.949

ANOVA
the length of the anterior adductor muscle scar, standardized by dividing by length





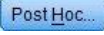
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.005	4	.001	7.121	.000
Within Groups	.005	34	.000		
Total	.010	38			



(จ)

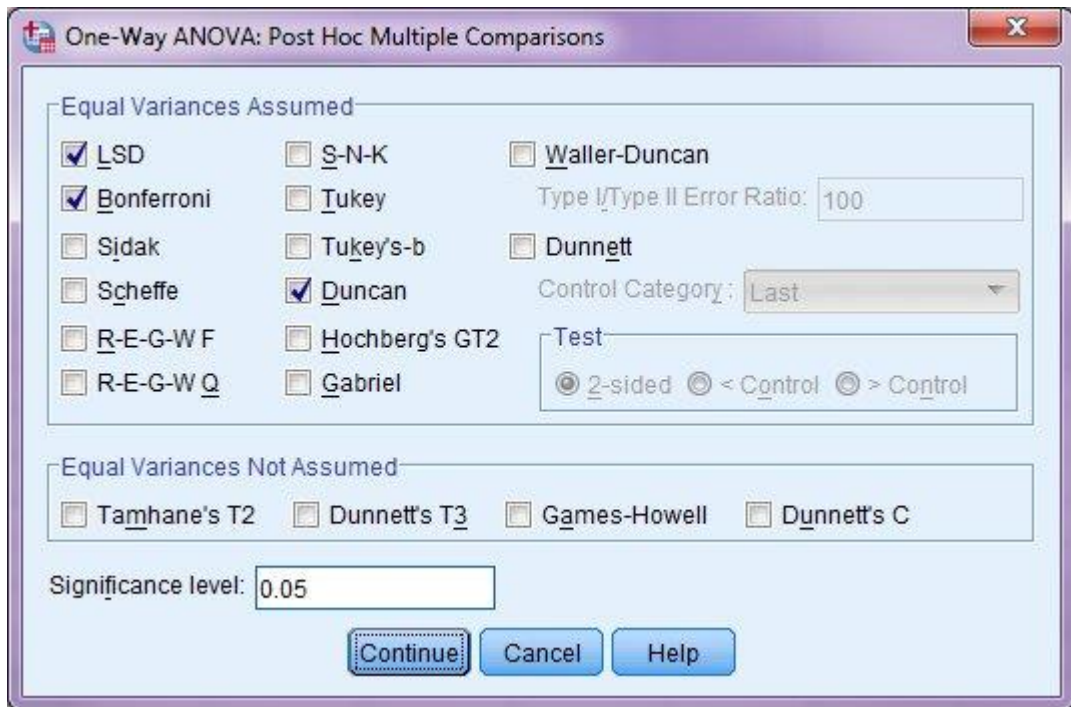
ภาพที่ 7.1 (ต่อ) กำหนดการวิเคราะห์เพิ่มเติม (ง) ผลการวิเคราะห์แสดงตารางสถิติพรรณนา ([1] ไม่เห็นชื่อ Descriptives) ตารางทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง ([2] ชื่อ Test of Homogeneity of Variances) และตาราง ANOVA ([3] ชื่อ ANOVA) (จ)

สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย AAM Length นั้น จะพิจารณาค่าสถิติในตาราง ANOVA ([3] ในภาพที่ 7.1 จ) จากตาราง ค่า Sig. มีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 แล้วยอมรับ H_1 นั่นคือ ค่าเฉลี่ย AAM length ของกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 2 กลุ่ม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทราบว่าค่าเฉลี่ย AAM length มีค่าแตกต่างกันแล้ว หากต้องการทราบว่าค่าเฉลี่ยค่าใดบ้างที่แตกต่างกัน จะต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย **Post Hoc Test** ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภายหลังและมีได้วางแผนมาก่อนว่า จะต้องเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคู่ใดบ้าง สำหรับ **Post Hoc Test** นั้น จะต้องทราบว่าค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มเท่ากันหรือไม่ โดยการทดสอบความเท่ากันของค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งห้า จะทำเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 6 และในตัวอย่างนี้ใช้ค่าสถิติจากตาราง [2] ในภาพที่ 7.1 จ ซึ่งพบว่าค่า Sig. มีค่ามากกว่า 0.05 จึงไม่ปฏิเสธ $H_0 : \sigma^2$ ของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งห้ากลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ขั้นตอนของการทำ **Post Hoc Test** เป็นส่วนหนึ่งในคำสั่ง **One-Way ANOVA** โดยตั้งค่าใน **Post Hoc...** ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดเป็นดังนี้

1. เลือก **Analyze > Compare Means > One-Way ANOVA...** (ภาพที่ 7.1 ข)
2. ในไดอะล็อก กำหนดค่าดังนี้
 - i. เลือกตัวแปร **The length of the anterior ...** จากรายการตัวแปรในช่องซ้าย แล้วกด  ให้ตัวแปรมาอยู่ในช่อง **Dependent List:** (ภาพที่ 7.1 ค)
 - ii. เลือกตัวแปร **Location** จากรายการตัวแปรในช่องซ้าย แล้วกด  ให้ตัวแปรมาอยู่ในช่อง **Factor:** (ภาพที่ 7.1 ค)
 - iii. กด  แล้วเลือก **Descriptive** และ **Homogeneity of variance test** (ภาพที่ 7.1 ง) เพื่อวิเคราะห์หาค่าทางสถิติพรรณนาและการทดสอบว่ากลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ (การวิเคราะห์ด้วย **Levene's Test**) แล้วกด 
 - iv. กด  (ภาพที่ 7.2 ก)
 - a. เนื่องจากผลการทดสอบ **Levene's Test** ทราบว่าค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเลือกวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากตัวเลือกในช่อง **Equal Variances Assumed** โดยเลือก **LSD** **Bonferroni** และ **Duncan** (เป็นตัวอย่าง)

อนึ่ง หากผลการทดสอบ **Levene's Test** พบว่าค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทุกกลุ่มมีค่าแตกต่างกันแล้ว ให้เลือกวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากตัวเลือกในช่อง **Equal Variances Not Assumed** แทน
 - b. กำหนดค่า **Significance level:** แล้วกด 
3. กด  จะได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 7.2 ข



(ก)

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: the length of the anterior adductor muscle scar, standardized by dividing by length							
	(I) Location	(J) Location	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	Tillamook	Newport	.0054000	.0059751	.372	-.006743	.017543
		Petersburg	-.0232429 [*]	.0062077	.001	-.035858	-.010627
		Magadan	.0021875	.0059751	.717	-.009955	.014330
		Tvarminne	-.0155000 [*]	.0065048	.023	-.028719	-.002281
	Newport	Tillamook	-.0054000	.0059751	.372	-.017543	.006743
		Petersburg	-.0286429 [*]	.0065193	.000	-.041892	-.015394
		Magadan	-.0032125	.0062983	.613	-.016012	.009587
		Tvarminne	-.0209000 [*]	.0068029	.004	-.034725	-.007075
	Petersburg	Tillamook	.0232429 [*]	.0062077	.001	.010627	.035858
		Newport	.0286429 [*]	.0065193	.000	.015394	.041892
		Magadan	.0254304 [*]	.0065193	.000	.012181	.038679
		Tvarminne	.0077429	.0070081	.277	-.006499	.021985
Magadan	Tillamook	-.0021875	.0059751	.717	-.014330	.009955	
	Newport	.0032125	.0062983	.613	-.009587	.016012	
	Petersburg	-.0254304 [*]	.0065193	.000	-.038679	-.012181	
	Tvarminne	-.0176875 [*]	.0068029	.014	-.031513	-.003862	
Tvarminne	Tillamook	.0155000 [*]	.0065048	.023	.002281	.028719	
	Newport	.0209000 [*]	.0068029	.004	.007075	.034725	
	Petersburg	-.0077429	.0070081	.277	-.021985	.006499	
	Magadan	.0176875 [*]	.0068029	.014	.003862	.031513	
Bonferroni	Tillamook	Newport	.0054000	.0059751	1.000	-.012537	.023337

(ข)

ภาพที่ 7.2 วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใน Post Hoc Test (ก) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD (ข)

(ค)

Comparison	Location 1	Location 2	Mean Difference	SE	t	p	CI Lower	CI Upper
Bonferroni	Newport	Tillamook	.0054000	.0059751	1.000	.323	-.012537	.023337
	Petersburg	Tillamook	-.0232429	.0062077	.007	.994	-.041878	-.004608
	Magadan	Tillamook	.0021875	.0059751	1.000	.323	-.015749	.020124
	Tvarminne	Tillamook	-.0155000	.0065048	.229	.822	-.035027	.004027
	Newport	Petersburg	-.0054000	.0059751	1.000	.323	-.023337	.012537
	Petersburg	Magadan	-.0286429	.0065193	.001	.999	-.048214	-.009072
	Magadan	Tvarminne	-.0032125	.0062983	1.000	.323	-.022120	.015695
	Tvarminne	Petersburg	-.0209000	.0068029	.042	.834	-.041322	-.000478
	Petersburg	Newport	.0232429	.0062077	.007	.994	.004608	.041878
	Newport	Magadan	.0286429	.0065193	.001	.999	.009072	.048214
	Magadan	Tvarminne	.0254304	.0065193	.004	.986	.005860	.045001
	Tvarminne	Newport	.0077429	.0070081	1.000	.323	-.013295	.028781
	Magadan	Tillamook	-.0021875	.0059751	1.000	.323	-.020124	.015749
	Newport	Petersburg	.0032125	.0062983	1.000	.323	-.015695	.022120
	Petersburg	Tvarminne	-.0254304	.0065193	.004	.986	-.045001	-.005860
	Tvarminne	Magadan	-.0176875	.0068029	.137	.881	-.038110	.002735
	Tvarminne	Tillamook	.0155000	.0065048	.229	.822	-.004027	.035027
	Newport	Magadan	.0209000	.0068029	.042	.834	.000478	.041322
	Petersburg	Newport	-.0077429	.0070081	1.000	.323	-.028781	.013295
	Magadan	Tvarminne	.0176875	.0068029	.137	.881	-.002735	.038110

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

the length of the anterior adductor muscle scar, standardized

(ง)

Comparison	Location 1	Location 2	Mean Difference	SE	t	p	CI Lower	CI Upper
Duncan	Tvarminne	Tillamook	-.0176875	.0068029	.137	.881	-.038110	.002735
	Tvarminne	Newport	.0155000	.0065048	.229	.822	-.004027	.035027
	Newport	Petersburg	.0209000	.0068029	.042	.834	.000478	.041322
	Petersburg	Magadan	-.0077429	.0070081	1.000	.323	-.028781	.013295
	Magadan	Tvarminne	.0176875	.0068029	.137	.881	-.002735	.038110

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

the length of the anterior adductor muscle scar, standardized
by dividing by length

Location	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Duncan ^{a,b}			
Newport	8	.074800	
Magadan	8	.078013	
Tillamook	10	.080200	
Tvarminne	6		.095700
Petersburg	7		.103443
Sig.		.438	.240

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.581.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ภาพที่ 7.2 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Bonferroni (ค) และแบบ Duncan (ง)

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD (ภาพที่ 7.2 ข) ซึ่งมีจำนวนการเปรียบเทียบทั้งสิ้น 20 คู่ นั้น Mean difference คู่ใดที่มีเครื่องหมาย * แสดงว่าค่าเฉลี่ยคู่ดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยให้ง่ายต่อการนำเสนอ สามารถทำได้ดังนี้

- ก) เรียงลำดับค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจากน้อยไปมาก (หรือจากมากไปน้อยก็ได้)

Newport	0.0748
Magadan	0.0780
Tillamook	0.0802
Tvarminne	0.0957
Petersburg	0.1034

- ข) จากตารางในภาพที่ 7.2 ข ค่าเฉลี่ย AAM length จาก 3 แหล่งอาศัย คือ Tillamook, Newport และ Magadan มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mean difference ของแต่ละคู่ภายใน 3 แหล่งอาศัยนี้ไม่มีเครื่องหมาย *) แต่ค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจาก 3 แหล่งอาศัยนี้แตกต่างจากค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยอีก 2 แหล่งอาศัย คือ Tvarminne และ Petersburg อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น ให้ลากเส้นตรงตามแนวตั้งหลังค่าเฉลี่ยทั้งสามค่าแรก ดังนี้

Newport	0.0748	
Magadan	0.0780	
Tillamook	0.0802	
Tvarminne	0.0957	
Petersburg	0.1034	

- ค) ค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจาก 2 แหล่งอาศัย คือ Tvarminne และ Petersburg มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงลากเส้นตรงตามแนวตั้งหลังค่าเฉลี่ยทั้งสองค่านี้ และแยกจากเส้นตรงในข้อ ข) ดังนี้

Newport	0.0748	
Magadan	0.0780	
Tillamook	0.0802	
Tvarminne	0.0957	
Petersburg	0.1034	

- ง) กำหนดอักษรกำกับเส้นตรงแต่ละเส้น ในตัวอย่างนี้ กำหนด a ให้กับเส้นตรงเส้นแรกและ b ให้กับเส้นตรงเส้นที่สอง ดังนี้

Newport	0.0748		
Magadan	0.0780		a
Tillamook	0.0802		
Tvarminne	0.0957		
Petersburg	0.1034		b

- จ) ทำตารางแสดงค่าเฉลี่ยจากข้อ ง) โดยให้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพิ่มเข้าด้วยและคำอธิบายท้ายตาราง ดังนี้

Location	Mean \pm s.d.	LSD*
Newport	0.0748 \pm 0.0086	a
Magadan	0.0780 \pm 0.0129	a
Tillamook	0.0802 \pm 0.0120	a
Tvarminne	0.0957 \pm 0.0130	b
Petersburg	0.1034 \pm 0.0162	b

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกัน หมายความว่า ค่าเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากตารางในข้อ จ) ค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจากแหล่งอาศัย Newport, Magadan และ Tillamook มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าน้อยที่สุด ส่วนค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจากแหล่งอาศัย Tvarminne และ Petersburg มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างจากจากค่าเฉลี่ย 3 ค่าแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่ามากที่สุด

หากพิจารณาผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Bonferroni (ภาพที่ 7.2 ค) และใช้วิธีการเดียวกันกับที่กล่าวมาในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD แล้ว สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ดังนี้

Newport	0.0748	a
Magadan	0.0780	b
Tillmook	0.0802	b
Tvarminne	0.0957	c
Petersburg	0.1034	c

และตารางแสดงค่าเฉลี่ยเป็นดังนี้

Location	Mean \pm s.d.	Bonferroni*
Newport	0.0748 \pm 0.0086	a
Magadan	0.0780 \pm 0.0129	ab
Tillmook	0.0802 \pm 0.0120	ab
Tvarminne	0.0957 \pm 0.0130	bc
Petersburg	0.1034 \pm 0.0162	c

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกัน หมายความว่า ค่าเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สำหรับผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan Multiple Rank Test หรือ DMRT (ภาพที่ 7.2 ง) ให้ผลเช่นเดียวกับผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย AAM length ของหอยจากแหล่งอาศัย Tillamook, Newport และ Magadan กับกลุ่มที่สอง ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย

AAM length ของหอยแหล่งอาศัย Tvarminne และ Petersburg ซึ่งการเขียนผลสรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจะได้ตารางเดียวกันกับข้อ ๑) ข้างต้น การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan Multiple Rank Test นี้ จะแบ่งค่าเฉลี่ยออกเป็นกลุ่ม ๆ ให้เลย ทำให้สะดวกต่อการนำไปจัดทำตารางสรุปผลการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม การเลือกการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยนั้น ขึ้นกับผู้วิจัยจะเลือกใช้แบบใด จึงเป็นหน้าที่ของผู้วิจัยจะต้องเลือกใช้อย่างเหมาะสม

อนึ่ง หากว่าผลจาก ANOVA บ่งชี้ว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (นั่นคือ Sig. ในตาราง ANOVA มีค่ามากกว่า 0.05) แล้ว จะไม่พิจารณาผลที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่อย่างใด

แบบฝึกหัดที่ 7 การทดสอบสมมุติฐาน

ในข้อ 7.1 และ 7.2 ให้นักปฏิบัติดังนี้

- ก) จงเขียนสมมุติฐาน H_0 และ H_1
- ข) จงหาค่าสถิติที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทดสอบสมมุติฐาน กำหนดให้ $\alpha = 0.05$
- ค) เขียนตาราง ANOVA และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ถ้ามี) พร้อมสรุปผลการทดสอบ

7.1 ในการทดสอบการให้ฮอร์โมนพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตของไม้ผลชนิดหนึ่งด้วยวิธีการ 4 แบบ แล้ววัดผลผลิตที่ได้เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยว ได้ผลดังนี้

ต้นที่	ผลผลิต (พันกิโลกรัม) จากวิธีการให้ฮอร์โมนแบบต่างๆ			
	A	B	C	D
1	89	59	20	51
2	87	56	15	47
3	84	52	14	45
4	92	67	26	56
5	95	70	28	60
6	90	62	22	53
7	89	60	19	51
8	88	56	17	50
9	82	50	14	45
10	94	63	24	53

7.2 ในการคัดเลือกถ่านหินเพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า ผู้วิจัยต้องการทราบว่าถ่านหินจากแหล่งต่างๆ มีปริมาณซัลเฟอร์ต่างกันหรือไม่ จึงทดลองวัดค่าปริมาณซัลเฟอร์จากแหล่งต่างๆ ได้ผลดังนี้

Coal core location				
I	II	III	IV	V
1.51	1.69	1.56	1.30	0.73
1.92	0.64	1.22	0.75	0.80
1.08	0.90	1.32	1.26	0.90
2.04	1.41	1.39	0.69	1.24
2.14	1.01	1.33	0.62	0.82
1.76	0.84	1.54	0.90	0.72
1.17	1.28	1.04	1.20	0.57
	1.59	2.25	0.32	1.18
		1.49		0.54
				1.30

การบ้านปฏิบัติการที่ 7 การทดสอบสมมุติฐาน 2

ในข้อ 7.3 และ 7.4 ให้นำสถิติปฏิบัติดังนี้

- ก) จงเขียนสมมุติฐาน H_0 และ H_1
- ข) จงหาค่าสถิติที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทดสอบสมมุติฐาน กำหนดให้ $\alpha=0.05$
- ค) เขียนตาราง ANOVA และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ถ้ามี) พร้อมสรุปผลการทดสอบ

7.3 ในการศึกษาถึงผลของ CO_2 ต่อการเจริญของแบคทีเรีย *Pseudomonas gragi* ที่เป็นเชื้อสาเหตุที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ได้ผลการศึกษาดังนี้

จำนวนโคโลนีเฉลี่ยในอาหารเลี้ยงที่บ่มเลี้ยงในตู้ที่มี %CO ₂ ต่างๆ				
0	0.083	0.29	0.5	0.86
62.6	50.9	45.5	29.5	24.9
59.6	44.3	41.1	22.8	17.2
64.5	47.5	29.8	19.2	7.8
59.3	49.5	38.3	20.6	10.5
58.6	48.5	40.2	29.2	17.8
64.6	50.4	38.5	24.1	22.1
50.9	35.2	30.2	22.6	22.6
56.2	49.9	27.0	32.7	16.8
52.3	42.6	40.0	24.4	15.9
62.8	41.6	33.9	29.6	8.8

7.4 ในการตรวจสอบตำแหน่งของแหล่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาว่ามีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนต่างกันหรือไม่ หากแหล่งน้ำดังกล่าวอยู่ห่างจากแหล่งโรงงานผลิตธาตุซีเดียมที่ระยะต่างๆ กัน

ปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในแหล่งน้ำจากตำแหน่งต่าง ๆ			
3.75 กม.เหนือโรงงาน	1.5 กม. เหนือโรงงาน	2.5 กม. ใต้โรงงาน	5.0 กม. ใต้โรงงาน
0.45	1.64	1.56	0.65
0.35	1.67	1.55	0.59
0.32	1.85	1.69	0.69
0.68	1.57	1.67	0.62
0.53	1.59	1.60	0.70
0.34	1.61	1.68	0.64
0.61	1.53	1.65	0.81
0.41		1.59	0.58
0.51		1.75	
		1.49	