

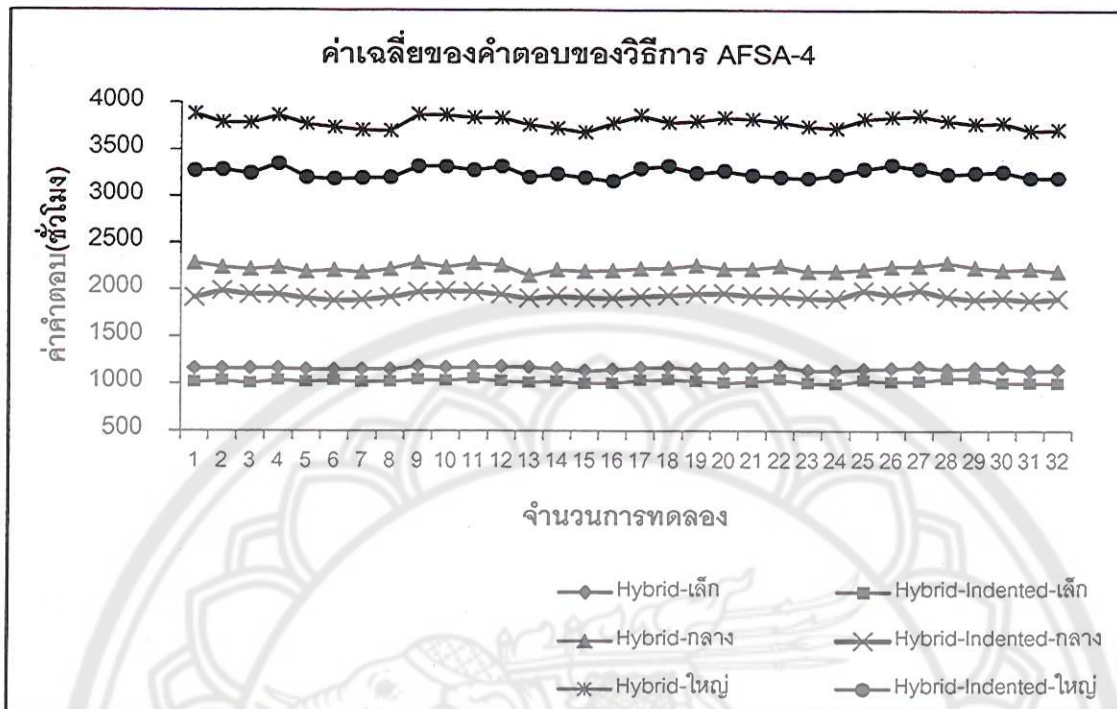
บทที่ 4

รายงานผลและวิเคราะห์ผลการวิจัย

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับปัญหาในงานวิจัยของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ที่ส่งผลกระทบต่อการหาคำตอบในปัญหา HBAP โดยใช้ออกแบบการทดลองแบบ 2^k แฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลการกำหนดพารามิเตอร์ได้ดังตาราง 16 และนำเสนอการเปรียบเทียบผลการทดลองแก่ปัญหา HBAP และ HIBAP โดยใช้วิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* เพื่อแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบโดยแบ่งพิจารณาการเปรียบเทียบตามขนาดของปัญหา นอกจากนี้ยังนำเสนอการวิเคราะห์พารามิเตอร์และพฤติกรรมของวิธีการ *AFSA* ที่มีผลกระทบต่อคำตอบมากที่สุดซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดดังนี้

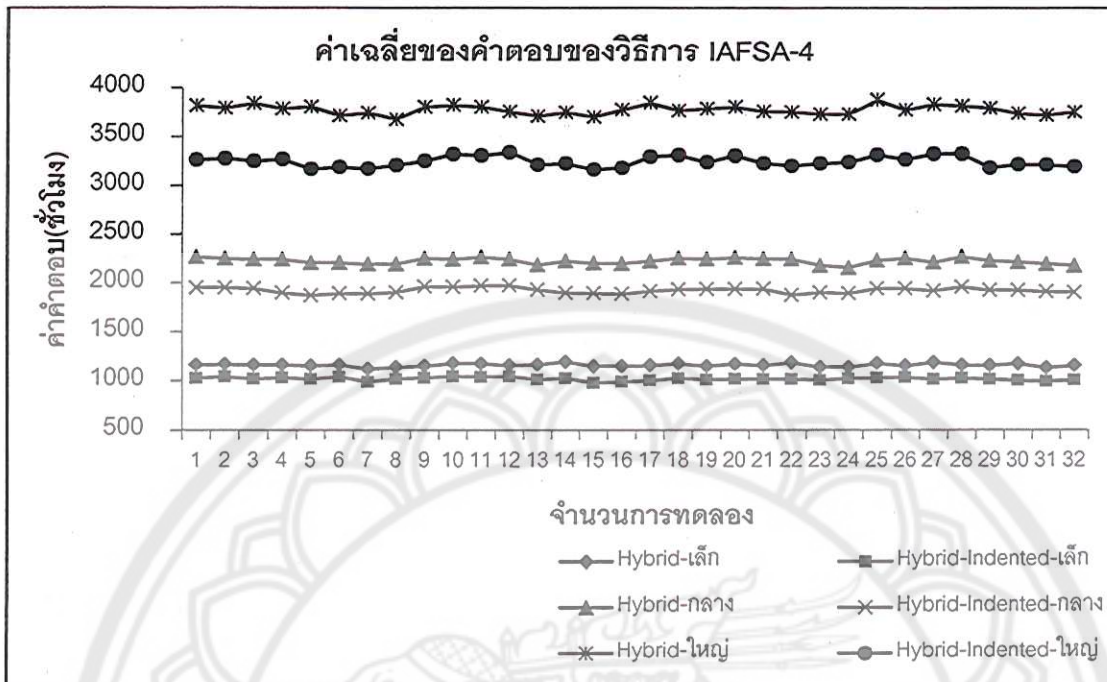
เปรียบเทียบผลลัพธ์ของปัญหา HBAP และ HIBAP

นอกจากการประยุกต์ใช้วิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* เพื่อแก้ไขปัญหา HBAP และผู้วิจัยยังได้นำวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* มาใช้เพื่อแก้ปัญหา HBAP เพื่อนำเสนอให้เห็นถึงความแตกต่างของประสิทธิภาพการทำงานทำเทียบเรือทั้ง 2 ลักษณะ ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบของแต่ละการทดลองโดยใช้ออกแบบการทดลองแบบ 2^5 แฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ ดังนั้นจำนวนการทดลองในแต่ละขนาดปัญหามีค่าเท่ากับ 32 การทดลอง ซึ่งสามารถแสดงพารามิเตอร์ในแต่ละการทดลองได้ดังตารางแสดงข้อมูลพารามิเตอร์ในภาคผนวก และแบ่งการนำเสนอการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HBAP และ HIBAP ตามวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพ 81 แสดงค่าคำตอบเฉลี่ยโดยวิธีการ AFSA-4

จากภาพ 81 แสดงการเปรียบเทียบค่าคำตอบเฉลี่ยระหว่างปัญหา HBAP และปัญหา HIBAP โดยใช้วิธีการ AFSA-4 จากการทดลองหาคำตอบจำนวน 5 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่มีค่าคำตอบเฉลี่ยในแต่ละขนาดปัญหาดีกว่าค่าคำตอบเฉลี่ยจากปัญหา HBAP เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์แต่ละการทดลองของวิธีการ AFSA-4 ในปัญหา HIBAP และปัญหา HIBAP มีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของคุณภาพคำตอบโดยพิจารณาจากช่วงระยะความห่างระหว่างคำตอบ ซึ่งช่วงระยะความห่างระหว่างคำตอบจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นตามขนาดของปัญหาที่ใหญ่ขึ้น



ภาพ 82 แสดงค่าคำตอบเฉลี่ยโดยวิธีการ IAFSA-4

จากภาพ 82 แสดงการเปรียบเทียบค่าคำตอบเฉลี่ยระหว่างปัญหา HBAP และ HIBAP โดยใช้วิธีการ IAFSA-4 พบว่าค่าคำตอบเฉลี่ยจากการทดลองหาคำตอบ 5 ครั้ง ของปัญหาแต่ละขนาด พบว่า ค่าคำตอบในแต่ละขนาดปัญหานั้นให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการ AFSA-4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิธีการแก้ปัญหาทั้ง 2 วิธี ให้ผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้จากค่าคำตอบเฉลี่ยในแต่ละการทดลองของปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ มีผลดีกว่าค่าคำตอบเฉลี่ยจากปัญหา HBAP ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของคุณภาพคำตอบโดยพิจารณาจากช่วงระยะความห่างระหว่างคำตอบ ถ้าขนาดปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นค่าคำตอบเฉลี่ยจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบทำให้ทราบว่าทำเทียบเร็วแบบเว้าแหว่งสามารถช่วยลดเวลารวมในการปฏิบัติงานในการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์ได้หากใช้วิธีการแก้ปัญหา HBAP และ HIBAP ที่นำเสนอ

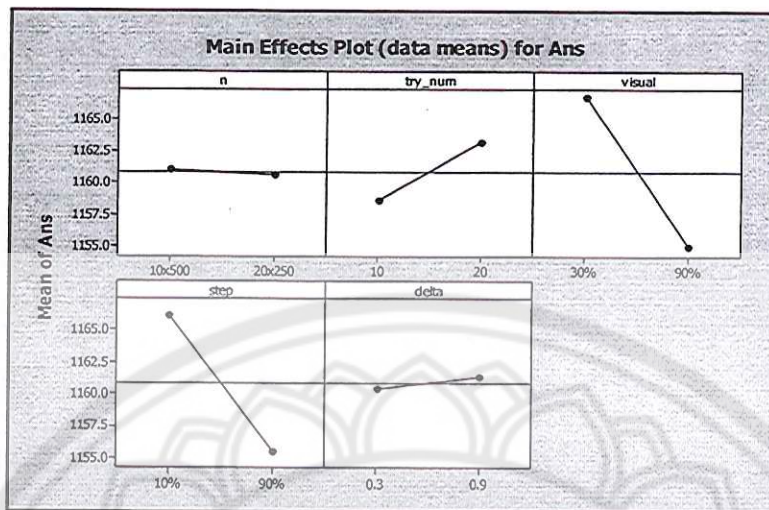
วิเคราะห์ผลโดยใช้หลักสถิติและหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับปัญหา

จากการทดลองข้างต้นสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อค่าของคำตอบโดยใช้วิธีการทางสถิติ ซึ่งตารางการวิเคราะห์จะนำเสนอค่า P-value ของผลกระทบหลักทุกพารามิเตอร์และนำเสนอเฉพาะค่า P-value ของพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบร่วมกันตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไปที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับปัญหาโดยแบ่งการพิจารณาตามขนาดปัญหา ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ในปัญหาขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* ได้ดังตาราง 17

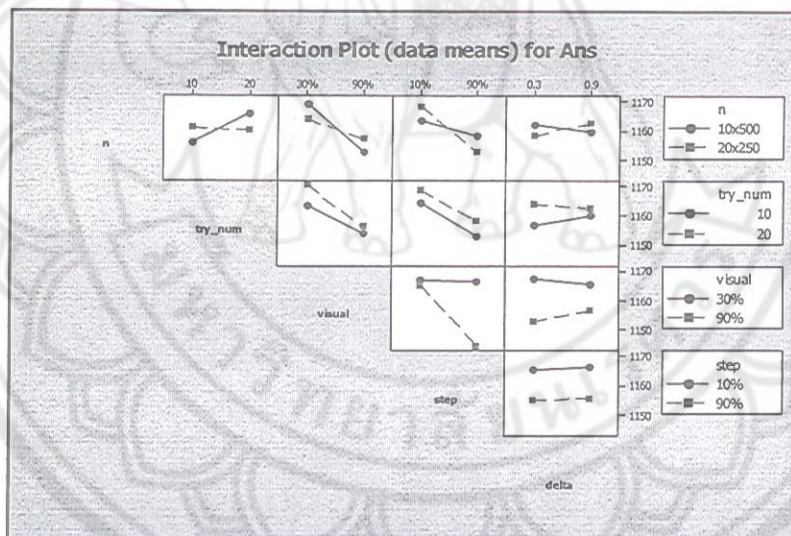
ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *AFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	6.8	6.8	6.8	0.01	0.924
try_num	1	860.3	860.3	860.3	1.17	0.282
visual	1	5557.8	5557.8	5557.8	7.55	0.007
step	1	4547.6	4547.6	4547.6	6.18	0.014
delta	1	37.1	37.1	37.1	0.05	0.823
visual*step	1	4151.4	4151.4	4151.4	5.64	0.019
Error	128	94237.2	94237.2	736.2		
Total	159	122013.1				

จากตารางแสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติในปัญหา HBAP ขนาดเล็กที่ใช้วิธีการ *AFSA-4* แก้ปัญหาพบว่าพารามิเตอร์ *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.007 และ 0.014 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยพบว่า *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.019 จึงมีผลกระทบร่วมกันส่งผลให้ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่างกัน



ภาพ 83 แสดงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าคำตอบปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ AFSA-4



ภาพ 84 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย ในปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ AFSA-4

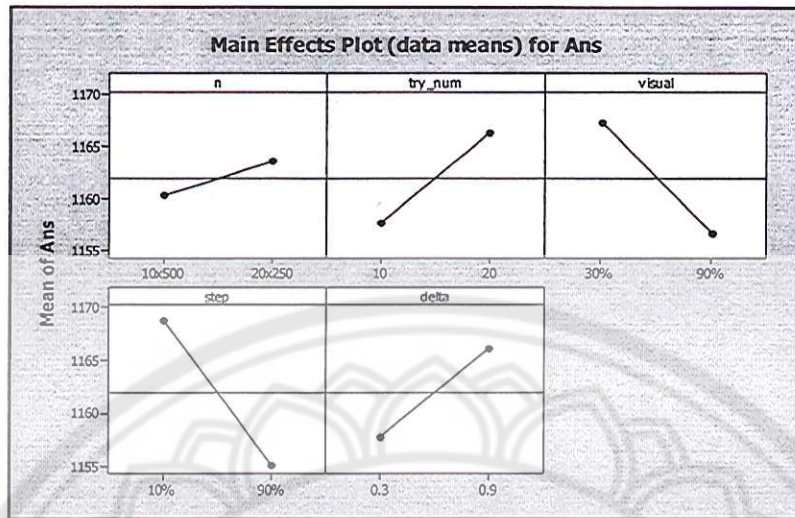
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่า *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้โดยพิจารณาจากภาพ 83 ซึ่งในปัญหามีผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยระหว่าง *Visual* และ *Step* ร่วมด้วย ดังนั้นในการกำหนดค่า *Visual* และ *Step* จึงต้องพิจารณาภาพ 84 ประกอบการพิจารณาด้วย พบว่าปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* และ *Step* มีความสอดคล้องกันกับ

เส้นกราฟของผลกระทบหลักของ *Visual* ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่า 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่า 90% ของ *Visual* สำหรับวิธีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ไม่ส่งผลให้คำตอบแตกต่างกันนั้น สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 82 ซึ่งจะพิจารณาเลือกค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลให้คำตอบมีค่าลดลง ดังนั้นจึงกำหนดให้ n มีค่า 20×250 try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และ $\text{delta}(\delta)$ มีค่าเท่ากับ 0.3

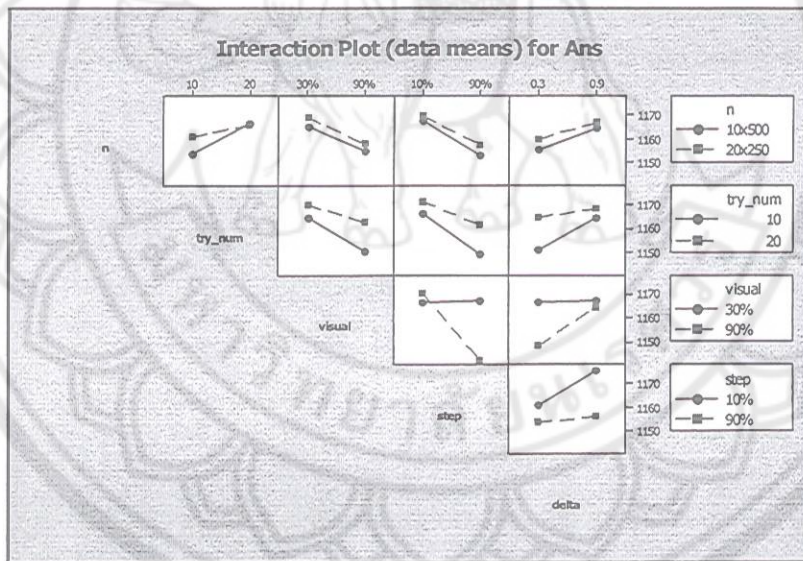
ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	448.9	448.9	448.9	0.73	0.394
try_num	1	3027.6	3027.6	3027.6	4.93	0.028
visual	1	4601	4601	4601	7.49	0.007
step	1	7398.4	7398.4	7398.4	12.05	0.001
delta	1	2755.6	2755.6	2755.6	4.49	0.036
visual*step	1	8294.4	8294.4	8294.4	13.51	0.000
Error	128	78604.4	78604.4	614.1		
Total	159	121791.4				

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ try_num , *Visual*, *Step* และ delta มีค่า P-value เท่ากับ 0.028, 0.007, 0.001 และ 0.036 ตามลำดับ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ try_num , *Visual*, *Step* และ delta ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย พบว่า *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 จึงมีผลกระทบร่วมกันส่งผลให้ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่างกัน



ภาพ 85 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ IAFSA - 4



ภาพ 86 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HBAP เล็กโดยวิธีการ IAFSA - 4

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่า *try_num*, *Visual*, *Step* และ *delta* มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้โดยพิจารณาจากภาพ 84 โดยกำหนดให้ *try_num* มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และ *delta* มีค่าเท่ากับ 0.3 แต่เนื่องจากในปัญหามีผลกระทบรวม 2 ปัจจัยระหว่าง *Visual* และ *Step* ร่วมด้วย ดังนั้นในการกำหนดค่า *Visual* และ *Step* จึงต้องพิจารณาภาพ 86

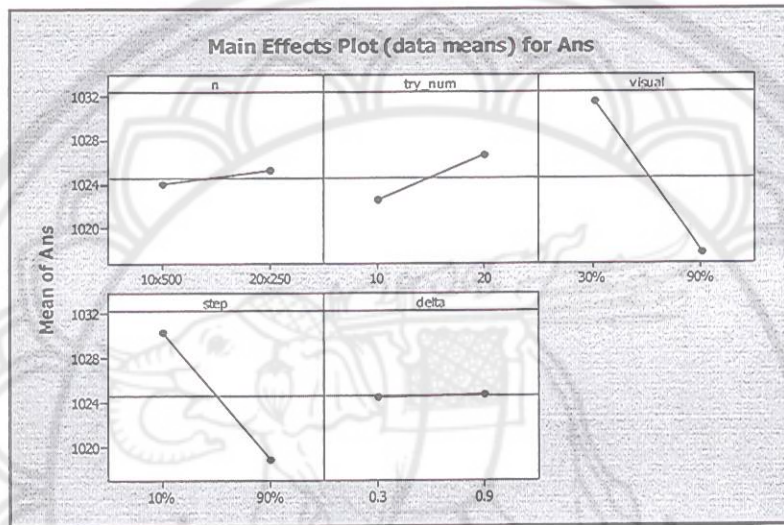
ประกอบการพิจารณาด้วย พบว่าปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* และ *Step* มีความสอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบหลัก ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่า 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่า 90% ของ *Visual* สำหรับวิธีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ไม่ส่งผลให้คำตอบแตกต่างกันนั้น สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 85 ซึ่งจะพิจารณาเลือกค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลให้ค่าคำตอบมีค่าลดลงโดยพิจารณาจากผลกระทบหลักจึงกำหนดให้ n มีค่า 10×250

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *AFSA-4*

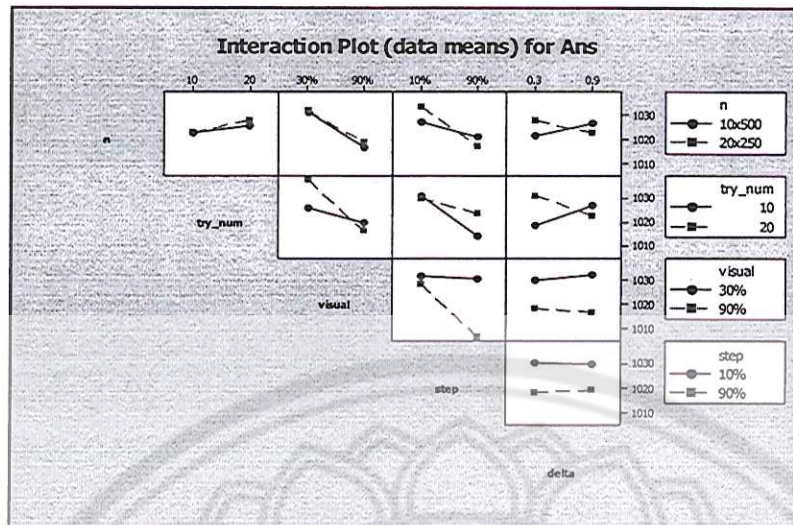
Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	60	60	60	0.11	0.746
try_num	1	664.2	664.2	664.2	1.17	0.282
visual	1	7480.2	7480.2	7480.2	13.15	0.000
step	1	5244.1	5244.1	5244.1	9.22	0.003
delta	1	2	2	2	0	0.953
try_num*visual	1	2356.2	2356.2	2356.2	4.14	0.044
try_num*delta	1	2839.2	2839.2	2839.2	4.99	0.027
visual*step	1	4243.6	4243.6	4243.6	7.46	0.007
try_num*step*delta	1	2656.9	2656.9	2656.9	4.67	0.033
n*try_num*visual*delta	1	5085	5085	5085	8.94	0.003
n*try_num*step*delta	1	5107.6	5107.6	5107.6	8.98	0.003
Error	128	72829.6	72829.6	569		
Total	159	119056.8				

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 และ 0.003 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย พบว่า *Visual* กับ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.007 ส่งผลให้ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้ยังพบว่าผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย

ระหว่าง *try_num* กับ *Visual* และ *try_num* กับ *delta* มีค่า P-value เท่ากับ 0.044 และ 0.027 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อพิจารณาผลกระทบรวม 4 ปัจจัย ยังพบว่า *n* มีผลกระทบร่วมกันกับ *try_num*, *Visual*, *Step* และ *delta* ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 พารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 87 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ AFSA-4



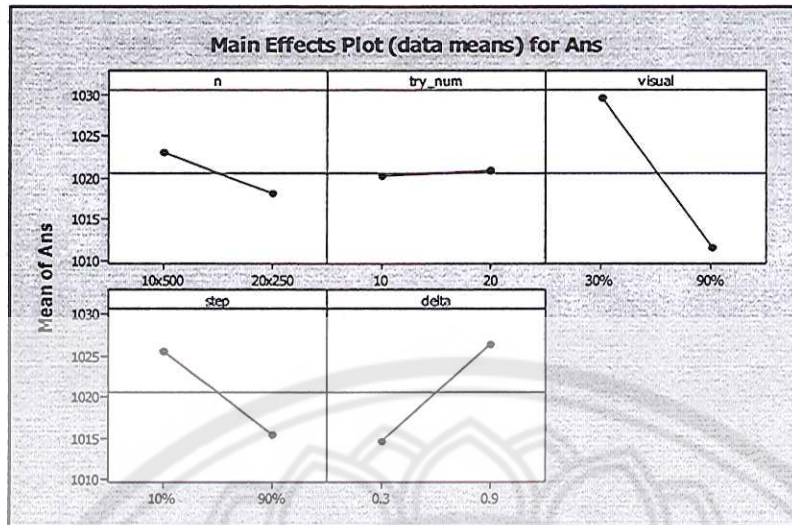
ภาพ 88 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ *AFSA-4*

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ทั้ง 5 พารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่ามีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 87 และ 88 จากการพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* และ *Step* มีความสอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบหลักของ *Visual* ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่า 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่า 90% ของ *Visual* ส่วนการกำหนดค่าของ *try_num* พิจารณาจากผลกระทบหลักพิจารณาเลือกค่าของ *try_num* ที่ 10 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของ *try_num* กับ *Visual* และ *try_num* กับ *delta* ในทางตรงกันข้ามเมื่อพิจารณาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยของ *delta* ที่ *try_num* มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง ทำให้สามารถกำหนดค่าของ *delta* โดยมีค่าเท่ากับ 0.3 ส่วนการกำหนดค่า *n* นั้นจะพิจารณาจากผลกระทบหลักและผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย ระหว่าง *n* กับ *Visual*, *try_num*, *delta* และ *Step* ทำให้สามารถกำหนดค่า *n* ให้มีค่าเท่ากับ 10x500

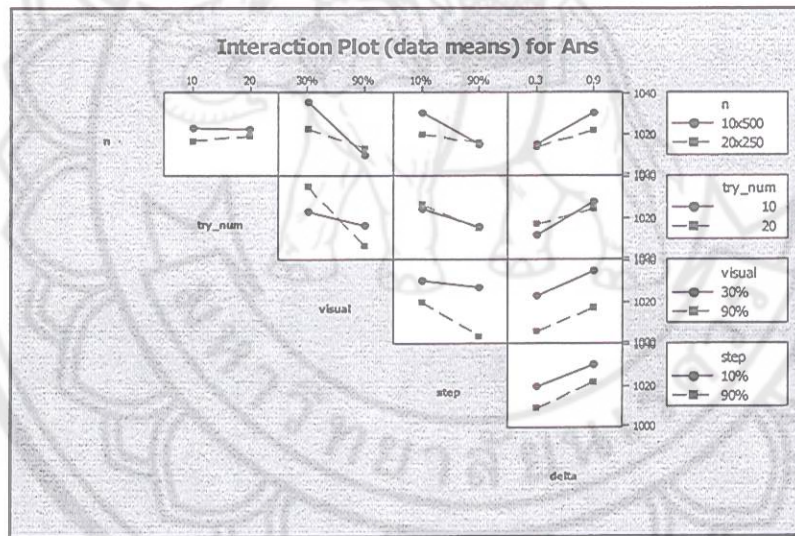
ตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	980.1	980.1	980.1	1.19	0.277
try_num	1	19.6	19.6	19.6	0.02	0.878
visual	1	13104.4	13104.4	13104.4	15.94	0.000
step	1	4264.2	4264.2	4264.2	5.19	0.024
delta	1	5760	5760	5760	7	0.009
try_num*visual	1	5017.6	5017.6	5017.6	6.1	0.015
Error	128	105258	105258	822.3		
Total	159	147117.6				

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ *Visual*, *Step* และ *delta* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000, 0.024 และ 0.009 ตามลำดับ ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual*, *Step* และ *delta* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบรวม 2 ปัจจัย พบว่า *Visual* และ *try_num* มีค่า P-value เท่ากับ 0.015 ส่งผลให้ *Visual* และ *try_num* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่าง



ภาพ 89 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ IAFSA-4



ภาพ 90 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ IAFSA-4

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่า *Visual*, *Step* และ *delta* มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ได้โดยพิจารณาจากภาพ 89 ในการกำหนดให้ *Step* มีค่าเป็น 90% ของ *Visual* และ *delta* มีค่าเท่ากับ 0.3 แต่เนื่องจากในปัญหามีผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยระหว่าง *Visual* และ *try_num* ร่วมด้วย ดังนั้นในการกำหนดค่า *Visual* และ *try_num* จึงต้อง

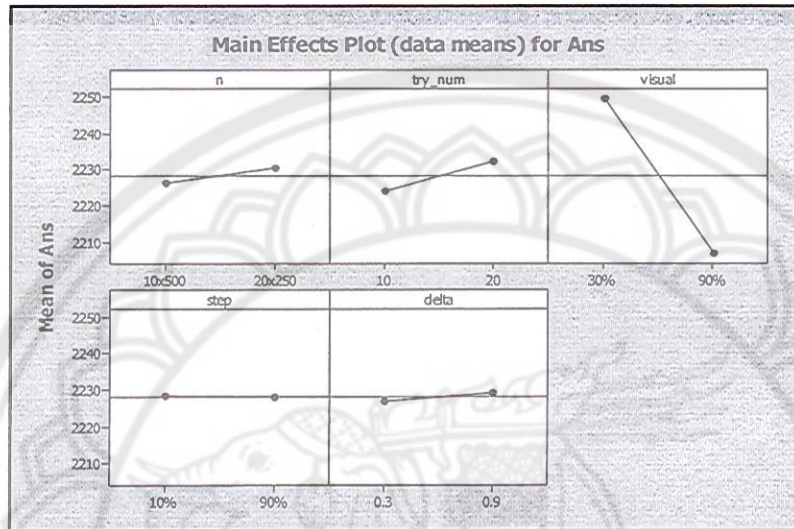
พิจารณาภาพ 90 ประกอบการพิจารณาด้วย พบว่าปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* กับ *try_num* มีสอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบหลักของ *Visual* ดังนั้นจึงพิจารณาให้ *Visual* มีค่า 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และสามารถกำหนดค่ากำหนด *try_num* มีค่าเท่ากับ 20 ครั้ง และวิธีการกำหนดพารามิเตอร์ที่ไม่ส่งผลให้คำตอบแตกต่างกันนั้น สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 89 ซึ่งจะพิจารณาเลือกค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลให้คำตอบมีค่าลดลงจึงกำหนดให้ n มีค่า 20×250 โดยพิจารณาจากผลกระทบหลัก

ตาราง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	681	681	681	0.42	0.517
try_num	1	2690	2690	2690	1.67	0.199
visual	1	73960	73960	73960	45.85	0.000
step	1	6	6	6	0	0.953
delta	1	203	203	203	0.13	0.724
n*visual	1	12816	12816	12816	7.95	0.006
try_num*step	1	8352	8352	8352	5.18	0.025
n*visual*step	1	14213	14213	14213	8.81	0.004
n*visual*delta	1	12145	12145	12145	7.53	0.007
n*try_num*visual*delta	1	9986	9986	9986	6.19	0.014
Error	128	206464	206464	1613		
Total	159	370988				

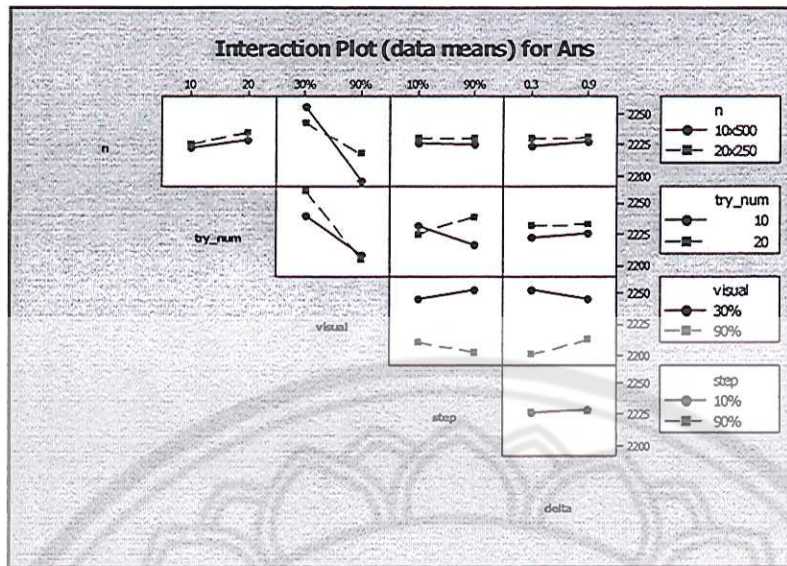
จากตาราง 21 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย พบว่า n กับ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.006 และผลกระทบร่วมระหว่าง *try_num* กับ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.025 จึงส่งผลให้ n และ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ ส่งผลให้ *try_num* กับ *Step* มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95% นอกจากนี้ยัง พบว่า *delta* มีผลกระทบร่วม 3 ปัจจัยและ 4 ปัจจัยร่วมกับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ดังในตาราง 21 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าทั้ง 5 พารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบต่อระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 91 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ

AFSA-4



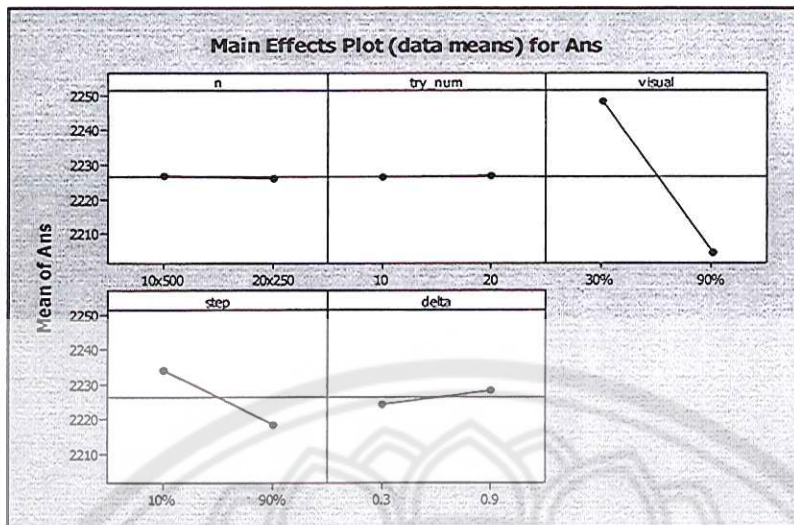
ภาพ 92 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ AFSA-4

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่า 5 พารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 91 และ 92 จากการพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* กับ *n* มีความสอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบหลักของ *Visual* ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่า 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และเช่นเดียวกับ *n* พิจารณาผลกระทบรวม 2 ปัจจัยกับ *Visual* ทำให้สามารถกำหนด *n* มีค่าเท่ากับ 10x500 ส่วนการกำหนดค่าของ *try_num* พิจารณาจากผลกระทบหลักเลือกค่าของ *try_num* ที่ 10 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลกระทบรวม 2 ปัจจัยของ *try_num* กับ *n*, *Visual*, *Step*, *delta* ทำให้สามารถกำหนดค่าของ *delta* โดยมีค่าเท่ากับ 0.3

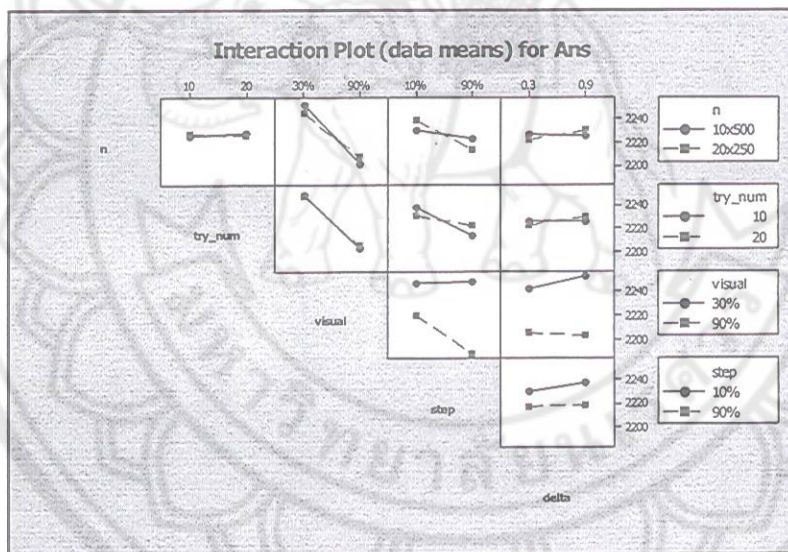
ตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *IAFSA* – 4

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	9	9	9	0.01	0.941
try_num	1	7	7	7	0	0.948
visual	1	78721	78721	78721	50.07	0.000
step	1	10001	10001	10001	6.36	0.013
delta	1	644	644	644	0.41	0.523
visual*step	1	11611	11611	11611	7.39	0.007
n*visual*step	1	8309	8309	8309	5.28	0.023
n*visual*delta	1	11611	11611	11611	7.39	0.007
Error	128	201239	201239	1572		
Total	159	344936				

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *IAFSA* – 4 พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 และ 0.013 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบรวม 2 ปัจจัย พบว่า *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.007 นอกจากนี้ยังพบว่า มีผลกระทบรวม 3 ปัจจัยของ *n*, *Visual* และ *delta* มีค่า P-value เท่ากับ 0.007 ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า *n*, *Visual*, *Step* และ *delta* ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 93 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ IAFSA-4



ภาพ 94 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ IAFSA-4

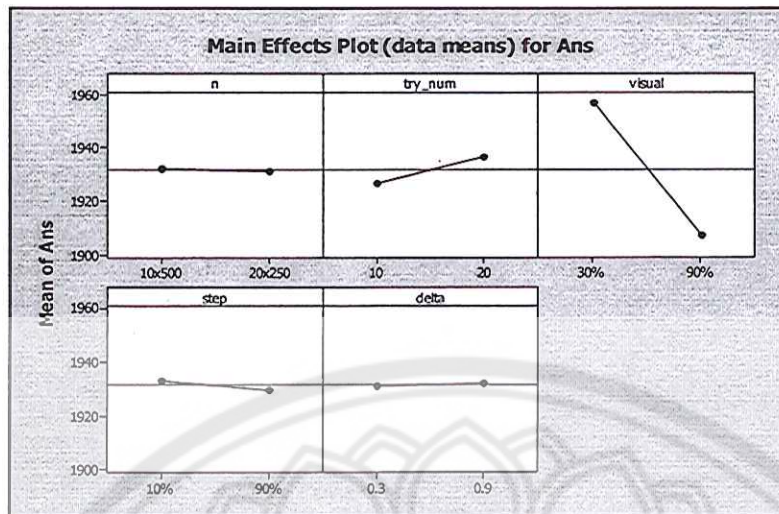
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 93 และ 94 จากการพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* กับ *Step* มีความ

สอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบบหลัก ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่าเท่ากับ 90% ของ *Visual* ซึ่งทำให้สามารถกำหนด *n* มีค่าเท่ากับ 10×500 และ *delta* มีค่าเท่ากับ 0.3 มีความสอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบบหลัก ส่วนการกำหนดค่าของ *try_num* พิจารณาจากผลกระทบบหลักโดยกำหนด *try_num* ที่ 10 ครั้ง

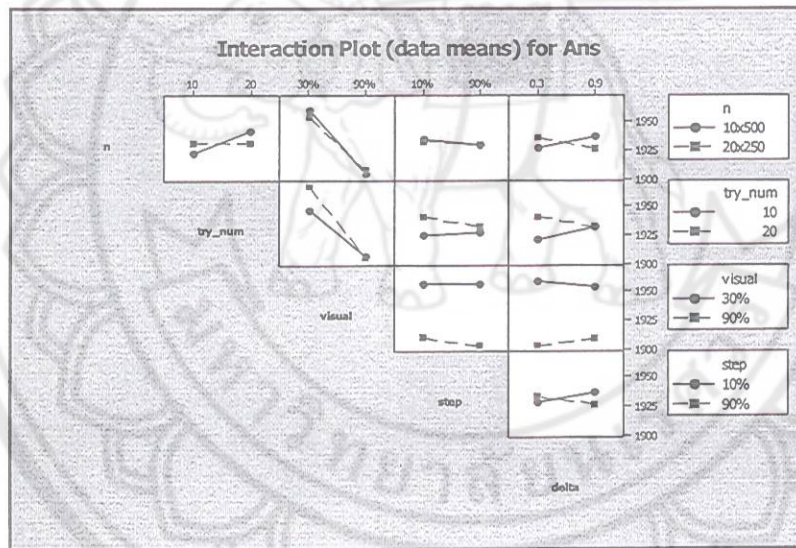
ตาราง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	44	44	44	0.02	0.886
try_num	1	3802	3802	3802	1.77	0.186
visual	1	99600	99600	99600	46.38	0.000
step	1	462	462	462	0.22	0.643
delta	1	24	24	24	0.01	0.916
try_num*visual*delta	1	11458	11458	11458	5.34	0.022
Error	128	274854	274854	2147		
Total	159	437693				

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบบร่วม 3 ปัจจัย พบว่า *try_num*, *Visual* และ *delta* มีค่า P-value เท่ากับ 0.022 ทำให้พารามิเตอร์ที่มีผลกระทบบร่วมกันที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 95 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ
AFSA - 4



ภาพ 96 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ
AFSA - 4

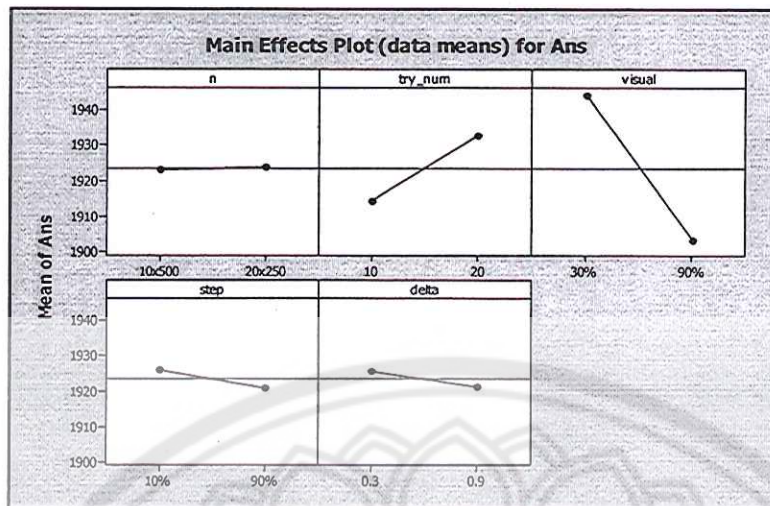
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 95 และ 96 จากการพิจารณาลักษณะของผลกระทบหลักกำหนดให้ *Visual*

มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ Step มีค่าเท่ากับ 90% ของ Visual ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบร่วมระหว่าง 3 ปัจจัย ของ try_num , Visual และ delta โดยกำหนดให้ try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และ delta มีค่าเท่ากับ 0.3 ซึ่งสอดคล้องกับเส้นกราฟของผลกระทบหลัก ส่วนการกำหนดค่าของ n พิจารณาจากผลกระทบหลักโดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 20×250

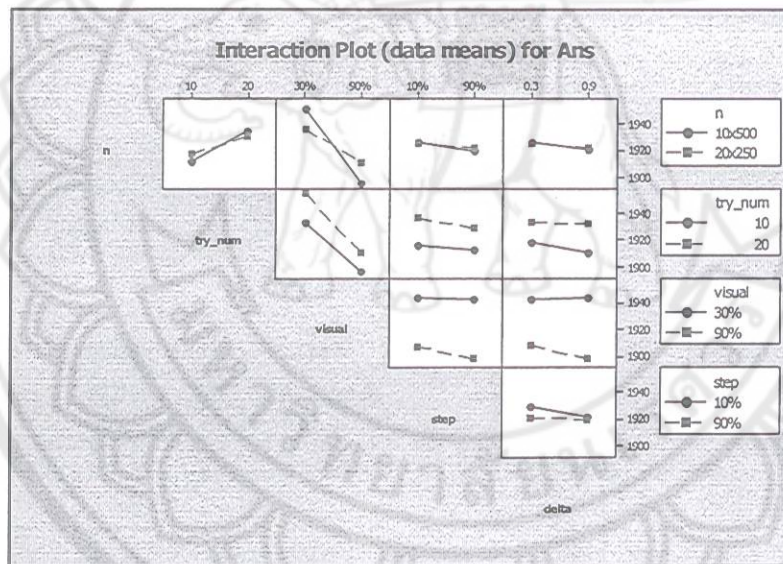
ตาราง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *LAFSA-4*

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	8	8	8	0	0.953
try_num	1	13341	13341	13341	6.12	0.015
visual	1	66382	66382	66382	30.44	0.000
step	1	1046	1046	1046	0.48	0.490
delta	1	693	693	693	0.32	0.574
n*visual	1	9075	9075	9075	4.16	0.043
Error	128	279158	279158	2181		
Total	159	406553				

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *LAFSA-4* พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย พบว่า n และ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.043 ส่งผลให้พารามิเตอร์ที่มีผลกระทบร่วมกันที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่างกัน



ภาพ 97 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ IAFSA-4



ภาพ 98 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ IAFSA-4

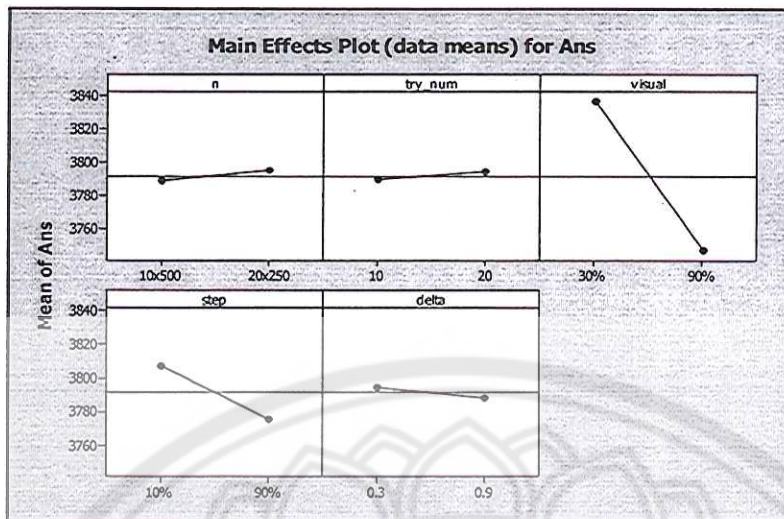
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 97 และ 98 จากการพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่าง *Visual* กับ *Step* มีความ

สอดคล้องกันกับเส้นกราฟของผลกระทบหลัก ดังนั้นจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่าเท่ากับ 90% ของ *Visual* ส่วนการกำหนดค่าของ n , *try_num* และ *delta* พิจารณาจากผลกระทบหลักโดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 10×500 กำหนดให้ *try_num* มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และ *delta* มีค่าเท่ากับ 0.9

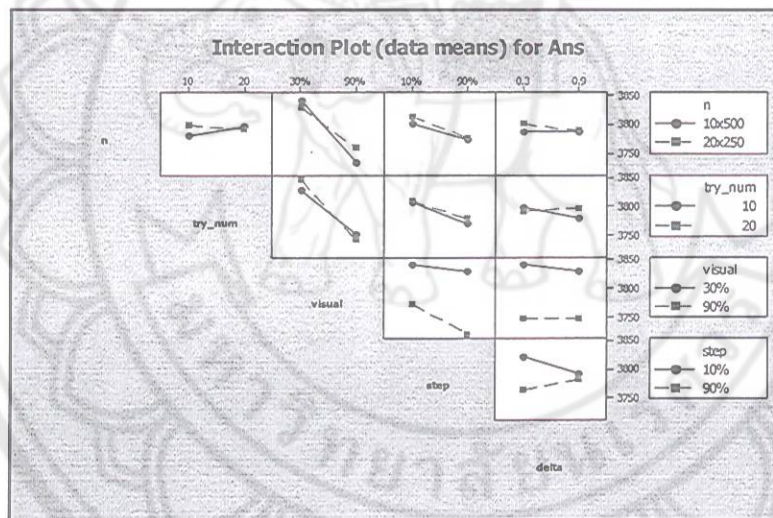
ตาราง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ AFSA – 4

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	1898	1898	1898	0.34	0.559
try_num	1	956	956	956	0.17	0.678
visual	1	323910	323910	323910	58.63	0.000
step	1	41958	41958	41958	7.59	0.007
delta	1	1569	1569	1569	0.28	0.595
step*delta	1	22444	22444	22444	4.06	0.046
try_num*visual*step*delta	1	32747	32747	32747	5.93	0.016
Error	128	707215	707215	5525		
Total	159	1237240				

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ AFSA – 4 พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* และ *Step* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 และ 0.007 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* และ *Step* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยพบว่า *Step* และ *delta* มีค่า P-value เท่ากับ 0.046 นอกจากนี้ยังพบว่าพารามิเตอร์ที่ได้กล่าวไปก่อนหน้ามีผลกระทบร่วม 4 ปัจจัยกับ *try_num* ด้วย ซึ่งมีค่า P-value เท่ากับ 0.016 ส่งผลให้พารามิเตอร์ที่มีผลกระทบร่วมกันที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 99 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ
AFSA-4



ภาพ 100 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ
AFSA-4

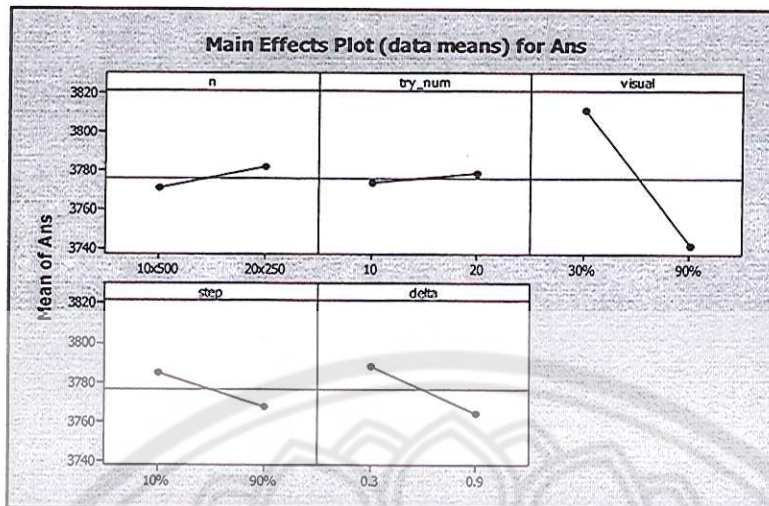
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 99 และ 100 จากการพิจารณาเส้นกราฟของผลกระทบหลักกำหนดให้ *Visual* มี

ค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(Visual)$ และกำหนดให้ $Step$ มีค่าเท่ากับ 90% ของ $Visual$ ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบร่วม 2 ปัจจัย ระหว่าง $Step$ และ $delta$ โดยกำหนดให้ $delta$ มีค่าเท่ากับ 0.3 และกำหนดให้ try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง ส่วนการกำหนดค่าของ n พิจารณาจากผลกระทบหลักโดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 10×500

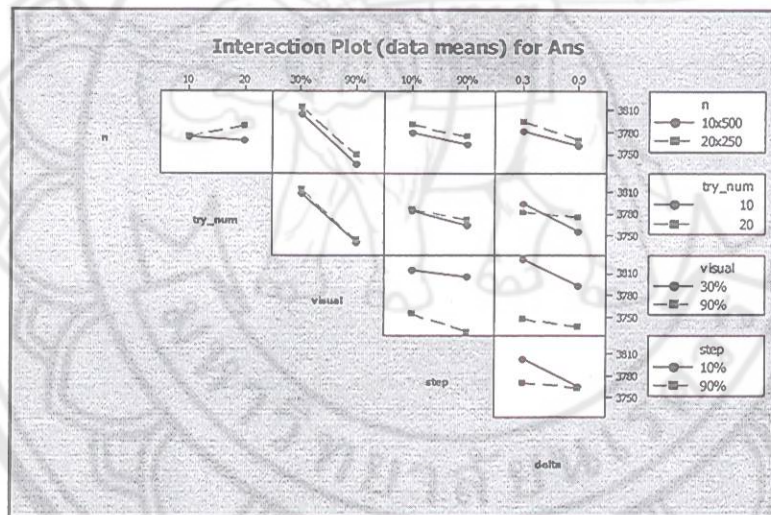
ตาราง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *IAFSA* – 4

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	4612	4612	4612	0.78	0.378
try_num	1	851	851	851	0.14	0.704
visual	1	189544	189544	189544	32.18	0.000
step	1	11239	11239	11239	1.91	0.170
delta	1	21973	21973	21973	3.73	0.056
n*try_num*delta	1	24527	24527	24527	4.16	0.043
Error	128	753893	753893	5890		
Total	159	1105762				

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *AFSA* – 4 พบว่าพารามิเตอร์ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และผลกระทบร่วม 3 ปัจจัย พบว่า n , try_num และ $delta$ มีค่า P-value เท่ากับ 0.043 ดังนั้นพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบร่วมกันที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 101 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ IAFSA-4



ภาพ 102 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ IAFSA-4

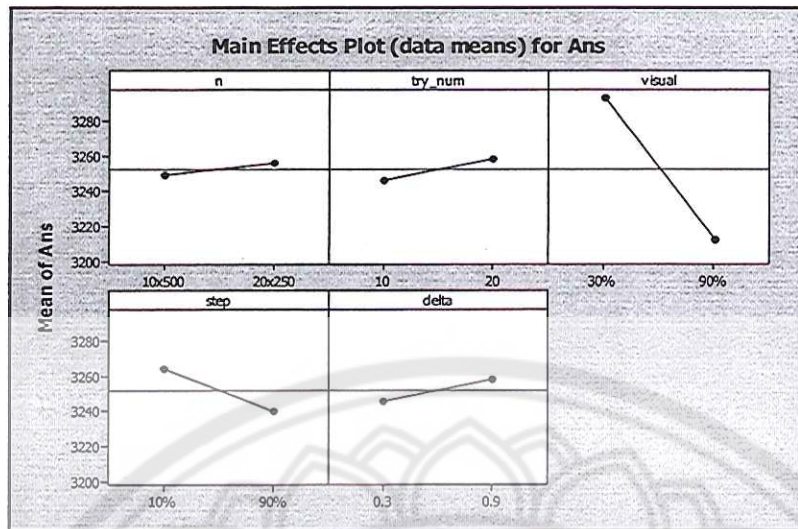
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 101 และ 102 จากการพิจารณาเส้นกราฟของผลกระทบหลักกำหนดให้ *Visual* มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบร่วม 3 ปัจจัยของ

ระหว่าง n , try_num และ $delta$ โดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 10×500 try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และกำหนดให้ $delta$ มีค่าเท่ากับ 0.9 สำหรับวิธีการกำหนดค่าของ $Step$ พิจารณาจากผลกระทบหลักโดยกำหนดให้ $Step$ มีค่าเท่ากับ 90% ของ $Visual$

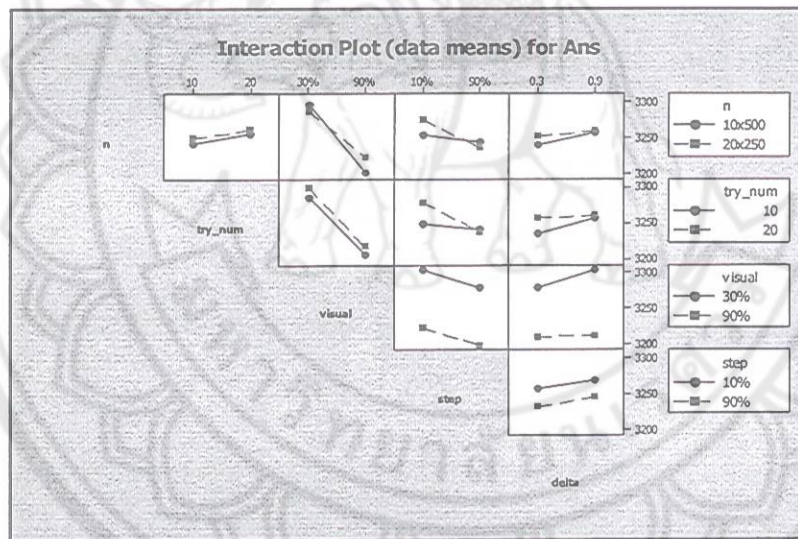
ตาราง 27 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ $AFSA - 4$

Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	1796	1796	1796	0.34	0.560
try_num	1	6052	6052	6052	1.15	0.286
visual	1	264388	264388	264388	50.16	0.000
step	1	24010	24010	24010	4.56	0.035
delta	1	6126	6126	6126	1.16	0.283
Error	128	674625	674625	5271		
Total	159	1069357				

จากตาราง 27 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ $AFSA - 4$ พบว่า พารามิเตอร์ $Visual$ และ $Step$ มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 และ 0.035 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ $Visual$ และ $Step$ ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่างกัน



ภาพ 103 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ
AFSA-4



ภาพ 104 แสดงผลกระทบร่วม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ
AFSA-4

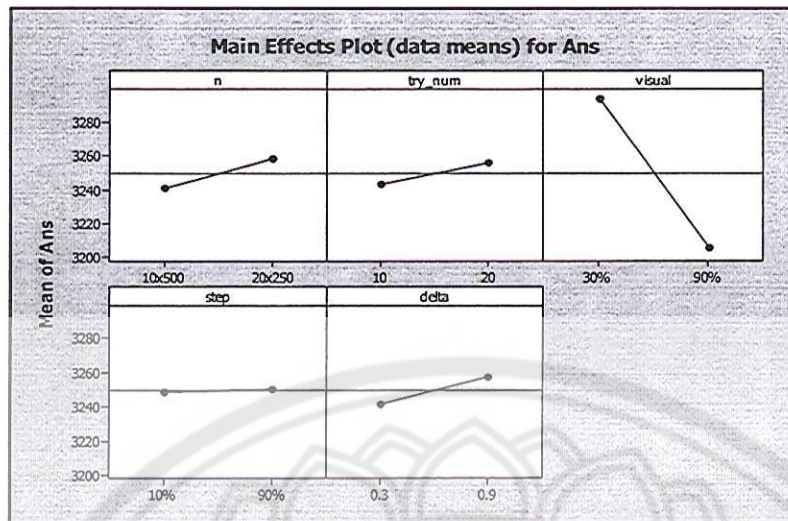
จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้ สามารถกำหนดพารามิเตอร์ที่โดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 103 และ 104 จากการพิจารณา *Visual* และ *Step* จากเส้นกราฟของผลกระทบหลักจึงกำหนดให้ *Visual* มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ และกำหนดให้ *Step* มีค่าเท่ากับ 90% ของ *Visual* ส่วน

การกำหนดค่าของ n , try_num และ $delta$ พิจารณาจากผลกระทบลึกโดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 10×500 กำหนดให้ try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และ $delta$ มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 28 แสดงผลการวิเคราะห์ปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *IAFSA-4*

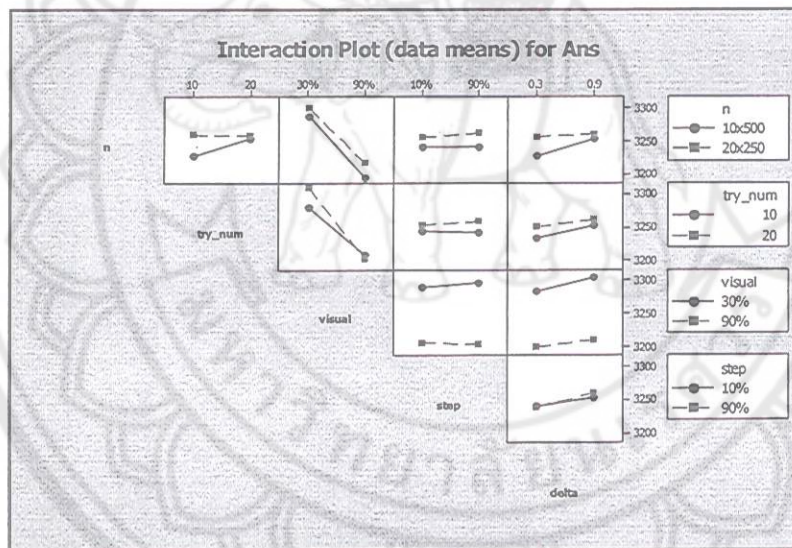
Source	DF	Seq-SS	Adj-SS	MS	F	P
n	1	12250	12250	12250	2.43	0.121
try_num	1	6477	6477	6477	1.29	0.259
visual	1	317018	317018	317018	62.97	0.000
step	1	152	152	152	0.03	0.862
delta	1	10017	10017	10017	1.99	0.161
try_num*visual*step	1	21160	21160	21160	4.2	0.042
Error	128	644378	644378	5034		
Total	159	1076814				

จากตาราง 28 แสดงให้เห็นถึงค่า P-value ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* พบว่า ค่าพารามิเตอร์ *Visual* มีค่า P-value เท่ากับ 0.000 ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ของ *Visual* ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีผลกระทบร่วม 3 ปัจจัย ระหว่าง try_num , *Visual* และ *Step* ซึ่งมีค่า P-value เท่ากับ 0.042 ส่งผลให้ตัวรวมที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ ที่มีค่าแตกต่างกันไม่มีผลให้คำตอบแตกต่างกัน



ภาพ 105 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อค่าคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ

IAFSA-4



ภาพ 106 แสดงผลกระทบรวม 2 ปัจจัยในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ

IAFSA-4

จากการพิจารณาผลการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติพบว่าพารามิเตอร์ในการทดลองนี้มีผลกระทบระหว่างปัจจัยร่วมกัน ส่งผลให้ค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าแตกต่างกันมีผลให้คำตอบแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถกำหนดโดยพิจารณาจากลักษณะของเส้นกราฟในภาพ 105 และ 106 จากการพิจารณาเส้นกราฟของผลกระทบหลักกำหนดให้ มีค่า

เท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ผลกระทบรวม 3 ปัจจัยของระหว่าง try_num และ Step โดยกำหนดให้ try_num มีค่าเท่ากับ 10 ครั้ง และกำหนดให้ Step มีค่าเท่ากับ 90% ของ Visual สำหรับวิธีการกำหนดค่าของ n และ delta จะพิจารณาจากผลกระทบหลักโดยกำหนดให้ n มีค่าเท่ากับ 10×500 และ delta มีค่าเท่ากับ 0.3

จากการวิเคราะห์การทดลองโดยใช้โดยใช้หลักการทางสถิติที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถนำเสนอการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพวิธีการหาคำตอบในปัญหา HBAP และ HIBAP ดังตาราง 29

ตาราง 29 แสดงข้อมูลพารามิเตอร์ที่แนะนำ

Size	Problem	n	try_num	Visual	Step	delta
เล็ก	HBAP – AFSA-4	20x250	10	90% *	90% *	0.3
	HBAP – IAFSA-4	10x500	10*	90% *	90% *	0.3*
	HIBAP – AFSA-4	10x500	10	90% *	90% *	0.3
	HIBAP – IAFSA-4	20x250	20	90% *	90% *	0.3*
กลาง	HBAP – AFSA-4	10x500	10	90% *	90%	0.3
	HBAP – IAFSA-4	10x500	10	90% *	90% *	0.3
	HIBAP – AFSA-4	20x250	10	90% *	90%	0.3
	HIBAP – IAFSA-4	10x500	10*	90% *	90%	0.9
ใหญ่	HBAP – AFSA-4	10x500	10	90% *	90% *	0.3
	HBAP – IAFSA-4	10x500	10	90% *	90%	0.9
	HIBAP – AFSA-4	10x500	10	90% *	90% *	0.3
	HIBAP – IAFSA-4	10x500	10	90% *	90%	0.3

หมายเหตุ: * มีผลให้คำตอบแตกต่างเมื่อค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

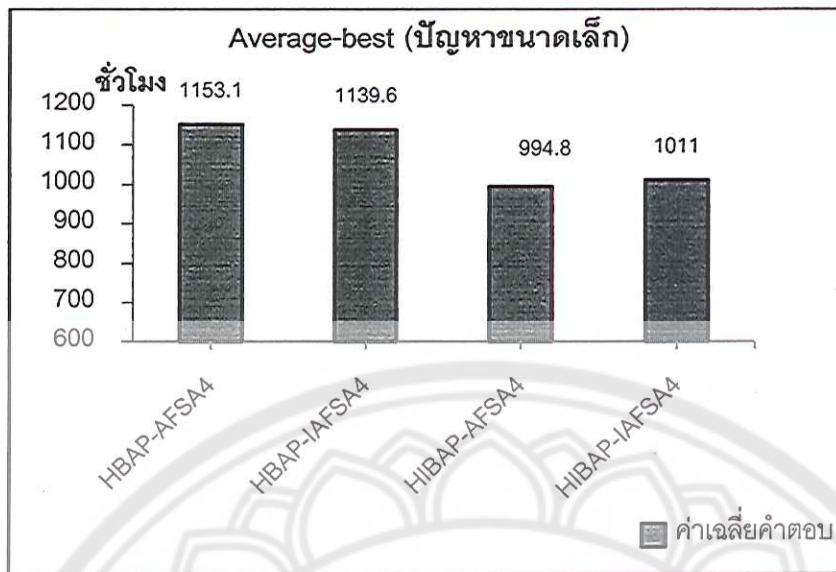
จากวิเคราะห์ผลการทดลองเบื้องต้นไม่สามารถนำเสนอพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้ทุกการทดลองเนื่องจากผลการวิเคราะห์โดยใช้ค่า P-value พบว่ามีเพียง *Visual* เท่านั้นที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคำตอบทุกการทดลองและมีบางพารามิเตอร์ไม่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลง

ของคำตอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอให้เห็นถึงพารามิเตอร์พารามิเตอร์ที่แนะนำในงานวิจัยนี้ได้ตั้งตารางข้างต้น และได้นำค่าพารามิเตอร์ที่แนะนำทดลองแก้ปัญหาโดยใช้ วิธีการ AFSA โดยทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของคำตอบและแสดงการเปรียบเทียบเพื่อหาประสิทธิภาพในปัญหา HBAP และ HIBAP โดยพิจารณาแบ่งการเปรียบเทียบตามขนาดปัญหาซึ่งสามารถแสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบและผลการเปรียบเทียบได้ในหัวข้อถัดไป

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ได้จากพารามิเตอร์ที่แนะนำที่สุด และนำเสนอให้เห็นถึงความแตกต่างในการหาคำตอบของลักษณะท่าเทียบเรือที่ต่างกัน ซึ่งจะเปรียบเทียบระหว่างปัญหา HBAP และปัญหา HIBAP ที่นำวิธีการ AFSA มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหา

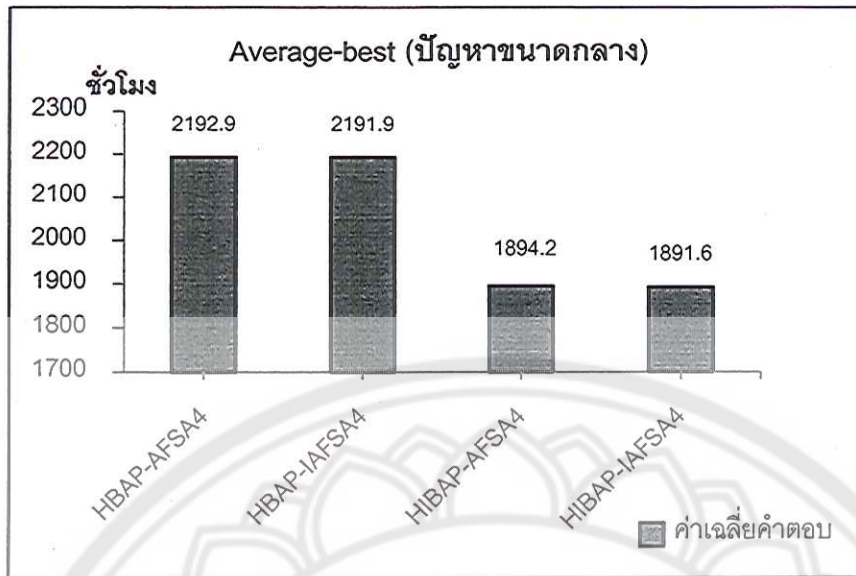
ประสิทธิภาพในการหาคำตอบสามารถพิจารณาได้จากค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลองของแต่ละปัญหา ซึ่งการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของคำตอบจะทำการทดลองซ้ำ 10 ครั้ง โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ทางหลักสถิติ และนำมาหาค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลอง (Average-best) เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบหาประสิทธิภาพในการหาคำตอบซึ่งในการพิจารณาการเปรียบเทียบจะแบ่งตามขนาดของปัญหาดังภาพ 107 แสดงผลของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากการกำหนดพารามิเตอร์ที่แนะนำในปัญหาขนาดเล็ก



ภาพ 107 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดปัญหาขนาดเล็ก

จากภาพสามารถอธิบายผลการทดลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ พบว่าปัญหา HIBAP มีค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดต่ำกว่าปัญหา HBAP และพบว่า วิธีการ *AFSA-4* มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบได้ดีที่สุดสำหรับปัญหา HIBAP โดยค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลองทำซ้ำ 10 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 994.8 ชั่วโมง

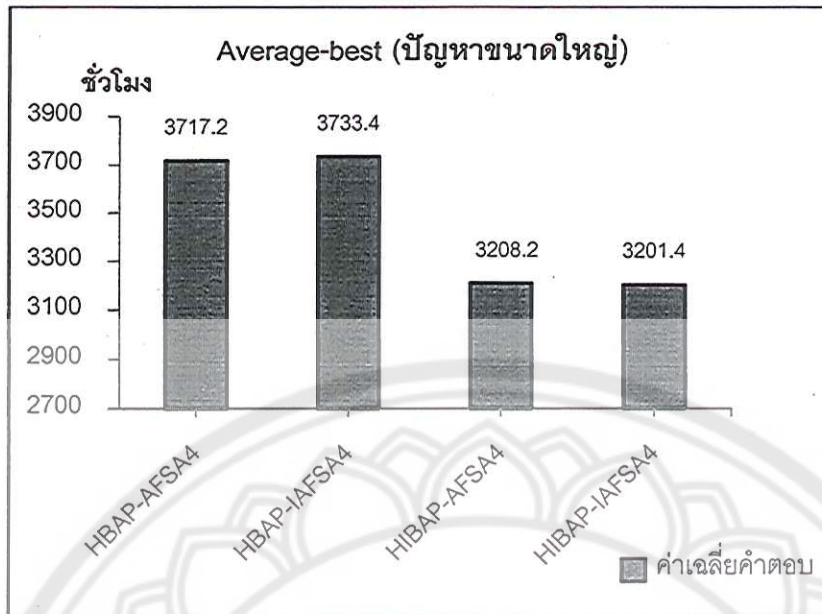
และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในปัญหาการจัดสรรทำเทียบเรือแบบผสมขนาดกลางสามารถอธิบายได้ดังภาพ 108



ภาพ 108 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดปัญหาขนาดกลาง

จากภาพอธิบายผลการทดลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ พบว่าปัญหา HIBAP มีค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดต่ำกว่าปัญหา HBAP และจากผลการทดลองยังสามารถอธิบายได้ว่าวิธีการ *IAFSA-4* มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบได้ดีที่สุดสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดกลาง โดยค่าคำตอบเฉลี่ยจากการทดลองทำซ้ำ 10 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 1891.6 ชั่วโมง

และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในปัญหาการจัดสรรท่าเทียบเรือแบบผสมขนาดใหญ่สามารถอธิบายได้ดังภาพ 109



ภาพ 109 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดปัญหาขนาดใหญ่

จากภาพอธิบายผลการทดลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ พบว่าปัญหา HIBAP มีค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดต่ำกว่าปัญหา HBAP และจากการทดลองยังสามารถอธิบายได้ว่าวิธีการ *IAFSA-4* มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบได้ดีที่สุดสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ โดยค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดจากการทดลองทำซ้ำ 10 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 3201.4 ชั่วโมง

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. วิเคราะห์รูปแบบของท่าเทียบเรือ

จากการพิจารณาผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดการท่าเทียบเรือแบบผสมทั้ง 2 แบบที่มีขนาดปัญหาเป็น ปัญหาขนาดเล็ก ปัญหาขนาดกลาง และ ปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งจากการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของท่าเทียบเรือแบบเว้าแหว่งที่สามารถช่วยลดเวลารวมในการปฏิบัติงานของเรือในการขนถ่ายตู้คอนเทนเนอร์พิจารณาจากเวลารวมในการปฏิบัติงานของปัญหา HIBAP ให้มีค่าเฉลี่ยคำตอบที่ดีที่สุดต่ำกว่าปัญหา HBAP ในทุกขนาดปัญหา แต่สามารถใช้อธิบายได้เฉพาะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* เท่านั้น นอกจากนี้ในการออกแบบทดลองนั้นควรคำนึงถึงสัดส่วน

ของจำนวนเรือที่มีขนาดแตกต่างกันด้วย เนื่องจากขนาดความกว้างของเรือจะส่งผลกระทบต่อเงื่อนไขการเข้าและออกจากท่าของท่าเทียบเรือแบบเว้าแหว่ง และอาจทำให้ผลการเปรียบเทียบแตกต่างกันไปจากงานวิจัยนี้ ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่กำหนดให้ข้อมูลนำเข้ามีเรือขนาดเล็กจำนวนมากๆ อาจส่งผลให้เงื่อนไขในการพิจารณาความกว้างเรือที่จะออกจากท่าเทียบเรือแบบเว้าแหว่งไม่เกิดขึ้น เนื่องจากโจทย์กำหนดให้ความกว้างรวมของเรือขนาดเล็ก 2 ลำ น้อยกว่าความกว้างของท่าเทียบเรือแบบเว้าแหว่ง ดังนั้นจึงส่งผลให้เรือขนาดเล็กสามารถเข้าและออกจากท่าเทียบเรือแบบเว้าแหว่งได้โดยไม่ก่อให้เกิดเวลาการรอคอย ซึ่งอาจทำให้เกิดความต่างของผลลัพธ์ในการทดลองระหว่างปัญหา HBAP และ HIBAP มากเกินไป

2. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการหาคำตอบของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4*

จากการศึกษาและพัฒนาวิธีการ *AFSA* เพื่อนำมาประยุกต์แก้ไขปัญหาคำตอบการจัดสรรท่าเทียบเรือแบบผสม พบว่าวิธีการ *AFSA-4* มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา HBAP ขนาดใหญ่ และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก สำหรับวิธีการ *IAFSA-4* นั้นมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา HBAP ขนาดเล็กและขนาดกลาง และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา HIBAP ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ดังนั้นจากการทดลองโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* ทำให้ทราบว่า การปรับปรุงโดยการจัดเรียงลำดับของวิธีการ *AFSA* สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหาคำตอบสำหรับปัญหา HBAP ขนาดเล็กและขนาดกลาง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการหาคำตอบสำหรับปัญหา HIBAP ได้ในปัญหาขนาดกลางและขนาดใหญ่

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพพฤติกรรมของวิธีการ *AFSA*

จากการทดลองแก้ไขปัญหาคำตอบการจัดสรรท่าเทียบเรือแบบผสมในปัญหาขนาดเล็กรายกลาง และขนาดใหญ่ โดยใช้วิธีการ *AFSA* พบว่า พฤติกรรมที่มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่ดีที่สุด คือ พฤติกรรมการหาอาหารของปลา ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากพฤติกรรมที่สามารถพบคำตอบที่ดีที่สุด (Best) ในแต่ละปัญหาย่อยที่สุด และจากการทดลองแก้ปัญหาโดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติดังตาราง 29 เพื่อนำมาแก้ปัญหา HBAP และ HIBAP ซึ่งสามารถแสดงพฤติกรรมที่พบคำตอบที่ดีที่สุดดังตาราง 30

ตาราง 30 แสดงพฤติกรรมที่พบคำตอบได้ดีที่สุดในวิธีการ AFSA

Size	Problems	Replications										Best behavior
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
เล็ก	HBAP-AFSA-4	P	P	P	F	P	S	P	P	P	P	Prey
	HBAP-IAFSA-4	P	P	M	S	P	P	P	S	P	P	Prey
	HIBAP-AFSA-4	P	P	P	S	S	P	P	P	P	P	Prey
	HIBAP-IAFSA-4	P	P	P	P	S	S	P	S	P	P	Prey
กลาง	HBAP-AFSA-4	P	P	P	S	P	M	S	P	P	P	Prey
	HBAP-IAFSA-4	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	Prey
	HIBAP-AFSA-4	P	S	S	F	P	P	P	P	P	S	Prey
	HIBAP-IAFSA-4	S	S	P	S	P	P	P	P	P	M	Prey
ใหญ่	HBAP-AFSA-4	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	Prey
	HBAP-IAFSA-4	P	P	P	P	S	P	P	P	P	P	Prey
	HIBAP-AFSA-4	P	P	P	M	S	P	P	P	P	P	Prey
	HIBAP-IAFSA-4	P	P	P	P	P	P	P	P	S	P	Prey

จากตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองซ้ำจำนวน 10 ครั้ง โดยกำหนดให้ M = พฤติกรรมการเคลื่อนที่อย่างอิสระ, P = พฤติกรรมการหาอาหาร, S = พฤติกรรมการรวมกลุ่มของปลา และ F = พฤติกรรมการเคลื่อนที่ตามกัน ซึ่งจากตารางแสดงให้เห็นว่าในการทดลองของแต่ละปัญหา พบว่า พฤติกรรมการหาอาหารของปลามีจำนวนครั้งที่สามารถหาคำตอบที่มีค่าที่ดีที่สุดได้บ่อยกว่าพฤติกรรมอื่นๆ จากการทดลองซ้ำทั้งหมด 10 ครั้ง

ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าพฤติกรรมการหาอาหารของปลาเป็นพฤติกรรมที่มีประสิทธิภาพในการคำตอบที่ดีที่สุด เนื่องจากพฤติกรรมการหาอาหารของปลามีโอกาสในการหาคำตอบได้มากกว่าพฤติกรรมอื่นๆ อาจเป็นผลมาจากพฤติกรรมการหาอาหารสามารถกำหนดจำนวนครั้งที่สามารถหาคำตอบภายในระยะขอบเขตการมองเห็นได้ ทำให้สามารถหาคำตอบภายในพื้นที่ได้กว่า 1 ครั้ง จึงเป็นเหตุให้พฤติกรรมการหาอาหารมีโอกาสพบคำตอบที่ดีได้มากกว่าพฤติกรรมอื่น

4. วิเคราะห์พารามิเตอร์ของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4*

พารามิเตอร์ที่มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาคำตอบของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* มากที่สุด คือ *Visual* ซึ่งพิจารณาค่า P-value ที่ได้จากการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้หลักการทางสถิติในปัญหา HIBAP และ HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลจำนวนการทดลองของพารามิเตอร์ในวิธีการ AFSA ที่มีผลกระทบต่อค่าคำตอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้ดังตาราง 31

ตาราง 31 แสดงพารามิเตอร์วิธีการ AFSA ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคำตอบในปัญหา HIBAP และ HIBAP ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

Parameter	Main effect (12 ปัญหา)		Interaction (12 ปัญหา)	
	<i>AFSA-4</i> (6 ปัญหา)	<i>IAFSA-4</i> (6 ปัญหา)	<i>AFSA-4</i> (6 ปัญหา)	<i>IAFSA-4</i> (6 ปัญหา)
<i>n</i>	-	-	2	3
<i>try_num</i>	-	2	4	3
<i>Visual</i>	6	6	5	5
<i>Step</i>	4	3	4	3
<i>delta</i>	-	2	4	2

จากตารางแสดงให้เห็นถึงจำนวนการทดลองที่พารามิเตอร์แต่ละตัวของวิธีการ AFSA ทั้ง 2 แบบ มีผลกระทบหลักและผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคำตอบในปัญหา HIBAP และ HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จึงมีจำนวนปัญหารวมทั้งหมด 12 ปัญหา ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า *Visual* นั้นมีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาคำตอบของวิธีการ AFSA มากที่สุด เนื่องจากส่งผลกระทบหลักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าคำตอบของวิธีการ AFSA ทุกปัญหา และมีผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยถึง 5 ปัญหา จากการทดลองปัญหาทั้งหมด 6 ปัญหา ดังนั้นจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าควรจะกำหนดค่า *Visual* ที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไขปัญหาในงานวิจัยนี้ให้มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$

และสำหรับพารามิเตอร์ตัวอื่นควรกำหนดค่า $n = 10 \times 500$, $try_num = 10$, $Step = 90\%$ ของ *Visual* และ $delta = 0.3$

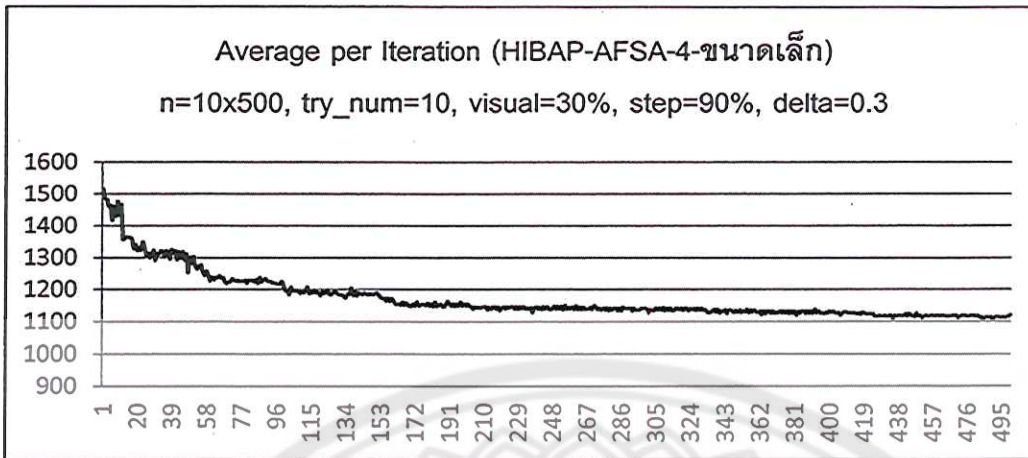
นอกจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของพารามิเตอร์โดยใช้ค่า P-value แล้ว ผู้วิจัยสามารถนำเสนอการวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยคำตอบของปลาทุกตัวในแต่ละรอบการหาคำตอบ (Average per Iteration) และพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในแต่ละรอบ (Standard deviation per Iteration) ซึ่งในงานวิจัยได้เลือกนำเสนอการวิเคราะห์เพียง 2 พารามิเตอร์ คือ *Visual* และ *Step* วิเคราะห์โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบของปลาทุกตัวในแต่ละรอบการหาคำตอบและวิเคราะห์โดยใช้การเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เนื่องจาก *Visual* และ *Step* สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของเส้นกราฟได้ชัดเจนและเป็นพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบต่อการหาคำตอบของวิธีการ AFSA มากที่สุด โดยสามารถพิจารณาจากค่า P-value ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ โดยสามารถนำเสนอรายละเอียดการวิเคราะห์ความแตกต่างได้ดังหัวข้อ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

4.1 การวิเคราะห์ *Visual* โดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

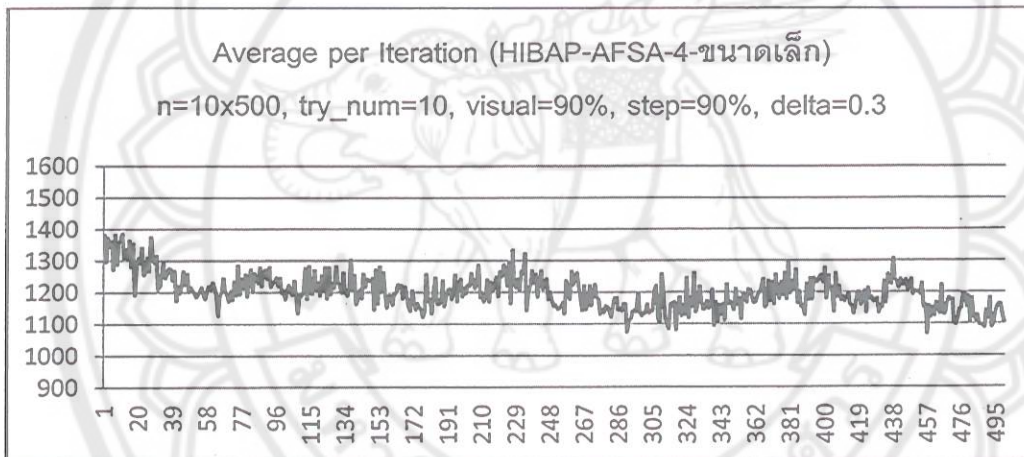
ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า *Visual* ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างจากปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยพิจารณาค่าคำตอบเฉลี่ยจากการทดลอง 1 ครั้ง ซึ่งจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าคำตอบเฉลี่ยระหว่าง $Visual = 30\%$ และ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งสามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้ตามขนาดของปัญหาและวิธีการ โดยกำหนดให้ $n = 10 \times 500$, $try_num = 10$, $Step = 90\%$ ของ *Visual* และ $delta = 0.3$ สามารถอธิบายได้ในหัวข้อ 4.1.1 ถึง 4.1.3

4.1.1 การวิเคราะห์ *Visual* ในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ *Visual* ในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ AFSA-4 พิจารณาภาพ 110 ถึง 113 และการนำเสนอในส่วนที่สองเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบโดยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ IAFSA-4 พิจารณาภาพ 114 ถึง 117 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

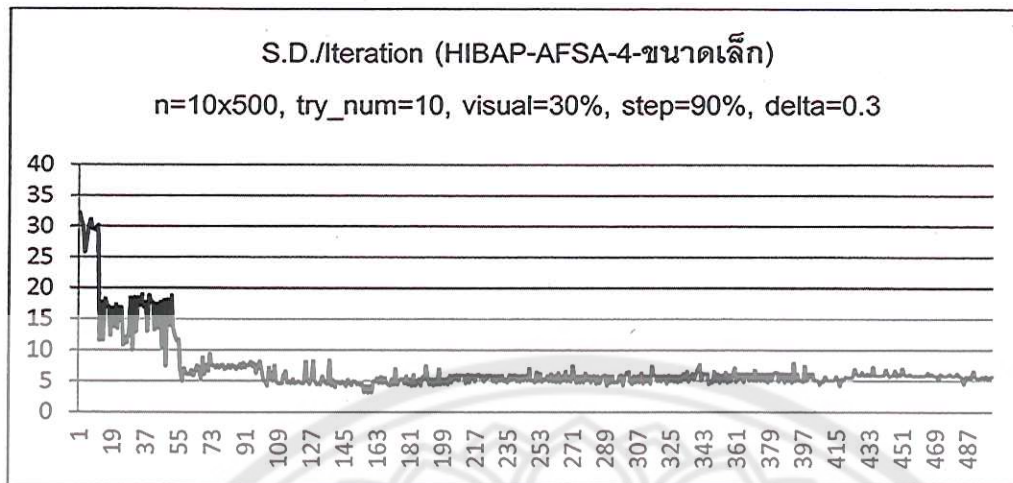


ภาพ 110 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบในรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

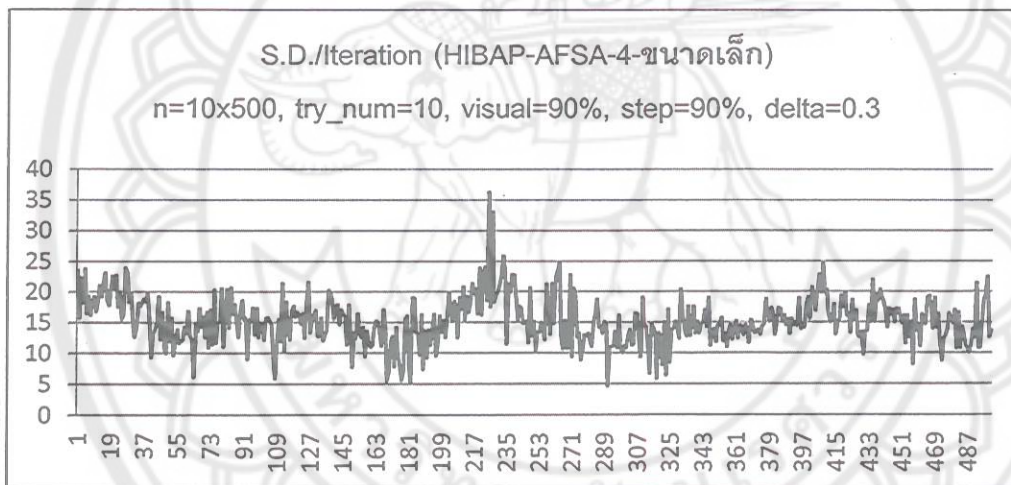


ภาพ 111 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบในรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

จากภาพแสดงให้เห็นลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ที่มีขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ AFSA-4 พบว่า ปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ สามารถให้ค่าเฉลี่ยของคำตอบมีค่าต่ำที่สุด และมีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้ด้วยการวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 112 และ 113



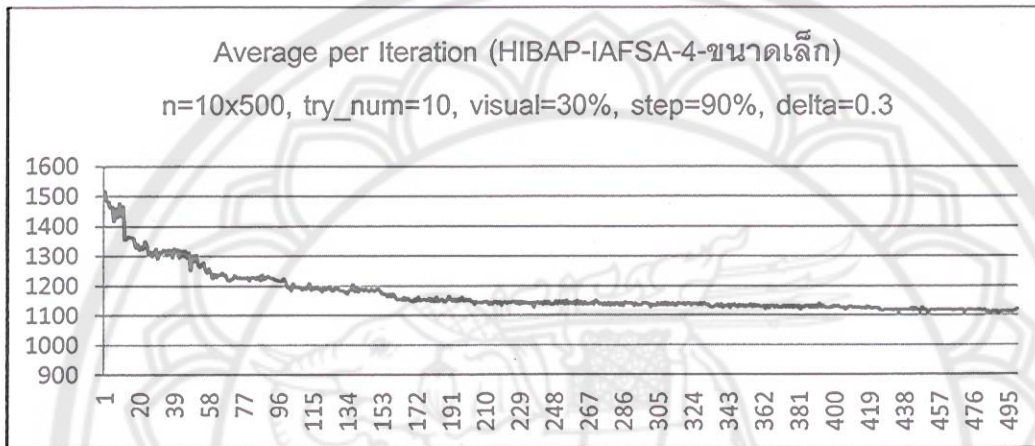
ภาพ 112 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4



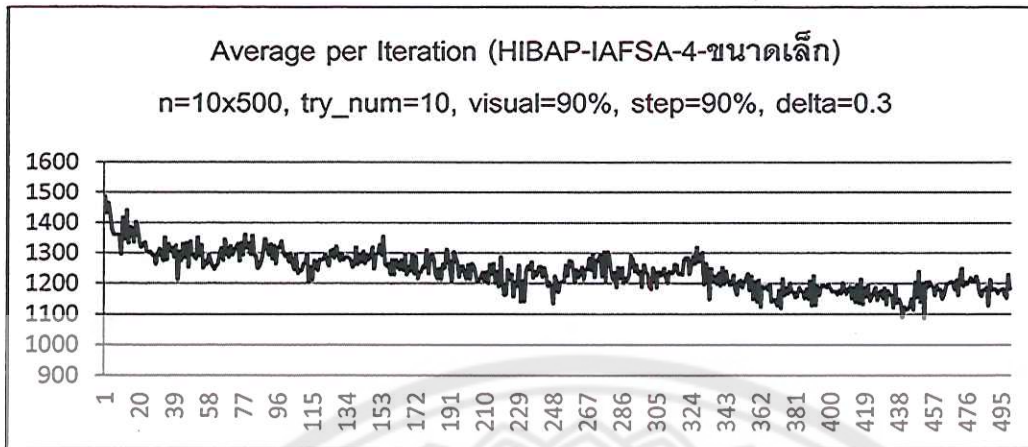
ภาพ 113 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ AFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 4-37 ใกล้เคียงกับช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ มีค่าอยู่ระหว่าง 3-32 แต่เมื่อพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้วพบว่าช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $Visual = 30\%$ กว้างในช่วงแรกของกราฟและค่อยๆ แคบลงจนมีค่าอยู่ระหว่าง 3-9 ซึ่งแตกต่างจากกราฟของ

$Visual = 90\%$ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่พบบ่อยอยู่ระหว่าง 5-25 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงอธิบายได้ว่าความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual = 90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual = 30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาในปัญหาที่กำหนดให้ค่า $Visual = 90\%$ มีการกระจายตัวของค่าคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และในลำดับถัดไปผู้วิจัยได้นำเสนอความแตกต่างของกราฟในวิธีการ *IAFSA* - 4 ดังภาพ 114 และ 115

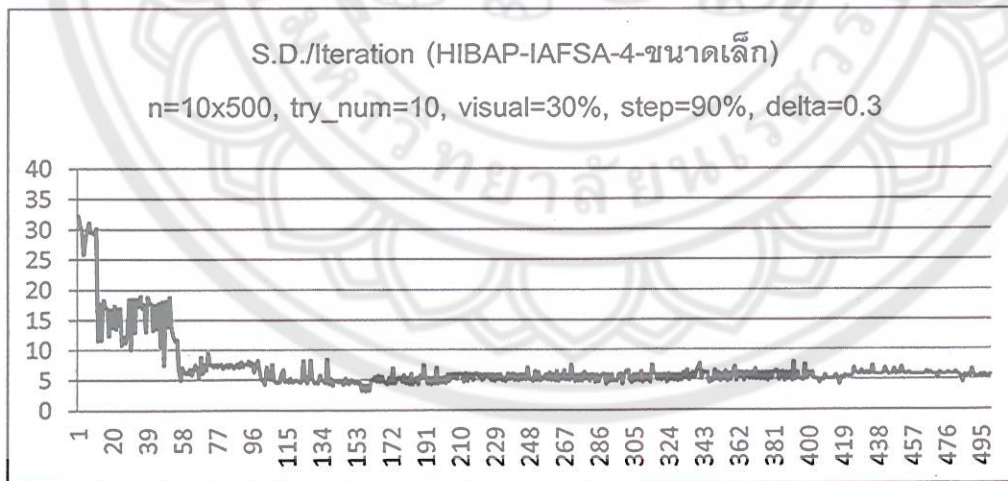


ภาพ 114 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ *IAFSA* - 4

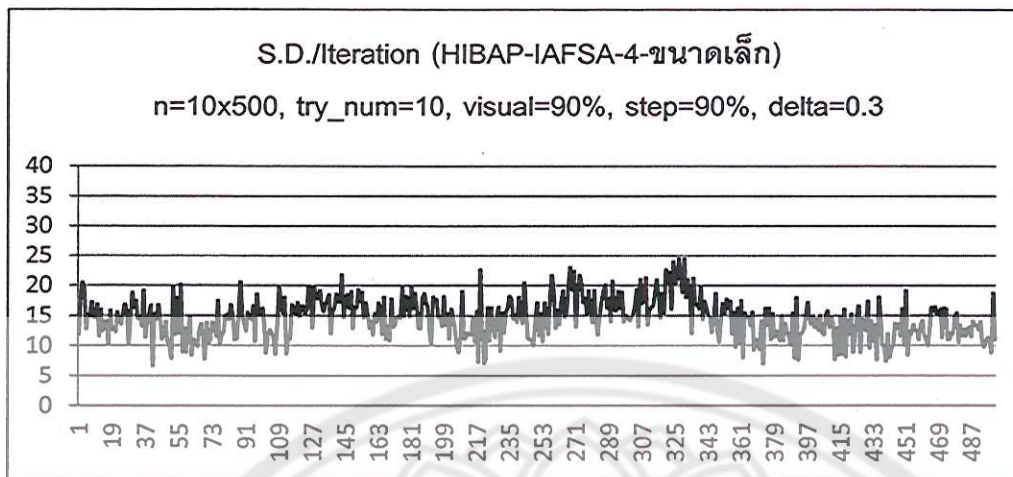


ภาพ 115 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ IAFSA-4 พบว่า ปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ สามารถหาค่าเฉลี่ยของคำตอบมีค่าต่ำที่สุด และมีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้ด้วยการวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 116 และ 117



ภาพ 116 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

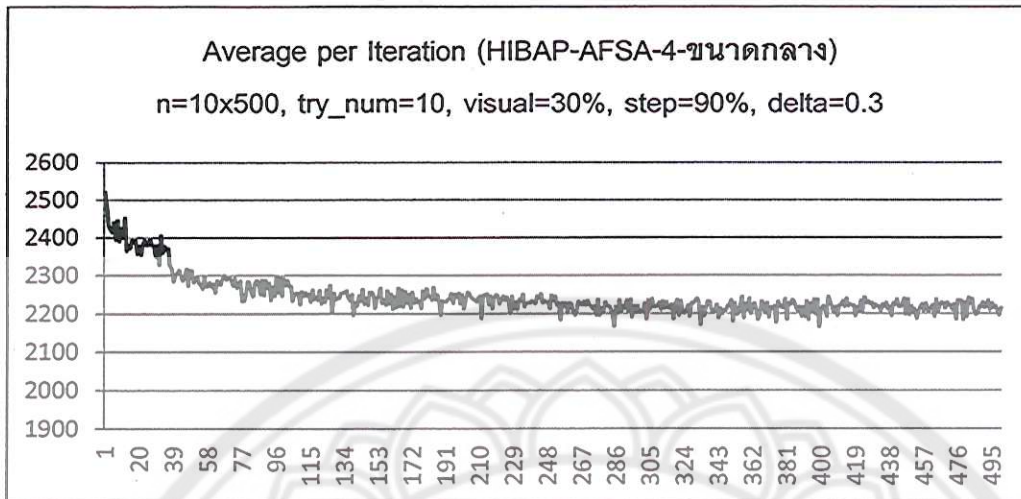


ภาพ 117 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

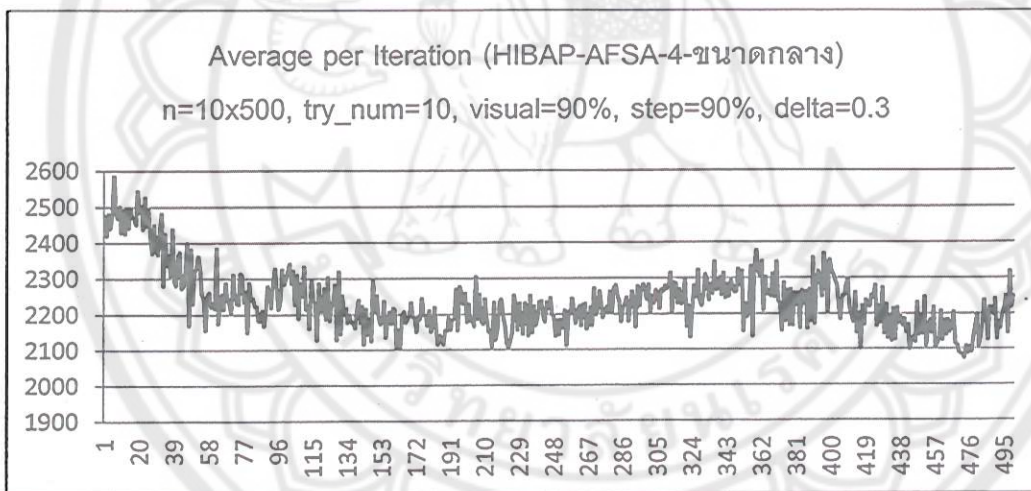
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ IAFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 3-32 กว้างกว่าช่วงของ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6-25 แต่เมื่อพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้ว พบว่า ช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ $Visual = 30\%$ กว้างมากในช่วงแรกของกราฟและค่อยๆ แคบลงจนมีค่าอยู่ระหว่าง 3-7 ซึ่งแตกต่างจากกราฟของ $Visual = 90\%$ ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 6-23 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual = 90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual = 30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาแต่ละรอบในปัญหา ที่กำหนดให้ค่า $Visual = 90\%$ มีการกระจายตัวของคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดเล็กก็ให้ผลเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน

4.1.2 การวิเคราะห์ $Visual$ ในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง

การวิเคราะห์ $Visual$ ในปัญหา HIBAP ขนาดกลางจะแบ่งการออกเป็น 2 ส่วน เช่นเดียวกับการนำเสนอการวิเคราะห์เปรียบเทียบในปัญหาขนาดเล็ก โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ AFSA-4 อธิบายได้ดังภาพ 118 ถึง 121 และพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ IAFSA-4 อธิบายได้ดังภาพ 122 ถึง 125 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

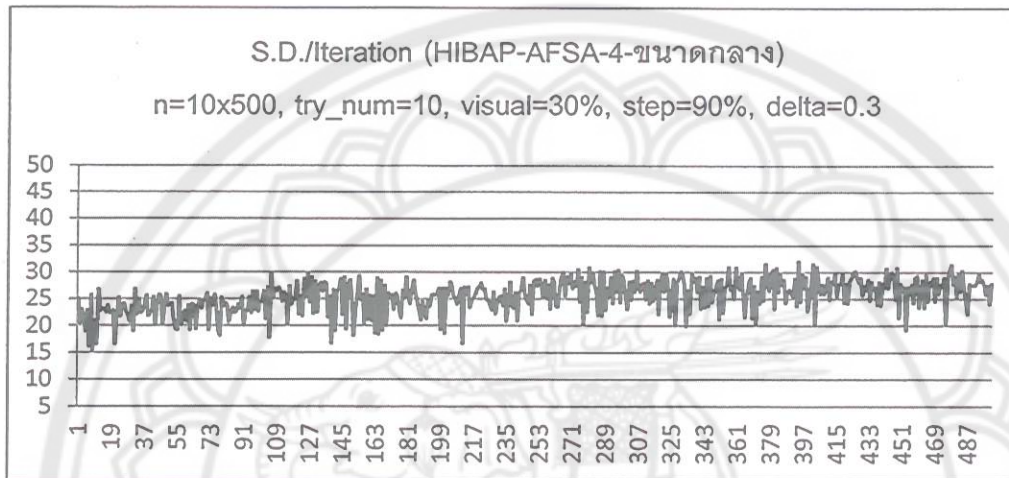


ภาพ 118 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

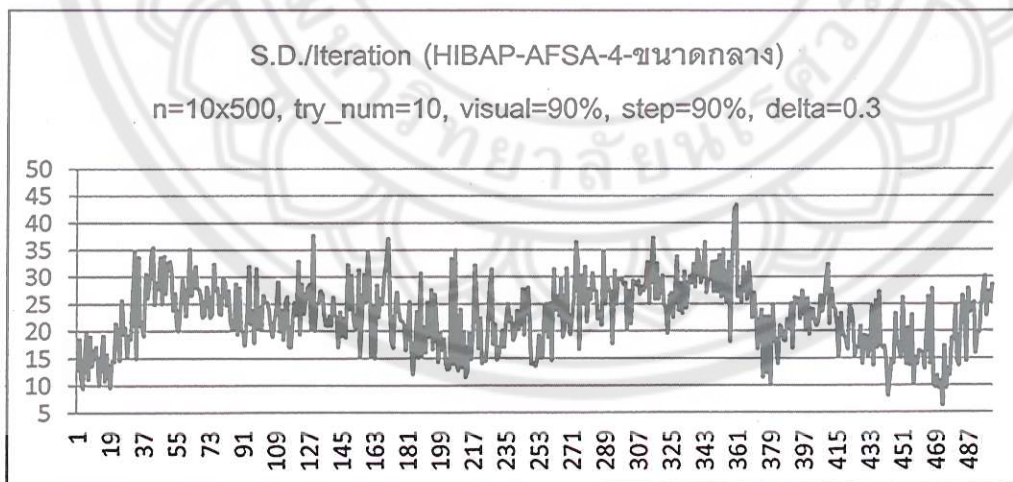


ภาพ 119 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* พบว่า ปัญหาที่กำหนด $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ สามารถหาค่าเฉลี่ยของคำตอบมีค่าต่ำที่สุด และมีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้ด้วยการวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 120 และ 121

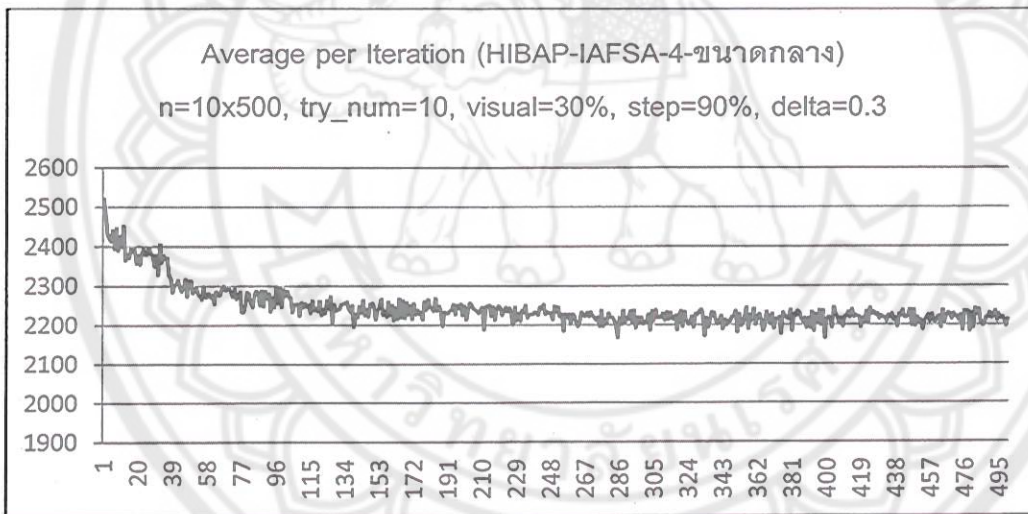


ภาพ 120 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ *AFSA-4*

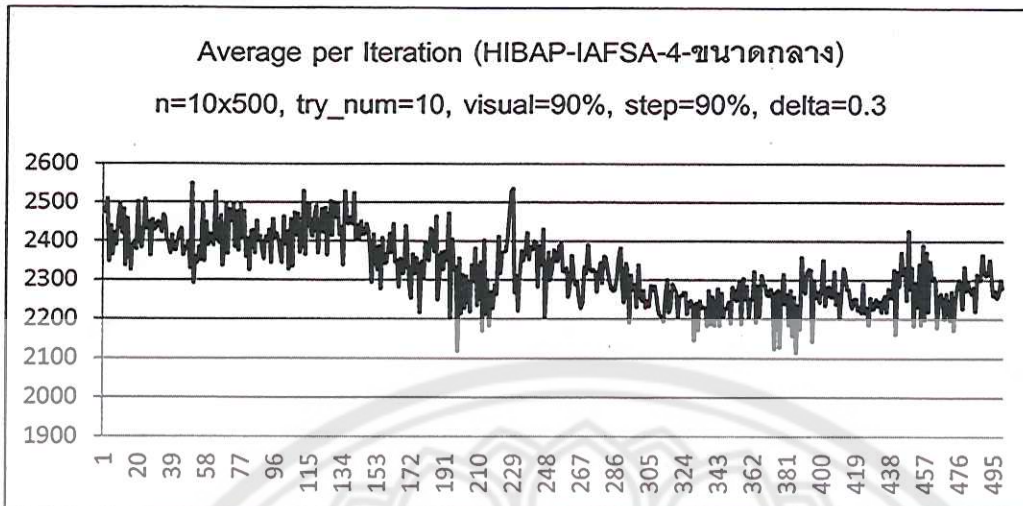


ภาพ 121 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ *AFSA-4*

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *AFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 6-43 กว้างกว่าช่วงของปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 15-32 เมื่อพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้ว พบว่า ช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ $Visual=30\%$ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 18-30 และ $Visual=90\%$ ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 15-35 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual=90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual=30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาแต่ละรอบในปัญหาที่กำหนดให้ค่า $Visual=90\%$ มีการกระจายตัวของค่าคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ และในลำดับถัดไปจะนำเสนอความแตกต่างของกราฟ ในวิธีการ *IAFSA-4* ดังภาพ 122 และ 123

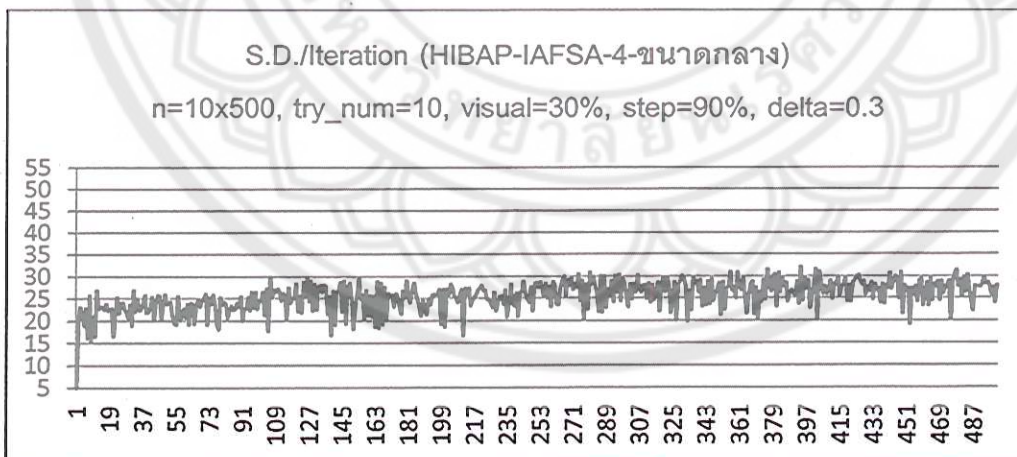


ภาพ 122 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ *IAFSA-4*

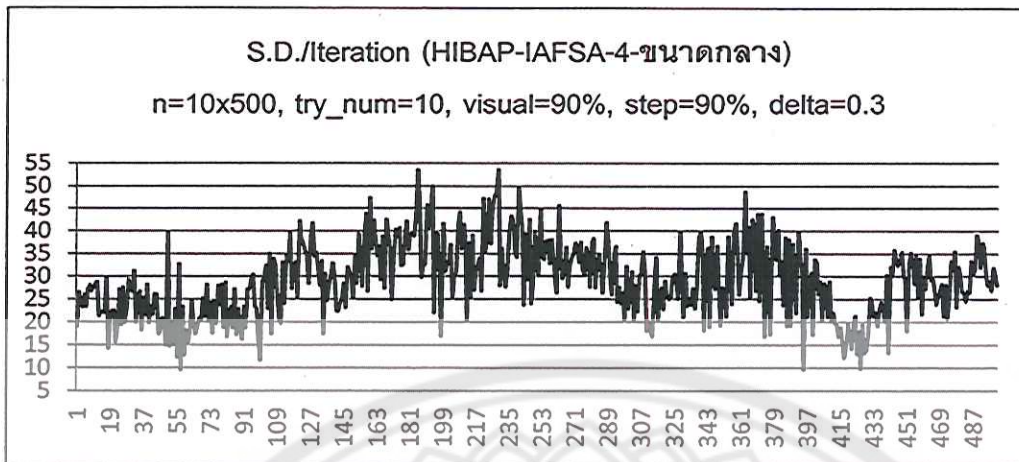


ภาพ 123 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ IAFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ สามารถหาค่าเฉลี่ยของคำตอบที่มีค่าต่ำที่สุด และมีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้ด้วยการวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 124 และ 125



ภาพ 124 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

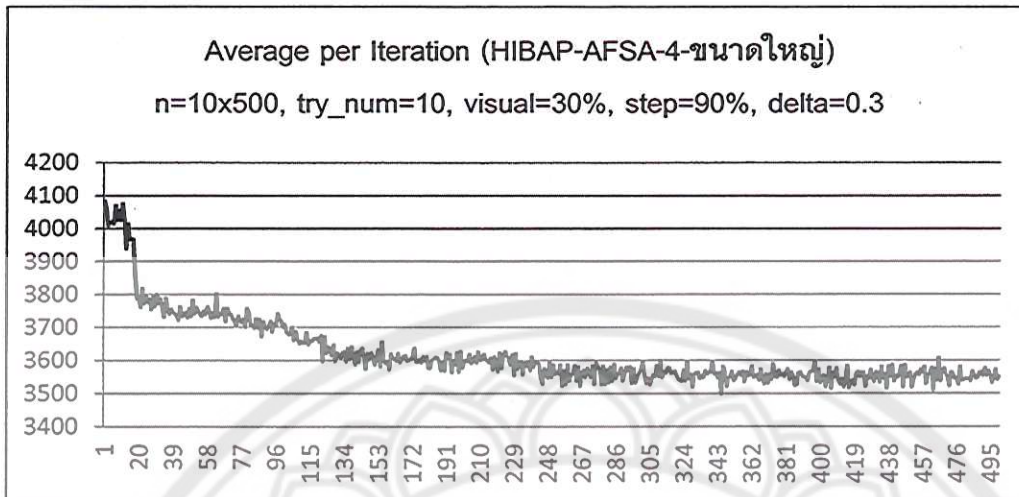


ภาพ 125 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

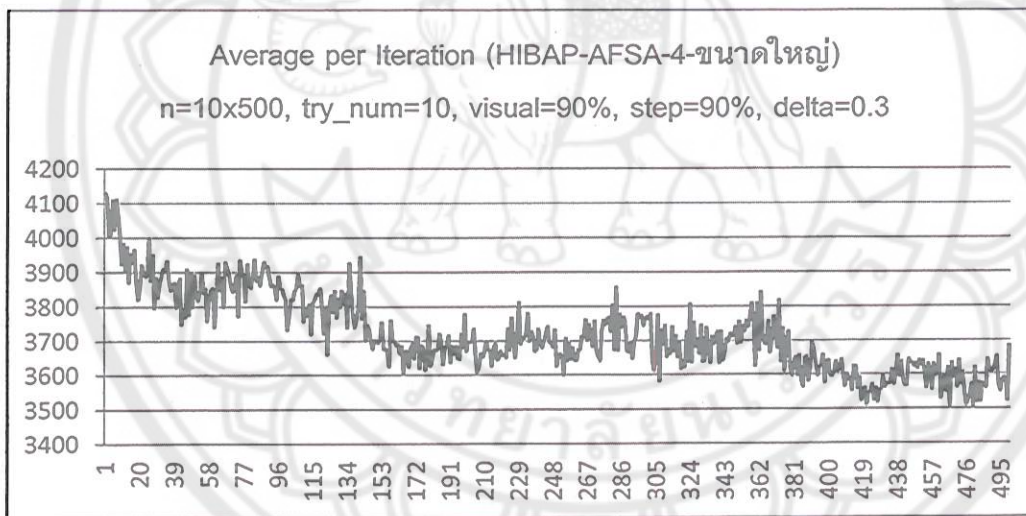
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ IAFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 10-55 กว้างกว่าช่วงของปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 5-32 เมื่อพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้ว พบว่า ช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ $Visual=30\%$ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 15-30 และ $Visual=90\%$ ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual=90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual=30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาแต่ละรอบในปัญหาที่กำหนดให้ค่า $Visual=90\%$ มีการกระจายตัวของคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ และสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดกลางก็ยิ่งให้ผลเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน

4.1.3 การวิเคราะห์ $Visual$ ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่

การวิเคราะห์ $Visual$ ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ออกเป็น 2 ส่วน เช่นเดียวกับการนำเสนอการเปรียบเทียบในปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยพิจารณาการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ AFSA-4 อธิบายได้ดังภาพ 126 ถึง 129 และพิจารณาการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคำตอบและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ IAFSA-4 อธิบายได้ดังภาพ 130 ถึง 133 ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดได้ดังนี้



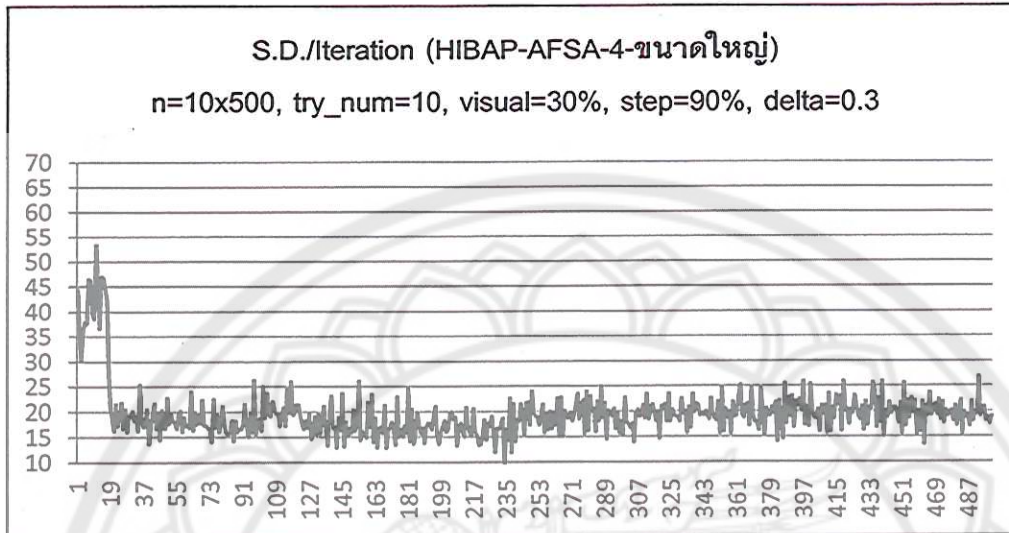
ภาพ 126 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบในรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4



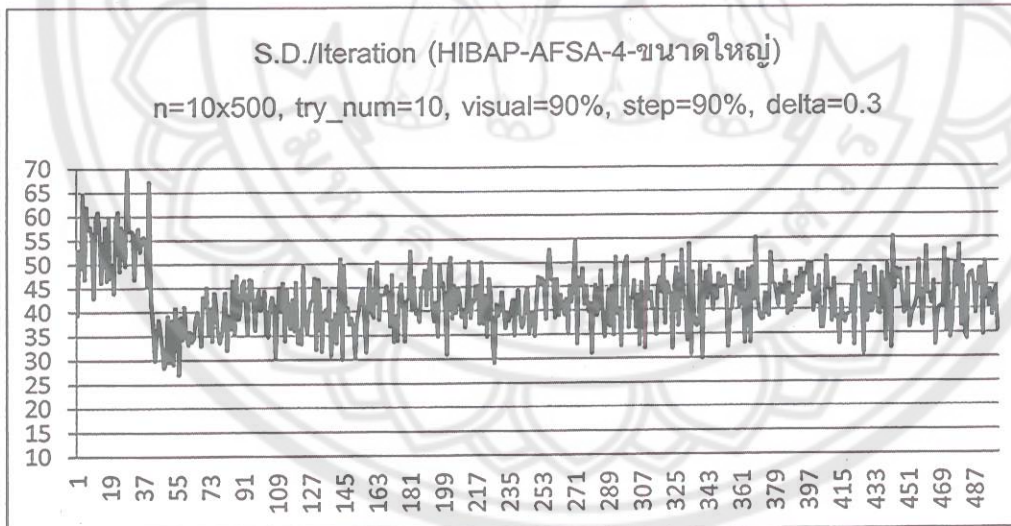
ภาพ 127 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบในรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ AFSA-4

จากภาพแสดงให้เห็นถึงลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ AFSA-4 พบว่า ปัญหาที่กำหนด $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual = 30\%$ แต่ค่าเฉลี่ยของ

คำตอบที่มีค่าต่ำที่สุดเท่ากัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้
ด้วยการวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 128 และ 129

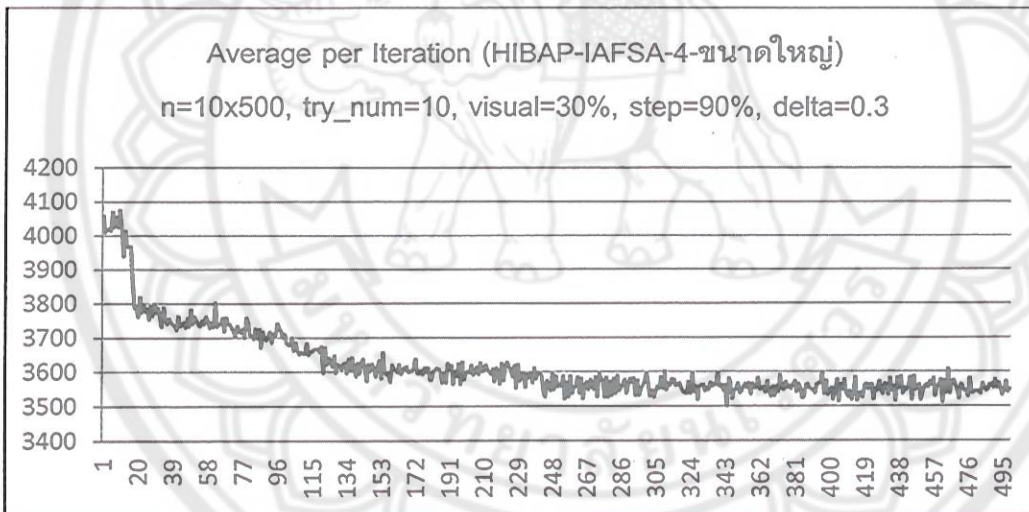


ภาพ 128 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ $AFSA - 4$

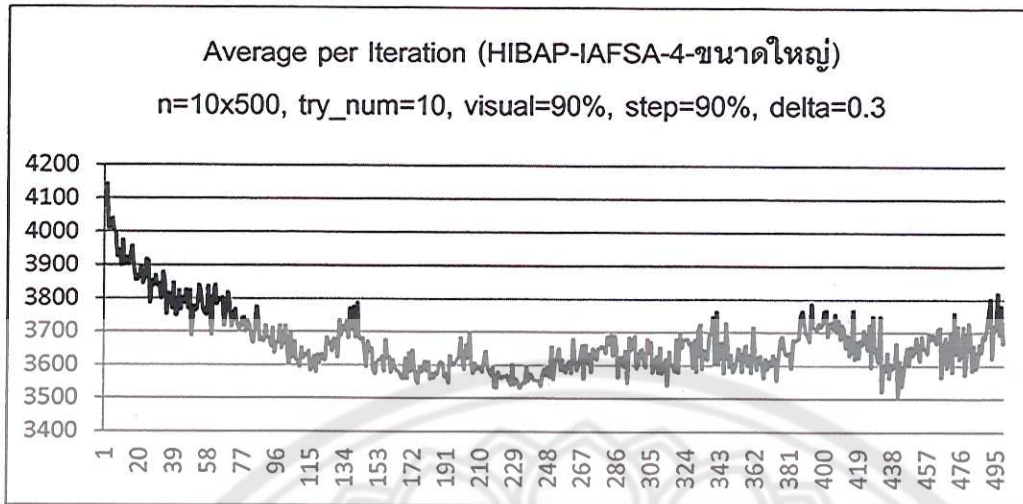


ภาพ 129 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ $AFSA - 4$

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *AFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 26-70 กว้างกว่าช่วงของปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 10-54 เมื่อพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้ว พบว่า ช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ $Visual=30\%$ กว้างในช่วงแรกของกราฟและค่อยๆ แคบลงจนมีค่าอยู่ระหว่าง 13-25 และ $Visual=90\%$ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกว้างในช่วงแรกของกราฟเช่นเดียวกันและค่อยๆ แคบลงจนมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual=90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual=30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาแต่ละรอบในปัญหาที่กำหนดให้ค่า $Visual=90\%$ มีการกระจายตัวของคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual=30\%$ และในลำดับถัดไปจะนำเสนอความแตกต่างของกราฟ ในวิธีการ *IAFSA-4* ดังภาพ 130 และ 131

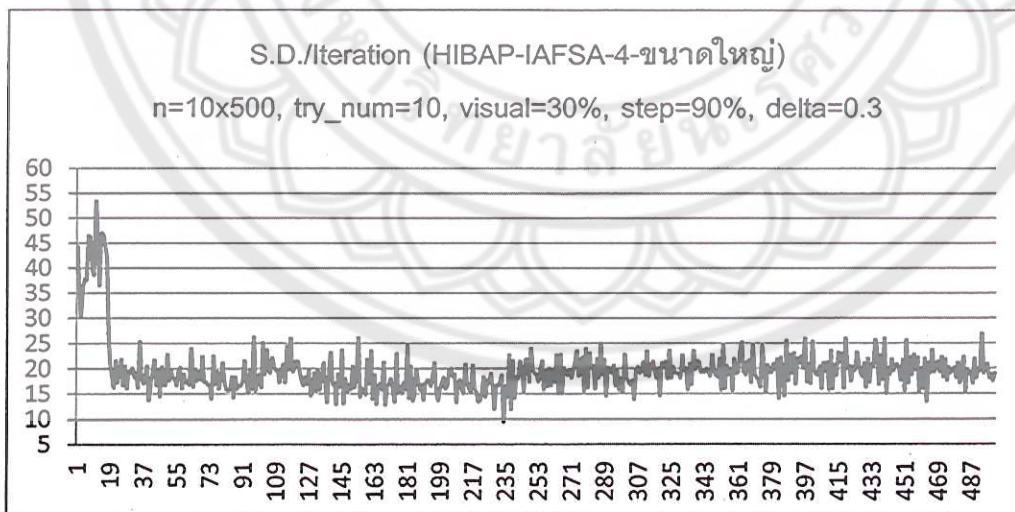


ภาพ 130 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ *IAFSA-4*

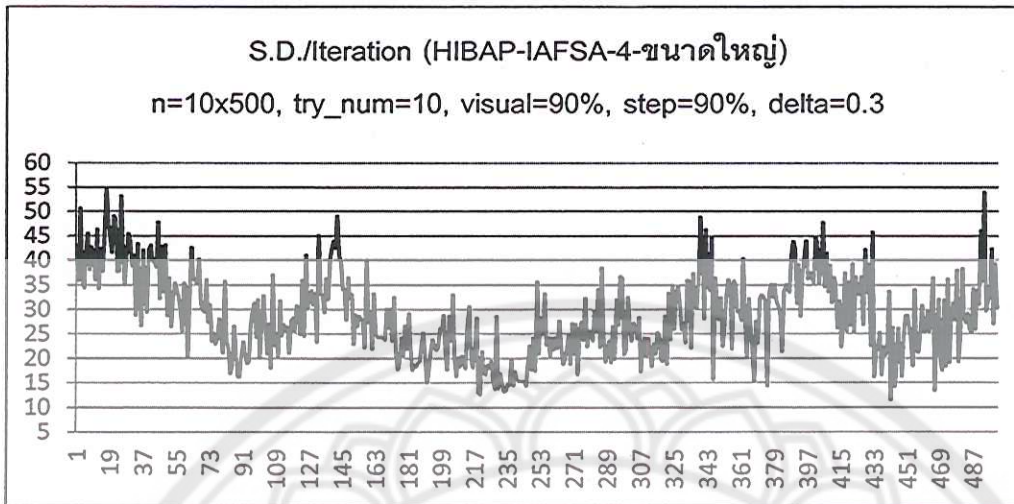


ภาพ 131 แสดงค่าเฉลี่ยของคำตอบรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

แสดงให้เห็นถึงลักษณะเส้นกราฟค่าเฉลี่ยของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ IAFSA-4 พบว่า ปัญหาที่กำหนด $Visual=90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีความแปรปรวนของเส้นกราฟมากกว่ากราฟของ $Visual=30\%$ แต่มีค่าเฉลี่ยของคำตอบที่มีค่าต่ำที่สุดใกล้เคียงกัน และสามารถวิเคราะห์การกระจายตัวของคำตอบของกลุ่มปลาได้ด้วย การวิเคราะห์เส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพ 132 และ 133



ภาพ 132 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual=30\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4



ภาพ 133 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
 $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยวิธีการ IAFSA-4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ IAFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 11-55 ใกล้เคียงกับช่วงความกว้างของปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ ของ $\max(Visual)$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 9-54 ถ้าพิจารณาภาพรวมของเส้นกราฟแล้ว พบว่า ช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ $Visual = 30\%$ กว้างในช่วงแรกของกราฟและค่อยๆ แคบลงจนมีค่าอยู่ระหว่าง 12-25 ซึ่งแตกต่างจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $Visual = 90\%$ ที่มีความแปรปรวนค่อนข้างมากและมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยอยู่ระหว่าง 20-40 ดังนั้นจากกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจึงพิจารณาได้ว่า ความแปรปรวนค่าคำตอบของกลุ่มปลาในแต่ละรอบการหาคำตอบเมื่อ $Visual = 90\%$ มีความแปรปรวนมากกว่า $Visual = 30\%$ และเป็นเหตุให้การกระจายตัวคำตอบของกลุ่มปลาแต่ละรอบในปัญหาที่กำหนดให้ค่า $Visual = 90\%$ มีการกระจายตัวของคำตอบมากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ก็ยังคงให้ผลเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน

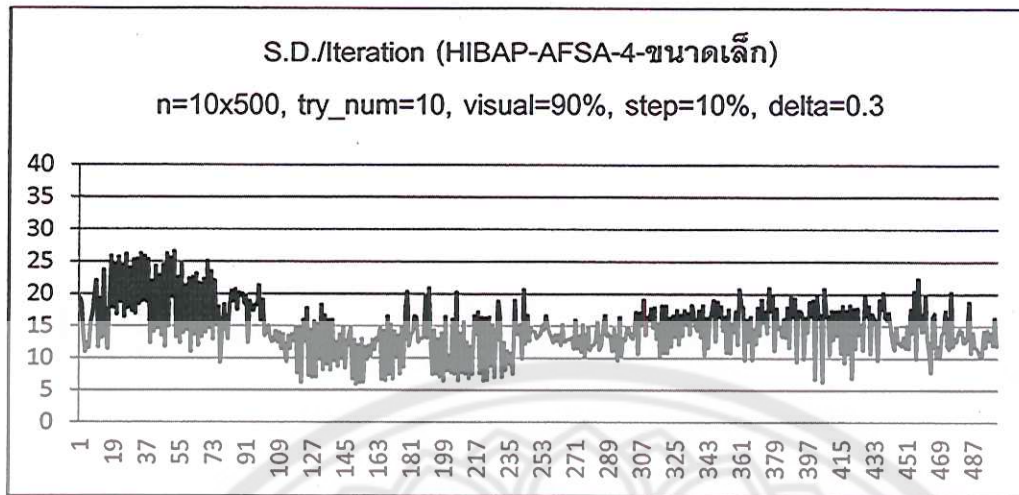
จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้กราฟค่าเฉลี่ยคำตอบ และกราฟค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนปลาปลาทั้งหมดในแต่ละรอบ พบว่า การแก้ไข ปัญหา HIBAP ที่มีขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* โดย พบว่า ปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ มีความแปรปรวนของค่าคำตอบ มากกว่าปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคำตอบที่มีค่าต่ำที่สุดจาก กราฟ พบว่า ในปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ สามารถหาค่าตอบเฉลี่ยที่มีค่าต่ำที่สุดได้ดีกว่า ปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ ในปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง แต่สำหรับปัญหาขนาดใหญ่มีค่าคำตอบเฉลี่ยที่มีค่าต่ำที่สุดเท่ากัน ดังนั้นจากการพิจารณากราฟและพฤติกรรมกราฟ คำตอบของวิธีการ *AFSA* อาจสรุปได้ว่าระยะขอบเขตการมองเห็นของปลาที่กว้างขึ้นจะช่วยเพิ่ม พื้นที่ในการหาคำตอบของปลาแต่ละตัวจึงส่งผลให้ปลาที่มี $Visual = 90\%$ มีความแปรปรวนของ ค่าคำตอบมากขึ้นและมีการกระจายตัวของคำตอบในกลุ่มปลามากขึ้นด้วยทำให้มีโอกาสในการหา คำตอบที่ดีกว่าตำแหน่งเดิมของปลาและนอกจากนี้ในปัญหา HIBAP ก็ให้ผลการเปรียบเทียบใน ลักษณะเดียวกัน

4.2 การวิเคราะห์ *Step* โดยใช้การเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

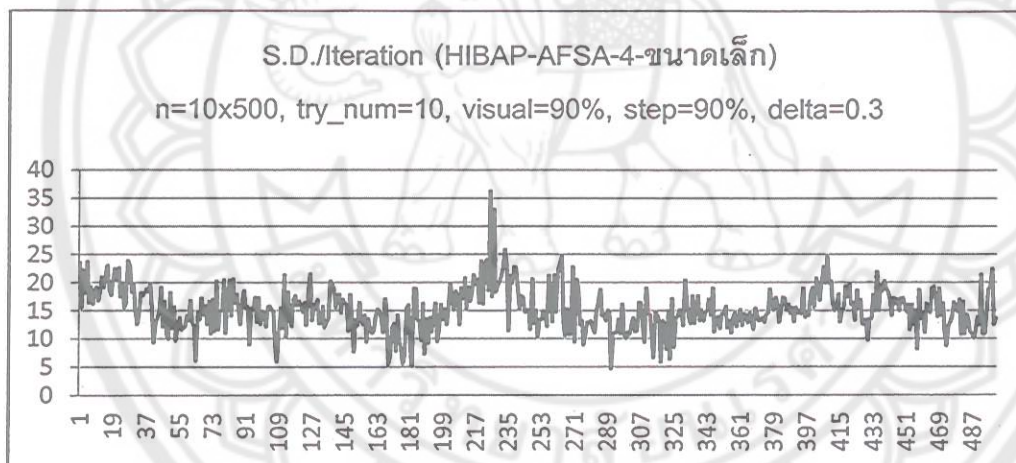
สำหรับการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของ *Step* จะวิเคราะห์โดย พิจารณาเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบต่อรอบการหาคำตอบระหว่างปัญหาที่ กำหนดให้ $Step = 10\%$ และ $Step = 90\%$ ของ $Visual$ วิธีการพิจารณาความแตกต่างของค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะพิจารณาช่วงความแตกต่างของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในปัญหา นั้นๆ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่นำมาพิจารณาเป็นค่าที่ได้จากการทดลอง 1 ครั้ง กำหนดให้ ค่า $n = 10 \times 500$, $try_num = 10$, $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ และ $delta = 0.3$ โดย นำเสนอการเปรียบเทียบจะแบ่งพิจารณาตามขนาดปัญหา คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาด ใหญ่ ดังในหัวข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.3 ตามลำดับ

4.2.1 การวิเคราะห์ *Step* ในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ *Step* โดยใช้การเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใน ปัญหา HIBAP ขนาดเล็กแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* อธิบายได้ดังภาพ 134 และ 135 และส่วนที่ สองเป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* อธิบาย ได้ดังภาพ 136 และ 137 ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดได้ดังนี้



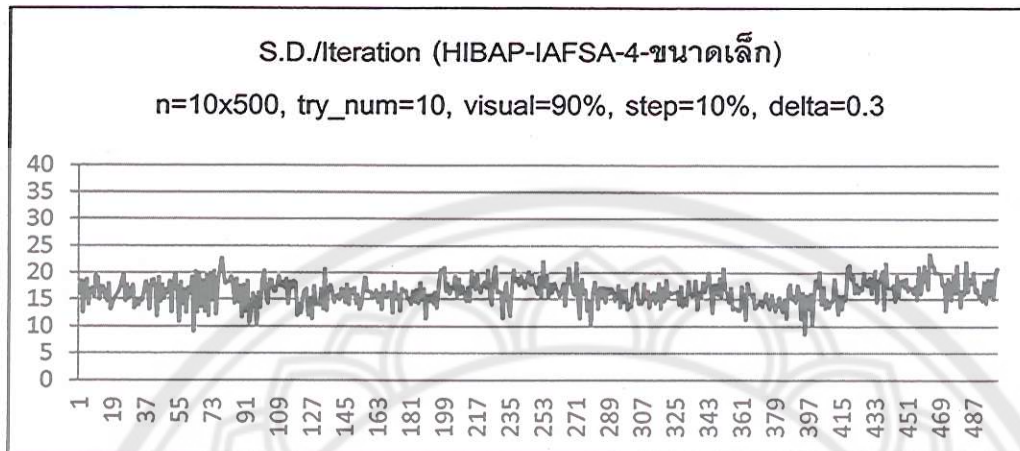
ภาพ 134 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
Step =10% ของ *Visual* โดยวิธีการ *AFSA*-4



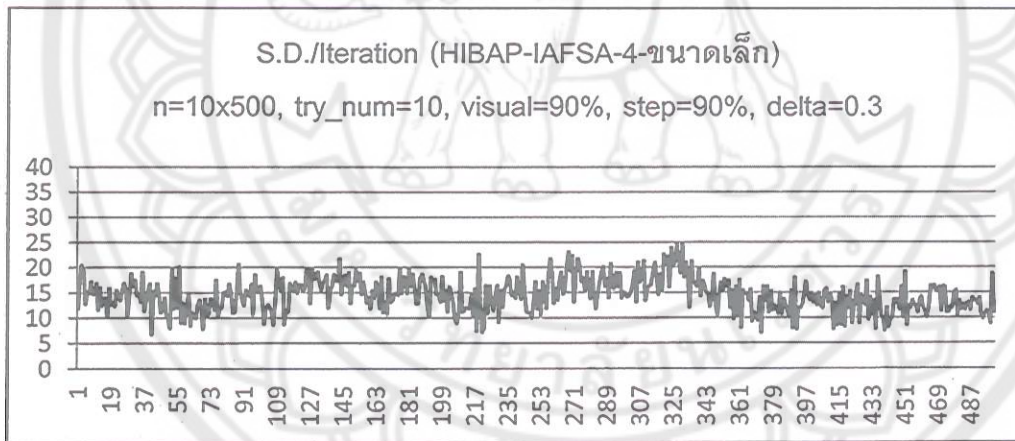
ภาพ 135 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก
Step =90% ของ *Visual* โดยวิธีการ *AFSA*-4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *AFSA*-4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า *Step* =90% ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 5-36 กว้างกว่าการกำหนดค่า *Step* =10% ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 6-27 จึงพิจารณาได้ว่า ช่วงความแปรปรวนของคำตอบที่ *Step* =90% มีค่ามากกว่า *Step* =10% และสำหรับการพิจารณา

เปรียบเทียบความแตกต่างของ *Step* โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* สามารถแสดงได้ดังภาพ 136 และ 137



ภาพ 136 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก $Step = 10\%$ ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA-4*

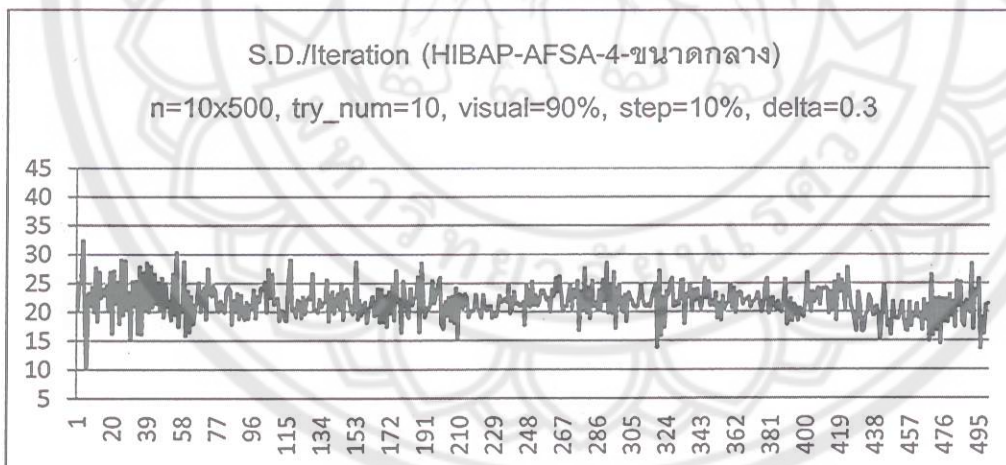


ภาพ 137 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก $Step = 90\%$ ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA-4*

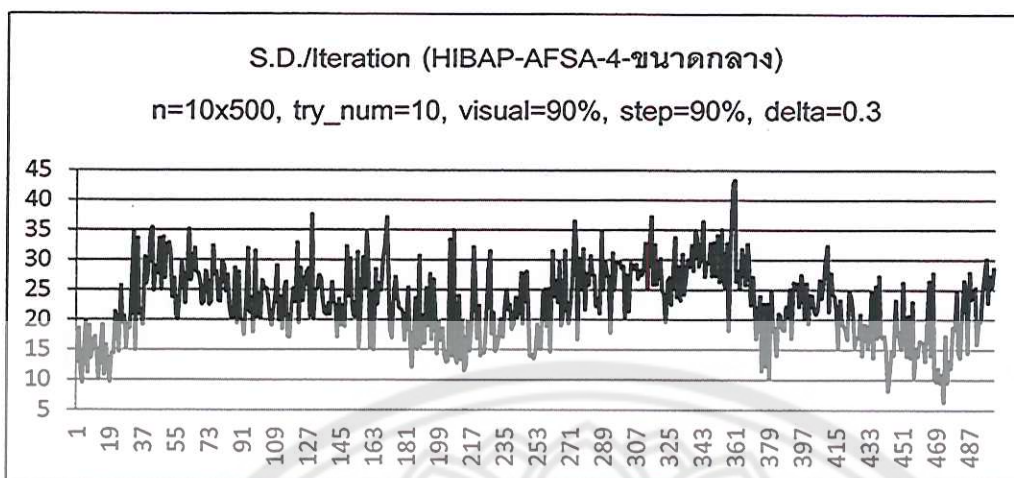
จากการพิจารณาแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *IAFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่มีค่า *Step = 90%* ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 6-25 กว้างกว่าช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ *Step = 10%* ของ *Visual* โดยมีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 8-24 ซึ่งมีผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ในวิธีการ *AFSA-4* ดังนั้นพิจารณาได้ว่าช่วงความแปรปรวนในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กของปัญหาที่กำหนดให้ *Step = 90%* มีค่ามากกว่าปัญหาที่กำหนด *Step = 10%* และสำหรับปัญหา HIBAP ขนาดเล็กก็ให้ผลของการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน

4.2.2 การวิเคราะห์ *Step* ในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง

การวิเคราะห์ *Step* โดยใช้ในการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในปัญหา HIBAP ขนาดกลางแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วน เช่นเดียวกับปัญหาขนาดเล็ก ซึ่งในส่วนแรกจะพิจารณาการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* อธิบายได้ดังภาพ 138 และ 139 และส่วนที่สองเป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* อธิบายได้ดังภาพ 140 และ 141 ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดได้ดังนี้

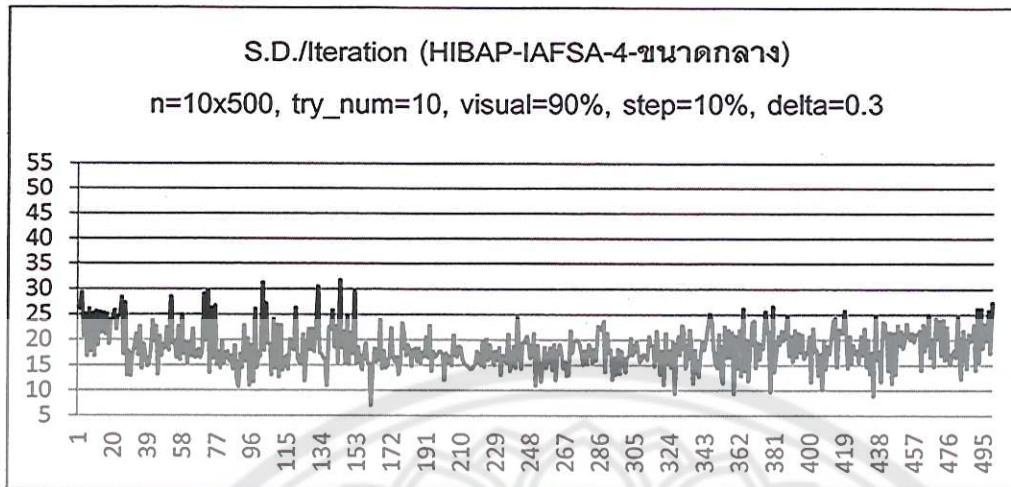


ภาพ 138 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง *Step = 10%* ของ *Visual* โดยวิธีการ *AFSA-4*

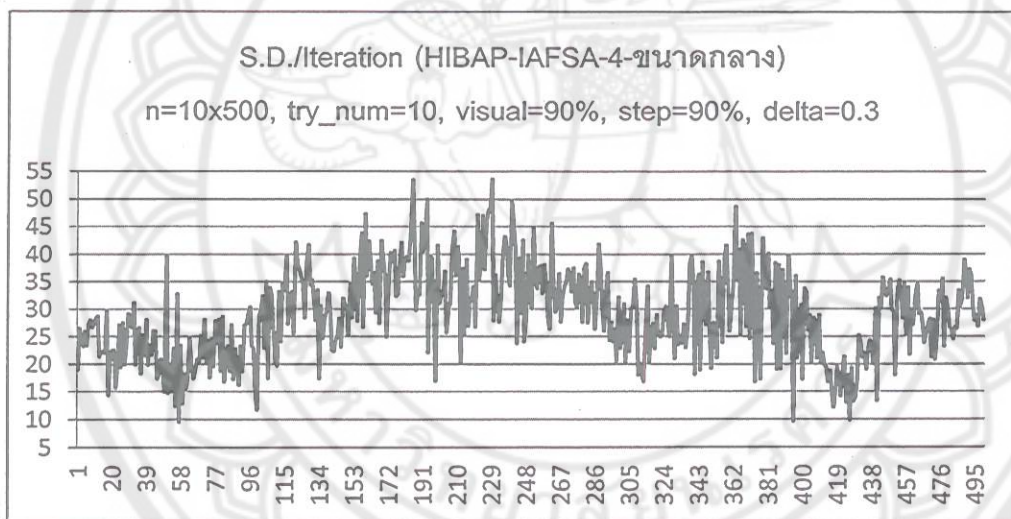


ภาพ 139 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
 $Step=90\%$ ของ *Visual* โดยวิธีการ *AFSA-4*

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *AFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่มีค่า $Step=90\%$ ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 9-44 กว้างกว่าปัญหาที่กำหนดค่า $Step=10\%$ ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 10-33 จึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนของคำตอบที่ $Step=90\%$ มีค่ามากกว่า $Step=10\%$ และสำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของ $Step$ โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* สามารถแสดงได้ดังภาพ 140 และ 141



ภาพ 140 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
Step =10% ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA* - 4



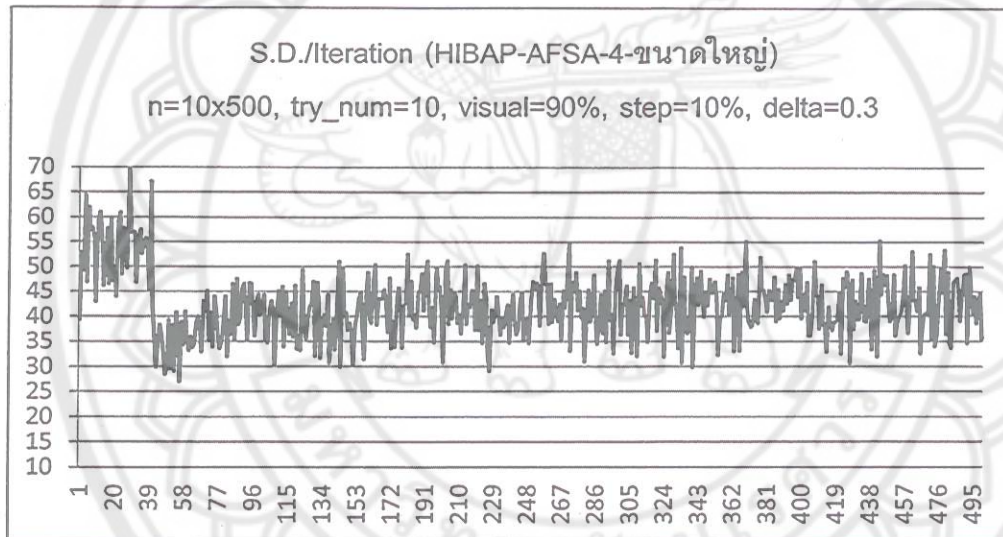
ภาพ 141 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง
Step =90% ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA* - 4

จากการพิจารณาแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *IAFSA* - 4 พบว่า ในปัญหาที่มีค่า *Step* =90% ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 9-54 กว้างกว่าช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ *Step* =10% ของ *Visual* โดยมีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 7-32 ซึ่งมีผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ในวิธีการ *AFSA* - 4 ดังนั้นพิจารณาได้ว่าความ

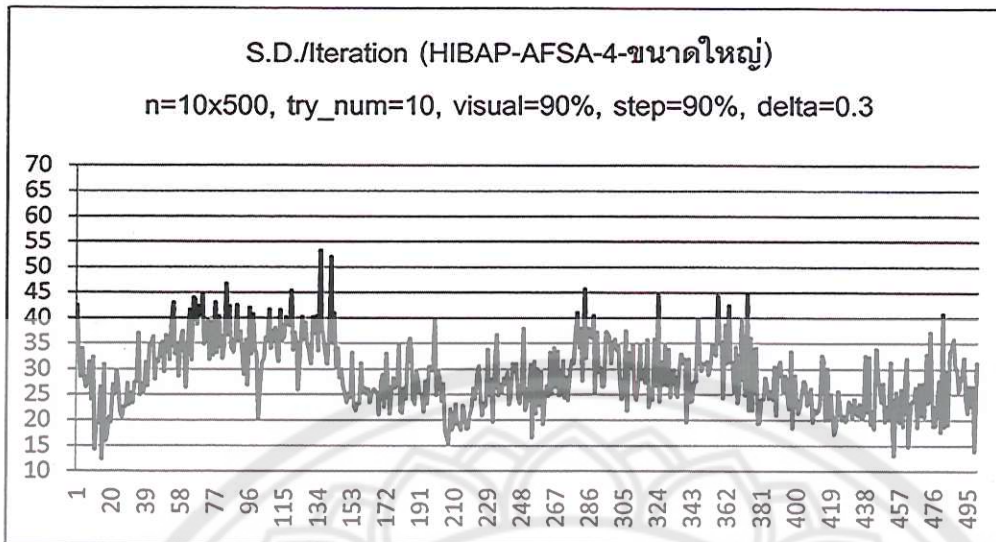
แปรปรวนของคำตอบที่ $Step = 90\%$ มีค่ามากกว่า $Step = 10\%$ และการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับปัญหา HBAP ขนาดกลางก็ให้ผลของการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกัน

4.2.3 การวิเคราะห์ $Step$ ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่

การวิเคราะห์ $Step$ โดยการใช้การเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่แบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วน เช่นเดียวกับปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งในส่วนแรกจะพิจารณาการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ $AFSA-4$ อธิบายได้ดังภาพ 142 และ 143 ในส่วนที่สองเป็นการพิจารณาเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้วิธีการ $IAFSA-4$ อธิบายได้ดังภาพ 144 และ 145 ซึ่งสามารถนำเสนอรายละเอียดได้ดังนี้

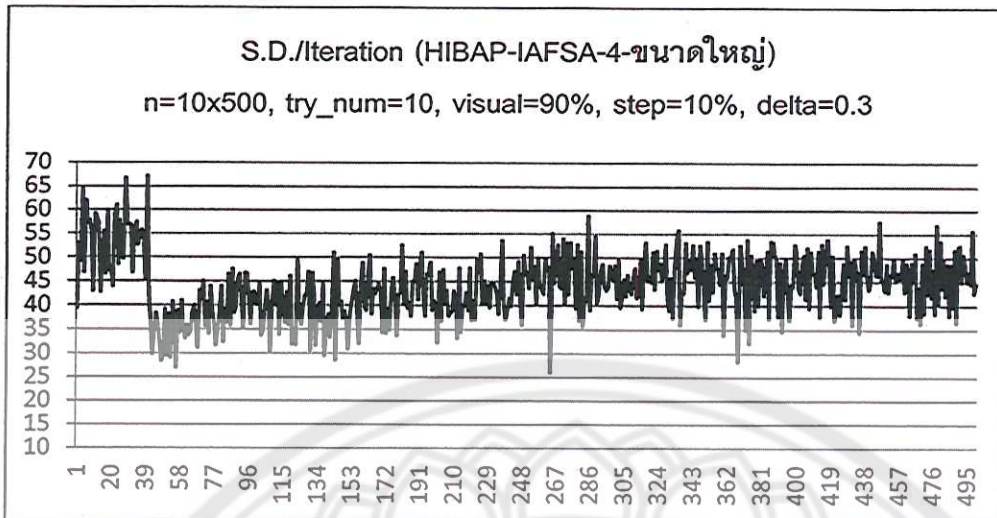


ภาพ 142 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ $Step = 10\%$ ของ $Visual$ โดยวิธีการ $AFSA-4$

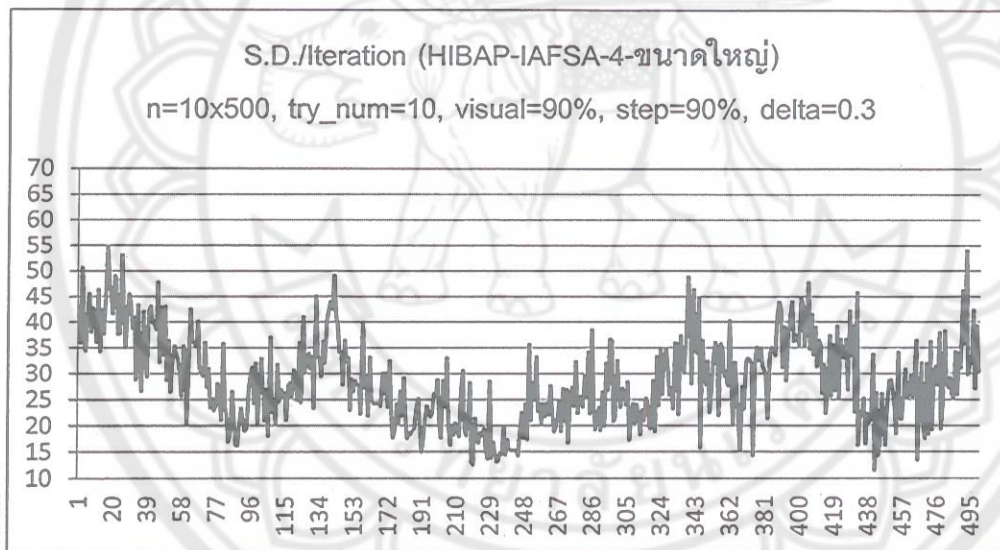


ภาพ 143 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
Step=90% ของ *Visual* โดยวิธีการ *AFSA-4*

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *AFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่กำหนดค่า *Step=10%* ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 26-70 กว้างกว่าช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในปัญหาที่กำหนดค่า *Step=90%* ของ *Visual* มีค่าอยู่ระหว่าง 12-54 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบย่อยจากกราฟในปัญหาที่กำหนดให้ *Step=10%* พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 และในปัญหาที่กำหนดให้ *Step=90%* จะมีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนของคำตอบที่ *Step=10%* มีค่ามากกว่า *Step=90%* และการเปรียบเทียบความแตกต่างของ *Step* โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *IAFSA-4* สามารถแสดงได้ดังภาพ 144 และ 145



ภาพ 144 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
Step = 10% ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA-4*

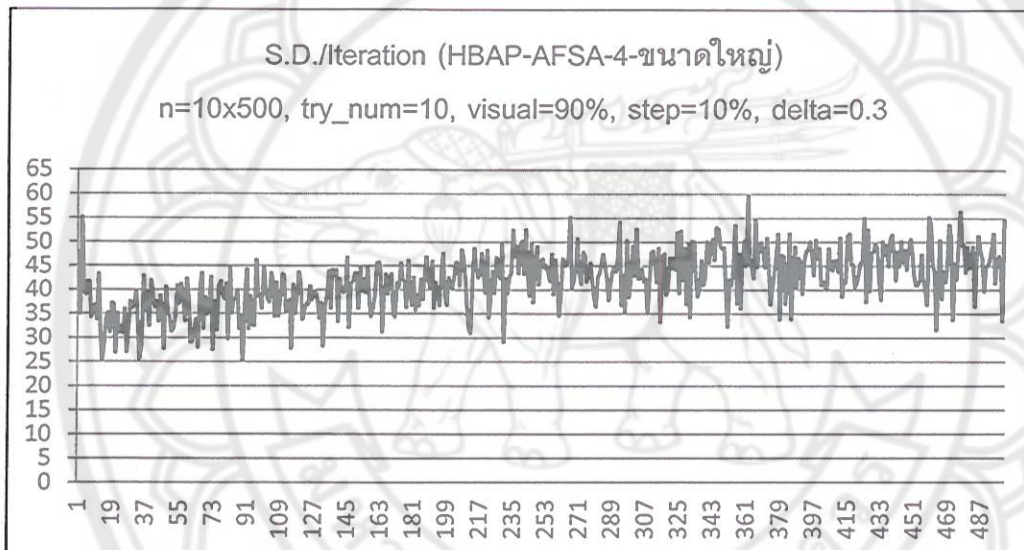


ภาพ 145 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่
Step = 90% ของ *Visual* โดยวิธีการ *IAFSA-4*

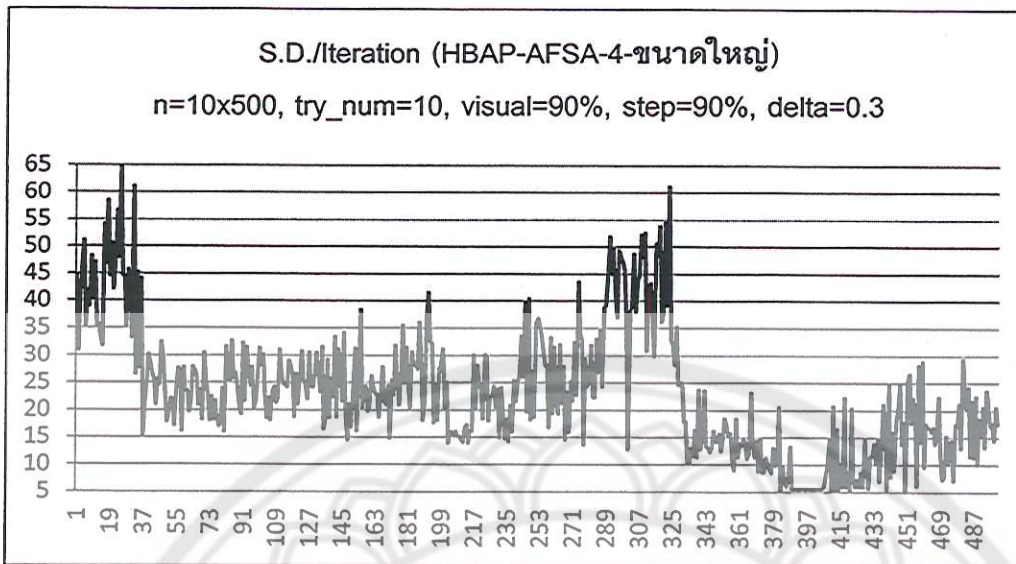
จากการพิจารณาแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ *IAFSA-4* พบว่า ในปัญหาที่มีค่า *Step = 10%* ของ *Visual* มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 25-69 กว้างกว่าช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ *Step = 90%* ของ *Visual* โดยมีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 10-55 เมื่อ

พิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ่อยจากกราฟในปัญหาที่กำหนดให้ $Step=10\%$ พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 และในปัญหาที่กำหนดให้ $Step=90\%$ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 20-40 ซึ่งมีผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ในวิธีการ $AFSA-4$ ดังนั้นพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนของคำตอบที่ $Step=10\%$ มีค่ามากกว่า $Step=90\%$ แต่สำหรับการพิจารณาเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับปัญหา HBAP ขนาดใหญ่นั้นให้ผลของการเปรียบเทียบต่างกัน

ซึ่งสามารถแสดงความแตกต่างของกราฟที่กำหนดให้ $Step$ มีค่าแตกต่างกัน โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ $AFSA-4$ และ $IAFSA-4$ ได้ดังภาพ 146 ถึง 149

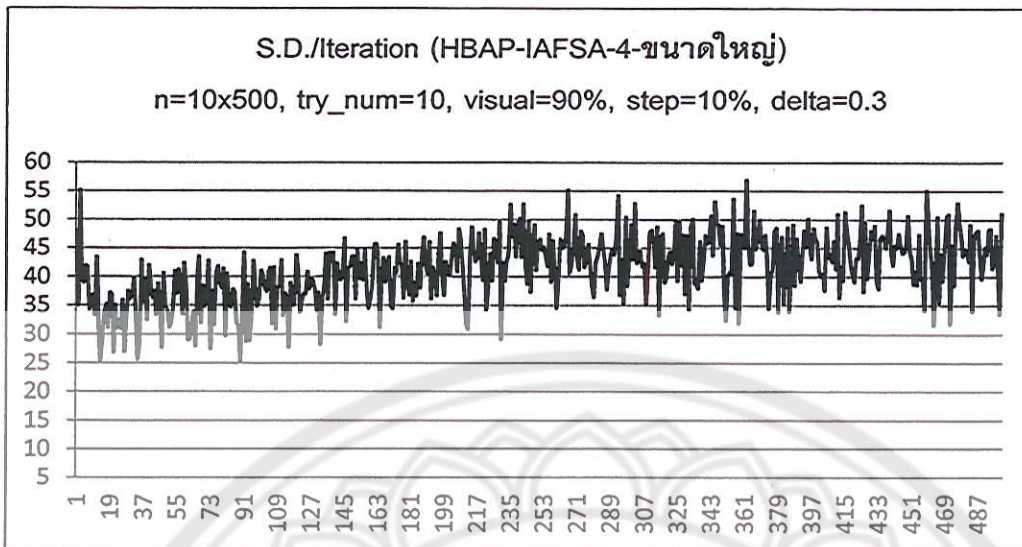


ภาพ 146 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่ $Step=10\%$ ของ $Visual$ โดยวิธีการ $AFSA-4$

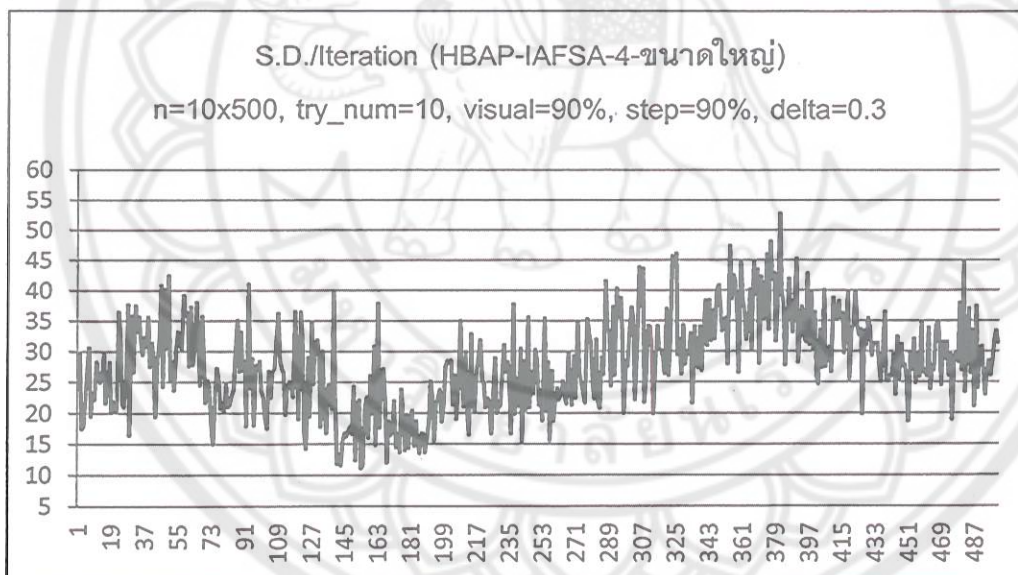


ภาพ 147 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่
 Step =90% ของ Visual โดยวิธีการ AFSA-4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ AFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่กำหนดค่า Step =90% ของ Visual มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 5-65 กว้างกว่าปัญหาที่กำหนดค่า Step =10% ของ Visual มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 12-60 ดังนั้นจึงพิจารณาได้ว่าความแปรปรวนของคำตอบที่ Step =90% มีค่ามากกว่า Step =10% และการเปรียบเทียบความแตกต่างของ Step โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ IAFSA-4 สามารถแสดงได้ดังภาพ 148 และ 149



ภาพ 148 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่
Step =10% ของ Visual โดยวิธีการ IAFSA - 4



ภาพ 149 แสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อรอบในปัญหา HBAP ขนาดใหญ่
Step =90% ของ Visual โดยวิธีการ IAFSA - 4

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของเส้นกราฟส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในวิธีการ IAFSA-4 พบว่า ในปัญหาที่กำหนดค่า Step=90% ของ Visual มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 11-53 กว้างกว่าปัญหาที่กำหนดค่า Step=10% ของ Visual มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 25-57 แต่เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่พบบ้อยจากกราฟในปัญหาที่กำหนดให้ Step=10% พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 และในปัญหาที่กำหนดให้ Step=90% จะมีค่าอยู่ระหว่าง 15-40 ดังนั้นพิจารณาให้ความแปรปรวนของคำตอบที่ Step=10% มีค่ามากกว่า Step=90%

การวิเคราะห์โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในปัญหา HBAP และ HIBAP โดยใช้วิธีการ AFSA ทั้งสองวิธีนั้นสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นกราฟได้ชัดเจนในปัญหาที่กำหนดให้ Visual มีค่าเท่ากับ 90% เนื่องจากการกำหนดค่า Step ในวิธี AFSA ต้องพิจารณาจากค่า Visual โดยที่ระยะการเคลื่อนที่ของปลาแต่ละตัวจะต้องมีค่าไม่เกินระยะขอบเขตการมองเห็นของปลาตัวนั้นๆ ดังนั้นค่าของ Step จึงแปรผันตาม Visual ซึ่งนั่นหมายความว่าความถี่ระยะการมองเห็นของปลามีมากขึ้นจะส่งผลให้ช่วงความแตกต่างระหว่างค่า Step=90% และ Step=10% มีความแตกต่างกันมากขึ้นตามสัดส่วนของค่า Visual เพิ่มขึ้น จึงเป็นเหตุให้พิจารณาความแตกต่างของช่วงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำหนดให้ Visual มีค่าเท่ากับ 90% ของ $\max(\text{Visual})$ ซึ่งทำให้สามารถเห็นความแตกต่างของการเปรียบเทียบได้ชัดเจนกว่าปัญหาที่กำหนดให้ Visual มีค่าเท่ากับ 30% ของ $\max(\text{Visual})$

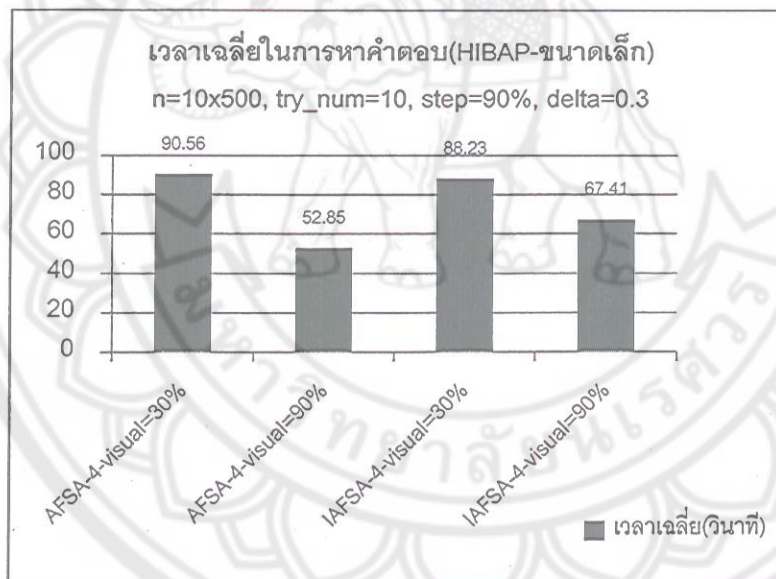
ดังนั้นจากการเปรียบเทียบสรุปได้ว่าการแก้ปัญหา HIBAP ขนาดเล็กและขนาดกลางโดยใช้วิธีการ AFSA พบว่า ในปัญหาที่กำหนดให้ Step=90% มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกว้างกว่าในปัญหาที่กำหนด Step=10% ซึ่งอาจจะเกิดจากระยะการเคลื่อนที่ของปลาที่ 90% มีการกระจายตัวของค่าคำตอบในกลุ่มปลามากกว่าการกระจายตัวของค่าคำตอบที่กำหนดให้ระยะการเคลื่อนที่ของปลาที่ 10% จึงทำให้มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่แตกต่างกัน และหมายความว่าในปัญหาที่มีการกระจายตัวของคำตอบมากนั้นอาจกล่าวได้ว่ามีพื้นที่ในการหาตอบมากด้วยเช่นกัน ดังนั้นการแก้ปัญหา HIBAP ขนาดเล็กและขนาดกลางโดยใช้วิธีการ AFSA ที่กำหนดให้ Step=90% อาจช่วยเพิ่มโอกาสในการหาคำตอบที่ดีที่สุดได้มากกว่าปัญหาที่กำหนด Step=10% ซึ่งในปัญหา HBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ก็ให้ผลการเปรียบเทียบในลักษณะเดียวกันด้วย แต่สำหรับปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่นั้นให้ผลแตกต่างออกไปโดยพบว่า ในปัญหาที่กำหนดให้ Step=10% มีช่วงของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกว้างกว่าในปัญหาที่กำหนด Step=90% จึงทำให้ทราบว่าเมื่อปัญหามีขนาดที่ใหญ่ขึ้นจะส่งผลให้ความแปรปรวนของค่า

คำตอบในปัญหาที่กำหนดให้ $Step = 10\%$ และ $Step = 90\%$ ให้มีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากปัญหาขนาดใหญ่มีพื้นที่ในการหาคำตอบของที่กว้างมากอาจทำให้การกระจายตัวของคำตอบในปัญหาที่กำหนดให้ระยะการเคลื่อนที่ของปลาเป็น 10% ของ $Visual$ เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

5. วิเคราะห์เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบหาของวิธีการ AFSA

สำหรับการวิเคราะห์เวลาในการหาคำตอบในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการนำเสนอและวิเคราะห์เปรียบเทียบเวลาในการคำตอบเมื่อระยะขอบเขตการมองเห็นของปลาเปลี่ยนไปในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งจะเปรียบเทียบเวลาในการหาคำตอบระหว่างปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และ $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$ โดยใช้เวลาเฉลี่ยจากการทำซ้ำ 5 ครั้ง ซึ่งกำหนดให้ $n = 10 \times 500$, $try_num = 10$, $Step = 90\%$ ของ $Visual$ และ $\delta = 0.3$ โดยมีรายละเอียดดังนี้

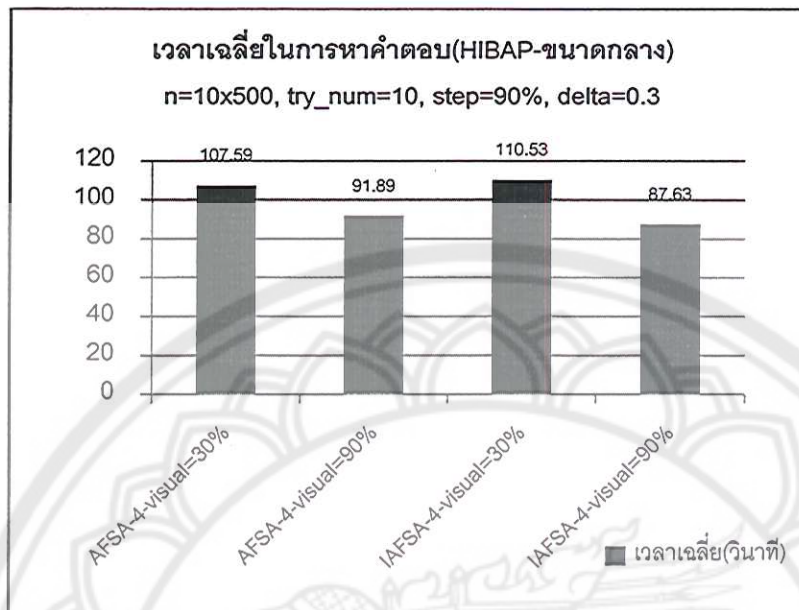
5.1 วิเคราะห์เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก



ภาพ 150 แสดงเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก

จากภาพ 150 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธีการ AFSA-4 และ IAFSA-4 ในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก พบว่า ในปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 90\%$ ใช้เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบน้อยกว่าในปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ และเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของปัญหา HIBAP ขนาดเล็กก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน

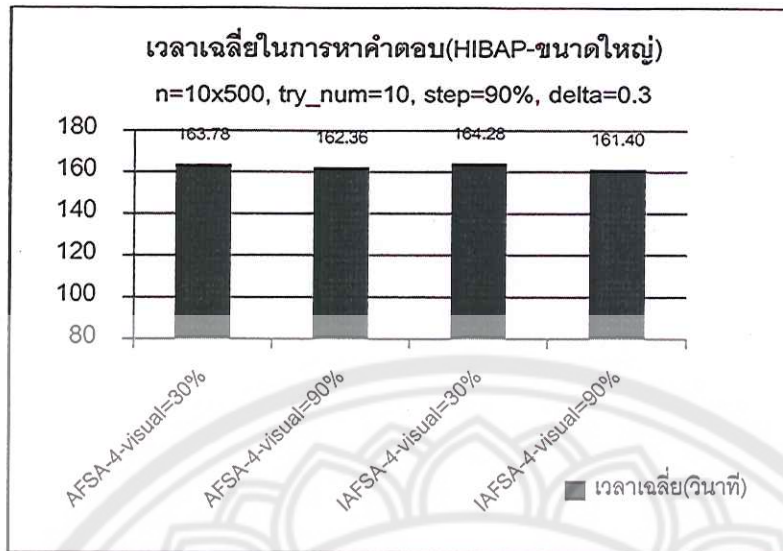
5.2 วิเคราะห์เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง



ภาพ 151 แสดงเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของปัญหา HIBAP ขนาดกลาง

จากภาพ 151 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ในปัญหา HIBAP ขนาดกลาง พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับ HIBAP ขนาดเล็กเมื่อกำหนดให้ *Visual=90%* จะใช้เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบน้อยกว่าในปัญหาที่กำหนดให้ *Visual=30%* และเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของปัญหา HIBAP ขนาดกลางก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน

5.3 วิเคราะห์เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่



ภาพ 152 แสดงเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่

จากภาพ 152 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ พบว่า ให้ผลสอดคล้องกับ HIBAP ขนาดเล็กและขนาดกลาง เมื่อกำหนดให้ *Visual* =90% จะใช้เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบน้อยกว่าในปัญหาที่กำหนดให้ *Visual* =30% แต่เมื่อพิจารณาระยะห่างของช่วงเวลาเฉลี่ยแล้วจะเห็นว่าในปัญหาที่กำหนดให้ *Visual* =30% และ *Visual* =90% มีเวลาเฉลี่ยใกล้เคียงกันมาก

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ในปัญหา HIBAP และ HIBAP มีการเปลี่ยนแปลงตามขนาดปัญหา เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นระยะเวลาในการหาคำตอบจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และยังพบว่า *Visual* เป็นพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบของวิธีการ AFSA ทั้ง 2 วิธี ซึ่งพิจารณาได้จากผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ที่กำหนดให้ *Visual* =90% จะใช้เวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบน้อยกว่าในปัญหาที่กำหนดให้ *Visual* =30% ซึ่งในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กและขนาดกลางก็ให้ผลในลักษณะเดียวกันด้วย จึงอาจสรุปได้ว่าเมื่อ *Visual* มีค่าเพิ่มขึ้นเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหาคำตอบจะมีค่าลดลง ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากวิธีการหาตำแหน่งคำตอบของปลาในแต่ละพฤติกรรมของวิธีการ AFSA เนื่องจากพฤติกรรมส่วนใหญ่จะทำการพิจารณาตำแหน่งคำตอบใหม่จากภายใน *Visual* เท่านั้น เมื่อขอบเขตการมองเห็นของปลากว้างขึ้นจะทำให้พื้นที่ของคำตอบกว้างขึ้นและยังอาจส่งผลต่อการเพิ่มโอกาสในการตำแหน่งคำตอบของปลาที่ดีกว่าตำแหน่งเดิมได้ และเมื่อปลา

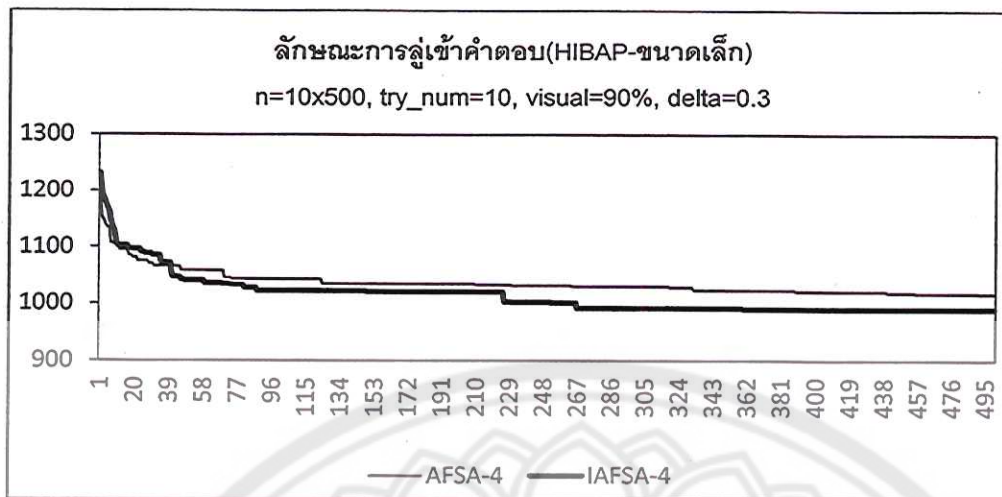
สามารถหาค่าตำแหน่งคำตอบที่ดีกว่าตำแหน่งคำตอบเดิม ปลาจะออกจากกระบวนการหาค่าตอบของวิธีการ AFSA ณ รอบการหาค่าตอบปัจจุบัน เพื่อไปเริ่มหาค่าตอบใหม่ในรอบการหาค่าตอบใหม่ในรอบถัดไป นั้นหมายความว่าถ้าปลาสามารถหาค่าตำแหน่งคำตอบที่ดีกว่าตำแหน่งเดิมได้ไ้จะส่งผลให้จำนวนพฤติกรรมที่ต้องใช้หาค่าตอบในรอบนั้นๆ มีจำนวนลดลงและจะส่งผลให้เวลาในการหาค่าตอบมีค่าลดลงด้วย โดยเฉพาะเวลาที่ใช้หาค่าตำแหน่งคำตอบในพฤติกรรมการหาอาหารของปลาที่ต้องทำการสุ่มหาค่าตำแหน่งคำตอบมากกว่า 1 ครั้ง นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการหาค่าตอบนั้นยังสามารถแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มระยะห่างของเวลา ซึ่งอธิบายได้ว่าถ้าขนาดปัญหาใหญ่ขึ้นความแตกต่างของเวลาเฉลี่ยระหว่างปัญหาที่กำหนดให้ $Visual = 30\%$ กับ $Visual = 90\%$ มีแนวโน้มลดลงตามขนาดปัญหาและมีค่าลดลงจนมีค่าใกล้เคียงกันมาในปัญหาขนาดใหญ่

6. วิเคราะห์ลักษณะการลู่เข้าหาค่าตอบของวิธีการ AFSA

ผู้วิจัยได้พิจารณานำเสนอความเร็วในการลู่เข้าหาค่าตอบของวิธีการ AFSA เพื่อต้องการนำเสนอลักษณะการลู่เข้าหาค่าตอบที่มีค่าต่ำที่สุดในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยพิจารณาได้จากกราฟที่แสดงการปรับปรุงคำตอบในแต่ละปัญหา ซึ่งความเร็วในการลู่เข้าหาค่าตอบสามารถพิจารณาจากความถี่ของการการปรับปรุงคำตอบ และในการนำเสนอกราฟแสดงการปรับปรุงคำตอบจะแบ่งตามขนาดปัญหาโดยพิจารณาวิธีการ $AFSA-4$ และ $IAFSA-4$ ซึ่งกำหนดให้ $n = 10 \times 500$, $try_num = 10$, $Visual = 90\%$ ของ $\max(Visual)$, $Step = 90\%$ ของ $Visual$ และ $delta = 0.3$ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 ลักษณะการลู่เข้าหาค่าตอบ HIBAP ขนาดเล็ก

การวิเคราะห์ลักษณะการลู่เข้าหาค่าตอบของปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก นำเสนอลักษณะการลู่เข้าหาค่าตอบวิธีการ $AFSA-4$ และ $IAFSA-4$ อธิบายได้ดังภาพ 153

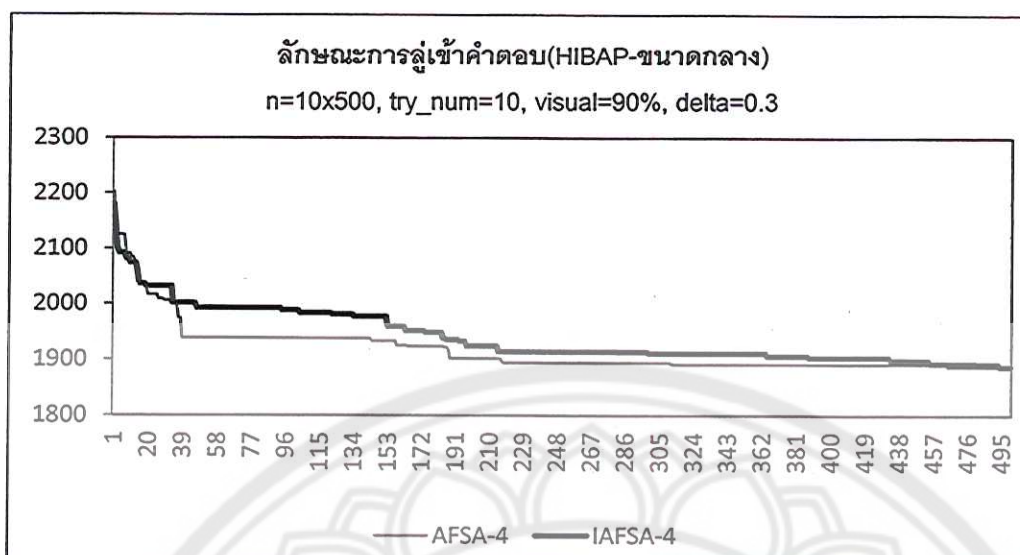


ภาพ 153 แสดงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4*

จากกราฟได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กโดยวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ที่ได้จากการทดลองจำนวน 1 ครั้ง ซึ่งจากการพิจารณารอบความถี่ของการปรับปรุงคำตอบและความชันของเส้นกราฟในการปรับปรุงคำตอบที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบว่าวิธีการ *AFSA* มีความไวในการลู่เข้าหาคำตอบในช่วงแรก และหลังจากการปรับปรุงคำตอบในช่วงแรกต้องใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบใหม่เพิ่มขึ้นทำให้ความถี่ของการปรับปรุงคำตอบมีค่าลดลง และในปัญหา HIBAP ขนาดเล็กก็มีลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในลักษณะเดียวกัน

6.2 ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบ HIBAP ขนาดกลาง

การวิเคราะห์ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบปัญหา HIBAP ขนาดกลางนำเสนอ ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* อธิบายได้ดังภาพ 154

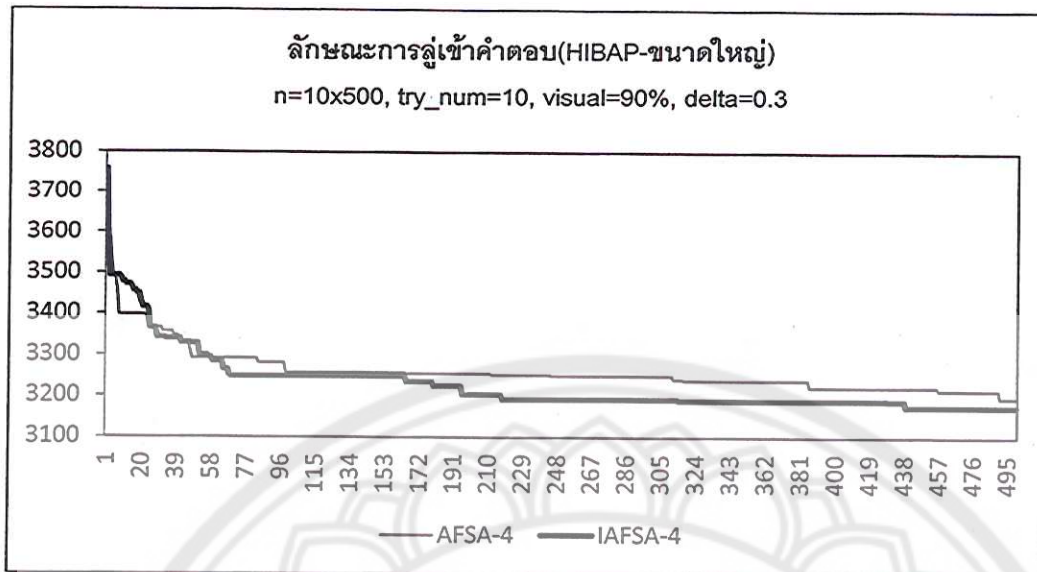


ภาพ 154 แสดงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4*

จากกราฟได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดกลางโดยใช้วิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ที่ได้จากการทดลองจำนวน 1 ครั้ง ซึ่งจากการพิจารณาขอบเขตของการปรับปรุงคำตอบและความชันของเส้นกราฟในการปรับปรุงคำตอบที่เกิดขึ้นคล้ายกับปัญหาขนาดเล็ก พบว่า *AFSA* มีความไวในการลู่เข้าหาคำตอบในช่วงแรก และหลังจากการปรับปรุงคำตอบในช่วงแรกต้องใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบใหม่เพิ่มขึ้นทำให้ความถี่ของการปรับปรุงคำตอบมีค่าลดลง และในปัญหา HIBAP ขนาดกลางก็มีลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในลักษณะเดียวกันด้วย

6.3 ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบ HIBAP ขนาดใหญ่

การวิเคราะห์ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่นำเสนอ ลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* อธิบายได้ดังภาพ 155



ภาพ 155 แสดงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยวิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4*

จากกราฟได้แสดงให้เห็นถึงลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *AFSA-4* และ *IAFSA-4* ที่ได้จากการทดลองจำนวน 1 ครั้ง ซึ่งจากการพิจารณารอบความถี่ของการปรับปรุงคำตอบและความชันของเส้นกราฟในการปรับปรุงคำตอบที่เกิดขึ้นคล้ายกับปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยพบว่า *AFSA* มีความไวในการลู่เข้าหาคำตอบในช่วงแรก และหลังจากการปรับปรุงคำตอบในช่วงแรกต้องใช้เวลาในการหาคำตอบใหม่เพิ่มขึ้นทำให้ความถี่ของการปรับปรุงคำตอบมีค่าลดลง และในปัญหา HIBAP ขนาดใหญ่ก็มีลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในลักษณะเดียวกัน

ดังนั้นจากการวิเคราะห์กราฟแสดงการปรับปรุงคำตอบในปัญหา HIBAP ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่โดยใช้วิธีการ *AFSA* ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ พบว่า วิธีการ *AFSA* สามารถลู่เข้าหาคำตอบได้ไวในช่วงเวลาแรกของการทดลอง ทำให้ระยะเวลาในการหลังจากการปรับปรุงคำตอบในช่วงแรกนั้นต้องใช้เวลาในการใหม่นานขึ้นจึงทำให้ความถี่ของการปรับปรุงคำตอบมีค่าลดลง ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ในปัญหา HIBAP ก็มีลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบในลักษณะเดียวกัน