

## ارزیابی میزان چرخش جریان درون محفظه سیلندر یک موتور دیزل به وسیله دستگاه چرخش سنج

محسن قاضی‌خانی، صفا برجیان

دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه فردوسی مشهد  
مشهد، ایران

E-mail: ghazikhani@ferdowsi.um.ac.ir

**چکیده:** از عوامل مؤثر در کاهش دوده<sup>۱</sup> در موتورهای دیزل، خصوصاً موتورهای تزریق مستقیم<sup>۲</sup>، افزایش چرخش<sup>۳</sup> می‌باشد. به گونه‌ای که این عامل باعث کاهش زمان مرحله سوم فرآیند احتراق شده و کل زمان احتراق را پایین می‌آورد [۲]. به جهت بررسی جریان چرخشی، پس از طراحی و ساخت دستگاه چرخش‌سنج<sup>۴</sup>، آزمایش بر روی یک کانال هوای بدون پیچش<sup>۵</sup> به ازای سرعت‌های متفاوت جریان هوا، انجام یافته است. در این تحقیق تأثیر میزان خروج از مرکز کانال هوای ورودی نسبت به محور سیلندر به ازای سرعت‌های متفاوت موتور، ارزیابی شده است. نتایج حاصل از آزمایش‌های انجام شده بر روی این دستگاه با تحقیقات انجام شده مشابه بطور کیفی تأیید می‌شود [۶]. این وسیله که برای اولین بار در دانشگاهها و مراکز تحقیقاتی کشور طراحی و ساخته شده است به طور موفقیت‌آمیزی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از تحقیق در یک موتور تزریق مستقیم حمل و نقل شهری نشان داده است که با تغییر خروج از مرکز دهانه ورودی هوا به سیلندر نسبت به طراحی اولیه موتور می‌تواند ۱۶٪ میزان عدد چرخش را بهبود بخشد.

**کلید واژه‌ها:** جریان چرخشی، چرخش، دستگاه چرخش‌سنج، دود سیاه.

### ۱. مقدمه

مهمترین مشکل احتراق در موتورهای دیزل، طولانی شدن فرآیند احتراق از شروع تزریق سوخت به داخل محفظه احتراق تا پایان احتراق می‌باشد. یکی از روشهای کم کردن مرحله سوم احتراق در موتورهای دیزل، افزایش سرعت اختلاط سوخت و هوا

<sup>۱</sup> Soot

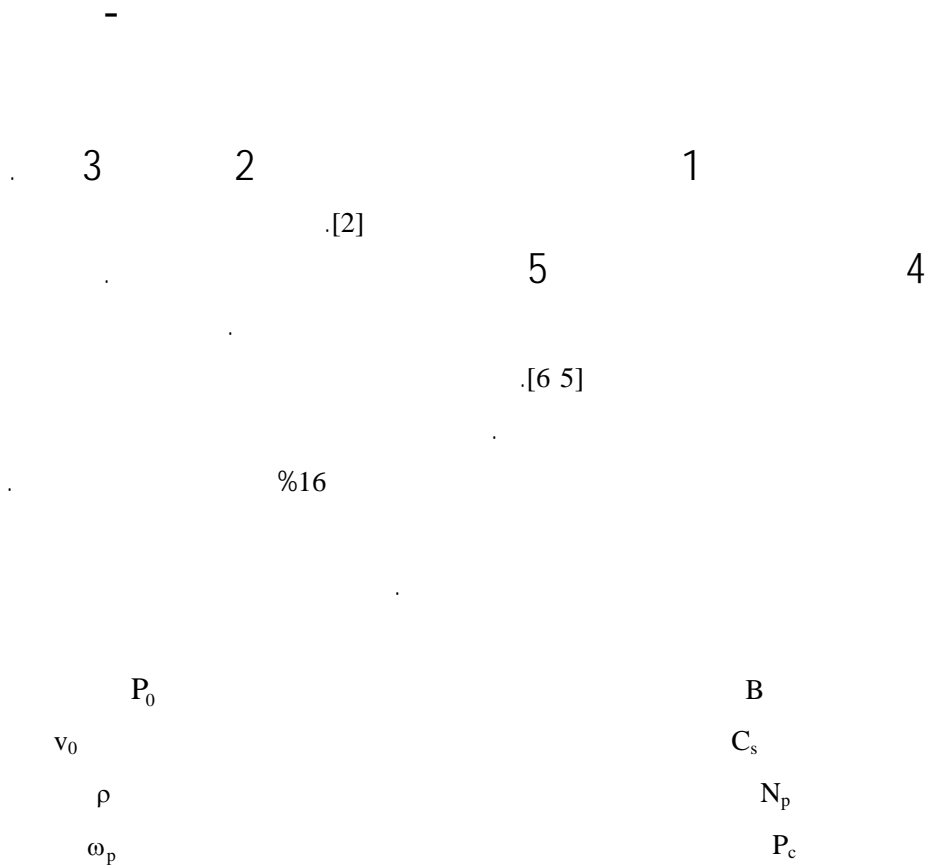
<sup>۲</sup> Direct Injection

<sup>۳</sup> Swirl

<sup>۴</sup> Swirl Meter

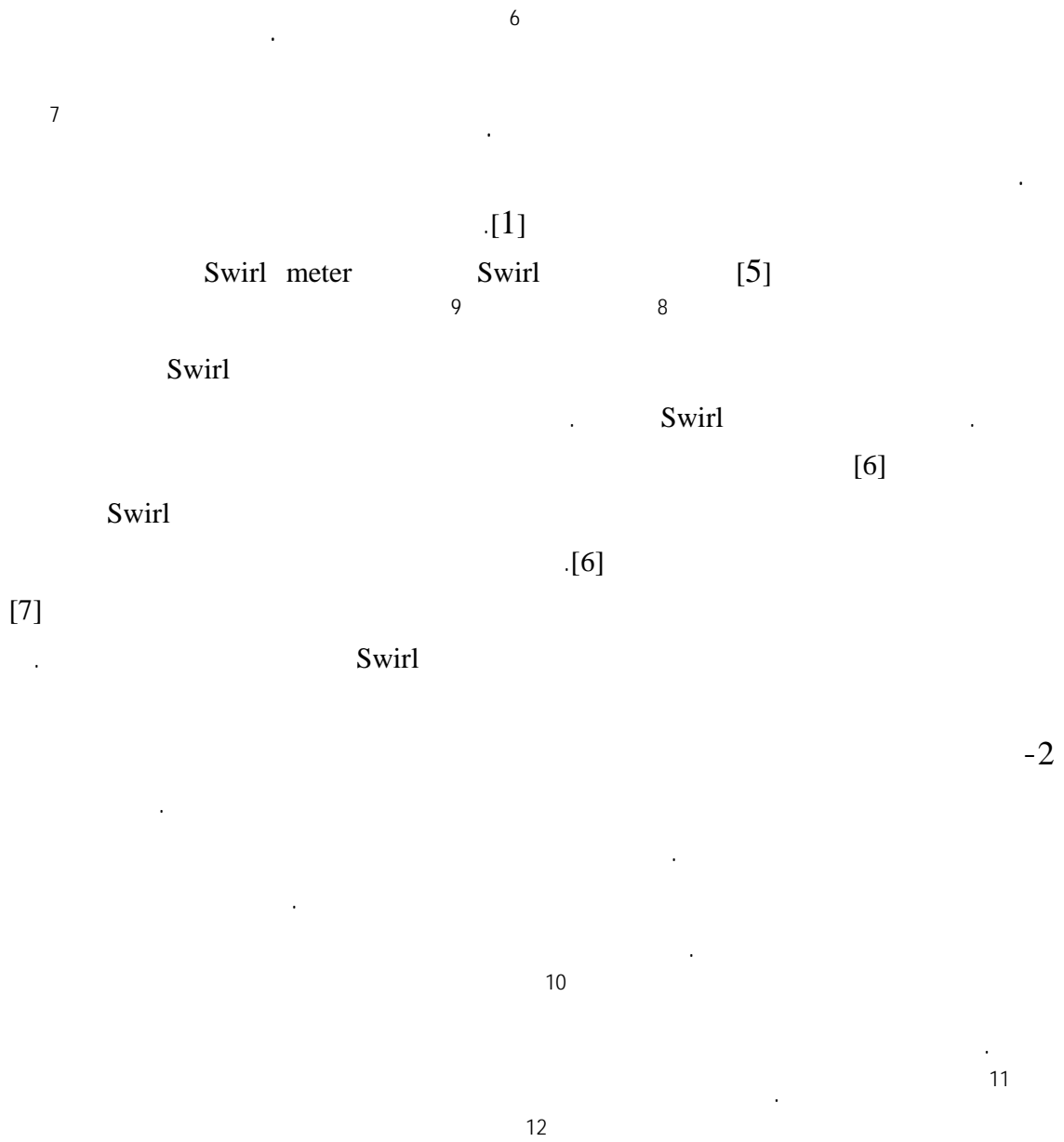
<sup>۵</sup> Directed Inlet Port

## Swirl Meter



-1

- 
1. Soot
  2. Direct Injection
  3. Swirl
  4. Swirl Meter
  5. Directed Inlet Port




---

<sup>6</sup>. Swirl Flow

<sup>7</sup>. Direct Injection

<sup>8</sup>. Aligned

<sup>9</sup>. Inlined

<sup>10</sup>. Stratified-Charge Engine

<sup>11</sup>. Scavenging

<sup>12</sup>. Prechamber

13

14

15

16

$$C_s = \frac{\omega_p B}{v_0} \tag{1}$$

$$B \left( \frac{N_p}{v_0} \right) \omega_p = 2\pi N_p \tag{2}$$

$$v_0 = \frac{2V_\theta}{\omega_p B}$$

$$v_0 = \left[ \frac{2(P_0 - P_c)}{\rho} \right]^{1/2} \tag{2}$$

:

<sup>13</sup>. Steady Flow

<sup>14</sup>. Paddle Wheel Swirl Meter

<sup>15</sup>. Impulse Swirl Meter

<sup>16</sup>. Swirl Coefficient

$$v_0 = \left\{ \frac{2\gamma}{(\gamma-1)} \frac{P_0}{\rho_0} \left[ 1 - \left( \frac{P_c}{P_0} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right] \right\}^{1/2} \quad (3)$$

$$(3) \quad \frac{P_0}{\rho_0} \quad v_0 \quad (1) \quad 1 \quad 0 \quad C$$

$$(3) \quad (2) \quad (\gamma) \quad (2)$$

$$(2) \quad (P_c, P_0) \quad (2) \quad v_0 \quad (v_0) \quad (3)$$

[2]

**-4**

-1

-2

-3

-4

-5

(v<sub>0</sub>)

17

-6

-7

[2]

1/5 1

(1)

(1)

(3)

)2)

(7)

(6)

(8)

(9)

(10)

5

18

85 mm

2070-2280-2458-2690-2900-3100 rpm

19

$L_v = 9.7\text{mm}$

$L_v = 9\text{mm}$

( )

( )

5

(2)

(e=0)

5

5

$L_{vmax} = 9.7\text{mm}$

(3)

3100rpm 2070rpm

4.5 3 1.5 -2.5

2.5mm

-2.5mm

(4)

-2.5mm

<sup>18</sup> Direct Inlet Port

<sup>19</sup> Valve Lift

+1.5mm (3)  
 (4)  
 2280rpm 2070 +1.5mm (4)  
 3100rpm 2485  
 16% 3100rpm  
 +1.5mm 3100rpm 2485  
 (4) +3mm  
 2485rpm +1.5mm  
 +1.5mm 3100rpm  
 14.6%  
 +3mm +1.5mm  
 +3mm +1.5mm  
 (4) (3) +4.5mm  
 +3mm +1.5mm 2485rpm  
 -2.5mm  
 -2-5  
 $L_V = 9\text{mm}$   
 (5)  
 $L_V = 9.7\text{mm}$   
 +4.5mm  
 2485rpm  
 +4.5mm  
 (10) (6)  
 (6) [5] (6)  
 [6]



(11)

$$L_V = 9\text{mm} \quad L_{V\text{max}}$$

$$L_{V\text{max}} \quad L_V \quad (11)$$

[2]

(15) (12)

20

$$L_V = 9.7\text{mm} \quad 2485\text{rpm} \quad 2280 \quad 2070 \quad (12)$$

e=0

$$+1.5\text{mm} \quad (13)$$

$$L_V = 9\text{mm} \quad (15) \quad (14)$$

$$L_V = 9.7\text{mm}$$

$$L_V = 9.7\text{mm}$$

(part toad)

[3 4]

-3-5

(16)

[4]

---

<sup>20</sup>. Stationary

45% 3100rpm 47.3%

e=+1.5mm 16%

14.6% 22.5%

20.5% e=+3mm

**-6**

$L_v = 9\text{mm}$   $L_{v\text{max}} = 9.7\text{mm}$

-1  
-2  
-3

Swirl [4] [6] Kawashima [5] Kern y -4

22.4% e=1.5mm

20.5% e=+3mm

**-7**

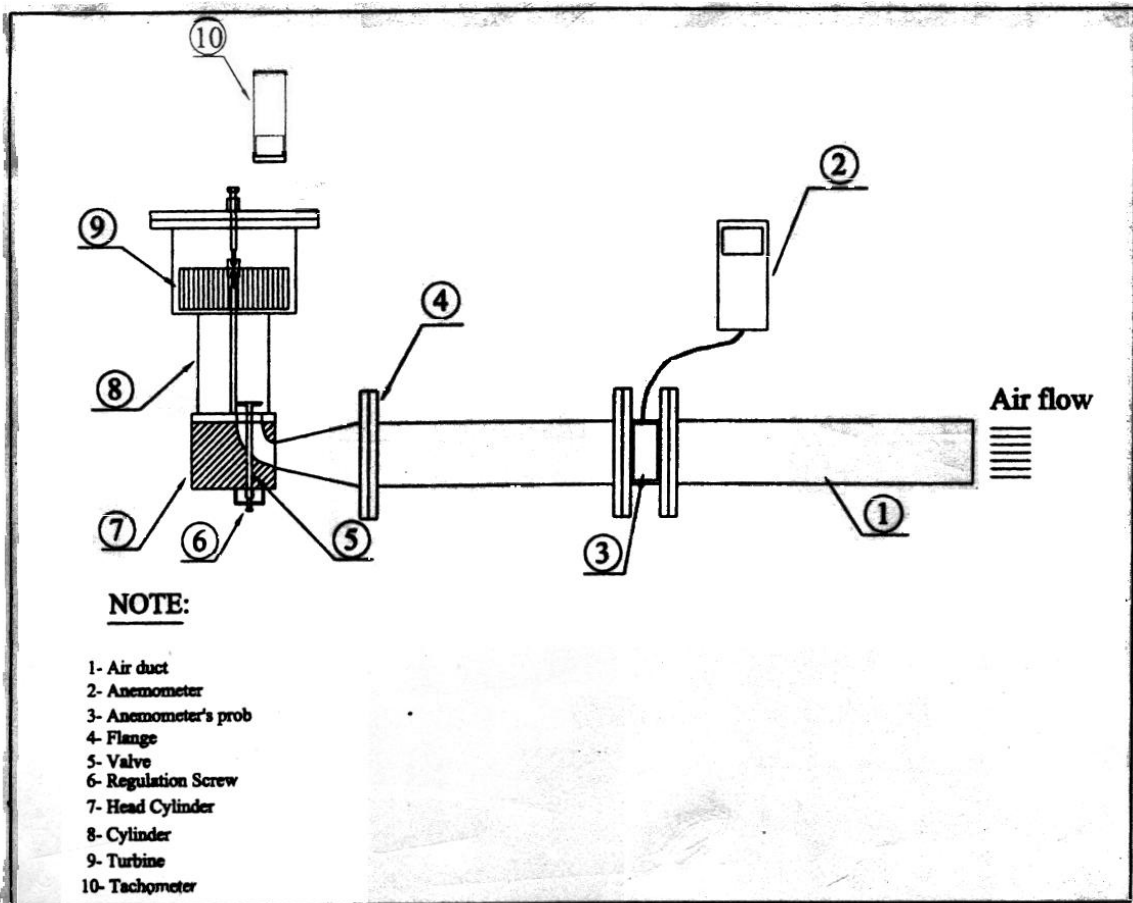
[1]. Asmus, A. F. Wellington, B. F. "Diesel Engines and Fuel Systems", Longman Cheshire, 1990.

[2]. Heywood, J. B. "Internal Combustion Engine Fundamentals", Mc Graw-Hill, 1988.

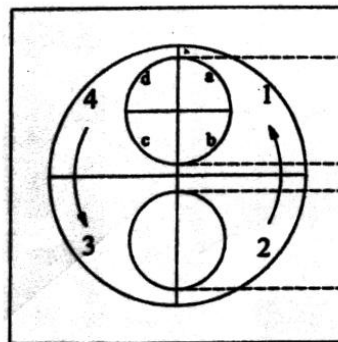
[3]. Hiroshi Ogawa, Yokio Matsui, Shuji Kimara and Junichi Kawashima. "Three- dimensional Computation of the Effects of the Swirl Ratio in DI Diesel Engine on Nox and Soot Emission", Nissan Motor Co. Ltd 1997.

[4]. Ricardo Consulting Engineers PLC, Shoreham-By-Sea, Sussex. "Development and Application of Fully Machined Helical Inlet Port for High Speed DI Diesel Engines", C121/82 IMech 1982.

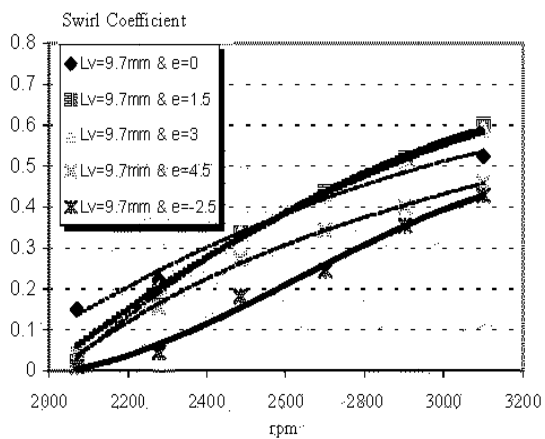
- [5]. Kern, y. Kang, Rolf D. Retz, “The Effect of Intake Valve Alignment on Swirl Generation in a DI Diesel engine”, Engine Research and Development, Korea IMM, ERC, University of Wisconsin-Madison, 1999.
- [6]. Jun-Ichi Kawashima, “Research on a Variable Swirl Intake Port for High-Speed 4-Valve DI Diesel engine”, Nissan Motor Co. 1998.
- [7]. W. Hentschel & K. P. Schindler, “Flow, Spray and Combustion Analysis by Laser Techniques in the Combustion Chamber of a Direct-Injection Diesel Engine”, R & D, Volkswagen AG, Germany, 1995.



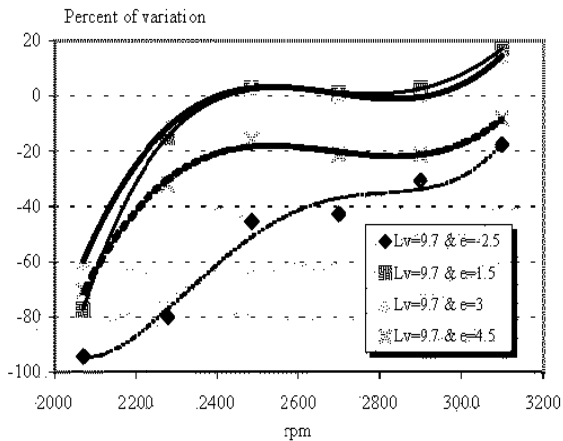
شکل (۱) نقشه طرحواره دستگاه چرخش سنج



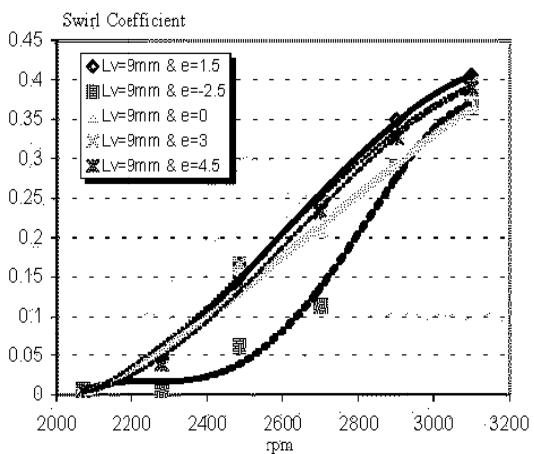
شکل (۲) موقعیت دهانه ورودی هوا نسبت به محور سیلندر



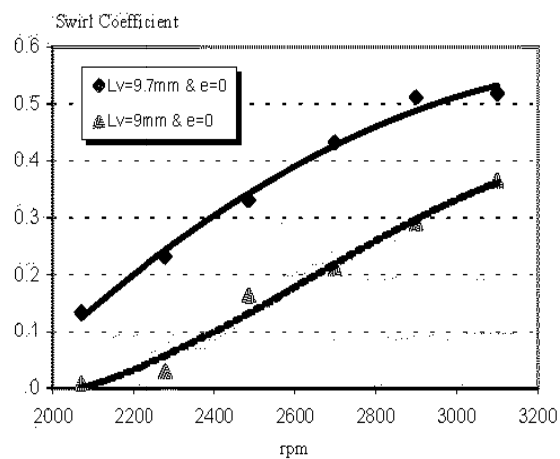
شکل (۳) تغییرات ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور برای خروج از مرکزهای متفاوت



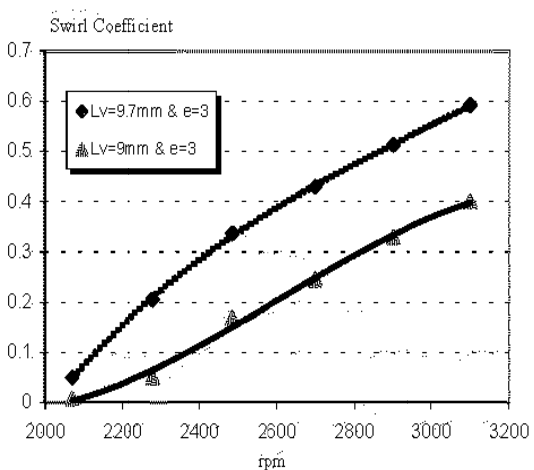
شکل (۴) درصد تغییر ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور نسبت به حالت مینا ( $e=0$ )



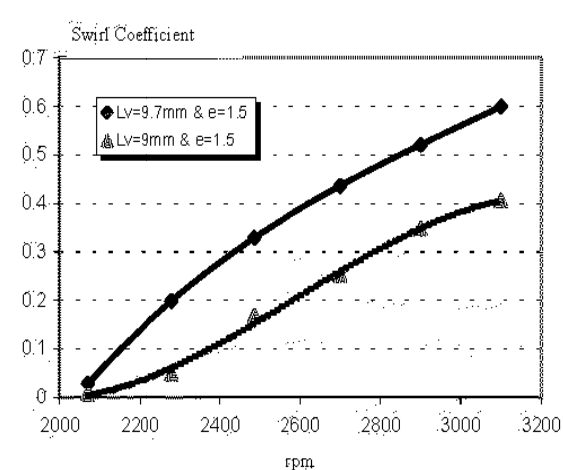
شکل (۵) تغییرات ضریب چرخش به ازای دورهای متفاوت موتور برای خروج از مرکزهای متفاوت



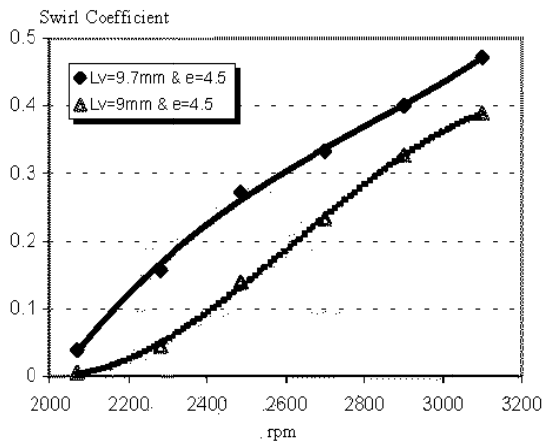
شکل (۶) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت برای حالت ( $e=0$ )



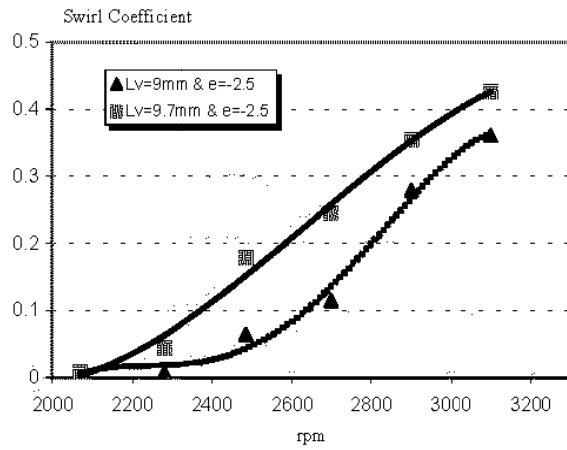
شکل (۷) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



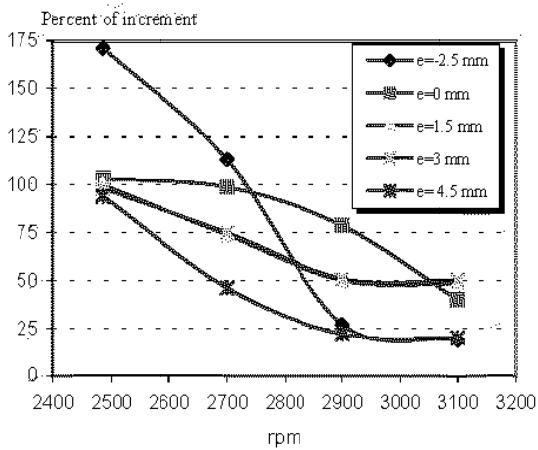
شکل (۸) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



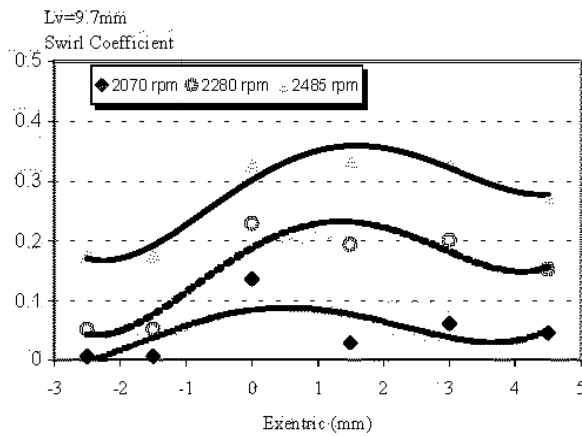
شکل (۹) مقایسه ضرایب چرخش دو بلندشدگی سوپاپ متفاوت



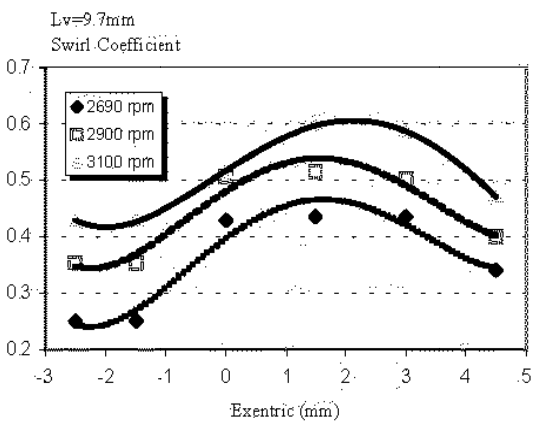
شکل (۱۰) مقایسه ضرایب چرخش دو دهانه سوپاپ متفاوت برای حالت  $e=-2.5$



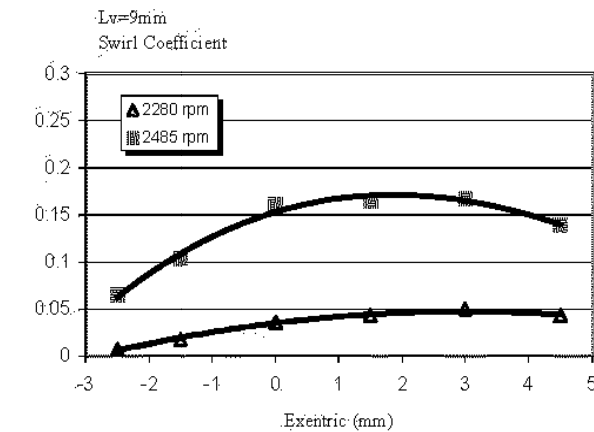
شکل (۱۱) درصد افزایش ضریب چرخش دهانه سوپاپ ۹.۷mm نسبت به ۹mm برای خروج از مرکزهای متفاوت



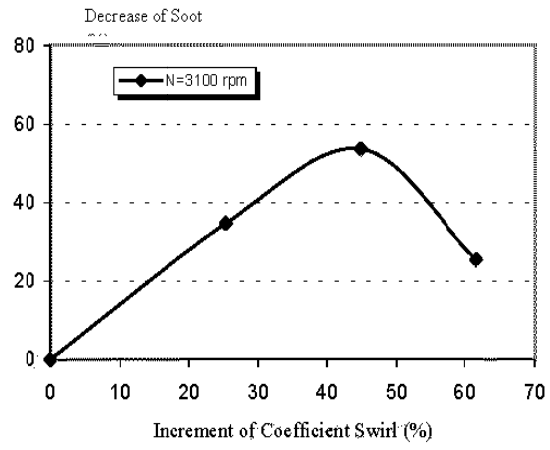
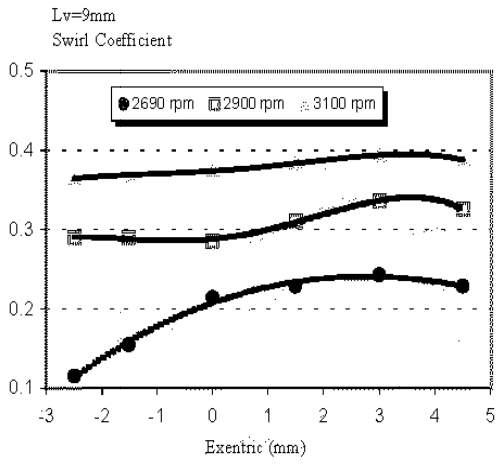
شکل (۱۲) تغییرات ضریب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9.7mm$



شکل (۱۳) تغییرات ضریب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9.7mm$



شکل (۱۴) تغییرات ضریب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعتهای متفاوت در حالت  $L_v=9mm$



شکل (۱۵) تغییرات ضریب چرخش نسبت به خروج از مرکزهای متفاوت و برای سرعت‌های متفاوت در حالت  $L_v=9\text{mm}$

شکل (۱۶) تاثیر درصد تغییر ضریب چرخش بر درصد تغییر عدد دوده [۴]