

مجموعه فرضی: مجموعه پیستون و خار فنی داخل سیلندر (ترکیب ۴ قطعه)

در این مجموعه، فاصله اطمینان بحرانی (لغی یا  $G$  Gap) بین وجه انتهایی پیستون و خار فنی داخل شیار سیلندر محاسبه می‌شود.

### تعریف مسیر و جهت‌ها (Vector Loop)

جهت افقی به عنوان محور تحلیل انتخاب شده است (راست +، چپ -):

- قطعه ۱ (عمق شیار سیلندر  $D_1$ ):  $30.00 \pm 0.12$  mm (+)
- تolerانس موازی‌بودن شیار سیلندر (GD&T Parallelism):  $0.04$  mm (-)
- قطعه ۲ (طول بدنه پیستون  $D_2$ ):  $22.00 \pm 0.10$  mm (-)
- قطعه ۳ (ضخامت واشر واسط  $D_3$ ):  $3.00 \pm 0.06$  mm (-)
- قطعه ۴ (ضخامت خار فنی  $D_4$ ):  $2.00 \pm 0.05$  mm (-)

### محاسبه لغی اسمی (Nominal Gap)

$$G_{nom} = D_1 - D_2 - D_3 - D_4$$

$$G_{nom} = 30.00 - 22.00 - 3.00 - 2.00 = 3.00 \text{ mm}$$

### جدول تحلیل تolerانس انباشته (up Table-Tolerance Stack)

| آیتم | قطعه / مشخصه ابعادی       | مقدار اسمی (mm) | جهت (-/+) | تولرانس متقارن (ti±) | واریانس (ti²) |
|------|---------------------------|-----------------|-----------|----------------------|---------------|
| ۱    | عمق شیار سیلندر ( $D_1$ ) | 30.00           | +         | 0.120                | 0.014400      |
| ۲    | موازی‌بودن دیواره شیار    | 0.00            | -         | 0.020                | 0.000400      |
| ۳    | طول پیستون ( $D_2$ )      | 22.00           | -         | 0.100                | 0.010000      |
| ۴    | ضخامت واشر ( $D_3$ )      | 3.00            | -         | 0.060                | 0.003600      |

|       |                             |      |   |                  |                              |
|-------|-----------------------------|------|---|------------------|------------------------------|
| ۵     | ضخامت خار فنری<br>( $D_4$ ) | 2.00 | - | 0.050            | 0.002500                     |
| مجموع | لقی نهایی مجموعه<br>( $G$ ) | 3.00 |   | $T_{WC} = 0.350$ | $\sum t_i^2$<br>$= 0.030900$ |

### ۱. تحلیل بدترین حالت (Case Analysis-Worst)

$$\text{vert}\{ = 0.120 + 0.020 + 0.100 + 0.060 + 0.050 = \text{vert}\{t_i\sum \backslash T_{WC} = \$\text{\text{\text{mm}}\mathbf{0.350\}}$$

$$\bullet \text{ حداکثر لقی } (G_{max}): 3.00 + 0.350 = 3.\text{mm}350$$

$$\bullet \text{ حداقل لقی } (G_{min}): 3.00 - 0.350 = 2.\text{mm}650$$

نتیجه بدترین حالت: در بدترین شرایط ساخت نیز هیچگونه تداخلی رخ نمی‌دهد ( $G_{min} > 0$ ).

### ۲. تحلیل آماری جذر مجموع مربعات (RSS Analysis)

با فرض توزیع نرمال و سطح کیفیت  $\sigma_3$  (معادل  $99.73\%$  نرخ بازدهی):

$$T_{RSS} = \sqrt{\sum t_i^2} = \sqrt{0.030900} = \pm 0.\text{mm}1758$$

$$\bullet \text{ حد بالای آماری لقی } (G_{RSS,max}): 3.00 + 0.1758 = 3.\text{mm}176$$

$$\bullet \text{ حد پایین آماری لقی } (G_{RSS,min}): 3.00 - 0.1758 = 2.\text{mm}824$$