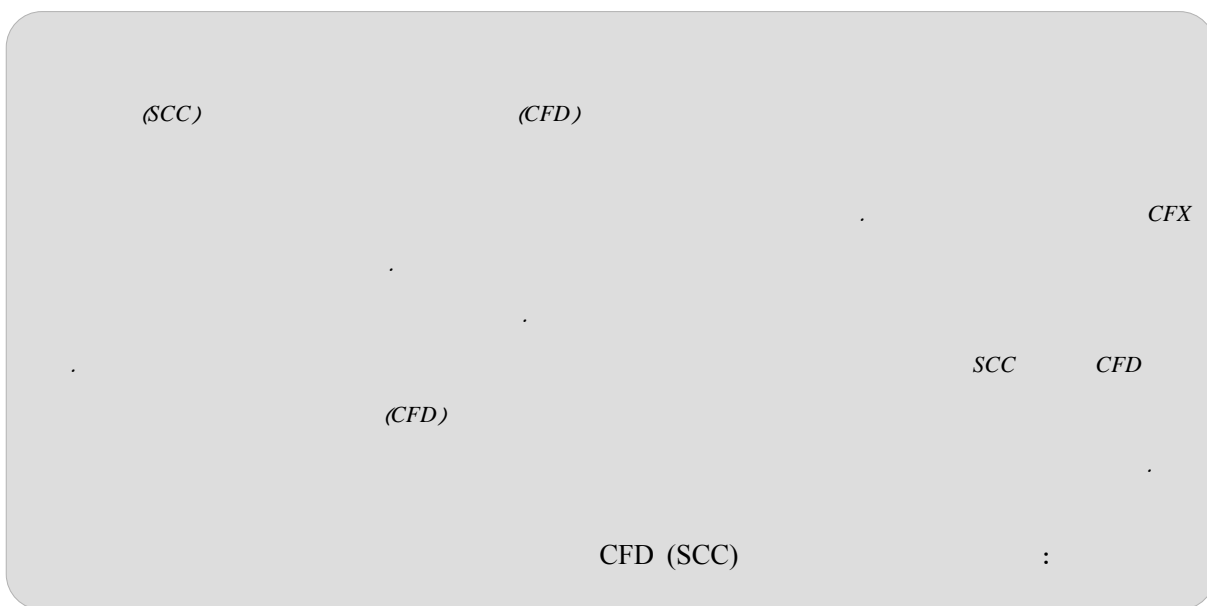


مروری بر آنالیز CFD افت فشار و انتقال جرم در برجهای سینی دار مخروطی چرخان

مرتضی زیودار*، شیروان شیردل، ایمان خنشا، لیلا پور جعفر

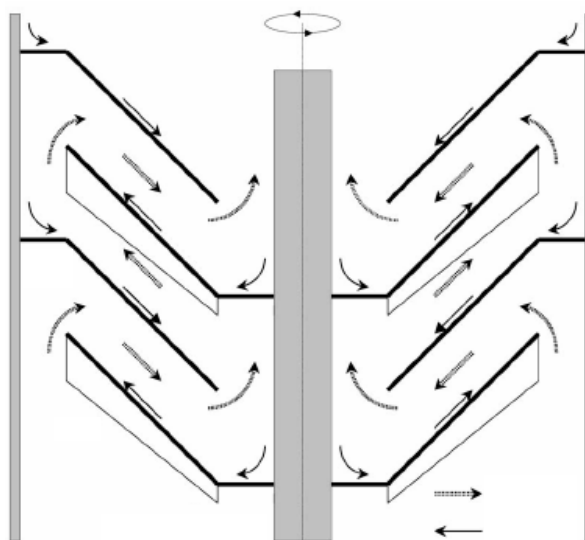
mortaza@hamoon.usb.ac.ir :



-۱

- [۱] (SCC)
- [۲]
- [۳]
- [۴] (۱)
- [۵]
- SCC

1. Spinning Cone Column



γ (CFD)

[۱۱]

SCC

CFD

CFD

-۲
SCC

γ

۲۰۰۲

CFD

(SCC)

[۵]

(Δm)

[۵] SCC

-۱

CFX 4.3

γ

۲۰۰۳

۱

SCC

CFD

SCC

()

CFX 4.3

[۱۲]

[۶]

SCC

SCC

۱۳۸۲

[۷]

CFD

SCC

[۸]

[۴ ۱۳]

[۹]

[۱۰] SCC

SCC

۱۹۹۵

SCC

2. Computational Fluid Dynamics

3 .S.V. Makarytchev

4 .T.A.G. Langrish

I. Casimir

۲۰۰۵

۲۰۰۴

() SCC

[۱۵] CFD

[۱۱] SCC

(۱) (۳)

CFD

(۳)

(۱)

(۰/۱۴۸m)

SCC

(۵۰۰rpm)

[۱۴]

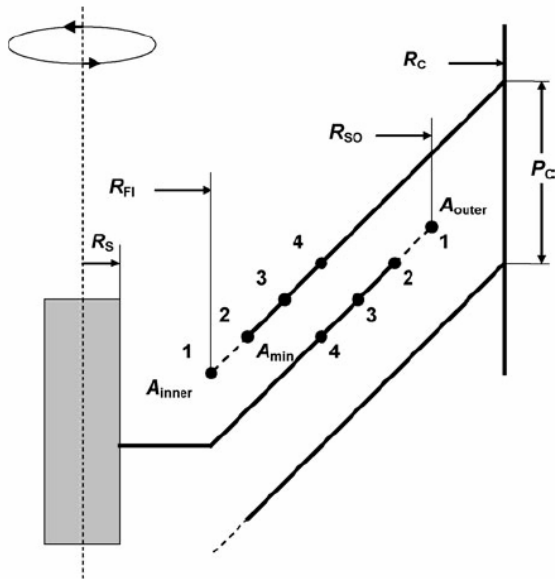
(۲)

(

() CFD

[۱۵]

CFX 4.4



[۱۵] SCC

-۳

(Opening Parameter) C

$$C = \frac{A_{inner}}{A_{column}} = \frac{R_{FI}^2 - R_S^2}{R_C^2 - R_S^2}$$

(۱)

((۱)) ۰/۳۷ ۰/۰۹

۲۰۰۵

Sec

(D_c = ۰/۳۴۶m)

(D_c = ۰/۱۴۸

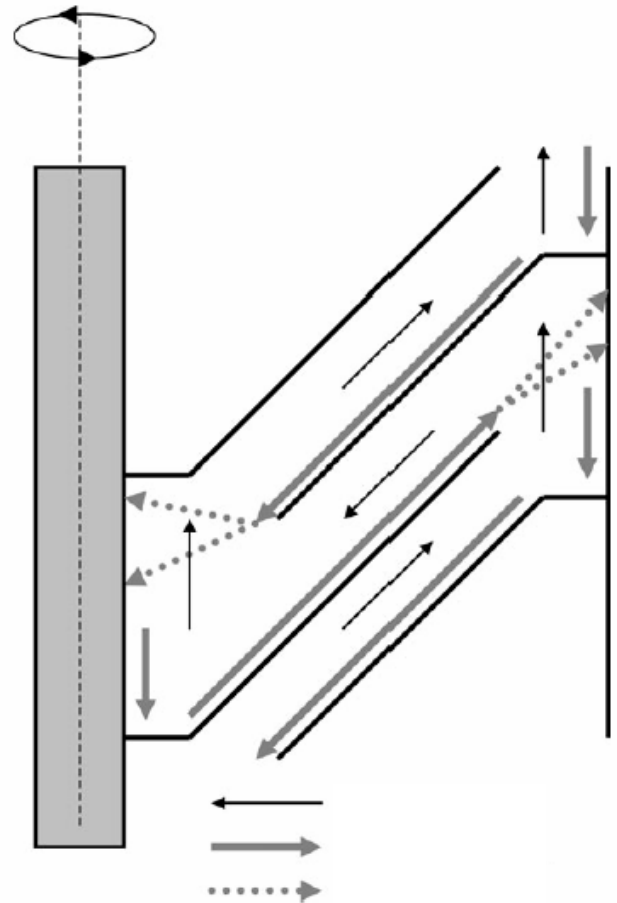
)

[۱۶]

(D_c = ۰/۸۱۰m)

[۱۵] SCC

-۲



[۱۵] SCC

-۱

مکان				پارامتر	
۴	۳	۲	۱		
SCC واقعی					
۰/۰۴۸	۰/۰۴۱	۰/۰۳۵	۰/۰۳۰	RFI (m)	اندازه مخروط
۰/۰۴۸	۰/۰۵۷	۰/۰۶۴	۰/۰۶۹	RSO (m)	
۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۱۴	A _{داخلی} (m ²)	مساحت‌های بحرانی
۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۲۲	A _{بیرونی} (m ²)	
۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۰۹	A _{مین} (m ²)	
۰/۳۷	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۰۹	C. (وسعت گلوگاه)	

SCC

-۳

SCC

SCC

SCC

[۱۸]

$$\Delta P_G = 2N_{st}(k_{reg}Ro^2 + k_{rot}) \quad (۲)$$

$$\delta^+ = \delta_N^+ + \delta_{wave}^+ = 0.91\eta^{-2/3} + 1.95\eta^{-3} \quad (۱)$$

k_{rot} k_{reg}N_{st}δ⁺

η

() Rossby

R_o

CFD

[۱۰]

(۲)

k_{rot} k_{reg}

.

)

(

.

)

CFD

-۲

[۱۱]

k_{rot} k_{reg}

k^{CFD}	k^{exp}	p_G (pa)	rot (rpm)
۱/۰۷	۱/۱۹±۰/۱۳	۵۲/۳	۰
۰/۱۸	۰/۱۳±۰/۰۸	۵۸/۳	۵۰۰
۰/۱۲		۶۵/۷	۱۰۰۰
۰/۱۶		۹۱/۰	۱۵۰۰

$$k_{G, film} = 0.023 \frac{c_A D_A^{2/3} \Delta U_{LG}^{0.83}}{v_G^{1/2} P_C^{0.17}} \text{ (mol/m}^2\text{s)} \quad (۴)$$

$$k_{G, spray} = \frac{c_A D_A}{d_L} 2 + 0.6 \frac{d_L^{1/2} \Delta U_{LG}^{1/2}}{v_G^{1/6} D_A^{1/3}} \text{ (mol/m}^2\text{s)} \quad (۵)$$

CFD

SCC

$$k = \frac{c_A D_A}{d_L} 2 + 0.6 \frac{d_L^{1/2} \Delta U_{LG}^{1/2}}{v_G^{1/6} D_A^{1/3}} \quad [۱۴ \ ۱۵]$$

CFD

SCC

-۴

K_{load}

Q_{LC}

Q_{LD}

[۱۴]

$$K_{load} = \frac{Q_{LD}}{Q_{LC}} \quad (۳)$$

SCC

$Re > 100$

K_{load} Pre-Loading

Loading

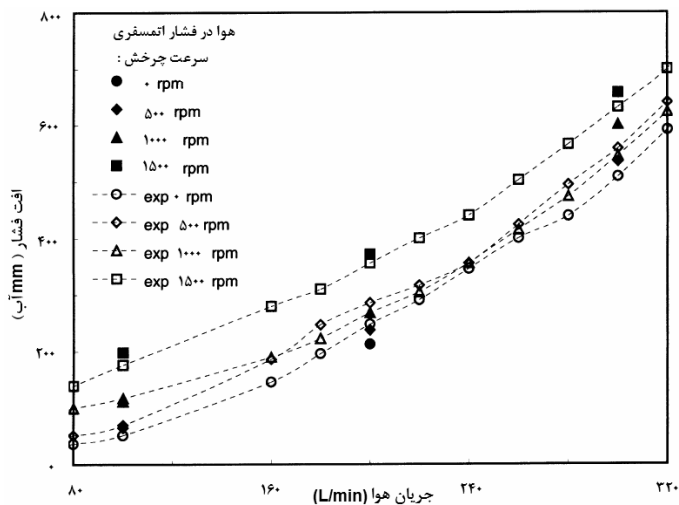
[۱۵]

CFD

۱۰-۱۵

(۴)

(۴)



[۵]

CFD

-۴

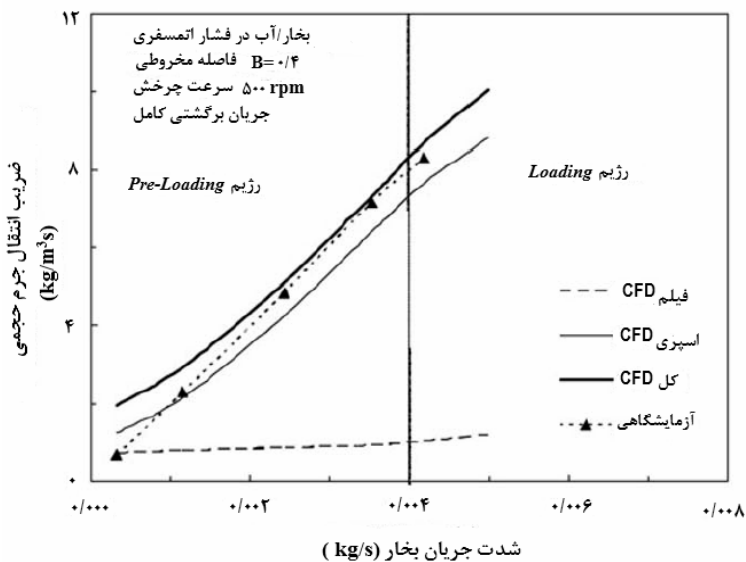
SCC

[۱۳]

۱۵۰۰ ۱۰۰۰ ۵۰۰

(۵)

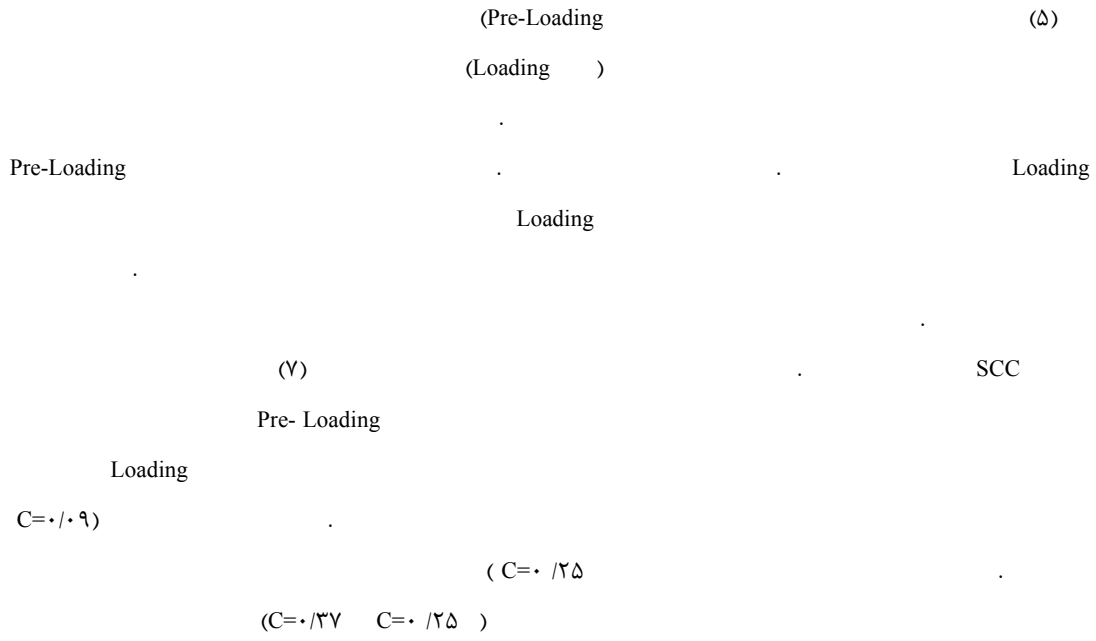
[۱۴]



[۱۴]

CFD

-۵



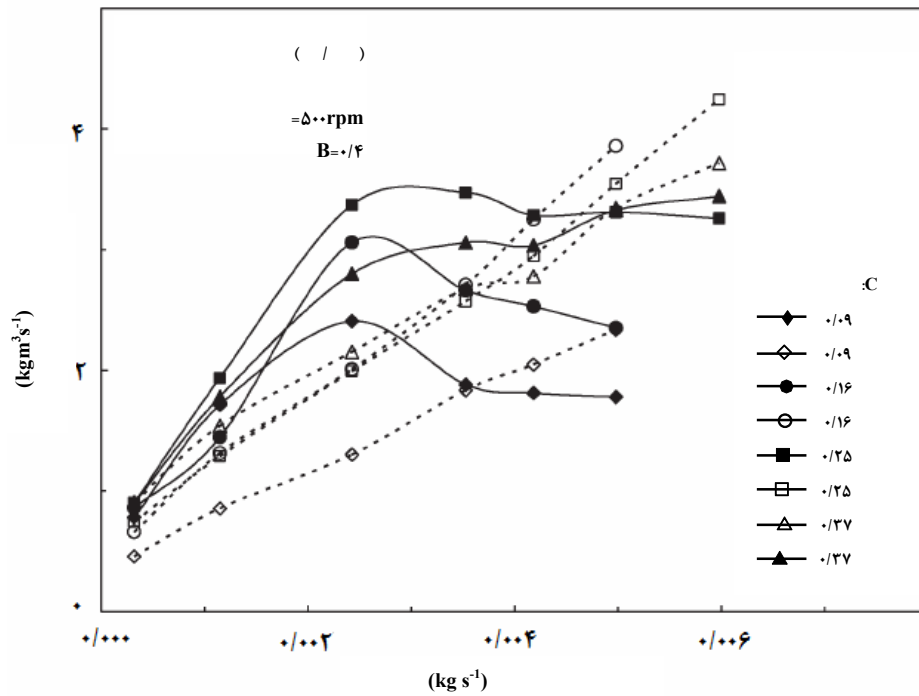
(A)

۴

[۱۵]

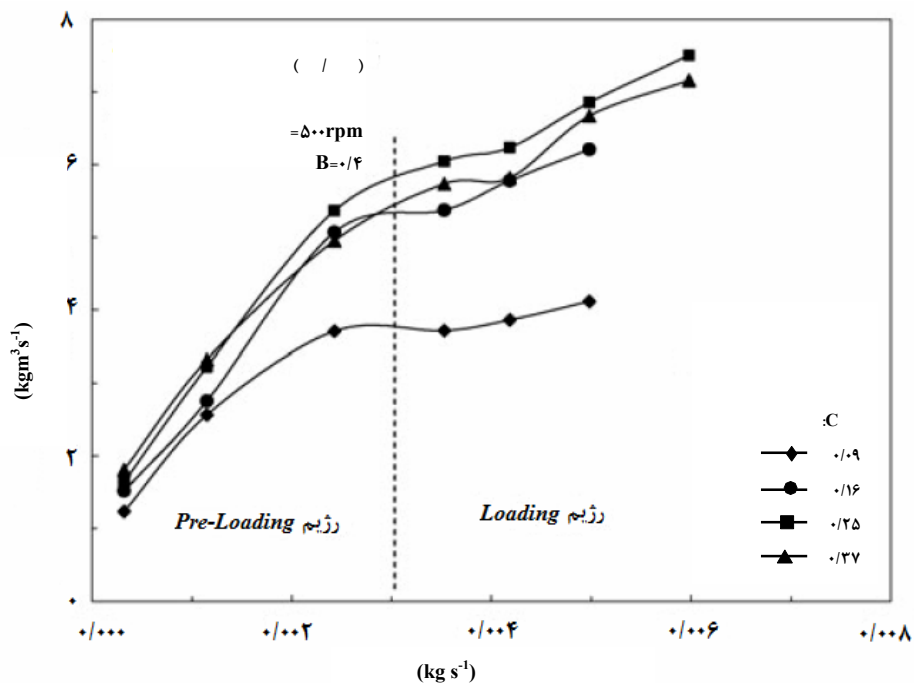
(۶)

(۶)



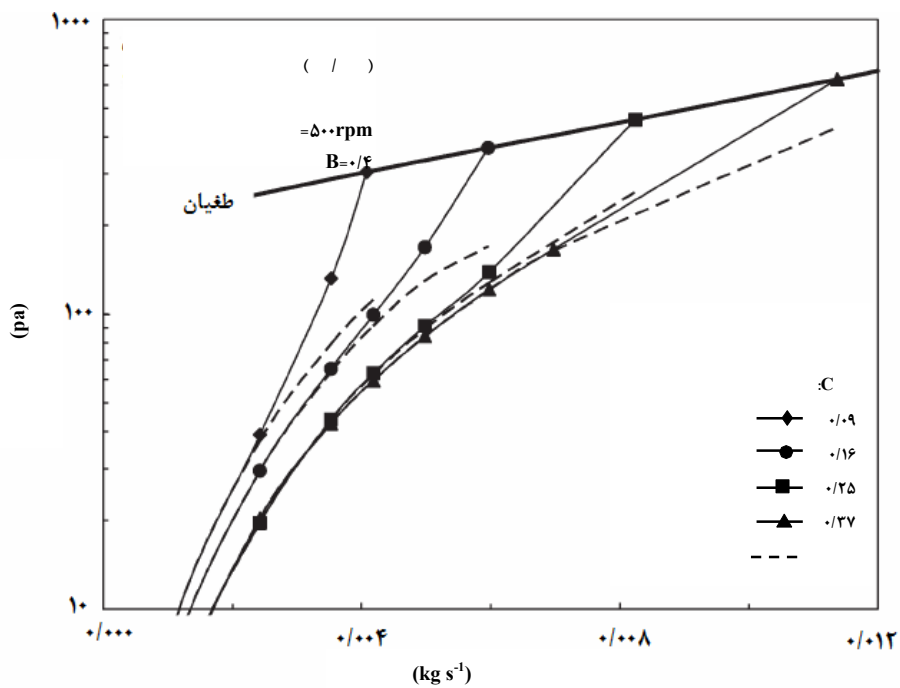
[۱۵] SCC

-۶



[۱۵] SCC

-۷



[۱۵] SCC

-۸

(۱۰)

۴

$$C = 0.25$$

(۱۱)

٪۴۰

٪۱۵

[۱۶]

SCC

(۱۲)

(-)

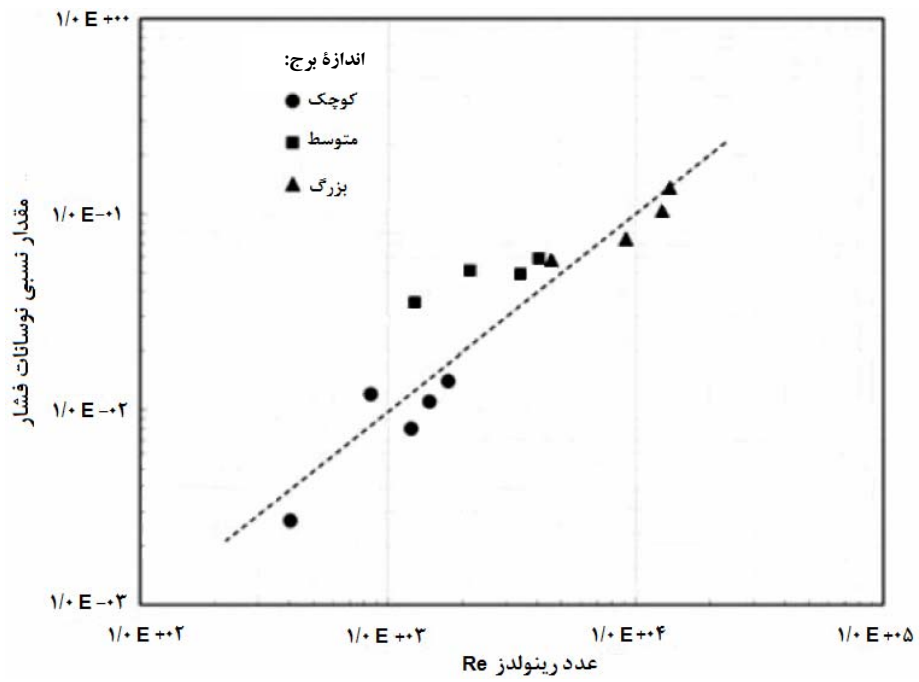
((۹))

SCC

(۱۰)

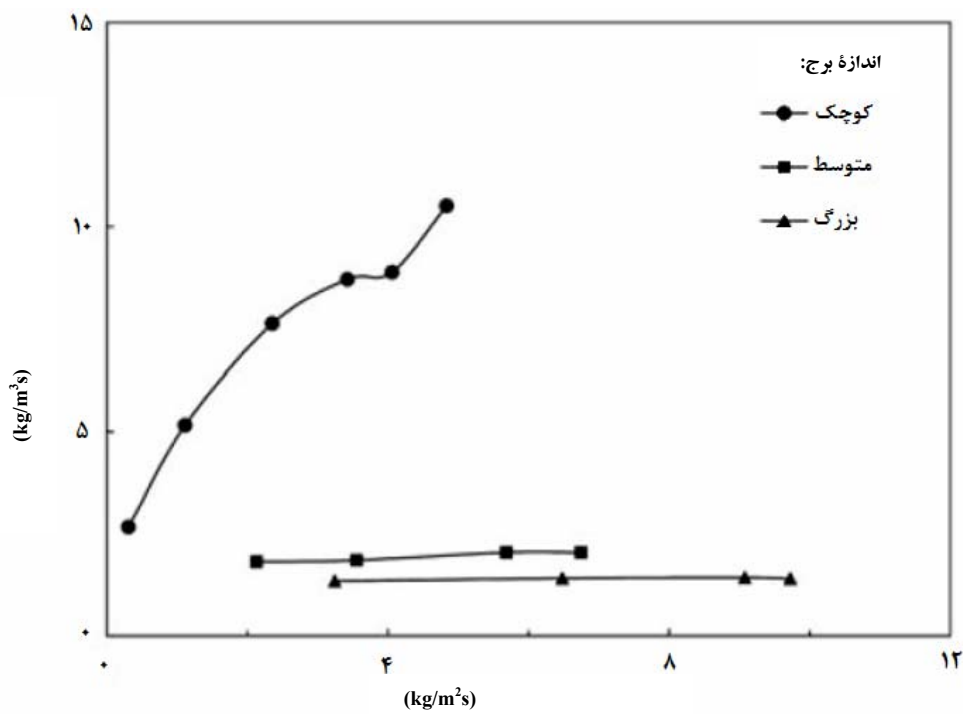
$$L_{max} \approx D_c^{1/4}$$

(۱۱)



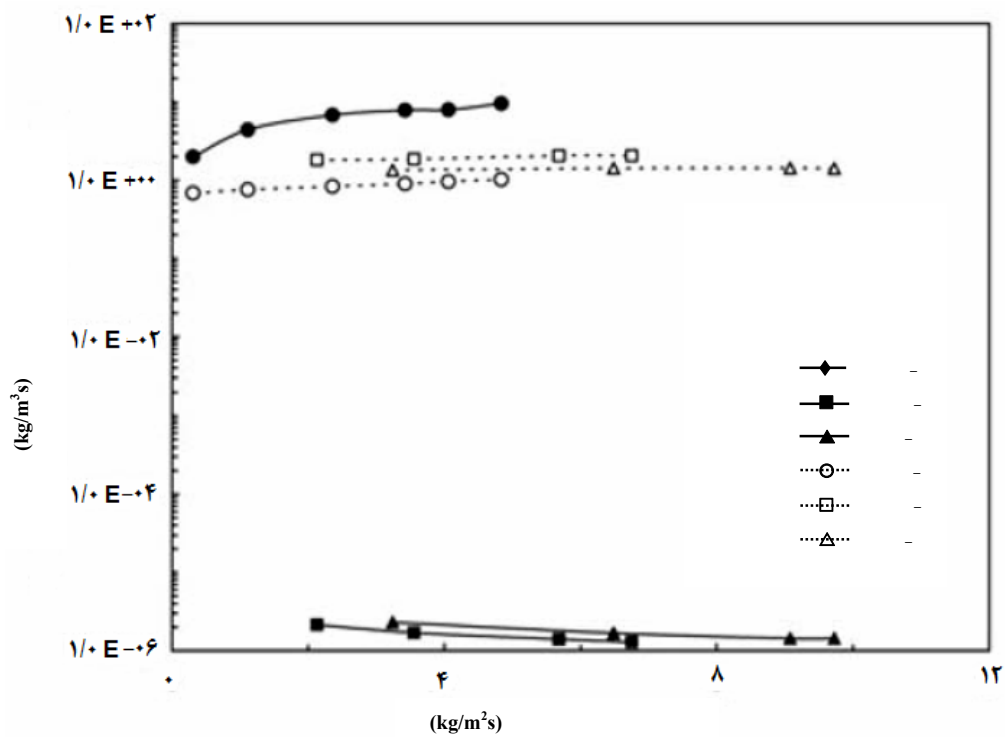
[۱۶]

-۹



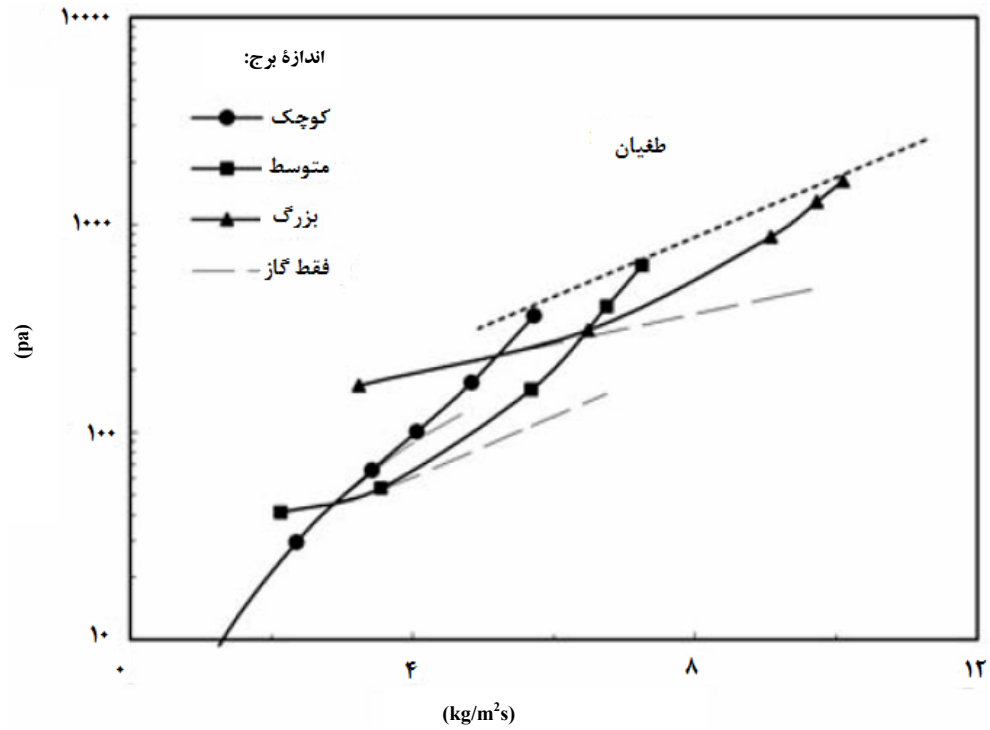
[۱۶]

-۱۰



[۱۶]

-۱۱



[۱۶]

-۱۲

مساحت گلوگاه داخلی (m^2)	A_{inner}		
مساحت ستون (m^2)	A_{column}		
مساحت گلوگاه خارجی (m^2)	A_{outer}		SCC
پارامتر وسعت گلوگاه	C		
قطر داخلی ستون (m)	D_c		
عامل بارگذاری	K_{load}		
ثابت تجربی مشخص کننده رژیم جریان	k_{reg}		SCC
ثابت تجربی مشخص کننده بازدهی گریز از مرکز	k_{rot}		CFD
چرخنده			
حد اکثر سرعت جریان جرمی مایع ($kg\ m^{-2}\ S^{-1}$)	L_{max}		
تعداد مجموعه سینی های مخروطی	N_{st}	CFD	SCC
فاصله عمودی بین دو مرحله از ستون (m)	P_c		

- [6] Casimir, D.J, "Technological Aspects of the Production of Concentrates of Passion fruit" PhD Thesis, University of New South Wales, Australia, (1974).
- [7] S.V.Makarytechev, T.A.G.Langrish, R.G.H.Prince, "Structure and Regimes of Liquid Film Flow in Spinning Cone Columns", Chemical Engineering Science, 53, 1541-1550, (1998).
- [8] S. V. Makarytechev, T. A. G. Langrish, R. G. H. Prince, "Thickness and Velocity of Wavy Liquid Films on Rotating Conical Surfaces", Chemical Engineering Science, 56, 77-87, (2001).
- [9] M.Zivdar, R.G.H.prince, "Pressure Drop and Mass Transfer in the Spinning Cone Distillation Column", 5th National and 4th International Chemical Engineering Congress, Shiraz, Iran, 250-259, (2000).
- [10] S. V. Makarytechev, T. A. G. Langrish, "Pressure Drop and Flooding Limit in Spinning Cone Columns", Chem. Eng. Comm, 192, 445-473, (2005).
- [11] S. V. Makarytechev, T. A. G. Langrish, "Dry Column Approximation for Pressure Drop in Spinning Con columns", Chem. Eng. Comm, 191, 641-664, (2004)
- [12] S. V. Makarytechev, T. A. G. Langrish, D.F.Fletcher, R.G.H.Prince "Progress In Understandin The Physical Processes Inside spinning Cone Column", Chemical Engineering Journal, 87, 301-311, (2002).
- [۱۳] مرتضی زیودار، بهنام هدایتی، "تحلیل جریان گاز در برج های SCC با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی"، مجله مهندسی شیمی ایران، سال سوم، شماره ۱۱، ۳۳-۲۶، (۱۳۸۳).
- [14] S.V.Makarytechev, T.A.G.Langrish, D.F.Fletcher, "Mass Transfer Analysis of Spinning Cone Columns Using CFD", Chemical Engineering Research and Design, 82, 752-761, (2004).
- [15] S.V.Makarytechev, T.A.G.Langrish, D.F.Fletcher, "Exploration of Spinnin Cone Column Capacity and Mass Transfer Performance Using CFD", Chemical Engineering Research and Design, 83, 1372-1380, (2005).
- [16] S.V.Makarytechev, T.A.G.Langrish, D.F.Fletcher, "CFD Analysis Of Scale Effects In Spinning Cone Columns", Chemical Engineering Research and Design, 83, 951-958, (2005).
- [1] M.Zivdar, "Distillation for Food Flavour Separation", Ph.D. Thesis, the University of Sydney, Australia, (1998).
- [۲] سید محمد رضا میر پوریان، "طراحی برج های SCC در مقیاس پایلوت"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، (۱۳۸۲).
- [3] M.Zivdar, T.A.G.Langrish, R.G.H.Prince, "Comparison of Mass Transfer Efficiencies of SCC and Structured Packing", International Journal of Engineering, Vol.14, No.1, (2001).
- [۴] بهنام هدایتی، "آنالیز CFD برج های تقطیر از نوع SCC"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، (۱۳۸۲).
- [5] T. A. G. Langrish, S. V. Makarytechev, D.F.Fletcher, "CFD Analysis of Spinning Cone Columns: Prediction of Unsteady Gas Flow and Pressure Drop in a Dry Column", Chemical Engineering Journal, 87, 301-311, (2002).
- شدت جریان مایع پیوسته ($m^3 s^{-1}$) Q_{LC}
- شدت جریان مایع پراکنده ($m^3 s^{-1}$) Q_{LD}
- شعاع ستون (m) R_C
- شعاع داخلی سینی ثابت (m) R_{FI}
- شعاع شفت (محور) (m) R_S
- شعاع خارجی سینی چرخان (m) R_{SO}
- عدد رینولدز Re
- عدد روسبی، بدون بعد Ro
- افت فشار خشک (Pa) ΔP_G
- سرعت چرخشی (rpm) ω_{rot}
- ضخامت بدون بعد فیلم مایع δ^+
- فاصله شعاعی بدون بعد η