

## جریان از روی سرریزها

### مقدمه :

هدف از این آزمایش اصلاح رابطه توانی  $Q$  و  $h$  و تعیین ضریب تخلیه  $c$  می باشد. طبق تعریف هر مانعی که بر سر راه جریان در کانال قرار گیرد و باعث شود تا آب در پشت آن بالا آمده و بر سرعت آب در ضمن عبور از روی آن افزوده شود، سر ریز نامیده می شود. از موارد مهم کاربرد سر ریزها عبارتند از: اندازه گیری شدت جریان در کانالها، جریان آب روی سر ریز سدها، مطالعه مقاطع جاده در مواردی که کالورت ها تحت تاثیر جریان سیلاب قرار گرفته اند، سر ریزهای بکار برده شده در شبکه های آبرسانی و فاضلاب جهت تخلیه یا پخش و ... می باشند. سر ریزها را از نظر شکل تاج و اینکه آیا تمام یا قسمتی از عرض کانال را گرفته اند، تقسیم بندی می نمایند. در مهمولترین تقسیم بندی ها، سر ریزها به دو گروه "سر ریز لبه تیز" و "سر ریز لبه پهن" تقسیم می شوند. همچنین سر ریز های می توانند به اشکال مختلف باشند.

### سر ریز لبه تیز مستطیلی (در حالت مستغرق) :

اغلب از سر ریزهای لبه تیز برای اندازه گیری جریان استفاده می شود. برای محاسبه دبی جاری شده از روی این سر ریزها و بطور کلی در سرریزهای لبه تیز مفهوم عمق بحرانی در روی سرریز قابل استفاده نبوده، بلکه برای این منظور فرض می گردد :

1. ارتفاع آب در روی سر ریز همان  $H_d$  باقی مانده و انقباض و کاهش عمق وجود ندارد.
2. سرعت آب در روی سرریز تقریباً افقی است.
3. فشار در تمام مقطع همان فشار اتمسفر یک باشد. (در این حالت فرض می گردد که سر ریز نظیر یک روزنه عمل می نماید).

### تئوری آزمایش:

یک خط جریان نمونه (Stream line) را از یک نقطه در سرآب تا یک نقطه در صفحه سرریز مورد مطالعه قرار می دهیم. با فرض یک سرعت یکنواخت  $V$  در بالادست سر ریز، انرژی مخصوص عبارت خواهد بود:

$$E=a+h+\frac{V^2}{2g}$$

و این انرژی در طول مقطع ثابت خواهد بود. فرض می کنیم سرعت در امتداد خط جریان مفروض، در صفحه سر ریز  $V$  و ارتفاع خط جریان روی تاج سر ریز  $Z$  باشد. حال اگر افت انرژی در طول خط جریان وجود نداشته باشد و فشار در صفحه سر ریز آتمسفر یک باشد معادله برنولی را بصورت زیر می توان نوشت:

$$E=a+h+V^2/2g=a+z+V^2/2g$$

با توجه به ناچیز بودن انرژی سرعتی  $V^2/2g$  در بالا دست در مقطع تقرب و صرفنظر از آن در فرمول فوق سرعت روی سر ریز بدست می آید:

در مقطع 2 روی سر ریز :

$$V = \sqrt{2g(h-z)}$$

برای یک عنصر دبی عبور از عنصر ارتفاع  $dz$  و عرض  $B$  می توانیم بنویسیم:

$$dQ = \beta \cdot dq = V \cdot \beta \cdot dz$$

$$dQ = \beta \cdot dq = \sqrt{2g(h-z)} \cdot \beta \cdot dz$$

بشرط آنکه  $V$  افقی باشد، با صرفنظر از انقباض جهت جریان در صفحه سر ریز می توان دبی کل را بصورت زیر بدست آورد:

$$Q = \int dQ = \int \sqrt{2g(h-z)} \cdot \beta \cdot dz$$

با انتگرال گیری خواهیم داشت:

$$Q = 2/3 \beta \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

حال لازم است به دلیل مفروضات متعددی که در دیفرانسیل بکار بردیم ضریب بی بعد  $c$  را در رابطه فوق وارد سازیم:

$$Q = c \cdot 2/3 \beta \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

### سر ریز لبه پهن :

در این نوع سر ریز ها، لبه سر ریز به اندازه کافی پهن بوده و در مقایسه با سایر ابعاد، دارای اندازه قابل ملاحظه ای می باشد. تاج سر ریزهای لبه پهن افقی و یا دارای انحنا خاصی بوده و اگر چه برای اندازه گیری دبی نیز مورد استفاده قرار می گیرد اما بیشتر به عنوان سر ریز سدها و گاه به عنوان خود سد (در صورتیکه آب مجاز به گذشتن از روی آن باشد) بکار می روند و در هر حال می توان در مواقع لزوم برای ذخیره نمودن حجم های زیاد آب و ارتفاع های بالا، از سر ریزهای لبه پهن استفاده نمود.

## سرریز لبه آبریز (Overflow Spillway , Ogee Spillway) :

این سرریزها که از مهمترین و مشهورترین سرریزهای از نوع سرریز سدها می باشند که بر اساس محاسبات هیدرولیکی مربوط به سرریزهای با تاج مدور به گونه ای طراحی می گردند که پروفیل تاج و جلو ساختمان آن ها منطبق بر سطح زیرین آب لبریز شده از یک سرریز لبه تیز مستطیلی با همان مشخصات مورد نیاز در بالادست جریان اصلی باشد.

### روند آزمایش :

ابتدا سرریز را بصورت قائم در کانال، بالا دست بحرانی خروجی قرار می دهیم (ابتدا از سرریز لبه تیز استفاده می کنیم) و دستگاه را روشن می کنیم (ابتدا دبی را کم می کنیم و سپس در هر مرحله به وسیله پیچ تنظیم موتور پمپ دستگاه دبی را به تدریج اضافه می کنیم) و سپس بر روی مانومترهای نصب شده بر روی دستگاه دو عدد  $h_1$  و  $h_2$  را قرائت می کنیم و دبی دستگاه را یکبار به وسیله جدول ارائه شده در جزوه و یکبار به وسیله فرمولهای تئوری بدست می آوریم (باید توجه کنیم که در سرریز لبه تیز به علت اینکه جت آبی که از روی سرریز عبور می کند باید از وجه پایین دست سرریز جدا باشد و آزادانه به آنسوی سرریز جهش نماید باید بوسیله لوله هوادهی، زیر تیغه جریان که از روی سرریز عبور می کند هوادهی شود تا جدایی تیغه از وجه پایین دست سرریز را تأمین کند و هنگامیکه دیگر نتوانستیم جدائی تیغه از وجه پایین سرریز را تأمین کنیم، اندازه گیری باید متوقف شود.

### محاسبه دبی عبوری :

همانطور که قبلاً ذکر شد یکبار دبی واقعی دستگاه به وسیله نمودار داخل جزوه اندازه گیری می کنیم و یکبار بوسیله فرمولهای زیر:

$$Q = \frac{2}{3} \beta \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

$$V = \sqrt{2g(h-z)}$$

### پرش هیدرولیکی :

پرش یا جهش هیدرولیکی از نوع جریانهای متغیر سریع است که در بسیاری از کارهای عملی با آن روبرو بوده و آن عبارت است از تغییر حالت جریان از فوق بحرانی به زیر بحرانی. چنانچه آب در قسمتی از مسیر دارای حالت فوق بحرانی بوده و بنا به مشخصات و موقعیت کانال بخواهد تغییر حالت دهد، عمق جریان در مسیر نسبتاً کوتاهی به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافته و نتیجتاً ضمن ایجاد افت انرژی محسوس، از میزان سرعت به میزان قابل

توجهی کاسته می شود. این پدیده که یکی از پدیده های مهم جریان آب در کانالهای باز بوده و از ابتدا تا انتهای آن یک تلاطم و پیچش سطحی آب وجود دارد، به پرش هیدرولیکی یا پرش آبی موسوم است. در چنین حالت و به تناسب شدت پرش، آشفتگی هایی در سطح آب دیده می شود که بتدریج که به سمت انتهای پرش نزدیک می شویم از شدت آنها کاسته شده و متناسباً به جهت تبدیل انرژی به گرما، انرژی آب نیز کاهش می یابد. علاوه بر آن به جهت آشفتگی و تلاطم و بر اثر برخورد آب با هوا، مقداری هوا با در قسمتهای سطحی مخلوط شده که به سمت پایین دست منتقل و نهایتاً به شکل حباب هوا رها می گردد

## نتایج آزمایش :

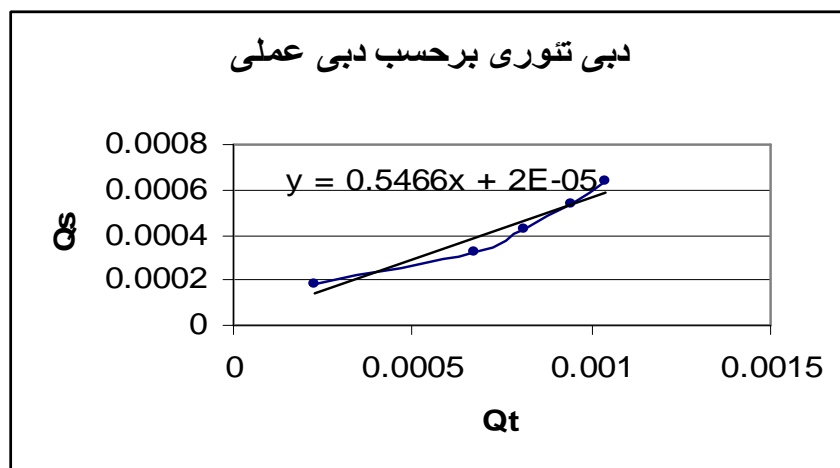
### قسمت اول : سر ریز آیرودینامیک

Test No	a (mm)	E (mm)	h=E-a	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	$Q_a \left( \frac{m^3}{s} \right)$	$Q_t \left( \frac{m^3}{s} \right)$
1	103	89.7	13.3	286	273	13	0.00018	0.00022647
2	103	75.6	27.4	294	272	22	0.00032	0.00066966
3	103	71.9	31.3	301	268	33	0.00043	0.00080978
4	103	68.6	34.4	311	263	48	0.00054	0.00094203
5	103	66.2	36.8	320	256	64	0.00064	0.00104232

$$h(mm) = E - a$$

$$Q_t = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh}^{\frac{3}{2}}$$

$$b = 0.05(m)$$

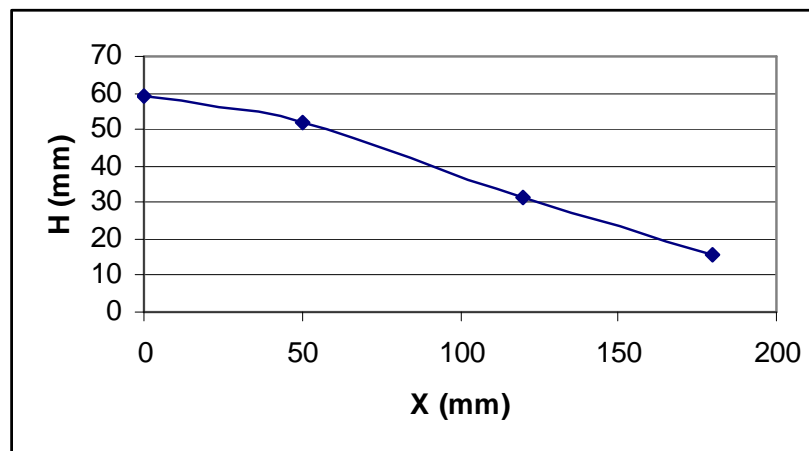


X (mm)	0	50	120	180
Y (mm)	70.65	78.05	98.5	114.45
H (mm)	59.35	51.95	31.5	15.55

$$H(\text{mm}) = 130 - Y$$

$$V = \sqrt{2.g.L} \Rightarrow Fr = \frac{V}{\sqrt{g.D}}$$

$$D = 0.05(\text{m})$$



نقطه قبل از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 5.1(\text{cm}) \Rightarrow V = 1.00 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{1}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 1.43$$

جریان فوق بحرانی

نقطه بعد از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 1.8(\text{cm}) \Rightarrow V = 0.5943 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.5943}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 0.85$$

جریان زیر بحرانی

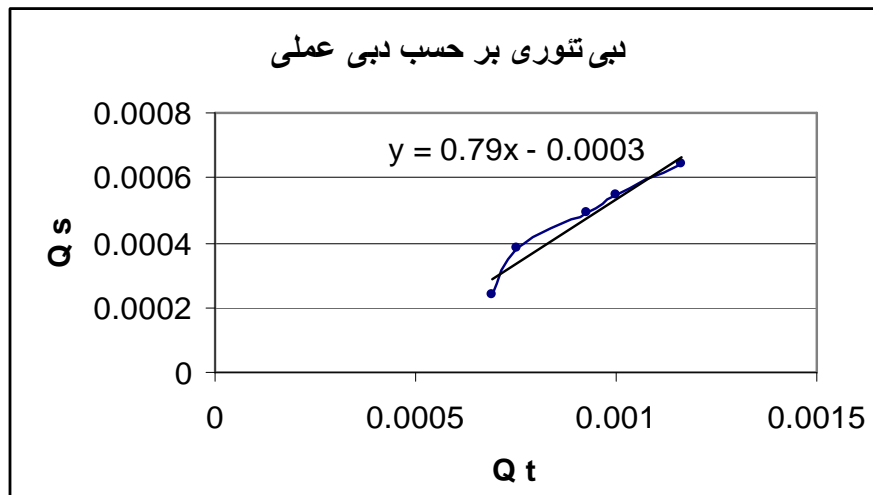
## قسمت دوم : سر ریز مستطیلی ساده

Test No	a (mm)	E (mm)	h=E-a	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	$Q_a \left( \frac{m^3}{s} \right)$	$Q_t \left( \frac{m^3}{s} \right)$
1	109.5	81.07	27.98	283	267	16	0.00024	0.00069103
2	109.5	79.4	29.85	291	266	25	0.00038	0.00075382
3	109.5	75	34.05	300	263	37	0.00049	0.00092769
4	109.5	73.3	35.75	310	258	52	0.00055	0.00099803
5	109.5	69.4	39.65	310.9	250	60.9	0.00064	0.00116572

$$h(mm) = E - a$$

$$Q_t = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh^3}$$

$$b = 0.05(m)$$

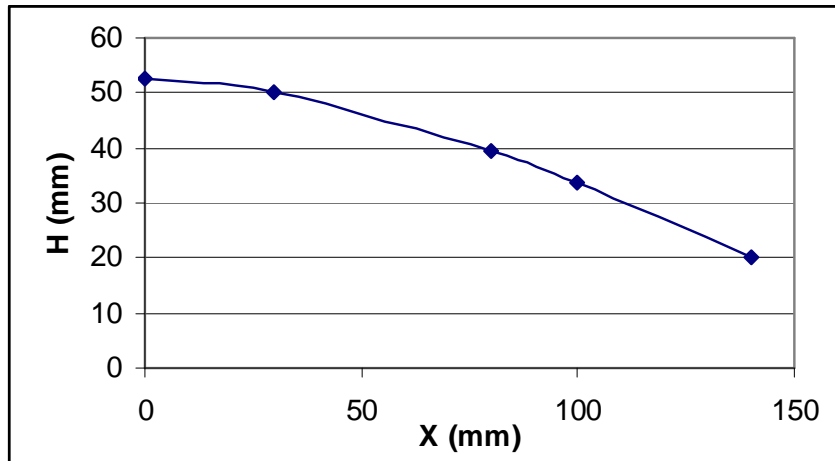


X (mm)	0	30	80	100	140
Y (mm)	77.6	80.05	90.6	96.4	109.8
H (mm)	52.4	49.95	39.4	33.6	20.2

$$H(mm) = 130 - Y$$

$$V = \sqrt{2.g.L} \Rightarrow Fr = \frac{V}{\sqrt{g.D}}$$

$$D = 0.05(m)$$



نقطه قبل از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 1.2(\text{cm}) \Rightarrow V = 0.49\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.49}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 0.69$$

جریان زیر بحرانی

نقطه بعد از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 1(\text{cm}) \Rightarrow V = 0.443\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.443}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 0.63$$

جریان زیر بحرانی

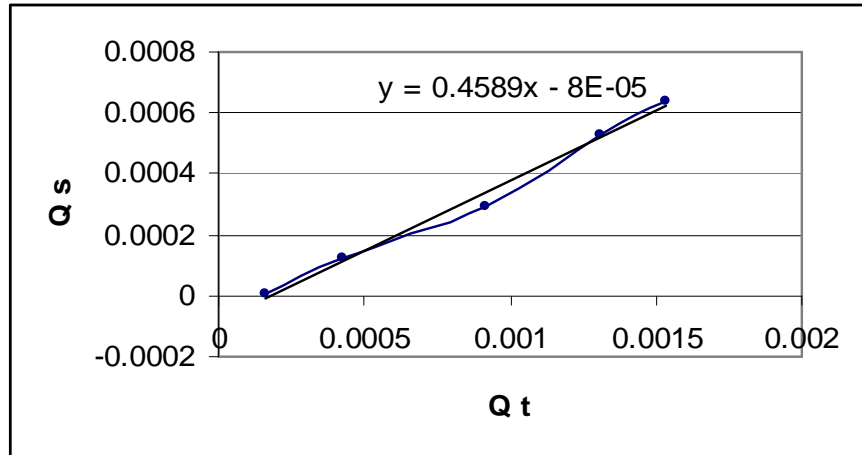
### قسمت سوم : سر ریز لبه تیز

Test No	a (mm)	E (mm)	h=E-a	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	$Q_a \left(\frac{m^3}{s}\right)$	$Q_t \left(\frac{m^3}{s}\right)$
1	99.85	89.35	10.5	282	280	2	0.000005	0.0001589
2	99.85	79.65	20.2	291	282	9	0.00012	0.0004239
3	99.85	66	33.85	300	283	17	0.00029	0.0009195
4	99.85	56.95	42.9	321	276	45	0.00053	0.0013119
5	99.85	52.2	47.65	334	270	64	0.00064	0.0015358

$$h(\text{mm}) = E - a$$

$$Q_i = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh^2}$$

$$b = 0.05(\text{m})$$

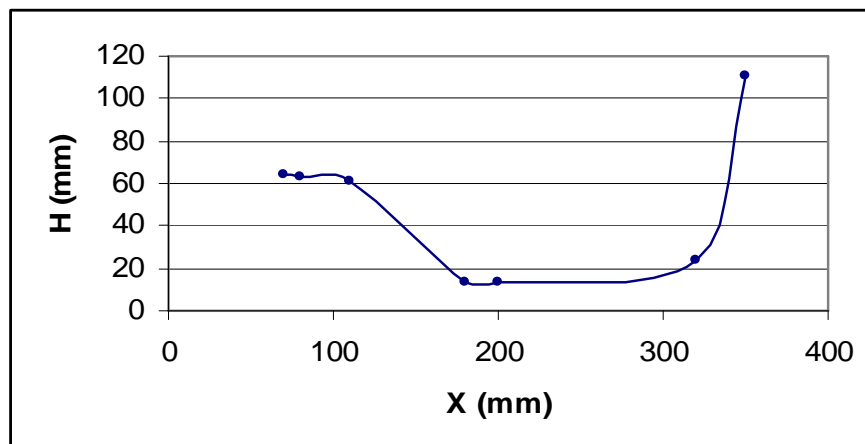


X (mm)	70	80	110	180	200	320	350
Y(mm)	65.5	66.6	68.45	116.75	106.15	106.15	18.85
H (mm)	664.5	63.4	61.55	13.25	13.75	23.85	111.15

$$H(\text{mm}) = 130 - Y$$

$$V = \sqrt{2.g.L} \Rightarrow Fr = \frac{V}{\sqrt{g.D}}$$

$$D = 0.05(\text{m})$$



نقطه قبل از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 4.9(cm) \Rightarrow V = 0.98\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.98}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 1.4$$

جریان فوق بحرانی

نقطه بعد از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 3.6(cm) \Rightarrow V = 0.84\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.84}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 1.2$$

جریان فوق بحرانی

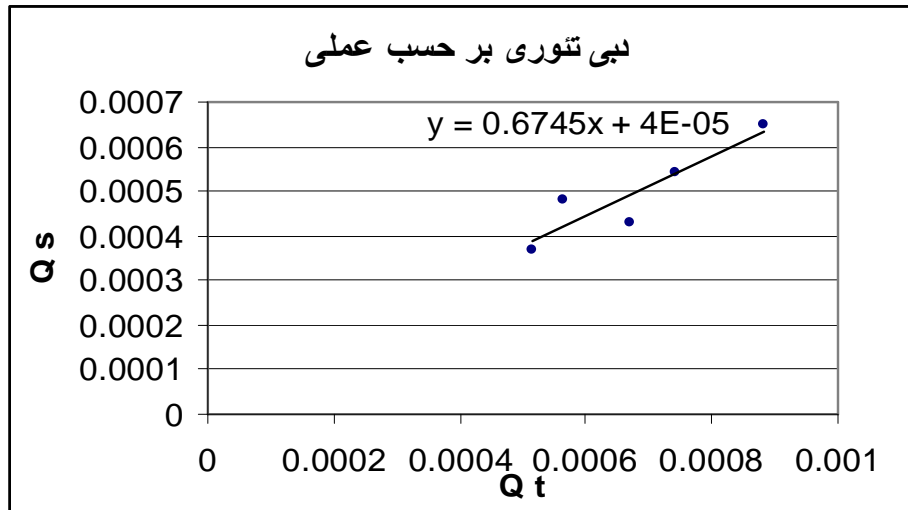
### قسمت چهارم : سر ریز اوجی

Test No	a (mm)	E (mm)	h=E-a	$H_1$ (mm)	$H_2$ (mm)	$\Delta H$ (mm)	$Q_a \left(\frac{m^3}{s}\right)$	$Q_t \left(\frac{m^3}{s}\right)$
1	78.2	55.2	23	313	289	24	0.00037	0.000515
2	78.2	50.8	27.4	317	283	34	0.00043	0.00067
3	78.2	53.7	24.5	325	288	37	0.00048	0.000566
4	78.2	48.9	29.3	330	281	49	0.00054	0.000741
5	78.2	45.3	32.9	340	274	66	0.00065	0.000881

$$h(mm) = E - a$$

$$Q_t = \frac{2}{3} b \sqrt{2gh}^{\frac{3}{2}}$$

$$b = 0.05(m)$$

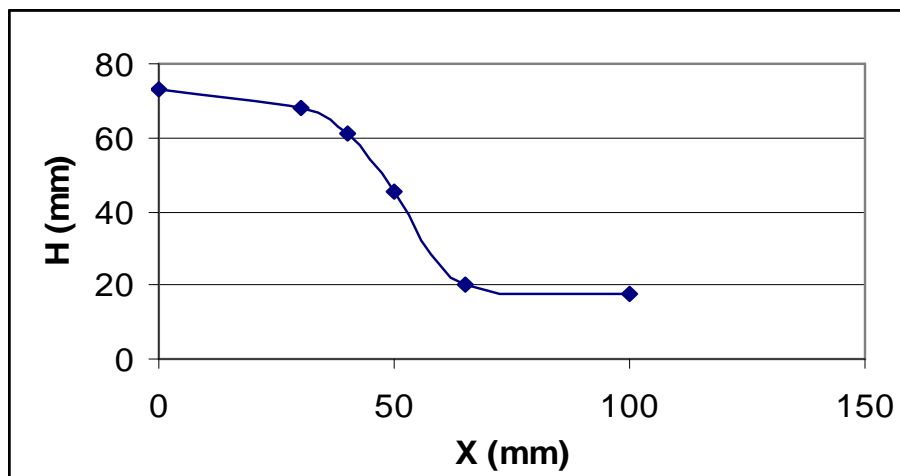


X (mm)	0	30	40	50	65	100
Y (mm)	57	61.9	69	84.8	109.55	112.4
H (mm)	73	68.1	61	45.2	20.45	17.6

$$H(\text{mm}) = 130 - Y$$

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot L} \Rightarrow Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D}}$$

$$D = 0.05(\text{m})$$



نقطه قبل از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 6.3(cm) \Rightarrow V = 1.11\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{1.11}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 1.59$$

جریان فوق بحرانی

نقطه بعد از پرش :

$$\frac{V^2}{2g} = 1.2(cm) \Rightarrow V = 0.49\left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\Rightarrow Fr = \frac{0.49}{\sqrt{9.81 \times 0.05}} = 0.69$$

جریان زیر بحرانی