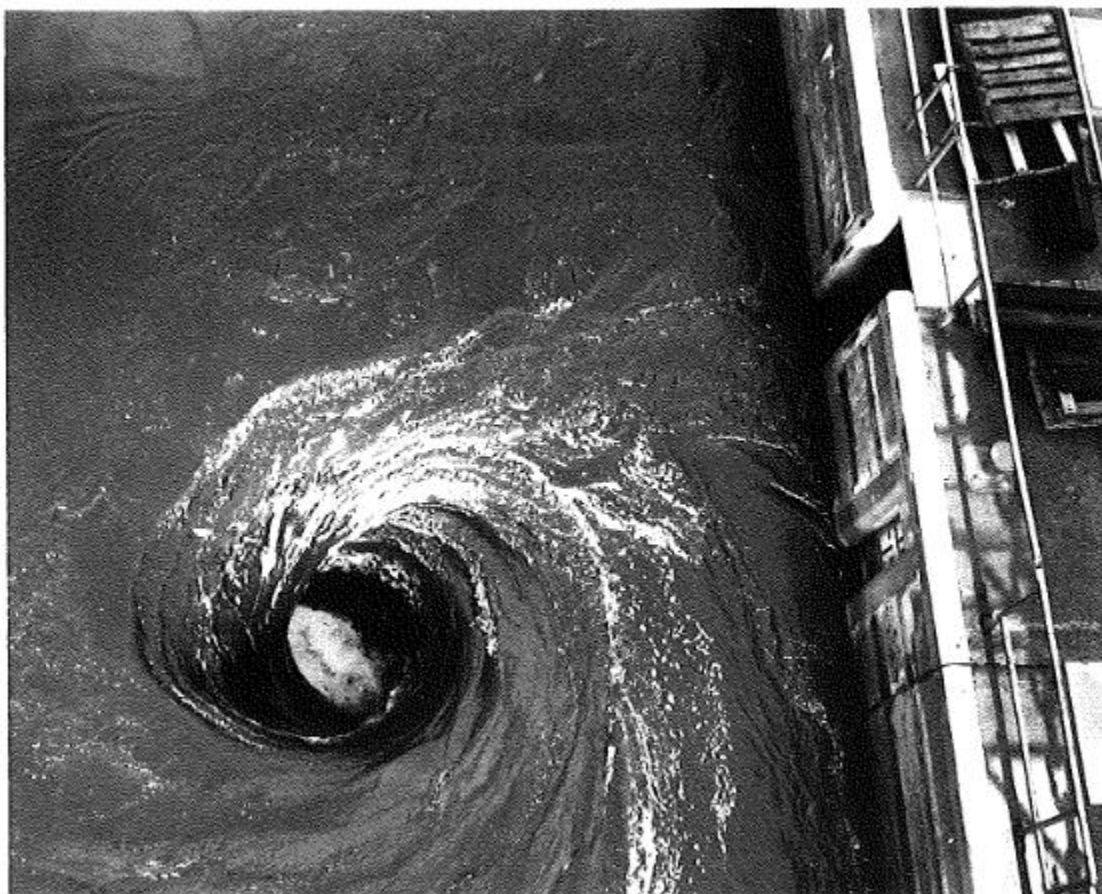


# گرداب



## مقدمه

پدیده گرداب<sup>۱</sup> به همراه مکش هوا به داخل جریان در اکثر سازه‌های هیدرولیکی همچون :  
در جلوی تخلیه کننده‌های تحتانی و آبگیرها،  
جلوی دریچه‌های سرریزها، محل تبدیل جریان با سطح آزاد به جریان تحت فشار،  
روی سرریزهای نیلوفری، و غیره  
دید می‌شود.

معمولاً گرداب اثرات نامطلوبی دارند که از جمله‌ی آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- افزایش افت انرژی
- کاهش ظرفیت آبگذری

---

<sup>۱</sup> vortices (vortex)

- کاهش راندمان ماشین‌های هیدرولیکی (از جمله توربین در آبگیر نیروگاهها) و عملکرد نامناسب آنها
- افزایش آشفته‌گی و ایجاد الگوی جریان نامناسب در نزدیکی سازه
- ایجاد لرزش و سر و صدا
- خوردگی در توربین‌ها و مجاری آب<sup>1</sup>

لازم به ذکر است که علاوه بر اثرات نامطلوب گرداب، گاهی ایجاد گرداب مفید می‌باشد که از جمله‌ی آن موارد می‌توان به کمک به عبور اجسام شناور و یخ‌های موجود روی سطح آب، اشاره کرد. در اینجا مقصود ما معرفی گرداب‌های ایجاد شده در اثر آبگیرها می‌باشد.

## گردابه در آبگیرها

انواع آبگیر با توجه به نوع نیروگاه و جانمایی آبگیر نیروگاه جریانی، آبگیرکانال، آبگیرسد، برج آبگیر، و آبگیر شفت<sup>2</sup>، می‌باشند. شرایط ورودی بالادست و مجرای ورودی جریان، ایجاد چرخش و فرورفتگی کمی را در سطح جریان ایجاد می‌کند. با افزایش سرعت، فرورفتگی در سطح جریان افزایش یافته و باعث ورود هوا بداخل جریان و سپس بداخل دهانه ورودی آبگیر می‌گردد. در شرایط حاد و بحرانی تر مخروطی از هوا در داخل جریان شکل می‌گیرد.

## عوامل شکل‌گیری گرداب

- از جمله عوامل شکل‌گیری گرداب‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :
- سرعت، استغراق، و هندسه جریان نزدیک‌شونده به آبگیر
  - جهت نامناسب دهانه آبگیر به دلیل ایجاد الگوی نامتقارن آبگیری
  - الگوی نامتقارن جریان ورودی ناشی از نامنظمی در پوشش‌های جدار کانال
  - اثرات نامطلوب ناشی از موانعی مانند پله‌ها، پایه‌های پل‌ها، و یا دیواره‌های جداکننده جریان

## انواع گرداب

طبقه‌بندی گرداب‌ها بر اساس شکل ظاهری و قدرت آن در 6 دسته صورت می‌گیرد که نوع 1 ضعیف‌ترین و نوع 6 قوی‌ترین گرداب می‌باشند.

1. گردابه سطحی بی‌اهمیت؛ چرخش ضعیف جریان در سطح آب.
2. تشکیل یک فرورفتگی سطحی در سطح آب، علاوه بر چرخش.

<sup>1</sup> penstock

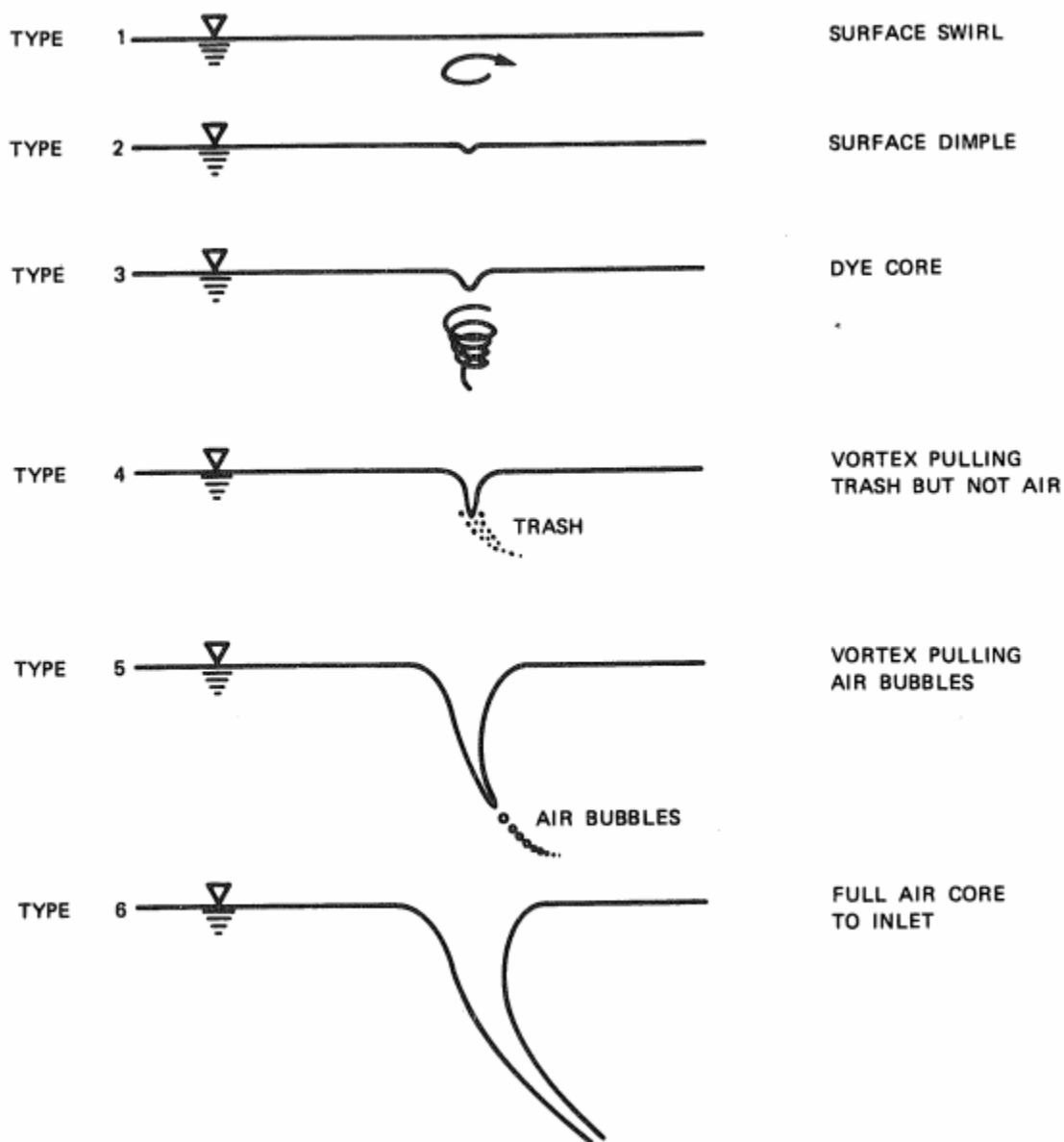
<sup>2</sup> shaft

3. گستردگی چرخش جریان از سطح آب به سمت پایین و در عمق به شکل یک مخروط، و شکل‌گیری گردابه‌ی عمیق.

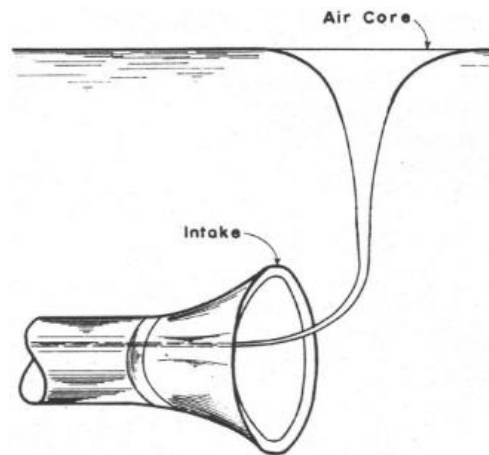
4. کشیده شدن ذرات شناور روی سطح آب و آشغال‌ها (و نه هوا) به درون آبگیر.

5. انتقال حباب‌های هوا، به صورت مقطعی، از سطح آب به درون و انتقال تا آبگیر.

6. شکل‌گیری یک هسته‌ی هوای پایدار در مرکز گردابه و ورود مستقیم هوا به آبگیر.



تصویر زیر شکل‌گیری یک مخروط هوا به داخل آبگیر را نشان می‌دهد.



### جلوگیری از ایجاد گرداب

جهت جلوگیری از ایجاد گرداب روش‌های مختلفی وجود دارد. از جمله آن‌ها می‌توان به ایجاد استغراق مورد نیاز در دهانه آبگیر و استفاده از سازه‌های از بین برنده‌ی گرداب<sup>۱</sup> اشاره کرد.

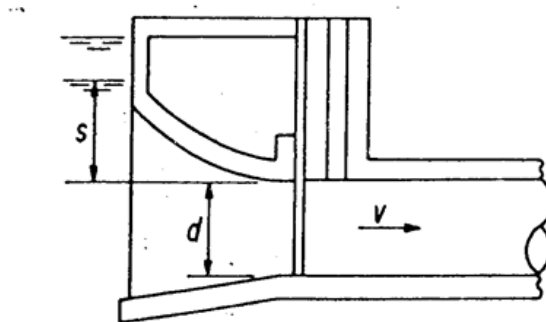
#### 1- استغراق مورد نیاز برای جلوگیری از ایجاد گردابه

$$\rightarrow \frac{S}{Vd^{0.5}} > 0.3 - 0.54 \quad \text{برای حالت تقرب متقارن}$$

$$\rightarrow \frac{S}{Vd^{0.5}} > 0.4 - 0.7 \quad \text{برای تقرب جانبی}$$

$$\text{برای } F(= \frac{V}{(gd)^{0.5}} < 0.25) \rightarrow \frac{S}{d} = 1 - 1.5$$

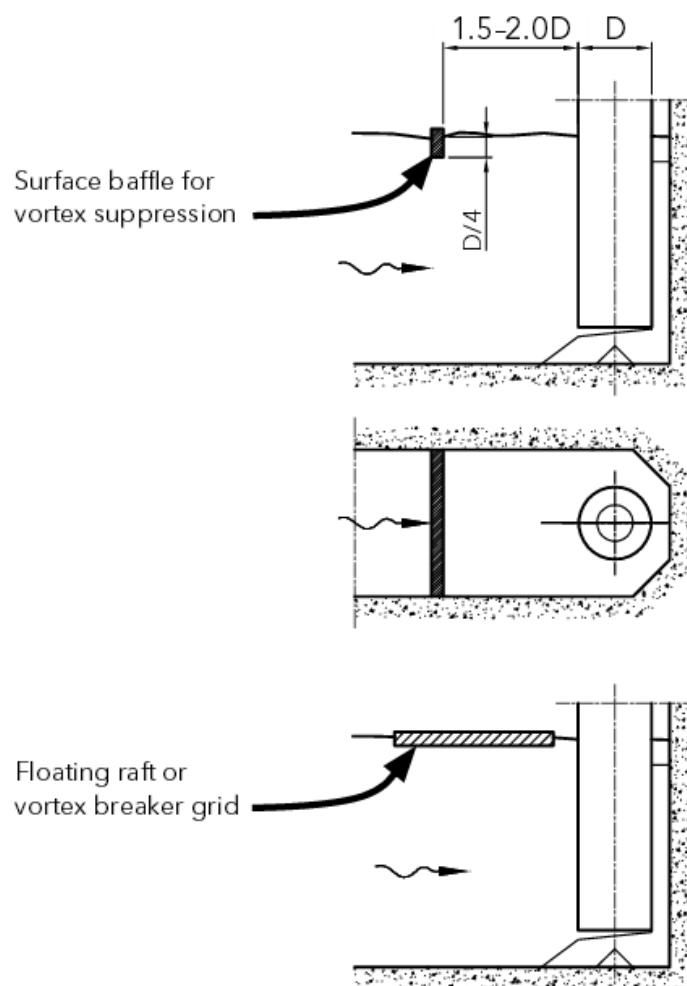
$$\text{برای } F > 0.25 \rightarrow \frac{S}{d} = 0.5 + 2F$$



<sup>۱</sup> vortex breaker

## 2- سازه‌های از بین برنده‌ی گرداب

برای جلوگیری از ایجاد گرداب می‌توان از دندانه‌های سرعت‌گیر سطحی<sup>۱</sup> در مسیر جریان ورودی و به صورت عمود به جریان و المان‌های شناور<sup>۲</sup> برای کاهش چرخش جریان، استفاده کرد.



---

<sup>1</sup> surface baffles

<sup>2</sup> floating rafts

- Roshan, R., H. Sarkardeh, and A. R. Zarrati. "Vortex study on a hydraulic model of Godar-e-Landar Dam and Hydropower Plant." In *Proc., Fifth Int. Conf. on Computational and Experimental Methods in Multiphase and Complex Flow*, pp. 217-225. 2009.
- Rindels, Alan J., and John S. Gulliver. "An experimental study of critical submergence to avoid free-surface vortices at vertical intakes." (1983).
- Design Recommendations: For Pump Stations With Vertically Installed Flygt Axial And Mixed Flow Pumps  
Source: Flygt -- A Xylem Brand

- جزوه‌ی درسی دکتر علی اکبر صالحی نیشابوری