

"آبشستگی اطراف سازه های شیب شکن"

سازه شیب شکن (Grade-control structure) از جمله سازه های هیدرولیکی است که در تثبیت بستر رودخانه کاربرد زیادی دارد، بدین صورت که از افت زیاد بستر در کانال های رسوبی جلوگیری می کند. نگهداری این سازه و حفظ آن از تخریب از اهمیت ویژه ای در مسائل مربوط به رودخانه برخوردار است. عامل اصلی تخریب این سازه، آبشستگی موضعی پایین دست آن است.

آبشستگی پدیده ای است که معمولا در پایین دست سازه های آبی تقاطعی در رودخانه ها از جمله سازه های شیب شکن دیده می شود. این پدیده ناشی از انرژی جنبشی زیاد آب و بالا بودن سرعت برشی موضعی است. در فرایند آبشستگی، ذرات رسوبی از بستر جدا و به پایین دست منتقل می شوند. اثر فرسایشی آب باعث ایجاد آبشستگی در پایین دست این سازه ها و در مواردی تخریب آن ها بوده است. بنابراین لازم است طراحان اطلاعات کاملی از مکانیک ذرات و موقعیت و ابعاد حفره ی آبشستگی پایین دست در دسترس داشته باشند تا بتوانند تمهیدات لازم را به منظور پایداری این سازه ها در نظر بگیرند.

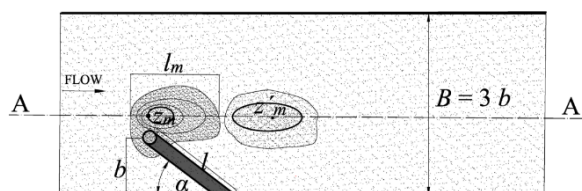
مطالعات زیاد در این خصوص به ارائه روابط متعددی برای پیش بینی عمق آبشستگی انجامیده است که در ادامه به اختصار به چند مورد اشاره می کنیم.

پره ها (vanes) ، سازه های خطی هستند که از ساحل رودخانه به درون آن کشیده می شوند . این سازه ها از جمله log-vane و log-deflector، جهت حفاظت سواحل و کنترل شیب رودخانه استفاده می گردند. حداکثر عمق آبشستگی پایین دست این سازه ها مطابق تحقیقات دو محقق یاد شده بصورت زیر محاسبه می گردد:

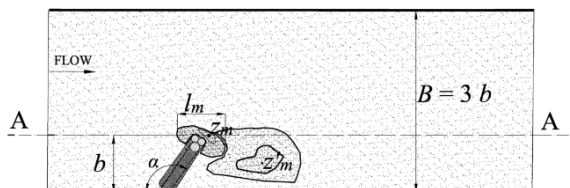
$$\frac{z_m}{h_{st}} = 7 \left(\frac{l}{B} \right) \left(\frac{h_{tw}}{h_{st}} \right)^{-1} \eta^{0.6}$$

$$\eta = \frac{F_d^2 \Delta y}{h_{st}} \quad \& \quad F_d = \frac{Q'}{l h_{st} (g(G_s - 1) d_{50})^{0.5}} \quad \& \quad Q' = \frac{b}{B} Q \quad \& \quad G_s = \frac{\rho_s}{\rho}$$

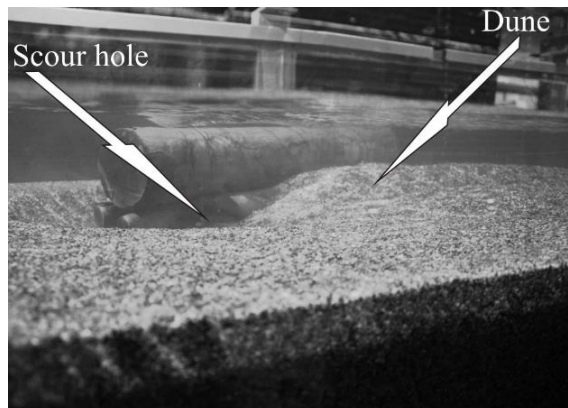
در این رابطه، z_m حداکثر عمق آبشستگی، h_{st} ارتفاع سازه، l طول سازه، h_{tw} عمق آب پایین دست، B عرض کانال، ρ_s چگالی ذرات بستر و ρ چگالی آب می باشد.



a) Log-Vane



b) Log-Deflector

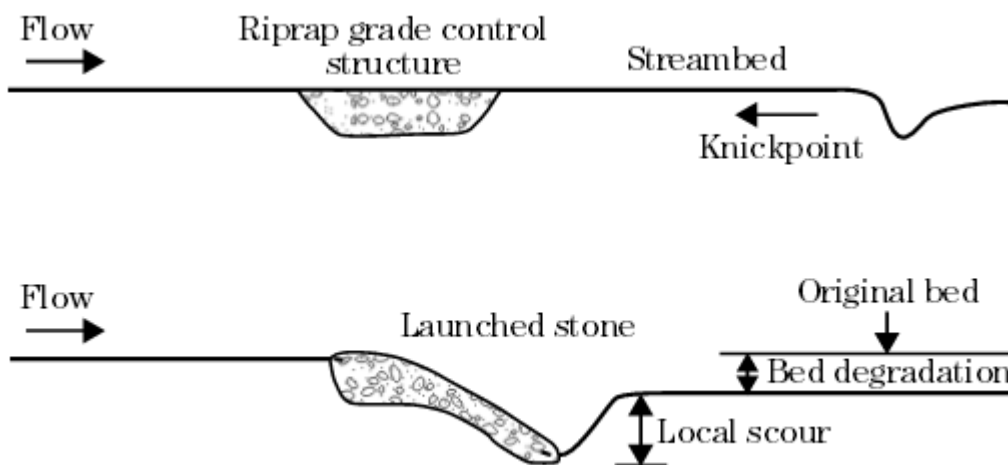


2- رابطه chervet & weiss :

ساده ترین شکل کنترل شیب، قرار دادن سنگ های طبیعی یا هر ماده مقاوم در برابر خوردگی دیگری در کانال می باشد. جهت بدست آوردن میزان آبستگی موضعی در پایین دست این سازه ها، محققین ذکر شده رابطه ذیل را ارائه دادند:

$$t + h_U \cong 0.85q^{0.5} \left(\frac{q}{h_N} \right)^{0.5} - 7.125D_{90}$$

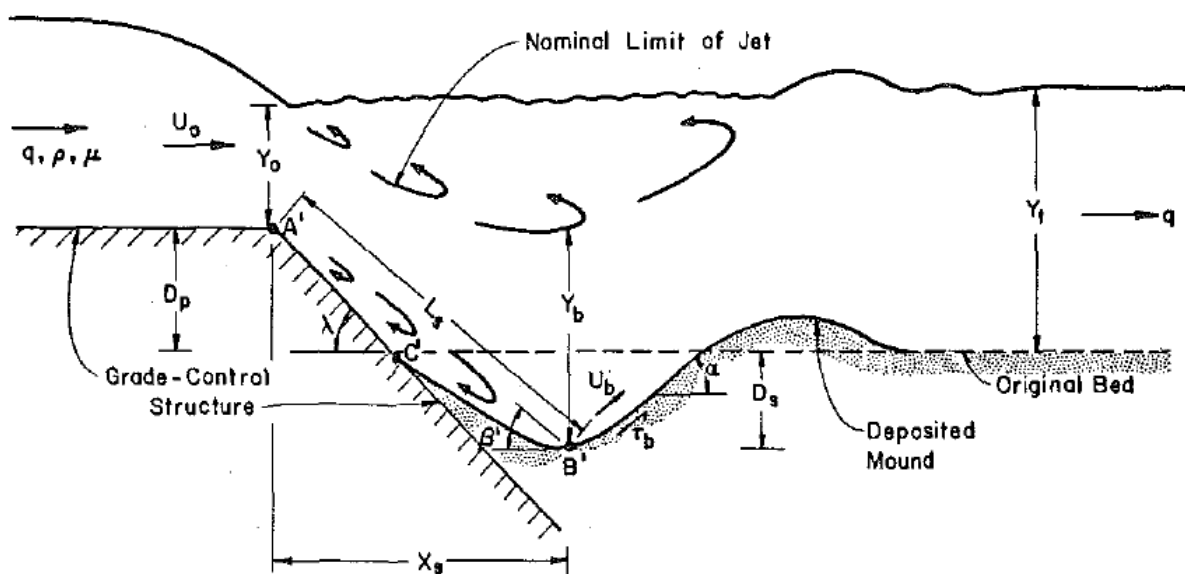
در این رابطه، h_U عمق آب پایین دست بر حسب متر، h_N عمق نرمال اطراف رمپ مطابق دبی فوق بحرانی بر حسب متر، t عمق آبستگی و q دبی واحد عرض می باشد.



رابطه تجربی زیر جهت محاسبه عمق آبشستگی پایین دست سازه های کنترل شیب، توسط این دو محقق ارائه شده، و ضرایب a و b و c و d و e و f و i، بر اساس تحقیقات دیگر محققین در جدول آمده است.

$$D_s + D_p = \frac{kq^a U_0^b \Delta H^c Y_t^d \beta'^e}{g^f d_s^i} \quad \& \quad q = U_0 Y_0$$

در این رابطه، d_s اندازه موثر ذرات رسوب (m)، U_0 سرعت متوسط، Y_0 عمق آب، Y_t عمق آب پایین دست، D_s حداکثر عمق آبشستگی، D_p عمق افت آب، β' زاویه جت، و ΔH افت هد در طول سازه می باشد.



Investigator (1)	<i>K</i> (2)	<i>a</i> (3)	<i>b</i> (4)	<i>c</i> (5)	<i>d</i> (6)	<i>e</i> (7)	<i>f</i> (8)	<i>i</i> (9)
Schoklitsch (1932)	0.5	0.57	0	0.2	NA	NA	NA	0.32
Veronese (1937a)	0.2	0.54	0	0.225	NA	NA	NA	0.42
Veronese (1937b)	1.9	0.54	0	0.225	NA	NA	NA	NA
Jaeger (1939)	0.6	0.50	0	0.25	0.33	NA	NA	0.33
Eggenberger (1943)	1.4	0.60	0	0.50	NA	NA	NA	0.40
Mueller and Eggenberger (1944)	— ^a	0.60	0	0.50	NA	NA	0.8	0.40
Hartung (1959)	1.4	0.64	0	0.36	NA	NA	NA	0.32
Damle et al. (1966)	0.6	0.50	0	0.50	NA	NA	NA	NA
Chee and Padiyar (1969)	2.1	0.67	0	0.18	NA	NA	NA	0.06
Chee and Kung (1971)	1.7	0.60	0	0.20	NA	NA	NA	0.10
Chee et al. (1972)	1.9	0.60	0	0.20	NA	-0.4	NA	0.10
Martins (1975)	1.5	0.60	0	0.10	NA	NA	NA	NA
Chee and Yuen (1985)	0.6	0.45	0.55	NA	NA	1.0 ^b	NA	0.10
Mason and Arumugam (1985) ^c	3.27	0.60	0	0.05	0.15	NA	0.30	0.10
Bormann (1988a)	0.7	0.45	1.0	NA	0.12	0.66 ^b	0.73	0.30
Eq. 12	— ^d	0.60	1.0	NA	NA	1.0 ^b	0.8	0.4

^a*K* depends on jet configuration.

^bUses $\sin \beta'$.

^cSummary of many previous equations, values of exponent vary with *H*.

^dConstant depends on inlet geometry and sediment properties.

Note: NA = not applicable.

منابع:

- سید مجتبی رضوی نبوی، محمود شفاعی بجستان، سید محمود کاشفی پور. برآورد عمق آبشستگی در پایین دست سازه های شیب شکن
- Pagliara, S. and Kurdistani, S.M. (2015). "Scour downstream of cross-vane structures." . ASCE 2015
 - Technical supplement 14G. "Grade stabilization techniques"
 - pierre Y, julien. And Noel E, Bormann. "scour downstream of Grade-control structures". ASCE.