دستورالعمل جامع برای استخراج داده و گزارش‌دهی نتایج شبیه‌سازی راه‌ماهی جهت عبور لامپری

۱. سناریوهای شبیه‌سازی

* برای هر شیب (۱۰٪، ۱۵٪، ۲۰٪)، پنج سطح مختلف دبی (شدت جریان) شبیه‌سازی می‌شود.
* شدت جریان می‌تواند به‌صورت یکی از موارد زیر بیان شود:
	+ دبی (Q)
	+ دبی بی‌بعد نرمال‌شده (Q\*)
	+ عدد فرود (Fr)

2. تحلیل صفحات طولی (x–z) — شناسایی «دالان امن» برای لامپری

* موقعیت اسلایس‌ها (مقاطع y = ثابت):
	+ Y₁ = 0.05W: نزدیک دیواره (مسیر ترجیحی لامپری)
	+ Y₂ = 0.15W: لایه کند جریان
	+ Y₃ = 0.50W: هسته اصلی جریان
* خروجی‌های هر اسلایس:
	+ کانتور اندازه سرعت (|U|) با ماسک سه‌رنگ:
		- سبز: |U| ≤ 0.5 m/s → شنا پایا (مناسب)
		- زرد: 0.5 < |U| ≤ 1.2 m/s و طول ≤ 0.5 m → شنا انفجاری کوتاه (قابل تحمل)
		- قرمز: |U| > 1.2 m/s → خطرناک
	+ کانتور TKE (k) برای شناسایی نواحی آرام (مقادیر پایین k)
	+ بردارهای سرعت (کم‌تراکم) فقط برای نشان دادن جهت جریان
* شاخص‌های کمّی:
	+ پیوستگی طولی ناحیه سبز
	+ تعداد و طول گلوگاه‌های زرد
	+ نسبت سطح امن = (مساحت سبز / کل مساحت اسلایس)

۴. نقشه دوبعدی سطح دیواره (Wall Map)

* فیلدهای مورد نیاز:
	+ |U\_tan|: مؤلفه مماسی سرعت در اولین سلول مجاور دیواره
	+ τ\_w: تنش برشی دیواره (در صورت امکان u\* نیز گزارش شود)
	+ k: TKE در سلول مجاور دیواره
* نمایش بصری:
	+ نقشه |U\_tan| با همان ماسک سه‌رنگ (سبز/زرد/قرمز)
	+ ایزوکانتورهای τ\_w بر اساس صدک‌های P50 و P80 (تا زمان تعیین آستانه زیستی قطعی)
	+ هچ (Hatching) روی نواحی با k ≤ P50(k) (مناطق آرام نزدیک دیواره)
* قاعده تشخیص «بهترین مسیر چسبش»:

ناحیه‌ای که همزمان:

* + |U\_tan| در محدوده سبز باشد
	+ τ\_w ≤ P80
	+ k ≤ P50
* شاخص‌های کمّی دیواره:
	+ درصد طول دیواره با شرایط امن
	+ ASI (Adhesion Support Index): ترکیب وزنی مساوی از τ\_w، |U\_tan| و k

۵. تحلیل انرژی و اتلاف

* مقاطع مرجع:
	+ IN: ابتدای سازه
	+ OUT: انتهای سازه
* محاسبات:
	+ هد کل: (با α ≈ 1 مگر نیاز به اصلاح باشد) H=Z+V2/2g
	+ اتلاف هد: hf=Hin-Hout
	+ گرادیان اتلاف انرژی خطی EDRl=hf/L
	+ توان اتلاف‌شده: Pdiss=9806\*Q\*hf
	+ چگالی حجمی اتلاف: e vol= Pdiss/V

۶. تحلیل اثر شدت جریان (Q\* یا Fr)

* برای هر شیب و هر یک از پنج سطح جریان:
	+ رسم EDR\_ℓ در برابر Fr یا Q\* (سه منحنی جداگانه برای هر شیب)
	+ رسم میانگین TKE (k̄) یا k\_max در برابر Fr/Q\*
* در صورت امکان:
	+ ارائه کانتورهای دوبعدی در فضای (شیب × Fr) برای EDR\_ℓ و k

۷. خروجی‌های نهایی مورد انتظار

* نقشه‌های ایزوولوسیتی طولی (x–z) با ماسک سه‌رنگ برای تمام سناریوها
* نقشه دیواره شامل:
	+ |U\_tan| با ماسک رنگی
	+ ایزوکانتورهای τ\_w
	+ هچ نواحی k ≤ P50
* جدول جامع شاخص‌ها برای همه سناریوها شامل:
	+ Fr / Q\*
	+ h\_f, EDR\_ℓ, P\_diss, ε\_vol
	+ k̄, k\_max k=TKEnv
	+ درصد طول امن دیواره
	+ درصد سطح سبز
	+ تعداد و طول گلوگاه‌های زرد
* نمودارهای کلیدی:
	+ EDR\_ℓ – Fr/Q\*
	+ K(TKE) – Fr/Q\*