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\*