

راه‌نمای تمرین رسم نمودار فشار با ارتفاع

جو استاندارد بین‌المللی (ISA)

جو استاندارد برآورد میانگین جوی پای‌دار در فصول و عرض‌های مختلف است و به عنوان مرجع مقایسه برای حالات مختلف جو به کار می‌رود. در جدول زیر قسمتی از جدول ISA را می‌بینید. برای اطلاعات بیش‌تر به صفحه

https://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Atmosphere

مراجعه کنید.

نام لایه	سقف ارتفاع (km)	نرخ کاهش (K/km)	دمای کف لایه * (°C)
وردسپهر	11.000	-6.5	+15
وردایست	20.000	0.0	-56.5
پوشن سپهر	32.000	+1.0	-56.5
پوشن سپهر	47000	+2.8	-44.5
پوشن ایست	51.000	0.0	-2.5
میان سپهر	71.000	-2.8	-2.5
میان سپهر	84.852	-2.0	-58.5

* ارتفاع در این جدول دقیق و منطبق با جدول ISA نیست. در جدول اصلی، ارتفاع ژئوپتانسیل مقادیر فوق را دارد؛ ارتفاع ژئوپتانسیل، از اصلاح ارتفاع معمولی به گونه‌ای به دست می‌آید که گویی میدان گرانش با ارتفاع تغییر نمی‌کند.

$$0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}^{**}$$

نرخ کاهش (lapse rate)

نرخ کاهش که با نماد Γ نمایش داده می‌شود، در حالت کلی برابر با منفی شیب مماس بر منحنی دما-ارتفاع است. به عبارتی، $\Gamma(z) = -\frac{\partial T}{\partial z}$ در جو استاندارد، و در ناحیه هم‌گن سپهر، در هفت ناحیه نرخ کاهش تقریباً ثابت است. به عنوان مثال در وردسپهر، می‌توان نوشت $\Gamma = -6.5\text{K/km}$ $\frac{T(z)-T(0)}{z-0} = \Gamma$

روابط و کمیت‌های مورد نیاز

توجه نمایید که شما باید معادلات را به شکل عددی حل کنید. یعنی با شروع از سطح زمین و مقادیر اولیه، مقادیر را برای سطح بعدی که یک کیلومتر بالاتر است حساب می‌نمایید؛ این الگو تا رسیدن به ارتفاع هشتاد کیلومتری، با قراردادن مقادیر لایه قبلی برای لایه بعدی تکرار می‌شود. برای پیدا کردن فشار باید از معادله دیفرانسیل کمک گرفت. برای راه‌نمایی، معادلاتی که شما استفاده می‌کنید معادله تعادل هیدروستاتیکی $\Delta P = -\rho g \Delta z$ و قانون گاز ایده‌آل $P = \rho \frac{R}{M} T$ است. به علاوه، مقدار میدان گرانش در سطح زمین را $g(0) = 9.80\text{N/kg}$ ، شعاع متوسط زمین را $R_E = 6371\text{km}$ جرم مولکولی متوسط جو استاندارد را $M = 28.96\text{gr/mole}$ و فشار سطح زمین را $P(0) = 1013.25\text{mbar}$ در نظر بگیرید. به تبدیل واحدها دقت کنید چون یک بی‌دقتی کوچک نتایج شما را از واقعیت واگرا خواهد کرد.

کدی مشابه

برای کمک به شما در حل عددی، کد زیر برای نمایه دما-ارتفاع جو استاندارد رسم شده است. این کد را در colab کپی و اجرا کنید. دقت کنید برای رسم نمودارهای فشار چهارگانه، به چیزی شبیه به خط یکی مانده به آخر در کد نیاز دارید تا کیفیت گراف شما را تا حد تفکیک پذیری مناسب بالا برد. پس از ساخته شدن فایل graph، آن را نیز در صفحه تمرین در کوئرا بارگذاری نمایید.

```
import matplotlib.pyplot as plt

L=[]
K=[288.15]
T=[15]
Z=[]

for z in range (80):
    if z<11:
        L.append(-6.5)
    else:
        if z<20:
            L.append(0)
        else:
            if z<32:
                L.append(1)
            else:
                if z<47:
                    L.append(2.8)
                else:
                    if z<51:
                        L.append(0)
                    else:
                        if z<71:
                            L.append(-2.8)
                        else:
                            L.append(-2)

for z in range (1,81):
    K.append(K[z-1]+L[z-1])
    T.append(K[z]-273.15)

for z in range (81):
    Z.append(z)

plt.plot(T,Z,c='r')
plt.savefig("graph.pdf", dpi=10000)
plt.show()
```