

# امتحان میان‌ترم اقتصاد انرژی

محمدحسین رحمتی

پاییز ۱۳۹۷

وقت امتحان ۹۰ دقیقه و هر سوال ۲۵ نمره دارد. امتحان جزوه و کتاب بسته است و اجازه استفاده از ماشین حساب و یا موبایل نیست.

۱. انرژی سنتی (مانند فسیلی) را فرض کنید دارای منابع اتمام‌پذیر است. در عین حال یک منبع انرژی پشتیبان (Backstop) تمام ناشدنی با قیمت ثابت  $P_B$  نیز وجود دارد. ذخیره کل انرژی اصلی برابر  $X_0$  است و تقاضای هر دوره به صورت  $Q^D(t) = \frac{A}{P(t)}$  است. نرخ تنزیل برابر  $r$  است. مصرف انرژی تمام‌شدنی تولید آلودگی محیطی می‌کند درحالی‌که استفاده از انرژی پشتیبان (خورشیدی) آلودگی جوی تولید نمی‌کند.

a. بحث کنید در خصوص مسیر تعادلی که بنابر بازار رقابتی بر روی منابع محدود بدست می‌آید. چه اتفاقی بر روی قیمت‌ها، میزان تولید، رانت، و مانده ذخیره انرژی می‌افتد؟

b. عبارتی را بدست آورید که بیان کند چقدر طول می‌کشد تا انرژی اصلی کاملاً مصرف شود؟

c. فرض کنید تکنولوژی جدیدی کشف می‌شود که قیمت انرژی پاک (پشتیبان) را به صورت  $\lambda P_B$  کاهش می‌دهد که  $\lambda < 1$  است. سیاست‌گذار می‌داند که تکنولوژی جدید سرعت بهره‌برداری از انرژی سنتی را تشدید می‌کند و آلودگی هوا بشدت افزایش می‌یابد. راه‌حل آنها این است که مالیاتی برابر با  $\tau$  بر واحد انرژی سنتی که استخراج شود اخذ کنند. فرض آن است که این مالیات بتواند کاهش هزینه پشتیبان را جبران کند. بر این اساس رابطه‌ای را بدست آورید که طی چه مدت بر اساس تابعی از قیمت انرژی پاک کاهش یافته و مالیات دولت، منابع انرژی سنتی (فسیلی) به اتمام می‌رسد؟

d. میزان مالیاتی را بدست آورید (یا نشان دهید چطور بدست می‌آید) که دقیقاً زمان اتمام انرژی فسیلی در بخش b و c یکسان شود؟

۲. فرض کنید یک تولیدکننده نفت غالب وجود دارد که می‌تواند با هزینه ۱۰ دلار به صورت نامحدود نفت تولید کند. در کنار وی، تعداد زیادی تولیدکننده کوچک وجود دارد که هزینه حاشیه‌ای تولید برابر  $MC(q) = 15 + 0.5q$  دارند. تابع تقاضا به صورت  $D(Q) = 20 - 0.5q$  است.

a. بدست بیاورید تولیدکننده غالب چه میزان تولید ( $\hat{q}$ ) انجام می‌دهد؟ قیمت تعادلی چقدر است؟

b. هزینه رفاهی انحصار در تولیدکننده نفت غالب ناشی از تخصیص ناکارآمد تولید misallocation را بدست آورید؟

c. کل هزینه انحصار در تولیدکننده با هزینه کمتر (غالب) را بدست آورید؟

۳. فرض کنید تابع تقاضای گاز برابر  $Q = 12 - P$  است و عرضه کل برابر  $Q = P$  است. فرض کنید رگولاتور حداکثر قیمت ۳ را برای گاز تعیین کرده است. (یک روش خوب آن است اول در نمودار حل کنید و هر ناحیه را نشان دهید)

a. هزینه رفاهی کاهش تولید ناشی از سقف قیمتی را بدست آورید. (فرض کنید در این حالت گاز به مشتریان با بالاترین مطلوبیت می‌رسد)

b. فرض کنید بازار دوم برای فروش گاز وجود ندارد و گاز به صورت تصادفی به مشتریان متقاضی می‌رسد، هزینه رفاهی توزیع allocative cost را بدست آورید.

c. فرض کنید برای سیاست‌گذار افزایش قیمت هزینه اجتماعی  $p^2$  دارد. بنابراین تابع هدف سیاست‌گذار برابر کمینه‌سازی مجموع هزینه رفاهی قیمت‌گذاری (زمانیکه مشتریان تصادفی هستند) و هزینه اجتماعی افزایش قیمت است. قیمت بهینه سیاست‌گذار را بدست آورید؟

۴. به پرسش‌های زیر (هر کدام حداکثر سه خط) پاسخ دهید:

a. مقاله Torvik با عنوان Optimal Dutch Disease را بیاد بیاورید. چه بده بستانی در تصمیم‌گیری برنامه‌ریز مرکزی وجود داشت؟ آیا شما مدافع این ادعا هستید که درآمدهای نفت باید در صندوقی ذخیره شود و تنها از نرخ بهره آنها در بودجه کشور استفاده کرد؟

b. در مقاله Kilian که سعی کرد از روش مدل ساختاری VAR اثر عرضه نفت، تقاضای کل و تقاضای ویژه نفت را جدا کند، چه داده‌ای استفاده شد و فرضیات شناسایی مدل چه بود؟

c. نوآوری Anderson & Kellogg در مقاله Hotelling Under Pressure چه بود. وقتی مدل را عوض کردند چه نظم(های) آماری را توانستند پاسخ دهد که در مدل پایه Hotelling مقدور نبود؟

d. انواع یادگیری در حفاری را بوضوح ذکر کنید؟ و چرا یادگیری در حفاری نسبت بخش‌های دیگر انرژی مهم‌تر است؟

۱. در زمان  $T$  تولید از انرژی سنتی به انرژی پاک تبدیل می‌شود، لذا در این زمان کل انرژی سنتی مصرف شده است و در این زمان قیمت آخرین انرژی سنتی باید برابر انرژی پاک ( $P_B$ ) باشد. با توجه به اینکه بازار انرژی رقابتی است لذا  $P(t) = P_B e^{r(t-T)}$  در این صورت با توجه به تابع تقاضا بدست می‌آید که  $T = \frac{\ln(\frac{X_0 r P_B}{A} + 1)}{r}$  در این صورت با کاهش قیمت انرژی پاک (پشتیبان) دوره اتمام انرژی سنتی کوتاه و شدت برداشت این انرژی زیاد می‌شود.

زمانیکه هزینه انرژی پشتیبان کاهش می‌یابد و چون رقابتی است دقیقا همان رابطه بی‌تفاوتی بنگاه‌های رقیب بین زمان  $t$  و زمانیکه آخرین انرژی فسیلی استخراج می‌شود برقرار است. در این صورت

$$p(t) - \tau = (\lambda p_B - \tau) e^{r(t-T)}$$

بر اساس این رابطه قیمت در هر زمان برای انرژی فسیلی بدست می‌آید و بر اساس تابع تقاضا مصرف و استخراج از میدان مشخص است. می‌توان کل دوره تا اتمام منابع فسیلی را انتگرال گرفت و بدست آورد.

۲. تولید غالب برابر  $p = 45, \hat{q} = 20$  در این صورت هزینه انحصار تولیدکننده غالب ناشی از تخصیص ناکارآمد برنامه تولید برابر ۲۲۵ است. در حالیکه کل هزینه رفاهی برابر ۶۶۲/۵ است.

۳. قیمت بهینه سیاست‌گذار ۴ است.