

«برآورد رابطه میان عرضه انرژی با مصرف و تولید ناخالص داخلی بر اساس تابع کاب داگلاس»

احمد فضلی - رئیس بخش اندازه گیری و صحه گذاری طرح های انرژی

محمد معماری فر - کارشناس ارشد اندازه گیری و صحه گذاری طرح های انرژی

میزان عرضه انرژی اولیه برای مصارف داخلی، تابع پارامترهای متعددی در سیستم انرژی کشور می باشد. از جمله مهم ترین پارامترهای موثر می توان به میزان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی (GDP) اشاره کرد.

با مطالعه روند عرضه انرژی و هم چنین میزان مصرف انرژی و GDP در ترازنامه انرژی کشور در سال 1397، در می یابیم که عموماً با افزایش مصرف، میزان عرضه افزایش یافته و هم چنین با افزایش GDP نیز میزان عرضه افزایش می یابد. مقادیر این پارامترها برای یک بازه زمانی 11 ساله از سال 1387 الی 1397 برای کشورمان به شرح جدول زیر است:

سال	عرضه انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)	مصرف انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)	GDP (هزار میلیارد ریال)
87	1705	1211	6620
88	1719	1258	6607
89	1759	1210	6892
90	1793	1229	6867
91	1861	1222	6294
92	1863	1239	6449
93	1996	1336	6585
94	2021	1263	6581
95	1996	1350	7513
96	2149	1385	7871
97	2343	1449	7485

هم چنین میزان نرخ رشد هر یک از پارامترها در جدول زیر محاسبه گردیده است:

سال	نرخ رشد عرضه انرژی (درصد)	نرخ رشد مصرف انرژی (درصد)	نرخ رشد GDP (درصد)
88	0.82	3.88	-0.20
89	2.33	-3.82	4.31
90	1.93	1.57	-0.35
91	3.79	-0.57	-8.35
92	0.11	1.39	2.47
93	7.14	7.83	2.11
94	1.25	-5.46	-0.07
95	-1.24	6.89	14.16
96	7.67	2.59	4.76
97	9.03	4.62	-4.89
متوسط	3.28	1.89	1.39

کشف رابطه میان عرضه انرژی اولیه برای مصارف داخلی، با دو پارامتر مصرف انرژی و GDP می تواند پیش بینی مناسبی در مورد روند تغییر عرضه انرژی با پارامترهای موثر بر آن را ارائه نماید. این کار با استفاده از تحلیل رگرسیون بر اساس داده های تاریخی دوره زمانی 11 ساله گذشته بر مبنای اطلاعات مستخرج از ترازنامه انرژی انجام می پذیرد.

فرض تابع خطی، ساده ترین روشی است که عموماً از آن استفاده می شود که نتیجه آن به شرح ذیل می باشد:

$$E = 1.886C - 0.072GDP$$

با استفاده از رگرسیون خطی، متوسط خطای برآورد تابع، 5.75 درصد می باشد. این بدان معناست که تابع خطی به طور متوسط در تعیین مقادیر برآورد شده 5.75 درصد خطا دارد. بنا بر این مناسب است تا با استفاده از توابع دیگر، تا حد امکان این خطا را کاهش داده تا برآوردهای دقیق تری از تحلیل رگرسیون حاصل گردد.

یکی از مناسب ترین توابع برای نشان دادن روابط میان عرضه انرژی در برابر مصرف و GDP استفاده از تابع موسوم به "کاب داگلاس" می باشد که نمای کلی آن به صورت زیر می باشد:

$$Y = kX_1^\alpha X_2^\beta$$

میزان α و β به ترتیب کشش متغیر وابسته را نسبت به تغییرات متغیر مستقل اول و دوم مشخص می کند. به عنوان مثال در صورتی که مقدار آلفا برابر با 0.5 باشد، بدان معناست که 1 درصد افزایش در متغیر اول، موجب افزایش 0.5 درصدی متغیر وابسته خواهد بود.

با استفاده از تحلیل رگرسیون غیرخطی در نرم افزار آماری Minitab، تابع کاب داگلاس برای برآورد میزان عرضه انرژی برا حسب دو متغیر GDP و میزان مصرف انرژی، نتیجه آن به شرح ذیل می باشد:

$$E = 0.071 C^{1.63} GDP^{-0.172}$$

لازم به ذکر است که در رابطه فوق دو متغیر مستقل (GDP و مصرف انرژی) دو متغیر کاملا از هم جدا نیستند و افزایش و کاهش میزان GDP، در میزان مصرف انرژی نیز اثر گذار است. لذا تغییرات میزان عرضه انرژی در این تابع، می بایست به صورت همزمان با تغییرات دو متغیر مستقل سنجیده شود.

نکته مهم در ارزیابی این تابع این است که متوسط خطای برآورد آن برابر با **0.97 درصد** می باشد. این بدان معناست که این تابع کمتر از 1 درصد به طور متوسط در تعیین میزان متغیر وابسته خطا دارد و خطای این تابع بسیار کمتر از برآورد خطی می باشد. مقادیر خطای برآورد برای هر یک از داده های دوره زمانی موردنظر، در جدول زیر نشان داده شده است:

سال	عرضه انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)	میزان برآورد عرضه انرژی با تابع کاب داگلاسی (میلیون بشکه معادل نفت خام)	میزان خطای برآورد (درصد)
87	1705	1754	2.90
88	1719	1868	8.66
89	1759	1740	-1.08
90	1793	1786	-0.39
91	1861	1796	-3.49
92	1863	1829	-1.80
93	1996	2062	3.32
94	2021	1881	-6.91
95	1996	2051	2.74
96	2149	2121	-1.29
97	2343	2304	-1.67