محیط‌زیست و توسعه، سال ۱۰، شماره ۱۹، بهار و تابستان ۱۳۹۸، از صفحه ۱۴۷ تا ۱۵۵

بررسی روند و پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش‌های آلاینده (مطالعه موردی: ایران)

ابراهیم انواری*[۱]، سمانه باقری[۲]، احمد صلاح منش[۳]

۱ استادیار اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران
۲ دانشجوی دکترای اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، ایران
۳ استادیار اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۴؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۴/۱۰)

چکیده

گاز کربنیک از بخش‌های مختلفی منتشر می‌شود و حدود ۸۳ درصد از گازهای موثر در گرم شدن زمین را تشکیل می‌دهد. این پژوهش برای نخستین بار به پیش‌بینی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بخش‌های آلاینده و کل کشور می‌پردازد. هدف این پژوهش، بررسی روند و پیش‌بینی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران در دوره ۱۳۳۹-۱۳۹۲ و بخش‌های آلاینده در دوره زمانی ۱۳۵۰- ۱۳۹۰ است. داده‌های سه سال آخر بخش‌های آلاینده از سال ۱۳۹۰-۱۳۹۳ برای سنجش توان پیش‌بینی الگوها استفاده شد. با بررسی گزارش بانک جهانی، ایران از نظر انتشار گاز دی اکسیدکربن در جهان در حال حرکت به رتبه‌های بالای جدول و ده کشور آلاینده جهان است، بنابراین تحقیق در این زمینه ضرورتی بیش از پیش می‌یابد. بخش‌های آلاینده بر اساس روش EIA [(۱)] تقسیم شدند. پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک بخش‌های آلاینده و کل کشور برای سال ۱۴۱۴ انجام شد. بیش‌ترین انتشار گاز کربنیک در دوره مورد بررسی، مربوط به بخش حمل و نقل و کم‌ترین مربوط به بخش صنعت بود. مطابق با پیش‌بینی‌های انجام شده در سال ۱۴۱۴، بخش خدمات از بخش حمل و نقل پیشی خواهد گرفت و طبق پیش‌بینی با روش GARCH در سال ۱۴۱۴ انتشار گاز کربنیک در کل کشور به سرانه ۱۰/۰۹ متریک تن افزایش خواهد یافت.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی انتشار گاز دی اکسیدکربن، ARIMA، GARCH

*نویسنده مسئول: Email: e.anvari@scu.ac.ir

سرآغاز

مهم‌ترین عامل گرم شدن زمین، در اثر پدیده گلخانه‌ای است. کاهش انتشار گاز کربنیک به معنای کاهش انتشار آلودگی کل جو زمین می‌باشد. بر اساس پیمان کیوتو، کاهش انتشار گاز کربنیک یک ضرورت تلقی می‌شود. سرانه انتشار گاز CO_2 در ایران در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۴۶ یازده برابر نسبت به گذشته شده است. عدم سرمایه‌گذاری در زمینه کاهش انتشار گاز کربنیک، به معنای پرداخت جرایم سنگین در آینده خواهد بود، به همین دلیل، تحقیق در این مورد ضرورت می‌یابدکاهش تهدید گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوای زمین به یک نگرانی در جهان تبدیل شده است. پیمان کیوتو در سال ۱۹۹۷ برای کاهش انتشار آلاینده‌ها بود. آیا انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران در طی بیست سال آینده افزایش می‌یابد؟ در حال حاضر کدام بخش‌ها آلاینده‌تر هستند؟ در چشم‌انداز بیست سال آینده کدام بخش‌ها در آلایندگی پیشی خواهند گرفت؟ روند انتشار گاز کربنیک در ایران به چه شکلی بوده است؟ سیاست‌گذاری دولت برای کاهش آلودگی چگونه باید باشد؟ این پژوهش به دنبال پاسخ مناسبی برای این سوالات خواهد بود. مطالعاتی که به بررسی انتشار دی اکسیدکربن با روش ARIMA پرداختند می‌توان به مطالعات (لطفعلی‌پور و همکاران، ۱۳۹۱ ; Pao & Tsai, 2011; Zhu & et al., 2015). چون آلودگی یکی از معضلات قرن اخیر است، مطالعات متعددی در مورد آلودگی‌ها انجام شده است. به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، تخریب محیط‌زیست به سرعت رخ می‌دهد. در مقیاس جهانی، حفاظت از محیط‌زیست، نیاز به گفتگو و اتخاذ قوانین دارد. در مدل رشد درون‌زا یک بخشی، آلودگی به‌عنوان یک محصول فرعی فعالیت‌های اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. آلودگی می‌تواند به‌وسیله مخارج تولید کل بر جلوگیری از آلودگی، کاهش یابد. (Gradus & smulders, 1993) چارچوب مدل آلودگی بر اساس رشد درون‌زا (Rebelo, 1991) به صورت زیر است.

$$C_t = F(\varepsilon_t, K_t, R_t) = A(\varepsilon_t K_t)^{\alpha} R_t^{1DN-\alpha} \quad (۱)$$

در مدل فوق، C تابع مصرف بخش کالا، I سرمایه‌گذاری روی کالا، K سرمایه موجود در اقتصاد برای تولید است. همه بخش‌ها از قانون بازده ثابت به مقیاس بهره‌مند هستند. بخش مصرف با نرخ استهلاک ε از کل سرمایه با منابع تجدیدناپذیر ترکیب می‌شود. از تابع تولید کاب داگلاس بهره می‌گیریم. $A>0$ و ثابت است.

$$I_t = B(1-\varepsilon_t)K_t \quad (۲)$$

$B>0$ و ثابت است. فرض می‌کنیم $D(P_t)\varepsilon(0,1]$ است. I، بخش سرمایه‌گذاری در کالاها است، t عامل زمان است.

$$K_t^0 = I_t - D(Pt)Kt \quad (۳)$$

در رابطه فوق، P موجودی آلودگی است. $D(P_t) = XP_t$ به نرخ استهلاک سرمایه به‌عنوان تابع موجودی آلودگی اشاره دارد و X شدت استهلاک است. رابطه R و S به صورت زیر است.

$$S_t^0 = -R_t \quad (۴)$$

$$P_t = \int_0^t (1 - e^{-\kappa(t-u)}) Q R_u du \quad (۵)$$

در رابطه فوق κ سرعت انتشار آلودگی را اندازه‌گیری می‌کند. $0 < \kappa$ زمانی‌است که انتشار آلودگی از خودش خسارت‌های جبران‌ناپذیری به جای می‌گذارد. R تخلیه موجودی منابع تجدیدپذیر، Q شدت کربن منتشر شده از منابع تجدیدناپذیر پخش آلودگی، با یک وقفه زمانی در اتمسفر اتفاق می‌افتد. منابع تجدیدناپذیر (R) به ایجاد QR واحد انتشار دی اکسیدکربن می‌شود. $1 - e^{\kappa s}$، واحد انتشار نسبت به موجودی آلودگی مضر جاری است.

$$\int_0^t R_U du = S_0 - S_1 \quad (۶)$$
$$P_t^0 = \kappa[Q(S_0 - S_1) - P_t]$$
$$P_0 = 0$$

در روابط فوق P به انتشارات دی‌اکسیدکربن در گذشته که تا زمان S ادامه مطلوبیت حاصل از مصرف جاری و مصرف آینده از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$U = \int_0^{\infty} Ln\,(C_t) e^{-\rho t} dt \quad (۷)$$

در رابطه فوق ρ نرخ ترجیح زمانی، U نشان‌دهنده مطلوبیت است (Bretschger & Karydas, 2014).

در این پژوهش با روش‌های زیر به پیش‌بینی انتشار آلودگی بخش‌های مختلف و در ایران پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

روش پژوهش

روش ARIMA

پیش‌بینی وقایع آینده مورد توجه بسیاری از محققان قرار دارد. روش‌های پیش‌بینی بر اساس میزان وابستگی به روش‌های آماری و ریاضی، به دو گروه اصلی و کمی دسته‌بندی می‌شوند. روش‌های کم، خود به دو دسته‌ی رگرسیونی و غیر رگرسیونی تقسیم می‌شوند. روش میانگین ساده و انواع روش‌های تعدیل نمایی، از جمله روش‌های غیر رگرسیونی هستند. روش‌های رگرسیونی نیز به دو دسته علّی و غیرعلّی تقسیم می‌شوند. ARIMA یکی از روش‌های رگرسیون غیرعلّی است که شامل دو فرآیند خودرگرسیونی (AR) و میانگین (MA) است (گجراتی، ۱۳۸۵).

روش (GARCH)[۲]

از آن‌جا که روش GARCH خطی نیست نمی‌توان آن را با OLS تخمین زد. برای تخمین این مدل از روش حداکثر درست‌نمایی استفاده می‌شود.

$$Y_t=a+by_{t-1}+u_t \quad ، \quad u_t \sim N(0,\sigma^2) \qquad (۸)$$
$$\sigma^2=\alpha_0+\alpha_1 u_{t-1}^2+\beta\sigma_{t-1}^2$$

ضرایب مدل به‌گونه‌ای باید تعیین شوند که مقدار تابع حداکثر شود. u_t توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_t^2 دارد که تابع احتمال آن عبارت است از:

$$f(u_t)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t}}e^{\frac{-u_t^2}{2e_t^2}}=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t}}e^{\frac{-(Y_t-a-bY_{t-1})^2}{2\sigma_t^2}} \qquad (۹)$$

حال تابع درست‌نمایی را تشکیل می‌دهیم(سوری، ۱۳۹۳).

$$L=f(u_1)\times\cdots\times f(u_n)= \qquad (۱۰)$$
$$\frac{1}{(\sqrt{2\pi})^n(\sigma_1\sigma_2\cdots\sigma_n)}e^{\frac{-1\sum_2^n\frac{(Y_t-a-bY_{t-1})^2}{\sigma_t^2}}{2}}$$

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در کشور ایران انجام می‌شود و کلیه داده‌های مورد مطالعه در این تحقیق، شامل انتشار گاز کربنیک در بخش حمل و نقل، صنعت و خدمات می‌باشد، از بانک جهانی طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۵۰ و هم چنین انتشار گاز کربنیک در ایران در طی دوره ۱۳۹۲- ۱۳۳۹ از بانک جهانی به‌دست آمده است. بخش‌بندی بخش‌های آلاینده در انتشار گاز کربنیک در این پژوهش، مطابق با بخش‌بندی eia بوده است. محاسبات تحقیق با نرم افزار ایویوز ۹ انجام شده است. الگوهای ARIMA در این پژوهش دارای ضریب تعدیل شده، ملاک اطلاعاتی آکائیک و شوارتز، الگوی بزرگ‌تری نسبت به الگوهای دیگر ARIMA دارد و از روش GARCH به دلیل این‌که منحنی‌های انتشار خطی نبودند استفاده شد و در مواردی به دلیل بالا بودن تخمین خطا، در روش GARCH، این روش استفاده نشد. مدل ARCH نیز در این پژوهش مورد آزمون قرار گرفت و در این آزمون معنی‌داری معادله واریانس با استفاده از ضریب لاگرانژ به‌صورت nR^2 انجام می‌گیرد که در آن n تعداد مشاهدات در نمونه و R^2 از معادله واریانس حاصل می‌شود. این ضریب دارای توزیع X^2 با درجه آزادی برابر با تعداد وقفه‌ها در معادله واریانس است (Engel, 1982). بنابراین با روش ARCH مورد آزمون قرار گرفت در این پژوهش و امکان استفاده از روش مذکور در این پژوهش فراهم نگردید. و از روش Garch به دلیل این‌که انتشار گاز کربنیک روند خطی نداشته و نوسانی انتشار داشته است از روش گارچ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش حمل و نقل

ابتدا ایستایی داده‌های مربوط با استفاده از آزمون استفاده شد. پس ار تعیین مرتبه‌ی مانایی (d)، مرتبه جملات خودرگرسیو (p) و تعداد جملات میانگین خطا (q) با استفاده از ضابطه آکائیک و آزمون خودهمبستگی جزئی تعیین شد. برای اطمینان از مرتبه مدل نیز از دو آماره Q و مربع جملات اخلال استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده فرآیند (۲ و ۰ و ۱) ARIMA به عنوان مناسب‌ترین حالت برای پیش‌بینی مصرف فرآورده‌های نفتی انتخاب شد. نتایج حاصل از برآورد حالت فوق، در جدول (۱) آمده است. میزان انتشار گاز کربنیک در بخش حمل ونقل برای سال‌های۱۳۹۰-۱۳۵۰ با استفاده از الگوی (۲ و ۰ و ۱) ARIMA پیش‌بینی شد، که نتایج آن در جدول (۲) آمده است. خطای فرآیند (۲ و ۰ و ۱) ARIMA برای این پیش‌بینی ۳/۲۲ درصد است و بنابراین این الگو میزان متغیر فوق را با دقت مطلوب پیش‌بینی می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار پیش‌بینی به مقدار حقیقی بسیار نزدیک است. مقدار حقیقـی روند

با ثباتی نداشته است.

جدول (۱): نتایج حاصل از تخمین (۲ و ۰ و ۱) ARIMA در بخش حمل‌و نقل ۱۳۹۰-۱۳۵۰ (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	توضیحات	ضریب	انحراف معیار	آماره t	Prob
C	عرض از مبدأ	۲۳/۹۲	۰/۳۹	۶۱/۱۷	۰/۰۰
AR(1)	انتشار گاز کربنیک بخش حمل و نقل با یک وقفه	۰/۷۶	۰/۰۸	۸/۶۱	۰/۰۰
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۸۱
MA(2)	جمله اخلال با دو وقفه	-۰/۴۱	۰/۱۷	-۲/۴۳	۰/۰۱
آماره	F	R^2		LM	J-B
	۲۹/۹۳ (۰/۰۰)	۰/۷۰		۰/۵۰ (۰/۴۷)	۱/۴۵ (۰/۴۸)

جدول (۲): مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش حمل و نقل با فرآیند (۲ و ۰ و ۱) ARIMA (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳	
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک در بخش حمل و نقل (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۰/۸۲	۳/۲۲	۲۳/۰۳	۲۴/۱۰	۲۳/۷۴	۲۴/۱۰	۲۳/۵۲	۲۴/۰۰

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات

جدول (۳): نتایج حاصل از تخمین (۲ و ۱ و ۱)ARIMA در بخش خدمات برای سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۰ (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	توضیحات	ضریب	انحراف معیار	آماره t	Prob
C	عرض از مبدا	۲۶/۹۲	۰/۶۰	۴۴/۸۶	۰/۰۰
AR(1)	انتشار گاز کربنیک بخش خدمات با یک وقفه	۰/۴۵	۰/۲۱	۲/۰۵	۰/۰۴
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	۰/۰۴	۰/۱۸	۱/۴۳	۰/۱۶
MA (2)	جمله اخلال با یک وقفه	-۰/۴۱	۰/۱۷	۳/۳۶	۰/۰۰
آماره	R^2	F	LM		J-B
	۰/۸۰	۱۵/۵۸ (۰/۰۰)	۰/۱۲ (۰/۹۴)		۴/۴۷ (۰/۲۹)

در نتیجه میزان انتشار گاز کربنیک برای سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ با استفاده از روش (۲ و ۱ و ۱) ARIMA پیش‌بینی شد. خطای فرآیند (۲ و ۱ و ۱) ARIMA برای این پیش‌بینی ۱/۷۵ درصد است و بنابراین این الگو میزان متغیر فوق را با دقت مطلوب پیش‌بینی می‌کند. خطای الگو در پیش‌بینی کم است و همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار پیش‌بینی به مقدار حقیقی بسیار نزدیک است.

جدول (۴) : مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات با فرآیند ARIMA(۲ و ۱ و ۱) (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳	
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۰/۵۰	۱/۷۵	۲۴/۳۰	۲۶/۸۰	۲۲/۱۴	۲۶/۸۰	۲۲/۹۷	۲۶/۸۰

انتشار گاز کربنیک با روش گارچ

در جدول (۵) روش گارچ مقدار ثابت میانگین شرطی معنادار شده است و در قسمت پایین جدول تمامی متغیرها معنادار شده‌اند. ضریب واریانس تأخیری با ضریب GARCH(-1) برابر بوده و مقدار ضریب آن ۱/۱۱ به‌دست آمد. در این معادله مقدار R^2 می‌توانند مقدار کوچکی باشد، زیرا معادله میانگین شرطی فاقد متغیر توضیحی است. در روش گارچ تمامی متغیرها معنادار شدند و پس از تخمین به بررسی خطای پیش‌بینی پرداخته می‌شود. بررسی نتایج نشان می‌دهد که خطای مدل ARIMA برای پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در ایران کم‌تر از مدل ARCH است و بنابراین پیش‌بینی‌های انجام شده با روش ARCH کم‌تر از مقادیر حقیقی در سال‌های ذکر شده است و به سیاست‌گذاران این کمک را می‌کند که با اندکی خطا از طریق افزودن به مقادیر پیش‌بینی را تعدیل کند. هر دو روش مقدار ثابتی را پیش‌بینی می‌کنند ولی روش ARIMA به دلیل کم‌تر بودن خطای پیش‌بینی اعتبار بیش‌تری دارد.

جدول (۵): انتشار گاز کربنیک با در بخش خدمات با روش GARCH(1,1) (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	Prob
C	۵/۹۸	۲/۳۶	۲/۳۵	۰/۰۰
انتشار گاز کربنیک بخش خدمات با یک وقفه	۰/۷۷	۰/۰۸	۹/۰۷	۰/۰۰
واریانس معادله				
RESID(-1)^2	−۰/۱۱	۰/۰۲	−۵/۴۱	۰/۰۰
GARCH(-1)	۱/۱۱	۰/۰۲	۵۱/۹۵	۰/۰۰
R^2= ۰/۵۴				

جدول (۶): مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات با فرآیند GARCH(1,1) (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳		مقادیر سال ۱۴۱۴
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۲/۰۹	۶/۵۰	۲۴/۳۰	۲۶/۰۰	۲۲/۱۴	۲۶/۰۰	۲۲/۹۷	۲۶/۰۰	۲۶/۰۰

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش صنعت

خطای فرآیند ARIMA(۶ و ۱ و ۱) برای این پیش‌بینی کم است و بنابراین این الگو میزان متغیر فوق را با دقت مطلوب پیش‌بینی می‌کند. خطای الگو در پیش‌بینی کم است و همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار پیش‌بینی به مقدار حقیقی بسیار نزدیک است.

جدول (۷): نتایج حاصل از تخمین (۶ و ۱ و ۱)ARIMA در بخش صنعت برای سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۵۰ (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	توضیحات	ضریب	انحراف معیار	آماره t	Prob
C	عرض از مبدا	۲۳/۹۲	۲/۹۷	۵/۶۵	۰/۰۰
AR(1)	انتشار گاز کربنیک بخش حمل و نقل با یک وقفه	۰/۹۰	۰/۱۰	۸/۶۵	۰/۰۰
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	-۰/۰۸	۰/۲۰	-۰/۴۰	۰/۶۸
MA (2)	جمله اخلال با دو وقفه	۰/۰۹	۰/۲۰	۰/۴۹	۰/۶۲
MA (3)	جمله اخلال با سه وقفه	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۸۶	۰/۳۹
MA(4)	جمله اخلال با چهار وقفه	-۰/۰۱	۰/۲۰	-۰/۰۶	۰/۹۴
MA (5)	جمله اخلال با پنج وقفه	-۰/۰۴	۰/۲۰	-۰/۲۱	۰/۸۳
MA (6)	جمله اخلال با شش وقفه	-۰/۲۰	۰/۲۰	-۰/۱۳	۰/۸۹
آماره	F		R^2	LM	J-B
	۳۱/۰۵ (۰/۰۰)		۰/۸۷	۱/۲ ۵(۰/۵۴)	۹/۴۷ (۰/۸۹)

جدول (۸): مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در بخش صنعت با فرآیند (۶ و ۱ و ۱)ARIMA (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳	
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک در بخش صنعت (درصد از کل سوخت احتراق شده)	(۰/۳۳)	۲/۰۰	۱۶/۶۶	۱۶/۹۰	۱۷/۰۶	۱۶/۷۰	۱۶/۲۰	۱۶/۸۰

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک در کل کشور بر حسب متریک تن سرانه

پس از تخمین، به بررسی خطای پیش‌بینی می‌پردازیم. خطای فرآیند (۶ و ۱ و ۱) ARIMA برای این پیش‌بینی ۲/۳۵ درصد است و بنابراین این الگو میزان متغیر فوق را با دقت مطلوب پیش‌بینی می‌کند. خطای الگو در پیش‌بینی کم است و همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار پیش‌بینی به مقدار حقیقی بسیار نزدیک است. خطای پیش‌بینی کم‌تر می‌تواند به سیاست‌گذاران این کمک را بکند که با اعتماد بیش‌تری به نتایج برآورد این الگو برای رسیدن به اهداف برنامه‌ها توجه کند. با توجه به این‌که انتشار گاز کربنیک با نوسان روبه‌رو بوده است و روند یکسانی نداشته باشد از روش GARCH استفاده می‌شود.

در روش گارچ تمامی متغیرها معنادار شدند و پس از تخمین به بررسی خطای پیش‌بینی پرداخته می‌شود. در مقایسه روش GARCH و ARIMA، برای انتشار گاز کربنیک در کل کشور، از آن‌جا که روش GARCH دارای خطای کمتری است مناسب‌تر تشخیص داده شد و پیش‌بینی این روش از اعتبار بیش‌تری برخوردار است. می‌توان گفت در سال ۱۴۱۴ انتشار گاز کربنیک افزایش خواهد یافت و سیاست‌گذاران باید برنامه کاهش انتشار را در برنامه‌های محیط زیستی خود بگنجانند.

جدول (۹): نتایج حاصل از تخمین (۶ و ۱ و ۱)ARIMA برای سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۳۹ (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	توضیحات	ضریب	انحراف معیار	آماره t	Prob
C	عرض از مبدا	۶/۸۶	۲/۵۲	۲/۷۱	۰/۰۰
AR(1)	انتشار گاز کربنیک با یک وقفه	۰/۹۵	۰/۰۴	۲۲/۲۸	۰/۰۰
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	۰/۳۳	۰/۱۴	۲/۲۴	۰/۰۳
MA (2)	جمله اخلال با دو وقفه	۰/۱۹	۰/۱۳	۱/۳۶	۰/۱۷
MA (3)	جمله اخلال با سه وقفه	-۰/۰۳	۰/۱۶	-۰/۲۱	۰/۸۲
MA(4)	جمله اخلال با چهار وقفه	-۰/۲۶	۰/۱۴	-۱/۷۹	۰/۰۷
MA (5)	جمله اخلال با پنج وقفه	۰/۴۲	۰/۱۴	۲/۸۵	۰/۰۰
MA (6)	جمله اخلال با شش وقفه	۰/۴۴	۰/۱۴	۳/۱۴	۰/۰۰
آماره	F	R^2	LM		J-B
	۲۵۵/۳۶ (۰/۰۰)	۰/۹۷	۲/۱۷ (۰/۳۳)		۲/۸۰ (۰/۲۴)

جدول (۱۰): مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک با فرآیند (۶ و ۱ و ۱)ARIMA (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳	
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک	۰/۳۳	۲/۳۵	۸/۲۳	۸/۳۰	۸/۴۵	۸/۵۰	۷/۹۹	۸/۵۰

جدول (۱۱): انتشار گاز کربنیک با روش GARCH(1,1) (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	Prob
C	۰/۲۵	۰/۰۶	۴/۱۶	۰/۰۰
انتشار گاز کربنیک با یک وقفه	۰/۹۸	۰/۰۱	۶۸/۵۱	۰/۰۰
واریانس معادله				
RESID(-1)^2	۰/۱۴	۰/۰۳	۴/۱۵	۰/۰۰
GARCH(-1)	۰/۸۵	۰/۰۳	۲۴/۸۹	۰/۰۰
R^2= ۰/۹۶				

جدول (۱۲) : مقادیر پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک با فرآیند GARCH(1,1) (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	RMSE	MAPE (۰/۰)	مقادیر سال ۱۳۹۱		مقادیر سال ۱۳۹۲		مقادیر سال ۱۳۹۳		مقادیر سال ۱۴۱۴
			حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	حقیقی	پیش‌بینی	پیش‌بینی
انتشار گاز کربنیک	۰/۲۹	۲/۲۴	۸/۳۰	۸/۳۰	۸/۴۵	۸/۵۰	۷/۹۹	۸/۶۰	۱۰/۰۹

پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک برای افق سال ۱۴۱۴

جدول (۱۳): پیش‌بینی انتشار گاز کربنیک با روش ARIMA (ماخذ: یافته‌های تحقیق)

متغیر	پیش‌بینی سال ۱۴۱۴
انتشار گاز کربنیک در بخش حمل و نقل (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۲۳/۹۰
انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۲۶/۸۰
انتشار گاز کربنیک در بخش صنعت (درصد از کل سوخت احتراق شده)	۱۶/۹
انتشار گاز کربنیک بر حسب متریک تن سرانه	۷/۵۰

بحث و نتیجه‌گیری

در این بخش در واقع به دنبال پاسخگویی به سوالات تحقیق هستیم. انتشار گاز کربنیک در بخش خدمات در حال نزدیک شدن به مقدار انتشار در بخش حمل و نقل خواهد بود، به‌طوری که در پیش‌بینی سال ۱۴۱۴ انتشار آلودگی در بخش خدمات بر بخش حمل و نقل پیشی خواهد گرفت و سیاست‌گذاران باید به این مهم توجه ویژه داشته باشند. در افق ۱۴۱۴ ترتیب انتشار آلودگی به ترتیب بخش خدمات، حمل و نقل و سپس صنعت قرار خواهد گرفت. از آن‌جا که در این پژوهش روش گارچ نسبت به روش ARIMA دارای خطای کم‌تری به دست آمد و نتایج این روش دارای اطمینان بیش‌تری خواهد یود، پس مطابق با روش کم خطای GARCH نسبت به ARIMA انتشار دی اکسیدکربن سرانه در ایران در سال ۱۴۱۴ افزایش خواهد یافت، که سیاست‌گذاران با اجرای قوانین محیط‌زیستی می‌توانند از این افزایش انتشار جلوگیری کنند. پس انتشار دی اکسید کربن در ۱۴۱۴ افزایش خواهد یافت. از آن‌جایی که افق برنامه‌ریزی بلندمدت کشور، افق برنامه های بیست‌ساله است، در این تحقیق انتشار گاز کربنیک کل کشور و بخش‌های آلاینده در بیست سال آینده پیش‌بینی شد. این پیش‌بینی می‌تواند به سیاست‌گذاران برای اجرای سیاست‌های محیط‌زیستی کمک نماید. پیشنهادهایی که می‌توان داد: با اتخاذ قوانین محیط زیستی بین کشورها، نصب دستگاه‌های بازیافت دی‌اکسیدکربن در مناطق آلاینده، استفاده از انرژی‌های پاک، بالا بردن بهره‌وری انرژی می‌توان به کاهش این انتشار کمک کرد. با بررسی گزارشات بانک جهانی، ایران از نظر انتشار گاز دی اکسیدکربن در جهان در حال حرکت به رتبه‌های بالای جدول ده کشور آلاینده جهان است که باید به این مهم توجه شود. مطابق با گزارش EIA انتشار گاز کربنیک در بخش‌های مختلف سیر افزایشی داشته است و تنها در بخش صنعت انتشار گاز کربنیک تا حدی کاهش را نشان می‌دهد. مطابق با گزارش eia انتشار گاز کربنیک ناشی از مصرف انرژی در جهان با افت و خیزهای کمی همراه بوده است و می‌توان گفت این انتشار سیر صعودی داشته است.

یادداشت‌ها

1. Energy Information Administration
2. Generalized Autoregressive Condition Heteroskedasticity

فهرست منابع

سوری، ع. ۱۳۹۳. اقتصاد سنجی همراه با کاربرد Eviews8& stata12 ، مجلد دوم، چاپ دوم. تهران: انتشارات فرهنگ شناسی.

گجراتی، د. ۱۳۸۵. مبانی اقتصاد سنجی. مجلد اول ، ترجمه حمید ابریشمی. چاپ چهارم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

لطفعلی‌پور، م. ر.؛ فلاحی، م. ع. و بستام، م. ر. ۱۳۹۱. بررسی مسائل زیست‌محیطی و پیش‌بینی انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران. مطالعات اقتصاد کاربردی در ایران. ۱۰۹-۸۱: (۳)۱.

Bretschger, U. & Karydas, C. 2014. Optimum Growth and Carbon Policies with Lags in the Climate System, OxCarre Working Papers 144, Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Economies, University of Oxford.

Gradus, R. & smulders, S. 1993. "The Trade-off Between Environmental Care And Long-Term Growth Pollution in Three Prototype Growth Model". Journal of economic. No 58:pp 25-51.

Engel, R.F. 1982. Autoregressive Conditionally Heteroscedasticity with Estimates The Variance of United Kingdom Inflation. Econometrics, no 50, pp 987-1000.

Rebelo, S. 1991. Long-run Policy Analysis and Long-run Growth". Journal of Political Economy, no 99, pp500-521.

Pao, H.T. & Tsai, C.M. 2011. Modeling and Forecasting the CO_2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil. Energy. 36: 2450-2458.

Zhu, B.; Wang, K.; Chevallier, J. & wang Ping Wei, Y. 2015. Can China Achieve Its Carbon Itensity Target By 2020 While Sustaining Economic Growth?. Ecological Economics. 119:209-216.