تخمین ارزش اقتصاد غیررسمی در ایران برمبنای متغیّرهای زیست‌محیطی، رهیافت فیلترکالمن

مجید مداح[1]　　فروغ السادات نوع ایران[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۲/۰۹　　تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۷

چکیده

اقتصاد غیررسمی و یا اقتصاد گزارش‌نشده، یکی از مشکلات کشورهای در حال توسعه است که کارایی فعالیت‌های اقتصادی در بخش رسمی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. از آنجا که فعالیت اقتصاد غیررسمی معمولاً با فرار از قوانین و مقرّرات محیط‌زیست همراه است، این بخش، یکی از عوامل آلوده‌کنندهٔ هوا در کشورها به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه به شمار می‌رود. از طرف دیگر، حجم فعالیت‌های صنعتی و مساحت جنگل نیز از عوامل‌مؤثر بر آلودگی هستند. دراین مقاله، متغیّر پنهانِ اقتصاد غیررسمی که برابر است با تفاوت تولیدکل و گزارش‌شده، با استفاده از روش فیلترکالمن و برمبنای متغیرهای زیست‌محیطی شامل انتشار دی‌اکسیدکربن و مساحت جنگل برای اقتصاد ایران، طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۵۹ تخمین‌زده شده است. نتایج نشان می‌دهد که رابطهٔ بلندمدت و معنی‌داری میان تولیدکل، مساحت جنگل‌ها و تعداد کارگاه‌های صنعتی با انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران وجود دارد. این رابطه به ترتیب مستقیم، غیر مستقیم و مستقیم برآورد شده و اندازه ضریب تاثیر سه متغیر فوق الذکر بر انتشار دی‌اکسیدکربن به ترتیب برابر با ۰/۵۸۹، ۱/۶۵- و ۰/۰۵۷ است. بر اساس نتایج بدست آمده، تولیدکل برآورد شده، در تمامی سال‌ها از تولید گزارش‌شده بیش‌تراست که بر این اساس، وجود اقتصاد غیررسمی در ایران، تأیید می‌شود. سهم اقتصاد غیررسمی از تولید ناخالص واقعی کشور در سال‌های مورد مطالعه، به‌طور متوسط ۳۵/۶ درصد برآورد شده است.

واژگان کلیدی: تولید گزارش‌شده، تولید گزارش‌نشده، اقتصاد غیررسمی، انتشار دی‌اکسیدکربن، جنگل، کارگاه‌های صنعتی، فیلترکالمن.

JEL: O17, Q59, C52.

۱. استادیار دانشگاه سمنان، دانشکدهٔ اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، Email: majid.maddah@profs.semnan.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشکدهٔ اقتصاد، مدیریت و علوم اداری دانشگاه سمنان، Email:forough_2004_n@yahoo.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

۱. مقدمه

یکی از مسائل مهم کشورهای در حال توسعه این است که بخشی از فعالیت‌های اقتصادی در حساب‌های رسمی ثبت نمی‌شود[1] که اقتصاد غیررسمی[2] نام دارد. ماهیّت پنهان فعالیت‌های اقتصادی در بخش غیررسمی موجب پنهان ماندن آمار و اطلاعات فعالیت‌های این بخش و عدم ثبت آن در بخش رسمی کشور می‌شود که این مسأله دولت را در انجام سیاست‌های اقتصادی خود با مشکل مواجه می‌کند. از سوی دیگر باتوجه به آن‌که اقتصاد غیررسمی عمدتاً با فرار مالیاتی[3] روبرو است، می‌توان گفت: با شکل‌گیری و رشد اقتصاد غیررسمی، درآمدهای مالیاتی دولت کاهش خواهد یافت که در این صورت، منابع کم‌تری برای اجرای سیاست‌های تخصیصی و توزیعی دولت تخصیص می‌یابد و در نتیجهٔ کارایی سیاست‌های اقتصادی دولت کاهش خواهد یافت. قاچاق کالا[4]، فعالیت‌های غیرقانونی خانوار و عدم رعایت استانداردها و مقرّرات رسمی در تولید از جمله مصداق‌های اقتصاد غیررسمی در کشورهای در حال توسعه هستند که وجود آن‌ها محدودیت‌هایی را برای تولید کالاهاو خدمات دربخش رسمی به‌وجود می‌آورد و کاهش رشد اقتصادی و یا افزایش بیکاری در بازار رسمی را به‌همراه دارد. این عوامل نشان می‌دهند که اقتصاد غیررسمی، هزینه‌هایی را بر نظام سیاست‌گذاری وارد می‌کند تا جایی‌که می‌تواند در برقراری ثبات اقتصادی اخلال ایجاد کند. اقتصاد غیررسمی همانند اقتصاد رسمی با متغیرهای مختلفی مثل آلودگی هوا در ارتباط است. با افزایش فعالیت‌های اقتصاد غیررسمی، مصرف انواع انرژی‌ها افزایش خواهد یافت که بر این اساس انتظار می‌رود با گسترش حجم اقتصاد غیررسمی، مقدار آلودگی هوا نیز افزایش یابد. با توجه به اثرات نامطلوب اقتصاد غیررسمی بر رشد اقتصادی و کارایی سیاست‌های اقتصادی دولت و همچنین اثرات اقتصاد غیررسمی بر متغیرهای زیست‌محیطی مثل آلودگی هوا این سؤال مطرح می‌شود که حجم اقتصاد غیررسمی در اقتصاد ایران برمبنای متغیرهای زیست‌محیطی چقدر است و چه سهمی از تولید ناخالص داخلی کشور به اقتصاد غیررسمی اختصاص دارد؟ هدف از ارائه این مقاله یافتن پاسخی مناسب به این پرسش است. به این منظور با تعریف اقتصاد غیررسمی به‌صورت تفاوت میان تولید گزارش‌شده و کل تولید شامل تولید گزارش‌شده و گزارش‌نشده برمبنای متغیرهای زیست‌محیطی از رهیافت فیلترکالمن[5] و آزمون‌های اقتصادسنجی برای برآورد حجم اقتصاد غیررسمی در ایران طی سال‌های(۱۳۸۸-۱۳۵۹) استفاده خواهد شد.

1. Unrecorded Activities
2. Informal Economy
3. Tax Evasion
4. Smuggling
5. Kalman Filter

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

۲. مروری بر پیشینهٔ تحقیق

مطالعات مختلفی در سطح کشورها در زمینهٔ حجم، علل و آثار اقتصاد غیررسمی انجام شده است. یکی از مطالعات جامع در این حوزه به بررسی‌های توماس اختصاص دارد. وی در یک تقسیم‌بندی کلی، اقتصاد هر کشور را به دو بخش رسمی و غیررسمی تقسیم‌بندی کرد. ملاک این تقسیم‌بندی قابلیت ثبت و گزارش فعالیت‌های اقتصادی به‌طور رسمی است. توماس(۱۹۹۱)[1] در تعریف اقتصاد غیررسمی اظهار داشته است: کلیّه فعالیت‌هایی که به عللی در حساب‌های ملی منظور نمی‌شوند جزء اقتصاد غیررسمی‌اند. بنابه این تعریف فعالیت‌های اقتصاد غیررسمی به چهار بخش خانوار[2]، غیررسمی[3]، نامنظم[4] و غیرقانونی[5] تقسیم می‌شوند. در مطالعهٔ دیگری، تانزی (۱۹۸۲)[6] فعالیت‌های غیررسمی را با عنوان اقتصاد زیرزمینی[7] معرفی و فعالیت‌هایی که ماهیتاً قانونی‌اند، ولی به‌علّت عدم‌پرداخت مالیات و عدم‌رعایت برخی قوانین دولتی به مقامات رسمی گزارش نمی‌شوند را به‌عنوان جزء اقتصاد زیرزمینی دانست. فایگ (۱۹۹۰)[8] نیز با تأکید بر این موضوع که نقض قوانین نهادی موجب شکل‌گیری فعالیت‌های اقتصاد غیررسمی می‌شود، رعایت قواعد نهادی را به‌عنوان ملاک فعالیت‌های رسمی وغیررسمی معرفی کرد.

چاگ و اوپال (۱۹۸۶)[9] با طرح موضوع اقتصاد سیاه[10] یا غیررسمی در هند، به معرفی مفاهیمی مانند پول سیاه شامل پول‌هایی که از روش غیرقانونی به دست می‌آید، درآمد گریخته از مالیات که درآمدهای گزارش‌نشده با منبع فعالیت‌های قانونی یا غیرقانونی را در بر می‌گیرد و درآمد سیاه که از قاچاق، فرارمالیاتی، بازار سیاه حاصل می‌شود، پرداخته‌اند.در پژوهشی اشنایدرو انست (۲۰۰۴)[11] با در نظرگرفتن یک اقتصاد دوگانه[12] شامل دو بخش رسمی و غیررسمی وطبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی در آن نتیجه گرفتند: در بخش اوّل اقتصاد که رسمی نام دارد، بنگاه‌ها و خانوارهایی قرار می‌گیرند که توسط قانون کنترل می‌شوند، مالیات می‌پردازند و تولیدات خود را در بازار به فروش می‌رسانند. بخش دوّم غیررسمی نام

1. Thomas
2. Household
3. Informal
4. Underground
5. Criminal
6. Tanzi
7. Underground Economy
8. Feige
9. Chugh & Uppel
10. Black Economy
11. Schneider & Enste
12. Dual Economy

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

دارد که در آن فعالیت‌های اقتصادی انجام می‌شود که در تولید ناخالص ملی به حساب نمی‌آیند، حتّی اگر ارزش افزوده‌ای به ازای آن‌ها ایجاد شود.

بخشی از مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ اقتصاد غیررسمی به برآورد حجم آن و شناسایی علل و آثار آن اختصاص دارد که در این زمینه از روش‌های مختلفی استفاده شده است. یکی از این روش‌ها استفاده از منابع اطلاعاتی خرد برای تخمین حجم اقتصاد غیررسمی است. در این روش تفاوت بین درآمدهای گزارش‌شده و درآمدهای گزارش‌نشده به‌عنوان شاخص بیانگراقتصاد غیررسمی معرفی می‌شود، این روش پرهزینه است و احتمال عدم‌همکاری مصاحبه‌شوندگان در بیان واقعیّت وجود دارد. در این ارتباط به بررسی‌های کلاتفلتر(۱۹۸۳)[1] می‌توان اشاره کرد. وی در پژوهشی با استفاده از اطلاعات یک نمونهٔ تصادفی، تفاوت میان مالیات دریافتی و مالیات واقعی که هر مؤدّی باید پرداخت کند را به‌عنوان میزان فرار مالیاتی تعریف کرد و مقدار آن را در اقتصاد آمریکا تخمین زد. روش دیگر رویکرد معاملاتی است. دراین روش که توسط فایگ(۱۹۷۹)[2] مطرح شد، تفاوت میان ارزش کل معاملات و تولید اسمی به‌عنوان اندازهٔ اقتصاد ثبت‌نشده در نظرگرفته می‌شود. کیگان(۱۹۵۸) با بیان این موضوع که افزایش تقاضای پول نقد می‌تواند ناشی از رشد معاملات غیرقانونی در اقتصاد باشد، رابطهٔ میان نسبت پول نقد به پول با درآمد مشمول مالیات، درآمد سرانه و نرخ سود سپرده‌های بانکی را به‌عنوان روش اندازه‌گیری اقتصاد غیررسمی معرفی کرد. رویکرد پولی کیگان در سال‌های بعد توسط تانزی(۱۹۸۳)[3] برای برآورد حجم اقتصاد غیررسمی در آمریکا طی سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۸۰ استفاده شد. در مدل تانزی افزایش مالیات به‌عنوان یکی از علل رشد اقتصاد غیررسمی در امریکا معرفی شده است. در روش دیگر کافمن و کالیبردا(۱۹۹۶)[4] با فرض این‌که مصرف جریان‌الکتریسیته عامل فیزیکی مناسبی برای نشان‌دادن کل فعالیت‌های اقتصادی است، اظهار داشتند: فعالیت‌های اقتصادی رسمی یا غیررسمی نهادهٔ انرژی به ویژه الکتریسیته مصرف می‌کنند که بر این اساس با فرض آن‌که کشش کوتاه‌مدت الکتریسیته نسبت به تولید ناخالص داخلی یک باشد، اختلاف بین تولیدکل و ثبت‌شده، حجم اقتصاد غیررسمی رانشان می‌دهد. اشنایدر و انست(۲۰۰۰)[5] در مقاله‌ای بااستفاده از روش‌های تقاضای پول و مصرف الکتریسیته حجم اقتصاد غیررسمی را برای ۷۶ کشور در دورهٔ زمانی(۹۳-۱۹۹۰) تخمین زدند، براساس نتایج این پژوهش در برخی کشورها مثل مصر و تایلند

1. Clotfelter
2. Feige
3. Tanzi
4. Kaufman & Kaliberda
5. Schneider & Enste

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

حدود ۷۵ درصد تولید به اقتصاد غیررسمی اختصاص داشته است.فری و وک هانمان(۱۹۸۳)[1] نخستین اقتصاددانانی هستند که از روش تحلیل مسیر[2] برای برآورد اقتصاد غیررسمی در هفت کشور عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه بااستفاده از داده‌های مقطعی استفاده کردند. در این روش که مبتنی بر ادبیات متغیرهای پنهان[3] یا مشاهده‌نشده[4] است، متغیر پنهان اقتصاد غیررسمی برمبنای اطلاعات متغیرهای علّی و نمایانگر اقتصاد غیررسمی در چارچوب یک مدل(MIMIC)[5] تخمین زده می‌شود.درسال‌های بعد گیلز(۱۹۹۹)[6] و تدز و گیلز(۲۰۰۰)[7] از این روش برای تخمین اندازهٔ و رشد اقتصاد غیررسمی در نیوزلند و کانادا استفاده کردند. همچنین اشنایدر(۲۰۰۴)[8] از این روش برای تخمین حجم اقتصاد غیررسمی در ۱۱۰ کشور طی سال‌های(۲۰۰۰-۱۹۹۹) استفاده کرد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد: میانگین سهم اقتصاد غیررسمی از تولید ناخالص داخلی در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته به‌ترتیب ۴۱ و ۱۷ درصد است.

رشد اقتصاد رسمی و غیررسمی تابع عوامل مختلفی از جمله متغیرهای زیست‌محیطی است که این موضوع در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این ارتباط دیدگاه بلاکمن[9](۲۰۰۰) معتقد است: از اثرات معنی‌دار اقتصاد غیررسمی بر تخریب محیط‌زیست نمی‌توان صرف‌نظر کرد چون بخش غیررسمی فعالیت‌هایی مثل کوره‌های آجرپزی، تولید چرم و دبّاغی، انواع فلزات، استخراج مواد معدنی و عبور و مرور در شهرها با ماشین‌های قدیمی و فرسوده را در بر می‌گیرد که موجب افزایش آلودگی هوا می‌شود. در مطالعات انجام شده توسط بلاکمن و بنیستر[10](۱۹۹۸)، بلاکمن(۲۰۰۰) اثر کوزه‌های آجرپزی بر آلودگی در مکزیک، لاهیری[11](۲۰۰۴) اثر استخراج معادن بر آلودگی در آسیا (۲۰۰۴) تأیید شده است. رابطهٔ مستقیم بین اقتصاد غیررسمی و آلودگی در پژوهش انجام‌شده توسط بیزواس، فرزانگان و تام[12](۲۰۱۲) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهشگران در مقاله‌ای باعنوان آلودگی، اقتصاد غیررسمی و فساد اقتصادی ابتدا با ماکزیمم‌سازی تابع سود بنگاهی که تولیدات آن به بخش رسمی یا غیررسمی اختصاص دارد، نتیجه گرفتند: با وجود اقتصاد غیررسمی، قوانین سخت

1. Frey & Weck-Hanneman
2. Path Analysis
3. Latent Variables
4. Unobserved Variables
5. Multiple Indicators Multiple Causes
6. Giles
7. Tedds & Giles
8. Schneider
9. Blackman
10. Blackman & Bannister
11. Lahiri
12. Biswas & Farzanegan & Thum

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

زیست‌محیطی منجر به افزایش تولید در بخش غیررسمی می‌شود و اثر آن بر آلودگی مبهم است. هر چه میزان فساد اقتصادی بیش‌تر باشد، فعالیت شرکت‌ها در بخش غیررسمی همراه با فرار بیش‌تر از قوانین زیست‌محیطی است که در نتیجهٔ آن آلودگی افزایش خواهد یافت بنابراین رشد اقتصاد غیررسمی و رشد آلودگی رابطهٔ مستقیمی با هم دارند. نتایج تخمین مدل برای ۱۰۰ کشور در دورهٔ زمانی(۲۰۰۵-۱۹۹۹) این ارتباط را از لحاظ تجربی تأیید می‌کند.

کرنفیل و ازکایا(۲۰۰۷)[1] با در نظرگرفتن اثر تولید کل شامل جمع تولید گزارش‌شده و گزارش‌نشده، جمعیّت و مساحت جنگل بر میزان انتشاردی‌اکسیدکربن و فرض الگوی خودرگرسیون مرتبهٔ اوّل برای ارزش تولید کل یک سیستم معادلات فضای حالت را تشکیل دادند و برمبنای آن بااستفاده از روش فیلترکالمن ابتدا حجم تولید کل در ترکیه را طی سال‌های(۲۰۰۳-۱۹۷۳) تخمین زدند و سپس با تعریف ارزش اقتصاد غیررسمی به‌صورت تفاوت ارزش تولید کل و تولید گزارش‌شده، ارزش اقتصاد غیررسمی را در این کشور طی دورهٔ تحت بررسی به‌دست آوردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد: بین ۱۲ تا ۳۰ درصد از تولید ناخالص داخلی در ترکیه طی سال‌های مختلف به اقتصاد غیررسمی(تفاوت تولید کل و تولید گزارش‌شده) اختصاص داشته است.در پژوهش‌های دیگری نیز عوامل‌موثر بر انتشاردی‌اکسیدکربن مورد شناسایی قرار گرفته است. با توجه به این‌که فرایند توسعهٔ صنعتی و رشد جمعیت در سطح کشورها، افزایش واحدهای صنعتی، ترافیک بیش‌تر و مصرف بیش‌تر سوخت‌های فسیلی را به‌همراه دارد، نمی‌توان از اثرات گسترش فعالیت‌های صنعتی و افزایش واحدهای تولیدی در بخش صنعت بر میزان انتشارآلاینده‌ها و دی‌اکسیدکربن صرف‌نظر کرد.

در داخل کشور نیز مطالعات مختلفی در زمینهٔ تخمین اندازهٔ اقتصاد غیررسمی انجام شده است. پیشینهٔ این مطالعات به بررسی‌های خلعت‌بری(۱۳۶۹) باز می‌شود که وی از روش نسبت نقد برای برآورد اقتصاد غیررسمی در سال ۱۳۶۵ استفاده کرد و مقدار آن را ۱۴ تولید برآورد کرد. در مطالعهٔ دیگری خلعت‌بری بااستفاده از روش اختلاف هزینه و درآمد خانوار نتیجه گرفت: در دورهٔ مورد بررسی خانوارها مخارج خود را ۱۹/۷ درصد بیش‌تر از درآمدها گزارش نموده‌اند که این رقم می‌تواند به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری اقتصاد غیررسمی در ایران مطرح باشد. روش پولی در مطالعات دیگری توسط طاهرفر(۱۳۷۶) و باقری گرمارودی(۱۳۷۷)و اشراف‌زاده و مهرگان(۱۳۷۷) برای تخمین حجم اقتصاد غیررسمی در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. عرب مازار یزدی(۱۳۸۰) برای اولین‌بار روش MIMIC را برای بررسی علل و آثار اقتصاد غیررسمی و اندازهٔ آن در اقتصاد ایران به‌کار برد. وی که از عنوان اقتصاد سیاه برای مبادلات

1. Karanfil & Ozkaya

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

غیررسمی استفاده کرد، متوسط حجم اقتصاد سیاه در ایران را ۱۱ درصد تولید در دورهٔ(۷۷-۱۳۴۷) برآورد کرد. از روش MIMIC پژویان و مداح(۱۳۸۵) و مداح(۱۳۸۷) نیز برای برآورد حجم قاچاق کالا در ایران طی سال‌های(۸۱-۱۳۴۹) استفاده کردند و یک سری زمانی برای قاچاق کالا به‌دست آوردند. از جمله محدود مطالعات انجام‌شده بااستفاده از روش فیلترکالمن در داخل کشور به برآورد نایرو(نرخ بیکاری بدون تورم فزاینده)توسط عباسی‌نژاد و گودرزی‌فراهانی(۱۳۹۰) می‌توان اشاره کرد که در آن پس از تخمین نایرو برای اقتصاد ایران در دورهٔ زمانی(۱۳۸۹-۱۳۴۰) اثر سیاست‌های پولی با توجه به نرخ بیکاری بدون تورم مورد بررسی قرار گرفته است.

۳. روش‌شناسی تحقیق و یافته‌های پژوهش

۱.۳. فیلترکالمن

رهیافت فیلترکالمن از مجموعه معادلات ریاضی تشکیل شده است که معادلات حالت[1] و اندازه‌گیری[2] را به‌طور همزمان برای به‌دست آوردن حالات مشاهده نشده حل می‌کند. این روش بااستفاده از اطلاعات متغیرهای مشاهده شده پس از حداقل‌کردن خطا، بردار مقادیر متغیر مشاهده‌نشده[3] را به شکل بهینه‌ای تخمین می‌زند. فیلترکالمن یک روش بازگشتی برای محاسبهٔ تخمین‌های بهینهٔ بردار وضعیت مشاهده‌نشده براساس مجموعه اطلاعاتی مناسب است. این روش در مدل فضای حالت[4] به‌کار گرفته می‌شود و الگوریتم آن یک راه حل بازگشتی برای بهینه‌کردن سیستم توصیف شده در فضای حالت ارائه می‌کند. این راه‌حل از داده‌های موجود برای بهینه‌کردن داده‌های قبلی استفاده می‌کند. فیلترکالمن روشی است که در آن به جای آن‌که از ذخیرهٔ تمام داده‌های قبلی برای به‌دست‌آوردن داده‌های بعدی و تصحیح مدل استفاده شود، با استفاده از مدل‌های ریاضی به طور مستقیم مدل تصحیح می‌شود. به‌بیان ریاضی معادلات فضای حالت[5] در فرایند فیلترکالمن جهت تخمین متغیر حالت $x \in R^n$ به‌صورت زیر معرفی می‌شوند:

معادلهٔ حالت: $$x_{t+1} = Fx_t + \omega_t \quad (۱)$$

معادلهٔ اندازه‌گیری: $$y_t = Hx_t + \upsilon_t \quad (۲)$$

که در آن ω و υ بردارهایی با ویژگی اختلال سفید[6] هستند:

1. State Equation
2. Equation Observation
3. Unobserved Values
4. State Space
5. State Space Equations
6. White Noise

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

$$P(\omega) : N(0, Q)$$

$$P(\upsilon) : N(0, R)$$

همچنین در معادلات (۱) و(۲) y_t بردار $n \times 1$ از متغیرهای مشاهده‌شده در زمان t و x_t بردار $r \times 1$ از متغیرهای مشاهده‌نشده در زمان t می‌باشند. اگر $\hat{x}_t -$ تخمین پیشین و $\hat{x}_t +$ تخمین پسین حالت در زمان t باشند، تخمین پیشین، بدون مشاهدهٔ y_t و تخمین پسین با در نظرگرفتن مشاهدهٔ y_t انجام می‌شود. حال اگر حالت واقعی در زمان t به‌صورت x_t در نظرگرفته شود. داریم:

خطای تخمین پیشین: $e_t - = x_t - \hat{x}_t -$

خطای تخمین پسین: $e_t + = x_t + \hat{x}_t +$

کوواریانس خطای پیشین: $P_t - = E(e_t - . e'_t -)$

کوواریانس خطای پسین: $P_t + = E(e_t + . e'_t +)$

هدف فیلترکالمن آن است که $\hat{x}_t +$ را به‌صورت ترکیب خطی از $\hat{x}_t -$ و ضریب خطای اندازه‌گیری تخمین بزند:

$$\hat{x}_t - = \hat{x}_t - + k_t (y_t - H \hat{x}_t -)$$

در معادلهٔ بالا $(y_t - H \hat{x}_t -)$ خطای اندازه‌گیری و ضریب k_t ضریب کالمن است که باید طوری انتخاب شود که کوواریانس خطای پسین حداقل شود که در این صورت اندازه‌گیری انجام شده قابل‌اعتماد است.[۱]

۲.۳. فیلترکالمن و تخمین اقتصاد غیررسمی

جهت برآورد اقتصاد غیررسمی در ابتدا اطلاعات اولیّه در راستای هدف تحقیق و برمبنای مدل کرنفیل و ازکایا داده‌های مورد نیاز شامل تولید ناخالص داخلی مشاهده‌شده (GDP)[۲] از بانک مرکزی(برحسب میلیارد ریال و به قیمت ثابت ۱۳۷۶)، تعداد کارگاه‌های صنعتی با ده نفر کارکن و بیش‌تر از مرکز آمار

۱. فرآیند فیلترکالمن در نمودار پیوست ارایه شده است، برای آشنایی با جزییات روش فیلترکالمن به منابع مربوطه رجوع شود.

2. Observed GDP

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

ایران، انتشار دی‌اکسیدکربن از بانک جهانی(برحسب کیلوتن)، مساحت جنگل از سازمان جنگل‌ها و مراتع (برحسب هکتار) در دورهٔ زمانی(۱۳۸۸-۱۳۵۹) استخراج شدند.[۱]

استفاده از روش فیلترکالمن جهت تخمین حجم اقتصاد غیررسمی منوط به تشکیل سیستم معادلات مربوطه است، به این منظور معادلات(۳) و (۴) در چارچوب سیستم معادلات(۱) و(۲) در نظرگرفته می‌شوند.

$$x_t = Fx_{t-1} + \omega_t \qquad (۳)$$

$$y_t = Hx_t + Az_t + \upsilon_t \qquad (۴)$$

که در آن اجزای اخلال مدل برمبنای همان تعریف ارائه شده در قسمت (۱.۳) معرفی می‌شوند. y_t بردار داده‌های انتشار دی‌اکسیدکربن، x_t بردار داده‌های متغیّر مشاهده نشده تولید کل، z_t بردار داده‌های متغیّرهای برونزای مدل شامل تعداد کارگاه‌های صنعتی و مساحت جنگل را نشان می‌دهند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود براساس معادلهٔ (۴) متغیر مشاهده‌نشدهٔ تولید کل از عوامل توضیح دهندهٔ آلودگی است، فرض می‌شود متغیّر تولید کل مشاهده‌نشده از الگوی خودرگرسیون مرتبهٔ اول تبعیّت می‌کند که مقدار بهینهٔ آن در فرآیند فیلترکالمن از طریق معادلهٔ (۳) به‌دست می‌آید. در تخمین مدل از لگاریتم سرانهٔ متغیّرها استفاده شده است. برای تخمین اقتصاد غیررسمی برمبنای سیستم معادلات (۳) و (۴) مراحل زیر انجام شده است:

ویژگی‌های آماری تولید ناخالص داخلی گزارش شد(GDP) از طریق انجام آزمون مانایی[۲] نشان داد که فرض نامایی را نمی‌توان درمورد تولید ناخالص داخلی رد کرد و این متغیّر شاخص جمعی[۳] از مرتبهٔ اول، $I(1)$، است. فرض می‌شود تولید کل (GDP^c)شامل تولید گزارش‌شده و تولید گزارش‌نشده نیز دارای همین ویژگی یعنی $I(1)$ است که بر این اساس داریم:

$$LNPGDP^c{}_t = \gamma + \delta t + \beta LNPGDP^c{}_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (۵)$$

در این معادله γ یک عدد ثابت است، t روند زمانی را نشان می‌دهد، $LNPGDP^c{}_t$ لگاریتم تولید واقعی سرانه کل و $LNPGDP^c{}_{t-1}$ وقفهٔ اوّل لگاریتم تولید واقعی سرانه کل را نشان می‌دهند. ε_t بیانگر شوک‌های وارده به سیستم است که فرض می‌شود i.i.d با میانگین صفر و واریانس ثابت است. جدول ۱

۱. اطلاعات متغیرهای مورد استفاده جهت تخمین مدل در جدول پیوست ۲ ارائه شده است.

2. Stationary

3. Integrated

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی

نتایج حاصل از تخمین مدل(۵) را که داده‌های تولید کل آناز روش فیلترکالمن به‌دست آمده است را نشان می‌دهد.

جدول۱. نتایج تخمین رگرسیون لگاریتم تولیدکل در دوره t بر روی وقفهٔ اول لگاریتم تولیدکل

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
γ	۰/۱۶۵	۰/۱۱۲۱	۱/۵	۰/۱۵۱۹
t	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱۸	۲/۶	۰/۰۱۶۷
$LNPGDP^c_{t-1}$	۰/۸۵۶	۰/۰۸۵۲	۱۰	۰/۰۰۰

منبع : یافته‌های پژوهش

نتایج تخمین مدل نشان‌دهندهٔ اثرات مثبت روند و وقفهٔ اوّل تولید کل بر تولیدکل است. این متغیّرها در سطح بالای آماری معنی‌دار هستند.درمرحلهٔ بعد مدل زیر را که مبیّن عوامل‌موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) است را در نظر می‌گیریم:

$$LNCO_{2t} = \alpha_1 LNPFOREST_t + \alpha_2 LNPGDP^c{}_t + \alpha_3 LNPSANAT_t + \omega_t \quad (۶)$$

در این مدل $LNCO_2$: لگاریتم دی‌اکسیدکربن است و $LNPFOREST$، $LNPGDP^c_t$، $LNPSANAT$ متغیرهای توضیح‌دهندهٔ تغییرات لگاریتم دی‌اکسیدکربن شامل لگاریتم جنگل سرانه، لگاریتم تولید سرانهٔ کل و لگاریتم تعداد کارگاه‌های صنعتی سرانه هستند. انتظار می‌رود رابطهٔ مستقیمی میان تولید کل و تعداد کارگاه‌های صنعتی با انتشار دی‌اکسیدکربن و رابطهٔ غیرمستقیم میان جنگل و انتشار دی‌اکسیدکربن وجود داشته باشد. نتایج آزمون مانایی نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مدل نامانا و انباشتهٔ از مرتبهٔ اول $I(I)$ هستند که بر این اساس آزمون هم‌انباشتگی[1] میان متغیرها موضوعیّت پیدامی‌کند و این بحث مطرح می‌شود که آیا یک رابطهٔ هم‌انباشتگی میان متغیرهای مدل (۶) می‌توان پیدا کرد:

$$\beta_1 LNCO_{2t} + \beta_2 LNPFOREST_t + \beta_3 LNPGDP^c{}_t + \beta_4 LNPSANAT_t \sim I(0)$$
$$b:\left[1,\ -\frac{\beta_2}{\beta_1},\ -\frac{\beta_3}{\beta_1},\ -\frac{\beta_4}{\beta_1}\right] \leftrightarrow b:\left[1,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3\right] \quad (۷)$$

1. Cointegration

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

نتایج آزمون هم‌جمعی یوهانسون[1] که در جدول ۲ ارایه شده است، وجود حداقل یک رابطهٔ هم‌جمعی میان متغیّرهای مدل (۲) را تأیید می‌کند. براساس نتایج آزمون هم‌جمعی می‌توان اظهار داشت: رابطهٔ مستقیم و بلندمدت با ضرایب ۰/۵۸۹ و ۰/۰۵۷ بین تولید وتعداد کارگاه‌های صنعتی با انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد که همگی در سطح بالایی معنی‌دار هستند. همچنین علامت جنگل منفی و مطابق انتظار به‌دست آمده است که نشان‌دهندهٔ وجود رابطهٔ غیر مستقیم با ضریب (۱/۶۵-) بین جنگل و انتشار دی‌اکسیدکربن است.

جدول ۲. نتایج آزمون یوهانسون در بررسی ارتباط همجمعی بین متغیرهای دی‌اکسیدکربن، مساحت جنگل، تولید ناخالص داخلی و تعداد کارگاه‌های صنعتی

مقادیرویژه	فرضیه صفر:تعدادبردار	اثر	حداکثرمقدار	مقادیر بحرانی در سطح ۹۵٪	
				اثر	حداکثرمقدار
۰/۶۴۲۸۱۴	۰	۵۹/۵۴۰۷۲	۲۸/۸۲۵۹۶	۴۷/۸۵۶۱۳	۲۷/۵۸۴۳۴
۰/۵۰۳۴۹۵	۱	۳۰/۷۱۴۷۶	۱۹/۶۰۴۵۳	۲۹/۷۹۷۰۷	۲۱/۱۳۱۶۲
۰/۳۲۲۸۰۵	۲	۱۱/۱۱۰۲۳	۱۰/۹۱۴۲۸	۱۵/۴۹۴۷۱	۱۴/۲۶۴۶
۰/۰۰۶۹۷۴	۳	۰/۱۹۵۹۴۷	۰/۱۹۵۹۴۷	۳/۸۴۱۴۶۶	۳/۸۴۱۴۶۶
ضرایب همجمعی نامحدود		β_4	β_3	β_2	β_1
		۱/۶۶۰۲۱۸	۱۷/۱۰۳۷۸	-۴۷/۸۸۵۸۸	-۲۸/۹۹۲۶۶
ضرایب همجمعی هنجار		α_3	α_2	α_1	
		۰/۰۵۷	۰/۵۸۹	-۱/۶۵	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج آزمون هم جمعی منتج از جدول۲ معادلهٔ مشاهده یا اندازه‌گیری زیر به‌دست می‌آید:

$$LNCO_{2t} = -1/65LNPFOREST_t + 0/589LNPGDP^x{}_t + 0/057LNPSANAT_t + \omega_t \quad (۸)$$

براساس این رابطه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و تولیدکل سرانه شامل تولید گزارش‌شده و تولید گزارش نشده، مساحت جنگل سرانه و تعداد کارگاه‌های صنعتی سرانه با ضرایب ۰/۵۸۹، (۱/۶۵-) و ۰/۰۵۷ یک رابطهٔ بلندمدت و معنی‌دار وجود دارد.

نتایج آزمون‌های آماری که در جدول۳ ارائه شده است، بیانگر آن است که $\omega(t)$ به دلیل وجود ارتباط میان اجزاء اخلال، اختلال سفید نیست($\omega_t \sim AR(1)$)که نباید این‌گونه باشد، این نتیجه موجب شد تا برای ایجاد جزء اخلال $i.i.d$ که از ویژگی‌های فیلترکالمن است، ω_t بر روی ω_{t-1} رگرس شود که نتایج آن

1. Johansen Test

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

براساس اطلاعات جدول ۴ به شرح زیر است، در جزء خطای این معادله بر اساس نتایج آزمون آماری انجام شده در جدول ۵ جزء اخلال، سفید است.

$$\omega_t = 11/18 + 0/003t + 0/45\omega_{t-1} + u_t \qquad (۹)$$

جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون *LM*، وجود خودهمبستگی در اجزاء اخلال معادلهٔ(۸)

آمارهٔ *F*	۱۷/۹
احتمال	۰/۰۰۰۰۱۵

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ٤. نتایج حاصل از تخمین مدل $\omega_t = \varphi_1 + \varphi_2 t + \varphi_3 \omega_{t-1} + u_t$

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
φ_1	۱۱/۱۸	۳/۱۴۱	۳/۵۵	۰/۰۰۱۵
t	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱۸	۱/۹۴	۰/۰۶۳۲
ω_{t-1}	۰/۴۵	۰/۱۵۲۵	۳/۰۰۴	۰/۰۰۵۸

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ٥. نتایج حاصل از آزمون *LM*، وجود خودهمبستگی در اجزاء اخلال معادلهٔ (۹)

آمارهٔ *F*	۰/۴۳۳۱
احتمال	۰/۶۵۳۴

منبع: یافته‌های پژوهش

در فیلترکالمن بایدجزءاخلال مشاهدات، سفید باشدکه بر این اساس نتایج معادلهٔ (۹) را در (۸) جایگذاری می‌کنیم که در نتیجهٔ آن معادلهٔ اندازه‌گیری فیلترکالمن به دست می‌آید، این معادله همانند معادلهٔ (۴) از سیستم معادلات فیلترکالمن است. از سوی دیگر براساس نتایج جدول۱ می‌توان نوشت:

$$LNPGDP^c{}_t = 0/165 + 0/004t + 0/856LNPGDP^c{}_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (۱۰)$$

این رابطه معرّف معادلهٔ حالت در فیلترکالمن است که همانند معادلهٔ (۳) از سیستم معادلات فیلترکالمن است، پروسهٔ فیلترکالمن براساس معادلات (۸) با جزء اخلال سفید و (۱۰) مقادیر بردار حالت $LNPGDP^c{}_t$، متغیر مشاهده‌نشده، را تخمین می‌زند که جدول۶ و نمودار۱ ارزش تولیدکل (شامل تولید گزارش‌شده و نشده) و روند آن‌را طی سال‌های(۱۳۸۸-۱۳۵۹) نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول۶ ملاحظه می‌شود مقادیر تولیدکل در همهٔ سال‌های تحت بررسی بیش‌تر از ارقام تولید ناخالص داخلی گزارش‌شده است، همچنین در نمودار۱ منحنی تولیدکل بالای نمودار تولید گزارش‌شده است یعنی در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

تمامی سال‌های مورد بررسی ارقام تولید کل از ارقام تولید گزارش‌شده که توسط مرکز آمار ایران گزارش‌شده ، بیش‌تر است. تفاوت بین تولید کل و گزارش‌شده که مثبت است نشان‌دهندهٔ تولید ناخالص داخلی گزارش‌نشده یا ارزش اقتصاد غیررسمی است.

جدول٦. ارزش تولید ناخالص داخلی کل، مشاهده‌شده و مشاهده‌نشده(غیررسمی) برآوردی

به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)

سال	تولید خالص داخلی گزارش شده	تولید ناخالص داخلی گزارش نشده	تولید ناخالص داخلی کل
۱۳۵۹	۱۷۸۱۴۹	-	۱۷۸۱۴۹
۱۳٦۰	۱۷۰۲۸۱	۱۴۵۶۷۹/۵	۳۱۵۹۶۰/۵
۱۳٦۱	۱۹۱۶۶۷	۱۸۱۸۳۲/۶	۳۷۳۴۹۹/۶
۱۳٦۲	۲۱۲۸۷۷	۱۵۲۳۱۸/۵	۳۶۵۱۹۵/۵
۱۳٦۳	۲۰۸۵۱۶	۱۲۹۴۷۷/۸	۳۳۷۹۹۳/۸
۱۳٦٤	۲۱۲۶۸۶	۱۱۶۹۳۹/۶	۳۲۹۶۲۵/۶
۱۳٦۵	۱۹۳۲۳۵	۱۰۲۱۶۹/۲	۲۹۵۴۰۴/۲
۱۳٦٦	۱۹۱۳۱۲	۹۲۰۰۵/۱	۲۸۳۳۱۷/۱
۱۳٦۷	۱۸۰۸۲۳	۱۰۶۸۹۸/۲	۲۸۷۷۲۱/۲
۱۳٦۸	۱۹۱۵۰۳	۱۰۱۵۰۴/۱	۲۹۳۰۰۷/۱
۱۳٦۹	۲۱۸۵۳۹	۱۰۳۶۴۱/۳	۳۲۲۱۸۰/۳
۱۳۷۰	۲۴۵۰۳۶	۹۴۴۴۷/۳	۳۳۹۴۸۳/۳
۱۳۷۱	۲۵۴۸۲۲	۹۷۶۹۱/۶	۳۵۲۵۱۳/۶
۱۳۷۲	۲۵۸۶۰۱	۷۹۷۷۹/۱	۳۳۸۳۸۰/۱
۱۳۷۳	۲۵۹۸۷۶	۱۱۹۶۱۳/۸	۳۷۹۴۸۹/۸
۱۳۷٤	۲۶۷۵۳۴	۱۰۸۰۱۹/۳	۳۷۵۵۵۳/۳
۱۳۷۵	۲۸۳۸۰۷	۹۱۸۰۰/۹	۳۷۵۶۰۷/۹
۱۳۷٦	۲۹۱۷۶۹	۸۳۹۷۶/۳	۳۷۵۷۴۵/۳
۱۳۷۷	۳۰۰۱۴۰	۹۱۰۰۹/۵	۳۹۱۱۴۹/۵
۱۳۷۸	۳۰۴۹۴۱	۸۹۶۸۳/۲	۳۹۴۶۲۴/۲
۱۳۷۹	۳۲۰۰۶۹	۸۹۵۷۷/۵	۴۰۹۶۴۶/۵
۱۳۸۰	۳۳۰۵۶۵	۹۳۱۲۰/۹	۴۲۳۶۸۵/۹
۱۳۸۱	۳۵۷۶۷۱	۷۱۸۹۹/۹	۴۲۹۵۷۰/۹
۱۳۸۲	۳۸۵۶۳۰	۵۹۴۵۶/۷	۴۴۵۰۸۶/۷
۱۳۸۳	۴۱۰۴۲۹	۵۱۷۰۶/۲	۴۶۲۱۳۵/۲
۱۳۸٤	۴۳۸۹۰۰	۲۶۵۱۹/۵	۴۶۵۴۱۹/۵
۱۳۸۵	۴۶۷۹۳۰	۳۲۱۸۹/۷	۵۰۰۱۱۹/۷
۱۳۸٦	۴۹۹۰۷۱	۱۴۸۳۶/۳	۵۱۳۹۰۷/۳
۱۳۸۷	۵۱۰۵۴۹	۱۴۶۳۲/۵	۵۲۵۱۸۱/۵
۱۳۸۸	۵۱۹۷۳۸	۱۴۹۲۴	۵۳۴۶۶۲

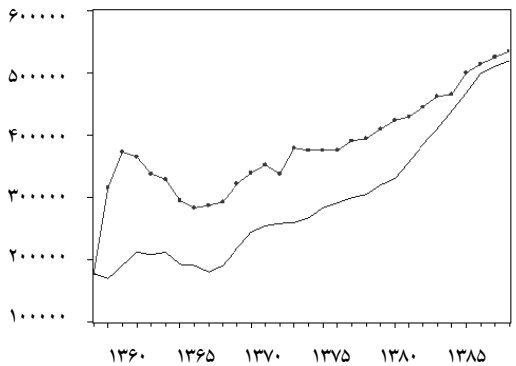
منبع: بانک مرکزی و یافته‌های پژوهش

فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

نمودار۱، وجود اقتصاد غیررسمی را در تمامی سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۸۸ تأیید می‌کند که البته میزان آن در سال‌های مختلف، متفاوت است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود: ارزش اقتصاد غیررسمی تخمینی براساس متغیرهای زیست‌محیطی در برخی سال‌ها افزایش و در برخی دیگر از سال‌ها کاهش یافته است. با توجه به پنهان بودن تولید مشاهده نشده آن‌چه می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی ملاک عمل قرار گیرد، متوسط سهم اقتصاد غیررسمی برآوردی در تولید ناخالص داخلی کشور طی سال‌های مورد بررسی است که در این تحقیق براساس ارقام منتج از نمودار۱ عدد ۳۵/۶ درصد به دست خواهد آمد که بر این اساس متوسط ارزش اقتصاد غیررسمی در اقتصاد ایران طی سال‌های(۱۳۸۸-۱۳۵۹) ۸۵۲۴۵ میلیارد ریال(به قیمت ثابت ۱۳۷۶) خواهد بود. وجود اقتصاد غیررسمی و سهم ۳۵/۶ درصدی آن از تولید ناخالص داخلی کشور طی سال‌های مختلف، یافتهٔ مهمی برای نظام سیاست‌گذاری جهت تبیین راهکارهای سیاستی مناسب جهت کاهش حجم آن در اقتصاد کشور و کارآمد نمودن سیاست‌های اقتصادی است.



نمودار۱. روند ارزش تولید ناخالص داخلی کل وتولید ناخالص‌داخلی گزارش‌شده

به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶(میلیارد ریال)

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

٤. نتیجه‌گیری

اقتصاد غیررسمی در آمارهای رسمی کشور منظور نمی‌شود و به‌طور پنهانی و به دور از نظارت و کنترل‌های دولتی انجام می‌شود. وجود اقتصاد غیررسمی بر عملکرد اقتصاد رسمی اثر منفی دارد و دولت را در اجرای سیاست‌های درست اقتصادی با مشکل مواجه می‌سازد. به دلیل ماهیت پنهان فعالیت‌های اقتصاد غیررسمی اطلاعاتی از آن در دست نیست اما برآورد آن برای نظام سیاست‌گذاری اهمیت دارد. در این مقاله از روش فیلترکالمن برای برآورد حجم اقتصاد غیررسمی در اقتصاد ایران طی سال‌های (۸۸-۱۳۵۹) برمبنای متغیرهای زیست‌محیطی شامل انتشار دی‌اکسیدکربن و مساحت جنگل استفاده شد. این روش به‌طورهمزمان برمبنای معادلات حالت و اندازه‌گیری، حالات غیرقابل مشاهده را به صورت بهینه‌ای تخمین می‌زند. نتایج حاصل از تخمین معادلات فیلترکالمن پس از انجام آزمون اقتصادسنجی، وجود اقتصاد غیررسمی را در ایران طی سال‌های تحت بررسی به‌طور معنی‌داری تأیید می‌کند. حجم اقتصاد غیررسمی که به‌صورت تفاوت بین تولیدکل شامل تولید ناخالص داخلی واقعی گزارش‌شده و تولید واقعی گزارش نشده با تولید ناخالص داخلی واقعی گزارش‌شده تعریف می‌شود، در سال‌های مختلف متفاوت است و متوسط سهم آن از تولید ناخالص داخلی کشور ۳۵/۶ درصد به‌دست آمده است. بر این اساس حدود ۳۵ درصد تولید ناخالص داخلی کشور که معادل ۸۵۲۴۵ میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۷۶ می‌شود، به‌طور متوسط به اقتصاد غیررسمی اختصاص داشته است که این عدد به رقم تخمینی اشنایدر(۲۰۰۴) از متوسط سهم اقتصاد غیررسمی از تولید کشورهای در حال توسعه نزدیک است. حجم بالای اقتصاد غیررسمی از تولید کشور، دولت را در اجرای صحیح سیاست‌های تخصیصی و توزیعی با مشکل مواجه خواهد ساخت. به‌منظور کاهش حجم اقتصاد غیررسمی پیشنهادات زیر ارائه می‌شوند:

تدوین، اجرا و نظارت بر قوانین و مقرّرات حفظ منابع‌طبیعی مانند جنگل و محیط‌زیست، فراهم‌کردن شرایط مناسب اقتصادی جهت کار و فعالیت اقتصاد رسمی، تدوین قوانین و مقرّرات مبارزه با فعالیت‌های غیررسمی که یکی از ویژگی‌های آن نقض قوانین و مقررات مربوط به کاهش آلودگی هوا است، استفاده از ابزارهای سیاستی مالیات و یارانه برای کاهش فعالیّت در بخش غیررسمی و تقویت انگیزهٔ فعالیت‌های اقتصادی در بخش رسمی، قاعده‌مند کردن فعالیت‌های غیررسمی جهت افزایش سهم فعالیت‌های رسمی از تولید ناخالص داخلی کشور.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

منابع و مآخذ

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، *نماگرهای اقتصادی سال‌های مختلف*، اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال‌های مختلف.

شکیبایی، علیرضا(۱۳۸۰)، برآورد اقتصاد غیررسمی در ایران و تحلیل علل پیدایش آن، رویکرد منطق فازی؛ *پایان‌نامه دکتری*، تهران: دانشگاه تربیت‌مدرس.

عباسی‌نژاد، حسین و یزدان گودرزی فراهانی(۱۳۹۰)، برآوردNAIRU برای اقتصاد ایران با رهیافت فیلتر کالمن و هودریک‌پرسکات، *فصلنامهٔ تحقیقات اقتصادی راه اندیشه*،شماره سوم، پاییز، صص۱۶۵-۱۳۵.

عرب‌مازاریزدی، علی(۱۳۸۰)، **اقتصاد سیاه در ایران**، انتشارات موسسهٔ تحقیقات و توسعهٔ علوم انسانی، ۱۳۸۴.

گودرزی، امیرحسین(۱۳۸۷)، بکارگیری کالمن‌فیلتر در پیش‌بینی بازار ارز، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه تهران.

مداح، مجید(۱۳۸۷)، **برآورد حجم قاچاق در ایران، اقتصاد پنهان**، کتاب اول، ستاد مرکزی مبارزه با قاچاق کالا و ارز.

مرکز آمار ایران، *سالنامه‌های آماری* سالهای ۱۳۵۹تا ۱۳۸۸، تهران: مرکز آمار ایران.

نوفرستی، محمد(۱۳۷۸)، **ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی**، تهران: موسسه خدمات فرهنگی رسا.

نیلی، مسعود(۱۳۸۵)، اقتصاد غیررسمی: علل ایجاد، روش‌های تخمین و اثرات آن بر بخش رسمی، *فصلنامه علمی و پژوهشی شریف*، شماره ۳۶، صص۵۶-۴۵.

Biswas, A.K., Farzanegan, M.R., Thum,M.(2012), Pollution shadow economy and corruption, theory and evidence, *Ecological Economics*. 75, pp. 114-125.

Blackman, A., Bannister, G.(1998), Community pressure and clean technology in the informal sector: an econometric analysis of the adoption of propane by traditional Mexican brick makers Journal of Environmental Economics and Management.35,pp. 1-21.

Brown, R.G., Hwang, P.Y.C.(1997), Introduction to random signals and applied kalman filtering, Third ed. Wiley, New York.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

Farzanegan, M. R.(2009), Illegal trade in the Iranian economy: Evidence from a structural model, *European Journal of Political Economy*. 25, pp. 489-507.

Feige,E. L.(1990), Defining and estimating underground and informal economics: the new institutional economics approach .World Development,18, (7).

Harvey, A.(2001),For casting Structural Time Series Models and the Kalman Filter, Cambrige University Press.

Karanfil, F. And Ozkaya, A.(2007), Estimation of real GDP and unrecorded economy in Turkey based on environmental data, *Energy Policy* 35,pp.4902-4908.

Lahiri-Dutt, K.(2004), Informality in mineral resource management in Asia: raisingquestions relating to community economies and sustainable development, Natural Resources Forum28, pp. 123–132.

Schneider, F.and Enste,D.(2000), Shadow economies: size, cause and consequences, *The Journal of Economic Literature*, vol. VIII (March) pp.77-114.

Schneider,F.(2007), Shadow economies and corruption all over the world: new estimates for 145 countries. Economics (E-Journal) 2007-9.

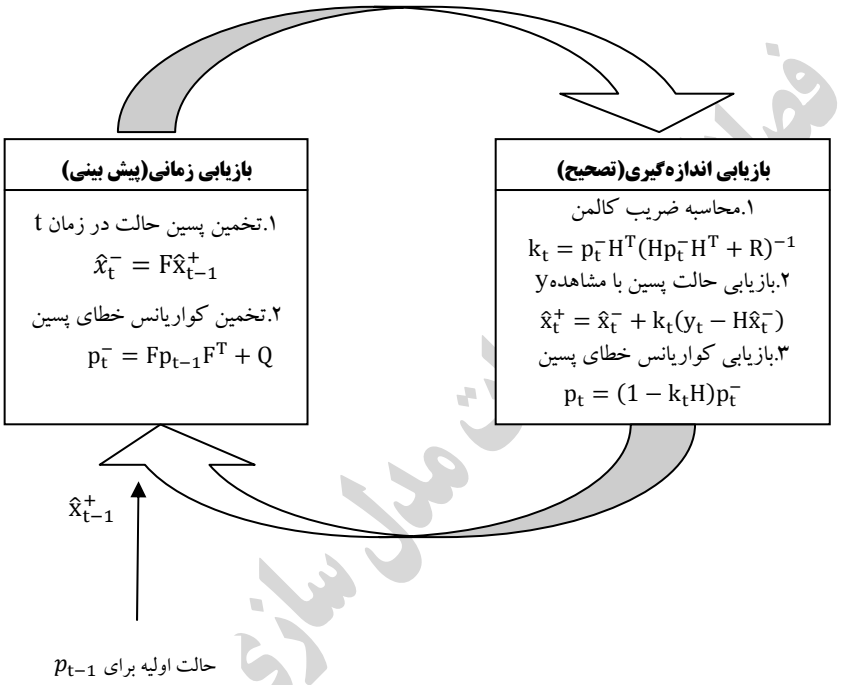
Tanzi, Vito.(1999),Uses and abuses of estimates of the underground economy. *The Economic Journal.* 109/456, pp.338-340.

Thoms, J.J.(1999), Quantifying the black economy: measurement without theory yet again? *The Economic Journal*.109 (456).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

پیوست ۱: نمودار فرایند فیلتر کالمن



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]

پیوست۲: داده‌های مدل

جدول۶. مقدار متغیرهای مورد استفاده در تخمین مدل برای اقتصاد ایران طی سال‌های(۱۳۸۸-۱۳۵۹)

سال	انتشاردی‌اکسیدکربن کیلو تن	مساحت جنگل هکتار	تعداد کارگاه‌های صنعتی با ده نفر کارکن و بیش‌تر	جمعیت هزار نفر
۱۳۵۹	۱۰۰۰۰۰	۱۴۳۱۹۱۳۵	۵۸۸۰	۳۹۲۹۱
۱۳۶۰	۱۱۲۸۹۵	۱۴۳۲۰۷۴۵	۷۵۳۱	۴۰۸۲۶
۱۳۶۱	۱۳۸۰۳۳	۱۴۳۲۱۴۴۷	۶۹۱۸	۴۲۴۲۰
۱۳۶۲	۱۴۹۷۹۱	۱۴۳۲۶۲۲۹	۶۷۷۵	۴۴۰۷۷
۱۳۶۳	۱۵۰۶۸۹	۱۴۳۲۶۷۴۶	۶۵۹۶	۴۵۷۹۸
۱۳۶۴	۱۶۰۷۹۸	۱۴۳۲۹۹۱۲	۶۲۴۸	۴۷۵۸۷
۱۳۶۵	۱۴۸۴۴۷	۱۴۳۳۷۴۹۸	۶۱۲۷	۴۹۴۴۵
۱۳۶۶	۱۵۹۶۱۱	۱۴۳۵۴۱۰۸	۱۱۶۱۶	۵۰۶۶۲
۱۳۶۷	۱۷۶۱۳۹	۱۴۳۳۷۹۴۶	۱۰۲۴۶	۵۱۹۰۹
۱۳۶۸	۱۹۱۱۸۷	۱۴۳۳۳۳۲۱	۱۱۵۵۶	۵۳۱۸۷
۱۳۶۹	۲۲۶۹۹۹	۱۴۳۶۸۴۸۲	۱۰۷۸۰	۵۴۴۹۶
۱۳۷۰	۲۳۳۵۵۴	۱۴۴۳۹۳۱۶	۵۶۸۷	۵۵۸۳۷
۱۳۷۱	۲۴۷۲۶۸	۱۴۴۰۳۹۸۹	۶۰۹۸	۵۶۶۵۶
۱۳۷۲	۲۲۹۴۹۱	۱۴۳۹۶۴۳۳	۵۹۲۲	۵۷۴۸۸
۱۳۷۳	۲۹۶۵۰۱	۱۴۳۶۵۸۲۴	۱۳۲۷۴	۵۸۳۳۱
۱۳۷۴	۲۸۴۶۸۵	۱۴۳۵۳۳۵۱	۱۲۹۸۷	۵۹۱۸۷
۱۳۷۵	۲۸۶۴۱۱	۱۴۳۵۸۵۸۴	۱۳۳۷۱	۶۰۰۵۵
۱۳۷۶	۲۹۰۳۷۹	۱۴۳۸۰۲۷۳	۱۳۹۰۴	۶۱۰۷۰
۱۳۷۷	۳۱۵۹۱۷	۱۴۳۷۴۴۲۳	۱۴۲۶۳	۶۲۱۰۳
۱۳۷۸	۳۱۶۴۱۲	۱۴۳۸۸۹۴۶	۱۱۰۰۲	۶۳۱۵۲
۱۳۷۹	۳۳۸۹۶۴	۱۴۴۰۵۸۴۸	۱۱۲۰۰	۶۴۲۱۹
۱۳۸۰	۳۵۶۷۹۳	۱۴۴۲۹۷۵۵	۱۰۹۸۷	۶۵۳۰۱
۱۳۸۱	۳۷۴۹۰۴	۱۴۳۷۷۸۹۷	۱۶۳۰۵	۶۶۳۰۰
۱۳۸۲	۳۹۹۳۳۲	۱۴۳۸۰۹۹۶	۱۶۶۴۹	۶۷۳۱۵
۱۳۸۳	۴۲۳۱۳۷	۱۴۳۸۳۳۸۰	۱۶۲۸۳	۶۸۳۴۵
۱۳۸۴	۴۲۶۶۰۶	۱۴۳۶۸۸۷۶	۱۶۰۱۸	۶۹۳۹۰
۱۳۸۵	۴۸۱۵۸۱	۱۴۳۷۰۲۳۰	۱۶۰۵۷	۷۰۴۹۶
۱۳۸۶	۴۹۵۵۸۱	۱۴۳۶۵۷۹۸	۱۵۸۷۸	۷۱۵۳۲
۱۳۸۷	۵۰۹۹۸۸	۱۴۳۵۵۵۳۹	۱۵۶۸۷	۷۲۵۸۴
۱۳۸۸	۵۲۴۸۱۴	۱۴۳۴۴۴۶۳	۱۵۴۹۸	۷۳۶۵۱

منبع: بانک مرکزی، بانک جهانی، سازمان مراتع و جنگل‌ها و سالنامهٔ آماری در سال‌های مختلف

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1391.3.10.4.0]