

تأثیر تغییر اقلیم بر رشد اقتصادی ایران

اسمعیل ابونوری^۱، محسن صالحی کمرودی^{۲*}

۱- استاد و مدیر گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سمنان

۲- نویسنده مسئول، دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

ایمیل نویسنده مسئول: salehi205@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۲۰

چکیده

تغییر اقلیم از مسائل مهم کنونی اقتصاد جهانی است. این پدیده می‌تواند آثار مهمی روی اقتصاد ایران داشته باشد. از این رو، هدف این مطالعه، بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی روی سطح درآمد و رشد درآمد در ایران است. بدین منظور، از داده‌های پانل ۳۱ استان در دوره ۹۳-۱۳۷۹ استفاده می‌شود. نتایج مطالعه نشان می‌دهد کاهش بارندگی و افزایش دما موجب کاهش سطح درآمد ملی می‌شود. همچنین نوسانات فضایی و فصلی بارش می‌تواند رشد اقتصادی ایران را کاهش دهد.

کلمات کلیدی

"بارندگی"، "پانل دیتا"، "تولید ناخالص داخلی"، "دما"، "تغییر اقلیم"

The Impact of the Climate Change on Iranian Economic Growth

Esmail Abounoori¹, Mohsen Salehi Komroudi^{2,*}

¹ Prof in Economics, Faculty of Economics, University of Semnan

^{2,*} PhD of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Email Address: salehi205@gmail.com

Abstract

Climate change is an important problem in the world economy. This phenomenon can have an important impact on Iranian economic growth. Therefore, the aim of this study is to examine the impact of the climate variables on the income level and the income growth in Iran. For this purpose, the panel data of 31 provinces on during 1379-1393 (2000-2014) is used. The results of the study show the decrease of precipitation and the increase of temperature cause to reduce the national income level. Also, spatial and seasonal fluctuations of precipitation can reduce economic growth.

Keywords

"Climate Change", "Gross Domestic Production", "Panel Data", "Rainfall", "Temperature"

۱- مقدمه

مطالعه دیگری از سوی بانک جهانی (World Bank, ۲۰۰۴) نیز مدعی است سیل و خشکسالی در کنیا در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۷ موجب ۱۰ تا ۱۶ درصد زیان سالانه در GDP این کشور شده است. طبق این مطالعه، در کشورهایی که بارندگی در یک فصل متمرکز شده و یا مشکل تغییر اقلیم وجود دارد، فرایند توسعه اقتصادی با تأخیر صورت می‌گیرد. برخی از مطالعات، ارتباط متغیرهای اقلیمی را با سطح درآمد بررسی کردند. برای مثال، دل و همکاران (۲۰۰۸) با روش پلذ ل دیتا، ارتباط منفی بین دمای هوا و سطح درآمد (همچنین رشد درآمد) را نه تنها در بین کشورها بلکه در درون کشورها و ایالت‌ها نیز نشان دادند. این نویسندگان برای سنجش درآمد، هم از شاخص درآمد سرانه و هم از درآمد نیروی کار استفاده کردند. علاوه بر این، بسیاری از مطالعات تلاش کردند تأثیر وضعیت اقلیمی را بر سطح GDP یا رشد اقتصادی واکاوی کنند. از جمله مطالعه فانخاستر و و تل (Fankhauser and Tol, ۲۰۰۵) با استفاده از مدل شبیه‌سازی اقلیم-اقتصاد حاکی است، گرم شدن ۳ سانتیگرادی هوا، می‌تواند دست‌کم به اندازه ۱۵ درصد GDP بر اقتصاد ضربه بزند. مطالعه دل و همکاران (۲۰۱۲) روی ۱۲۵ کشور جهان با دوره زمانی حداقل ۲۰ ساله نشان می‌دهد افزایش دما، نه تنها موجب کاهش سطح تولید، بلکه باعث کاهش رشد اقتصادی در کشورهای فقیر می‌شود. این تأثیر خود را در کاهش تولید کشاورزی و صنعتی و همچنین بی‌ثباتی سیاسی نشان می‌دهد. همچنین، علی (Ali, ۲۰۰۲) با استفاده از روش هم‌انباشتگی، تأثیر منفی نوسانات بارندگی بر رشد اقتصادی اتیوپی را نشان دادند. چنین نتیجه‌ای در مقاله الشناوی و همکاران (Elshennawy et al., ۲۰۱۵) در مورد مصر نیز حاصل شده است. آیدیدو و اُدوسلا (Abidoye & Odusola, ۲۰۱۵) بر مبنای تجزیه و تحلیل داده‌های ۳۴ کشور آفریقایی در دوره ۲۰۰۹-۱۹۶۱ بیان می‌کنند که یک درصد افزایش دما موجب کاهش ۰/۶۷ درصدی GDP می‌شود. تحقیق تبالدی و بیودین (Tebaldi and Beaudin, ۲۰۱۵) حاکی است که رخدادهای اقلیمی به صورت ناهمگن بر تولید در مناطق مختلف بزرگی اثر سوء دارد. سایر پژوهش‌ها، آثار دیگری مانند دسترسی به آب تازه، وضعیت شیلات، مهاجرت، وقوع طوفان، گردشگری و دیگر آثار بالقوه را بررسی کرده‌اند. در بسیاری از مطالعات، تأثیر دما روی جرم و مرگ و میر و همچنین خشکسالی روی نزاع و درگیری، آزمون و تأیید شده است (دل و همکاران، ۲۰۰۸). در داخل ایران نیز مطالعاتی در خصوص بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم انجام شده است؛ البته این پژوهش‌ها اغلب بر بخش کشاورزی تمرکز داشته‌اند. برای مثال، خالقی و همکاران (۱۳۹۴) با الگوی اصلاح‌شده ماتریس حسابداری اجتماعی، آشکار کردند که در اثر تغییر اقلیم

تغییر اقلیم از مسائل مهم کنونی اقتصاد جهانی است. بسیاری از سیاستگذاران علاقه‌مند به پیش‌بینی آثار این رخداد بر اقتصاد هستند تا بتوانند برنامه‌ریزی لازم برای مقابله با آن داشته باشند. بررسی جامع آثار اقتصادی تغییر اقلیم موضوع دشوار و پیچیده‌ای است، زیرا تغییر اقلیم با ساز و کارهای متعددی بر خروجی‌های اقتصاد تأثیر می‌گذارد. حتی اگر این ساز و کارها شناخته شوند، مشکل شناسایی چگونگی تعامل تغییر اقلیم با خروجی‌های اقتصاد وجود دارد (Dell et al., ۲۰۰۸). این دشواری و پیچیدگی موضوع، خود را در مطالعات مربوطه نیز نشان داده است. بسیاری از مطالعات، مانند آدامز و همکاران (Adams et al., ۱۹۹۱)، مندلسون و همکاران (Mendelsohn et al., ۲۰۰۱)، دشمنز و گرینسوتون (Deschenes & Greenstone, ۲۰۰۷) و گیتراس (Guiteras, ۲۰۰۹) روی بخش کشاورزی تمرکز کرده‌اند. در این راستا، کلین (Cline, ۱۹۹۶) پیش‌بینی کرده است که با روند گرم شدن فعلی هوا، بهره‌وری بخش کشاورزی جهان تا دهه ۲۰۸۰ میلادی، ۱۵/۹٪ کاهش خواهد یافت. همچنین باریوس و همکاران (Barrios et al., ۲۰۰۸) تأثیر افزایش دما را بر کاهش تولید بخش کشاورزی نشان دادند. این تأثیر منفی در جنوب صحرائی آفریقا بیشتر از سایر کشورهای در حال توسعه است. بسیاری از مطالعات نشان دادند که اثر تغییر اقلیم، تنها به بخش کشاورزی محدود نمی‌شود. برای نمونه، دل و همکاران (۲۰۰۸) معتقدند این پدیده بر تولید صنعتی، سرمایه‌گذاری کل، ثبات سیاسی، وضعیت نهادی، کیفیت خاک، جداول آبی (Water tables) و سطح دریاها نیز تأثیر می‌گذارد. به علاوه، بران و لال (Brown & Lall, ۲۰۰۶) نشان دادند نوسانات بارش (از مهم‌ترین نمودهای تغییر اقلیم) موجب کاهش GDP می‌شود. برخی از مطالعات، برای سنجش آثار تغییر اقلیم، از متغیرهای جغرافیایی استفاده کردند. برخی از آنها، مانند آسمگلو و همکاران (Acemoglu et al., ۲۰۰۱)، متغیرهای جغرافیایی را در قالب شاخص‌های نهادی لحاظ کردند. در این چارچوب، رودریک و همکاران (Rodrik et al., ۲۰۰۴) نشان دادند وضعیت جغرافیایی مهم‌ترین متغیر توضیح‌دهنده توسعه اقتصادی است و حتی فاصله تا خط استوا، هر چند ضعیف، اثرگذار است. عیب این دسته از مطالعات این است که آثار اقلیمی را مستقیماً اندازه نمی‌گیرند. بنابراین از دهه ۲۰۰۰، پژوهشگران تلاش کردند تأثیر مستقیم هیدرولوژی و متغیرهای اقلیمی (به‌ویژه بارندگی) را در توسعه اقتصادی بررسی کنند. مطالعه گری و سادف (Grey & Sadoff, ۲۰۰۶) حاکی است که سیل و خشکسالی باعث کاهش یک سوم رشد اقتصادی اتیوپی شده است.

بررسی می شود. سپس می توان این ارزیابی ها را با یکدیگر جمع زد و کل تغییر رفاهی حاصل از تغییر اقلیم را به دست آورد. در این رهیافت، با بکارگیری ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)، مدل های تعادل عمومی عمومی (CGE) و همچنین روشهای شبیه سازی، بررسی فقط برای یک دوره انجام می شود. متأسفانه در این رهیافت، آثار گذرا و همچنین پیوندهای درونی افقی، مثل تعامل بخش های اقتصادی با یکدیگر، نادیده گرفته می شود. در نتیجه، مطالعاتی که با این روش انجام می شوند، در ارزیابی تأثیر بلندمدت تغییر اقلیم بر رشد و رفاه ناموفق هستند (Hadero, ۲۰۱۴). در روش پویا، تابع خسارت، در مدل های رشد مختلف وارد می شود. برای مثال، مدل های رشد سولو-سوان (Solow-Swan Model) و رمزی-کاس-کوپمن (Ramsey-Cass-Koopmans Model) بسیار زیاد استفاده می شوند. مدل مکینو، رومر و ویل (Mankiew, Romer and Model Weil) هم - البته کمتر از دو مدل دیگر، استفاده می شود. با هر سه این مدل ها، تحت فرض نسبت ثابت پس انداز، می توان فهمید که تغییر اقلیم (افزایش در دما و الگوی نامنظم بارندگی) بر تولید تأثیر منفی دارد و در پی آن سرمایه گذاری را کاهش می دهد (همان منبع، ۲۰۱۴). بحث های فوق نشان می دهد که شناسایی آثار تغییر اقلیم، به ویژه روی رشد اقتصادی، هم از نظر تئوریک و هم از نظر تجربی مهم است. با این وجود، هنوز تعداد چنین مطالعاتی در داخل کشور کم هست؛ این در حالی است که طبق پیش بینی های علمی، ایران کشوری است که به شدت از تغییرات اقلیم متأثر خواهد شد. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی (بارش و دما) بر تولید (درآمد) ناخالص داخلی و رشد اقتصادی کشور است.

۱- روش انجام تحقیق

مدل و داده: برای سنجش تأثیر اقلیم بر تولید (درآمد کل)، دل و همکاران (۲۰۰۸)، بر اساس مبانی نظری، متغیرهای اقلیمی را وارد تابع تولید کردند:

$$Y_{it} = e^{\beta T_{it}} A_{it} L_{it} \quad (1)$$

$$\Delta A_{it} / A_{it} = g_i + \gamma Z_{it} \quad (2)$$

که در آن Y تولید کل، L جمعیت، A بهره وری نیروی کار، Z متغیرهای اقلیمی، i مناطق مورد مطالعه (در اینجا استان ها)، t زمان (در اینجا سالهای مطالعه)، e عدد نپو، β و γ ضرایب، Δ علامت تغییرات، g رشد سرمایه گذاری و تکنولوژی است. معادله (۱) آثار مستقیم و غیرمستقیم تغییر اقلیم بر رشد و معادله (۲) فقط اثر پویا یا غیرمستقیم آن (تغییر اقلیم بر سایر متغیرهای اثرگذار بر GDP) را نشان می دهد. بعد از لگاریتم گیری از معادله (۱) و دیفرانسیل گیری می توان معادله زیر را استخراج کرد:

$$g_{it} = F_i + (\alpha + \beta) Z_{it} - Z_{it-1} \dots \quad (3)$$

پیش بینی شده برای ایران در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵، تولید ملی ۵/۹ درصد کاهش می یابد. سلیمانی نژاد و همکاران (۱۳۹۵) با بکارگیری داده های فصلی دوره ۹۱-۱۳۷۰ و روش خودتوزیع وقفه گسترده (ARDL) تأیید کردند که متغیرهای اقلیمی دما و بارش، به ترتیب، دارای اثرات منفی و مثبت بر ارزش افزوده بخش کشاورزی هستند. پیش بهار و همکاران (۱۳۹۵) با روش معادلات به ظاهر نامرتب نشان دادند تغییر اقلیم از طریق کاهش بارندگی، عرضه و صادرات محصولات کشاورزی را کاهش می دهد. در مطالعات نظری و تجربی، کانال های متعددی برای تأثیرگذاری تغییرات اقلیمی بر رشد اقتصادی مطرح شده است. اول اینکه، تغییر اقلیم موجب تخریب اکوسیستم از طریق پدیده هایی مانند سیل، خشکسالی، فرسایش، انقراض گونه ها و همچنین مرگ و میر بر اثر وضعیت نامساعد آب و هوا می شود که این رخدادها به نوبه خود، بر رشد اقتصادی آسیب وارد می کنند. دوم اینکه، تخصیص منابع محدود برای کاهش آثار منفی گرم شدن زمین، موجب کاهش منابع لازم برای سرمایه گذاری در زیرساخت های فیزیکی، تحقیق و توسعه و همچنین سرمایه انسانی می شود (باباتونده و همکاران، ۲۰۱۵). از جنبه نظری، ارتباط میان تغییر اقلیم و رشد اقتصادی را می توان هم از دیدگاه خرد و هم دیدگاه کلان اثبات کرد. از دیدگاه کلان، این تأثیر هم در سطح تولید (برای مثال سطح تولید کشاورزی) و هم در توانایی اقتصاد برای ارتقای رشد و بهره وری (از طریق تأثیر بر سرمایه گذاری و وضعیت نهادی) خود را نشان می دهد. از دیدگاه خرد، این ارتباط، از طریق تأثیر عوامل زیادی مانند سلامتی و بهره وری نیروی کار صورت می گیرد (همان منبع، ۲۰۱۵). به ویژه، ایده مهم کلاسیک، در آثار بزرگانی مانند مارشال و هانگتینگتون، بر ارتباط دمای هوا و بهره وری تأکید می کند (دل و همکاران، ۲۰۰۸). برای بررسی آثار تغییر اقلیم، روش سنتی استفاده از «مدل های ارزیابی یکپارچه» (IAM /Integrated Assessment Models) است که در آن مجموع تأثیر مکانیزم های مختلف برآورد می شود. اما عیب این روش این است که در آن فروض محدودکننده زیادی در خصوص مکانیزم هایی که باید لحاظ شوند، چگونگی عملکرد و تجمع (Aggregation) این مکانیزم ها وجود دارد (دل و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین در روشی بهتر، که در این مطالعه نیز استفاده می شود، تأثیر دما و بارندگی روی یک سنجه تجمع شده منفرد، به نام رشد اقتصادی، بررسی شود. در طبقه بندی دیگر، روش های رایج برای تجزیه و تحلیل آثار تغییر اقلیم، از دو نوع رویکرد استفاده می کنند: رهیافت شمارشی (Enumerative approach) و رهیافت پویا (Dynamic approach). در رهیافت اول، تأثیر اقتصادی تغییر اقلیم به طور مجزا، بخش به بخش (مثلاً کشاورزی، خدمات و صنعت)

سال به دست می‌آید. سپس میانگین و انحراف معیار این داده‌ها برای استفاده در رابطه (۶) محاسبه می‌شود (گفتنی است بسیاری از مطالعات داخلی گذشته، از متوسط بارندگی مرکز استان استفاده کردند که به عنوان نماینده یک استان، دارای دقت بسیار پایین تری از شاخص‌های محاسبه‌شده در این مطالعه است). شاخص دوم که پراکندگی فضایی بارندگی را اندازه می‌گیرد، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CVS_{it} = \frac{\sigma(\overline{SR}_{i,t})}{\mu(\overline{SR}_{i,t})} \quad (7)$$

که در آن CVS_{it} ضریب تغییرات بارندگی مناطق (ایستگاه‌های هواشناسی) استان در سال t ، $\sigma(\overline{MR}_{i,t})$ انحراف معیار سالانه بارندگی مناطق (ایستگاه‌ها) و $\mu(\overline{MR}_{i,t})$ میانگین سالانه بارندگی مناطق (معادل میانگین سالانه بارندگی) برای استان i ام در سال t است. هر چه این شاخص بزرگتر باشد، نشان‌دهنده پراکندگی بیشتر بارندگی در پهنه جغرافیایی یا به بیان دیگر، اختلاف بیشتر بارندگی در بین مناطق مختلف است. بنابراین انتظار می‌رود، افزایش این متغیر، کمبود بیشتر بارندگی و منابع آب را در بخشهایی از استان در پی داشته باشد و تولید (به‌ویژه در بخش کشاورزی) از این پدیده آسیب ببیند. برای محاسبه این شاخص، نخست با میانگین‌گیری از داده‌های ماهانه هر ایستگاه، میانگین سالانه بارندگی آن ایستگاه به دست آمد. سپس میانگین و انحراف معیار این داده‌ها به‌طور جداگانه برای هر استان محاسبه شد و در رابطه (۷) قرار گرفت. در این مطالعه، علاوه بر متغیرهای اقلیمی، از برخی متغیرهای رایج در مدل‌های رشد اقتصادی، به عنوان متغیر توضیحی و کنترلی استفاده می‌شود. این متغیرها عبارتند از: ۱- لگاریتم بودجه عمرانی دولت ($lbud$) به عنوان متغیر جایگزین برای متغیر سرمایه‌گذاری ۲- لگاریتم تعداد دانش‌آموزان ($lsch$) به عنوان شاخص سرمایه انسانی ۳- نرخ تورم (inf). بنابراین با توجه به بحث‌های فوق، در پژوهش حاضر برای بررسی تاثیر متغیرهای اقلیمی بر سطح درآمد کل (GDP) از مدل‌های زیر استفاده می‌شود:

$$Ly_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + U_{it} \quad (8)$$

$$Ly_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lrain_{it}^2 + \beta_7 Ltem_{it}^2 + U_{it} \quad (9)$$

$$Ly_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lcvm_{it} + U_{it} \quad (10)$$

$$Ly_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lcvm_{it} + \beta_7 Lcvs_{it} + U_{it} \quad (11)$$

و بررسی تاثیر متغیرهای اقلیمی بر رشد GDP (g) از مدل‌های زیر استفاده می‌شود:

که در آن g_{it} میزان رشد تولید است. آثار مستقیم تغییر اقلیم روی رشد از طریق α و آثار غیرمستقیم از طریق β ظاهر می‌شود. F_i نیز اثر ثابت خاص یک منطقه را نشان می‌دهد. بر این اساس، در این مطالعه از رگرسیون زیر استفاده می‌شود:

$$g_{it} = a + F_i + b_1 Lrain_{it} + b_2 Ltem_{it} + U_{it} \quad (4)$$

که در آن g میزان رشد سرانه تولید ناخالص داخلی واقعی استان‌ها، a عرض از مبدأ، b ضریب، L (در ابتدای نام متغیرها) علامت لگاریتم، $rain$ میزان بارندگی سالانه، tem متوسط دمای سالانه، U جزء اختلال، i سی و یک استان مورد مطالعه و t سالهای مطالعه (۱۳۷۹-۹۳) است. با استفاده از رابطه (۴) می‌توان اثر دما و بارندگی را بر رشد اقتصادی بررسی کرد. علاوه بر این، در این پژوهش، همانند مطالعه دل و همکاران (۲۰۰۸)، برای بررسی تاثیر تغییرات اقلیمی بر سطح درآمد یا سطح تولید ناخالص داخلی سرانه (y) از رگرسیون زیر استفاده می‌شود:

$$Ly_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lrain_{it} + \beta_2 Ltem_{it} + U_{it} \quad (5)$$

همچنین با پیروی از ماکسول و نواتا (Maxwell & Novta, ۲۰۱۷)، در این مقاله، توان دوم متغیرهای دما و بارندگی (به ترتیب $Lrain^2$ و $Ltem^2$) نیز وارد (۴) و (۵) شده و تاثیر غیرخطی این دو متغیر بر رشد و درآمد نیز بررسی می‌شود. بران و لال (۲۰۰۶) برای سنجش بهتر اثر بارندگی، دو متغیر پراکندگی درون‌سالی بارندگی (Intra-annual rainfall variability) و پراکندگی فضایی (منطقه‌ای) بارندگی (Spatial variability of rainfall within the Region) را نیز در نظر می‌گیرند. (لازم به ذکر است در مطالعه بران و لال (۲۰۰۶) روی داده‌های مقطعی، از متغیر پراکندگی میان‌سالی بارندگی (inter-annual rainfall variability) نیز برای سنجش میزان نوسانات بارندگی در طی زمان استفاده کردند اما در این مطالعه به علیت ماهیت تابلویی داده‌ها و هم‌خطی این متغیر با عرض از مبدأ از این متغیر نمی‌توان استفاده کرد (چون داده‌های آن در طی زمان ثابت و فقط بین واحدهای مقطعی متغیر است). متغیر اول که نوسانات ماهانه بارندگی را اندازه می‌گیرد، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CVM_{it} = \frac{\sigma(\overline{MR}_{i,t})}{\mu(\overline{MR}_{i,t})} \quad (6)$$

که در آن CVM_{it} ضریب تغییرات داده‌های ماهانه بارندگی، $\sigma(\overline{MR}_{i,t})$ انحراف معیار بارندگی ماهانه و $\mu(\overline{MR}_{i,t})$ میانگین بارندگی‌های ماهانه (معادل میانگین سالانه بارندگی) برای استان i ام در سال t است. هر چه این شاخص بزرگتر باشد، نشان‌دهنده نوسانات بیشتر بارندگی در ماه‌های سال یا به بیان دیگر، اختلاف بیشتر بارندگی در بین ماه‌ها هست. بنابراین انتظار می‌رود، افزایش این متغیر، کمبود بیشتر بارندگی و منابع آب را در بخشهایی از سال در پی داشته باشد و تولید (به‌ویژه در بخش کشاورزی) از این پدیده آسیب ببیند. برای محاسبه این شاخص، نخست با میانگین‌گیری از داده ماهانه ایستگاه‌های هر استان، متوسط بارندگی آن استان در ماه‌های مختلف

فرض صفر بیان می‌کند که جز اخلاص مستقل از متغیرهای توضیحی است و بنابراین انتخاب رویکرد اثر تصادفی بهتر است. در حالی که فرض مقابل، متغیرهای توضیحی را مستقل از جز اخلاص نمی‌داند و اثرات ثابت را بهتر می‌داند. اگر $\hat{\beta}_{re}$ و $\hat{\beta}_{fe}$ به ترتیب ماتریس بردار ضرایب برآوردی یا روش اثرات ثابت و تصادفی و همچنین $\hat{q} = \hat{\beta}_{fe} - \hat{\beta}_{re}$ و $Var(\hat{q}) = Var(\hat{\beta}_{fe}) - Var(\hat{\beta}_{re})$ باشند. آماره هاسمن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$H = \hat{q}' Var(\hat{q})^{-1} \hat{q} \sim \chi^2_{(K)} \quad (۱۸)$$

اگر آماره هاسمن از مقدار بحرانی جدول برای χ^2 با درجه آزادی K بزرگتر باشد، رویکرد اثرات ثابت بهتر خواهد بود. از مشکلات بزرگ آزمون هاسمن معمول این است که گاهی آماره محاسباتی آزمون (که دارای توزیع χ^2 است)، مثبت نمی‌شود. در این وضعیت، راه جایگزین استفاده از آزمون هاسمن نیرومند^۱ است (صالحی کمرودی، ۱۳۹۱).

۳- نتایج

نتایج برآورد رگرسیون‌های مختلف پانل دیتا (روابط ۸ تا ۱۵) در جداول (۱) و (۲) گزارش شده است. در هر دو جدول، آماره F آزمون تلفیق‌پذیری حداقل در سطح خطای ۱۰ درصد معنادار است، بنابراین نمی‌توان با رگرسیون تلفیقی، برآورد را انجام داد. از سوی دیگر، در جدول (۱)، آماره هاسمن در هیچ یک از موارد معنادار نیست؛ بنابراین در این جدول، تخمین‌ها بر اساس روش اثرات تصادفی انجام شده است. اما در جدول (۲)، آماره هاسمن برای مدل اول معنادار نیست اما برای سایر مدل‌ها معنادار است؛ بنابراین در جدول (۲)، مدل اول با روش اثرات تصادفی و سه مدل دیگر با روش اثرات ثابت برآورد شدند. در این جداول ملاحظه می‌گردد که آماره والد برای روش اثرات تصادفی و آماره F روش اثرات ثابت، نشان‌دهنده معناداری کلی همه رگرسیون‌های برآوردی هستند. در جدول (۱) متغیر وابسته سطح درآمد (GDP سرانه) است و نتایج تخمین روابط (۸) تا (۱۱) را نشان می‌دهد. در این جدول مشاهده می‌گردد، ضرایب متغیرهای بودجه عمرانی دولت (lbud)، تعداد دانش‌آموزان (lsch) و نرخ تورم (inf) در همه موارد مثبت و معنادار است که حاکی از اثر مثبت سرمایه‌گذاری، سرمایه‌انسانی و تورم بر GDP استان‌ها دارد. در این میان، تأثیر مثبت تورم بر سطح درآمد جای تأمل دارد. علت این اتفاق احتمالاً این است که در سالهای ۸۴ تا ۹۰ پس از جهش قیمت نفت و افزایش درآمدهای نفتی، پول زیادی وارد بازار شد که رونق برخی از بازارها (به‌ویژه بازار مسکن) را در کنار افزایش تورم به همراه داشت. بنابراین همبستگی مثبت و معنادار میان تورم و تولید جای تعجب ندارد. از این رو، سیاست‌های انبساطی می‌تواند در کوتاه‌مدت با تحریک تقاضا، موجب افزایش درآمد کل گردد. در جدول (۱) مشاهده می‌گردد، متغیر متوسط بارش (Lrain) در همه مدل‌ها معنادار و دارای ضریب

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + U_{it} \quad (۱۲)$$

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lrain2_{it} + \beta_7 Ltem2_{it} + U_{it} \quad (۱۳)$$

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lcvm_{it} + U_{it} \quad (۱۴)$$

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 Lsch_{it} + \beta_2 Lbud_{it} + \beta_3 inf_{it} + \beta_4 Lrain_{it} + \beta_5 Ltem_{it} + \beta_6 Lcvm_{it} + \beta_7 Lcvs_{it} + U_{it} \quad (۱۵)$$

داده‌های این پژوهش، از تارنمای سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۷) و مرکز آمار ایران (۱۳۹۷) برای سالهای ۹۳-۱۳۷۹ تهیه شدند (هر جا متغیر وابسته، رشد اقتصادی است، دوره مطالعه ۹۳-۱۳۸۰ است، زیرا محاسبه رشد GDP سرانه، برای سال ۷۹ ممکن نیست).

روش اقتصادسنجی: در این پژوهش، از تلفیق داده‌های مقطعی و سری زمانی استفاده می‌شود، بنابراین داده‌ها از نوع پانل دیتا است. از جمله مزایای داده‌های پانل نسبت به داده‌های مقطعی و سری زمانی این است که در داده‌های تابلویی احتمال هم‌خطی و ناهمسانی واریانس و توروش برآورد کمتر و درجه آزادی و کارایی برآورد بیشتر است (Baltagi, ۲۰۰۸). در تخمین مدل‌های پانل، گام اول این است که مشخص شود، رگرسیون مورد نظر باید به صورت تلفیقی (Pooled) و بدون لحاظ اثر فردی هر واحد مقطعی (استان) برآورد شود یا به صورت مدل اثرات ثابت (رابطه ۱) و با عرض از مبدأهای مجزا برای هر واحد. برای پاسخ به این پرسش، می‌توان از آزمون تلفیق‌پذیری (Poolability Test) استفاده کرد که آماره F مربوط به آن به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / (N - 1)}{RSS_{UR} / (NT - N - K)} \quad (۱۶)$$

که در آن RSS_R و RSS_{UR} به ترتیب مجموع مجذورات پسماند برای مدل اثرات ثابت و مدل تلفیقی هستند. اگر F با درجه آزادی $N - 1$ و $NT - N - K$ معنی‌دار باشد، بکارگیری رگرسیون تلفیقی مناسب نخواهد بود (مهرگان و اشراف‌زاده، ۱۳۸۹).

بحث مهم دیگر در انتخاب مدل‌های پانل دیتا، مفهوم اثرات ثابت و تصادفی (Random & Fixed Effects) است. رویکرد اثر ثابت، اثر فردی هر یک از واحدهای مقطعی (استان‌ها) را جمله ثابتی در نظر می‌گیرد که بیان‌کننده ویژگی خاص هر یک از آنهاست. اما رویکرد اثرات تصادفی، اثر فردی را نوعی جمله تصادفی (شبهه جزء اخلاص) در نظر می‌گیرد. یکی از روش‌ها برای انتخاب بین اثر ثابت و تصادفی، آزمون هاسمن است. فرضیه این آزمون به صورت زیر است:

$$\begin{cases} H_0 : E(e_{it} | X_{it}) = 0 \\ H_1 : E(e_{it} | X_{it}) \neq 0 \end{cases} \quad (۱۷)$$

^۱ Robust Hausman

کاهش دهد. با این حال، متغیر پراکندگی درون سالی بارش (Lcvm)، در هیچ کدام از مدل‌های سوم و چهارم، معنادار نیست؛ احتمالاً به این علت که در کشور با عملکرد قابل قبول در زمینه مدیریت منابع آب (از نظر تخصیص بهینه بین ماه‌های سال) و پیشگیری از سوانح طبیعی (مانند سیل)، تا حد زیادی، از پیامدهای منفی این پدیده جلوگیری شده است. البته با تشدید پیامدهای تغییرات اقلیمی در آینده، به مدیریت کاراتری نیاز است. متغیر متوسط دما نیز در سه مدل از چهار مدل معنادار و دارای ضریب منفی است. بنابراین می‌توان گفت افزایش دما، به دلیل افزایش خشکسالی، اثر منفی روی سطح درآمد کشور دارد. نتایج چهار مدل روی هم رفته نشان می‌دهند یک درصد افزایش دما می‌تواند حداقل به اندازه ۰/۳۳ درصد، سطح درآمد (تولید) کشور را کاهش دهد. در جدول (۲) متغیر وابسته، رشد اقتصادی (رشد GDP سرانه) است و نتایج تخمین روابط (۱۲) تا (۱۵) را نشان می‌دهد. در این جدول مشاهده می‌گردد، ضریب متغیر بودجه عمرانی دولت (lbud)، در همه موارد مثبت و معنادار است که حاکی از اثر مثبت سرمایه‌گذاری بر رشد GDP استان‌ها دارد.

مثبت است، بنابراین می‌توان گفت افزایش بارندگی، به دلیل افزایش تولید کشاورزی و افزایش آب دسترس، اثر مثبتی روی سطح درآمد کشور دارد. البته در مدل دوم، توان دوم متغیر بارش (Lrain^۲)، دارای ضریب منفی است که نشان می‌دهد، بارندگی بیش از حد، با ایجاد خسارات طبیعی (مثل سیل) بر درآمد اثر منفی دارد. نتایج چهار مدل روی هم رفته نشان می‌دهند یک درصد کاهش بارندگی می‌تواند حداقل به اندازه ۰/۰۵ درصد درآمد (تولید) کشور را کاهش دهد. همچنین متغیر پراکندگی فضایی بارش (LCVS) نیز در مدل چهارم دارای ضریب منفی و معناداری است. بنابراین می‌توان گفت هر چه اختلاف بارندگی بین مناطق مختلف بیشتر شود، بخش تولید آسیب می‌بیند، احتمالاً به این دلیل که تولید در مناطق مختلف یک استان به یکدیگر وابستگی دارد و در صورتی که مناطقی در یک استان از کمبود بارش آسیب ببینند، تولید سایر مناطق استان و کشور را دچار اختلال می‌کند. لذا نه تنها، مقدار بارندگی بلکه نحوه توزیع آن نیز مهم است. نتایج مدل چهارم نشان می‌دهد یک درصد افزایش پراکندگی فضایی بارش می‌تواند حداقل به اندازه ۰/۰۲ درصد سطح درآمد (تولید) کشور را

جدول (۱) نتایج تخمین اثر متغیرهای اقلیمی بر سطح GDP

متغیر/آزمون	مدل اول		مدل دوم		مدل سوم		مدل چهارم	
	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار
a	-۰/۱۴	۰/۵۳	-۲/۳۶	۳/۵۲	-۰/۱۲	۰/۵۴	-۰/۰۳	۰/۵۴
lsch	۰/۳۵***	۰/۰۵	۰/۳۸***	۰/۰۵	۰/۳۵***	۰/۰۵	۰/۳۴**	۰/۰۵
inf	۰/۴۷***	۰/۱۴	۰/۴۵***	۰/۱۴	۰/۴۷***	۰/۱۴	۰/۴۷***	۰/۱۴
lbud	۰/۱۴***	۰/۰۲	۰/۱۲***	۰/۰۲	۰/۱۴***	۰/۰۲	۰/۱۴***	۰/۰۲
ltem	-۰/۳۳**	۰/۱۶	۰/۹۷	۲/۵۱	-۰/۳۴**	۰/۱۷	-۰/۳۴**	۰/۱۷
lrain	۰/۰۵***	۰/۰۲	۰/۳۳***	۰/۱۰	۰/۰۵***	۰/۰۲	۰/۰۵***	۰/۰۲
Ltem ^۲			-۰/۲۴	۰/۴۵				
Lrain ^۲			-۰/۰۳***	۰/۰۱				
lcvm					۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۵
lcvs							-۰/۰۲**	۰/۰۱
معناداری رگرسیون	Wald=۳۹۳/۷۵***		Wald=۴۰۸/۰۷***		Wald=۳۹۳/۹۷***		Wald=۳۹۸/۴۰***	
آزمون تلفیق پذیری	F=۸۲/۷۸***		F=۱۱۳/۳۵***		F=۱۱۴/۶۶		F=۱۱۵/۱۳	
آزمون هاسمن	$\chi^2 = ۳/۵۸$		$\chi^2 = ۲/۱۳$		$\chi^2 = ۲/۵۱$		$\chi^2 = ۳/۴۷$	
مدل منتخب	اثرات تصادفی		اثرات تصادفی		اثرات تصادفی		اثرات تصادفی	

***، ** و * به ترتیب معنادار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۲) نتایج تخمین اثر متغیرهای اقلیمی بر رشد GDP								
متغیر	مدل اول		مدل دوم		مدل سوم		مدل چهارم	
	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار
a	+۰/۰۹	+۰/۱۱	-۰/۰۳	۲/۲۳	+۰/۳۳	+۰/۳۳	-۰/۰۱	+۰/۳۳
lsch	+۰/۰۴	+۰/۰۳	-۰/۰۲	+۰/۰۴	+۰/۰۴	+۰/۰۴	-۰/۰۲	+۰/۰۴
inf	-۰/۰۴***	+۰/۰۱	-۰/۰۳***	+۰/۰۱	+۰/۰۱	+۰/۰۱	-۰/۰۴***	+۰/۰۱
lbud	+۰/۰۱*	+۰/۰۱	+۰/۰۳***	+۰/۰۱	+۰/۰۳***	+۰/۰۳***	+۰/۰۳***	+۰/۰۱
Item	-۰/۰۱	+۰/۰۲	-۱/۲۹	۱/۶۰	-۰/۰۵	+۰/۱۱	-۰/۰۴	+۰/۱۱
lrain	+۰/۰۰	+۰/۰۱	-۰/۰۹	+۰/۰۶	+۰/۰۱	+۰/۰۱	+۰/۰۱	+۰/۰۱
Ltem ^۲			+۰/۲۲	+۰/۲۹				
Lrain ^۲			+۰/۰۱*	+۰/۰۱				
lcvm					-۰/۰۵*	+۰/۰۳	-۰/۰۵*	+۰/۰۳
lcvs							-۰/۰۱*	+۰/۰۱
معناداری رگرسیون	Wald=۱۸/۵۶***		F=۳/۳۹***		F=۴/۰۲***		F=۳/۹۸***	
آزمون تلفیق پذیری	F=۴/۰۶***		F=۱/۴۳*		F=۱/۴۴*		F=۱/۵۷**	
آزمون هاسمن	$\chi^2 = ۵/۸۲$		$\chi^2 = ۱۶/۳۵**$		$\chi^2 = ۱۷/۹۱**$		$\chi^2 = ۱۴/۲۵**$	
مدل منتخب	اثرات تصادفی		اثرات ثابت		اثرات ثابت		اثرات ثابت	

***، ** و * به ترتیب معنادار در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول (۲) ضریب نرخ تورم (inf) نیز معنادار اما منفی است که نشان‌دهنده اثر منفی نرخ تورم بر رشد GDP استان‌ها است. بنابراین، اگرچه افزایش تورم در کوتاه‌مدت ممکن است موجب افزایش سطح درآمد و تولید شود اما در بلندمدت، موجب کاهش رشد اقتصادی می‌گردد؛ زیرا با افزایش تورم، بیشتر، فعالیت‌های سفته‌بازی با رویکرد سود کوتاه‌مدت رونق می‌گیرد و در مقابل به علت بی‌ثباتی قیمت‌ها و کاهش قدرت خرید مصرف‌کننده، متغیرهای حقیقی اقتصاد آسیب می‌بینند. طبق جدول (۲)، یک درصد افزایش نرخ تورم حداقل به اندازه ۰/۰۴ درصد، رشد درآمد (رشد تولید) کشور، کاهش می‌یابد. ضریب متغیر تعداد دانش‌آموزان (lsch)، در هیچ یک از موارد معنادار نیست. گفتنی است با جایگزینی، متغیرهای تعداد دانشجویان و تعداد فارغ‌التحصیلان نیز نتایج مشابهی حاصل می‌شود. علت معنادار نبودن این ضریب می‌تواند یکی از این موارد باشد: ۱- طول دوره کوتاه است و نمی‌تواند اثر بلندمدت آموزش را نشان دهد ۲- به علت کیفیت پایین آموزش، بکارگماری ضعیف فارغ‌التحصیلان و ارتباط ضعیف صنعت و دانشگاه، توسعه آموزشی فقط موجب تأثیر معنادار بر سطح درآمد

می‌گردد و نه رشد اقتصادی. در جدول (۲)، ضریب متغیر متوسط میزان بارش (Lrain) و متوسط دما (Item)، در هیچ یک از موارد معنادار نیست؛ بنابراین با شواهد آماری این مطالعه نمی‌توان تأثیر منفی کاهش بارندگی و افزایش دما بر رشد اقتصادی را اثبات کرد؛ هر چند این تغییرات اقلیمی می‌تواند سطح درآمد را کاهش دهد. علت عدم معناداری، غیر از کوتاه بودن دوره مطالعه، شاید این باشد که رشد اقتصادی ایران در دوره مطالعه، بیشتر به درآمد نفتی، بخش‌های غیرکشاورزی و مناطق گرم و خشک (نفت‌خیز) وابسته بوده است. با این حال، متغیر پراکندگی درون‌سالی بارش (lcvm) و متغیر پراکندگی فضایی بارش (lcvs) در سطح خطای ۱۰ درصد معنادار هستند؛ بنابراین می‌توان گفت گرچه ممکن است میزان بارش بر رشد اقتصادی تأثیری نداشته باشد اما افزایش میزان پراکندگی بارندگی، چه از نظر زمانی و چه از نظر فضایی، می‌تواند موجب کاهش رشد اقتصادی شود؛ زیرا اولاً، نوسانات فصلی بارش باعث می‌شود بارندگی مناسب در زمان مناسب به محصولات کشاورزی نرسد، ثانیاً نوسانات زمانی و مکانی بارش، مدیریت بهینه منابع آب را برای استفاده در زمان و مکان مناسب دشوار می‌سازد. لذا، با توجه به نتایج جدول (۱) و (۲) روی هم‌رفته می‌توان گفت، سطح متغیرهای اقلیمی (متوسط بارش و دما)، فقط سطح درآمد را تغییر

ایرانی را کاهش دهد اما شواهدی از تأثیر آن بر رشد اقتصادی یافت نشد. با این حال، پیامد دیگر تغییر اقلیم یعنی ناهمگنی بیشتر در بارندگی (توزیع نابرابرتر بارندگی) از نظر جغرافیایی و زمانی، می‌تواند رشد اقتصادی کشور کاهش دهد. یافته‌های این مطالعه در خصوص اثر متغیرهای اقلیمی بر سطح درآمد و تولید، همسو با نتایج فانخاستر و و تل (۲۰۰۵)، باریوس و همکاران (۲۰۰۸)، دل و همکاران (۲۰۰۸)، دل و همکاران (۲۰۱۲)، آبیديو و اُدوسلا (۲۰۱۵)، سلیمانی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۵) و پیش‌بهار و همکاران (۱۳۹۵) است. با این حال، این پژوهش، بر خلاف مطالعه دل و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیر متغیرهای اقلیمی بر رشد اقتصادی را نشان نمی‌دهد.

می‌دهد اما روی رشد درآمد تأثیری ندارد و این نوسانات متغیرهای اقلیمی است که روی رشد درآمد تأثیر دارد. مطابق نتایج جدول (۲)، یک درصد افزایش نوسانات درون‌ساله بارش (LCVM) و همچنین نوسانات فضایی بارش (LCVS)، به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد، رشد درآمد (رشد تولید) کشور را کاهش می‌دهند.

۴- نتیجه‌گیری

این مطالعه تلاشی بود در جهت شناسایی اثر متغیرهای اقلیمی (دما و بارندگی) بر سطح درآمد و رشد اقتصادی کشور. به منظور نیل به هدف مذکور، از رگرسیون پانل دیتا و داده‌های استان‌های کشور در دوره ۹۳-۱۳۷۹ استفاده شد. یافته‌های تحقیق آشکار کرد که کاهش بارندگی و افزایش دما (ناشی از تغییر اقلیم) می‌تواند سطح درآمد سرانه خانوارهای

منابع

- مهرگان، ن. اشراف‌زاده، ح. ۱۳۸۹، اقتصادسنجی پانل دیتا، موسسه تحقیقات تعاون دانشگاه تهران.
- پیش‌بهار، ا. باقری، پ. نصیر شعبی، س. (۱۳۹۵). تأثیر کاهش بارندگی بر تولید، صادرات و واردات اقلام اصلی تجارت خارجی محصولات کشاورزی: به کارگیری رویکرد شبیه‌سازی مونت-کارلو. اقتصاد کشاورزی، ۱۰ (۲): ۲۹-۴۷.
- خالقی، س. بزازان، ف. مدنی، ش. (۱۳۹۴). اثر تغییر اقلیم بر تولید بخش کشاورزی و بر اقتصاد ایران (رویکرد ماتریس حسابداری اجتماعی). تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۷ (۲۵): ۱۱۳-۱۳۵.
- سازمان هواشناسی کشور. (۱۳۹۷). <http://www.irimo.ir>.
- سلیمانی‌نژاد، س. دوراندیش، ا. نیکوکار، ا. (۱۳۹۵). شناسایی عوامل اقتصادی و اقلیمی اثرگذار بر ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران. مجموعه مقالات دهمین کنفرانس دوسالانه اقتصاد کشاورزی ایران.
- صالحی کمرودی، م. (۱۳۹۱). تأثیر تجارت خارجی بر رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی (مطالعه موردی: کشورهای گروه دی‌هشت). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی اقتصاد کشاورزی دانشگاه تبریز.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۷). <https://www.amar.org.ir>.
- Abidoye, B. O., & Odusola, A. F. (۲۰۱۵). Climate change and economic growth in Africa: an econometric analysis. *Journal of African Economies*, ۲۴(۲), ۲۷۷-۳۰۱.
- Acemoglu, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (۲۰۰۱). The colonial origins of comparative development: An empirical investigation. *American economic review*, ۹۱(۵), ۱۳۶۹-۱۴۰۱.
- Adams, R. M., Rosenzweig, C., Peart, R. M., Ritchie, J. T., McCarl, B. A., Glycer, J. D., ... & Allen Jr, L. H. (۱۹۹۰). Global climate change and US agriculture. *Nature*, ۳۴۵(۶۲۷۲), ۲۱۹.
- Ali, S. (۲۰۱۲). Climate Change and Economic Growth in a Rain-fed Economy: How Much Does Rainfall Variability Cost Ethiopia?.
- Babatunde, M. A., & Adefabi, R. A. (۲۰۰۵). Long run relationship between education and economic growth in Nigeria: Evidence from the Johansen's cointegration approach. *Education in West Africa: Constraints and Opportunities*.
- Baltagi, B. (۲۰۰۸). *Econometric analysis of panel data*. John Wiley & Sons.
- Barrios, S., Ouattara, B., & Strobl, E. (۲۰۰۸). The impact of climatic change on agricultural production: Is it different for Africa?. *Food policy*, ۳۳(۴), ۲۸۷-۲۹۸.
- Brown, C., & Lall, U. (۲۰۰۶, November). Water and economic development: The role of variability and a framework for resilience. In *Natural Resources Forum* (Vol. ۳۰, No. ۴, pp. ۳۰۶-۳۱۷).

- Cline, W. R. (۱۹۹۶). The impact of global warming of agriculture: comment. *The American Economic Review*, ۸۶(۵), ۱۳۰۹-۱۳۱۱.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (۲۰۰۸). Climate change and economic growth: evidence from the last half century (No. w۱۴۱۳۲). National Bureau of Economic Research.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (۲۰۱۲). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, ۴(۳), ۶۶-۹۵.
- Deschenes, O., & Greenstone, M. (۲۰۰۷). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather. *American Economic Review*, ۹۷(۱), ۳۵۴-۳۸۵.
- Easterly, W., & Levine, R. (۲۰۰۳). Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development. *Journal of monetary economics*, ۵۰(۱), ۳۳۹.
- Elshennawy, A., Robinson, S., & Willenbockel, D. (۲۰۱۶). Climate change and economic growth: An intertemporal general equilibrium analysis for Egypt. *Economic Modelling*, ۵۲, ۶۸۱-۶۸۹.
- Fankhauser, S., & Tol, R. S. (۲۰۰۵). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*, ۲۷(۱), ۱-۱۷.
- Grey, D., & Saddoff, C. (۲۰۰۶). Water for Growth and Development. A Theme Document of the ۴th World Water Forum. World Bank.
- Guiteras, R. (۲۰۰۹). The impact of climate change on Indian agriculture. Manuscript, Department of Economics, University of Maryland, College Park, Maryland.
- Hadero, T. (۲۰۱۴). The impact of climate change on economic growth: time series evidence from Ethiopia, Doctoral dissertation, Jimma University.
- Maxwell, S. Novta, N. (۲۰۱۷). Analytical Corner: The Effects of Weather Shocks on Economic Activity. How Can Low Income Countries Cope?, International Monetary Fund.
- Mendelsohn, R., & Dinar, A. (۱۹۹۹). Climate change, agriculture, and developing countries: does adaptation matter?. *The World Bank Research Observer*, ۱۴(۲), ۲۷۷-۲۹۳.
- Mendelsohn, R., Dinar, A., & Sanghi, A. (۲۰۰۱). The effect of development on the climate sensitivity of agriculture. *Environment and Development Economics*, ۶(۱), ۸۵-۱۰۱.
- Rodrik, D., Subramanian, A., & Trebbi, F. (۲۰۰۴). Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Journal of economic growth*, ۹(۲), ۱۳۱-۱۶۵.
- Tebaldi, E., & Beaudin, L. (۲۰۱۶). Climate change and economic growth in Brazil. *Applied Economics Letters*, ۲۳(۵), ۳۷۷-۳۸۱.
- World Bank. (۲۰۰۴). towards a water-secure Kenya. Water Resources Sector Memorandum. The World Bank, Washington D.C.