Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال پانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
Volume 15, No. 1, Spring 2019 (IR-WRR)
۲۴۷-۲۵۶

اثرات اقتصادی سدسازی در ایران

محمد وصال[۱*] و محمدسعید تجریشی[۲]

چکیده

در این مقاله اثرات سدهای بزرگی که در طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳ در ایران ساخته شده‌اند، بر کشاورزی و رفاه مردم مناطق مجاور و پایین‌دست بررسی می‌شود. برای پاسخ به این سؤال از روش حداقل مربعات معمولی استفاده شده و کنترل‌های جغرافیایی و بارش برای تخمین دقیق‌تر اثر سد بر کشاورزی و رفاه مورد توجه قرار گرفته است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد سدسازی، بازده کشاورزی، ارزش تولیدات و سطح زیر کشت محصولات آبی را در شهرستانی که سد در آن واقع شده است افزایش می‌دهد، اما در شهرستان پایین‌دست اثری ندارد. همچنین سدسازی منجر به کشت بیشتر محصولات آب‌بر در مقابل محصولات کم‌آب‌بر در شهرستان محل سد می‌شود که این اثر در شهرستان پایین‌دست معکوس است. برای بررسی اثرات رفاهی، هزینه سرانه خانوار بررسی می‌شود. هزینه‌ی سرانه‌ی روستایی در پایین‌دست سد کاهش می‌یابد، اما هزینه‌ی سرانه‌ی شهرستانی که سد در آن ناحیه ساخته شده است، چه در شهر و چه در روستا تغییری نمی‌کند.

کلمات کلیدی: سدسازی، زیرساخت، کشاورزی، رشد اقتصادی، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۴/۲۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۹/۱۷

۱- استادیار اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف.
۲- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف.
*- نویسنده مسئول

بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

Economic Impact of Dams in Iran

*M. Vesal[1] * and M.S. Tajrishy[2]*

Abstract

The economic effects of large dams which were constructed in Iran during the last two decades are explored in this paper and their impacts on agriculture and welfare in the township of their origin as well as downstream townships are analyzed. Ordinary least squares (OLS) method was used to investigate these effects and for more accurate results we controlled for geographical variables and rainfall. The results showed that dam construction leads to higher agricultural yield, production value and irrigated area in dam's own township but it does not affect yield, production and irrigated area in downstream townships. Also, dam construction results in planting more water-intensive crops in their own township and less water-intensive crops in downstream townships. In addition, per capita expenditures in rural regions of downstream townships decrease in response to dam construction, but urban regions of the downstream townships as well as urban and rural regions of dam's own township are not influenced by dam construction.

Keywords: Dam Construction, Infrastructure, Agriculture, Development, Iran.

Received: July 20, 2018
Accepted: December 8, 2018

1- Assistant Professor of Economics at Sharif University of Technology, Tehran, Iran. Email: m.vesal@sharif.edu
2- Ph.D. Student of Economics at Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
*- Corresponding Author

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

از ابتدای انقلاب اسلامی و با هدف کمک به توسعه اقتصادی مناطق کشور، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در توسعه زیرساخت‌هایی مانند راه‌ها، شبکه‌های مخابراتی، برق، آب و گاز انجام شده است. اما اینکه این زیرساخت‌ها چقدر در تسریع فرآیند توسعه نقش داشته‌اند، سؤالی است که در کمتر مقاله‌ای در کشور مورد بررسی کمّی قرار گرفته‌است. این مقاله با تمرکز روی زیرساخت‌های کشاورزی به نقش سدسازی در توسعه اقتصادی می‌پردازد. سدسازی، یکی از روش‌های ذخیره آب در مناطق خشک است. سدها با ذخیره آب در دوره پربارش، که معمولاً در فصول سرد سال اتفاق می‌افتد، قابلیت تنظیم آب جهت مصارف مختلف طی سال را فراهم می‌آورند. طی بازه ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ به طور متوسط حدود ۲ درصد از بودجه عمرانی کشور صرف پروژه‌های تأمین آب (سدسازی و سایر زیرساخت‌ها) شده است. کشاورزی به عنوان یکی از مهمترین بخش‌های مصرف‌کننده آب می‌تواند بیشترین منفعت را از سدسازی ببرد. امّا منافع متنوعی من‌جمله کنترل سیل، امکان تولید برق و بهره‌برداری تفریحی از سدها نیز قابل تصور است.

علاوه بر هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری و هزینه‌های سالانه تعمیر و نگهداری، سدسازی هزینه‌های غیر مستقیمی از جمله زیر آب رفتن مناطق بالادست، شورشدن خاکها، ورود سموم و کودها به آب‌ها در اثر توسعه کشاورزی، تغییر اکولوژی رودخانه‌ها و تغییر ریخت‌شناسی رودخانه‌های پایین‌دست دارد. نکته بسیار مهم آن است که منافع و هزینه‌های سدسازی به صورت جغرافیایی توزیع شده است. روستاهایی که به علت آب‌گیری دریاچه سد باید تخلیه شوند متضرر شده و کشاورزانی که از آب ذخیره شده استفاده می‌کنند، منتفع می‌شوند. محیط زیست یکی از متضررشوندگان اصلی پروژه‌های سدسازی است که به علت کاهش آب ورودی به شریان‌های پایین‌دست و نیز تغییر الگوی زمانی جریان تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

تاکنون مطالعه‌ای در مورد نقش سدسازی در توسعه‌ی مناطق ایران صورت نگرفته و صرفاً گمانه‌زنی‌هایی در مورد نقش مخرب آن‌ها انجام شده است. لذا خلا مطالعه‌ای کمّی که اثر سدها بر رفاه مردم و توسعه را بررسی کند وجود دارد. چنین مطالعه‌ای می‌تواند، هزینه‌ها و منافع اقتصادی تحمیل شده بر مردم را تخمین زده و میزان بهبود کشاورزی و درآمد افراد را بررسی کند. در این مقاله با ادغام داده‌های مکانی-زمانی سدهای احداث شده توسط وزارت نیرو طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳ که اهداف کشاورزی داشته‌اند[1] با داده‌های شهرستانی سطح زیر کشت، تولید کشاورزی و هزینه و درآمد خانوار به این سؤال پاسخ داده می‌شود که احداث سد به طور متوسط به چه میزان روی متغیرهای مختلف اثر داشته است.

در ادامه بخش ۲ ادبیات مرتبط با سؤال تحقیق را بررسی می‌کند. بخش۳ نکاتی در رابطه با سدهای ایران و روند سدسازی بیان می‌کند. بخش ۴ روش تحقیق و بخش ۵ داده‌های استفاده شده را تشریح می‌کنند. نتایج تجربی در بخش ۶ و در نهایت جمع‌بندی در بخش ۷ ارائه می‌شود.

۲- مرور ادبیات

مقالات بسیاری در دهه اخیر شواهد دقیق کمّی برای اثر زیرساخت‌ها روی وضعیت خانوارها ارائه کرده‌اند[2]. اثرات زیرساخت‌های ارتباطی[3]، زیرساخت‌های حمل‌ونقل[4] و آب و برق شهری[5] مورد بحث قرار گرفته است. در این بین، Duflo and Pande (2007) اولین مطالعه دقیق در خصوص اثرات اقتصادی سدسازی است. این مقاله درصدد پاسخ‌گویی به این سؤال است که آیا سدسازی موجب توسعه و کاهش فقر می‌شود یا خیر؟ نویسندگان با استفاده از داده‌های کشاورزی و فقر در شهرستان‌های هند طی سال‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۹۹ اثرات اقتصادی سدسازی در این بازه را بررسی می‌کنند. نتایج این مقاله نشانگر افزایش سطح زیرکشت آبی به میزان ۰/۳۳ درصد یا ۴۹۷ هکتار به ازای هر سد و همچنین افزایش ۰/۳۴ درصدی تولید کشاورزی در پایین‌دست و حرکت به سمت محصولات آب‌بر در مناطقه پایین دست سد است. فقر نیز در این مناطق کاهش می‌یابد. امّا در مورد مناطقی که سد در آن‌ها وجود دارد این اثرات دیده نمی‌شود. پیشبرد اصلی این مقاله استفاده از مشخصات جغرافیایی محل احداث سد به عنوان متغیر ابزاری برای شناسایی علّی اثرات سد بوده است.

یکی دیگر از مقالاتی که با روش شناسایی علّی بر اثرات توزیعی سدهای بزرگ متمرکز شده است، مقاله‌ی Strobl (2011) است. مزایای مهم این مقاله استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و همچنین تعریف دقیق‌تر مناطق بالادست و پایین‌دست است. وی نشان می‌دهد در آفریقای جنوبی مناطق پایین‌دست از سدهای بزرگ منفعت می‌برند و بهره‌وری کشاورزی در این مناطق ۰/۲۳درصد افزایش می‌یابد. اما زمین‌های زراعی در مجاورت سد در طول دوره‌های خشکسالی دچار کاهش بهره‌وری به میزان ۰/۲۲ درصد می‌شوند که علت آن اعمال محدودیت‌های اضافی به علت وجود سد در منطقه در دوران خشکسالی‌است. Blanc and Strobl (2014) نیز با روشی شبیه به Duflo and Pande (2007)، به مقایسه‌ی اثرات سدهای بزرگ و کوچک بر بهره‌وری زمین‌های کشاورزی در آفریقای جنوبی

www.SID.ir

Archive of SID

پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد درحالی‌که سدهای آبیاری بزرگ منجر به افزایش بهره‌وری زمین در پایین‌دست می‌شوند، اثری منفی بر منطقه‌ی مجاور دارند، هرچند وجود آن‌ها می‌تواند اثر مثبت کوچک سدهای محلی کوچک را افزایش دهد. تحلیل هزینه فایده در این مقاله نشان می‌دهد سدهای کوچک در مجموع از نظر هزینه و فایده بهترند اما سدهای بزرگ نقش بسیار مهمی دارند.

علاوه بر تخمین کمّی اثرات سدسازی بر کشاورزی، فقر و درآمد، مطالعاتی نیز در زمینه‌ی سایر اثرات سدها از جمله بهداشت، محیط‌زیست و جابه‌جایی جمعیت صورت گرفته است. به طور مثال Chakravarty (2010) در مقاله‌ی خود به تأثیر سدها در مرگ‌ومیر نوزادان پرداخته است. Ersado (2005) نیز نقش سدهای کوچک آبیاری در تولید کشاورزی و سلامت در اتیوپی را بررسی کرده است. شواهد تجربی نشان می‌دهد که افزایش مریضی‌های ناشی از جمع شدن آب منجر به کاهش بازده ناشی از سرمایه‌گذاری در پروژه‌ی آبیاری شده است.

در بین مقالات فارسی مشابهی برای مقاله حاضر پیدا نشد. البته تحقیقات مختلفی پیرامون سدها در ایران انجام شده است. امّا عمده آنها مطالعه‌ی موردی یک سد خاص هستند و اثرات اقتصادی پس از احداث سدها کمتر مورد توجه بوده است. به طور مثال Nazeri and Shahidi (2017)، تأثیر احداث سد گتوند بر پارامترهای کیفی جریان را بررسی می‌کنند. Rezapour (2016) و Kalantari et al. (2012) نیز اثر احداث سد بر آبخوان را بررسی کردند. مقالات مشابه چنین مقالاتی به مقدار نسبتا زیادی وجود دارد که سؤال و روش‌شان به طور کلی با مقاله حاضر متفاوت است[۶].

۳- سدسازی در ایران

ایران از اقلیمی متنوع برخوردار است. نواحی پربارش عمدتاً در رشته کوه‌های شمال و شمال غرب قرار دارند که باتوجه به شیب زمین و الگوی سیلابی بارش، ساخت سد و بند جهت بهره‌برداری از منابع آبی در ایران از دیرباز متداول بوده است. ساخت سدهای بزرگ در ایران از سال ۱۳۴۰ با ساخت سد سفیدرود آغاز شد. البته روند سدسازی در دوره سازندگی (دهه ۱۳۷۰) با شتاب زیادی دنبال شد و با اتمام نقاط مناسب برای سدسازی و ظرفیت‌های برداشت از منابع آب کشور از شدت سدسازی در دهه اخیر کاسته شده است.

تا بهار سال ۱۳۹۶ در مجموع ۶۴۷ سد در کشور به بهره‌برداری رسیده‌است. ۲۹۸ عدد از این سدها مربوط به وزارت جهاد کشاورزی و ۳۴۹ عدد مربوط به شرکت‌های آب منطقه‌ای وزارت نیرو است. علاوه بر این تعداد، ۱۴۶ سد در دست اجرا و ۵۳۷ سد در مرحله‌ی مطالعه هستند. سدهای بهره‌برداری شده درمجموع، ۳۴۱۶۹ میلیون مترمکعب سالانه آب تنظیم می‌کنند که از این میزان، سهم سدهای جهاد کشاورزی تنها ۴۴۳ میلیون مترمکعب است (یعنی به‌طور میانگین حدود ۱/۵ میلیون مترمکعب). این مسأله نشان می‌دهد سدهای وزارت کشاورزی میزان بسیار کمتری آب تنظیم می‌کنند و به همین دلیل اثرات کمتری بر اقتصاد منطقه دارند. سدهای وزارت نیرو به طور میانگین، حدود ۹۷ میلیون متر مکعب سالانه آب تنظیم می‌کنند و ۱۳۸ میلیون مترمکعب حجم مخزن دارند. از این رو در این مقاله، سدهای وزارت نیرو بررسی شده است. شکل ۱ توزیع استانی سدهای مورد بررسی در این مقاله را در دو مقطع ۱۳۷۰ و ۱۳۹۳ نشان می‌دهد (مطابق تقسیمات کشوری ۱۳۷۰). بهره‌مندی استان‌ها از سدهای بزرگ چه در سال ۱۳۷۰ و چه در سال ۱۳۹۳ تفاوت‌های زیادی دارد. بعلاوه سدهای بسیاری در دو دهه مورد مطالعه مقاله ساخته شده است که امکان شناسایی آماری اثرات اقتصادی سدها را فراهم می‌کند. شکل ۲ نیز پراکندگی جغرافیایی سدهای مورد برررسی در مقاله حاضر (مربع سیاه) و سدهای جهاد کشاورزی (دایره کم‌رنگ) را نشان می‌دهد.

۴- روش تحقیق

در این تحقیق از داده‌های تابلویی[۷] برای ۲۲۹ شهرستان (طبق تقسیمات کشوری سال ۱۳۷۰) طی ۲۳ سال (از ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳) استفاده می‌شود. طی این دوره ۲۰۳ سد جدید در شهرستان‌ها احداث می‌شود. رابطه (۱) تصریح رگرسیون مورد استفاده را نشان می‌دهد:

$$y_{ist} = \beta_1 + \beta_2 D_{ist} + \beta_3 D^{U}_{ist} + \omega_{ist} \qquad (۱)$$

در این رابطه y_{ist} متغیر وابسته در شهرستان i، واقع در زیرحوضه آبریز اصلی s در سال t است که اثر سدسازی روی آن بررسی می‌شود. متغیرهای مختلفی از جمله هزینه سرانه و درآمد سرانه شهرستان، ارزش تولیدات کشاورزی و سطح زیر کشت مورد مطالعه قرار می‌گیرند. D_{ist} تعداد سدهای شهرستان و D^{U}_{ist} تعداد سدهای بالادست شهرستان و ω_{ist} جمله خطای رگرسیون است. ضریب β_2 متوسط اثر احداث یک سد در شهرستان و ضریب β_3 متوسط اثر احداث یک سد در مناطق بالادست را بر متغیر وابسته نشان می‌دهند.

خاصیت مهم روش رگرسیون امکان کنترل برای عوامل مخل است. برای مثال ارتفاع و شیب شهرستان در مناسب بودن آن برای سدسازی اثرگذار است و همچنین مستقیماً روی تولید کشاورزی، هزینه و درآمد سرانه خانوارها اثرگذار است. عدم کنترل چنین عواملی باعث اشتباه گرفتن اثر این عوامل با اثر سدسازی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

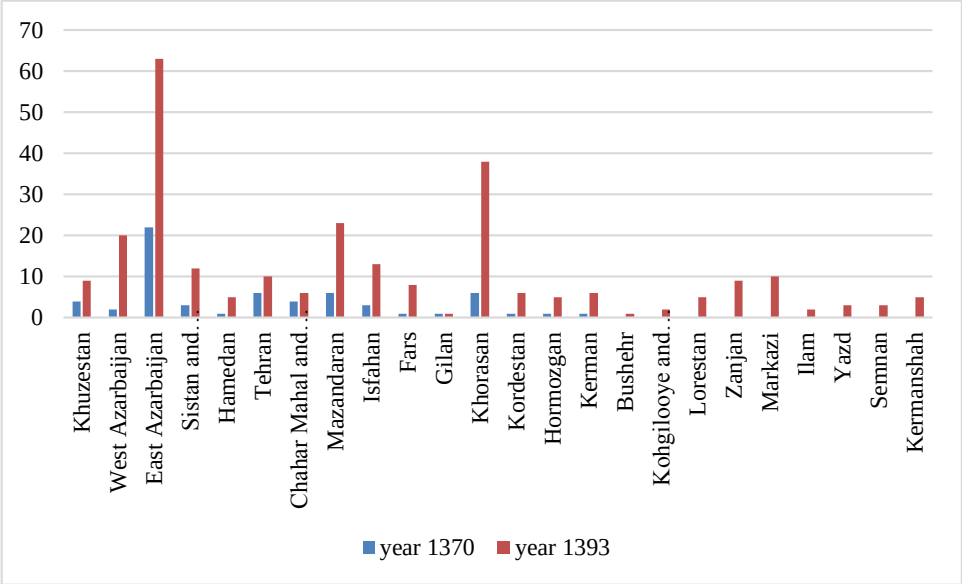

Fig. 1- Number of Dams in Iranian Years of 1370 and 1393 at different provinces

شکل ۱- توزیع سدهای مورد بررسی در استان‌ها در دو سال ۱۳۷۰ و ۱۳۹۳

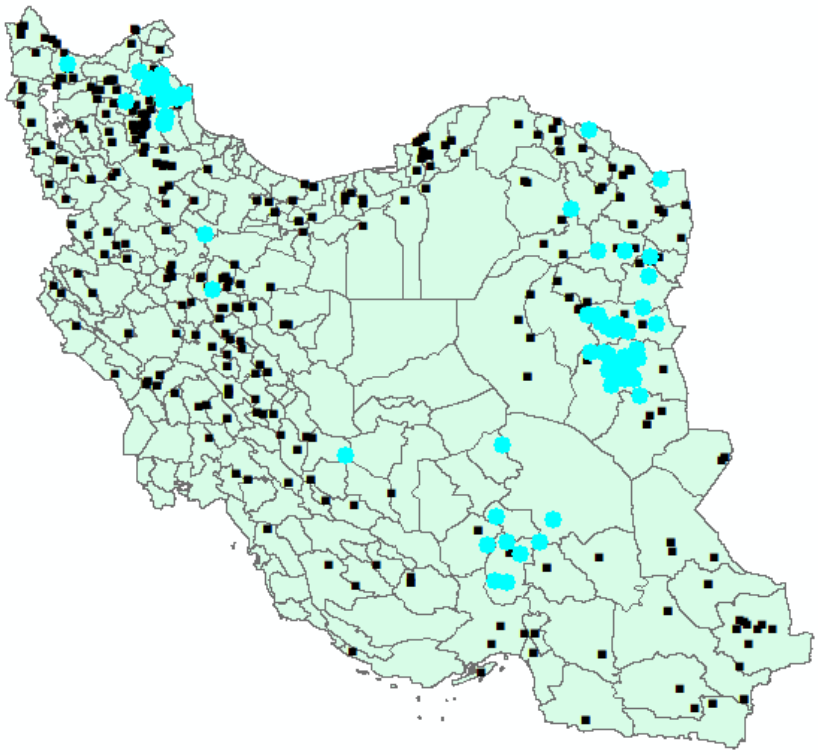

Fig. 2- Dams Studied in this paper (black squares) and dams under operation by the Ministry of Agriculture (blue circles)

شکل ۲- سدهای مورد بررسی در مقاله (مربع سیاه) و سدهای جهاد کشاورزی (دایره آبی)

تصریح (۲) این کنترل‌ها را به رگرسیون اضافه می‌کند:

$$y_{ist} = \beta_1 + \beta_2 D_{ist} + \beta_3 D^U_{ist} + \beta_4 Z_{it} + \beta_5 Z^U_{it} + v_i + \mu_{st} + \omega_{ist} \qquad (۲)$$

v_i اثرات ثابت شهرستان[۸]، μ_{st} اثرات ثابت حوضه اصلی–سال و ω_{ist} جمله خطا است. اثر ثابت شهرستان برای کنترل همه متغیرهای در سطح شهرستان که طی زمان ثابت هستند استفاده می‌شود. برای کنترل اثرات شوک‌های سالانه از اثرات ثابت حوضه اصلی–سال

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده می‌کنیم. یعنی اجازه داده می‌شود، روند تغییرات متغیر وابسته در هریک از ۶ حوضه‌ی آبریز اصلی کشور (ارومیه، دریای خزر، خلیج‌فارس و دریای عمان، فلات مرکزی، سرخس و هامون) و در هر سال متفاوت باشد. لذا شناسایی اثر احداث سد روی متغیر وابسته تنها از تفاوت بین شهرستان‌های داخل یک حوزه آبریز مشخص که در یک سال سد داشته یا نداشته‌اند شناسایی می‌شود. Z_{it} و Z_{it}^{U} مجموعه سایر متغیرهای کنترلی که در سطح شهرستان و مناطق بالادست آن طی سال تغییر می‌کنند، را دربردارد. بدین منظور شیب شهرستان، ارتفاع شهرستان، مجموع طول رود و مساحت شهرستان i و همچنین شهرستان‌های بالادست آن در متغیر مجازی سال ضرب شده و به عنوان متغیر کنترل وارد معادله می‌شود. به صورت دقیق‌تر، ارتفاع هر شهرستان به ۴ دسته‌ی کمتر از ۵۰۰ متر، ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و بالای ۱۵۰۰ متر تقسیم‌بندی شده و درصدی از مساحت شهرستان که در هر بازه می‌افتد، در متغیرهای مجازی سال ضرب شده است. شیب شهرستان نیز به ۴ دسته‌ی صفر تا ۱/۵ درصد، ۱/۵ تا ۳ درصد، ۳ تا ۶ درصد و بالای ۶ درصد تقسیم گردیده و درصدی از مساحت شهرستان که در هر دسته قرار دارد در متغیرهای مجازی سال ضرب شده است. تعریف شهرستان‌های بالادست بدین نحو است که از بین شهرستان‌های همسایه‌ی یک شهرستان، شهرستان‌هایی که میانگین ارتفاع بالاتری دارند به عنوان شهرستان‌های بالادست انتخاب شده‌اند و سدهای آن‌ها به عنوان سد بالادست شهرستان مورد نظر، در نظر گرفته شده‌اند[۹]. بارش سالانه هر شهرستان نیز در Z_{it} لحاظ شده است.

علی‌رغم وجود کنترل‌های فراوان هنوز ممکن است تغییرات سالانه‌ی سدسازی در شهرستان‌های مختلف با سایر شوک‌های کشاورزی مختص شهرستان همبستگی داشته باشد. مثلاً شهرستان‌هایی که از نظر کشاورزی بهره‌ورتر هستند، سدسازی بیشتری داشته باشند یا شهرستان‌هایی که رشد اقتصادی بیشتری دارند یا انتظار بهبود کشاورزی دارند، سدهای بیشتری دریافت کنند. در نتیجه، روش حداقل مربعات معمولی لزوماً علّیت را نشان نمی‌دهد. برای حل این مطلب مقالات ادبیات مانند Duflo and Pande (2007) از روش متغیرهای ابزاری استفاده کردند و متغیر ابزاری شیب رود را برای پیش‌بینی سدسازی استفاده کردند. اما در ایران رابطه‌ی معناداری بین شیب رود و سدسازی یافت نشد[۱۰]. به همین دلیل از روش حداقل مربعات معمولی با کنترل‌های جغرافیایی و اثرات ثابت شهرستان و حوضه اصلی–سال در این تحقیق استفاده شده است.

از بررسی‌های دیگری که در انتهای نتایج تحقیق آورده شده است، نحوه‌ی تغییر الگوی کشت کشاورزان بعد از احداث سد است؛ بدین معنی که ۱۴ محصول زراعی بررسی شده با توجه به میزان مصرف آبشان به دو دسته‌ی آب‌بر و کم آب‌بر تقسیم شده‌اند و میزان تغییر هر دسته از آن‌ها بعد از سدسازی بررسی شده‌است.

۵- داده

واحد جغرافیایی مورد بررسی در این تحقیق ۲۲۹ شهرستان ایران بر اساس تقسیمات کشوری ۱۳۷۰ هستند. اطلاعات سدهای کشور از وزارت نیرو و شرکت توسعه منابع آب ایران دریافت شده است و تنها سدهای بزرگ با هدف کشاورزی استفاده شده‌اند. ارتفاع و شیب مناطق و رودخانه‌ها که برای ساخت متغیرهای کنترلی به کار گرفته می‌شوند، با استفاده از داده‌های DEM[۱۱] وزارت نیرو و نرم‌افزار ArcGIS تهیه شده است. سایر اطلاعات موردنیاز جغرافیایی از جمله مکان و شیب رودها، طول رودها و مساحت شهرستان با استفاده از GIS محاسبه شده است. اطلاعات بارش نیز با استفاده از داده‌های مربوط به ایستگاه‌های بارش وزارت نیرو از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۰ تهیه شده‌است. هزینه‌ی سرانه شهرستان‌های مختلف با استفاده از داده‌های بودجه خانوار مرکز آمار بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۶ به دست آمده است که مخارج با شاخص قیمت استانی حقیقی شده‌اند.

اطلاعات مربوط به کشاورزی از جمله میزان تولید هر محصول، سطح زیرکشت و بازده برای سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳ از وزارت جهاد کشاورزی به دست آمده است. قیمت این محصولات به صورت استانی در سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳ از مرکز آمار دریافت شده است. ۱۴ محصول زراعی که آمار تولید و قیمت دارند انتخاب شدند و مبنای محاسبات قرار گرفته‌اند. این محصولات عبارتند از گندم، جو، شلتوک، نخود، عدس، ذرت دانه‌ای، سویا، خربزه، هندوانه، یونجه، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، خیار و پیاز. این محصولات حدود ۷۰ درصد تولید محصولات زراعی کل کشور را تشکیل می‌دهند.

خلاصه‌ی آماری داده‌ها در جدول ۱ نمایش داده شده است. بر این اساس در ابتدای بازه مورد بررسی به طور متوسط ۰/۲۹ سد در هر شهرستان بوده است و در انتهای بازه مطالعه به ۱/۱۵ سد رسیده است. متوسط سطح زیر کشت در شهرستان از ۳۲ میلیون هکتار به ۴۴ میلیون هکتار رسیده است که به طور متوسط سطح دیم و آبی هر کدام ۶ میلیون هکتار افزایش داشته‌اند. متوسط کل ارزش حقیقی تولیدات کشاورزی نیز از ۴۲۴ میلیارد تومان در ابتدای بازه به ۶۷۵ میلیارد تومان در انتهای بازه رسیده است. متوسط بازده محصولات کشاورزی در شهرستان نیز حدود ۲۲ میلیون تومان در هکتار بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 1– Summary Statistics of Variables

جدول ۱- خلاصه آماری متغیرها

Variable	Number of Observations (end-beginning)	Average (Standard Deviation) Total	Beginning	End	Min	Max
Number of Dams in District	229-229	0.67 (1.36)	0.29 (0.76)	1.15 (1.74)	0	13
Number of Dams Upstream of District	204-204	1.71 (2.59)	0.57 (1.21)	3.07 (3.43)	0	24
Annual Per Capita Household Expenditures (Real, Thousand Rials)	229-229	112702 (182155)	166329 (107738)	386754 (222505)	0	2020898
Total						
Rural	229-229	94707 (154023)	141498 (70348)	321206 (194219)	0	1873715
Urban	229-229	138794 (230410)	192674 (119574)	471976 (279711)	0	3104218
Area Under Cultivation (Thousand Hectares)	229-229	41959 (50136)	32247 (51533)	43907 (52160)	0	357301
Total						
Irrigated	229-229	19303 (22461)	13919 (21144)	19658 (22631)	0	149262
Rainfed	229-229	22656 (38889)	18328 (39604)	24249 (40507)	0	281885
Value of Production (Million Rials, Real)	229-229	5276356 (7158854)	4242352 (6831440)	6757302 (8233091)	0	$8.19 * 10^7$
Total						
Irrigated	229-137	4469903 (6534909)	5998252 (7463598)	5626409 (7320456)	0	$7.48 * 10^7$
Rainfed	229-229	878311 (1813207)	653892 (1500061)	1131195 (1988047)	0	$1.92 * 10^7$
Yield (Million Rials per Hectare)	227-138	189.49 (177.65)	219.93 (210.62)	217.57 (193.81)	0	2244.22
Total						
Irrigated	223-137	254.92 (214.72)	275.09 (189.92)	308.32 (234.05)	0	6446.64
Rainfed	184-100	50.10 (62.59)	35.74 (18.52)	68.38 (88.08)	0	1166.9
% of Area with slope between 0 and 1.5 percent	229-229		0.30 (0.23)		0.001	0.98
% of Area with slope between 1.5 and 3 percent	229-229		0.14 (0.072)		0.006	0.34
% of Area with slope between 3 and 6 percent	229-229		0.13 (0.06)		0.001	0.39
% of Area with slope more than 6 percent	229-229		0.42 (0.24)		0	0.96
Precipitation (mm)	201-199	361.61 (278.7)	456.26 309.11	311.90 267.98	1.5	2519.5

توضیحات: ابتدای دوره برای داده‌های سدها و کشاورزی سال ۱۳۷۱ و انتهای دوره سال ۱۳۹۳ است (به غیر از سال ۱۳۹۱ که داده‌هایش موجود نبود). این داده‌ها از وزارت جهاد کشاورزی دریافت شده است. داده‌ها برای ۲۲۹ شهرستان طبق تقسیمات کشوری سال ۱۳۷۰ محاسبه شده‌اند.

Notes: Dams and agricultural data is for the period of 1992 to 2014 (2012 is missing). The data comes from Ministry of Agriculture and Iran Water Resources Management Co. and is aggregated to 229 districts based on administrative divisions of 1991.

البته بازده محصولات آبی از ۲۷/۵ میلیون تومان در هکتار به ۳۰/۸ میلیون در هکتار رسیده است. بازده محصولات دیم نیز از ۳/۵ به ۶/۸ میلیون تومان در هکتار رسیده است. هزینه سرانه حقیقی خانوار نیز از حدود ۱۶/۶ میلیون تومان در سال به ۳۸/۷ میلیون تومان رسیده است.

۶- نتایج

در این بخش نتایج تخمین تصریح رگرسیون ارایه می‌شود. ابتدا اثرات سدسازی روی پیامدهای کشاورزی شامل سطح زیرکشت و عملکرد (بازده) بررسی شده، سپس اثرات سدسازی روی رفاه خانوار (هزینه سرانه) بررسی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۶-۱- کشاورزی

برای بررسی اثرات سدسازی بر سطح زیر کشت، تولید و عملکرد کشاورزی در شهرستان محل احداث سد و در شهرستان‌های پایین‌دست تولید دیم از آبی جدا می‌گردد؛ زیرا انتظار می‌رود کشت دیم مستقیماً از سدسازی اثر نپذیرد. جدول ۲ اثر سدسازی بر سطح زیر کشت، جدول ۳ اثر سدسازی بر بازده کشاورزی، جدول ۵ تفکیک اثرات روی محصولات کم‌آب‌بر و پرآب‌بر را نشان می‌دهند.

ستون (۱) جدول ۲ نتایج تخمین ضرایب را برای تصریح (۱) نشان می‌دهد (بدون هیچ متغیر کنترلی). احداث یک سد در شهرستان به طور متوسط ۲۲/۴ درصد سطح زیر کشت آبی و ۲۷/۶ درصد سطح زیر کشت دیم را افزایش می‌دهد. طبعاً این اثرات لزوماً اثر خالص سدسازی را نشان نمی‌دهند و لازم است تا کنترل‌های مهم به تصریح اضافه شوند. ستون‌های (۲) تا (۶) جدول به مرور کنترل‌های بیشتری را به رگرسیون اضافه می‌کنند. ستون‌های (۵) و (۶) تصریح‌های مرجح هستند (تصریح (۲)). بر این اساس احداث سد در شهرستان به طور متوسط بین ۱۸/۶ تا ۹/۸ درصد سطح زیر کشت آبی را افزایش می‌دهد که این اثر در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. امّا سدسازی در شهرستان‌های بالادست اثری بر سطح زیرکشت ندارد. بخش ب جدول ۲ نیز مطابق انتظار، اثر معنی‌داری روی سطح زیرکشت دیم پیدا نمی‌کند.

در جدول ۳ اثرات سدسازی بر بازده ریالی حقیقی محصولات زراعی آبی و دیم بررسی شده است. سدسازی در هیچ تصریحی بر بازده محصولات دیم اثری نمی‌گذارد (بخش ب). در ستون‌های (۵) و (۶) بخش الف این جدول، سدسازی بر بازده محصولات زراعی آبی اثر مثبت دارد؛ امّا معنی‌داری اثر متغیر است.

Table 2– Effect of dams on irrigated and rainfed cultivated area
جدول ۲- اثر سدسازی بر سطح زیر کشت آبی و دیم محصولات زراعی

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Panel A: Dependent Variable is logarithm of irrigated cultivated area						
District Dams	0.224***	0.059	0.102*	0.056	0.186***	0.098**
	(0.046)	(0.045)	(0.053)	(0.045)	(0.061)	(0.045)
Upstream Dams	-0.020	-0.074*	-0.037	-0.076*	-0.020	-0.017
	(0.033)	(0.039)	(0.041)	(0.039)	(0.029)	(0.023)
Number of Obs.	4,256	4,256	3,461	3,461	3,461	3,461
Adjusted R^2	0.042	0.009	0.059	0.064	0.221	0.417
Panel B: Dependent Variable is logarithm of rainfed cultivated area						
District Dams	0.276***	0.013	0.060*	0.020	0.021	0.007
	(0.061)	(0.035)	(0.035)	(0.042)	(0.043)	(0.045)
Upstream Dams	-0.036	-0.047**	-0.007	-0.013	-0.003	0.049
	(0.049)	(0.019)	(0.018)	(0.020)	(0.019)	(0.030)
Number of Obs.	3,240	3,240	2,624	2,624	2,624	2,624
Adjusted R^2	0.031	0.003	0.092	0.108	0.201	0.380
District fixed eff.	N	Y	Y	Y	Y	Y
Year fixed eff.	N	N	Y	Y	Y	Y
Precipitation	N	N	N	Y	Y	Y
Basin-year fix. eff.	N	N	N	N	Y	Y
Geographic cont.	N	N	N	N	N	Y

توضیحات: ستون (۱) بدون هیچ کنترل و اثرات ثابت، اثر سدهای بالادست و داخل شهرستان را بر عملکرد کشاورزی نشان می‌دهد. در ستون (۲) اثرات ثابت شهرستان و در ستون (۳) اثرات ثابت سال اضافه می‌شود. ستون (۴) علاوه بر اثرات ثابت شهرستان و سال، شامل کنترل بارش نیز هست. در ستون ۵ اثرات ثابت حوضه-سال آورده شده است. در ستون ۶ نیز علاوه بر موارد قبلی کنترل‌های جغرافیایی داخل شهرستان و شهرستان‌های بالادست (ضرب متغیر مجازی سال در طول رود، مساحت شهرستان، شیب شهرستان در ۴ دسته و ارتفاع در ۴ دسته) نیز هست. خطای استاندارد در پرانتز گزارش شده و برای خوشه‌های شهرستانی تصحیح شده است. *، **، و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

Notes: Column (1) is without any controls or fixed effects. In column (2) district fixed effects and in column (3) year fixed effects are added, in column (4), in addition to year and district fixed effects, precipitation is also controlled for. In column (5) basin-year fixed effects are added and in column (6), in addition to previous controls, geographic controls (including district area, district gradient, district elevation, river length) are added. Clustered standard errors are reported in parenthesis. *, **, and *** show significance at 10, 5, and 1 percent levels respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 3- Effect of dams on irrigated and rainfed yield

جدول۳- اثر سدسازی بالادست و داخل شهرستان بر بازده کشاورزی آبی و دیم

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Panel A: Dependent Variable is logarthim of irrigated yield (production value per hectare)						
District Dams	-0.000	0.067***	0.039*	0.034	0.056**	0.015
	(0.017)	(0.020)	(0.022)	(0.022)	(0.025)	(0.020)
Upstream Dams	-0.003	0.022	0.003	-0.001	0.013	0.023**
	(0.011)	(0.014)	(0.014)	(0.014)	(0.012)	(0.011)
Number of Obs.	4,250	4,250	3,458	3,458	3,458	3,458
Adjusted R^2	0.000	0.019	0.107	0.112	0.193	0.328
Panel B: Dependent Variable is rainfed yield						
District Dams	-0.005	0.009	0.019	0.024	0.008	-0.014
	(0.021)	(0.016)	(0.015)	(0.017)	(0.016)	(0.017)
Upstream Dams	0.004	-0.010	0.004	0.014	0.000	-0.008
	(0.012)	(0.008)	(0.009)	(0.011)	(0.009)	(0.011)
Number of Obs.	3,210	3,210	2,598	2,598	2,598	2,598
Adjusted R^2	0	0	0.193	0.238	0.314	0.472
District fixed eff.	N	Y	Y	Y	Y	Y
Year fixed eff.	N	N	Y	Y	Y	Y
Precipitation	N	N	N	Y	Y	Y
Basin-year fix. eff.	N	N	N	N	Y	Y
Geographic cont.	N	N	N	N	N	Y

Notes: Similar to table 2.

توضیحات: مشابه توضیحات جدول

Table 4- Comparison of dam effects on high-water and low-water crops

جدول ۴- مقایسه اثرات سدسازی بر محصولات آب‌بر و کم‌آب‌بر

Variable name	(1) Yield of high-water crops	(2) Yield of low-water crops	(3) production of high-water crops	(4) production of low-water crops	(5) Cultivated area of high-water crops	(6) Cultivated area of low-water crops
District Dams	0.0315	-0.00409	0.0504	0.00314	0.0606	0.00429
	(0.0208)	(0.0115)	(0.0441)	(0.0337)	(0.0459)	(0.0300)
Upstream Dams	0.0262**	-0.00254	-0.00889	-0.0158	-0.0510*	-0.0186
	(0.0105)	(0.00678)	(0.0257)	(0.0238)	(0.0292)	(0.0230)
Number of Obs.	3,364	3,247	3,364	3,247	3,445	3,269
Adjusted R^2	0.064	0.278	0.065	0.151	0.094	0.140

توضیحات: محصولات کم آب‌بر عبارتند از گندم، جو و نخود، محصولات آب‌بر عبارتند از یونجه، سیب‌زمینی، پیاز و شلتوک.

Notes: Low-water need crops are wheat, barley and chickpea and high-water need crops are Alfalfa, potatoe, onion and rice.

در ستون آخر مشاهده می‌شود که با افزودن کنترل‌های جغرافیایی شهرستان و بالادست آن، اثر سدسازی بر بازده آبی شهرستان، معناداری خود را از دست داده‌است؛ اما اثر آن بر شهرستان پایین دست مثبت و معنادار شده است. علت این امر این است که در این تحقیق ۲۶۵ سد بررسی شده‌اند و حدود ۳۵۰۰ مشاهده استفاده شده است، افزودن کنترل‌های جغرافیایی به معنای افزودن حدود ۴۰۰ متغیر کنترلی به معادله است؛ به همین دلیل تغییر معنی‌داری ممکن است به علت نبود قدرت آماری کافی باشد. در مجموع ستون‌های (۵) و (۶) با این ادعا که سدسازی در شهرستان و بالادست آن باعث افزایش بازده محصولات آبی می‌شود در تضاد نیستند.

جدول ۴ مقایسه‌ی اثرات سدسازی بر محصولات آب‌بر و کم آب‌بر را نشان می‌دهد. سدسازی بازده و تولید محصولات آب‌بر را بیشتر از محصولات کم‌آب‌بر افزایش داده است، هرچند از لحاظ آماری هردو بی‌معنی اند اما ضرایب بزرگترند. علت این امر می‌تواند این باشد که کشاورزان به دلیل در اختیار داشتن آب تنظیم‌شده به سراغ تولید محصولات آب‌بر می‌روند. علت مثبت و معنادار شدن اثر سد بالادست بر بازده محصولات آب‌بر، کاهش معنادار سطح زیر کشت محصولات آب‌بر در پایین‌دست می‌باشد که یکی از دلایل آن می‌تواند مصرف آب در بالادست و نرسیدن آب به پایین‌دست باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

Table 5- Effect of dams on household per capita expenditure
جدول ۵- اثرات سدها بر هزینه سرانه خانوار

Variable name	Rural per capita expenditure	Urban per capita expenditure	Total per capita expenditure
	(1)	(2)	(3)
District Dams	0.020	0.027	0.025
	(0.052)	(0.046)	(0.043)
Upstream Dams	-0.060***	-0.027	-0.050***
	(0.019)	(0.018)	(0.017)
Number of Obs.	1834	1,793	1,839
Adjusted R^2	0.546	0.455	0.605

توضیحات: کنترل‌های جغرافیایی خود شهرستان و بالادست، اثرات ثابت استان-سال و شهرستان و همچنین کنترل بارش در تصریح‌های جدول وجود دارد اما گزارش نشده است. خطای استاندارد در پرانتز گزارش شده و برای خوشه‌های شهرستانی تصحیح شده است. *، **، و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

Notes: Geographical controls for district and up-stream districts, year-province fixed effects, district fixed effects and precipitation controls are included in the regressions but their coefficients are not reported. Clustered standard errors are reported in parenthesis. *, **, and *** show significance at 10, 5, and 1 percent levels respectively.

۴-۲- هزینه‌های خانوار و رفاه

در این قسمت اثرات سدسازی بر هزینه‌های سالانه‌ی خانوار در شهر و روستا به تفکیک بررسی شده است. جدول ۵ نشان می‌دهد که مطابق انتظار سدسازی بر هزینه سرانه شهری تأثیر معناداری ندارد. هزینه سرانه روستایی و به تبع آن هزینه سرانه کل نیز متأثر از سدسازی داخل شهرستان نبوده است؛ اما سدسازی‌های شهرستان‌های بالادست، هزینه سرانه روستاها و به تبع آن هزینه سرانه کل را کاهش داده است. یکی از علت‌های احتمالی این امر می‌تواند کاهش آب پایین‌دست در اثر سدسازی در بالادست باشد.

۵- جمع‌بندی

در مجموع به نظر می‌رسد سدسازی بر توسعه کشت آبی اثر معنی‌داری دارد، امّا احتمالا به دلیل تغییر قیمت‌ها، بازده و ارزش تولیدات تغییر معنی‌داری نداشته است. هزینه سرانه، به عنوان شاخصی از رفاه، در شهرستان پایین‌دست سد کاهش می‌یابد که برای مناطق روستایی، معنی‌دار است. علت احتمالی این نتیجه این است که در اثر سدسازی آب کمتری به منطقه‌ی پایین‌دست می‌رسد و رفاه کاهش می‌یابد چرا که سطح زیر کشت محصولات آب‌بر در منطقه‌ی پایین‌دست به طرز معناداری کاهش پیدا کرده است که همین مسأله می‌تواند نشان‌گر کاهش آب در شهرستان پایین‌دست باشد. لذا با آنکه سدسازی اثرات توسعه کشاورزی دارد، اما اولاً این اثرات روی مجاور سد و پایین‌دست آن متفاوت هستند. ثانیاً باتوجه به افزایش محصولات و تغییرات قیمت، سدسازی لزوماً به افزایش رفاه (هزینه سرانه خانوار) نمی‌انجامد.

۶- تقدیر و تشکر

با تشکر فراوان از دکتر مسعود تجریشی استاد مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف که در موارد مرتبط با مهندسی آب کمک زیادی به تحقیق حاضر کردند.

پی‌نوشت‌ها

۱- سدهای وزارت کشاورزی معمولاً سدهای بسیار کوچکی هستند. اما سدهای وزارت نیرو به نسبت بزرگ‌تر هستند و اثرات جدی‌تری بر کشاورزی منطقه دارند.

۲- از جمله مقالاتی که اثرات کلی زیرساخت‌ها بر شاخص‌های توسعه را بررسی کرده‌اند می‌توان Aschauer (1989)، Teruel (2005)، Munnel (1990) و Calderon and Servén (2004) را نام برد.

۳- Jensen (2007) به نقش تلفن همراه در توسعه پرداخته و Gobal (2010) اثر اینترنت بر توسعه در هند را بررسی می‌کند.

۴- از جمله این مقالات، Donaldson (2010) است که اثر راه‌آهن بر توسعه را بررسی می‌کند.

۵- به طور مثال Dinkleman (2011) نقش برق‌رسانی بر توسعه را تخمین زده‌است.

۶- Najafi (2014) با مطالعه‌ی موردی سد لتیان، تخصیص بهینه‌ی آب کشاورزی در دشت ورامین را ارزیابی اقتصادی کرده‌اند. Farajzade (2007) اثر سدهای بزرگ در تغییر کاربری اراضی را با استفاده از سنجش از دور و GIS به دست آورده‌اند که برای این کار سد ستارخان اهر را مطالعه‌ی موردی کرده‌اند. Malekhosseini (2014) تأثیرات اجتماعی سد سلیمان‌شاه سنقر را بر روستاهای تحت پوشش شبکه‌ی آبیاری و زه‌کشی سد ارزیابی کرده‌اند. به طور مثال امید به زندگی، امنیت، گردشگری، فقر و اشتغال

www.SID.ir

Archive of SID

از جمله مواردی است که در این مقاله با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه و مشاهده بررسی شده‌اند.

7- Panel Data

8- District Fixed Effect

۹- تعریف دیگری نیز برای بالادست استفاده شد. بدین ترتیب که سدهایی که در محدوده‌های مطالعاتی مشترک با شهرستان مورد نظر قرار داشتند (هر حوضه‌ی آبریز فرعی با توجه به وضعیت رودخانه‌های موجود در آن به چند محدوده‌ی مطالعاتی تقسیم می‌شود) و ارتفاع بالاتری نسبت به میانگین شهرستان داشتند به عنوان سدهای بالادست شهرستان در نظر گرفته شدند. چون هر شهرستان در تعداد زیادی محدوده مطالعاتی قرار دارد، فقط دو محدوده مطالعاتی اصلی که مساحت بیشتری از شهرستان در آن‌ها قرار داشت، بررسی شدند. نتایج حاصل با استفاده از این تعریف در آزمون‌های پایداری در پیوست ج آمده است امّا تغییر چندانی در ضرایب تخمین‌زده شده حاصل نشد.

۱۰- سدهای کشور هند عمدتاً در غرب این کشور و بر رودهای با شیب ملایم بنا شده‌اند. اما در ایران، بسیاری از سدها در ارتفاعات ساخته شده‌اند و احتمالا به همین دلیل متغیر ابزاری شیب زمین متغیر مناسبی نیست. دلیل دیگر نامناسب بودن متغیر ابزاری آن است که تا سال پایه‌ی تحقیق حاضر یعنی ۱۳۷۰ در حدود ۳۵ درصد از استان‌های کشور، هنوز سدی به بهره‌برداری نرسیده است و تعداد سد پیش‌بینی شده‌ی هر استان با استفاده از روش Duflo and Pande (2007) صفر می‌شد.

11- Digital Elevation Model

۷- مراجع

Aschauer DA (1989) Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics 23(2):177-200

Blanc E and Strobl E (2014) Is small better? A comparison of the effect of large and small dams on cropland productivity in South Africa. The World Bank Economic Review 28(3):545-576

Calderon C and Servén L (2004) The effects of infrastructure development on growth and income distribution (No. 3400). World Bank Policy, Research Working, Paper No. 3400

Chakravarty A (2010) Dams and infant mortality in Africa. Working paper, University College London

Dinkelman T (2011) The effects of rural electrification on employment: New evidence from South Africa. The American Economic Review 3078-3108

Donaldson D (2010) Railroads of the Raj: Estimating the impact of transportation infrastructure (No. w16487). National Bureau of Economic Research, Paper No. 16487

Duflo E and Pande R (2007) Dams. The Quarterly Journal of Economics 122(2):601-646

Ersado L (2005) Small-scale irrigation dams, agricultural production, and health: theory and evidence from Ethiopia. World Bank Policy, Research Working, Paper No. 3494

Farajzade M andRostamzade H (2007) Evaluation of large dams' effects on changing lands' use: Sattarkhan Dam. Journal of Humanitarian Science 47-66 (In Persian)

Jensen R (2007) The digital provide: Information (technology), market performance, and welfare in the South Indian fisheries sector. The Quarterly Journal of Economics 879-924

Kalantari N, Rahimi M, and Samani S (2012) The qualitative effect of Karkheh dam on Avan plain aquifer in Dezful in Khuzestan province. Journal of Iran-Water Resources Research 8(1):1-9 (In Persian)

Malekhosseini A, Mirakzade A (2014) Evaluating Soleimanshah's dam's social impact on near rural areas. Journal of Rural Research 589-610 (In Persian)

Munnell AH and Cook LM (1990) How does public infrastructure affect regional economic performance?. New England Economic Review (Sep):11-33

Najafi H, Ahmadian M (2014) Economic evaluation of water allocation for agricultural use in Varamin:case study of Latian Dam. Journal of Iran's Practical Economic Studies 151-167(In Persian)

Nazeri M and Shahidi A (2017) Evaluation of Gotvand Dam construction impacts on time series variability of water quality parameters. Journal of Iran-Water Resources Research 13(3):175-180 (In Persian)

Rezapour M (2016) Multi-scale entropy analysis to assess impacts of dam construction on aquifer, case study: Saveh Plain. Journal of Iran-Water Resources Research 12(1):145-157 (In Persian)

Strobl E and Strobl RO (2011) The distributional impact of large dams: Evidence from cropland productivity in Africa. Journal of Development Economics 96(2):432-450

Teruel RG and Kuroda Y (2005) Public infrastructure and productivity growth in Philippine agriculture, 1974-2000. Journal of Asian Economics 16(3):555-576

www.SID.ir