Archive of SID

تحقیقات منابع آب ایران
Iran-Water Resources Research

سال شانزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
Volume 16, No.1, Spring 2020 (IR-WRR)
۱۷-۲۸

# ارزیابی عملکرد مدل‌های رگرسیونی پانلی در برآورد رابطه بین آب و ارزش‌افزوده کشاورزی کشورهای حوضه رودخانه مرزی ارس

محمود رشیدی[۱*]، مهدی ضرغامی[۲] و اسماعیل پیش‌بهار[۳]

## چکیده

کشورهای حاشیه رودخانه‌های مرزی همواره در استفاده از منبع آب مشترک به رقابت پرداخته‌اند. تعداد، موقعیت قرارگیری ازلحاظ بالادستی و پایین‌دستی و عملکرد اقتصادی هر یک از کشورها بر پیچیدگی‌های مسائل آب‌های مشترک مرزی افزوده است. از این‌رو تحلیل عملکرد اقتصادی کشورها، کمک شایانی در مطالعات آتی خواهد داشت. در تحقیق حاضر با انتخاب رودخانه ارس به‌عنوان یک رود مرزی مشترک بین کشورهای ایران، ترکیه، ارمنستان و آذربایجان، ابتدا مرز حوضه آبریز در محل اتصال به رودخانه کورا با استفاده از نقشه رقومی ارتفاعی با اندازه سلولی ۳۰ متر استخراج و سپس به ۱۰ زیرحوضه با برآورد خصوصیات فیزیوگرافی از نظر شیب، مساحت و ارتفاع تقسیم‌بندی شد. با استفاده از داده‌های بارش ایستگاه‌های سینوپتیک و رواناب سطحی مشاهداتی ایستگاه‌های هیدرومتری، پتانسیل آب سطحی تولیدی سالانه هر یک از زیرحوضه‌ها برآورد گردید. سپس ارتباط بین ارزش‌افزوده سالانه بخش کشاورزی به‌عنوان متغیر وابسته با مقادیر سالانه آب قابل‌دسترس، میزان نیروی کار و سرمایه هر یک از کشورها به‌عنوان متغیرهای مستقل، با استفاده از مدل‌های رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط و رگرسیون داده‌های پانلی برآورد گردید. بررسی نتایج نشان داد در تحقیق حاضر مدل رگرسیون با اثرات ثابت بهترین مدل ازنظر آماری است و می‌تواند ناهمگنی مقطعی در حوضه را تا ۷۳ درصد تغییرات ارزش‌افزوده توجیه نماید. علاوه بر آن معنی‌دار بودن ضریب جمله توان دوم آب ازلحاظ آماری، تأکید بر وجود ارتباط غیرخطی مابین آب و ارزش‌افزوده است.

***کلمات کلیدی:*** حوضه آبریز مرزی، ارزش‌افزوده، رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط، رگرسیون داده‌های پانلی، ناهمگنی مقطعی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۷/۱۰/۱۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۲/۲۷

۱- دانشجوی دکتری رشته مدیریت منابع آب دانشگاه تبریز.
۲- استاد دانشکده مهندسی عمران و پژوهشکده محیط زیست دانشگاه تبریز.
۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان تابستان ۱۳۹۹ امکانپذیر است.

# Evaluation of Panel Regression Models in Estimating the Relationship Between Water and Countries' Agricultural Added Value in the Aras River Basin

*M. Rashidi [1*], M. Zarghami[2], and E. Pishbahar [3]*

## Abstract

Countries in trans-boundary river basin have always been competing in use of common water source. The geographical location and the number of countries included as well as economic performance of these countries escalate the complexities of shared waters. Therefore, proper analysis of the economic performance of neighboring countries will assist future studies. In this research, Aras River between Iran, Turkey, Armenia and Azerbaijan is chosen. First, the basin is extracted using 30 meters cell size Digital Elevation Model in ArcMap and then it is divided into 10 sub-basins to obtain physiographic properties in terms of average slope, average height and area. Using rainfall data of synoptic stations and surface runoff of hydrometric stations, average annual stream-flow of each sub-basin is estimated. Then, Seemingly Unrelated Regression model as well as Panel Data regression model are used to model the relationship between annual added value data of agricultural sector as dependent variable on available annual water, labor force and capital of each country. Statistical interpretation of the results from different models, proves that Fixed Effect model describes the relationship better and can explain the cross sectional heterogeneity up to 73 percent in added value. Moreover, squared water coefficient term, illustrates the nonlinear relationship between water and added value and is statistically significant.

***Keywords:*** Trans-boundary River Basin, Added Value, Seemingly Unrelated Regression, Panel Data Regression, Cross Sectional Heterogeneity.

Received: January 5, 2019
Accepted: May 17, 2019

1- Ph.D. Candidate of Water Resources Management, Faculty of Civil Eng., University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: mhmd.rashidi@gmail.com
2- Professor, Faculty of Civil Eng. and Institute of Environment, University of Tabriz, Tabriz, Iran. Email: mzarghaami@tabrizu.ac.ir
3- Associate Professor, Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, University of Tabriz, Iran. Email: pishbahar@yahoo.com
*- Corresponding Author



www.SID.ir

Archive of SID

## ۱- مقدمه

روش‌های سنتی مدیریت منابع آب در حوضه‌های آبریز بیشتر بر دیدگاه تأمین نیاز بشر استوار بوده و سایر نیازها که مهم‌ترین آن‌ها نیاز زیست‌محیطی است نادیده انگاشته شده است. مدیریت پایدار مفهومی است که به‌تازگی در علوم مهندسی و مدیریت آب وارد شده و قادر است فرایند چرخه آب در حوضه آبریز را که ترکیبی از عوامل انسانی- محیطی است به‌صورت همه‌جانبه در نظر بگیرد (Liu et al., 2007). بنابراین تحلیل فرایندهای مکان- محور زیست‌محیطی و انسانی در بخش‌های مختلف مصرف آب اعم از کشاورزی، صنعت، شهری اهمیت دوچندان پیداکرده است (Berglund, 2015; Steel and Weber, 2001; Yang et al., 2009). مدل کردن حوضه آبریز با محوریت تحلیل فرایندهای کمی و کیفی مکان- محور منابع آب با ذینفعان مختلف در قالب عنوان مدل‌های چندعاملی صورت می‌پذیرد (Ferber, 1999). عقلایی بودن عامل‌ها و نحوه ارتباط با سایر عامل‌ها به‌صورت همکاری و یا عدم همکاری از فرضیات اصلی این مدل‌ها است (Berglund, 2015; Wallace et al., 2003). مثال‌هایی از مدل‌های چندعاملی در مطالعات منابع آب را می‌توان در مطالعات Amigoni et al. (2015) و Bonabeau (2002) و در مدل تخصیص آب در مطالعات Yang et al. (2011) و Zhao et al. (2013) مشاهده کرد.

از مهم‌ترین مسائلی که اخیراً توجه محققین را به خود جلب کرده است مطالعات منابع آبی مشترک نظیر حوضه‌های آبریز مرزی مشترک ازجمله نیل (El-Fadel et al., 2003)، دجله و فرات (Kucukmehmetoglu and Guldmann, 2004)، هیرمند (Dehgan et al., 2014; Shoghizadeh and Ahmadi, 2018)، ارس (Moerlins et al., 2007) و همچنین دریاهای مشترک مانند دریای خزر (Read et al., 2014) است. این حوضه‌ها به دلیل داشتن پیچیدگی زیاد از لحاظ وجود کشورهای مختلف در درون حوضه آبریز مرزی، مدل کردن عاملی مفهوم بیشتری پیداکرده چراکه هر یک از کشورها به‌منزله یک عامل دارای استقلال عمل بوده و می‌توانند در قالب همکاری و یا عدم همکاری با سایر عامل‌ها از منابع مشترک (آب، نفت، معادن) بهره‌برداری کند (Madani and Dinar, 2012a, 2012b).

اکثر مطالعات درزمینه‌ی رودخانه‌های مرزی در حیطه علوم هیدرولوژی، جغرافیایی و سیاسی بوده است (Ansink and Houba, 2014). آب ویژگی‌هایی دارد که می‌توان آن را یک کالای اقتصادی در نظر گرفت و یا اینکه در یک حوضه آبریز از علم اقتصاد و اقتصادسنجی به همراه سایر علوم مانند هیدرولوژی به بررسی همه‌جانبه آن پرداخت. وجود خاصیت عمومی و اختصاصی یک کالای اقتصادی در آب، تغییرپذیری، عدم‌قطعیت، انتقال‌پذیری، قابلیت مصرف و تولید ثروت و ناهمگنی آن در بعد فضا و زمان ازجمله ویژگی‌هایی است که آب را می‌توان از منظر اقتصادی تحلیل کرد (Hanemann, 2006). اکثر محققین برای بررسی تعاملات عامل‌ها با یکدیگر نیاز به برآورد تابع رفتاری آن عامل موردنظر دارند. این توابع می‌تواند فرضی بوده و یا با استفاده از داده‌های واقعی برآورد گردد (Giuliani et al., 2014).

Cai et al. (2003) یک مدل بهینه‌سازی برای شبکه‌ای از سدها در حوضه رودخانه سیردریا[1] در آسیای میانه با عمده مصرف کشاورزی توسعه دادند. در این مدل سه نوع تابع هدف از منظر هیدرولوژیکی، ارگونومیکی و اقتصادی تعریف شده است که تعادل شوری زمین‌های کشاورزی با استفاده از ترکیب این سه هدف مورد بررسی قرارگرفته است. تابع هدف هیدرولوژیکی، روابط تعادل آب آبخوان، آب مخزن سد و رودخانه را بیان نموده و تابع هدف ارگونومیکی، رابطه تولید محصول را تابعی از رطوبت و شوری خاک بیان کرده است. همچنین تابع اقتصادی، سود حاصل از هر بخش کشاورزی از حوضه را تابعی از میزان برداشت آب از رودخانه، آبخوان، هزینه محصول و غیره تعریف کرده است. سناریوهای مختلفی از منظر تغییرات کمی و کیفی آب و شوری نیز تعریف شده بود تا حساسیت مدل سنجیده شود. Yang et al. (2011) و همچنین Amigoni et al. (2015) یک الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه با قیود توزیعی[2] (DCOP) در خصوص تخصیص آب در یک سیستم منابع آبی ارائه کردند که در آن توابع مربوط به هر عامل توسط یک تابع غیرخطی درجه دو برای برداشت آب به‌منظور مصارف کشاورزی، شهری و صنعت استفاده شد. هدف از این تحقیقات بررسی تعاملات عاملی در یک سیستم منابع آبی بود. با بررسی پیشینه پژوهش مشاهده می‌شود که برای بررسی رفتار ذینفعان مختلف در یک حوضه آبریز، ابتدا بایستی بتوان تابع هدف مطلوبیت آن عامل را بسته به شرایط مسأله (اقتصادی، زیست‌محیطی، هیدرولوژیکی و غیره) تعریف کرد. بدین منظور می‌توان در شرایط وجود عاملین مختلف با عملکرد مقطعی متفاوت از علم آمار رگرسیون پانلی[3] استفاده کرد. از علل استفاده از این نوع مدل‌های آماری می‌توان محدود شدن همسانی واریانس، قدرت بالا در برازش، در نظر گرفتن ناهمگنی مقطعی مشاهده نشده و همچنین قدرت مدل کردن پدیده‌های پیچیده را نام برد (Andreß et al., 2013; Baltagi, 2008; Hsiao, 2014).

Izady et al. (2012) تراز آب زیرزمینی دشت نیشابور در ایران را با استفاده از داده‌های پانلی پیش‌بینی کردند. در این تحقیق ابتدا دشت موردنظر به شش زون خوشه‌بندی شده و با استفاده از رگرسیون پانلی، رابطه تراز سطح آب زیرزمینی به‌عنوان متغیر وابسته را با استفاده از



www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای دما و بارش به‌عنوان متغیرهای مستقل مدل‌سازی کردند. نتایج نشان داد مدل با اثرات ثابت ازنظر آماری بهتر از سایر مدل‌ها عمل می‌کند. ایشان همچنین با مقایسه نتایج مدل رگرسیون و مدل شبکه عصبی نشان دادند که مدل با اثرات ثابت عملکرد بهتری دارد. Azizi et al. (2008) روند تغییرات داده‌های ۱۶ متغیر اقلیمی در ۱۲ ایستگاه سینوپتیک در دوره ۵۰ ساله را با استفاده از مدل‌های رگرسیون چندمتغیره، سری زمانی باکس جنکینز و داده‌های پانلی مورد بررسی قراردادند. نتایج نشان داد، بررسی پانلی داده‌ها با تبدیل اطلاعات نقطه‌ای به منطقه‌ای، قدرت بالایی در مشاهده تغییرات مکانی و زمانی دارد. Zhao et al. (2018) در سال ۲۰۱۸ پارامترهای مؤثر در رشد اقتصادی کشاورزی کشور چین را با استفاده از مدل سری زمانی مورد بررسی قراردادند. ایشان نتیجه گرفتند که سرمایه در مقابل پارامترهایی نظیر آب، زمین، انرژی بیشترین تأثیر را در رشد اقتصادی کشاورزی دارد.

در مطالعه حاضر ابتدا حوضه آبریز ارس در شمال غرب ایران که یک حوضه مرزی بشمار می‌آید به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب و سپس توابع اقتصادی کشورها برآورد گردید. از دلایل انتخاب حوضه آبریز ارس می‌توان به مواردی همچون محدود بودن مطالعات صورت پذیرفته از منظر منابع آب، تغییرات اقلیمی، کاهش آورد رودخانه، رشد جمعیت منطقه، توسعه و برنامه‌ریزی کشاورزی برای آینده، کمبود آب و رقابت شدید بین کشورهای حاشیه رودخانه ارس در سال‌های آتی اشاره نمود. در این تحقیق عملکرد کشورها از منظر مصرف آب در بخش کشاورزی با اطلاعات هیدرولوژیکی حوضه و ارزش‌افزوده به‌دست‌آمده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ میلادی با استفاده از روش داده‌های ترکیبی (پانلی) مورد تحلیل قرارگرفته است. علیرغم کاربردی بودن این مدل که در علم اقتصادسنجی فراوان مورد استفاده قرارگرفته است، در علوم مدیریت منابع آب و هیدرولوژی بسیار محدود مورد استفاده قرارگرفته است (Arbúes et al., 2004; De Cian et al., 2007; Moeltner and Stoddard, 2004).

## ۲- مواد و روش انجام تحقیق

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه مورد مطالعه در این تحقیق حوضه بین مرزی ارس می‌باشد که دربرگیرنده کشورهای ترکیه، ارمنستان، ایران و آذربایجان است. تراز ارتفاعی حوضه رودخانه ارس از ۲۰- متر تا ۵۰۰۰ (کوه آرارات در ترکیه) متر تغییر کرده و مساحت این حوضه نیز ۹۵۷۳۹ کیلومترمربع است. مهم‌ترین رودخانه این حوضه ارس است که به‌عنوان یک رود مرزی شناخته می‌شود. رود ارس از ارتفاعات ۳۱۰۰ متری کوه‌های بینگول ترکیه در نزدیکی شهر ارزروم سرچشمه می‌گیرد و پس از طی مسافت ۳۴۱ کیلومتر به مرز ترکیه و ارمنستان می‌رسد. از این محل به‌عنوان رودخانه مرزی به مسیر خود ادامه می‌دهد. این رودخانه ابتدا ۱۴۱ کیلومتر مرز بین ترکیه و ارمنستان، ۲۰۹ کیلومتر مرز بین ایران و نخجوان، ۴۴ کیلومتر مرز بین ایران و ارمنستان و ۱۶۳ کیلومتر مرز بین ایران و آذربایجان را طی می‌کند. پس از خروج از نقطه مشترک مرز بین ایران و آذربایجان با طی ۶۶ کیلومتر به رودخانه کورا می‌پیوندد. تلفیق دو رودخانه ارس و کورا با طی ۲۱۰ کیلومتر به دریای خزر تخلیه می‌شود (شکل ۱). از سدهای مهم ساخته‌شده بر روی رودخانه ارس می‌توان به سد آخوریان (مشترک بین ارمنستان و ترکیه)، سد صفاکوی (ترکیه) و سد ارس و خداآفرین (مشترک بین ایران و آذربایجان) اشاره کرد.

در تحقیق حاضر مدل رقومی- ارتفاعی[۴] سطح حوضه با اندازه سلولی ۳۰×۳۰ متر از مرجع سیستم اطلاعات و داده تصویری زمین[۵] (EOSAIS) که هسته مهم بانک داده تصویری زمین در ناسا است تهیه شده و سپس حوضه آبریز رودخانه ارس در محل تقاطع خود با رودخانه کورا با استفاده از نرم‌افزار ArcMap استخراج شده است. بیشترین و کمترین سهم مربوط به کشور ایران و آذربایجان به ترتیب در حدود ۳۸ درصد و ۱۴ درصد است.

### ۲-۲- داده‌های تحقیق

در تحقیق حاضر داده‌های بارش در ۱۵ ایستگاه سینوپتیک در کل سطح حوضه در یک دوره ۱۸ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ مورد استفاده قرارگرفته است. داده‌های مربوط به ارزش‌افزوده بخش کشاورزی کشورهای ارمنستان و آذربایجان از سایت بانک جهانی، کشور ترکیه از سایت بانک آمار کشور ترکیه و کشور ایران از بخش داده‌های سری زمانی بانک مرکزی استخراج گردیده است. داده‌های نیروی کار و سرمایه از سایت بانک جهانی و مرکز آمار ایران تهیه گردیده است. داده‌های ارزش‌افزوده با استفاده از شاخص اقتصادی سال پایه ۲۰۱۰ تورم‌زدایی شده است.

### ۲-۳- تخمین پتانسیل رواناب سالانه حوضه رودخانه ارس

جهت برآورد آورد پتانسیل، ابتدا منحنی‌های همباران با استفاده از داده‌های تاریخی بارش ایستگاه‌های سینوپتیک در کل سطح حوضه تهیه گردیده است. سپس از طریق روش رگرسیون غیرخطی، یک رابطه غیرخطی به شکل ($Q = \beta A^a S^b H^c P^d$) تخمین‌زده شده است که در آن A معرف مساحت حوضه، S معرف شیب متوسط حوضه، H معرف ارتفاع متوسط حوضه، P معرف بارش متوسط حوضه و



www.SID.ir

Archive of SID

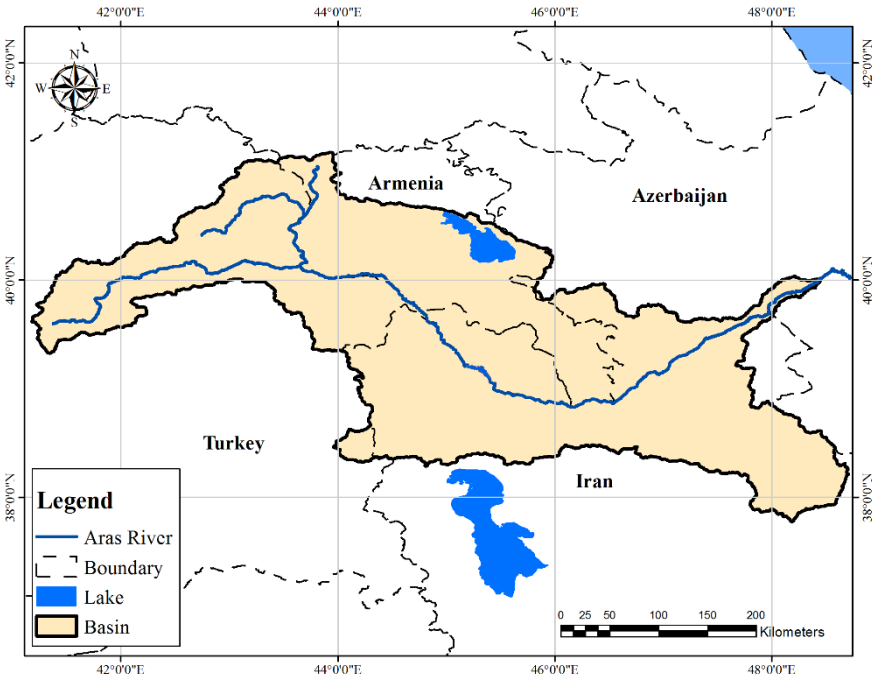



**Fig. 1- Aras Basin and the related countries**

**شکل ۱- حوضه آبریز ارس و موقعیت کشورهای حاشیه رود ارس**

{β, a, b, c, d} پارامترهای رابطه است. این رابطه از طریق داده‌های مشاهداتی تعدادی از زیرحوضه‌های کوچک و بزرگ در طرف کشور ایران به‌دست آمده و برای کل حوضه تعمیم داده شده است. علت این امر در دسترس نبودن داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های هیدرومتری در سایر کشورها است.

### ۲-۴- روش درون‌یابی معکوس فاصله[۶]

جهت برآورد منحنی‌های هم‌بارش در سطح حوضه از روش درون‌یابی معکوس فاصله (IDW) استفاده شده است. هدف از این روش، برآورد اطلاعات یک پارامتر (مانند بارش، ارتفاع) در مناطقی است که نمونه‌برداری نشده باشد. در این روش تأثیر هر نقطه معلوم در تخمین یک نقطه مجهول از منطقه با عکس فاصله خود تا آن نقطه بیان می‌شود (Burrough and McDonnell, 1998). در این روش از فاصله به‌عنوان وزن متغیر معلوم در پیش‌بینی نقاط اندازه‌گیری نشده استفاده می‌شود. پراکندگی نقاط مشاهده‌ای، شعاع همسایگی و تعداد نقاط همسایه تأثیر مستقیم در دقت مدل درون‌یابی دارد.

$$z_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} z_i d_i^{-n}}{\sum_{i=1}^{N} d_i^{-n}} \qquad (۱)$$

که در آن $z_0$ مقدار تخمین داده در نقطه اندازه‌گیری نشده، $z_i$ مقدار داده مشاهداتی در نقطه iام، $d_i$ فاصله نقطه مورد تخمین از داده مشاهداتی iام، n توان انتخابی کاربر و N تعداد کل همسایگی برای هر نقطه مورد تخمین است.

### ۲-۵- مدل رگرسیون خطی

هدف از مدل‌های رگرسیون یافتن ارتباط بین یک متغیر وابسته y و متغیر مستقل نظیر x در یک بعد (زمان یا مقطع) است. این رابطه می‌تواند به فرم خطی چندجمله‌ای و یا غیرخطی باشد. مدل‌های رگرسیونی خطی یکی از پرکاربردترین مدل‌های آماری در توصیف متغیرها در علوم مختلف است (Maddala and Lahiri, 1992). رابطه رگرسیون خطی با N نقطه متغیر مستقل $x_i$ با ضرایب $\beta_0, \beta_i$ به فرم زیر نوشته می‌شود:

$$y = \beta_0 + \beta_i x_i + \epsilon_i \, , i = 1,2, \dots , N \qquad (۲)$$

که در آن y متغیر وابسته، $x_i$ متغیرهای مستقل و $\beta_0 \, , \beta_i$ ضرایب معادله هستند. بنابراین با داشتن مجموعه‌ای از نقاط می‌توان تخمینی ضرایب مدل را به دست آورد.

$$y = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_i x_i + e_i \, , i = 1,2, \dots , N \qquad (۳)$$

در این رابطه $\hat{\beta}_0$ و $\hat{\beta}_i$ ضرایب معادله خطی و $e_i$ مانده بوده که معادل تفاضل داده مشاهداتی از داده تخمین زده شده است ($e_i = y_i - \hat{y}_i$). روش گشتاور، کمترین مربعات و حداکثر درستنمایی سه روش برآورد ضرایب معادله رگرسیون می‌باشند که روش کمترین مربعات بیشترین استفاده را دارد (Freedman, 2009).

### ۲-۶- مدل رگرسیون به نظر نامرتبط[۷] (SUR)

ابتدا فرض می‌شود m معادله رگرسیون به شرح زیر وجود دارد:



www.SID.ir

Archive of SID

$$Y_{ir} = \alpha_i + \beta_i X_{ir} + \varepsilon_{it}; i = 1,2,\dots,m; r = 1,2,\dots,R \quad (۴)$$

که در این معادله i شمارنده تعداد معادله رگرسیون به ازای مقاطع موجود (مانند کشورهای حوضه رودخانه ارس) و r نماینده زمان است. فرض اساسی در این مدل مستقل بودن ترم خطا در بعد زمان است ولی ممکن است وابستگی هم‌زمانی بین مقاطع وجود داشته باشد. اگر فرض چنین همبستگی بین مقطعی در ترم خطا وجود داشته باشد از روش SUR برای برآورد تابع استفاده می‌گردد (Davidson and MacKinnon, 1995).

### ۲-۷- مدل رگرسیون پانلی

درصورتی‌که تغییرات متغیر مورد بررسی در دو بعد زمان و مقطع انجام پذیرد از مدل‌های رگرسیون پانلی استفاده می‌شود. چنانچه تمامی داده‌ها در بعد زمان و مقطع کامل باشد، داده‌های پانلی تراز و در غیر این صورت داده‌های پانلی ناتراز نام‌گذاری می‌شود (Maddala and Lahiri, 1992). رگرسیون پانلی، داده‌های هر واحد در طول زمان را به‌صورت متمرکز مورد تحلیل قرار می‌دهد. بنابراین با استفاده از مدل رگرسیون پانلی، می‌توان به‌راحتی ناهمگنی مقطعی و زمانی مشاهده نشده[۸] واحدهای مختلف (مانند کشورهای حوضه رودخانه ارس) را در قالب خطا و ضرایب معادله مدل کرد. می‌توان برای تمامی کشورها ضریب $\beta$ و $\alpha$ یکسان و غیر یکسان برای هر واحد (در اینجا کشور) در نظر گرفت. از این بین معادله رگرسیونی پانلی $\beta$ یکسان و $\alpha$ مختلف بیشترین کاربرد را دارد (Hsiao, 2014). اگر N واحد و T زمان داشته باشیم، مدل رگرسیون پانلی به فرم زیر نوشته خواهد شد:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + u_{it}; i = 1,2,\dots,N; t = 1,2,\dots,T \quad (۵)$$

که در آن $Y_{it}$ متغیر وابسته در زمان t و واحد iام، $\alpha$ عرض از مبدأ رابطه خطی، $\beta_j$ ضرایب معادله خطی به تعداد متغیرهای مستقل مورد بررسی در مدل و $u_{it}$ ترم خطای مدل است. برای در نظر گرفتن ناهمگنی زمانی و مقطعی، عبارت خطای مدل به فرم زیر نوشته می‌شود:

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \upsilon_{it} \quad (۶)$$

که در آن $\mu_i$ ناهمگنی مقطعی مشاهده نشده، $\lambda_t$ نشان‌دهنده ناهمگنی زمانی مشاهده نشده و $\upsilon_{it}$ خطای تصادفی مدل است. دو ترم اول ($\mu_i$ و $\lambda_t$) با عنوان جزء درونی و عبارت آخر ($\upsilon_{it}$) با عنوان خطای مابینی نیز نام‌گذاری شده‌اند. اکنون با توجه به نوع خطاهای مدل، دو نوع رویکرد در مدل کردن داده‌های پانلی با عناوین اثرات ثابت[۹] و اثرات تصادفی[۱۰] وجود دارد که به دو طریق مدل‌سازی می‌شود؛ مدل متغیر مجازی کمترین مربعات[۱۱] و مدل رگرسیون درون‌گروهی[۱۲]. اگر فرض شود ترم‌های $\mu_i$ و $\lambda_t$، ثابت بوده و ترم $\upsilon_{it}$ با میانگین صفر و واریانس ثابت $\sigma_\upsilon^2$ توزیع شده باشد، مدل با عنوان مدل دوطرفه با اثرات ثابت خواهد بود. همچنین اگر فرض شود ترم‌های $\mu_i$، $\lambda_t$ و $\upsilon_{it}$ هر سه تصادفی با میانگین صفر و واریانس ثابت $\sigma_\mu^2$، $\sigma_\lambda^2$ و $\sigma_\upsilon^2$ باشند و همچنین با این فرض که هر سه ترم مستقل از یکدیگر و مستقل از تخمین‌گرها باشند، مدل رابطه (۳) مدل دوطرفه با اثرات تصادفی خواهد بود. اگر چنانچه هیچ‌گونه تأثیر مقطعی و یا زمانی در مدل وجود نداشته باشد به‌راحتی می‌توان با استفاده از مدل رگرسیون تجمعی ضرایب مدل را تخمین زد.

#### ۲-۷-۱- آزمون ریشه واحد[۱۳] در داده‌های پانلی

از فرضیات معادله رگرسیونی مانا بودن متغیرها است. مانا بودن متغیر به‌منزله ثابت بودن میانگین، واریانس و خودکواریانس آن در طول زمان است. در مدل رگرسیون در صورت وجود نامانایی در متغیرها، باوجود ضریب تبیین بالا، این امکان وجود دارد که مدل فاقد اعتبار آماری بوده و یک رگرسیون کاذب محسوب گردد. بنابراین اطلاع از مانایی متغیرهای تحقیق برای اجتناب از کاذب بودن رگرسیون امری لازم است. آزمون ریشه واحد داده‌های پانلی توسط (Bhargava, 1986) پایه‌ریزی شد، آزمون‌های مختلفی برای بررسی مانایی متغیرهای پانلی ارائه شده است که می‌توان آن‌ها را در دو گروه آزمون‌های ریشه واحد مشترک و آزمون‌های ریشه واحد مقطعی طبقه‌بندی کرد. آزمون مورد استفاده در این تحقیق آزمون ریشه واحد مشترک لوین–لین–چو است.

#### ۲-۷-۲- مدل رگرسیون خطی تجمیع شده، مدل اثرات ثابت و اثرات تصادفی

در صورت نبود هیچ‌گونه ناهمگنی بین مقطعی (و یا زمانی) در داده‌ها، می‌توان تمامی داده‌ها را تجمیع کرده و از رگرسیون ساده با عرض از مبدأ $\alpha$ ثابت برای تمامی کشورها و ضرایب یکسان $\beta$ برای هر تعداد متغیر مستقل استفاده کرد. بنابراین این مدل به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{s=1}^{S} \beta_s X_{sit} + u_{it}; u_{it} \sim IID(0, \sigma_\upsilon^2); i = 1,2,\dots,N; t = 1,2,\dots,T \quad (۷)$$

که در آن s تعداد متغیرهای مستقل مدل است. در این مدل درجه آزادی بالاتر بوده و ضریب تبیین مدل نشان‌دهنده مناسب بودن برازش مدل است. در صورت فرض وجود ناهمگنی بین مقطعی و یا زمانی، می‌توان از مدل رگرسیون پانلی استفاده کرد. مدل متغیر مجازی کمترین مربعات به فرم زیر نوشته می‌شود:



www.SID.ir

Archive of SID

$$Y_{it} = \sum_{s=1}^{S} \beta_s X_{sit} + u_{it};\ i = 1,2,\dots,N;\ t = 1,2,\dots,T \quad (۸)$$

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + \upsilon_{it},\ \text{or}\ u_{it} = \mu_i + \upsilon_{it},\ \text{or}\ u_{it} = \lambda_t + \upsilon_{it}$$

$$\upsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\upsilon^2);$$

این مدل با عنوان آنالیز کوواریانس نیز در مراجع ارائه شده است (Hsiao, 2014). در این رابطه عرض از مبدأ در معادله اصلی گنجانده نشده است. این به دلیل فرض رفتار متفاوت واحدها بوده و عرض از مبدأ مختص هر واحد در داخل عبارت خطا منظور شده است. در صورت مدل کردن ناهمگنی در دو بعد واحد و زمان، ترم خطا شامل سه جمله $\mu_i$ برای مدل کردن رفتار واحدها، $\lambda_t$ برای مدل کردن رفتار واحدها در زمان و $\upsilon_{it}$ جهت مدل کردن خطای مدل خواهد بود. متغیرهای مجازی نیز در ترم خطا گنجانده می‌شود. در صورت حذف ناهمگنی در هر بعد مقطع و یا زمان، ترم خطای مربوطه نیز از مدل حذف می‌گردد. این مدل درجه آزادی کمتری نسبت به مدل تجمیع شده داشته ولی دارای قدرت توصیفی بالایی است. اگر چنانچه ترم‌های خطا تصادفی فرض شود عنوان مدل رگرسیون با اثرات تصادفی خواهد بود و بایستی فرض زیر در نظر گرفته شود:

$$\mu_i \sim IID(0, \sigma_\mu^2);\ \lambda_t \sim IID(0, \sigma_\lambda^2);\ \upsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\upsilon^2); \quad (۹)$$

مشکل اصلی مدل متغیر مجازی کمترین مربعات، بالا بردن تعداد پارامترهای مدل جهت تخمین می‌باشد که باعث کم کردن درجات آزادی مدل و افزایش خطای واریانس و خطای هم‌خطی چندگانه خواهد شد. بنابراین برای فائق آمدن بر این مشکل از مدل رگرسیون درون‌گروهی به فرم زیر استفاده می‌شود:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{s=1}^{S} \beta_s X_{sit} + u_{it};\ i = 1,2,\dots,N;\ t = 1,2,\dots,T \quad (۱۰)$$

$$\upsilon_{it} \sim IID(0, \sigma_\upsilon^2);\ Cov(X_{it}, \upsilon_{it}) = 0;\ \forall\ t \text{ and } i$$

با میانگین گرفتن از معادله رگرسیون (رابطه ۱۰) در طی زمان داریم:

$$\bar{Y}_i = \alpha_i + \sum_{s=1}^{S} \beta_s X_{si} + \bar{u}_i;\ i = 1,2,\dots,N;\ t = 1,2,\dots,T \quad (۱۱)$$

Where: $\bar{Y}_i = \sum_t Y_{it}/T;\ \bar{X}_i = \sum_t X_{it}/T;\ \bar{\upsilon}_i = \sum_t \upsilon_{it}/T$

با تفاضل‌گیری رابطه (۱۰) از رابطه (۱۱) رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$(Y_{it} - \bar{Y}_i) = \beta_s (X_{it} - \bar{X}_i) + (\upsilon_{it} - \bar{\upsilon}_i);\ i = 1,2,\dots,N;\ t = 1,2,\dots,T \quad (۱۲)$$

ضریب $\beta$ در رابطه (۱۲) را می‌توان از تخمین‌گر کمترین مربعات معمولی[۱۴] (OLS) که در مدل پانلی با عنوان تخمین‌گر درون‌گروهی[۱۵] شناخته می‌شود برآورد نمود. در نهایت برای به دست آوردن عرض از مبدأ مختص هر یک از واحدها از رابطه (۱۳) استفاده می‌گردد:

$$\bar{\alpha}_i = \bar{Y}_i - \hat{\beta}\bar{X}_i;\ i = 1,2,\dots,N \quad (۱۳)$$

در مدل با اثرات تصادفی، روابط حاکم با روابط مربوط به مدل رگرسیون با اثرات ثابت یکسان بوده (روابط ۱۰ الی ۱۳) و علاوه بر آن به علت تصادفی فرض کردن عبارت خطا مربوط به ناهمگنی مقطعی و یا زمانی، فرض‌های زیر نیز بایستی برقرار باشد:

$$Cov(\upsilon_{it}, \mu_i) = 0;\ Cov(\upsilon_{it}, X_{it}) = 0;\ Cov(X_{it}, \mu_i) = 0 \quad (۱۴)$$

همان‌طور که در تعریف مدل‌های پانلی ارائه شد، عبارت $\mu_i$ که نماینده ناهمگنی مشاهده نشده در واحدها است ثابت یا تصادفی فرض می‌گردد. از طرف دیگر چنانچه این جمله ثابت فرض گردد (اثرات ثابتی مانند مکان جغرافیایی، جنس افراد، جمعیت و غیره) ممکن است با متغیرهای مستقل همبستگی داشته باشد. یعنی می‌توان فرض کرد در مدل رگرسیون پانلی با اثرات ثابت، لزوماً کوواریانس ترم خطا ($\mu_i$) با متغیرهای مستقل ($X_{it}$) صفر نیست ($Cov(X_{it}, \mu_i) \neq 0$). این در حالی است که این کوواریانس در مدل رگرسیون با اثرات تصادفی ($\mu_i$ تصادفی فرض می‌گردد) صفر بوده و از فرضیات اصلی مدل محسوب می‌گردد. این امر یکی دیگر از تفاوت‌های اصلی دو مدل رگرسیونی با اثرات ثابت و اثرات تصادفی است.

### ۲-۷-۳- آزمون هاسمن[۱۶]

برای تشخیص مدل بهتر از بین مدل رگرسیون اثرات ثابت و اثرات تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود (Hausman, 1978). فرض صفر این آزمون صحت مدل اثرات تصادفی و فرض مقابل آن صحت مدل اثرات ثابت است. آماره محاسباتی این آزمون به صورت زیر است:

$$H = (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{FE})' [var(\hat{\beta}^{FE}) - Var(\hat{\beta}^{FE})]^{-1} (\hat{\beta}^{FE} - \hat{\beta}^{FE}) \quad (۱۵)$$

آماره H دارای توزیع $\chi^2$ است. اگر آماره محاسبه‌شده با ضریب اطمینان مدنظر در ناحیه رد قرار گیرد، نشان‌دهنده مناسب بودن رگرسیون با اثرات تصادفی است در غیر این صورت مدل رگرسیون با اثرات ثابت، مدل انتخابی خواهد بود.

### ۲-۸- فلوچارت روش انجام تحقیق

در این تحقیق در ابتدا با مطالعه هیدرولوژی منطقه، پتانسیل تولیدی زیرحوضه‌های مهم رودخانه ارس برآورد گردید. سپس با استفاده از پارامترهای نظیر آب در دسترس، میزان نیروی کار سرمایه، توابع اقتصادی مربوط به ارزش‌افزوده بخش کشاورزی با استفاده از تئوری رگرسیون تخمین زده شد (شکل ۲).



www.SID.ir

Archive of SID

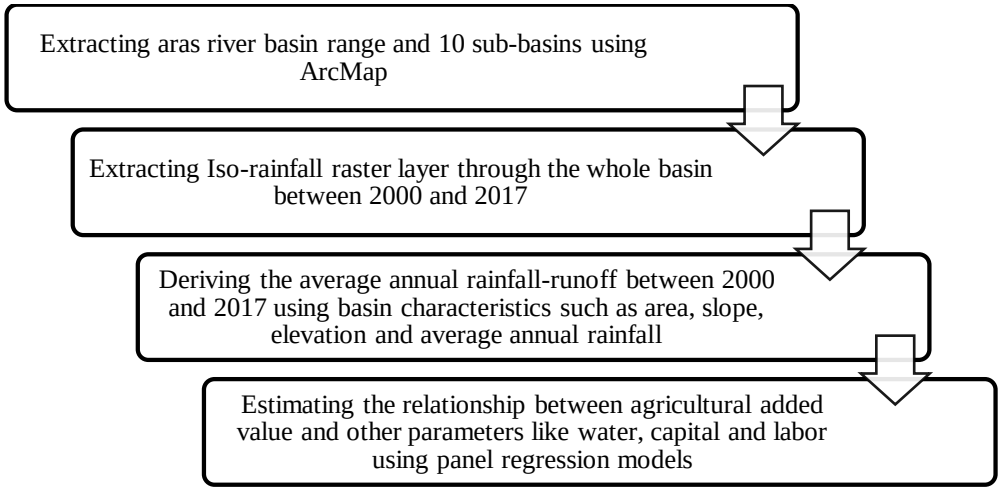



**Fig. 2- Flowchart of the research procedure**

**شکل ۲- فلوچارت روش انجام تحقیق**

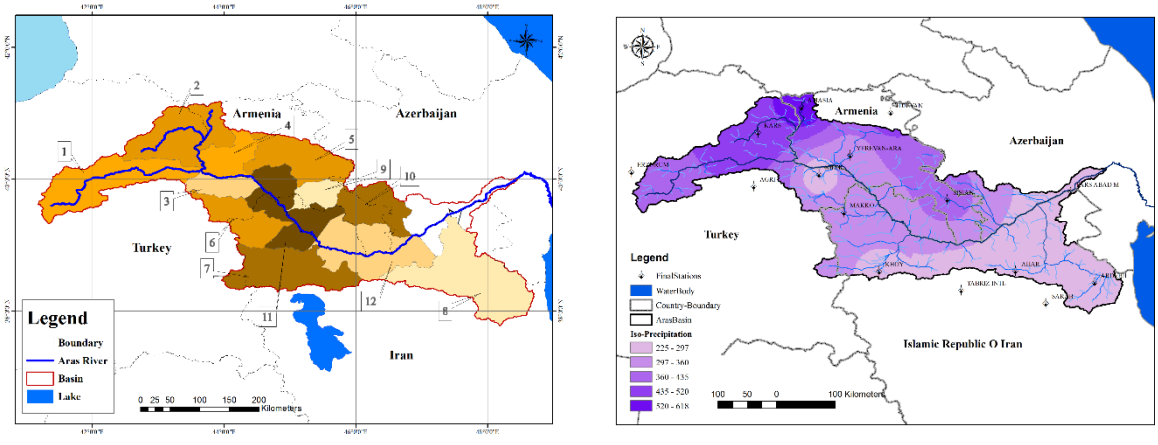
## ۳- نتایج و تحلیل نتایج

نتایج تحقیق حاضر در این بخش به ترتیب شامل هیدرولوژی منطقه، تحلیل بارش و برآورد پتانسیل حوضه و تحلیل رگرسیونی جهت برآورد رابطه ارزش‌افزوده بخش کشاورزی با پارامترهای مستقل نظیر آب، نیروی کار و سرمایه است.

### ۳-۱- بارش و برآورد پتانسیل سالانه آب سطحی حوضه

تعداد ۱۵ ایستگاه سینوپتیک با لحاظ کامل بودن داده‌های بارش و همچنین پراکندگی مناسب در کل حوضه آبریز ارس انتخاب گردید. داده‌های بارش در یک دوره ۱۸ ساله از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۷ جمع‌آوری و با استفاده از روش IDW منحنی‌های هم‌باران به کمک نرم‌افزار ArcMap ترسیم و سپس میانگین بارش در کل سطح حوضه آبریز ارس استخراج گردید (شکل ۳ب).

با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاعی حوضه و نرم‌افزار ArcMap حوضه آبریز ارس به ده زیرحوضه شامل رودخانه‌های مهم و دو میان‌حوضه تقسیم‌بندی شده (شکل ۳الف) و خصوصیات مورفولوژیکی استخراج گردید. با استفاده از داده‌های ۲۵ ایستگاه هیدرومتری در ایران و یک ایستگاه با عنوان سورمالو در بالادست ایران به همراه مشخصاتی مانند مساحت، شیب متوسط، ارتفاع متوسط و بارش متوسط حوضه بالادست هر ایستگاه رابطه زیر برای برآورد پتانسیل آورد سالانه حوضه با استفاده از رگرسیون غیرخطی ارائه می‌گردد:




(ب) (الف)

**Fig. 3- a) Synoptic stations and precipitation raster map b) 10 subdivision of Aras basin**

**شکل ۳- الف موقعیت ایستگاه‌های سینوپتیک و منحنی هم‌باران برای میانگین بارش ۱۸ ساله در سطح حوضه ب- تقسیم‌بندی حوضه به ۱۰ زیرحوضه و ۳ میان‌حوضه**



www.SID.ir

Archive of SID

$$Q = 2.1e-10 \times A^{0.887} \times S^{0.733} \times H^{1.409} \times P^{0.1.435} \quad (۱۶)$$

که در این رابطه Q آورد متوسط حوضه به میلیون مترمکعب، A مساحت حوضه به کیلومترمربع، P متوسط بارش و S شیب متوسط حوضه است. جدول واریانس حاصل از نرم‌افزار SPSS در جدول ۱ آورده شده است.

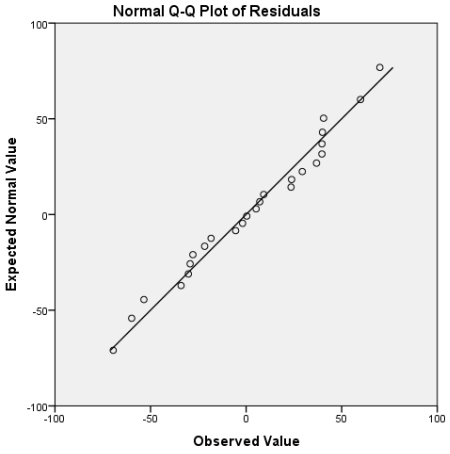



**Fig. 4- Q-Q Plot of the residuals**

**شکل ۴- نمودار نرمال Q-Q باقیمانده‌ها**

جدول ۲ عناوین ۱۰ زیرحوضه و ۳ میان‌حوضه را در حوضه آبریز ارس به همراه خصوصیاتی مانند مساحت، شیب متوسط، ارتفاع متوسط، بارش و آورد متوسط که از رابطه (۱۶) استخراج شده است نشان می‌دهد.

با داشتن سری زمانی بارش، سری زمانی پتانسیل زیرحوضه‌ها از طریق رابطه (۱۶) به دست آمده که در تحلیل رگرسیون جهت برآورد رابطه ارزش‌افزوده کشورها و میزان آب مصرف‌شده مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳-۲- آزمون ریشه واحد

لازمه مدل رگرسیون پانلی بررسی وجود و یا عدم وجود ریشه واحد در متغیرهای مستقل و وابسته است. فرض صفر در این آزمون وجود ریشه واحد در متغیر است. بنابراین اگر مقدار آماره P کوچک‌تر از ۰/۰۵ و یا ۰/۱ باشد، می‌توان با رد فرض صفر، عدم وجود ریشه واحد در متغیرها را با اطمینان ۹۵ و ۹۰ درصد ادعا کرد. جدول ۳ نتیجه این آزمون را نشان می‌دهد.

**Table 1- ANOVA table of the nonlinear regression deriving water volume**

**جدول ۱- نتیجه ANOVA حاصل از نتیجه رگرسیون غیرخطی برآورد پتانسیل آب**

ANOVA[a]

| Source | Sum of Squares | df | Mean Squares |
|---|---|---|---|
| Regression | 1567692.9 | 4 | 391923.2 |
| Residual | 34177.4 | 21 | 1627.4 |
| Uncorrected Total | 1601870.4 | 25 | |
| Corrected Total | 943283.0 | 24 | |

Dependent variable: Q

a. R squared = 1 - (Residual Sum of Squares) / (Corrected Sum of Squares) = .964.

**Table 2- Morphological characteristics, average precipitation and estimated annual streamflow in sub-basins**

**جدول ۲- مشخصات مورفولوژیکی زیرحوضه‌های مهم به همراه بارش متوسط و تخمین آورد متوسط سالانه در سطح حوضه**

| Sub-basin | Area ($km^2$) | Average Annual Precipitation (mm) | Average Elevation (m) | Average Slope (Percentage) | Annual Average Streamflow (BCM) |
|---|---|---|---|---|---|
| Aras-Turkey (1) | 10245.7 | 483 | 2044 | 17.7 | 1.920 |
| Akhurian –Armenia (2) | 9538.7 | 525 | 1972 | 10.04 | 1.310 |
| MW1 (3) | 2916.6 | 253 | 1467 | 13.4 | 0.133 |
| Kasakh-Metsamoor (4) | 3754.8 | 328 | 1594 | 9.7 | 0.215 |
| Harazdan (5) | 7167.4 | 406 | 2120 | 13 | 0.866 |
| Sarisu-Zangmar (6) | 5428.9 | 314 | 1883 | 15.5 | 0.462 |
| Zenuz-Gotor-Agchay (7) | 9228.5 | 310 | 1769 | 19.5 | 0.848 |
| Guri-Aharchay (8) | 14347.7 | 249 | 1517 | 14.9 | 0.664 |
| Arpachay (9) | 2427.2 | 391 | 2007 | 26.8 | 0.494 |
| Vrutan-Akrachay (10) | 5582.3 | 455 | 1833 | 24.6 | 0.870 |
| MW2 (11) | 8619.4 | 370 | 1332 | 13.7 | 0.453 |
| MW3 (12) | 10437.4 | 379 | 1548 | 31 | 1.181 |
| | | | | | $\sum = 9.41$ |



www.SID.ir

Archive of SID

**Table 3- Unit root test results**

**جدول ۳- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل**

| Parameter | $(Log C)^2$ | Log(C) | $C^2$ | C | $(Log L)^2$ | Log(L) | $L^2$ | L | $W^2$ | W | Log(AV) | AV |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P-value | 0.00 | 0.00 | 0.17 | 0.001 | 0.8 | 0.1 | 0.9 | 0.52 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.104 |

AV=added value; W=water; $W^2$= squared water; L=labor; $L^2$= squared labor; C=capital; $C^2$= squared capital

با توجه به نتیجه جدول ۳، متغیر وابسته لگاریتم ارزش‌افزوده و متغیرهای مستقل شامل آب، توان دوم آب، لگاریتم سرمایه، توان دوم لگاریتم سرمایه انتخاب می‌شوند. مدل‌های رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط و پانلی استفاده از نرم‌افزار STATA انجام گردیده و نتایج حاصل ارائه شده است.

### ۳-۳- رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط

در این مدل لگاریتم ارزش‌افزوده به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. در حالت اول تمامی متغیرهای مستقل مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج در جدول ۴ ارائه شده است.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد ضرایب متغیرها در اکثر موارد علیرغم بالا بودن ضریب تبیین فاقد معنی‌داری آماری می‌باشند. علاوه براین ضریب توان دوم آب برای کشورهای ترکیه و آذربایجان برخلاف ایران و ارمنستان مثبت بوده و تقعر منحنی را در این دو کشور متفاوت گزارش می‌دهد. در حالت دوم با کم کردن متغیر توان دوم لگاریتم سرمایه مدل بهتری ازنظر معنی‌داری آماری ضرایب نتیجه‌گیری می‌شود. نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

با توجه به نتایج جدول ۵ مدل، ضرایب بیشتری دارای معنی‌داری بالا بوده ولی ضرایب مربوط به متغیر آب فاقد معنی‌داری آماری است. مقدار ضریب تبیین کشور ایران در حالت دوم ۵۷ درصد است.

### ۴-۳- رگرسیون پانلی

رگرسیون پانلی برخلاف رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط دارای یک معادله کلی با لحاظ ناهمگنی مکانی و زمانی است. در تحقیق حاضر از دو مدل رگرسیونی پانلی با اثرات ثابت و اثرات تصادفی در سه حالت (تعداد متفاوت پارامتر مستقل) استفاده شده است که نتایج در جدول ۶ ارائه شده است.

**Table 4- SUR Model Results with Water, Squared water, labor and capital**

**جدول ۴- نتایج مدل SUR با متغیرهای آب، توان دوم آب، لگاریتم نیروی کار و سرمایه**

| Parameter | Azerbaijan | | Armenia | | Turkey | | Iran | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. |
| W | 0.810 | 0.021 | 0.349 | -0.174 | 0.341 | 0.115 | 0.772 | -0.133 |
| W2 | 0.920 | -0.002 | 0.154 | 0.089 | 0.842 | -0.010 | 0.898 | 0.014 |
| Log(C) | 0.084 | 0.224 | 0.018 | 0.511 | 0.254 | 1.650 | 0.000 | 28.88 |
| $(Log C)^2$ | 0.270 | -0.106 | 0.246 | -0.337 | 0.301 | -0.345 | 0.000 | -6.509 |
| Log (L) | 0.000 | 1.451 | 0.002 | 3.417 | 0.888 | 0.045 | 0.000 | -5.644 |
| Constant | 0.000 | -0.389 | 0.001 | -0.288 | 0.153 | -2.042 | 0.000 | -32.35 |
| R-Squared | 0.97 | | 0.91 | | 0.78 | | 0.76 | |
| P-Value | (0.000) | | (0.000) | | (0.000) | | (0.000) | |

**Table 5- SUR Model Results with Water, Squared water, labor**

**جدول ۵- نتایج مدل SUR با متغیرهای آب، توان دوم آب و لگاریتم نیروی انسانی**

| Parameter | Azerbaijan | | Armenia | | Turkey | | Iran | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. |
| W | 0.560 | 0.051 | 0.743 | -0.052 | 0.206 | 0.151 | 0.778 | -0.173 |
| W2 | 0.634 | -0.012 | 0.355 | 0.050 | 0.636 | -0.024 | 0.825 | 0.033 |
| Log(L) | 0.000 | 1.338 | 0.005 | 3.100 | 0.414 | -0.193 | 0.000 | -4.102 |
| Log(C) | 0.002 | 0.083 | 0.000 | 0.271 | 0.094 | 0.155 | 0.025 | 0.900 |
| Constant | 0.000 | -0.362 | 0.001 | -0.294 | 0.033 | -0.590 | 0.032 | -2.189 |
| R-Squared | 0.970 | | 0.910 | | 0.774 | | 0.573 | |
| P-Value | (0.000) | | (0.000) | | (0.000) | | (0.000) | |



www.SID.ir

Archive of SID

**Table 6- Fixed effect and random effect model results**

**جدول ۶- نتایج مدل رگرسیون پانلی با اثرات ثابت و اثرات تصادفی**

| parameter | (1) | | | | (2) | | | | (3) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Random Effect | | Fixed effect | | Random Effect | | Fixed effect | | Random Effect | | Fixed effect | |
| | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. | P-Value | Coef. |
| W | 0.012 | 0.348 | 0.000 | 0.403 | 0.018 | 0.300 | 0.000 | 0.402 | 0.045 | 0.247 | 0.001 | 0.358 |
| $W^2$ | 0.006 | -0.118 | 0.000 | -0.119 | 0.008 | -0.112 | 0.000 | -0.119 | 0.017 | -0.099 | 0.001 | -0.109 |
| Log(C) | 0.018 | -0.261 | 0.000 | 0.386 | 0.022 | -0.249 | 0.000 | -0.381 | 0.000 | -0.080 | 0.018 | 0.168 |
| $(LogC)^2$ | 0.191 | 0.053 | 0.026 | -0.098 | 0.115 | 0.061 | 0.005 | -0.106 | -- | -- | -- | -- |
| Log(L) | 0.395 | -0.120 | 0.741 | -0.125 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| Constant | 0.761 | 0.028 | 0.000 | -0.563 | 0.581 | 0.048 | 0.000 | -0.522 | 0.805 | 0.021 | 0.000 | -0.472 |
| R-Squared | 0.350 | | 0.737 | | 0.343 | | 0.737 | | 0.318 | | 0.702 | |
| F-Statistic | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | | 0.000 | |

همان‌طور که از نتایج جدول ۶جدول مشاهده می‌گردد، آماره F برای تمامی مدل‌ها معنی‌دار بوده ولی مقدار ضریب تبیین در حالت مدل با اثرات ثابت و اثرات تصادفی تفاوت آشکاری دارد. با لحاظ تمامی متغیرها (حالت (۱)) مدل با اثرات ثابت و تصادفی از نظر آماری نتایج ضعیفی ارائه می‌دهند به‌طوریکه مقادیر P-Value مربوط به ضرایب مدل در اکثر موارد فاقد معنی‌داری آماری است. تمامی ضرایب در مدل با اثرات ثـــابت در حالت (۲) و (۳) (ضرایب شیب و عـــرض از مبدا) دارای P-value (کمتر از ۰/۰۵) معنی‌دار بوده و ضریب تبیین به ترتیب برابر ۰/۷۳ و ۰/۷۰ است. برای تشخیص برتری مدل پانلی با اثرات ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌گردد. فرضیه آزمون صفر در آزمون هاسمن، پذیرفتن مدل پانلی با اثرات تصادفی در بازه ۹۵ درصد اطمینان است. بنابراین با توجه آماره آزمون هاسمن که در این تحقیق ۰/۰۰۰۱ به دست آمده است، فرضیه صفر رد و مقابل فرضیه صفر که درواقع کارا بودن مدل با اثرات ثابت را نشان می‌دهد، پذیرفته می‌شود.

## ۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق، ابتدا با استفاده از اطلاعات بارش و ایستگاه‌های هیدرومتری یک رابطه برای تخمین پتانسیل آورد سالانه حوضه ارائه گردید. سپس با استفاده از مدل‌های رگرسیونی به‌ظاهر نامرتبط و پانلی ارتباط ارزش‌افزوده بخش کشاورزی با پارامترهای نظیر آب، نیروی کار و سرمایه توصیف گردید. بررسی نتایج مدل رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط نشان داد مقادیر P-value در اکثر ضرایب پارامترها و عرض از مبدأ معنی‌دار نیست. بنابراین مدل رگرسیون پانلی در دو حالت اثرات ثابت و اثرات تصادفی مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از آزمون هاسمن کارا بودن مدل پانلی با اثرات ثابت در مقایسه با مدل پانلی با اثرات تصادفی نتیجه گردید. نتایج نشان داد مدل رگرسیون با اثرات ثابت با استفاده از پارامترهای مستقل آب، توان دوم آب، لگاریتم سرمایه و توان دوم لگاریتم سرمایه قادر است ناهمگنی مقطعی و زمانی را با قدرت توصیفی بالایی مدل کرده و توصیف معنی‌دار ازلحاظ آماری از پارامتر وابسته ارزش افزوده کشاورزی ارائه نماید. از طرفی ضریب تبیین مدل ۷۳٪ است که این امر نشان می‌دهد علاوه بر ناهمگنی مشاهده نشده که مدل رگرسیون پانلی قادر به مدل‌سازی آن است، عوامل دیگری در توصیف ارزش افزوده کشورها وجود دارد. این عوامل می‌تواند از حوزه‌های متفاوت اقتصادی، جغرافیایی، فنّاوری بوده و یافتن این پارامترها می‌تواند قدرت توصیفی مدل را بالا برده و در تحقیقات آتی مورد استفاده قرار گیرد.

## پی‌نوشت‌ها

1- Syr Darya
2- Multi-Objective Distributed Constraint Optimization Problem
3- Panel Regression Models
4- Digital Elevation Model
5- Earth Observing Data System and Information System
6- Inverse Distance Weighting
7- Seemingly Unrelated Regression
8- Unobserved Heterogeneity
9- Fixed Effect Model
10- Random Effect Model
11- Least Squares Dummy Variable Model
12- Within-Groups Regression Model
13- Unit Root Test
14- Ordinary Least Squares Estimator
15- Within Estimator
16- Hausman Test

## ۵- مراجع

Amigoni F, Castelletti A, and Giuliani M (2015) Modeling the management of water resources systems using multi-objective DCOPs. Proceedings of the 2015 International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 821–829



www.SID.ir

Archive of SID

water conflict resolution. Journal of Natural Resources and Life Sciences Education. Madison, Wis.: American Society of Agronomy 32:107-117

Ferber J (1999) Multi-agent systems. Addison-Wesley Reading

Freedman DA (2009) Statistical models: theory and practice. Cambridge University Press

Giuliani M, Castelletti A, Amigoni F, and Cai X (2014) Multiagent systems and distributed constraint reasoning for regulatory mechanism design in water management. Journal of Water Resources Planning and Management. American Society of Civil Engineers 141(4):4014068

Hanemann WM (2006) The economic conception of water. Water Crisis: myth or reality. Taylor & Francis: London, UK 61:74-76

Hausman JA (1978) Specification tests in econometrics. Econometrica: Journal of the econometric society. JSTOR 1251-1271

Hsiao C (2014) Analysis of panel data. Cambridge University Press

Izady A, Davary K, Alizadeh A, Ghahraman B, Sadeghi M, and Moghaddamnia A (2012) Application of "panel-data" modeling to predict groundwater levels in the Neishaboor Plain, Iran. Hydrogeology Journal. Springer 20(3):435-447

Kucukmehmetoglu M and Guldmann J-M (2004) International water resources allocation and conflicts: the case of the Euphrates and Tigris. Environment and Planning A. SAGE Publications Sage UK: London, England 36(5):783-801

Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Alberti M, Folke C, Moran E, Pell AN, Deadman P, Kratz T, and Lubchenco J (2007) Complexity of coupled human and natural systems. science. American Association for the Advancement of Science 317(5844):1513-1516

Madani K and Dinar A (2012a) Non-cooperative institutions for sustainable common pool resource management: Application to groundwater. Ecological Economics, Elsevier 74:34-45

Madani K and Dinar A (2012b) Cooperative institutions for sustainable common pool resource management: Application to groundwater. Water Resources Research 48(9)

Maddala GS and Lahiri K (1992) Introduction to econometrics. Macmillan New York

Moeltner K and Stoddard S (2004) A panel data analysis of commercial customers' water price responsiveness under block rates. Water Resources Research, Wiley Online Library 40(1)

Andreß H-J, Golsch K, and Schmidt AW (2013) Applied panel data analysis for economic and social surveys. Springer Science & Business Media

Ansink E and Houba H (2014) The economics of transboundary river management. Tinbergen Institute Discussion Paper 14-132/VIII

Arbúes F, Barberan R, and Villanua I (2004) Price impact on urban residential water demand: A dynamic panel data approach. Water Resources Research, Wiley Online Library 40(11)

Azizi G, Shamsipour A, and Yarahmadi D (2008) Obtaining climate change variability in western part of Iran using multi-variable panel data analysis. Physical Geography Research (66):19-35(In Persian)

Baltagi B (2008) Econometric analysis of panel data. John Wiley & Sons

Berglund EZ (2015) Using agent-based modeling for water resources planning and management. Journal of Water Resources Planning and Management, American Society of Civil Engineers 141(11):4015025

Bhargava A (1986) On the theory of testing for unit roots in observed time series. The Review of Economic Studies. Wiley-Blackwell 53(3):369-384

Bonabeau E (2002) Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. Proceedings of the National Academy of Sciences. National Acad Sciences 99(suppl 3):7280-7287

Burrough PA and McDonnell RA (1998) Creating continuous surfaces from point data. Principles of Geographic Information Systems. Oxford University Press, Oxford, UK

Cai X, McKinney DC, and Lasdon LS (2003) Integrated hydrologic-agronomic-economic model for river basin management. Journal of water resources planning and management. American Society of Civil Engineers 129(1):4-17

Davidson R and MacKinnon JG (1995) Estimation and inference in econometrics. Econometric Theory 11(3):631-635

De Cian E, Lanzi E, and Roson R (2007) The impact of temperature change on energy demand: a dynamic panel analysis. FEEM Working Paper No. 46.2007

Dehgan A, Palmer-Moloney LJ, and Mirzaee M (2014) Water security and scarcity: Potential destabilization in western Afghanistan and Iranian Sistan and Baluchestan due to transboundary water conflicts. Water and Post-Conflict Peacebuilding, Routledge 305

El-Fadel M, El-Sayegh Y, El-Fadl K, and Khorbotly D (2003) The Nile River Basin: A case study in surface



www.SID.ir

Archive of SID

Yang Y-CE, Zhao J, and Cai X (2011) Decentralized optimization method for water allocation management in the Yellow River Basin. Journal of Water Resources Planning and Management, American Society of Civil Engineers 138(4):313-325

Yang YE, Cai X, and Stipanović DM (2009) A decentralized optimization algorithm for multiagent system–based watershed management. Water Resources Research, Wiley Online Library 45(8)

Zhao J, Cai X, and Wang Z (2013) Comparing administered and market-based water allocation systems through a consistent agent-based modeling framework. Journal of Environmental Management 123:120-130

Zhao M, Chen Z, Zhang H, and Xue J (2018) Impact assessment of growth drag and its contribution factors: Evidence from China's agricultural economy. Sustainability Multidisciplinary Digital Publishing Institute 10(9):3262

Moerlins JE, Khankhasayev MK, Leitman SF, and Makhmudov EJ (2007) Transboundary water resources: a foundation for regional stability in Central Asia. Springer Science & Business Media

Read L, Madani K, and Inanloo B (2014) Optimality versus stability in water resource allocation. Journal of Environmental Management 133:343-354

Shoghijavan A, Ahmadi A (2018) A stability analysis of treaties in transboundary rivers using game theory, a case study: Harirud River. Iran-Water Resources Research 14(4):102-113(In Persian)

Steel BS and Weber E (2001) Ecosystem management, decentralization, and public opinion. Global Environmental Change 11(2):119-131

Wallace JS, Acreman MC, and Sullivan CA (2003) The sharing of water between society and ecosystems: from conflict to catchment-based co-management. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. The Royal Society 358(1440):2011



www.SID.ir