



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: 2717-4271

شاپا چاپی: 2008-5850



دانشگاه شهید چمران اهواز

بررسی رابطه توسعه مالی و کاربران اینترنت بر صادرات استان‌های کشور ایران با رویکرد الگوریتم یادگیری ماشینی

* سید جلال طباطبائی*
* استادیار مدیریت مالی، گروه اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه پیام نور، ایران. (نویسنده‌ی مسئول)

طبقه‌بندی JEL: C33, O11, O31

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:

توسعه مالی، ضریب نفوذ اینترنت، یادگیری ماشینی، فرآیند گاوسی

آدرس پستی:

ایران، یزد، یزد، قاسم‌آباد، خامنه‌ای 12، کد پستی: 8916176344

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:

ایمیل: tabatabaei@pnu.ac.ir

0000-0003-2574-6522

اطلاعات تکمیلی:

قدردانی: از داوران گرامی که با نظرات و پیشنهادهای ارزشمند خود باعث بهبود این مقاله شده‌اند قدردانی می‌گردد
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

بررسی شیوه‌ها و ابزارهایی که می‌تواند باعث رشد صادرات در کشورها باشد، مورد بحث و مذاقه سیاست‌گذاران و اساتید دانشگاهی قرار گرفته است. مؤلفه‌های اینترنت و توسعه مالی از عوامل قابل بررسی بر صادرات کشورها در ادبیات اقتصاد مالی اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر به بررسی اثر توسعه مالی و ضریب نفوذ اینترنت بر ارزش صادرات ۲۹ استان کشور ایران از سال ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۹ با استفاده از روش تخمین خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلویی و مدل یادگیری ماشینی رگرسیون فرآیند گاوسی پرداخته است. دو فرضیه اصلی بر اساس ادبیات پژوهش مطرح‌شده و بررسی آماری فرضیه‌ها طبق نتایج تخمین حاصل از داده‌های جمع‌آوری‌شده انجام‌شده است. نتایج حاصل از تخمین خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلویی نشان داد به کارگیری اینترنت و توسعه مالی سهمی مثبت در ارزش صادراتی کشور در همه است آن‌ها دارد. از این رو فرضیه اول مبنی بر اثرگذاری متغیرهای توسعه مالی و ضریب نفوذ اینترنت بر رشد صادرات استان‌های کشور ایران تأیید می‌شود. به کارگیری اینترنت در استان‌های توسعه‌یافته متوسط به بالا تأثیر بیشتری بر رشد صادرات داشته، منجر به کاهش هزینه‌های زمانی و مبادلاتی برای تکمیل فرآیند تجاری می‌شود. در استان‌های کمتر توسعه‌یافته به کارگیری اینترنت سهم معنی‌داری در رشد صادرات ندارد. از این رو می‌توان گفت که ضریب نفوذ اینترنت بر ارزش صادرات به سطح توسعه‌یافتگی است آن‌ها بستگی داشته و فرضیه دوم پژوهش مبنی بر تفاوت اثرگذاری ضریب نفوذ اینترنت در استان‌های مختلف کشور تأیید می‌شود. همچنین توسعه مالی سهم بسزا و اصلی در رشد صادرات در است آن‌ها دارد. نتایج حاصل از مدل یادگیری ماشینی نشان داد طبق رگرسیون فرآیند گاوسی، توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و اینترنت مهم‌ترین عوامل در پیش‌بینی رشد صادرات در استان‌های ایران است.

ارجاع به مقاله:

طباطبائی، سید جلال 1404 بررسی رابطه توسعه مالی و کاربران اینترنت بر صادرات استان-های کشور ایران با رویکرد الگوریتم یادگیری ماشینی. فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)،



© 2022 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

پذیرفتن انتشار

1- مقدمه

در طی چندین سال گذشته صادرات ایران به طور فراوانی افزایش پیدا کرده است. به کارگیری سیاست کاهش ارزش ریال، افزایش تجارت منطقه‌ای از جمله عوامل افزایش صادرات در کشور است. طبق آمار بانک مرکزی ایران¹ ارزش صادرات کشور از 27 میلیارد دلار در سال 1380 به 68 میلیارد دلار در سال 1398 رسیده است. یکی از مباحثی که می‌توان در مجامع دانشگاهی و سیاست‌گذاری مورد بحث و بررسی قرارداد، به کارگیری ابزارها و روش‌هایی است که در زمینه رشد صادرات کشور می‌تواند مؤثر باشد. در این پژوهش اثرات استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر رشد صادرات در کشور ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است. توجه به نقش اینترنت در رشد ارزش صادرات در ادبیات سرمایه‌گذاری و به خصوص اهمیت اقتصادی استفاده از اینترنت در سطح کشورها و شرکت‌ها مورد پژوهش و مطالعه قرار گرفته است. به عنوان مثال می‌توان به پژوهش رودریگز و سایرین (2021)، ویسر (2019) و لین (2015) اشاره کرد. در پژوهش‌های انجام شده نقش کاربران اینترنت بر افزایش صادرات در سطح کشور مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج پژوهش‌های مذکور نشان می‌دهد استفاده از اینترنت باعث افزایش سطح صادرات در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌شود (Lin, 2019; Rodriguez-Crespo et al., 2021; Visser, 2019). همچنین وجود کاربران اینترنتی و اثر مثبت و معنی‌دار بر تجارت خارجی به خصوص در کشورهای توسعه یافته در پژوهش‌های مذکور مورد تأیید قرار گرفته است. پژوهش‌های مذکور نشان دادند، افزایش تعداد کاربران اینترنت باعث تحرک رقابت‌پذیری رفتار مصرف‌کنندگان، ایجاد شغل‌های جدید، کاهش هزینه‌های مبادلاتی و رشد اقتصادی می‌شود. اسناگو تان (2016) نشان دادند، ده درصد افزایش در دسترسی به اینترنت منجر به افزایش صادرات دوجانبه به میزان یک و نهم درصد می‌شود (Osnago & Tan, 2016). از سوی دیگر پژوهشگرانی همچون آبور و هاینسن (2005)، مورگان و بریج واتر (2004) یادف (2014) به ارزیابی اثرات استفاده از اینترنت بر سطح صادرات شرکت‌ها پرداختند. نتایج مطالعات مذکور نشان می‌دهد استفاده از اینترنت اثر معنی‌داری در افزایش عملکرد و دسترسی اطلاعاتی شرکت‌ها دارد (Abor & Hinson, 2005; Morgan-Thomas & Bridgewater, 2004; Yadav, 2014). در ایران سرعت و مقیاس اینترنت از نیمه دوم دهه 1380 افزایش قابل توجهی داشته و استفاده‌کنندگان از اینترنت به طور فراوانی افزایش داشته است. به طوری که طبق آمار بانک جهانی² این میزان در سال 1389 شامل 16 درصد جمعیت و در سال 1400 به بیش از 85 درصد جمعیت رسیده است. این افزایش قابل توجه، ضرورت پژوهش حاضر را در بررسی اثرات آن بر رشد صادرات معطوف کرده است. از آنجاکه ضریب نفوذ اینترنت در بین سطوح مختلف استانی متفاوت است، می‌توان این سؤال را طرح کرد که آیا میزان ضریب نفوذ اینترنتی اثرات متفاوتی بر رشد صادراتی در بین آن‌ها خواهد داشت. از سوی دیگر توسعه بخش مالی نیز به عنوان یکی از عوامل اصلی در تجارت خارجی و رشد صادرات مورد بررسی و مذاقه قرار گرفته که دارای نتایج متفاوت و پیچیده‌ای است. برای مثال می‌توان به پژوهش‌های نیمن (2020)، اسویلوکوس و سایرین (2019) و مانوا و سایرین (2015) اشاره کرد. در این پژوهش‌ها نشان داده شد که از سه جنبه اهمیت بخش مالی را در ارتقای صادرات می‌توان تأیید کرد. اول آن که اثر مثبت سطح بخش مالی و تراز تجارت خارجی مؤید معنی‌داری توسعه مالی در رشد و توسعه اقتصادی است. دوم آن که هرچه خدمات مالی به عنوان بخشی از فناوری تولید، توسعه بیشتری داشته باشد به ارتقای تجارت خارجی کمک می‌کند. سوم آن که توسعه بخش مالی می‌تواند سیالیت و افزایش سطح جریان تأمین مالی خارجی مورد نیاز صادرکنندگان را فراهم کند (Manova et al., 2015; Nieminen, 2020; Svilokos et al., 2019). بعضی از مطالعات دیگر مانند مطالعه سین ژانگ (2022) هیچ‌گونه اثری از رابطه بخش مالی و صادرات تجاری به خصوص در کشورهای در حال توسعه، نیافتند (Xinzhong, 2022). او دلایل عدم ارتباط را عدم هماهنگی بین توسعه بخش مالی و راهبردهای صادراتی و عدم توسعه یافتگی بخش مالی در تأمین نیازهای مالی شرکت‌ها می‌داند. روسیو و سیلا (2001) بیان کردند این نظر که گسترش بخش واقعی موجب

¹ www.cbi.ir

توسعه مالی می‌گردد، بستگی به فرآیند توسعه کشورها دارد. آن‌ها با آوردن نمونه‌هایی نشان دادند که حداقل در ابتدای فرآیند توسعه اقتصادی در کشورها دارای بخش مالی نابالغ تقدم بخش واقعی بر گسترش بخش مالی درست به نظر نمی‌رسد و تنها پس از رسیدن اقتصادها به درجه‌ای از بلوغ مالی ممکن است که صحیح باشد. توسعه بخش مالی از طریق تسهیل تجارت و کاهش تفاوت میان نرخ‌های بهره میان کشورها می‌تواند موجب افزایش مبادلات میان کشورها و در نتیجه توسعه جهانی‌شدن گردد از نظر این محققان اقتصادهای دارای نظام مالی پیشرفته‌تر تمایل بیشتری به تجارت دارند (Rousseau & Sylla, 2003).

کلتزر و بردهان (1987) با تأکید بر نقش مؤسسات مالی و بازارها در کانال دهی تأمین مالی خارجی به صنایع نیازمند بیان می‌کنند با وجود نواقص بازار مالی حتی در صورت یکسان بودن مواهب و فناوری کشورها اختلاف در هزینه‌های نسبی آن‌ها پیش می‌آید و نقش نهادهای مالی در الگوهای تجاری نمایان می‌شود. در واقع تولیدکنندگان و بازرگانان در کشورهای در حال توسعه به جریانات اعتباری کافی برای صادرات و واردات در نتیجه ادغام با تجارت جهانی نیاز دارند (Kletzer & Bardhan, 1987). از این منظر سیستم مالی کارآمد از زیرساخت‌های ضروری است که انجام تجارت را تسهیل می‌کند. همان‌طور که آمیتی و وینشتن (2009) اذعان دارند دلیل عمده ناتوانی مدل‌های کلان و تجارت در پیش‌بینی افول بزرگ تجارت در خلال سال‌های بحران مالی ساده‌انگاری آن‌ها در لحاظ نمودن نقش بخش مالی در تجارت بین‌الملل است (Amiti & Weinstein).

کاوند و حسونند (1392) تأثیر توسعه مالی بر عرضه صادرات غیرنفی ایران را مورد ارزیابی قرار داده و نتیجه می‌گیرند گرچه در کوتاه‌مدت توسعه مالی بر عرضه صادرات غیرنفی تأثیر دارد، اما در بلندمدت تأثیری بر آن ندارد. محققین عدم تأثیرگذاری توسعه مالی بر عرضه صادرات را به دلیل انفعالی بودن بخش مالی وعدم وجود مکانیزم‌های کارای انتقال وجوه در بخش بانکی می‌دانند. به نظر می‌رسد اثر توسعه‌یافتگی نظام مالی مبتنی بر شفافیت و کارایی نقش مهمی در مکانیزم انتقال وجوه به بنگاه‌های اقتصادی دارد توسعه مالی در یک اقتصاد دارای رکود و دلالت محور باعث افزایش هزینه‌های تولید شده و امکان صادرات کالا را کاهش می‌دهد.

علی‌رغم توجه قابل‌ملاحظه به رابطه استفاده از اینترنت و توسعه مالی و صادرات، همچنان بعضی از شکاف‌ها در مطالعات گذشته وجود دارد. برای پوشش این فاصله، هدف پژوهش حاضر پاسخ به این سؤال است که ضریب نفوذ اینترنت و توسعه مالی تا چه میزان بر رشد صادرات در استان‌های کشور ایران اثرگذار است. با توجه به هدف مذکور، پژوهش حاضر سه سهم اساسی در ادبیات موجود راجع به رابطه اینترنت، توسعه مالی و صادرات دارد. اول آن‌که پژوهش حاضر اثرات کاربران اینترنتی و توسعه مالی بر ارتقای صادرات کشور را در سطح استانی مورد بررسی قرار داده، دوم آن‌که نشان داده شده این ارتباط چگونه در بین استان‌ها با سطوح توسعه‌یافتگی متفاوت تغییر پیدا می‌کند و سوم آن‌که از مدل‌های یادگیری ماشینی جهت پیش‌بینی اثرات استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر رشد صادرات استفاده شده است. طبق بررسی‌های انجام شده به کارگیری مدل‌های یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی این رابطه اولین بار در پژوهش حاضر انجام شده است. به کارگیری مدل‌های یادگیری ماشینی برای استخراج بهترین روش رگرسیونی که بتواند مقدار دقیق صادرات را بر اساس استفاده از اینترنت و رشد مالی پیش‌بینی کند قابل‌توجه است. به منظور دستیابی به هدف مطالعه، در بخش دوم به ارائه ادبیات و مبانی نظری موضوع، پیشینه پژوهش‌های مختلف در این زمینه و مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج کشور پرداخته می‌شود. در بخش سوم مدل مطالعه و روش پژوهش توضیح داده می‌شود. در بخش چهارم ابتدا آمار توصیفی ارائه شده و در ادامه پس از بررسی مانایی متغیرها آزمون‌های تشخیصی مدل نهایی برآورد می‌شود. در بخش پنجم نیز ضمن ارائه خلاصه و نتیجه‌گیری از یافته‌های پژوهش، پیشنهادهایی مطرح می‌شود

2- ادبیات موضوع

2-1- مبانی نظری

نقش بخش مالی و اینترنت در ارتقای صادرات مورد توجه بسیاری از پژوهشگران، سیاست‌گذاران و دولت‌ها در سراسر جهان قرار گرفته است. اکثر پژوهش‌های گذشته به بررسی توسعه مالی و کاربران اینترنت در افزایش مبادلات تجاری و صادرات در سطح کشورها و شرکت‌ها متمرکز بوده است.

2-1-1- اثرگذاری اینترنت بر صادرات در سطح کلان

ظهور و رشد سریع اینترنت تغییرات عمیقی در شیوه، نوع و محتوای تجارت داشته است. استفاده از اینترنت به صورت فراوانی هزینه‌های مبادلاتی را کاهش داده و بازارهای معاملاتی را با زمان‌ها و فواصل مختلف توسعه داده و در نتیجه به رشد صادرات کمک می‌نماید. برای تحلیل اثر استفاده از اینترنت بر حجم صادرات آن را می‌توان از دو بعد مطرح کرد. اول آنکه اینترنت می‌تواند هزینه‌های صادراتی را کاهش دهد. طبق رویکرد اقتصاد جغرافیایی هزینه‌های تجارت به عوامل انتخاب مکان تجارت، فضای انبار و پراکندگی فعالیت‌های اقتصادی وابسته بوده و رشد صادرات در نتیجه کاهش هزینه‌های مبادلاتی بین مرزی است (Fan et al., 2018; Fujita et al., 1999; Lendle et al., 2016; Mu et al., 2020). هزینه‌های معاملاتی، هزینه‌های جستجو، هزینه‌های ارتباطی و هزینه‌های حمل‌ونقل است (Goldfarb & Trefler, 2018). گسترش اقتصاد مبتنی بر اینترنت به کاهش هزینه‌های مذکور کمک می‌کند. به طور مشخص فرآیند معاملاتی بین تولیدکننده و مصرف‌کننده در اقتصاد مبتنی بر اینترنت بسیار کارتر و راحت‌تر است. اثر عدم وجود واسطه به تدریج مجموعه‌ای از هزینه‌های معاملاتی واسطه‌ای را کاهش می‌دهد. با وجود دسترسی آسان و استفاده راحت از اینترنت، اطلاعات راجع به کسب‌وکارها به راحتی در فضای اینترنت قابلیت جستجو داشته و هزینه‌های جستجو کاهش می‌یابد. شیوه برقراری ارتباط از طریق رایانامه و برنامه‌های ارتباطی باعث کاهش زمان واقعی ارتباطی شده و هزینه‌های برقراری ارتباط کاهش می‌یابد. به صورت کلی ویروف و سایرین (2021) معتقدند که به کارگیری اینترنت در سطح وسیع می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های زیربنایی شود (Verhoef et al., 2021). در بررسی بعد اول آندرسون و وینکوپ (2003)، مک کلن (1995) و تریفلر (1995) بیان کردند افزایش تعداد کاربران اینترنت می‌تواند فرآیند انتقال داده و ارتباط را تسهیل کرده و منجر به کاهش هزینه‌های ثابت و متغیر تجارت بین‌المللی شود. همچنین آن‌ها مطالعاتی در مورد بهبود کیفیت برقراری ارتباطات در جهت کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و هزینه‌های زمانی برای جستجو ورود به بازارهای جدید انجام دادند. از این رو افزایش کاربران اینترنت می‌تواند در تحریک بیشتر نرخ رشد مبادلات تجاری و تخصصی سازی مطرح شود (Anderson & Van Wincoop, 2003; McCallum, 1995; Trefler, 1995). دوم آنکه اقتصاد مبتنی بر اینترنت می‌تواند باعث توسعه بازارهای تجاری شود. اطلاعات پیشرفته و استفاده از ارتباطات سریع یکی از عوامل ضروری در اقتصاد رفتاری است. با توسعه اقتصاد مبتنی بر اینترنت مشارکت‌کنندگان و حوزه کسب‌وکار محدودیت‌های جغرافیایی موجود را حذف می‌کنند (Hoffman & Novak, 2018; Leviäkangas, 2016). توسعه اقتصاد مبتنی بر اینترنت باعث حذف اقتصاد ناهنجار در درون اقتصاد واقعی شده و کار آبی تجارت افزایش می‌یابد. همچنین پیشرفت‌هایی که در فن‌آوری اطلاعات شده باعث توسعه محصولات آموزشی و مالی و تضعیف محدودیت‌های تجاری در زمینه ارائه خدمات مبتنی بر مکان‌های مختلف شده است. از این رو ارائه خدمات اینترنتی باعث رشد توسعه کسب‌وکارها می‌شود (Fan et al., 2018). بر این اساس می‌توان این فرض را مطرح کرد که رشد کاربری اینترنت می‌تواند باعث رشد مقیاس صادرات در استان‌ها شود.

اثر اقتصاد مبتنی بر اینترنت در رشد صادرات مناطق می‌تواند وابسته به سطح توسعه‌یافتگی آن‌ها متفاوت باشد. نظریه توسعه نامتوازن بیان می‌کند که رشد اقتصادی از جنبه زمانی و مکانی همگام نبوده و توسعه اقتصاد با انتقال عوامل مختلف تولید از مناطق حاشیه‌ای به مناطق مرکزی همراه است. اقتصاد مبتنی بر اینترنت وابستگی زیادی به میزان سرمایه‌گذاری، ظرفیت نیروهای حرفه‌ای و سطح زیرساخت‌های فن‌آورانه در یک منطقه دارد (Ganguly & Acharyya, 2021). مثل وجود تعداد کاربران با پهنای باند فیبر نوری، پوشش‌های شبکه‌ای و سایر موارد. با این وجود به علت تفاوت در توسعه اقتصادی بین مناطق مختلف، عوامل مختلف تولید در سطح کل در هر منطقه متفاوت است. توسعه یک اقتصاد مبتنی بر اینترنت در مناطق مختلف نامتوازن خواهد بود (Millard, 2005). مناطق توسعه‌یافته‌تر از جذابیت بیشتری در عوامل تولید مثل فن‌آوری، سرمایه، نیروی کار برخوردار بوده و در جهت ایجاد و بهبود

زیرساخت‌های اقتصاد فن‌آورانه از مزیت‌های رقابتی بیشتری در صادرات تجاری برخوردارند (Pan et al., 2022). بر همین اساس برخی از پژوهشگران نشان دادند اقتصاد فن‌آورانه با بهره‌گیری از کار آبی و ایجاد ارزش از قانون کاهش اثر حاشیه‌ای برخوردارند (Farboodi & Veldkamp, 2021). در مناطقی که سطح بالاتری از توسعه اقتصادی را دارا باشند، سرمایه‌گذاری بیشتر در ساختارهای فن‌آورانه باعث کاهش اثرات حاشیه‌ای بر صادرات تجاری می‌شود. درحالی‌که سهم اثرات حاشیه‌ای در صادرات تجاری در مناطق کمتر توسعه‌یافته بیشتر است. صرفه‌جویی به مقیاس به‌واسطه بهبود کوچک در زیرساخت‌ها در مناطقی که به علت عدم وجود عوامل تولید کمتر توسعه‌یافته‌اند از وضوح بیشتری برخوردار است (Goldfarb & Tucker, 2019). بنابراین یک عدم تجانس در اثر اینترنت در مناطق مختلف بر ارتقای صادرات وجود دارد. لذا می‌توان این فرض را مطرح کرد که اثر کاربران اینترنتی بر رشد صادرات با توجه به میزان توسعه‌یافتگی در مناطق مختلف متفاوت است.

2-1-2- اثرگذاری اینترنت بر صادرات در سطح شرکت‌ها

رویکرد منبع محور و رهیافت توانمندی یک چارچوب نظری را برای فهم چگونگی خلاقیت و اینترنت که می‌تواند بر رفتار صادراتی در سطح شرکت‌ها اثرگذار باشد مطرح می‌کند (Barney, 1991; Teece, 2007). در این رویکرد حوزه شرکت‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای از منابع و توانمندی‌های ناهمگن، باعث می‌شود شرکت با عملکرد بالاتر به مزایای رقابتی بهتر دست‌یافته و به یک روش مؤثر برای پیشی گرفتن از رقبای دست‌پیدا کند (Amit & Schoemaker, 1993). منابع به دو گروه مدیریتی یا سازمانی و یا به گروه‌های مشهود یا نامشهود تقسیم می‌شود. منابع مشهود و نامشهود شامل منابع مالی، فن‌آوری، رقابت‌پذیری محصولات و تجربه بین‌المللی مدیران بوده که مستقیم با عملکرد صادراتی مرتبط می‌شود (Barney, 1991).

استفاده از فن‌آوری و به‌طور ویژه فن‌آوری اینترنت در بین منابع غیرمشهود به‌عنوان یک جزء مهم قابل‌شناسایی است و باعث افزایش توانایی شرکت در ایجاد مزیت رقابتی از طریق نوآوری می‌شود؛ بنابراین فن‌آوری اینترنتی باعث توانمندی رقابتی صادرات یک شرکت در سطح بین‌المللی و بازارهای جهانی می‌شود (Rodriguez & Rodriguez, 2005). علاوه بر این رویکرد قابلیت محور با توسعه و دسترسی به منابع دانش در ساخت یک شرکت قدرتمند از طریق منابع پیشرفته به شرکت‌ها کمک می‌کند؛ بنابراین توانمندی‌ها و منابع باعث بهبود عملکرد صادراتی و نائل شدن به مزیت رقابتی در بازارهای بین‌المللی جدید می‌شود. پرسی (1998)، تالون (2008) و زو (2003) بیان کردند توانمندی، مزیت رقابتی ایجاد کرده و باعث بهبود سطح صادرات از دو شیوه می‌شود. اول آن‌که توانمندی به شرکت‌ها کمک می‌کند تا فرصت‌هایی از طریق توسعه محصولات جدید، پردازش و خدمات در بازارهای بین‌المللی ایجاد کرده و باعث پیشی گرفتن از رقبای شده در نتیجه شرکت‌ها با ارتقای فرصت‌های بالقوه برای افزایش درآمدهای خود از طریق صادرات عمل می‌کنند. دوم آن‌که توانمندی باعث بهبود سرعت، کارایی و اثربخشی در عملکرد شرکت شده، همچنین باعث افزایش در پاسخگویی به تغییرات در بازارهای بین‌المللی از طریق کاهش هزینه‌ها می‌شود (Rodriguez-Crespo et al., 2021; Tallon, 2008).

2-1-3- اثرگذاری توسعه مالی بر ارتقای صادرات

شاخه دیگر از ادبیات پژوهش تمرکز بر اثر توسعه مالی بر رشد صادرات دارد. این رابطه از سه جهت قابل‌بررسی است. زمانی که سطح سیستم مالی اثر مثبت بر تراز تجاری دارد، مؤید اهمیت توسعه بخش مالی در ارتقای رشد اقتصادی کشور است. دوم آن‌که از جنبه نظری رابطه بین توسعه مالی و تجارت بین‌المللی توسط مدل هکشر - اولین³ مورد بررسی قرار گرفته و نشان می‌دهد جریان تجاری شرکت وابسته به نیروی کار، سرمایه فیزیکی و زمین در یک اقتصاد است. علاوه بر این مدل ریکاردین⁴ این فرضیه را که تفاوت‌های فن‌آوری در بین کشورها، جریان تجاری بین‌المللی را تبیین می‌کند، تأیید می‌کند. سوم آن‌که کشورهای با سیستم‌های مالی توسعه‌نیافته از نرخ بهره تعادلی بالاتری برخوردار بوده که باعث عدم انگیزه شرکت‌ها در تولید محصولات پیچیده خواهد شد و نیازمند سطح بالایی از تأمین مالی است. رویکردهای نظری متفاوتی در زمینه رابطه توسعه مالی و صادرات وجود دارد که در واقع تصویر واضح و مشخصی را ارائه نمی‌دهد. برخی از

³ Heckscher-Ohlin

⁴ Ricardian

صاحب‌نظران مسائل اقتصادی بر این باورند که توسعه بخش مالی موجب خلق یا ارتقاء مزیت نسبی می‌شود. لذا این دیدگاه توسعه بخش مالی را عامل مهمی در افزایش میزان تجارت خارجی و بهبود تراز تجاری کشورها می‌دانند. در این مورد می‌توان به مطالعات کلتر و باردن (1987) و بک (2002) اشاره کرد. بک (2002) در مدل تئوریک خود به نقش واسطه‌های مالی در تسهیل ایجاد واحدهایی با مقیاس بزرگ و پربازده می‌پردازد. این مدل نشان می‌دهد که اقتصادهایی که از بخش مالی توسعه‌یافته‌ای برخوردارند دارای مزیت نسبی در صنایع با مقیاس بزرگ و پربازده هستند. در این مطالعه فرض شده صنایع کارخانه‌ای دارای این مشخصه (مقیاس بزرگ و پربازده) هستند (Beck, 2002). کلتر و باردن (1987) یک بخش مالی به الگوی معروف هکشر- اوهلین اضافه می‌کند. در این تحقیق نشان داده می‌شود که چگونه گسترش بخش مالی می‌تواند باعث ایجاد و بهبود مزیت نسبی در آن صنایع گردد که برای رشد و توسعه خود بیشتر متکی به کشورهای خارج برای تأمین مالی می‌باشند (Kletzer & Bardhan, 1987).

دیدگاه دیگر برافزایش تقاضا برای خدمات بخش مالی به سبب افزایش حجم تجارت خارجی تأکید می‌نماید. طراحان و مدافعان این دیدگاه مطرح می‌کنند که افزایش حجم تجارت خارجی همراه است با افزایش ریسک به دلیل مواجهه بیشتر با شوک‌های اقتصاد جهانی و نیز رقابت با رقبای خارجی این افزایش ریسک در فعالیت بنگاه‌های اقتصادی مخصوصاً بنگاه‌هایی که بیشتر با سایر کشورها مبادله دارند (موجب فعال شدن بیشتر واسطه‌های مالی) مانند بیمه‌ها برای پوشش عدم اطمینان در اقتصاد و در نتیجه رشد بخش مالی می‌گردد. به عبارتی دیگر، توسعه بخش مالی موجب توزیع این ریسک می‌گردد در حقیقت توسعه بخش مالی به بنگاه‌ها کمک می‌کند تا بر مشکلات تأمین نقدینگی فائق آمده، با شوک‌های اقتصاد جهانی مقابله کنند و زمینه تخصصی شدن آن را فراهم نماید (Svaleryd & Vlachos, 2002).

دیدگاه دیگر به بررسی محدودیت تأمین مالی و صادرات پرداخته است. چانی (2005) با توسعه مدل ملتر (2003) وجود محدودیت تأمین مالی را عامل بازدارنده قوی در تصمیم شرکت‌ها برای صادرات نشان داد (Chaney, 2005). در ادامه این رویکرد مولس (2008) نشان داد که شرکت‌های با سطح بهره‌وری بالاتر و محدودیت اعتباری کمتر دارای احتمال صادرات بیشتری خواهند بود (Muïls, 2008). بلونی و سایرین (2011) نشان دادند که محدودیت تأمین مالی سهم شرکت‌ها در صادرات را کاهش می‌دهد (Bellone et al., 2011). در مقابل چن و سایرین (2022) نشان دادند که هزینه‌های بالای تجارت برای صادرکنندگان باعث محدودیت تأمین منابع مالی در مقایسه با شرکت‌های داخلی می‌شود (Chen et al., 2022). بریجز و گارگیلا (2008) رابطه احتمالی معکوسی مبنی بر اثرگذاری صادرات بر تأمین مالی را نشان دادند (Bridges & Guariglia, 2008). از سوی دیگر مطالعه سیتیل (2011) نشان داد که رابطه‌ای بین محدودیت تأمین مالی و صادرات شرکت‌ها وجود ندارد (Stiebale, 2011). آلوارز و لویز (2005) نشان دادند دسترسی به منابع مالی بر تصمیمات صادراتی در شرکت‌هایی که وابسته به تأمین مالی خارجی هستند بسیار مهم‌تر است (Alvarez & López, 2005).

2-2- پیشینه پژوهش

مطالعات مبتنی بر داده متعددی به بررسی اثرات کاربران اینترنتی بر رشد صادرات پرداخته است. برای مثال ازگان (2018) نشان داد که فن‌آوری ارتباطات و اطلاعات اثرات مثبتی بر صادرات واردات کشور ترکیه و شرکای تجاری آن دارد (Ozcan, 2018). ژینگ (2018) اثرات زیرساخت‌های فن‌آوری ارتباطات و اطلاعات را بر ارتقای رشد صادرات در کشورهای توسعه‌یافته بررسی کرد. نتایج نشان داد که بهبود سطح زیرساخت‌های فن‌آوری ارتباطات و اطلاعات رشد صادرات را در کشورهای توسعه‌یافته افزایش می‌دهد (Xing, 2018). رودریگوئز و کرسپو (2021) با بررسی ۱۲ کشور در دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ نشان دادند کاربران اینترنتی تأثیر مثبت برافزایش نرخ تجاری دارند. آن‌ها همچنین کشورهای موردبررسی را به سه گروه با درآمد بالا، درآمد متوسط و درآمد پایین تقسیم کرده و نشان دادند که اثرات کاربران اینترنتی در کشورهای با درآمد بالا بیشتر است (Rodriguez-Crespo et al., 2021).

در بخش پژوهش‌های در سطح شرکت‌ها، بیانچی و متیوس (2016) به بررسی نفوذ اینترنت بر عملکرد صادراتی ۲۰۴ شرکت در آمریکای لاتین پرداختند. نتایج نشان داد که اینترنت اثر مثبت بر آماده‌سازی

اطلاعات صادراتی داشته و منجر به رشد بازار صادرات می‌شود (Bianchi & Mathews, 2016). فرناندز (2019) به بررسی اثر اینترنت در بین استان‌های کشور چین بر رفتار صادراتی شرکت علی‌بابا پرداخت. نتایج نشان داد که اینترنت باعث افزایش صادرات شرکت حتی قبل از رشد پلتفرم تجاری شرکت می‌شود. آن‌ها همچنین نشان دادند اینترنت عملکرد کل شرکت را بهبود می‌دهد (Fernandes et al., 2019).

در مطالعات مبتنی بر داده رابطه بین توسعه مالی و جریان‌های تجاری مورد بررسی قرار گرفته است. بک (1995) رابطه توسعه مالی و جریان تجاری را بررسی کرد. نتایج نشان داد توسعه مالی در سطح بالا باعث فراهم نمودن نیازهای تأمین مالی خارجی برای مبادلات تجاری و ارتقای صرفه‌جویی به مقیاس شده که منجر به افزایش در اندازه صادرات و بهبود ساختار تجارت بین‌المللی خواهد شد (Beck & Katz, 1995). سینگ زانگ (2022) نشان داد توسعه مالی بر صادرات در چند استان چین اثر ندارد. او نتیجه گرفت خلأ هماهنگی توسعه بخش مالی، استراتژی صادراتی و سطح پایین توسعه مالی در بسیاری از استان‌های کشور چین از دلایل عدم معنی‌داری رابطه مذکور است. (Xinzhong, 2022). در نیپال پائول و الحرثی (2021) به بررسی اثرات توسعه مالی نهاده‌ای مالی و بازارهای مالی بر عملکرد صادراتی با استفاده از رویکرد خود رگرسیونی با توزیع با وقفه پرداختند. نتایج نشان داد توسعه مالی تأثیر مثبتی بر عملکرد صادراتی ندارد و بازارهای مالی و نهاده‌ای مالی اثرات منفی دارند. آن‌ها پیشنهاد کردند توسعه استراتژی‌ها و سیاست‌هایی که باعث بهبود بخش مالی شود، ضروری است تا منجر به تسهیل برای تولیدکنندگان و صادرکنندگان و رشد عملکرد صادراتی شود (Paudel & Alharthi, 2021).

درمیکن و سایرین (2009) به وجود عدم تقارن اثرگذاری استفاده از اینترنت بر رشد صادرات در کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته پرداختند نتایج نشان داد که رشد صادرات در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه به میزان دسترسی و فراهم بودن بسترهای اینترنتی بستگی داشته و متفاوت است (Demirkan et al., 2009). کلارک و والستن (2006) نشان دادند در کشورهای توسعه‌یافته در نتیجه کاهش هزینه‌های تجاری و ارتباط باز با سایر کشورها استفاده از اینترنت سهم مهمی در رشد صادرات داشته است (Clarke & Wallsten, 2006). در مطالعه ویموری و صدیقی (2009) تفاوت معنی‌داری در اثر اینترنت با توجه به میزان توسعه‌یافتگی یافت نشد اگرچه اثر اینترنت بر رشد تجارت تأیید شده است (Vemuri & Siddiqi, 2009).

در پژوهش‌های داخلی تعداد معدودی مطالعه در زمینه رابطه اینترنت و تجارت خارجی انجام شده است. عسگر پور و سایرین (1401) بر اساس فرضیه تأثیر مثبت تجارت الکترونیک بر اشتغال در بخش خدمات کشور، طبق آمار 31 استان، در یک بازه زمانی 4 ساله (1395-1398) با استفاده از روش داده‌های تابلویی مورد مطالعه و بررسی قراردادند. نتایج حاصل از برآورد مدل با توجه به معنادار بودن متغیرها در این بررسی نشان داد که شاخص مهارت فاوا تأثیر منفی و ضریب نفوذ اینترنت پهن باند تلفن همراه، تأثیر مثبتی بر اشتغال در این بخش داشته است (asgarpour et al., 2022). سلمانی و سایرین (1391) اثر توسعه اینترنت بر تجارت بین‌الملل خدمات کل کشورهای جهان را بررسی کردند. در این راستا با استفاده از روش داده‌های تابلویی و بهره‌گیری از مدل جاذبه تعدیل‌شده، اثر توسعه اینترنت بر تجارت خدمات در دوره زمانی 1990-2011 برآورد شده است. نتایج به دست آمده از تخمین مدل، تأییدکننده وجود ارتباط مثبت و معنی‌دار بین اینترنت و تجارت خدمات است. همچنین بین تجارت خدمات و تولید ناخالص داخلی، عمق مالی و جمعیت ارتباط مثبت وجود داشته است. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل نیز نشان داد، نتایج نسبت به تغییر بازه زمانی، نمونه آماری، متغیر جایگزین اینترنت و متغیر وابسته حساس نبوده است (Salmani & Amiri, 2009). سرخوش‌سرا و سایرین (1399) به بررسی سه مدل تجربی شامل تأثیر نفوذ اینترنت بر تجارت کل کالاها و خدمات ایران با شرکای تجاری، تأثیر نفوذ اینترنت بر صادرات کالاها و خدمات ایران به شرکای تجاری و تأثیر نفوذ اینترنت بر واردات کالاها و خدمات ایران از شرکای تجاری آن در چارچوب مدل جاذبه تعمیم‌یافته پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد متغیرهای نفوذ اینترنت و تولید ناخالص داخلی سرانه ایران و شرکای تجاری و جمعیت ایران در هر سه مدل بر تجارت کالاها و خدمات تأثیر مثبت دارند. همچنین مطابق نتایج، اثر متغیر جمعیت شرکای تجاری ایران بر تجارت کل و صادرات ایران به این کشورها مثبت است درحالی‌که بر واردات کالاها و خدمات ایران از شرکای تجاری اثر منفی

دارد (Sarkhoshsara et al., 2020). معتقد و سایرین (1393) با گسترش مدل فدر، مدلی جهت بررسی ارتباط فن آوری و اطلاعات، صادرات و بخش غیر صادراتی و رشد اقتصادی ارائه کردند. مدل اقتصادسنجی به روش خود توضیحی با وقفه‌های توزیعی در ایران برآورد شده است. نتایج نشان داد که فن آوری و اطلاعات بر صادرات اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی در ایران داشته‌اند و نیز اثرات خارجی مثبت و معناداری بر صادرات و بخش غیر صادراتی و هم‌چنین صادرات اثرات خارجی مثبت و معناداری بر بخش غیر صادراتی داشته است (motaghed et al., 2015). صلاح منش و سایرین (1400) به بررسی اثر آزادی اقتصادی بر توسعه‌ی مالی در نمونه‌ای مشتمل بر 152 کشور و طی دوره‌ی زمانی 1995 تا 2015، با تأکید بر طبقه‌بندی درآمدی کشورها پرداخته است. در این مطالعه سه شاخص تعهدات نقدی، نسبت دارایی بانک‌ها و نسبت اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی به‌عنوان جانشین توسعه‌ی مالی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تخمین مدل‌های مختلف نشان داد که آزادی اقتصادی اثر مثبت و معناداری بر توسعه‌ی مالی دارد. علیرغم مقاوم بودن نتیجه‌ی مذکور نسبت به شاخص‌های مختلف توسعه‌ی مالی ولی میزان اثر آن به نوع شاخص و نمونه‌ای انتخابی حساس بوده است. در شاخص‌های نسبت تعهدات نقدی و اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی به‌عنوان جانشین توسعه‌ی مالی در نظر گرفته‌شده، اثر آزادی اقتصادی بر توسعه‌ی مالی با انتقال از نمونه‌ی مشتمل بر کشورهای با درآمد پایین و کمتر از متوسط به نمونه‌ی مشتمل بر کشورهای با درآمد بالا و بیشتر از متوسط افزایش یافته است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص می‌گردد که علیرغم مثبت بودن اثر آزادی اقتصادی بر توسعه‌ی مالی ولی میزان این اثر نسبت به نوع شاخص انتخابی برای توسعه‌ی مالی حساس بوده و در نتیجه نوع شاخص انتخابی برای توسعه‌ی مالی حائز اهمیت است. در این مطالعه همچنین اثر متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، تورم و درجه‌ی باز بودن اقتصاد بر توسعه‌ی مالی سنجیده شده است که نتایج حاکی از اثر مثبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه بر توسعه‌ی مالی است (salahmanesh et al., 2021).

پژوهش حاضر نسبت به مطالعات انجام‌شده سه ویژگی متمایز دارد. اول آن‌که پژوهش حاضر اثرات کاربران اینترنتی و توسعه مالی بر ارتقای صادرات کشور را در سطح استانی مورد بررسی قرار داده، دوم آن‌که نشان داده‌شده این ارتباط چگونه در بین آن‌ها با سطوح توسعه‌یافتگی متفاوت تغییر پیدا می‌کند و سوم آن‌که از مدل‌های یادگیری ماشینی جهت پیش‌بینی اثرات استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر رشد صادرات استفاده شده است.

3- فرضیه‌های پژوهش

بر اساس ادبیات نظری مطرح‌شده و بر اساس هدف پژوهش دو فرضیه ذیل مطرح و مورد بررسی قرار گرفته است.

فرضیه اول: افزایش در کاربران اینترنتی و توسعه مالی باعث رشد صادرات در استان‌های ایران می‌شود.
فرضیه دوم: اثر ضریب نفوذ اینترنت و توسعه مالی بر رشد صادرات در بین استان‌های کشور از جنبه توسعه‌یافتگی متفاوت است.

4- روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر هدف بررسی تأثیر کاربران اینترنتی و توسعه مالی بر رشد صادرات در استان‌های ایران بر اساس میزان توسعه‌یافتگی آن‌هاست بنابراین از نوع علی پس رویدادی است و اطلاعات گذشته مبنای تجزیه و تحلیل است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی محسوب می‌شود و از لحاظ ماهیت از نوع کمی است. در تحقیق حاضر از روش مطالعات کتابخانه‌ای برای گردآوری داده‌ها استفاده شده است.

در شکل 1 سیستم تخمین ارزش صادرات طبق الگوریتم یادگیری ماشینی ارائه شده است. این مراحل شامل انتخاب مدل ورودی داده‌ها، پیش‌پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی داده‌ها و الگوریتم یادگیری ماشینی است. با توجه به ادبیات موضوع مطرح‌شده استان‌های کشور به دو گروه توسعه‌یافته متوسط به بالا و کمتر توسعه‌یافته تقسیم شده‌اند. مبنای این تقسیم‌بندی شاخص متداول سرانه تولید ناخالص داخلی است. در پژوهش حاضر میانه سرانه تولید ناخالص داخلی هر استان و ارزش صادرات هر استان محاسبه شده و استان-

هایی که از مقدار میانه بیشتر باشند در گروه استان‌های با توسعه‌یافتگی متوسط به بالا قرار گرفته و مابقی در گروه استان‌های کمتر توسعه‌یافته قرار گرفته است. ابتدا داده‌ها برای سه حالت مدل جمع‌آوری شده است. مدل اول بیانگر کل استان‌ها، مدل دوم شامل استان‌های با توسعه‌یافتگی متوسط به بالا و مدل سوم شامل استان‌های کمتر توسعه‌یافته است. سه مدل مذکور در الگوریتم تخمین زنده خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلویی وارد شده تا اثرات استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر ارزش صادرات ارزیابی شده و بهترین مدل برای پیش‌بینی اثر توسعه مالی و کاربری اینترنت بر صادرات تعیین شود. در مرحله دوم داده‌های پرت حذف شده و نرمال‌سازی داده‌ها انجام می‌شود. در مرحله سوم داده‌ها بر اساس شیوه اعتبارسنجی متقابل به ده دسته تقسیم شده و سپس با استفاده از الگوریتم یادگیری ماشینی برای تقویت مدل رگرسیونی معتبر که قابلیت پیش‌بینی دقیق ارزش صادرات را بر اساس توسعه مالی و استفاده از اینترنت داشته باشد به کار گرفته می‌شود.

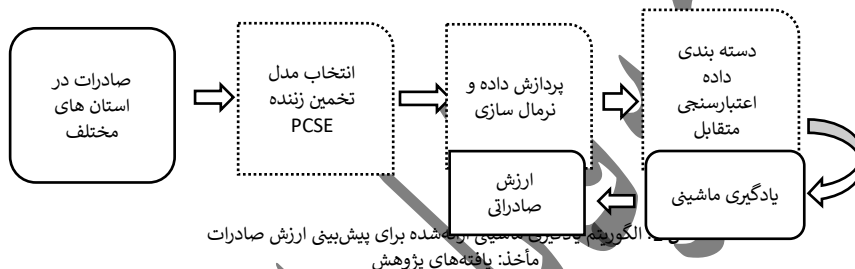


Figure 1. The machine learning algorithm to predict export values
Source: Research Results

4-1- مدل پژوهش

تصریح مدل مفهومی پژوهش برای آزمون مبتنی بر داده طبق فرضیه‌های پژوهش مبنی بر اثر مثبت استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر رشد صادرات است آن‌ها و بررسی اثر ضریب نفوذ اینترنت با توجه به سطح درآمدی متفاوت بر صادرات استان‌ها انجام می‌شود. از این رو استان‌های کشور به دو گروه توسعه‌یافته متوسط به بالا و کمتر توسعه‌یافته طبق ادبیات پژوهش و بر اساس روش مطالعاتی کلارک و والتسن (2006)، دمیرکن و سایرین (2009) و رودرگز و سایرین (2021) انجام شده است (Clarke & Wallsten, 2006; Demirkan et al., 2009; Rodriguez-Crespo et al., 2021). مدل پژوهش طبق ادبیات دانشگاهی پذیرفته شده در رابطه با صادرات از معادله جاذبه تجارت⁵ همراه با تعدیلات استفاده شده است (Clarke & Wallsten, 2006; Lin, 2015; Rodriguez-Crespo et al., 2021). متغیر توسعه مالی به همراه سایر متغیرهای کنترلی متداول استفاده شده شامل متغیرهای تولید ناخالص داخلی و جمعیت است که می‌تواند بر صادرات اثرگذار باشد و باعث بهبود توضیح تغییرات مدل شده و از تورش‌های مربوط به متغیرهای حذف شده جلوگیری کند در معادله مذکور اضافه شده است.

$$\begin{aligned} \ln Export_{it} = & \beta_0 + \beta_1 (INT_{it}) + \beta_2 (FD_{it}) \\ & + \beta^* (X_{it}) + \mu_i + \lambda_t + (\varepsilon_{it}) \end{aligned} \quad (1)$$

⁵ Gravity Trade Equation

در این مدل i و t به تفکیک هر استان و زمان است. $LnExport$ لگاریتم صادرات است. β_0 مقدار ثابت هست. INT لگاریتم استفاده از اینترنت که انتظار می‌رود اثر مثبتی بر صادرات در نتیجه کاهش هزینه‌های تجاری داشته باشد همان گونه که در مطالعات قبلی مطرح شده است (Clarke & Wallsten, 2006; Demirkan et al., 2009; Rodriguez-Crespo et al., 2021). FD لگاریتم توسعه مالی است که انتظار می‌رود از طریق خلق یا ارتقاء مزیت نسبی اثر مثبتی بر صادرات داشته باشد برخی از مطالعات بر رابطه مثبت و اثرگذار متغیر مذکور بر رشد صادرات دلالت دارد (Beck, 2002; Bellone et al., 2011; Chen et al., 2022). β^* بردار ضریب متغیرهای کنترلی شامل تولید سرانه ناخالص داخلی GDP و POP است. انتظار می‌رود در استان‌های با سطح توسعه‌یافتگی متوسط به بالا تولید سرانه ناخالص داخلی سهم بیشتری در صادرات داشته باشد مطالعاتی که در سطح کشورها انجام شده مؤید رابطه مذکور است (Nieminen, 2020; Rodriguez-Crespo et al., 2021; Visser, 2019). در به‌کارگیری متغیر جمعیت در مدل جاذبه تجارت مارکویز (2016) بیان می‌کند با توجه به علامت ضریب به‌دست‌آمده اثرات متفاوتی از جمله اثر جاذبه⁶ و اثر صرفه‌جویی به مقیاس⁷ را می‌تواند در برداشته باشد. بالتاجی و سایرین (2003) بیان کردند در جهت تخمین پارامترهای قابل‌اعتماد عدم تجانس در مدل باید تا حد ممکن کنترل شود از این‌رو از μ برای اثرات مختص هر استان است که از عامل زمان مجزا است و از λ به‌عنوان عامل زمان که از ویژگی‌های خاص هر استان جداست در مدل جاذبه تجارت استفاده شده است (Baltagi et al., 2003). ε جزء اخلال تصادفی است. برای کاهش اثرات ناهمسانی واریانس، لگاریتم طبیعی متغیرها در مدل استفاده شده است. از این‌رو رابطه یک را می‌توان به‌صورت رابطه (2) نوشت.

$$LnExport_{it} = \beta_0 + \beta_1(INT_{it}) + \beta_2(FD_{it}) + \beta_3(GDP_{it}) + \beta_4(POP_{it}) + \mu_i + \lambda_t + (\varepsilon_{it}) \quad (2)$$

برای بررسی اعتبار فرضیه‌های پیشنهادی، روش تخمین خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلویی استفاده شده توسط بگ و کتز (1995)، ارائه شده است (Beck & Katz, 1995). دو دلیل اصلی برای استفاده از این روش تخمین وجود دارد. اول آن که در داده‌های تابلویی پژوهش، ناهمسانی واریانس، همبستگی سریالی و مسئله وابستگی بین بخشی وجود دارد. دوم آن که تعداد است آن‌ها از تعداد سال‌ها بیشتر است. این‌رو برای تخمین دقیق تغییرات خطای موجود در ساختار داده‌های تابلویی وابستگی‌های بین گروهی مناسب است. همچنین این شیوه برای بررسی مسئله درون‌زایی که می‌تواند در متغیرهای ارزش صادراتی، ضریب نفوذ اینترنت و توسعه مالی وجود داشته باشد، قابل بررسی است.

بگ و کتز (1995) در پژوهش خود نشان دادند که تخمین زننده خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلویی، خطای استاندارد دقیقی با کارایی بالا را نسبت به سایر روش‌ها تخمین می‌زند و نتایج حاصل از آن نسبت به ضرایب روش‌های حداقل مربعات تعمیم‌یافته و حداقل مربعات معمولی کارتر است. در این روش کوواریانس پارامترهای حداقل مربعات معمولی داده‌های تابلویی در T ضرب شده و شامل اطلاعات همبستگی هم‌زمان اجزای اخلال در هر بخش است. از این‌رو روش مذکور هم در داده‌های تابلویی با سری زمانی و بین بخشی استفاده می‌شود (Beck & Katz, 1995).

در مرحله پیش‌پردازش، فرآیند نرمال‌سازی داده‌ها انجام می‌شود از مزایای نرمال‌سازی در این مرحله سازگاری داده‌ها، حذف موارد زائد، شناسایی بی‌قاعدگی‌ها و افزایش عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین است. در پژوهش حاضر از رابطه (3) برای نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شده است. متغیر X_{normal} متغیر نرمال شده است. X متغیر ورودی، X_{min} متغیر حداقل در نمونه و X_{max} متغیر حداکثر در نمونه است.

⁶ Absorption effect

⁷ Economic of scale

$$X_{normal} = (X - X_{min}) / (X_{max} - X) \quad (3)$$

به کارگیری مدل‌های یادگیری ماشینی برای استخراج بهترین روش رگرسیونی که بتواند مقدار دقیق صادرات را بر اساس استفاده از اینترنت و رشد مالی پیش‌بینی کند قابل توجه است. دلایل به کارگیری روش مذکور آن است که اولاً ماهیت داده‌های موجود به گونه‌ای است که از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کند و در نتیجه دارای توزیع با چولگی بالاست. دوم آن که میزان داده‌ها بزرگ است و به کارگیری مدل‌های یادگیری ماشینی جهت تحلیل این گونه از مجموعه داده‌ها مناسب است. سوم آن که مدل‌های یادگیری ماشینی عملکرد بهتری از شیوه‌های آماری سنتی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها فراهم می‌کند. همچنین مدل‌های یادگیری ماشینی بهبود معنی‌داری را برای پیش‌بینی عوامل کلان اقتصادی به علت وجود عوامل غیرخطی و استخراج قابلیت‌های موجود در داده‌ها فراهم می‌کند. وجود داده‌های بزرگ نیازمند شیوه‌های جدید در روند مطالعات مالی و اقتصادی شده است (Duan et al., 2022).

برای یادگیری ماشینی در پژوهش حاضر از الگوریتم رگرسیون فرآیند گاوسی استفاده شده است. مدل‌های رگرسیون فرآیند گاوسی بر مبنای این فرض است که مشاهدات باید حامل اطلاعاتی درباره هم‌دیگر باشد. فرآیندهای گاوسی راهی برای مشخص کردن اولویتی به صورت مستقیم روی فضای تابع هستند. این کار تعمیم طبیعی توزیع گاوسی است که میانگین و کوواریانس آن به ترتیب بردار و ماتریس هستند. توزیع گاوسی روی بردارها است. در حالی که فرآیند گاوسی روی توابع است. در نتیجه مدل‌های فرآیند گاوسی به دلیل دانش قبلی درباره وابستگی‌های تابعی و داده‌ها برای تعمیم، به هیچ فرآیند اعتبارسنجی نیاز نداشته و مدل‌های رگرسیونی فرآیند گاوسی قادر به درک توزیع پیش‌بینی متناظر با ورودی آموزش هستند. برای یادگیری، مجموعه داده $S = \{(x_i, y_i) : \text{for } i = 1, 2, \dots, n\}$ که در آن n تعداد نمونه‌هاست. بردار ورودی با خروجی یا اسکالر یا هدف است. این مجموعه متشکل از دو جز ورودی و خروجی به عنوان نقاط نمونه یا تجربی هست. به منظور سهولت کار ورودی‌های مجموعه و خروجی در ماتریس برداری تجمیع می‌شود (Wang, 2020). مدل رگرسیون خطی طبق رابطه (4) تعریف می‌شود.

$$y = X^T \beta + \varepsilon \quad (4)$$

وظیفه رگرسیون ایجاد یک ورودی جدید x^* به منظور دستیابی به توزیع پیش‌بینی شده برای مقادیر متناظر داده‌های مشاهداتی y^* و بر مبنای مجموعه داده است. فرآیند گاوسی مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی است که تعداد محدودی از آن‌ها با توزیع‌های گاوسی ادغام شده‌اند. توزیع گاوسی در واقع توزیع بین متغیرهای تصادفی بوده در حالی که فرآیند گاوسی بیانگر توزیع بین توابع هست. در مدل فرآیند گاوسی نتایج با تعریف تابعی از متغیرهای پنهان طبق رابطه (5) تعریف می‌شود.

$$y = h(X)^T \beta + f(x) \quad (5)$$

رگرسیون فرآیند گاوسی تابع اصلی h را طبق تابع کوواریانس نتایج و متغیرهای ورودی x در فضای چندبعدی داده‌ها پیدا می‌کند. برای تبدیل رگرسیون فرآیند گاوسی به مدل نا پارامتریک یک متغیر پنهان $f(x)$ برای هر مشاهده x_i به صورت رابطه (6) تعریف می‌شود.

$$P(y|f, x) \sim N(y|H\beta + f, \sigma^2 I) \quad (6)$$

برای یادگیری در الگوریتم یادگیری ماشینی مجموعه داده محدود شده تا مدل پیش‌بین مناسب حاصل شود. بدین منظور با استفاده از شیوه شکاف داده‌ها طبق الگوریتم اعتبارسنجی متقابل در پژوهش حاضر داده‌ها به ده دسته تقسیم شده و مقدار خروجی خطای جذر میانگین مربعات بر اساس رابطه (7) محاسبه شده است (Wang, 2020).

$$Final\ RMSE = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} RMSE_i \quad (7)$$

4-2- جامعه آماری پژوهش

برای بررسی و پیش‌بینی اثر توسعه مالی و کاربران اینترنتی بر صادرات کل استان‌های کشور ایران جامعه آماری پژوهش را شکل می‌دهد. با توجه به اطلاعات موجود در دوره زمانی سال ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۹، بیست‌ونهم استان کشور ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

5- متغیرهای پژوهش و نحوه اندازه‌گیری آنها

5-1- متغیر وابسته

متغیر وابسته با مقیاس نسبی ارزش صادراتی هر استان کشور است. برابر است با کلیه ارزش صادرات کالاها به جز نفت خام برای بیست‌ونهم استان کشور است؛ که مقادیر آن از سالنامه آماری هر استان به دست آمده است.

5-2- متغیرهای مستقل

دو متغیر توسعه مالی و ضریب نفوذ اینترنت با مقیاس نسبی به عنوان عوامل تعیین‌کننده رشد صادرات با توجه به هدف پژوهش و بر طبق مدل جاذبه تجارت تعدیل‌شده در پژوهش حاضر استفاده شده است. گلداسمیت (1969) بیان می‌کند توسعه مالی از افزایش نسبت دارایی‌های مالی نسبت به تولید ناخالص داخلی حاصل می‌شود (Goldsmith, 1969). از آنجاکه در کشور ایران ساختار مالی اقتصاد بانک محور است و اکثر دارایی‌های مالی در قالب سپرده ایجاد شده و توسط بانک‌ها تبدیل به انواع وام‌های بانکی می‌شود و با توجه به اطلاعات قابل‌دسترس برای هر استان از تسهیلات اعطایی بانک‌ها به عنوان نسبتی از تولید ناخالص داخلی برای اندازه‌گیری توسعه مالی استفاده شده است. تسهیلات اعطایی بانک‌ها از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران⁸ و تولید ناخالص داخلی هر استان از سایت مربوط به وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی جمع‌آوری⁹ شده است. همچنین ضریب نفوذ اینترنت در هر استان بر اساس اطلاعات سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی کشور¹⁰ به دست آمد.

5-3- متغیرهای کنترلی

متغیرهای کنترلی شامل دو متغیر تولید ناخالص داخلی و جمعیت با مقیاس نسبی است؛ و طبق مطالعات رودریگز و کرسپو در مدل اضافه شده است. در مطالعات رودریگز و کرسپو (2020)، نایمین (2021)، ویسر (2019) اثر تولید ناخالص داخلی بر صادرات کشور مورد تأیید قرار گرفته است. آن‌ها نشان دادند که کشورهای با سطح بالاتر تولید ناخالص داخلی صادرات بیشتری داشته و سهم بیشتری از صادرات را در سایر

⁸ www.cbi.ir

¹⁰ www.cra.ir

⁹ www.mcls.gov.ir

کشورها دارند (Nieminen, 2020; Rodriguez-Crespo et al., 2021; Visser, 2019). متغیر جمعیت در مطالعات رودریگز و کرسپو (2021) و هینسون و آدجاسی (2009) مورد بررسی قرار گرفته است. آن‌ها نشان دادند که جمعیت بر مبادلات تجاری اثر مثبت داشته و فرضیه صرفه‌جویی به مقیاس مورد تأیید قرار گرفته است (Hinson & Adjasi, 2009; Rodriguez-Crespo et al., 2021). متغیرهای مذکور از سایت وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و مرکز آمار ایران 11 جمع‌آوری شده است. مراحل آماده‌سازی داده‌ها توسط نرم‌افزار اکسل و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزارهای از و متلب انجام شده است.

6- نتایج تجربی پژوهش

6-1- نتایج آمار توصیفی

جدول 1 نشان‌دهنده آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در سه دسته کل نمونه، استان‌های با توسعه‌یافتگی متوسط به بالا و کمتر توسعه‌یافته در طی دوره ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۹ است. ارزش صادرات دارای میانگین 42480 میلیارد ریالی و مقدار حداکثری 2192213 میلیارد ریال است. در حالی که برای استان‌های توسعه‌یافته 75938 میلیارد ریال و کمتر توسعه‌یافته 6478 میلیارد ریال است. متوسط نرخ ضریب نفوذ اینترنت ۲۹ استان 47 درصد و مقدار حداکثری آن 135 درصد است. مقدار نرخ ضریب نفوذ برای استان‌های توسعه‌یافته میانگین 45 درصدی و در استان‌های کمتر توسعه‌یافته 37 درصد است. متوسط توسعه مالی در نمونه کل 280747 میلیارد ریال و دارای ارزش حداکثری 17698182 میلیارد ریال، متوسط ارزش توسعه مالی برای استان‌های توسعه‌یافته 449724 میلیارد ریال، برای استان‌های کمتر توسعه‌یافته 97382 میلیارد ریال است. همچنین در جدول نتایج ضریب همبستگی بین داده‌ها گزارش شده و هم خطی چندگانه در داده‌ها وجود ندارد.

جدول 1: آمار توصیفی و ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 1. Descriptive statistics and correlation between the used variables

Source: Research results

POP	FD	GDP	INT	EX	
(هزار نفر)	(میلیارد ریال)	(میلیارد ریال)	درصد	(میلیون ریال)	کل است آن‌ها
2671	280747	458699257	47/18	42480108	میانگین
2455	1280816	846888602	30/22	156053017	انحراف معیار
545	4826	24291243	8/99	13747	حداقل
13911	17698182	8232387642	135/79	2192213235	حداکثر
435	435	435	435	435	تعداد مشاهدات
ضریب همبستگی					

				1	EX
				/273	INT
			/480	/175	GDP
		/794	/30	/074	FD
1	/62	/64	/15	/002	POP

استان‌های توسعه‌یافته متوسط به بالا

3201	449724	528547822	45/6	75938031	میانگین
2942	1758839	968987448	29/90	211029868	انحراف معیار
546	6898	24291243	9	13747	حداقل
13911	17698182	8232387642	136	2192213235	حداکثر
225	225	225	225	225	تعداد مشاهدات

استان‌های کمتر توسعه‌یافته

2054	97382	374934496	37/68	6478092	میانگین
1601	111767	682219698	30/39	11382394	انحراف معیار
956	4827	31362175	12	21414	حداقل
13911	692367	5499396511	136	72000152	حداکثر
215	215	215	215	215	تعداد مشاهدات

2-6- نتایج مانایی متغیرهای پژوهش

در جدول 2 مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل در جهت عدم وقوع رگرسیون کاذب مورد بررسی قرار گرفته است. همان‌طور که در ستون سوم مقدار احتمال آماره‌ها محاسبه شده، نشان می‌دهد فرض صفر مبنی بر نا مانا بودن متغیرها وجود ریشه واحد در سطح معنی‌داری یک درصد رد می‌شود.

جدول 2. آزمون مانایی متغیرهای مدل
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 2. Significance of stationery variables model

Source: Research results

Pvalue	آماره LCC	متغیر
0/000	-8/58	EX
0/000	-6/56	INT
0/000	-9/47	GDP
0/000	-7/59	FD
0/000	-10/11	POP

3-6- آزمون ناهمسانی واریانس

در جدول 3 مسئله ناهمسانی واریانس، همبستگی سریالی وابستگی بین گروهی در داده‌های تابلویی مورد بررسی قرار گرفت.

آزمون والد اصلاح شده برای بررسی ناهمسانی واریانس گروهی، آزمون وودریج برای شناسایی همبستگی سریالی و آزمون پسران برای وابستگی بین گروهی استفاده شده است. جدول نتایج آزمون والد اصلاح شده نشان داده شده و فرضیه همسانی واریانس رد شده است. در استان‌های توسعه یافته و کمتر توسعه یافته ناهمسانی واریانس بین متغیرها وجود دارد. همچنین طبق آزمون وودریج همبستگی سریالی بین متغیرها وجود دارد. با توجه به آزمون پسران وجود وابستگی بین بخشی در سه گروه نمونه وجود دارد.

جدول 3. آزمون ناهمسانی واریانس متغیرهای مدل
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 3. Heteroskedasticity test of variables model

Source: Research results

کل استان‌ها		استان‌های توسعه یافته		استان‌های کمتر توسعه یافته	
آزمون والد اصلاح شده					
تلفیقی	اثرات تصادفی	اثرات ثابت	تلفیقی	اثرات تصادفی	اثرات ثابت
مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون	
7/21*		1/52*		197/32*	
آزمون وودریج					
مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون	
112/15*		83/55*		153/12*	
آزمون پسران					
مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون		مقدار آماره آزمون	
17/16*		11/12*		8/32*	
17/12*		11/52*		8/53*	

* معنی داری در سطح 99 درصد وجود دارد.

7- تخمین مدل رگرسیونی پژوهش

7-1- تخمین مدل طبق روش خطای استاندارد اصلاح شده داده‌های تابلویی

هدف اصلی تحلیل مبتنی بر داده، بررسی نقش کاربران اینترنت و توسعه مالی در افزایش ارزش صادراتی است. جدول 4 نتایج مربوط به رابطه ارزش صادرات، کاربران اینترنتی، توسعه مالی و سایر متغیرهای کنترلی را طبق تخمین خطای استاندارد اصلاح شده داده‌های تابلویی نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص است ضریب نفوذ اینترنت اثر مثبت و معنی دار در سطح نود درصد بر ارزش صادرات درکل است آن‌ها دارد. از این رو نتایج حاصل با احتیاط باید تفسیر شوند. نتایج مربوط به کلیه است آن‌ها نشان می‌دهد، زمانی که ضریب نفوذ اینترنت یک درصد افزایش یابد ارزش صادرات 26/ درصد افزایش می‌یابد. مثلاً اگر در استانی با میزان صادرات

هزار میلیارد ریالی ضریب نفوذ اینترنت یک درصد افزایش یابد، میزان صادرات 2/6 میلیارد ریال افزایش می‌یابد. در استان‌های توسعه‌یافته نتایج نشان می‌دهد، افزایش یک درصدی در ضریب نفوذ اینترنت منجر به افزایش 30 درصدی در ارزش صادرات می‌شود؛ اما نتایج برای استان‌های کمتر توسعه‌یافته نشان می‌دهد که رابطه معنی‌دار بین ضریب نفوذ اینترنت و صادرات وجود ندارد. اثر مثبت ضریب نفوذ اینترنت بر رشد صادرات در پژوهش حاضر با مطالعات مبتنی بر داده مانند مطالعه رودریگز و کرسپو (2021)، سرخوش‌سرا (1399)، معتقد (1393)، بیانچی (2016) و فرناند (2019) منطبق است. از سوی دیگر نتایج حاصل از متغیر توسعه مالی نشان می‌دهد، توسعه مالی اثر معنی‌داری در سطح نودونه درصد در سه نمونه مورد بررسی دارد. اگرچه میزان ضرایب به دست آمده حاکی از اثر کمتر توسعه مالی بر ارزش صادرات است. به طوری که یک درصد افزایش در توسعه مالی کمتر از 1/1 درصد تأثیر در افزایش صادرات داشته و این مقدار در استان‌های کمتر توسعه‌یافته به حدود 0/6 درصد می‌رسد. سطح بخش مالی اگرچه در سال‌های گذشته توسعه پیدا کرده اما همچنان نیازمند هماهنگی و همکاری است. اثر و معنی‌داری توسعه مالی بر صادرات طبق یافته‌های بک (2003) مورد تأیید قرار گرفته اما در مطالعه پائول (2021)، سینگ ژانگ (2021) تأیید نشد. نتایج حاصل از متغیر درآمد ناخالص داخلی در هر سه حالت در سطح 99 درصد معنی‌دار است. تولید ناخالص داخلی اثر مثبت و معنی‌داری بر صادرات دارد. نایمن (2021) نشان داد، کشورهای با سطح بالای تولید ناخالص داخلی، صادرکننده و سهم بیشتری بر صادرات سایر کشورها دارند. در رابطه با متغیر جمعیت نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت و معنی‌دار در سطح 99 درصد میزان جمعیت بر ارزش صادرات در سطح است آن‌ها است. طبق نتایج هینسون و آدجاسی (2009) و رودریگز و کرسپو (2019) ارتباط مثبت بین جمعیت و تجارت خارجی بیانگر تأیید فرضیه صرفه‌جویی به مقیاس است. از این رو در استان‌های با جمعیت بیشتر شاهد صادرات بیشتری هستیم.

جدول 4. نتایج تخمین رابطه ارزش صادرات، کاربران اینترنتی، توسعه مالی طبق خطای استاندارد اصلاح‌شده داده‌های تابلوی مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 4. PCSE estimations results regarding the relationships among exports value, Internet users, and financial development.

Source: Research results

متغیرهای وابسته	کل است آن‌ها	استان‌های توسعه‌یافته	استان‌های کمتر توسعه‌یافته
INT	/2559*	/2981**	/2051
FD	/0972***	/0981***	/0652***
GDP	/0960***	/0851***	/0542***
POP	/111**	/0988**	/0655**
Constant	2/277	2/285	2/251
R2	/97	/97	/97
آزمون والد	315/1	120/12	300/12

*معنی‌داری 90 درصد، **معنی‌داری 95 درصد، معنی‌داری 99 درصدی

2-7- یادگیری ماشینی

در جدول 5 از یادگیری ماشینی برای پیش‌بینی متغیرهای پوشش اینترنت توسعه مالی و ارزش صادرات استفاده شده است. ارزیابی مدل رگرسیونی با شاخص‌های میانگین خطای مربعات 12، ریشه میانگین خطای مربعات¹³، میانگین متوسط خطا¹⁴ و ضریب تعیین¹⁵ انجام شده است. همچنین مدل رگرسیونی پیشنهادی با سایر مدل‌های رگرسیونی، شامل رگرسیون خطی، درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان¹⁶ و مدل‌های جمعی مقایسه شده است. از انواع مختلف هر مدل رگرسیونی استفاده شده است. نتایج حاصل از رگرسیون خطی

¹² MSE

¹⁵ R²

¹³ RMSE

¹⁶ SVM

¹⁴ MAE

استاندارد اصلاح شده تابلوی نشان داد، در استان‌های توسعه یافته همگنی در داده‌ها بیشتر بوده و بیشترین مقدار ضریب تعیین به دست آمده است. در آزمون حاضر از داده‌های کل است آن‌ها برای یادگیری هر الگوریتم رگرسیونی طبق اعتبارسنجی متقابل¹⁷ با شیوه ده‌بخشی استفاده شده است. با استفاده از برنامه‌ریزی نرم افزار متلب پنج رگرسیون اصلی شامل الگوریتم‌های رگرسیون خطی، درخت‌های تصمیم، رگرسیون ماشین برداری پشتیبان، رگرسیون فرآیند گاوسی تخمین زده شده است. همچنین عملکرد انواع رگرسیون اصلی به همراه انواع آن مورد بررسی قرار گرفته است. در مدل رگرسیون خطی انواع مدل‌ها شامل رگرسیون گام به گام¹⁸، رگرسیون خطی استوار¹⁹، رگرسیون خطی تعاملی²⁰ و رگرسیون خطی سنتی²¹ مورد بررسی قرار گرفته است. در مدل درخت‌های تصمیم شامل درخت سخت²²، متوسط²³ و درخت‌های نرم²⁴ استفاده شده است. در مدل رگرسیونی ماشین بردار پشتیبان هسته گاوسی سخت²⁵، هسته گاوسی متوسط²⁶، هسته گاوسی ملایم²⁷، هسته مکعبی²⁸، هسته درجه دو²⁹ و هسته خطی³⁰ ارائه شده است. در مدل رگرسیون فرآیند گاوسی انواع درجه دو منطقی³¹، نمایی³²، ماترن³³ 5/2 و نمایی مکعبی³⁴ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول 5. مقایسه مدل‌های رگرسیونی برای تخمین صادرات
 مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 5. A comparison between different regression models for estimating exports value.
 Source: Research results

رگرسیون‌های خطی						
	Traditional	Interactions	Robust	Stepwise	R2	
	/32	/33	/31	/32		
RMSE	1/6265	1/6151	1/636	1/6287		
MSE	2/6456	2/6087	2/6765	2/6526		
MAE	1/2332	1/1908	1/2247	1/2297		
رگرسیون درخت تصمیم						
		Coarse	Medium	Fine		
		/37	/52	/77	R2	
RMSE		1/5655	1/3689	/94709		
MSE		2/4507	1/8738	/89698		
MAE		1/1872	1/0285	/666		
رگرسیون‌های ماشین بردار پشتیبان						
	Linear Kernel	Quadratic Kernel	Cubic Kernel	Fine Kernel	Medium Kernel	Coarse Kernel
	/3	/31	/36	/77	/41	/32
RMSE	1/6564	1/6379	1/577	/9431	1/5173	1/6245
MSE	2/7438	2/6827	2/4869	/88943	2/3022	2/6391

¹⁷ Cross Validation

¹⁸ Step Wise

¹⁹ Robust

²⁰ Interactions

²¹ Traditional

²² Coarse

²³ Medium

²⁴ Fine

²⁵ Coarse Kernel

²⁶ Medium Kernel

²⁷ Fine Kernel

²⁸ Cubic Kernel

²⁹ Quadratic Kernel

³⁰ Linear Kernel

³¹ Rational Quadratic

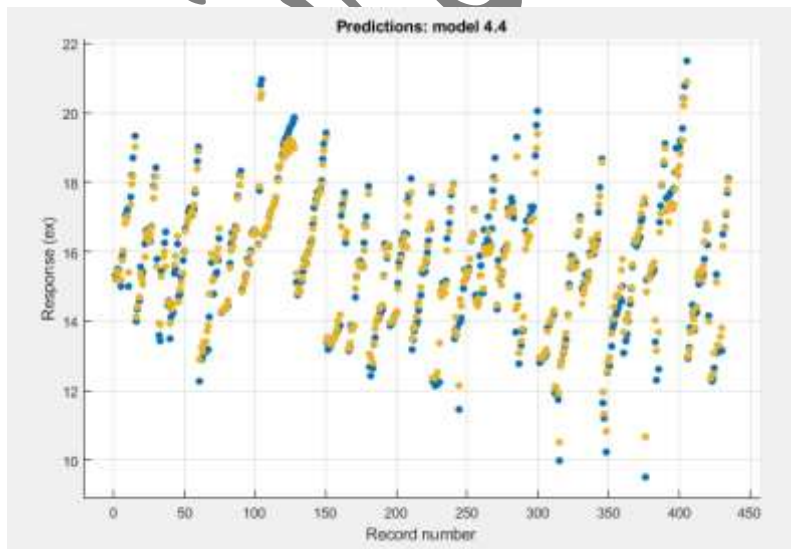
³² Exponential

³³ Matern5/2

³⁴ Squared Exponential

1/2104	1/125	1/0872	/59425	1/0414	1/1657	MAE
رگرسیون فرآیند گاوسی						
	Squared Exponential	Matern5/2	Exponential	Rational Quadratic		
	/78	/82	/98	/95		R2
	/93549	/82674	/2949	/43143		RMSE
	/87515	/68349	/08696	/18613		MSE
	/693	60859	/21464	/31216		MAE

در الگوریتم‌های رگرسیون خطی، مدل خطی تعاملی بیشترین میزان ضریب تعیین (0.33) را داشته و کمترین میزان خطای مربعات (1/6151) را دارد. در الگوریتم‌های رگرسیون درخت تصمیم، درخت نرم بیشترین میزان ضریب تعیین (0.77) و کمترین میزان ریشه میانگین خطای مربع (94709) را دارد. در الگوریتم‌های رگرسیون ماشین بردار پشتیبان، هسته گاوسی نرم بیشترین میزان ضریب تعیین (0.77) و کمترین میزان ریشه میانگین خطای مربعات (1/9431) را دارد. در الگوریتم‌های رگرسیون فرآیند گاوسی، الگوریتم نمایی بیشترین میزان ضریب تعیین (0.98) و کمترین میزان ریشه میانگین خطای مربعات (2949) را دارد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت مدل رگرسیون فرآیند گاوسی نمایی برای پیش‌بینی اثرات توسعه مالی و ضریب پوشش اینترنت بر صادرات در ایران از استواری بیشتری برخوردار است. همین‌طور مقدار ریشه میانگین خطای مربعات مدل رگرسیونی فرآیند گاوسی از مقدار ریشه میانگین خطای مربعات تخمین زنده خطای استاندارد داده‌های تابلویی کمتر است. از این رو مناسب‌ترین مدل برای بررسی عملکرد بهتر و دقت بیشتر در جهت پیش‌بینی اثرات استفاده از اینترنت و توسعه مالی بر ارزش صادرات مدل رگرسیونی فرآیند گاوسی است. برای تأیید استواری عملکرد الگوریتم فرآیند گاوسی نمایی در شکل 2 نمایش داده شده است. نمودار پاسخ‌ها بیانگر استواری رویکرد پیشنهاد شده است. در شکل 2. نمودار مقادیر پیش‌بین و مقادیر واقعی حاصل از رگرسیون فرآیند گاوسی ارزش صادرات تحت تأثیر متغیرهای موردنظر نمایش داده شده و رابطه نزدیک بین مقادیر پیش‌بینی شده (زردرنگ) و مقادیر واقعی (آبی‌رنگ) وجود دارد.

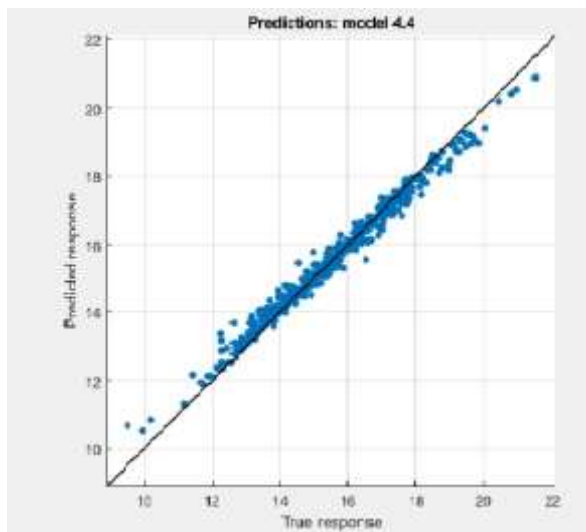


شکل 2. نمودار مقادیر پیش‌بین و مقادیر واقعی حاصل از رگرسیون فرآیند گاوسی ارزش صادرات مأخذ: یافته‌های پژوهش

Figure 2. The response plot of Gaussian process model to estimate the exports value.

Source: Research results

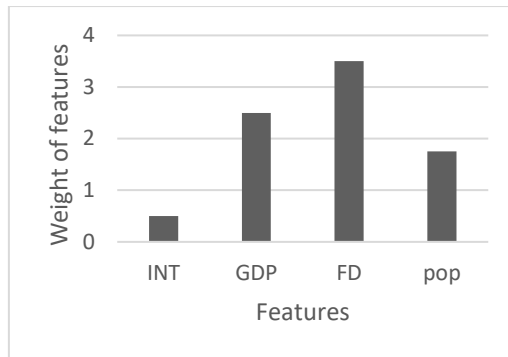
در شکل 3 ارزش مقادیر پیش‌بینی شده طبق خط رگرسیونی و ارزش مقادیر واقعی صادرات نمایش داده شده است. طبق توزیع پراکنش نقاط، متغیرهای پوشش اینترنت، توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت می‌تواند در سطح قابل قبولی مدل را پیش‌بینی کنند. همچنین الگوریتم فرآیند گاوسی یک ابزار بیزی قدرتمند برای تحلیل داده‌ها در پیش‌بینی عملکرد ارزش صادرات در کشور ایران هست. می‌توان از دو شکل ارائه شده نتیجه گرفت که افزایش ضریب پوشش اینترنت و توسعه مالی می‌تواند ارزش صادرات در استان‌های کشور ایران را افزایش دهد.



شکل 3. مقادیر واقعی به همراه مقادیر پیش‌بینی شده طبق مدل تخمین فرآیند گاوسی مأخذ: یافته‌های پژوهش

Figure 3. The predicted values vs. actual values of the exports value via gaussian model
Source: Research results

با توجه به نتایج حاصل از یادگیری ماشینی بهترین روش رگرسیونی برای پیش‌بینی رابطه توسعه مالی و ارزش صادرات، مدل رگرسیون فرآیند گاوسی است. نتایج حاصل از آزمون اهمیت ویژگی برای تعیین کمیت یک متغیر و پیش‌بینی آن از طریق مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل ضروری است. آزمون اهمیت ویژگی برای هر متغیر مستقل در شکل 4 نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد متغیر توسعه مالی مهم‌ترین ویژگی را نسبت به سایرین دارد. بدین معنا که میزان توسعه مالی مهم‌ترین عامل در پیش‌بینی رشد صادرات در کشور ایران است؛ بنابراین افزایش در میزان توسعه مالی به صورت معنی‌داری ارزش صادرات را افزایش می‌دهد. همین‌طور تولید ناخالص داخلی هر استان و جمعیت دو عامل بالقوه اثرگذار بر رشد صادرات در کشور ایران است. علاوه بر این اینترنت در رتبه بعدی اثرگذاری در صادرات کشور قرار می‌گیرد.



شکل 4. نتایج حاصل از اهمیت ویژگی‌های اثرگذار بر صادرات طبق رگرسیون فرآیند گاوسی
 مأخذ: یافته‌های پژوهش

Figure 4. Feature importance using Gaussian process model

Source: Research results

8- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر باهدف تحلیل و پیش‌بینی اثرات توسعه مالی و استفاده از اینترنت بر رشد صادرات در بیست‌ونهمین دوره ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۹، انجام شده و سهمی در توسعه ادبیات مربوط داشته است. برای نیل به هدف مذکور از شیوه تخمین زنده خطای استاندارد داده‌های تابلویی برای بررسی اثرات توسعه مالی و اینترنت بر ارزش صادرات استفاده شده است. سپس از الگوریتم یادگیری ماشینی برای ایجاد یک مدل استوار در پیش‌بینی ارزش صادرات بر اساس متغیرهای مذکور استفاده شده است. مهم‌ترین نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها را در چهار بخش می‌توان نین کرد. اول آن‌که به کارگیری اینترنت سهمی مثبت در ارزش صادراتی کشور در همه است آن‌ها دارد. ازاین‌رو فرضیه اول مبنی بر اثرگذاری متغیرهای توسعه مالی و ضریب نفوذ اینترنت بر رشد صادرات استان‌های کشور ایران تأیید می‌شود. نتایج فرضیه مذکور با پژوهش‌های رودریگز و کرسپو (2021)، ازکان (2018)، ژینگ (2018) و سرخوش‌سرا و سایرین (1399) مطابقت دارد. دوم آن‌که به کارگیری اینترنت در استان‌های توسعه‌یافته تأثیر بیشتری بر رشد صادرات داشته، منجر به کاهش هزینه‌های زمانی و مبادلاتی برای تکمیل فرآیند تجاری می‌شود. در استان‌های کمتر توسعه‌یافته به کارگیری اینترنت سهم معنی‌داری در رشد صادرات ندارد. ازاین‌رو می‌توان گفت که ضریب نفوذ اینترنت بر ارزش صادرات به سطح توسعه‌یافتگی است آن‌ها بستگی داشته و فرضیه دوم پژوهش مبنی بر تفاوت اثرگذاری ضریب نفوذ اینترنت در استان‌های مختلف کشور تأیید می‌شود. نتایج فرضیه دوم با پژوهش‌های درمیکن و سایرین (2009)، کلارک و والسطن (2006)، پان (2022) و فربودی و ولدکمپ (2021) تطابق داشته اما با مطالعه ویموری و صدیقی (2009) تطابق ندارد. سوم آن‌که توسعه مالی سهمی مهم و اصلی در رشد صادرات در است آن‌ها دارد. نتایج مورد سوم با پژوهش‌های بک (1995)، آلواریز و لویز (2005) و چن و سایرین (2022) تطابق داشته و با پژوهش‌های پائول و الحرثی (2021) و سینگ ژانگ (2022) مطابقت ندارد. چهارم آن‌که مدل یادگیری ماشینی نشان داد به ترتیب توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی، جمعیت و اینترنت مهم‌ترین عوامل در پیش‌بینی رشد صادرات در استان‌های ایران است. طبق نتایج حاصل از داده چند راهکار و سیاست کاربردی برای تحریک رشد صادرات در استان‌های کشور پیشنهاد می‌شود. اول آن‌که اگرچه دولت‌ها سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی در رشد زیرساخت‌ها از سال ۱۳۸۵ برای بهبود و گسترش سطح فناوری و اینترنت انجام داده‌اند؛ اما استفاده از اینترنت در بعضی از استان‌ها همچنان ناکافی است. همچنین سیاست‌گذاران باید تقویت منابع زیرساختی و سیاست‌های پشتیبانی بخش اینترنت را برای رشد صادرات به کارگیرند. سیاست‌گذاران با برقراری ارتباطی بین صادرکنندگان واردکنندگان و فراهم نمودن آموزش‌ها برای

آن که چگونه از این کانال‌ها برای تسهیل دسترسی به بازارهای بین‌المللی استفاده کند، نقش مهمی را ایفا کنند. دوم آن که سیاست‌گذاران باید توجه بیشتری به زبان تجارت برای اشخاص و شرکت‌ها قائل شوند. به طوری که در مطالعات انجام‌شده توسط دهولکیا و کشتی (2004) نشان داده‌شده مزیت برقراری ارتباط با زبان در کسب‌وکارهای مجازی سبب ایجاد مزیت رقابتی شده است (Dholakia & Kshetri, 2004). سوم آن که سیاست‌گذاران باید با ایجاد محیطی با فرصت‌های ثروت‌سازی بیشتر در استان‌های کمتر توسعه‌یافته تلاش بیشتری در جهت استواری فرصت‌های رشد و در نتیجه تحرک رشد صادرات انجام دهند. همچنین دانش کاربردی استفاده از اینترنت و مشتقات آن در استان‌های کمتر توسعه‌یافته باید تقویت و تعمیق شود به نحوی که همه ساکنین در استان‌های مذکور ذینفع شوند.

برای ایجاد یک اقتصاد اینترنت محور در جهت توسعه صادرات نیازمند برنامه‌ریزی نظام‌مند مبتنی بر پروژه است که نیاز به تلفیق پویای منابع مالی، انسانی و مادی داشته و در آن استراتژی‌ها، منابع و استعدادها به صورت مؤثر یکی شود. در این راستا توسعه مالی باید در توسعه زیرساخت‌های فیبر نوری و شبکه‌های بدون سیم و همچنین حمایت از ایده‌های دانش بیان جهت‌دهی شود. این رویکرد در استان‌های کمتر توسعه‌یافته از طریق ایجاد یارانه‌های مالی مانند وام‌های کم‌بهره و سرمایه‌گذاری مشارکتی دولت و بخش خصوصی امکان‌پذیر است. توسعه مالی در کشور نیازمند بهبود مداوم و به‌کارگیری شیوه‌های جدید است. از این رو سیاستمداران باید در جهت بهبود انعطاف و تشریک‌مساعی بین بخش مالی و صادرکنندگان تلاش کنند.

نتایج پژوهش حاضر می‌تواند با استفاده از سایر متغیرهای پیش‌بین بهبود یابد. همچنین از مدل‌های یادگیری ماشین پیشرفته‌تری برای بررسی عملکرد پیش‌بینی استفاده شود. در پژوهش‌های آتی از عوامل خرد اقتصاد که بر رشد صادرات مؤثر بوده و مدل‌های یادگیری ماشینی که فرصت‌هایی را برای ارتقای ساخت نظریه‌ها و آزمون‌های مرتبط فراهم کند، استفاده شود. از این رو به پژوهشگران در زمینه مباحث اقتصادی و مالی پیشنهاد می‌شود، تلاش‌های بیشتری در جهت ارتقاء کاربرد این مدل در پژوهش‌های خود داشته باشد.

Acknowledgments: We would like to thank the referees for their thoughtful comments and suggestions.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

- Abor, J., & Hinson, R. (2005). Internationalizing SME nontraditional exporters and their internet use idiosyncrasies. *Perspectives on Global Development and Technology*, 4(2), 229-244.
- Alvarez, R., & López, R. A. (2005). Exporting and performance: evidence from Chilean plants. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 38(4), 1384-1400.
- Amit, R., & Schoemaker, P. J. (1993). Strategic assets and organizational rent. *Strategic management journal*, 14(1), 33-46.
- Amiti, M., & Weinstein, D. Exports and financial shocks: New evidence from Japan.
- Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American economic review*, 93(1), 170-192.

- asgarpour, s., mojahedi, m. m., & bagheri pormehr, s. (2022). The Impact of E-Commerce Development Index on the Service Sector Employment Market in Iran. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, -. <https://doi.org/10.22055/jqe.2022.39893.2467>.(in Persian)
- Baltagi, B. H., Egger, P., & Pfaffermayr, M. (2003). A generalized design for bilateral trade flow models. *Economics letters*, 80(3), 391-397.
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of management*, 17(1), 99-120.
- Beck, N., & Katz, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. *American political science review*, 89(3), 634-647.
- Beck, T. (2002). Financial development and international trade: Is there a link? *Journal of International Economics*, 57(1), 107-131.
- Bellone, F., Musso, P., Nesta, L., & Schiavo, S. (2011). Impact of Financial Constraints on French Firms' Export Performance. *Economie & Statistique*.
- Bianchi, C., & Mathews, S. (2016). Internet marketing and export market growth in Chile. *Journal of Business Research*, 69(2), 426-434.
- Bridges, S., & Guariglia, A. (2008). Financial constraints, global engagement, and firm survival in the United Kingdom: evidence from micro data. *Scottish Journal of Political Economy*, 55(4), 444-464.
- Chaney, T. (2005). Liquidity Constrained Exporters (Working Paper). *Chicago: University of Chicago*.
- Chen, T., Luo, W., & Xiang, X. (2022). Financial constraints, exchange rate changes and export price: Evidence from Chinese exporters. *Finance Research Letters*, 48, 102823.
- Clarke, G. R., & Wallsten, S. J. (2006). Has the internet increased trade? Developed and developing country evidence. *Economic Inquiry*, 44(3), 465-484.
- Demirkan, H., Goul, M., Kauffman, R. J., & Weber, D. M. (2009). Does distance matter? The influence of ICT on bilateral trade flows. Proceedings of the second annual SIG globDev workshop,
- Dholakia, R. R., & Kshetri, N. (2004). Factors impacting the adoption of the Internet among SMEs. *Small Business Economics*, 23(4), 311-322.
- Duan, Y., Goodell, J. W., Li, H., & Li, X. (2022). Assessing machine learning for forecasting economic risk: Evidence from an expanded Chinese financial information set. *Finance Research Letters*, 46, 102273.

- Fan, J., Tang, L., Zhu, W., & Zou, B. (2018). The Alibaba effect: Spatial consumption inequality and the welfare gains from e-commerce. *Journal of International Economics*, 114, 203-220.
- Farboodi, M., & Veldkamp, L. (2021). A growth model of the data economy. *NBER working paper*(w28427).
- Fernandes, A. M., Mattoo, A., Nguyen, H., & Schiffbauer, M. (2019). The internet and Chinese exports in the pre-ali baba era. *Journal of Development Economics*, 138, 57-76.
- Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (1999). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press.
- Ganguly, S., & Acharyya, R. (2021). Deficit versus balanced budget financing of ICT Infrastructure and Export Quality. *Journal of Asian Economics*, 77, 101401.
- Goldfarb, A., & Trefler, D. (2018). *AI and international trade*.
- Goldfarb, A., & Tucker, C. (2019). Digital economics. *Journal of Economic Literature*, 57(1), 3-43.
- Goldsmith, R. W. (1969). *Financial structure and development*.
- Hinson, R. E., & Adjasi, C. K. (2009). The Internet and export: Some cross-country evidence from selected African countries. *Journal of Internet Commerce*, 8(3-4), 309-324.
- Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (2018). Consumer and object experience in the internet of things: An assemblage theory approach. *Journal of Consumer Research*, 44(6), 1178-1204.
- Kletzer, K., & Bardhan, P. (1987). Credit markets and patterns of international trade. *Journal of Development Economics*, 27(1-2), 57-70.
- Lendle, A., Olarreaga, M., Schropp, S., & Vézina, P. L. (2016). There goes gravity: eBay and the death of distance. *The Economic Journal*, 126(591), 406-441.
- Leviäkangas, P. (2016). Digitalisation of Finland's transport sector. *Technology in Society*, 47, 1-15.
- Lin, F. (2015). Estimating the effect of the Internet on international trade. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 24(3), 409-428.
- Manova, K., Wei, S.-J., & Zhang, Z. (2015). Firm exports and multinational activity under credit constraints. *Review of Economics and Statistics*, 97(3), 574-588.
- McCallum, J. (1995). National borders matter: Canada-US regional trade patterns. *The American Economic Review*, 85(3), 615-623.
- Millard, J. (2005). Rural areas in the digital economy. In *Winning and Losing* (pp. 90-123). Routledge.

- Morgan-Thomas, A., & Bridgewater, S. (2004). Internet and exporting: determinants of success in virtual export channels. *International Marketing Review*.
- motaghed, s., ranjbar, h., & daei karimzadeh, s. (2015). The Relationship between ICT, Exports and Non-Exports Sectors and Economic Growth in Iran: A Generalization of Feder Model. *Economical Modeling*, 8(28), 27-44. https://eco.firuzkuh.iau.ir/article_555615_4a5dca30faab725500af0635722457dd.pdf. (in Persian)
- Mu, Y., Chen, Z., Ding, Y., Wang, Y., & Pang, B. (2020). How the Internet promotes China's exports: a firm-level perspective. *China & World Economy*, 28(5), 118-142.
- Muûls, M. (2008). *Exporters and credit constraints. A firm-level approach*.
- Nieminen, M. (2020). Multidimensional financial development, exporter behavior and export diversification. *Economic Modelling*, 93, 1-12.
- Osnago, A., & Tan, S. W. (2016). Disaggregating the impact of the internet on international trade. *World Bank Policy Research Working Paper*(7785).
- Ozcan, B. (2018). Information and communications technology (ICT) and international trade: evidence from Turkey. *Eurasian Economic Review*, 8(1), 93-113.
- Pan, Y., Ma, L., & Wang, Y. (2022). How and what kind of cities benefit from the development of digital inclusive finance? Evidence from the upgrading of export in Chinese cities. *Economic Research-Ekonomiska istraživanja*, 35(1), 3979-4007.
- Paudel, R. C., & Alharthi, M. (2021). Role of financial development in the export performance of a landlocked developing country: The case of Nepal. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1973653.
- Rodríguez-Crespo, E., Billon, M., & Marco, R. (2021). Impacts of internet use on trade: new evidence for developed and developing countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57(10), 3017-3032.
- Rodríguez, J. L., & Rodríguez, R. M. G. (2005). Technology and export behaviour: A resource-based view approach. *International business review*, 14(5), 539-557.
- Rousseau, P. L., & Sylla, R. (2003). Financial systems, economic growth, and globalization. In *Globalization in historical perspective* (pp. 373-416). University of Chicago Press.
- salahmanesh, a., arman, a., & alaei, r. (2021). Examining the effect of economic freedom on financial development. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 18(3), 65-98. <https://doi.org/10.22055/jqe.2019.28798.2048>. (in Persian)

- Salmani, B., & Amiri, B. (2009). Financial Development and Economic Growth: the Case of Developing Countries. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 6(23), 125-145. <https://doi.org/10.22055/jqe.2009.10689>. (in Persian)
- Sarkhoshsara, A., Esmailpour, A., Nasrollahi, K., & Haghghat, J. (2020). Analyzing the Effect of Internet Influence on Iran's Goods and Services Trade with Trading Partners: A Fuzzy Regression Approach. *Iranian Journal of Economic Research*, 25(82), 173-216. <https://doi.org/10.22054/ijer.2020.11914>. (in Persian)
- Stiebale, J. (2011). Do financial constraints matter for foreign market entry? A firm-level examination. *The World Economy*, 34(1), 123-153.
- Svaleryd, H., & Vlachos, J. (2002). Markets for risk and openness to trade: how are they related? *Journal of International Economics*, 57(2), 369-395.
- Svilokos, T., Vojinić, P., & Šuman Tolić, M. (2019). The role of the financial sector in the process of industrialisation in Central and Eastern European countries. *Economic Research-Ekonomska istraživanja*, 32(1), 384-402.
- Tallon, P. P. (2008). Inside the adaptive enterprise: an information technology capabilities perspective on business process agility. *Information technology and management*, 9(1), 21-36.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic management journal*, 28(13), 1319-1350.
- Trefler, D. (1995). The case of the missing trade and other mysteries. *The American Economic Review*, 1029-1046.
- Vemuri, V. K., & Siddiqi, S. (2009). Impact of commercialization of the internet on international trade: A panel study using the extended gravity model. *The International Trade Journal*, 23(4), 458-484.
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
- Visser, R. (2019). The effect of the internet on the margins of trade. *Information Economics and Policy*, 46, 41-54.
- Wang, J. (2020). An intuitive tutorial to Gaussian processes regression. *arXiv preprint arXiv:2009.10862*.
- Xing, Z. (2018). The impacts of Information and Communications Technology (ICT) and E-commerce on bilateral trade flows. *International Economics and Economic Policy*, 15(3), 565-586.

- Xinzhong, Q. (2022). An empirical analysis of the influence of financial development on export trade: evidence from Jiangsu province, China. *Economic Research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 1526-1541.
- Yadav, N. (2014). The role of internet use on international trade: Evidence from Asian and Sub-Saharan African enterprises. *Global Economy Journal*, 14(2), 189-214.

ذیر فابلی انتشار