



## Acceptance of Autonomous Vehicles using a Combination of UTAUT and DOI

I. Farzin, A. R. Mamdoohi\*

Department of Civil and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

**ABSTRACT:** The advent of autonomous vehicles (AVs) revolutionized the future transportation system. Along with the potential benefits of this technology, new and unknown challenges in the field of transportation are emerging. One of the first steps in examining the impact of these devices is to identify latent variables that affect their acceptance. Most researchers have used the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) to examine the latent variables influencing the acceptance of AVs, which is a combination of the previous eight theories of acceptance models but ignores some variables affecting acceptance. In this paper, a combination of UTAUT and diffusion of innovations (DOI) theory, and the latent variables of performance expectancy (PE), effort expectancy (EE), social influence (SI) (in UTAUT), and observability (OB), and trialability (TR) (in DOI) were examined. The results of the calibrated proposed model (for 338 samples obtained from the design and distributed questionnaire for this purpose in 2019 among the residents of Tehran) indicated that the PE and OB had the highest and least impact on the acceptance of AVs, respectively. The results of this study can be used by policymakers to address the barriers and challenges facing individuals to adopt this technology and thus benefit from its potential benefits.

### Review History:

Received: Feb. 18, 2020

Revised: Jun. 16, 2020-

Accepted: Jul. 09, 2020

Available Online: Aug. 18, 2020

### Keywords:

Autonomous vehicles

Unified theory of acceptance and use of technology

Diffusion of innovations theory

Structural equation modeling

## 1. INTRODUCTION

The advent of new technology, such as autonomous vehicles (AVs), is shaping the future of mobility. Reducing fatal crashes caused by reducing or eliminating human error [1], increasing network capacity, increasing traffic flow efficiency, enabling people with low ability to create independent travel [2], reducing driving costs, and improving the land use pattern [3] are just some of the benefits of this technology.

The purpose of this study is to identify latent variables affecting the acceptance of AVs, which has used the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) and diffusion of innovations (DOI) theory. The variables used in this study include performance expectancy (PE), effort expectancy (EE), social influence (SI), observability (OB), and trialability (TR). The contribution of this research is that to further explain the acceptance of AV, the combination of the two theories of UTAUT and DOI has been used.

## 2. METHODOLOGY

Structural equation modeling (SEM) among researchers has become a popular way to study causal hypotheses. In general, the criteria used for the overall fit of the SEM are divided into three categories: absolute fit, comparative fit, and parsimonious fit. Absolute fit indicators show how much the proposed model is similar to the observational model.

\*Corresponding author's email: armamdoohi@modares.ac.ir

Comparative fit indicators indicate the relative position of the model between the worst fit (zero) and the best fit (one). Parsimonious fit indicators are used to compare different models with different parameters.

In general, when at least three indicators have values in the acceptable range, it can be claimed that the fit of the model is good and acceptable [4].

## 3. RESEARCH DATA

To find the latent variables affecting the acceptance of AVs in the present study, a random sample of residents of Tehran was selected. For this purpose, 338 questionnaires were distributed in Tehran from September to December 2019.

According to the purpose of this paper about evaluating the acceptance of AVs using UTAUT, and DOI, in the conceptual model of this research (Fig. 1), three latent variables of PE, EE, and SI in UTAUT and two variables of OB and TR in DOI were used.

## 4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, an SEM is done using AMOS software. Based on the results shown in Table 1, the effect of all variables on the intention to use AVs at the level of 5% has been significant.

According to the results, by increasing the amount of latent variable of PE, the person's intention to use AVs



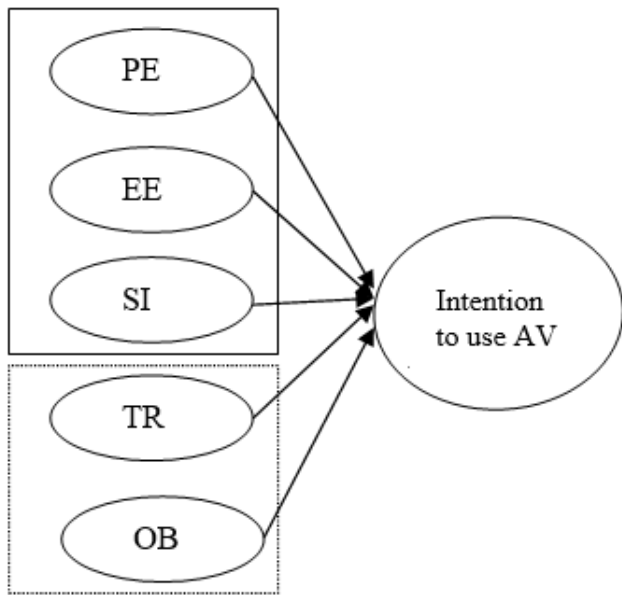


Fig. 1. Conceptual model of current research

increases. This is reasonable; because this latent variable reflects a person’s view of increasing their efficiency when using an AV. This result is consistent with other previous studies [5, 6]. If one finds it easy to use AVs, one will be more inclined to accept them. In line with the results of this study, some researchers have acknowledged the direct effect of this latent variable on the intention to use AV [5-7]. The SI variable indicates the impact of society on individuals and the influence of individuals from the surrounding groups. As can be seen from the results of the model, if a person thinks that people who influence his behavior encourage him/ her to use an AV, he/ she will be more inclined to use it [5, 6, 8]. With an increase in the OB, the intention to use AVs increases. This variable indicates that technology is not accepted in the early stages of market introduction. It can be argued that people prefer to use self-driving car technology in society and see the benefits of using it, then they will be interested in using it [9]. The variable of TR has a positive sign. This means that if people can use this technology for a limited time and understand its benefits, they will be more inclined to it.

Table 1. The results of modeling the acceptance of AVs

Row	Latent Variable	Coefficient	P-Value
1	PE	0.3857	0.0000
2	EE	0.1632	0.0313
3	SI	0.2038	0.0105
4	OB	0.1313	0.0975
5	TR	0.1224	0.0455

Table 2. SEM Assessment

Index	Category	The value in this study	Acceptable range
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	Absolute fit	0.0624	<0.08
Comparative Fit Index (CFI)	Comparative fit	0.9085	>0.9
Incremental Fit Index (IFI)		0.9091	>0.9
Parsimony Normed Fit Index (PNFI)	Parsimonious fit	0.7706	0.5-0.9

According to the evaluation criteria (Table 2), SEM in this study has a good fit.

5. CONCLUSION

Before the widespread use of the AV, it is necessary to study the factors affecting acceptance. Most researchers have used the UTAUT to examine the latent variables influencing the acceptance of AV. Some variables such as OB and TR have not been considered in UTAUT. To further integrate this study uses a combination of the above theory with and the DOI theory.

A questionnaire was designed and it was randomly distributed among 338 residents of Tehran. The results of the SEM of this study indicated the significance of the effect of all latent variables (PE, EE, SI (in UTAUT), OB, and TR (in DOI)) on the acceptance of AV. Among the variables used, the PE and TR had the highest and lowest effect on the acceptance of the AV, respectively. It can be argued that to attract more and more people, manufacturing companies can become more aware of the benefits of AVs by using advertising to reinforce PE. Therefore, developers, designers, and marketers are increasingly taking advantage of this technology (such as flexibility, convenience, faster and easier access to transportation, and so on).

For further studies, it is recommended to investigate the acceptance of AV using discrete choice models. Using these models can help analyze the heterogeneity between individuals and alternatives.

REFERENCES

[1] S. Edwards, L. Wundersitz, Distracted driving: Prevalence and motivations, Accident Analysis and Prevention, 54 (2019) 99-107.  
 [2] D.J. Fagnant, K. Kockelman, Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 77 (2015) 167-181.  
 [3] S. Labi, T.U. Saeed, M. Volovski, S.D. Alqadhi, An exploratory discussion of the Impacts of Driverless Vehicle Operations on the Man-Made Environment, in: 1st International Conference on Mechanical and

- Transportation Engineering. Kuala Lumpur, Malaysia, 2015.
- [4] G.R. Hancock, R.O. Mueller, L.M. Stapleton, *The reviewer's guide to quantitative methods in the social sciences*, Routledge, 2010.
- [5] R. Madigan, T. Louw, M. Wilbrink, A. Schieben, N. Merat, What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems, *Transportation research part F: traffic psychology and behavior*, 50 (2017) 55-64.
- [6] M.M. Rahman, M.F. Lesch, W.J. Horrey, L. Strawderman, Assessing the utility of TAM, TPB, and UTAUT for advanced driver assistance systems, *Accident Analysis & Prevention*, 108 (2017) 361-373.
- [7] T. Leicht, A. Chtourou, K.B. Youssef, Consumer innovativeness and intentioned autonomous car adoption, *The Journal of High Technology Management Research*, 29(1) (2018) 1-11.
- [8] M. Ingeveld, Usage intention of automated vehicles amongst elderly in the Netherlands, (2017).
- [9] E.M. Rogers, A. Singhal, M.M. Quinlan, *Diffusion of Innovations 1*, in: *An Integrated Approach to Communication Theory and Research*, Routledge, (2019), pp. 415-434.

**HOW TO CITE THIS ARTICLE**

*I. Farzin, A.R. Mamdoohi, Acceptance of Autonomous Vehicles using a Combination of UTAUT and DOI, Amirkabir J. Civil Eng., 53(8) (2021) 755-758.*

**DOI:** [10.22060/ceej.2020.17949.6720](https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17949.6720)







## پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از نظریه‌های یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و اشاعه نوآوری

ایمان فرزین، امیررضا ممدوحی\*

دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

### تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۹

بازنگری: ۱۳۹۹/۰۳/۲۷

پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۹

ارائه آنلاین: ۱۳۹۹/۰۵/۲۸

### کلمات کلیدی:

اتومبیل خودران

پذیرش

نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده

از فناوری

نظریه اشاعه نوآوری

مدل معادلات ساختاری

**خلاصه:** پیدایش اتومبیل خودران باعث انقلابی در سیستم حمل‌ونقل آینده می‌گردد. در کنار مزایای بالقوه این فناوری، چالش‌های جدید و ناشناخته‌ای در حوزه حمل‌ونقل به وجود می‌آید. از گام‌های نخست بررسی تأثیر این وسایل، شناخت عوامل نهان مؤثر بر پذیرش آن است. اکثر پژوهشگران به منظور بررسی عوامل نهان تأثیرگذار بر پذیرش اتومبیل خودران از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری استفاده کرده‌اند که تجمیعی از هشت نظریه پیشین استفاده از فناوری است، ولی از برخی متغیرهای مؤثر بر پذیرش غافل است. در این مقاله برای اولین بار از ترکیب نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و نظریه اشاعه نوآوری استفاده می‌گردد و متغیرهای نهان امید به عملکرد، امید به تلاش و تأثیر اجتماعی (در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری) و قابلیت مشاهده و آزمایش (در نظریه اشاعه نوآوری) بررسی می‌شوند. نتایج مدل پرداخت شده برای ۳۳۸ نمونه حاصل شده از پرسشنامه طراحی و توزیع شده به این منظور در سال ۹۸ میان ساکنین شهر تهران، حاکی از آن است که متغیر امید به عملکرد بیشترین و متغیر قابلیت آزمایش کمترین تأثیر را در میزان پذیرش اتومبیل خودران دارد. نتایج این مطالعه می‌تواند مورد استفاده سیاست‌گذاران حمل‌ونقل برای شناخت عوامل مشوق و بازدارنده بر پذیرش اتومبیل خودران و رفع موانع و چالش‌های پیشروی افراد به منظور پذیرش این فناوری و در نتیجه آن بهره‌گیری از مزایای بالقوه آن باشد.

### ۱- مقدمه

ظهور فناوری جدید مانند اتومبیل‌های خودران<sup>۱</sup> باعث تغییر شکل در تحرک آینده افراد جامعه می‌شود. اتومبیل خودران قادر به انجام وظیفه رانندگی بدون نظارت انسان هستند. این نوع وسایل همچین با اسامی اتومبیل‌های بدون راننده<sup>۲</sup> نیز شناخته می‌شوند. اتومبیل خودران دارای حسگرهایی به منظور ادراک محیط اطراف و در وهله بعد تصمیم‌گیری منطقی بر اساس اطلاعات درک شده با هدف به انجام رساندن سفر مسافر یا بار است [۱].

دلیل توجه به توسعه این نوع اتومبیل‌ها مزایای قابل توجه این نوع

وسایل نسبت به اتومبیل‌های معمولی است. کاهش تصادفات جرحی و فوتی ناشی از کاهش یا حذف خطاهای انسانی [۲]، افزایش ظرفیت شبکه و افزایش کارایی جریان ترافیک ناشی از بهبود حرکت گروهی و استفاده بهینه از ظرفیت موجود، قادر ساختن افراد با توانایی کم به ایجاد سفر مستقل [۳]، کاهش هزینه رانندگی و افزایش ثروت اجتماعی [۴]، تغییر در الگوی مالکیت خودرو شخصی [۵]، تغییر الگوی انتخاب محل سکونت [۳]، بهبود الگوی کاربری زمین [۶] و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی [۷] تنها بخشی از مزایای این نوع وسایل است.

از سویی دیگر تحرک آینده ناشی از بکارگیری اتومبیل خودران باعث تغییر در مقدار کیلومتر پیمایش شده ( $VKT^3$ ) و جذابیت

1 Autonomous Vehicles

2 Driver-less Vehicles

\* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: armamdoohi@modares.ac.ir

3 Vehicle Kilometers Travelled (VKT)



جدول ۱. سطوح مختلف خودرانی اتومبیل [10]  
Table 1. Different levels of vehicle autonomy

سطح	سطح خودرانی	مثال
صفر	بدون قابلیت خودرانی	اتومبیل معمولی
یک	خودرانی عملکردی خاص	کنترل ثبات خودکار ترمز خودکار
دو	خودرانی عملکردی ترکیبی	کنترل کروز تطبیقی و سیستم مرکز نگره داشتن وسیله
سه	خودرانی محدود شده	کنترل اتومبیل تحت شرایط خاص بر عهده راننده است.
چهار	خودرانی کامل	تمام خودکار

ارائه می‌گردد و پس از آن مطالعات بررسی پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از این نظریه‌ها بررسی می‌گردد. در بخش سوم ساختار مدل پیشنهادی در این مقاله ارائه می‌شود. بخش چهارم و پنجم به ترتیب به توصیف اطلاعات استفاده شده و نتایج مدل‌سازی اختصاص دارد و در بخش نهایی نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای مطالعات آتی ارائه بیان می‌گردد.

## ۲- پیشینه تحقیق

به رسمیت شناختن نیازها و پذیرش افراد، گام اولیه اشاعه هر فناوری است. این امر به توسعه آینده فناوریها کمک خواهد نمود [۱۲]. از این رو، پژوهشگران علاقه‌مند به یافتن عوامل نهان تأثیرگذار بر پذیرش یا عدم پذیرش فناوری هستند نظریه‌های زیادی برای توصیف پذیرش و عوامل نهان مؤثر بر آن گسترش داده شده است. برخی از آن‌ها تعمیم‌یافته‌ی دیگر نظریه‌ها است. به عنوان مثال، نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری نظریه‌های پذیرش فناوری، رفتار معقول، رفتار برنامه‌ریزی شده، ترکیب رفتار معقول و برنامه‌ریزی شده، استفاده از رایانه شخصی، اشاعه نوآوری، مدل انگیزشی و نظریه شناخت اجتماعی را در برمی‌گیرد [۱۳]. در ادامه توضیحاتی در مورد نظریه‌های مورد استفاده در پژوهش جاری ارائه می‌شود و پس از آن کاربرد این نظریه‌ها در پذیرش اتومبیل خودران مرور می‌گردد. لازم به ذکر است، دلیل استفاده از این دو نظریه جامعیت آنها و در برگیری متغیرهای نهان نظریه‌های پیشین است. در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری سعی گردیده است که عوامل نهان در نظر گرفته شده در هشت نظریه پیشین به خوبی پوشش داده شود [۱۴]؛ با این حال برخی از این متغیرها منظور نگردیده است [۱۳] که به منظور جامعیت و توضیح دهندگی هر چه بیشتر مدل پیشنهادی این پژوهش

بیشتر این فناوری نسبت به حمل‌ونقل همگانی می‌گردد [۸]. این امر می‌تواند منجر به افزایش زمان ازدحام شود [۹]؛ بدان معنا که اتومبیل خودران می‌تواند باعث منفعت استفاده‌کنندگان از سویی و در عین حال اثر منفی کلی بر تحرک کل شبکه از سویی دیگر گردد. ناشی از این امر پیش‌بینی تقاضای اتومبیل خودران و درک واضحی از عوامل نهان تأثیرگذار بر پذیرش این فناوری برای شرکت‌های سازنده و نهادهای تصمیم‌گیر حیاتی است. شناخت این عوامل پیش‌نیازی بر ارائه این وسایل به بازار و بهره‌مندی از مزایای بالقوه آن است.

بر اساس تعریف اداره ایمنی بزرگراه ملی<sup>۱</sup> آمریکا خودرانی در پنج سطح تقسیم‌بندی می‌گردد. این دسته‌بندی از سطح صفر که حاکی از اتومبیل‌های معمولی بدون هیچ‌گونه قابلیت خودرانی تا سطح چهار با قابلیت تمام خودکاری است (جدول ۱) [۱۰].

به صورت کلی پذیرش فناوری به صورت زیر تعریف می‌گردد:

"پذیرش نقطه مقابل روگردانی است و به صورت تصمیم مثبت به استفاده از یک فناوری تعریف می‌گردد [۱۱]."

هدف از انجام این پژوهش شناسایی و بررسی میزان تأثیر عوامل درونی تأثیرگذار بر پذیرش اتومبیل خودران است که از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری<sup>۲</sup> و نظریه اشاعه نوآوری<sup>۳</sup> استفاده شده است. متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه شامل امید به عملکرد<sup>۴</sup>، امید به تلاش<sup>۵</sup>، تأثیر اجتماعی<sup>۶</sup>، قابلیت مشاهده<sup>۷</sup> و قابلیت آزمایش<sup>۸</sup> است. از این رو، در قسمت دوم در ابتدا در مورد این دو نظریه توضیحاتی

1 National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)

2 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)

3 Diffusion of Innovations Theory (DOI)

4 Performance Expectancy

5 Effort Expectancy

6 Social Influence

7 Observability

8 Trial ability

جدول ۲. تعریف عناصر تأثیرگذار بر پذیرش فناوری براساس نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و نظریه اشاعه نوآوری

Table 2. Definition of influential factors on technology acceptance based on unified theory of acceptance and use of technology and diffusion of innovations

نظریه	عناصر تأثیرگذار بر پذیرش فناوری	تعریف	مرجع
یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری	امید به عملکرد	درجه‌ای که یک فرد اعتقاد دارد استفاده از یک فناوری به بالا بردن عملکرد وی در کار کمک خواهد نمود.	[۱۴]
	امید به تلاش	درجه آسانی استفاده از فناوری که توسط فرد درک می‌گردد	
	تأثیر اجتماعی	درجه‌ای که یک فرد تصور می‌کند، افراد قابل احترام برای وی معتقد هستند، او باید از فناوری استفاده کند	
اشاعه نوآوری	مزیت نسبی	درجه‌ای که مشتری، یک محصول یا خدمت را متفاوت و بهتر از گزینه‌های جایگزین آن درک یا برداشت می‌کند.	
	سازگاری	درجه‌ای که یک محصول یا خدمت جدید در راستای عادات، تجربیات، انتظارات، ارزش‌ها و نیازهای مشتریان باشد.	
	قابلیت مشاهده	میزانی که نوآوری قابل مشاهده است و مشتریان بتوانند تأثیرهای مثبت نوآوری را ببینند و در زندگی خود احساس کنند.	[۱۵]
	پیچیدگی	ادراک مشتریان از اینکه استفاده از نوآوری جدید تا چه حد آسان و ساده است.	
	قابلیت آزمایش	این متغیر امکان آزمایش محصول نوآوری جدید و ارزیابی منافع و سودمندی آن را بیان می‌کند.	

از متغیرهای موجود در نظریه اشاعه نوآوری نیز استفاده می‌گردد.

بر اساس نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری چهار متغیر

نشان امید به عملکرد، امید به تلاش، شرایط تسهیل‌کننده و تأثیر

اجتماعی در پذیرش و استفاده از فناوری تأثیرگذار است. بر اساس

مطالعه و نکاتش و همکاران متغیر نهان شرایط تسهیل‌کننده اثر

مستقیمی بر تمایل به استفاده از فناوری ندارد و اثر خود را بر رفتار

استفاده می‌گذارد. در حقیقت این متغیر نهان با افزایش تجربه فرد در

استفاده از فناوری بیشتر تأثیرگذار است و باعث یافتن راه‌هایی برای

حذف موانع و استفاده پایدار از فناوری می‌گردد [۱۴].

راجرز در نظریه خود که به ارائه نظریه اشاعه نوآوری منتج گردید،

پنج عامل مزیت نسبی، سازگاری، قابلیت مشاهده، پیچیدگی و قابلیت

آزمایش را به‌عنوان عوامل مؤثر بر فرآیند پذیرش و انتخاب نوآوری

ذکر می‌کند. در جدول ۲ عناصر تعیین‌کننده بر پذیرش فناوری و

تعریف آن‌ها بیان گردیده است.

بر اساس مطالعه و نکاتش متغیرهای امید به عملکرد، شرایط

تسهیل‌کننده و امید به تلاش (در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از

فناوری) به ترتیب متغیرهای مزیت نسبی، سازگاری و پیچیدگی (در

نظریه اشاعه نوآوری) را پوشش می‌دهد [۱۴].

در ادامه مطالعات بررسی پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از

این دو نظریه مرور می‌گردد.

در مطالعه‌ای که توسط مادیگان و همکاران انجام شد، به بررسی

عوامل مؤثر بر پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از نظریه یکپارچه

پذیرش و استفاده از فناوری پرداخته شده است. این مطالعه در یونان

صورت پذیرفته است. اتومبیل خودران در نظر گرفته شده برای این

مطالعه سطح سه خودرانی (توانایی کنترل خودرو توسط راننده در

شرایط خاص) است. در این مطالعه فرض گردیده قصد رفتاری افراد به

منظور استفاده از اتومبیل خودران از پنج متغیر امید به عملکرد، امید

به تلاش، شرایط تسهیل‌کننده، تأثیر اجتماعی و انگیزه‌های مربوط به

لذت<sup>۱</sup> تأثیر می‌پذیرد. نتایج این مطالعه بیانگر این است که متغیرهای

در نظر گرفته شده همگی بر میزان تمایل استفاده از اتومبیل خودران

تأثیر مثبت دارند [۱۶].

رحمان و همکاران در مطالعه‌ای به مقایسه و ارزیابی نظریه‌های

رفتار معقول، رفتار برنامه‌ریزی شده و نظریه یکپارچه پذیرش و

استفاده از فناوری در پذیرش اتومبیل خودران پرداختند. نتیجه این

مطالعه این‌گونه بود که امید به عملکرد، امید به تلاش، آسان‌سازی

نظریه اشاعه نوآوری) را پوشش می‌دهد [۱۴].

1 Hedonic Motivation

سوئد پرسشگری به عمل آمده است. نتایج این مطالعه بیانگر این است که امید به عملکرد و امید به تلاش پیش‌بینی کننده تمایل افراد به اتومبیل خودران در فرانسه بود و فقط امید به عملکرد اهمیت معنی‌داری در تمایل به استفاده از این نوآوری در استرالیا و سوئد داشت [۲۱].

با توجه به مطالعات پیشین، اکثر پژوهشگران از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری برای بررسی تمایل به استفاده از اتومبیل خودران بهره جسته‌اند. در مقاله جاری از ترکیب این نظریه و اشاعه نوآوری استفاده می‌گردد. بدین منظور علاوه بر متغیرهای در نظر گرفته شده در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری از متغیرهای قابلیت مشاهده و آزمایش در نظریه اشاعه نوآوری نیز استفاده می‌گردد.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

مدل‌سازی معادلات ساختاری در بین پژوهشگران، به روشی تکامل یافته و محبوب برای بررسی فرضیه‌های علی/ساختاری تبدیل شده است. این روش خصوصاً با توسعه مستمر بسته‌های نرم‌افزاری به روشی سرآمد در تحلیل داده‌ها در قالبی چند متغیره تبدیل گردیده است. در مدل‌سازی معادله ساختاری، یک متغیر می‌تواند همزمان یک متغیر مبدأ<sup>۳</sup> (متغیر برون<sup>۴</sup> نظیر متغیر وابسته) و یک متغیر برآمد<sup>۵</sup> (متغیر درونی<sup>۶</sup> نظیر متغیر مستقل) در حلقه‌ای از فرضیه‌های علی باشد.

مدل‌سازی معادله ساختاری مشتمل بر ارزیابی دو مدل شامل یک مدل ساختاری<sup>۷</sup> و یک مدل اندازه‌گیری<sup>۸</sup> است (شکل ۱). در مدل اندازه‌گیری مشخص می‌شود مجموعه متغیرهای مشاهده شده برای یک متغیر پنهان تا چه حد تحت تأثیر متغیر پنهان مورد نظر هستند [۲۲].

### ۳-۲- ارزیابی مدل

بطور کلی شاخص‌هایی که برای برازش کلی مدل معادلات

شرایط و تأثیر اجتماعی بر قصد رفتاری و در نتیجه آن بر تمایل به استفاده از اتومبیل خودران تأثیرگذار است [۱۷].

در مطالعه لیچ و همکاران به بررسی اثر متغیر تعدیل‌گر فناوری‌پسند بودن مصرف‌کننده<sup>۱</sup> در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری پرداخته شده است. آن‌ها این متغیر تعدیل‌گر را به دو گروه پذیرش بالا و پایین تقسیم‌بندی نمودند و سپس اثر آن‌ها را در مدل با استفاده از ۲۴۱ پرسشنامه و با روش معادلات ساختاری بررسی نموده‌اند. نتیجه این مطالعه بدین صورت است که در نظرگیری این متغیر، رابطه میان ساختارها در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری را تعدیل می‌کند و زمانی که متغیر در دسته بالا قرار می‌گیرد، این تأثیرپذیری بیشتر است. نتایج این مطالعه حاکی از تأثیر مثبت متغیرهای امید به عملکرد، امید به تلاش و تأثیر اجتماعی بر تمایل به خرید اتومبیل خودران است. همچنین، پذیرش فناوری از جانب مشتری رابطه میان این متغیرها و تمایل به خرید را تقویت می‌کند [۱۸].

این‌گونه به بررسی میزان تمایل به استفاده از اتومبیل خودران در میان سالمندان در کشور هلند به منظور انجام سفر مستقل پرداخته است. ابزار مورد استفاده در این پژوهش نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از اتومبیل خودران بوده است. نتیجه بیانگر تأثیر مثبت هر یک از متغیرهای پنهان این نظریه در میزان پذیرش استفاده از اتومبیل خودران است [۱۹].

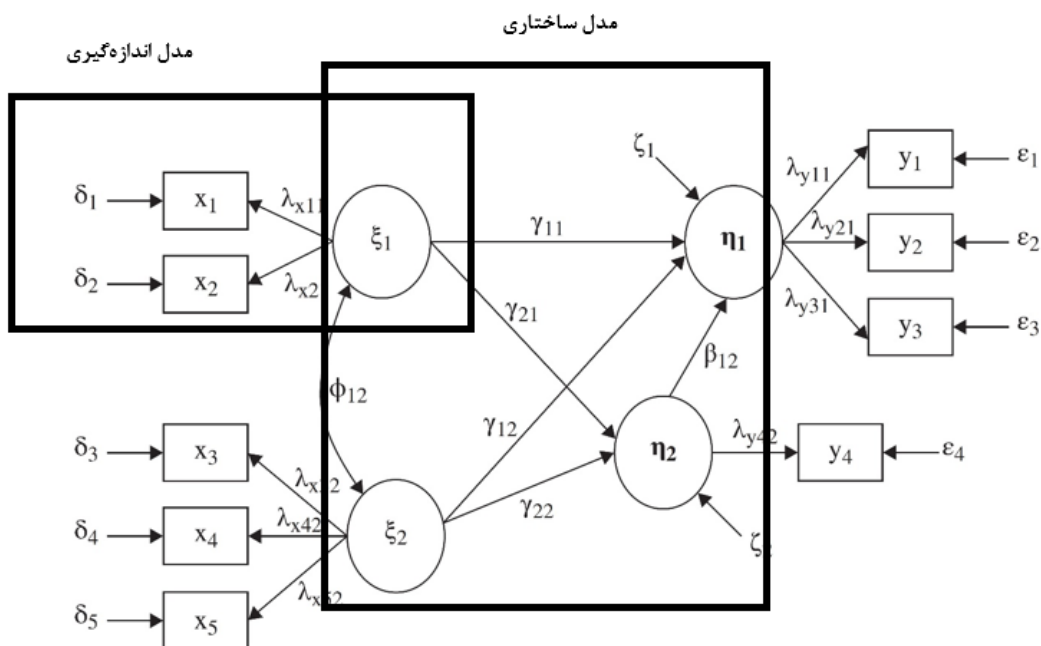
در مطالعه کسیر و عبدالرحمن تمایل به استفاده از اتومبیل خودران برای جابه‌جایی محصولات بررسی شده است. آن‌ها بدین منظور از متغیرهای امید به عملکرد، امید به تلاش، تأثیر اجتماعی، آسان‌سازی شرایط، انگیزه‌های مربوط به لذت، حساسیت قیمت<sup>۲</sup> و خطر درک شده استفاده کرده‌اند. نتایج بیانگر این است که متغیرهای حساسیت قیمت و آسان‌سازی شرایط به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیرگذاری را بر میزان تمایل افراد برای استفاده از اتومبیل خودران به عنوان جابه‌جا کننده محصولات دارند. همچنین نتیجه این مطالعه حاکی از آن است که امید به تلاش، تأثیری بر میزان تمایل افراد به این فناوری ندارد [۲۰].

در مطالعه‌های بررسی عوامل تأثیرگذار بر پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری بررسی شده است. در مطالعه یاد شده، از شهروندان سه کشور استرالیا، فرانسه و

1 Consumer Innovativeness  
2 price sensitivity

3 Source Variable  
4 Exogenous Variable  
5 Result Variable  
6 Endogenous Variable  
7 Structural Model  
8 Measurement Model





شکل ۱. شکل کلی مدل معادلات ساختاری [۲۳]  
 Fig. 1. The general form of the structural equation modeling

استفاده می‌شوند. برازش تطبیقی مقتصد<sup>۱۱</sup>، برازش هنجار شده مقتصد<sup>۱۲</sup>، نیکویی برازش تنظیم شده<sup>۱۳</sup> و معیار اطلاعات آکائیک<sup>۱۴</sup> از جمله شاخص‌های گروه برازش مقتصد هستند. بطور کلی زمانی که حداقل سه شاخص مقادیری در بازه قابل قبول داشته باشند، می‌توان ادعا کرد که برازش مدل خوب و قابل قبول است. بهترین حالت زمانی است که ریشه میانگین مربع خطای برآورد و دو شاخص از گروه برازش تطبیقی در محدوده مورد قبول باشند [۲۳]. جدول ۳ آستانه پذیرش برای متداول‌ترین شاخص‌های ارزیابی مدل معادلات ساختاری را نشان می‌دهد.

#### ۴- داده‌های پژوهش

به منظور یافتن عوامل نهان تأثیرگذار بر میزان پذیرش اتومبیل خودران در مطالعه حاضر نمونه تصادفی از ساکنین شهر تهران انتخاب شد. به همین منظور تعداد ۳۳۸ عدد پرسشنامه در مهرماه تا دی‌ماه سال ۱۳۹۸ در مناطق مختلف تهران توزیع گردید. دلیل انتخاب این بازه زمانی برای انجام پرسشگری، شکل‌گیری الگوی کلی اهداف سفر ناشی از بازگشایی مراکز آموزشی بوده است. همچنین، شهر

ساختاری استفاده می‌شود به سه دسته برازش مطلق<sup>۱</sup>، برازش تطبیقی<sup>۲</sup> و برازش مقتصد<sup>۳</sup> تقسیم می‌شود. شاخص‌های از نوع برازش مطلق نشان می‌دهند که تا چه میزان مدل فرضی پیشنهادی شبیه به مدل مشاهدات است. مقدار این دسته از شاخص‌ها براساس ماتریس باقیمانده‌ها، درجه آزادی و تعداد نمونه تعیین می‌شود. از آنجایی که این محاسبه براساس مقایسه مدل با مدل‌های دیگر نیست، به آن برازش مطلق می‌گویند. ریشه میانگین مربع خطای برآورد<sup>۴</sup>، شاخص نیکویی برازش<sup>۵</sup> و مربع کای از جمله شاخص‌های برازش مطلق است. شاخص‌های برازش تطبیقی نشان‌دهنده موقعیت نسبی مدل بین بدترین برازش (صفر) و بهترین برازش (یک) هستند. برازش تطبیقی<sup>۶</sup>، برازش افزایشی<sup>۷</sup>، برازش نسبی<sup>۸</sup>، برازش هنجار شده<sup>۹</sup> و شاخص تاکر لویز<sup>۱۰</sup> از جمله شاخص‌های تطبیقی هستند. شاخص‌های برازش مقتصد برای مقایسه مدل‌های مختلف با پارامترهای متفاوت

11 PCFI  
 12 PNFI  
 13 AGFI  
 14 AIC

1 Absolute Fit  
 2 Comparative Fit  
 3 Parsimonious Fit  
 4 RMSEA  
 5 GFI  
 6 CFI  
 7 IFI  
 8 RFI  
 9 NFI  
 10 TLI

جدول ۳. آستانه مورد پذیرش شاخص‌های برازش مدل معادلات ساختاری [۲۲]  
Table 3. The good fit indices range in structural equation modeling

شاخص	بازه قابل قبول	شاخص	بازه قابل قبول
مربع کای	$p\text{-value} > 0.05$	برازش افزایشی	$> 0.9$
تابع اختلاف حداقل به ازای درجه آزادی	$< 3$ خوب $< 5$ قابل قبول	برازش تطبیقی	$> 0.9$
شاخص نیکویی برازش	$> 0.8$	برازش هنجار شده مقتصد	$> 0.5$
نیکویی برازش تنظیم شده	$> 0.9$	برازش تطبیقی مقتصد	$> 0.5$
برازش هنجار شده	$> 0.8$	ریشه میانگین مربع خطای برآورد	$< 0.08$ خوب $0.08$ تا $0.1$ متوسط $> 0.1$ ضعیف
برازش نسبی	$> 0.9$		

جدول ۴. بخش‌ها و متغیرهای پرسشنامه  
Table 4. Questionnaire parts and variables

متغیر	بخش
جنسیت	
سن	
آخرین مدرک تحصیلی	اقتصادی- اجتماعی فرد و خانوار
تعداد خودروی شخصی خانوار	
تمایل به استفاده	
امید به عملکرد	
امید به تلاش	
تأثیر اجتماعی	نگرشی در ارتباط با اتومبیل خودران
قابلیت مشاهده	
قابلیت آزمایش	

تهران به این دلیل انتخاب گردید که محتمل‌ترین شهر در ایران برای ورود اولیه اتومبیل خودران است. پرسشنامه دارای دو بخش کلی مشخصات اقتصادی- اجتماعی فرد و خانوار و سؤالات نگرشی در ارتباط با اتومبیل خودران بوده است (جدول ۴).

به منظور تعیین حجم نمونه در معادلات ساختاری نظرات متفاوتی بیان شده است. برخی معتقدند نسبت تعداد مشاهدات به متغیرهای مستقل نباید از عدد ۵ کمتر باشد [۲۴]. برخی دیگر نسبت محافظه- کارانهتر ۱۰ را پیشنهاد نموده‌اند [۲۵]. پرسشنامه پژوهش جاری از ۳۰ سوال تشکیل شده است. تعداد نمونه مورد نظر ۳۰۰ عدد حاصل می‌گردد که برای اطمینان بیشتر بیش از ۱۰ درصد به آن اضافه شد. در جدول ۵ نتایج تحلیل فراوانی متغیرهای اقتصادی- اجتماعی در پرسشنامه گردآوری شده این پژوهش نمایش داده شده است. بر این اساس پاسخگویان مرد (۵۳/۸٪ نسبت به ۴۶/۲٪)، افراد با سن ۲۵ الی ۴۴ سال (۵۸/۶٪)، افراد با یک خودروی شخصی در خانوار (۳۷/۳٪) و دارای تحصیلات کارشناسی (۳۷/۳٪) بیشترین فراوانی را در میان پاسخگویان دارند.

از آنجا که ممکن است افراد پاسخ‌دهنده هیچ آگاهی نسبت به اتومبیل خودران نداشته باشند، طبق توصیه متون علمی در ابتدا فیلمی از عملکرد این خودروها نشان داده شده و سپس اقدام به پرسشگری گردیده است.

به منظور تحلیل استنباطی داده‌های گردآوری شده، براساس آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، میانگین سن و فراوانی جنسیت ساکنین تهران استخراج و سپس با داده‌های گردآوری شده در پژوهش جاری مقایسه گردید. به منظور مقایسه

میانگین سن میان جامعه (۳۶/۵ سال) و نمونه (۳۴/۸ سال) از آزمون  $t$  تک نمونه‌ای<sup>۱</sup> (با فرضیه صفر عدم وجود تفاوت معنادار آماری میان جامعه و نمونه) استفاده شد. مقدار احتمال این آزمون ۰/۳۳۲ حاصل گردید. این بدان معناست که فرضیه صفر را نمیتوان رد کرد و میان نمونه و جامعه از لحاظ میانگین سن، تفاوت آماری وجود ندارد.

فراوانی نسبی مردان و زنان تهرانی براساس سرشماری سال ۱۳۹۵ به ترتیب ۵۲/۷ و ۴۷/۳ درصد بوده است. در داده‌های گردآوری شده، مردان ۵۳/۸ و زنان ۴۶/۲ درصد بودند. به منظور مقایسه میان نمونه و جامعه از منظر جنسیت از آزمون مربع کای<sup>۲</sup> (با فرضیه عدم تفاوت آماری میان توزیع جامعه و نمونه) استفاده شده است. مقدار این آماره

1 One-Sample T test

2 Chi-Squared Test

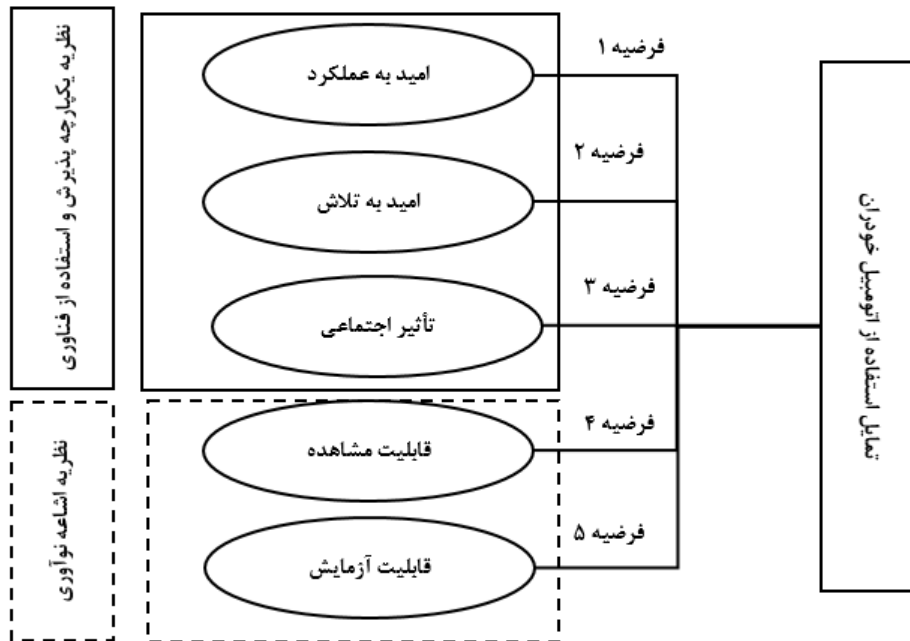
جدول ۵. نتایج تحلیل فراوانی متغیرهای اقتصادی-اجتماعی پرسشنامه گردآوری شده  
Table 5. Frequency analysis results for socio-economic variables in questionnaire

متغیر	بازه	تعداد	سهم (درصد)
سن	۱۸ سال و کمتر	۹	۲/۷
	۱۹-۲۴	۴۹	۱۴/۵
	۲۵-۴۴	۱۹۸	۵۸/۶
	۴۵-۶۴	۷۴	۲۱/۹
	<۶۵	۸	۲/۳
	مجموع	۳۳۸	۱۰۰
جنسیت	مرد	۱۸۲	۵۳/۸
	زن	۱۵۶	۴۶/۲
	مجموع	۳۳۸	۱۰۰
تحصیلات	زیر دیپلم	۴۵	۱۳/۳
	دیپلم	۷۲	۲۱/۳
	کاردانی	۲۸	۸/۰
	کارشناسی	۱۲۶	۳۷/۳
	کارشناسی ارشد و بالاتر	۶۸	۲۰/۱
	مجموع	۳۳۸	۱۰۰
تعداد خودروی موجود در خانوار	صفر	۶۰	۱۷/۸
	۱	۱۹۴	۵۷/۳
	۲	۶۰	۱۷/۸
	۳ و بیشتر	۲۴	۷/۱
	مجموع	۳۳۸	۱۰۰

در جدول ۷ نتایج تحلیل فراوانی این پرسش‌ها نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است، تمایل افراد به استفاده از اتومبیل خودران در سفرهای اختیاری مانند تفریح و خرید بیشتر از استفاده از این وسیله در سفرهای اجباری مانند کار و تحصیل است. علت این امر ناشی از آن است که افراد در سفرهای اختیاری می‌توانند به‌جای تمرکز بر رانندگی، به تفریح با دیگر همراهان بپردازند. همچنین، بیشترین فراوانی پاسخ مقیاس لیکرت ۵ (کاملاً موافقم) مربوط به پرسش توصیه به دیگران به استفاده یا خرید از اتومبیل خودران است. نتایج تحلیل فراوانی حاکی از آن است که افراد در سفرهای خانوادگی تمایل بیشتری به استفاده از اتومبیل خودران نسبت به سفرهای تنها دارند. کمترین میزان تمایل به استفاده از اتومبیل خودران مربوط به فرستادن فرزند به مدرسه با این وسیله است. علت این امر می‌تواند حاکی از نگرانی‌های بالقوه افراد به این فناوری باشد. روش مورد استفاده در این پژوهش با توجه به عدم راه اندازی اتومبیل

برابر ۰/۰۵ حاصل گردید. مقایسه این آماره با مقدار بحرانی (۶/۶۳) برای مقدار احتمال یک درصد و درجه آزادی یک)، حاکی از عدم رد فرضیه صفر و در نتیجه عدم تفاوت توزیع نمونه نسبت به جامعه دارد. با توجه به نوآوری مقاله که بررسی میزان پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و نظریه اشاعه نوآوری است و مدل مفهومی این پژوهش (شکل ۲)، سه متغیر نهان امید به عملکرد، امید به تلاش و تأثیر اجتماعی از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و دو متغیر قابلیت مشاهده و آزمایش از نظریه اشاعه نوآوری مورد استفاده قرار گرفته است. براساس مرور ادبیات، فرضیه‌های اصلی پژوهش در ارتباط با مدل مفهومی پیشنهاد گردیده است (جدول ۶).

برای بررسی میزان تمایل افراد به استفاده از اتومبیل خودران تعداد هشت پرسش پس از نمایش فیلم معرفی این فناوری در مقیاس لیکرت (۱= کاملاً مخالفم تا ۵ کاملاً موافقم) پرسیده شد.



شکل ۲. مدل مفهومی پیشنهادی در پژوهش جاری  
 Fig. 2. The proposed conceptual model in current research

جدول ۶. فرضیه‌های اصلی در پژوهش جاری  
 Table 6. Main hypotheses in current research

ردیف	فرضیه
۱	امید به عملکرد
۲	امید به تلاش
۳	تأثیر اجتماعی
۴	قابلیت مشاهده
۵	قابلیت آزمایش

با استفاده از نرم‌افزار AMOS صورت می‌پذیرد. براساس نتایج نشان داده شده در جدول ۸ اثر تمامی متغیرهای در نظر گرفته شده بر تمایل استفاده از اتومبیل خودران در سطح ۵ درصد معنادار شده است. همچنین، فرضیه‌های در نظر گرفته شده براساس مرور ادبیات (جدول ۶) همگی تأیید شده است. نتایج برازش مدل پرداخت شده در این پژوهش حاکی از نیکویی برازش آن است (جدول ۹).

با توجه به نتایج مشاهده می‌گردد، با افزایش مقدار متغیر نهان امید به عملکرد، تمایل فرد به پذیرش اتومبیل خودران افزایش می‌یابد. این امر معقول است؛ زیرا همان‌گونه که پیشتر بیان شد، این متغیر نهان بیانگر دیدگاه فرد نسبت به بالا رفتن کارایی وی

خودران در ایران (مشابه بسیاری دیگر از مطالعات از این دست در سایر کشورها) روش رجحان بیان شده<sup>۱</sup> است. در هنگام پرسشگری نیز به افراد توضیح داده شده که با در نظرگیری شرایط آینده (شرایط فرضی یا Stated Preference) به این سؤال پاسخ دهند.

### ۵- مدل‌سازی

هدف از این مطالعه تعیین عوامل مؤثر بر پذیرش اتومبیل خودران است. بدین منظور از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری و نظریه اشاعه نوآوری استفاده می‌گردد. مدل‌سازی معادلات ساختاری

1 Stated Preference

جدول ۷. نتایج تحلیل فراوانی میزان تمایل به کاربردهای مختلف اتومبیل خودران  
Table 7. Frequency analysis of the intention to use autonomous vehicles in different cases

ردیف	پرسش	گویه	فراوانی (درصد)	ردیف	پرسش	گویه	فراوانی (درصد)
۱	استفاده یا خرید آن را به دیگران توصیه خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۳۸ (۱۱/۲)	۵	زمانی که تنها سفر کنم، از آن استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۴۵ (۱۳/۳)
		مخالفم	۲۴ (۷/۱)			مخالفم	۳۲ (۹/۵)
		نظری ندارم	۶۴ (۱۸/۹)			نظری ندارم	۷۶ (۲۲/۵)
		موافقم	۹۴ (۲۷/۸)			موافقم	۶۸ (۲۰/۱)
		کاملاً موافقم	۱۱۸ (۳۴/۹)			کاملاً موافقم	۱۱۷ (۳۴/۶)
۲	در سفرهای اختیاری (خرید، تفریح) از آن استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۳۴ (۱۰/۱)	۶	در سفرهای خانوادگی، از آن استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۳۶ (۱۰/۷)
		مخالفم	۳۰ (۸/۹)			مخالفم	۳۷ (۱۰/۹)
		نظری ندارم	۵۸ (۱۷/۲)			نظری ندارم	۶۰ (۱۷/۸)
		موافقم	۹۷ (۲۸/۷)			موافقم	۶۶ (۱۹/۵)
		کاملاً موافقم	۱۱۹ (۳۵/۲)			کاملاً موافقم	۱۳۹ (۴۱/۱)
۳	در سفرهای اجباری (کار، تحصیل) از آن استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۶ (۱/۸)	۷	در صورت داشتن فرزند (حال یا آینده) حاضرم وی را با اتومبیل خودران به مدرسه بفرستم.	کاملاً مخالفم	۹۳ (۲۷/۵)
		مخالفم	۱۷ (۵/۰)			مخالفم	۵۷ (۱۶/۹)
		نظری ندارم	۵۲ (۱۵/۴)			نظری ندارم	۵۲ (۱۵/۴)
		موافقم	۷۸ (۲۳/۱)			موافقم	۴۸ (۱۴/۳)
		کاملاً موافقم	۱۸۵ (۵۴/۷)			کاملاً موافقم	۸۸ (۲۶/۰)
۴	در شرایط رانندگی کسل‌بار (ترافیک بالا و گاز و ترمز بی‌در پی) از آن استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۲۸ (۸/۳)	۸	از آن برای خرید مایحتاج روزانه استفاده خواهیم نمود.	کاملاً مخالفم	۳۶ (۱۰/۷)
		مخالفم	۲۰ (۵/۹)			مخالفم	۲۵ (۷/۴)
		نظری ندارم	۵۵ (۱۶/۳)			نظری ندارم	۶۱ (۱۸/۰)
		موافقم	۸۰ (۲۳/۷)			موافقم	۵۳ (۱۵/۷)
		کاملاً موافقم	۱۵۵ (۴۵/۹)			کاملاً موافقم	۱۶۳ (۴۸/۲)

جدول ۸. نتایج حاصل از مدل‌سازی میزان پذیرش اتومبیل خودران  
Table 8. Model calibration results of autonomous vehicle acceptance

ردیف	متغیر نهان	ضریب	مقدار احتمال	فرضیه	وضعیت
۱	امید به عملکرد	۰/۳۸۵۷	۰/۰۰۰۰	۱	پذیرش
۲	امید به تلاش	۰/۱۶۳۲	۰/۰۳۱۳	۲	پذیرش
۳	تأثیر اجتماعی	۰/۲۰۳۸	۰/۰۱۰۵	۳	پذیرش
۴	قابلیت مشاهده	۰/۱۳۱۳	۰/۰۹۷۵	۵	پذیرش
۵	قابلیت آزمایش	۰/۱۲۲۴	۰/۰۴۵۵	۴	پذیرش

آنها برخوردار است [۱۶].

چنانچه فرد استفاده و پیدا کردن مهارت در از اتومبیل خودران را آسان درک کند، تمایل بیشتری به پذیرش آن خواهد داشت. این وسیله نسبت به اتومبیل‌های معمولی، تفاوت‌های عمده‌ای در تعامل

در صورت استفاده از اتومبیل خودران است. این فناوری ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که باعث افزایش کارایی استفاده کننده می‌گردد. به عنوان مثال، نگرانی ناشی از رانندگی از دوش فرد برداشته می‌شود. همچنین، استفاده کننده می‌تواند هنگام سفر به دیگر کارهای خود مانند صحبت با تلفن، استفاده از رایانه و غذا خوردن بپردازد. این نتیجه همراستا با دیگر مطالعات پیشین است [۱۶، ۱۷]. همچنین نتایج بیانگر این است که این متغیر بیشترین تأثیر را روی تمایل به استفاده از اتومبیل خودران دارد. در مطالعه اصلی نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری نیز این نتیجه حاصل شده است [۱۴]. این امر اهمیت ارتقای عملکرد این وسایل را به ویژه در رابطه با کمک برای دستیابی به اهداف حملونقلی افراد به شیوه‌های کارآمد و موثر نمایان می‌سازد. مرتبط به این امر، قابلیت اطمینان این وسایل و ارتباط آنها با سایر وسایل از اهمیت ویژه‌ای در تضمین استفاده از

جدول ۹. شاخص‌های برازش مدل پرداخت شده  
Table 9. Goodness of fit results of proposed model

ردیف	شاخص برازش	مقدار	تفسیر برازش
۱	تابع اختلاف حداقل	۱۴۴۵/۷۶۶۹	کامل در سطح ۰/۰۰۰۰
۲	تابع اختلاف حداقل به ازای درجه آزادی	۲/۴۰۵۶	عالی (ملاک کمتر از ۳)
۳	ریشه میانگین مربع خطای برآورد	۰/۰۶۲۴	خوب (ملاک کمتر از ۰/۰۸)
۴	برازش تطبیقی	۰/۹۰۸۵	عالی (ملاک بزرگ‌تر از ۰/۹)
۵	برازش افزایشی	۰/۹۰۹۱	عالی (ملاک بزرگ‌تر از ۰/۹)
۶	برازش هنجار شده مقتصد	۰/۷۷۰۶	خوب (ملاک بین ۰/۵ تا ۰/۹)

نتیجه با دیگر مطالعات در زمینه پذیرش اتومبیل خودران همسویی دارد [۱۶، ۱۷ و ۱۹]. بنابراین، از طریق بازاریابی، توسعه‌دهندگان باید روی ایجاد هنجارهای اجتماعی متمرکز شوند که شامل استفاده از اتومبیل خودران را به عنوان یک جایگزین معتبر برای سایر شیوه‌های حمل و نقل عمومی معرفی میکند [۱۶].

با افزایش متغیر قابلیت مشاهده، تمایل به استفاده از اتومبیل خودران افزایش پیدا می‌کند. این امر می‌تواند ناشی از ترس بالقوه افراد نسبت به این فناوری باشد. این متغیر بیانگر عدم پذیرش فناوری در گام‌های اولیه معرفی به بازار است. می‌توان این‌گونه بیان نمود که افراد ترجیح می‌دهند فناوری اتومبیل خودران در جامعه فراگیر شود و مزیت‌های استفاده از آن را مشاهده کنند، سپس به استفاده از آن رغبت پیدا خواهند نمود. از آنجا که مردم به وسیله شبکه‌های اجتماعی با یکدیگر ارتباط دارند، استفاده از اتومبیل خودران و اطلاع-رسانی از فواید آن، می‌تواند انتشار اطلاعات در مورد سودمندی این وسایل در جامعه را تسریع کند [۲۹]. با اشاعه این فناوری از طریق انتقال سودمندی، شیوه کار و مزایای آن، ارزش درک شده از اتومبیل خودران و در نتیجه آن تمایل به استفاده افزایش خواهد یافت [۳۰]. به عنوان مثال، مشاهده بیشتر می‌تواند سودمندی اقتصادی (یعنی صرفه‌جویی در زمان و هزینه) و کاربردی (یعنی سهولت استفاده) را بیشتر برای عموم ارائه دهد [۳۱].

علامت متغیر نهان قابلیت آزمایش مثبت حاصل گردیده است. این بدان معناست که چنانچه افراد بتوانند به مدت‌زمانی محدود از این فناوری استفاده کنند و مزایای آن را درک کنند، به میزان بیشتری به آن گرایش پیدا خواهند نمود. به عنوان مثال، شرکت‌های نرم‌افزاری نسخه آزمایشی از نرم‌افزار را با امکاناتی محدود شده نسبت به نسخه

میان انسان و وسیله دارد. این امر چالش‌هایی برای افراد به منظور کنترل آن ایجاد میکند [۲۶]. همراستا با نتایج این پژوهش، برخی محققان به تأثیر مستقیم این متغیر نهان بر تمایل به پذیرش اتومبیل خودران اذعان داشته‌اند [۱۶، ۱۷ و ۱۹] برخی دیگر از مطالعات حاکی از آن است که استفاده آسان درک شده، پس از استفاده تأثیر بیشتری بر تمایل به استفاده دارد. در این مطالعات از افراد قبل و بعد از رانندگی آزمایشی با این وسایل پرسشگری شده است [۲۷].

علاوه بر این، برخی دیگر به این نتیجه رسیدند که سهولت درک شده به طور غیرمستقیم از طریق سودمندی و نگرش درک شده بر قصد پذیرش تأثیر می‌گذارد [۲۸]. ژانگ و همکاران دریافته‌اند که سهولت درک شده، پیش‌بینی کننده اعتماد نیست. این ممکن است به این دلیل باشد که مردم تجربه سوار شدن بر روی اتومبیل خودران را ندارند و برای آنها پیش‌بینی داشتن یا نداشتن توانایی استفاده دشوار است [۲۹].

تأثیر اجتماعی تعریف شده در نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری، معنای نزدیکی به متغیرهای هنجارهای ذهنی و فشار اجتماعی در دیگر نظریه‌های پذیرش فناوری دارد. این متغیر بیانگر تأثیر اجتماع بر افراد و تأثیرپذیری افراد از گروه‌های اطراف خود است. همان‌گونه که از نتایج مدل مشاهده می‌شود، چنانچه فرد تصور کند که افراد تأثیرگذار بر رفتار و کردارش، او را تشویق به استفاده از اتومبیل خودران می‌کنند، تمایل بیشتری به استفاده از آن خواهند داشت. به عنوان مثال، در حال حاضر اکثر مردم از گوشی‌های هوشمند استفاده می‌کنند. این امر باعث گرایش افراد (حتی کسانی که میانه خوبی با فناوری ندارند) به سوی این نوع تلفن‌های همراه شده است. این مقوله تأثیر اجتماع بر جهت‌دهی رفتار فرد را نمایان می‌کند. این

جدول ۱۰. نتایج بررسی پایایی پرسشنامه

Table 10. The results of the reliability in the questionnaire

ردیف	متغیر نهان	تعداد گویه	ضریب آلفای کرونباخ
۱	امید به عملکرد	۵	۰/۹۱
۲	امید به تلاش	۴	۰/۸۷
۳	تأثیر اجتماعی	۵	۰/۹۰
۴	قابلیت مشاهده	۳	۰/۸۷
۵	قابلیت آزمایش	۵	۰/۹۱
۶	پذیرش اتومبیل خودران	۸	۰/۸۸

قادر به انجام وظیفه رانندگی بدون کنترل توسط عامل انسانی هستند. با بکارگیری اتومبیل‌های خودران بسیاری از جنبه‌های زندگی بشر مانند ازدحام، ایمنی حمل‌ونقل، راحتی، مالکیت خودرو و کاربری زمین دستخوش تغییر خواهد شد. پیش از بکارگیری گسترده این وسایل جهت برنامهریزی بهتر توسعه، لازم است عوامل مؤثر بر پذیرش و دلایل عدم پذیرش آن مطالعه گردد. شناخت جنبه‌های نهان تأثیرگذار بر پذیرش اتومبیل‌های خودران، توجه زیادی از پژوهشگران را به خود معطوف نموده است. اکثر پژوهشگران به منظور بررسی عوامل نهان تأثیرگذار بر میزان پذیرش اتومبیل خودران، از نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری استفاده کرده‌اند که ترکیبی از هشت نظریه از مدل‌های پذیرش و انطباق فناوری است. با این وجود برخی متغیرها مانند قابلیت مشاهده و آزمایش در مدل پیشنهادی منظور نگردیده است. به منظور یکپارچگی بیشتر و رفع این نقیصه در این مطالعه برای اولین بار از ترکیب نظریه یاد شده با اشاعه نوآوری استفاده شده است. پرسشنامه‌ای بدین منظور طراحی و میان ۳۳۸ عدد از ساکنین شهر تهران به صورت تصادفی در مهرماه لغایت دی‌ماه ۱۳۹۸ توزیع گردیده است. نتایج مدل معادلات ساختاری این پژوهش بیانگر معنی‌داری تأثیر تمامی متغیرهای نهان پیشنهادی (امید به عملکرد، امید به تلاش، تأثیر اجتماعی، قابلیت مشاهده و آزمایش) بر پذیرش اتومبیل خودران است. از میان متغیرهای مورد استفاده، امید به عملکرد بالاترین و قابلیت آزمایش کمترین تأثیر را در میزان پذیرش اتومبیل خودران دارد. می‌توان استدلال کرد که به منظور پذیرش هرچه بیشتر افراد، شرکت‌های سازنده می‌توانند با آگاهی دهی بیشتر نسبت به مزایای اتومبیل خودران با استفاده تبلیغات نسبت به تقویت متغیر امید به عملکرد مبادرت نمایند.

اصلی در اختیار افراد قرار می‌دهند. این شرکت‌ها با افزایش دیدگاه مشتریان خود نسبت به توانایی نسخه اصلی، تمایل به استفاده از آن را افزایش می‌دهند. در مطالعه اصلی نظریه اشاعه نوآوری نیز به تأثیر افزایشی دو متغیر قابلیت مشاهده و آزمایش بر میزان پذیرش نوآوری اذعان شده است [۳۲]. قابلیت آزمایش نوآوری‌های جدید حمل و نقل مانند اتومبیل‌های خودران به دلیل فراهم آوردن بستری برای کاربران یا عموم به منظور استفاده محدود و در یک محیط امن و تحت نظارت به طور آزمایشی حائز اهمیت است [۳۳]. آزادی افراد در کشف مکانیزم عمل اتومبیل‌های خودران، قابلیت یادگیری و اعتماد به این وسایل را افزایش می‌دهد. همچنین قابلیت آزمایش نوآوری‌های جدید، میتواند تجربه‌ها و احساسات غیر منتظره مثبتی مانند هیجان ایجاد کند و در نتیجه آن به پذیرش نوآوری کمک شایانی نماید [۳۰]. در مفهوم پذیرش اتومبیل خودران، دو متغیر قابلیت مشاهده و آزمایش تنها در دو پژوهش بررسی شده است. لازم به ذکر است، یکی از پژوهشها مربوط به استفاده از اتومبیل خودران به عنوان تحویل-دهنده کالا (و نه استفاده به عنوان شیوه حملونقل) بوده است. مطابق با پژوهش جاری، در هر دو مطالعه یادشده، مشاهده شده است که این دو متغیر بر پذیرش تأثیر مستقیم و افزایشی دارند [۳۰، ۳۴].

از میان متغیرهای مربوط به نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری، امید به تلاش کمترین تأثیر را روی میزان پذیرش اتومبیل خودران دارد. این امر را می‌توان در فراگیر شدن فناوری‌ها در عصر جدید و افزایش اعتماد به نفس مردم در استفاده و کسب مهارت در آن‌ها دانست. قابلیت مشاهده از میان دو متغیر نظریه اشاعه نوآوری بیشترین تأثیر را روی میزان پذیرش اتومبیل خودران دارد. این بدان معناست که می‌توان با افزایش نرخ نفوذ اتومبیل خودران در جامعه، به پذیرش فراگیر آن کمک شایانی کرد.

تمامی سؤالات پرسشنامه از مرور ادبیات منتج گردیده است؛ بنابراین از روایی برخوردار است. به منظور بررسی پایایی سؤالات از ضریب آلفای کرونباخ استفاده می‌شود. براساس نتایج حاصل شده، برای تمامی متغیرهای نهان این ضریب از مقدار ۰/۸ بالاتر است؛ بنابراین پایایی پرسشنامه نیز قابل قبول است (جدول ۱۰).

## ۶- نتیجه‌گیری

اتومبیل خودران وسایل نقلیه مجهز به سیستم رایانه‌ای است که

فرد نسبت به محیط‌زیست و ایمنی درک شده را مدل وارد نمود.

### مراجع

- [1] S.C. Blum, J.M. Schwartz, C. Oliver, Autonomous transportation techniques, in, Google Patents, 2019.
- [2] S. Edwards, L. Wundersitz, Distracted driving: Prevalence and motivations, *Accident Analysis and Prevention*, 54 (2019) 99-107.
- [3] D.J. Fagnant, K. Kockelman, Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77 (2015) 167-181.
- [4] J.M. Anderson, K. Nidhi, K.D. Stanley, P. Sorensen, C. Samaras, O.A. Oluwatola, *Autonomous vehicle technology: A guide for policymakers*, Rand Corporation, 2014.
- [5] R. Schulz, S.R. Beach, J.T. Matthews, K. Courtney, A. Devito Dabbs, L. Person Mecca, S.S. Sankey, Willingness to pay for quality of life technologies to enhance independent functioning among baby boomers and the elderly adults, *The Gerontologist*, 54(3) (2014) 363-374.
- [6] S. Labi, T.U. Saeed, M. Volovski, S.D. Alqadhi, An exploratory discussion of the Impacts of Driverless Vehicle Operations on the Man-Made Environment, in: *1st International Conference on Mechanical and Transportation Engineering*. Kuala Lumpur, Malaysia, 2015.
- [7] W. Payre, J. Cestac, P. Delhomme, Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability, *Transportation research part F: traffic psychology and behavior*, 27 (2014) 252-263.
- [8] D. Milakis, B. Van Arem, B. Van Wee, Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research, *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(4) (2017) 324-348.
- [9] S. Puylaert, Social desirability and mobility impacts of early forms of automated vehicles (2016).
- [10] Z. Wadud, D. MacKenzie, P. Leiby, Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, *Transportation Research Part A: Policy and*

با توجه به این نتایج به منظور تبدیل مشتریان بالقوه این فناوری به بالفعل پیشنهاد میگردد، در وهله اول افراد از مزایای بالقوه آن آشنا شوند. بدین منظور توسعه‌دهندگان، طراحان و بازاریابان بر سودمندی هرچه بیشتر این فناوری (مانند انعطاف‌پذیری، راحتی، دسترسی سریعتر و راحتتر به حملونقل، استفاده از فناوریها به منظور مسیریابی بهینه و بالطبع آن رسیدن راحتتر و سریعتر به مقصد) نسبت به اتومبیل عادی تمرکز نمایند. همچنین میتوان با انجام تبلیغات گسترده و جذاب در مورد مزایای استفاده از این تکنولوژی آگاهی‌رسانی نمود. همچنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد متغیر نفوذ همتایان (تأثیر اجتماعی) تأثیر معناداری بر قصد رفتاری افراد در استفاده از اتومبیل خودران دارد. بنابراین اگر کاربران هنگام استفاده از اتومبیل خودران تجربه مثبتی را به دست آورند، این تجربه مثبت میتواند بر همتایان و به طور کلی افرادی که برای آنها مهم است، تأثیر بگذارد. از این رو، روشی احتمالی که ذی‌نفعان می‌توانند از آن استفاده کنند، آموزش، برقراری ارتباط و بازاریابی مشتریان از طریق کانال‌های مختلف رسانه‌ای است. با توجه به نتایج حاصل شده، باور افراد از استفاده آسان در پذیرش این تکنولوژی تأثیر بسزایی دارد. استفاده آسان درک شده بیانگر تطابق تواناییهای افراد و مهارتهای مورد نیاز برای استفاده از اتومبیل خودران است. از این رو میتوان با کاربرپسند کردن این فناوری مردم را به استفاده هرچه بیشتر از آن سوق داد. مشاهده گردید، اگر نتایج و مزایای استفاده از اتومبیل خودران ناشی از استفاده دیگر افراد، مملوس گردد، احتمال پذیرش آن بیشتر میشود. این متغیر ممکن است به این واقعیت نسبت داده شود که پیشبینی مزایای این فناوری برای افراد دشوار است؛ لذا افراد ترجیح میدهند که دیگران از آن استفاده کنند و تأثیر آن را مشاهده و سپس به استفاده از آن مبادرت نمایند. در مدل پیشنهادی قابلیت آزمایش تأثیر مثبت بر تمایل به استفاده از اتومبیل خودران دارد. این امر بیانگر این است که امکان آزمایش این فناوری (حتی به صورت محدود) باعث افزایش فرصت یادگیری فرد و کاهش عدم اطمینان وی به این فناوری خواهد شد.

برای انجام مطالعات بعدی بررسی میزان پذیرش اتومبیل خودران با استفاده از مدل‌های انتخاب گسسته پیشنهاد می‌گردد. استفاده از این مدل‌ها می‌تواند به تحلیل ناهمگونی میان افراد و گزینه‌ها کمک نماید. همچنین می‌توان تأثیر دیگر متغیرهای نگرشی مانند دیدگاه



- acceptance of highly automated cars in Australia, France, and Sweden: A theoretically-informed investigation guided by the TPB and UTAUT, *Accident Analysis & Prevention*, 137 (2020) 105441.
- [22] G.R. Hancock, R.O. Mueller, L.M. Stapleton, *The reviewer's guide to quantitative methods in the social sciences*, Routledge, 2010.
- [23] G.F. Khan, M. Sarstedt, W.-L. Shiau, J.F. Hair, C.M. Ringle, M.P. Fritze, *Methodological research on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*, *Internet Research* (2019).
- [24] F. Hair Jr. Joseph, C. Black William, J. Babin Barry, E. Anderson Rolph, *Multivariate data analysis 7th Ed.*, in, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2009.
- [25] B. Williams, A. Onsmann, T. Brown, *Exploratory factor analysis: A five-step guide for novices*, *Australasian journal of paramedicine*, 8(3) (2010).
- [26] P. Jing, G. Xu, Y. Chen, Y. Shi, F. Zhan, *The Determinants behind the Acceptance of Autonomous Vehicles: A Systematic Review*, *Sustainability*, 12(5) (2020) 1719.
- [27] Z. Xu, K. Zhang, H. Min, Z. Wang, X. Zhao, P. Liu, *What drives people to accept automated vehicles? Findings from a field experiment*, *Transportation research part C: emerging technologies*, 95 (2018) 320-334.
- [28] A.J.T. Solbraa Bay, *Innovation adoption in robotics: consumer intentions to use autonomous vehicles*, 2016.
- [29] T. Zhang, D. Tao, X. Qu, X. Zhang, R. Lin, W. Zhang, *The roles of initial trust and perceived risk in public's acceptance of automated vehicles*, *Transportation research part C: emerging technologies*, 98 (2019) 207-220.
- [30] K.F. Yuen, Y.D. Wong, F. Ma, X. Wang, *The determinants of public acceptance of autonomous vehicles: An innovation diffusion perspective*, *Journal of Cleaner Production*, (2020) 121904.
- [31] W.M. Al-Rahmi, N. Yahaya, A.A. Aldraiweesh, M.M. Alamri, N.A. Aljarboa, U. Alturki, A.A. Aljeraiwi, *Integrating technology acceptance model with innovation diffusion theory: An empirical investigation on students' intention to use E-learning systems*, *IEEE Access*, 7 (2019) 26797-26809.
- Practice*, 86 (2016) 1-18.
- [11] A. Dillon, M.G. Morris, *User acceptance of new information technology: theories and models*, in, Medford, NJ: Information Today, 1996.
- [12] A.M. Momani, M. Jamous, *The evolution of technology acceptance theories*, *International Journal of Contemporary Computer Research (IJCCR)*, 1(1) (2017) 51-58.
- [13] H. Taherdoost, *Development of an adoption model to assess user acceptance of e-service technology: E-Service Technology Acceptance Model*, *Behaviour & Information Technology*, 37(2) (2018) 173-197.
- [14] V. Venkatesh, M.G. Morris, G.B. Davis, F.D. Davis, *User acceptance of information technology: Toward a unified view*, *MIS quarterly*, (2003) 425-478.
- [15] M.S. Hornor, *Diffusion of innovation theory*, URL: [http://www.ciadvertising.Org/studies/student/98\\_fall/theory/hornor/paper1](http://www.ciadvertising.Org/studies/student/98_fall/theory/hornor/paper1) (accessed May 26, 2007) (1998).
- [16] R. Madigan, T. Louw, M. Wilbrink, A. Schieben, N. Merat, *What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems*, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 50 (2017) 55-64.
- [17] M.M. Rahman, M.F. Lesch, W.J. Horrey, L. Strawderman, *Assessing the utility of TAM, TPB, and UTAUT for advanced driver assistance systems*, *Accident Analysis & Prevention*, 108 (2017) 361-373.
- [18] T. Leicht, A. Chtourou, K.B. Youssef, *Consumer innovativeness and intentioned autonomous car adoption*, *The Journal of High Technology Management Research*, 29(1) (2018) 1-11.
- [19] M. Ingeveld, *Usage intention of automated vehicles amongst elderly in the Netherlands* (2017).
- [20] S. Kapser, M. Abdelrahman, *Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany—Extending UTAUT2 with risk perceptions*, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111 (2020) 210-225.
- [21] S.-A. Kaye, I. Lewis, S. Forward, P. Delhomme, *A priori*

- sustainable travel behavior, *Travel Behavior and Society*, 4 (2016) 60-68.
- [34] K.F. Yuen, X. Wang, L.T.W. Ng, Y.D. Wong, An investigation of customers' intention to use self-collection services for last-mile delivery, *Transport Policy*, 66 (2018) 1-8.
- [32] A. Tamjidyamcholo, R. Gholipour, M. Afshar Kazemi, Examining the Perceived Consequences and Usage of MOOCs on Learning Effectiveness, *Iranian Journal of Management Studies*, 13(3) (2020) 495-525.
- [33] H. Strömberg, O. Rexfelt, I.M. Karlsson, J. Sochor, Trying on change-Trial ability as a change moderator for

چگونه به این مقاله ارجاع دهیم

*I. Farzin, A.R. Mamdoohi, Acceptance of Autonomous Vehicles using a Combination of UTAUT and DOI, Amirkabir J. Civil Eng., 53(8) (2021) 3423-3436.*

DOI: [10.22060/ceej.2020.17949.6720](https://doi.org/10.22060/ceej.2020.17949.6720)

