بررسی و تحلیل سامانه‌های الکترونیکی جمع‌آوری عوارض (ETC)

مقاله علمی – پژوهشی

حسین زنجیرانی فراهانی، استادیار، دانشکده عمران دانشگاه تفرش، مرکزی، ایران
عطیه فراهانی، استادیار، دانشکده عمران دانشگاه تفرش، مرکزی، ایران
سیدمحمدحسین دهناد*، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم، قم، ایران
ابوالفضل یزدی، دانشجو دکتری، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم، قم، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: M.dehnad@qom.ac.ir
صفحه۲۱۸-۲۰۳

چکیده

سامانه اخذ الکترونیکی عوارض (ETC) به‌عنوان یک روش پیشرفته برای اخذ عوارض در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و جاده‌ها موردتوجه قرارگرفته است. این سامانه با امکان عبور خودروها از محل‌های اخذ عوارض بدون توقف و کسر مبلغ عوارض به‌صورت الکترونیکی از حساب راننده، تجربه مسافران را بهبود می‌بخشد. کاهش تراکم ترافیک در نزدیکی محل‌های اخذ عوارض، مهم‌ترین مزیت این فناوری است که باعث حمل‌ونقل روان، جریان ترافیکی بدون وقفه، کاهش ازدحام، بهبود محیط‌زیست، درآمدزایی و افزایش ایمنی جاده‌ها می‌شود. در این تحقیق، اولویت‌ها و مشکلات موجود در شبکه آزادراهی کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین، تجربه‌های اخذ عوارض الکترونیکی در سایر کشورها و عملکرد سامانه ETC موردبررسی قرار می‌گیرد. درنهایت، روش اخذ عوارض الکترونیکی در ایران، که در حال حاضر توسط بانک‌ها و شرکت‌های مجری انجام می‌شود، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌گیرد و مزایا و معایب آن بررسی می‌شود. همچنین، سامانه ETC با روش سنتی (دستی) اخذ عوارض ازلحاظ ثبت تردد خودروها و عملکرد محل‌های اخذ عوارض مقایسه خواهد شد. این تحقیق بهبود شبکه آزادراهی کشور و ارتقای سامانه اخذ عوارض الکترونیکی را در نظر دارد و پیشنهادها و راهکارهایی برای بهبود و بهینه‌سازی این سامانه ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آزادراه، اخذ الکترونیکی عوارض، کاهش تراکم ترافیک، سامانه حمل‌ونقل هوشمند

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، با توسعه روزافزون حمل‌ونقل و رشد پرشتاب شهرها، مسئله ترافیک و اخذ عوارض در جاده‌ها و آزادراه‌ها تبدیل به یک چالش مهم در جوامع شهری شده است. ترافیک ناگهانی، ازدحام، توقف‌های مکرر در محل‌های اخذ عوارض و آثار منفی آن روی زمان سفر و محیط‌زیست، موضوعاتی هستند که به‌طور مستقیم بر کیفیت زندگی شهروندان و عملکرد حمل‌ونقل تأثیر می‌گذارند (Holguín-Veras & Wang, 2011). در این پژوهش، سامانه اخذ الکترونیکی عوارض (ETC[1]) به‌عنوان یک فناوری پیشرفته و مؤثر در این زمینه موردبررسی قرار می‌گیرد. سامانه ETC امکان عبور خودروها از محل‌های اخذ عوارض بدون توقف فیزیکی و کسر مبلغ عوارض به‌صورت الکترونیکی از حساب راننده را فراهم می‌کند. این سامانه باعث بهبود چشمگیری در جریان ترافیک، کاهش زمان سفر و افزایش ایمنی جاده‌ها می‌شود. از آنجایی که کشورهای زیادی (مانند آمریکا، ژاپن، تایوان) سیستم‌های جمع‌آوری الکترونیکی عوارض را معرفی کرده و به طور مداوم در حال به‌روزرسانی آن‌ها هستند (Adurthi et al., 2022; Tseng & Pilcher, 2022; Xiang et al., 2022)؛ در این تحقیق به بررسی تجربه‌ها و نتایج حاصل از این سامانه در سایر کشورها پرداخته

می‌شود. همچنین، بر اساس مستندات سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور با توجه به اینکه در ایران نیز سامانه اخذ عوارض الکترونیکی در حال حاضر توسط بانک‌ها و شرکت‌های مجری انجام می‌شود، مزایا و معایب این روش نیز موردبررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار خواهد گرفت. هدف اصلی این تحقیق، بهبود شبکه آزادراهی کشور و ارتقای بهره‌وری سامانه اخذ عوارض الکترونیکی است. با بررسی اولویت‌ها و مشکلات موجود در شبکه آزادراهی کشور، ارائه پیشنهادها و راهکارهایی برای بهبود و بهینه‌سازی سامانه و اخذ عوارض الکترونیکی در ایران ارائه می‌شود.

این تحقیق تلاش می‌کند تا با توجه به تجربه‌های بین‌المللی و ملی، بهبودها و راهکارهایی را برای ارتقای سامانه اخذ عوارض الکترونیکی در ایران ارائه دهد. در این راستا، مزایا و معایب سامانه اخذ الکترونیکی عوارض با روش سنتی (دستی) اخذ عوارض نیز مورد مقایسه قرار خواهند گرفت.

۲- اولویت‌های شبکه آزادراهی کشور

شبکه آزادراهی یک کشور نیازمند نگهداری و بهسازی مناسب آزادراه‌ها بوده و ایمنی مسافران در این محورها از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف از این بررسی، ارائه راهکارها و توصیه‌هایی است که بتواند بهبود وضعیت آزادراه‌ها و افزایش سطح ایمنی آن‌ها را به ارمغان آورد.

برای بهبود وضعیت آزادراه‌ها و ارتقای سطح ایمنی آن‌ها، موارد زیر از اولویت بالاتری برخوردار هستند.

- لکه‌گیری و روکش آسفالت: انجام لکه‌گیری و روکش آسفالت به‌صورت منظم و مناسب باعث افزایش طول عمر آسفالت و ایجاد سطح صاف و ایمن برای ترددکنندگان می‌شود (Tighe et al., 2000).

- نصب حفاظ بتنی میانی (نیوجرسی) در نقاط حادثه‌خیز: نصب حفاظ بتنی میانی در نقاط خطرناک و حادثه‌خیز آزادراه‌ها می‌تواند از تصادفات جلوگیری کرده و ایمنی را افزایش دهد (Tarko et al., 2008).

-درزگیری پلیمری: انجام درزگیری پلیمری بر روی پل‌ها و سازه‌های آزادراهی به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب و خرابی سازه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Lu et al., 2022).

- فاگ‌سیل (قیر محافظتی روکش آسفالت): استفاده از فاگ‌سیل در روکش آسفالت می‌تواند در برابر خوردگی و خرابی آسفالت مقاومت بیشتری ایجاد کند و طول عمر آن را افزایش دهد (Saghafi et al., 2019).

- نوکوبی گاردریل‌ها به‌جای گاردریل‌های فرسوده و یا آسیب‌دیده و دوبل کردن نقاط حادثه‌خیز: این عمل بهبود دوام و عملکرد سامانه حفاظتی را تضمین می‌کند و درنتیجه ایمنی جاده‌ها را افزایش می‌دهد (Ghadimi et al., 2017).

- افزایش نورپردازی و سامانه روشنایی: تأمین نور مناسب در آزادراه‌ها، بهبود دید و تشخیص رانندگان را فراهم می‌کند و احتمال وقوع تصادفات را کاهش می‌دهد. بنابراین، افزایش نورپردازی و بهبود سامانه روشنایی از اولویت‌های بهسازی و ایمنی محورها است (Li et al., 2009).

- سامانه‌های جمع‌آوری الکترونیکی عوارض: این سامانه تأثیر بسیار مثبتی بر ایمنی رانندگان دارد. آن‌ها با کاهش ترافیک، بهبود جریان ترافیک، حذف معاملات نقدی، کاهش خطاهای راننده، تشویق به رعایت خطوط و ارائه راحتی بیشتر به رانندگان، بهبود ایمنی رانندگی را فراهم می‌کنند. بااین‌حال، لازم است توجه شود که برای اثربخشی کامل این سامانه‌ها، نیاز به طراحی مناسب زیرساخت‌ها، آموزش رانندگان و رعایت قوانین ترافیکی است (Abuzwidah & Abdel-Aty, 2015).

۳- مشکلات شبکه آزادراهی کشور

در شبکه‌های آزادراهی کشورها، مشکلات مختلفی مشاهده می‌شود. این مشکلات شامل تراکم ترافیک شدید در ساعات شلوغی، کمبود زیرساخت‌ها، عدم وجود توقفگاه‌ها و خدمات راهنمایی، نقص در نگهداری و تعمیرات، عدم رعایت قوانین رانندگی، کمبود سامانه‌های اطلاعاتی ترافیک، کمبود تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، نبود نقاط خدماتی و مشکلات مرتبط با ارتباطات و اطلاع‌رسانی است. همچنین، مسائلی مانند مشکلات مالی و نظارت، کیفیت سطوح رانندگی و آسفالت، کمبود نیروی انسانی متخصص، کمبود تابلوهای راهنمایی و نبود امکانات امداد و نجات نیز از مشکلات دیگری هستند. در کل، بهبود این مسائل و توسعه فناوری‌های مدیریت ترافیک و ارتقای اطلاع‌رسانی و ارتباطات عمومی اهمیت دارند.

٤- سامانه اخذ الکترونیکی عوارض

سامانه اخذ الکترونیکی عوارض، روشی هوشمند برای جمع‌آوری عوارض در آزادراه‌ها، بزرگراه‌ها و جاده‌ها است. این سامانه امکان اخذ عوارض بدون نیاز به توقف خودرو در محل اخذ عوارض را فراهم می‌کند و مبلغ عوارض به‌صورت الکترونیکی از حساب راننده کسر می‌شود (Borges et al., 2022; Lin et al., 2023). سامانه اخذ الکترونیکی عوارض، با بهره‌گیری از فنّاوری‌هایی مانند تگ‌های DSRC[۲]، تگ‌های RFID[۳] و دوربین‌های پلاک‌خوان، خودرو را شناسایی کرده و در صورت عدم ثبت‌نام یا عدم پرداخت عوارض، جریمه مناسب اعمال می‌شود. این سامانه نه‌تنها در آزادراه‌ها و بزرگراه‌ها بلکه در مناطق شهری نیز برای محل‌های طرح ترافیک و دریافت مبالغ طرح ترافیک استفاده می‌شود.

سامانه جمع‌آوری الکترونیکی عوارض، علاوه بر استفاده بی‌سیم و خودکار برای جمع‌آوری هزینه‌های عوارض خودروها، آزادراه‌های بی‌ترافیک را فراهم می‌کند که تجربه مسافران را بهبود می‌بخشد. ازجمله مزایای مهم ETC، جریان ترافیک بدون اختلال، کاهش ازدحام، بهبود محیط‌زیست، تأمین درآمد و افزایش ایمنی جاده‌ها است (Chauhan & Chauhan, 2022).

سامانه اخذ الکترونیکی عوارض، یک فناوری گسترده است که برای اجرای سیاست‌های قیمت‌گذاری جاده‌ها استفاده می‌شود. این سامانه قادر است به‌صورت پیش‌پرداخت یا پس پرداخت، هزینه‌های عوارض را جمع‌آوری و پردازش کند. ساخت آزادراه‌ها به دلیل استانداردها و ضوابط خاص ساخت و اجرای آن‌ها، هزینه‌های بالای ساخت و نگهداری، تأمین سرمایه‌گذاری و تأمین هزینه‌های مالی پروژه‌های دیگر، هزینه‌های قابل‌توجهی دارد. بااین‌حال، رانندگان تمایل دارند هزینه استفاده از جاده را پرداخت کنند زیرا این اقدام با عوارض جمع‌آوری‌شده، منجر به بهبود شرایط ترافیکی، کاهش زمان سفر و افزایش ایمنی جاده‌ها می‌شود.

به‌طورکلی، سامانه اخذ الکترونیکی عوارض شامل موارد زیر است:

-تگ‌های DSRC: این تگ‌ها در خودروها نصب شده و به‌صورت بی‌سیم با تجهیزات جمع‌آوری عوارض در جاده‌ها ارتباط برقرار می‌کنند (Ajami et al., 2022).

-تگ‌های RFID: یک فناوری است که برای شناسایی اشیاء و مواد با استفاده از امواج رادیویی استفاده می‌شود (Chandrappa et al., 2023; Cheng et al., 2014).

- دوربین‌های پلاک‌خوان: این دوربین‌ها قادر به تشخیص شماره پلاک خودروها هستند و با استفاده از الگوریتم‌های تشخیص متن، تصاویر پلاک را بررسی و خودروها را شناسایی می‌کنند (Du et al., 2012).

- سامانه پردازش و مدیریت: سامانه‌های مرکزی که با استفاده از نرم‌افزارهای خاص، تراکنش‌ها را پردازش و اطلاعات مرتبط با عوارض را ذخیره و مدیریت می‌کنند.

با استفاده از این فنّاوری‌ها، این سامانه قادر است به‌صورت خودکار عوارض را از حساب راننده کسر کند. اگر راننده عضویت در سامانه اخذ الکترونیکی عوارض نداشته باشد یا عوارض را پرداخت نکند، اقدامات قانونی ازجمله تعقیب و جریمه اعمال می‌شود. درواقع خودروها خارج از محل‌های جمع‌آوری عوارض نیازی به توقف برای پرداخت عوارض ندارند و از طریق پیام کوتاه (SMS[٤]) برای ارسال رسید استفاده می‌کنند (Khan, 2019).

تجربه اخذ عوارض الکترونیک در دیگر کشورها

آموریم و همکاران (۲۰۱٤) (Amorim et al., 2014)، به بررسی مکان‌یابی مناسب برای سامانه اخذ عوارض الکترونیکی در آزادراه‌ها با هدف حداکثر کردن درآمد عوارض پرداختند. این مطالعه بر روی یکی از مهم‌ترین آزادراه‌های پرتغال با طول ۱۸۰ کیلومتر و دارای سامانه اخذ عوارض الکترونیکی صورت گرفت. در این تحقیق، مسیر رانندگان بین بخش‌های آزادراه با عوارض و مسیرهای جایگزین بدون عوارض سریع‌تر بر اساس داده‌های ترافیکی جمع‌آوری‌شده قبل و بعد از اخذ عوارض موردبررسی قرار گرفت. همچنین، یک مدل بهینه‌سازی برای تخصیص تعداد محدود یا نامحدودی عوارض به بخش‌های آزادراه با توجه به هزینه کلی سفرهای انجام‌شده با استفاده از آزادراه و مسیرهای جایگزین تهیه شد.

در پرتغال، سامانه جمع‌آوری عوارض الکترونیکی در آزادراه‌ها در ابتدا با حضور کارکنان عوارضی و دریافت عوارض نقدی در برخی خطوط عوارضی معرفی شد. در سال ۱۹۹۵، پرتغال اولین کشوری بود که یک سامانه جهانی جمع‌آوری عوارض الکترونیکی را در دسترس قرارداد. اجرای عملی و

کاهش تأخیر در محل‌های اخذ عوارض باعث جذب بیشتر کاربران به این سامانه شد. در سال ۲۰۱۰، به دلیل بحران مالی، دولت پرتغال تصمیم گرفت هزینه‌های عوارض را در تمامی آزادراه‌های بین‌شهری اعمال کند. به‌منظور کاهش هزینه‌های ساخت‌وساز محل‌های اخذ عوارض، نصب و راه‌اندازی محل‌های اخذ عوارض الکترونیکی در مکان‌های منتخب در آزادراه انجام شد. در آزادراه موردبررسی، ۱۳ محل اخذ عوارض الکترونیکی ETC احداث شد که هزینه عوارض متفاوتی (بین ۱۵ تا ۴۰ یورو بسته به کلاس وسیله نقلیه) برای طی کل مسیر ۱۸۰ کیلومتر را شامل می‌شد. ETC به‌عنوان جایگزینی ارزان‌تر برای سامانه جمع‌آوری عوارض در نظر گرفته شد که در اکثر آزادراه‌ها بکار گرفته شد.

هدف در مطالعات زوی و همکاران (Zoy et al., 2020)، ترکیب فناوری‌های مؤثر سامانه‌های ETC و ضرورت آن در سامانه مدیریت ترافیک بزرگراه‌ها در کشورهای درحال‌توسعه مانند بنگلادش است. در معرفی ETC در بنگلادش چالش‌های زیادی وجود دارد. ازآنجاکه ETC یک فناوری جدید است، غلبه بر مشکلات احتمالی زمان‌بر است. تلاش‌های همه‌جانبه می‌تواند به پیشرفت ETC و استفاده از فناوری مدرن و دیجیتال در پرداخت عوارض، با توجه به راهبرد دیجیتال بنگلادش، کمک کند. پیاده‌سازی سامانه اخذ الکترونیکی عوارض هزینه‌بر است، اما در دیدگاه بلندمدت به مدیریت پایدار ترافیک بزرگراه‌ها کمک می‌کند. بااین‌حال، فناوری‌های ارتباطی کوتاه برد اختصاصی (DSRC) و تشخیص فرکانس رادیویی (RFID) که بر اساس ETC پیاده‌سازی می‌شوند و نسبتاً ساده و هزینه کمتری دارند، در دیدگاه کوتاه‌مدت در بنگلادش قابل‌اجرا هستند. از طرفی در بلندمدت، پیاده‌سازی سیستم قیمت‌گذاری الکترونیکی راه‌ها بر اساس ماهواره (ERP[۵])، اخذ عوارض با استفاده از تلفن همراه و غیره می‌تواند بهترین راه‌حل برای کاربران باشد. با توجه به رشد روزافزون تعداد خودروها، ضروری است که درباره توسعه اقتصادی و اجتماعی بنگلادش در ده سال آینده تدابیر موردنیاز برای اجرای سامانه ETC را اتخاذ شود. با توجه به نیازهای رو به افزایش جامعه و حرکت روزافزون خودروها، این سامانه می‌تواند آثار مثبتی را در جامعه و اقتصاد بنگلادش به همراه داشته باشد.

کشورهایی که فنّاوری ETC را در سامانه‌های حمل‌ونقل آزادراه‌های خود معرفی کرده‌اند، در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. سامانه‌های ETC در کشورهای مختلف (Zoy et al., 2020).

کشور	فناوری	عوامل و فناوری‌های مرتبط
سنگاپور	سنگاپور در نیمه اول سال ۲۰۲۱ سامانه قیمت‌گذاری بر پایه ماهواره برای جاده‌ها (ERP) را اجرا کرده است.	GNSS[۶], RFID, Cash card, Smartcard, Land Transport Authority (LTA)
ژاپن	سامانه ناوبری اتومبیل ژاپن، VICS[۷] (سامانه اطلاعات و ارتباطات خودرو)	DSRC, ITS[۸], ETC, Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Japan
آلمان	سامانه جمع‌آوری عوارض آلمان GPS-GSM[۹][۱۰]	GSM, OBU[۱۱], Automatic Payment Method
هنگ‌کنگ	سامانه جمع‌آوری عوارض خودکار برای اولین بار در هنگ‌کنگ در سال ۱۹۹۳ با فناوری DSRC معرفی شد.	OBU, DSRC (Dedicated short range communication), ITS
سوئد	سامانه قیمت‌گذاری ترافیک در استکهلم سوئد اجرا شده است.	Stockholm Congestion Tax, Traffic congestion
چین	چین در حال کار بر روی شبکه‌های C-V2X با قابلیت 5G است.	AV-CV technology, ETC device
امریکا	فناوری پیشرفته مانند End-To-End Service Crowed Toll و AuditToll DBE	RFID, ETC, DSRC, ANPR[۱۲]

سامانه ETC پیش‌تر در بسیاری از کشورها به‌عنوان یک سامانه حمل‌ونقل کارآمد مورداستفاده قرارگرفته است. در گذشته، فناوری‌های پیشرفته در سامانه ETC توسعه یافته‌اند. جدول ۲ شامل بررسی جامع ادبیات مربوط به فناوری‌های ETC با روش‌های مرتبط و تأثیرات آن است.

جدول ۲. فناوری‌های ETC با روش‌ها و تأثیرات آن (Zoy et al., 2020)

نام فناوری	روش	تأثیر	نویسندگان (سال)
Automatic Toll Collection (ATC)	استفاده از دستگاه خودکار سکه شمار مبنایی برای اخذ عوارض خودکار (ACM) است. هم سکه و هم کوپن توسط این سامانه تشخیص داده می‌شود. استفاده از این سامانه به‌جای جمع‌آوری دستی، زمان تراکنش و پردازش و همچنین هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد.	روزبه‌روز ATC جایگزین مجموعه عوارض دستی (MTC) می‌شود. دلیل آن این است که سامانه ATC نیازی به کاهش سرعت خودروها توسط رانندگان در غرفه‌های عوارض نقدی ندارد.	(Sharpe & Lindsley, 1996) (Salunke et al., 2013)
Automatic Number Plate Recognition (ANPR)	فناوری تشخیص خودکار کاراکترهای روی تصاویر برای خواندن پلاک‌های خودرو به‌منظور اطلاع از موقعیت خودرو و تشخیص خودکار شماره پلاک (ANPR) است. ANPR با هدف اجرای قانون توسط نیروهای پلیس در سراسر جهان، ازجمله تأیید خودروی ثبت‌شده استفاده می‌شود.	این سامانه قادر است خودروهای ثبت‌نشده، سرقت شده، رانندگان غیرمجاز یا محروم را شناسایی کند. همچنین، قابل‌استفاده برای اجرای محدودیت سرعت است. این سامانه باعث تسهیل در پیگیری خودروها می‌شود و ردیابی آن‌ها را آسان‌تر می‌کند.	(Soni & Kaur, 2016) (Ajanthan et al., 2013)
RFID based ETC	ساده‌ترین فناوری برای ETC تشخیص فرکانس رادیویی (RFID) است که دارای IVU (واحد داخل خودرو) روی شیشه جلو خودرو نصب شده است. این شامل یک کارت نقدی برای پرداخت عوارض است. در غرفه عوارض، این دستگاه توسط فرکانس خوان RFID خوانده می‌شود. می‌تواند به‌صورت پیش‌پرداخت یا پس‌پرداخت باشد.	این روش در مقایسه با سایر فناوری‌های ETC، ارزان‌تر است.	(Chattoraj et al., 2017)
DSRC based ETC	ارتباط کوتاه برد اختصاصی (DSRC) یک ارتباط بی‌سیم دوطرفه یا یک‌طرفه با برد کوتاه تا متوسط است که از باند ۵,۹ گیگاهرتز استفاده می‌کند. این فناوری در سال ۲۰۰۳ در ژاپن و اروپا در سامانه ETC استفاده شد.	DSRC قادر به هشدار دادن درباره نقاط کور، جمع‌آوری داده‌های ترافیک، هشدار تصادف، هشدار ورود خودرو و غیره است.	(Anowar et al., 2016)

GNSS based tolling	سامانه ماهواره‌ای ناوبری جهانی (GNSS) بر اساس GPS و GMS استوار است. این سامانه برای مجموعه‌ای وسیع از کاربردها استفاده می‌شود.	در سال ۲۰۰۵، درآمد عوارض در آلمان به مبلغ ۲٫۸۶ میلیارد یورو بود.	(Numrich et al., 2012)
Cell Phone Tolling	عوارض تلفن همراه روشی است که امکان ثبت عوارض مسافت پیموده شده را دارد. در ابتدا، تراشه‌ای شبیه تراشه تلفن همراه در خودرو نصب می‌شود و ارتباط مکرر بین برج‌های تلفن همراه و تراشه، میزان حرکت خودرو را تعیین می‌کند و عوارض را ارزیابی می‌کند.	در این فناوری، استفاده بسیار خوبی از تلفن‌های همراه 2G خواهد شد. این فناوری چندان گران نیست.	(Astarita et al., 2013)

عملکرد سامانه ETC

برای اجرای یک سامانه ETC در مسیر جاده، سه جز اصلی زیر ضروری هستند:

۱. سامانه تشخیص خودرو (AVI[۱۳])

۲. سامانه کلاس‌بندی ماشین (AVC[۱۴])

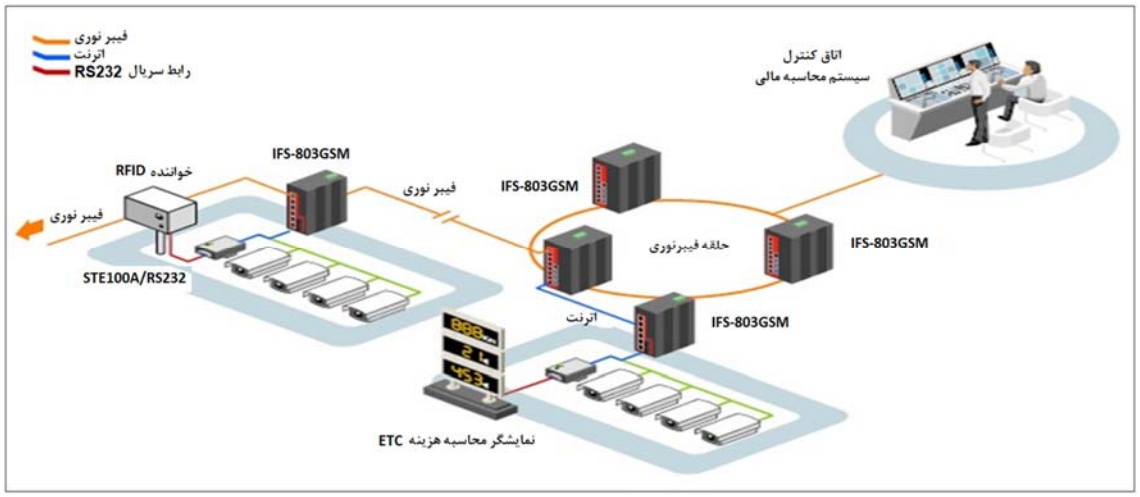
۳. سامانه نظارتی- اجرایی تصویری (VES[۱۵])

سامانه تشخیص خودرو

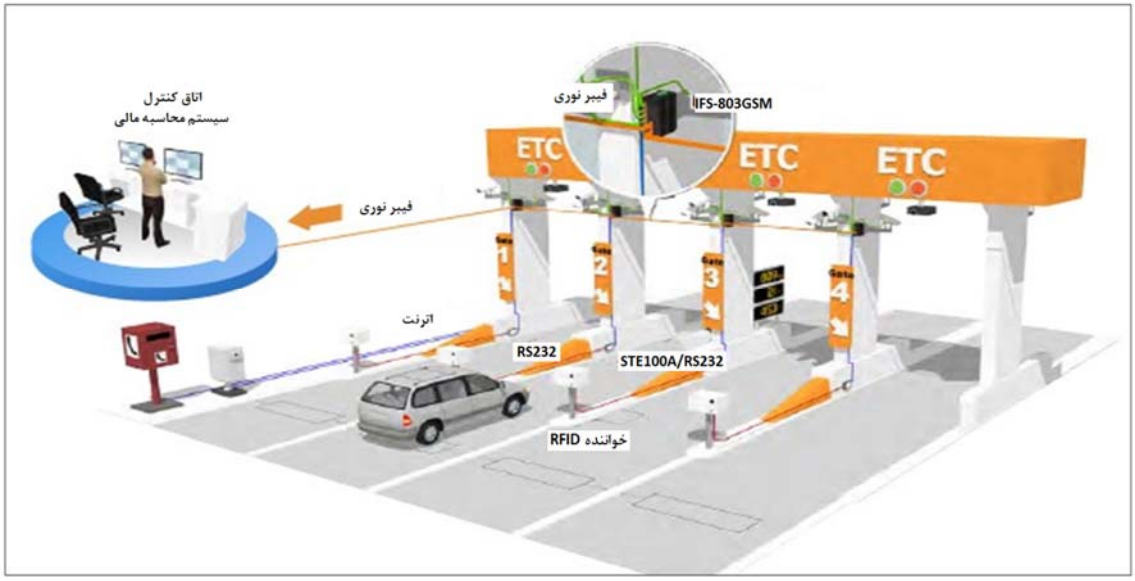
سامانه تشخیص خودرو به مجموعه‌ای اطلاق می‌شود که برای تشخیص خودرو و صاحب آن، و همچنین برای انجام فرایند شارژ عوارض به مشتری و جمع‌آوری داده‌ها جهت مدیریت استراتژی‌های ترافیکی مختلف، مورداستفاده قرار می‌گیرد. فنّاوری این سامانه از دو قسمت اصلی تشکیل‌شده است (Li, 2010).

۱. پردازش تصویر (شکل ۱)

۲. فرکانس رادیویی (شکل ۲)



شکل ۱. پردازش تصویر



شکل ۲. فرکانس رادیویی

سامانه کلاس‌بندی

یکی از اصلی‌ترین نگرانی‌های سیستم جمع‌آوری الکترونیکی عوارض، شناسایی و طبقه‌بندی خودرو بصورت خودکار است (Sathyanarayana, 2022). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که ویژگی‌های مرتبط با سفر، مانند کلاس خودرو، هدف سفر و غیره بر تمایل به استفاده از سامانه (ETC) تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارند (Bari et al., 2023). سامانه کلاس‌بندی AVC، به تمامی دستگاه‌هایی اشاره دارد که با استفاده از آن‌ها شارژ عوارض مناسب برای پیکره خودرو تعیین می‌شود. خودروها بر اساس دسته‌بندی‌های ابتدایی مانند سواری، کامیون و اتوبوس برای محاسبه عوارض، دسته‌بندی می‌شوند. به دلیل تأثیر عامل‌های متعدد در تعیین ویژگی‌های فیزیکی یک خودرو، تعداد اتصالات نصب شده برای این سامانه نیز زیاد است. برای تشخیص صحیح کلاس خودرو، استفاده از یک سامانه خودکار برای اندازه‌گیری ارتفاع، تعداد محورها و وزن خودرو ضروری است. عوامل زیر برای تعیین کلاس خودرو مورداستفاده قرار می‌گیرند (Ma et al., 2013).

۱. تعداد محورها یا چرخ‌های خودرو
۲. ابعاد مانند ارتفاع، عرض و طول خودرو
۳. وزن خودرو

سامانه نظارتی- اجرایی تصویری

سامانه نظارتی- اجرایی تصویری به همه اجزا و فرآیندهایی اشاره دارد که با استفاده از آن‌ها می‌توان تصاویری از خودروهایی که پرداخت عوارض آن‌ها انجام‌نشده یا کامل نشده است، به دست آورد.

سامانه نظارتی- اجرایی تصویری برای به دست آوردن تصویر خودروهایی استفاده می‌شود که از مسیر ETC استفاده کرده اما تگ ETC آن‌ها معتبر نیست یا اصلاً وجود ندارد. سپس از این تصویر برای به دست آوردن پلاک خودروهای متخلف استفاده می‌شود که می‌توان آن را برای پیگیری‌های بعدی به کار برد (Wu et al., 2000).

اخذ عوارض الکترونیک در ایران

در حال حاضر، در ایران دو روش برای اخذ عوارض الکترونیک وجود دارد:

۱. اخذ عوارض الکترونیک توسط بانک: در این روش، عوارض مربوط به مسائل مختلف مانند عبور از محورهای پرترافیک، پارکینگ و ... به‌صورت الکترونیکی و از طریق بانک‌ها و درگاه‌های پرداخت الکترونیکی دریافت می‌شود.

۲. اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های مجری فعلی: برخی از شرکت‌هایی که مسئول اجرای سامانه جمع‌آوری

عوارض هستند، از طریق سامانه‌های الکترونیکی خود عوارض را از رانندگان و مالکان خودروها دریافت می‌کنند.

در هر دو روش، هدف اصلی از اخذ عوارض الکترونیک بهبود فرآیند پرداخت عوارض، کاهش تراکم در مراکز پرداخت و همچنین جمع‌آوری دقیق‌تر اطلاعات مربوط به عوارض است.

اخذ عوارض الکترونیک توسط بانک

در حوزه همکاری با وزارت راه و شهرسازی، بانک مسکن درگذشته (حدود ده سال پیش)، برای اولین بار در ایران، امکانی فراهم کرد که به مردم اجازه می‌داد بدون توقف و هدر دادن زمان برای پرداخت عوارض نقدی، از ایستگاه‌های عبور عوارض در جاده‌های بزرگ استفاده کنند. این خدمت نوآورانه بانک به معنایی بود که درصورتی‌که مردم برچسب پرداخت الکترونیکی عوارض آزادراهی را داشته باشند، می‌توانند بدون توقف و به‌صورت سامانه‌ای، عوارض آزادراهی را پرداخت کنند. در مرحله دوم، اداره کل بانکداری الکترونیک، در قالب بخشنامه‌ای، امکان اتصال حساب‌های بانکی به‌حساب خودروها را فراهم کرد.

در مرحله سوم، بانک در پی رعایت تمامیت سیستم جدید تسهیل پرداخت‌های الکترونیکی و با توجه به تأکید وزیر راه و شهرسازی و ستاد ملی مبارزه با بیماری کرونا، اقدام به افزایش تعداد خطوط پرداخت الکترونیکی عوارض در جاده‌های آزادراهی کشور و اجرای طرح تخفیف برای ترددکنندگان نمود. ضوابط خاصی برای اجرای این طرح‌ها تعیین‌شده است تا مشتریان را ترغیب به استفاده از سامانه الکترونیکی پرداخت عوارض کند.

با توجه به برنامه‌ریزی صورت گرفته توسط اداره کل بانکداری الکترونیک بانک، در این مرحله توسعه تعداد خطوط پرداخت الکترونیکی عوارض آزادراه‌ها در دستور کار قرار گرفته است. با توجه به تجربه ۱۰ ساله در پروژه ETC و توانایی فنی و عملیاتی بانک در راهبری این پروژه، بعد از اعلام آمادگی دو محل اخذ عوارض در جاده‌های آزادراهی "تهران-پردیس" و "اهواز-بندر امام خمینی (ره)"، اقدامات اجرایی برای این دو محل انجام شد.

یکی دیگر از اقدامات در مرحله سوم، اجرای طرح تخفیف برای ترددکنندگان است. این طرح تخفیف از طریق سامانه پرداخت الکترونیکی عوارض آزادراهی اعمال می‌شود. با استفاده از این سامانه، ترددکنندگان می‌توانند به‌طور مستقیم و الکترونیکی عوارض خود را پرداخت کنند و در عوض، تخفیفی در قیمت تردد دریافت کنند.

این تخفیف‌ها معمولاً بر اساس فاصله‌ی طی شده و تعداد ترددها محاسبه می‌شوند. بر این اساس، تخفیف ۲۰ درصدی برای خودروهای عمومی با پلاک (ع) و تاکسی‌ها با پلاک (ت) و تخفیف ۳۰ درصد برای مشتریانی که بیش از ٤٠ بار در ماه از آزادراه عبور می‌کنند، در نظر گرفته‌شده است.

با اجرای این طرح، هدف اصلی بانک مسکن ارائه خدمات سریع‌تر و راحت‌تر برای مردم است که باعث کاهش تراکم در ایستگاه‌های عبور عوارض می‌شود و بهبود روند ترافیک در جاده‌های آزادراهی را به همراه دارد.

از ویژگی‌های بارز خدمات عوارض الکترونیک بانک می‌توان به دولتی بودن آن و برخورداری از قراردادهایی با اعتبارات و تضمین‌های کافی اشاره کرد. این ویژگی‌ها می‌توانند نقش بسیار مهمی در جلب اعتماد سرمایه‌گذاران و تضمین بازگشت سرمایه ایفا کنند. اما متأسفانه، در سال‌های اخیر، مجوز اخذ عوارض الکترونیک از بانک‌های مجری که تجربه ۱۰ ساله در این زمینه را داشتند، سلب شده و به یک مجموعه خصوصی انتقال یافته است. این موضوع نباید به‌صورت انحصاری برای یک شرکت خاص باشد، بلکه باید به‌صورت رقابتی برای شرکت‌های مشابه اجازه داده شود تا باعث بهبود عملکرد و پاسخگویی بهتر در این زمینه شوند.

مقایسه عملکرد سامانه اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های مجری فعلی با اخذ عوارض به‌صورت دستی در ثبت تردد خودروهای عبوری (مسیر رفت یک آزادراه) در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سامانه اخذ عوارض الکترونیک باعث کاهش قابل‌توجهی در مقدار عوارض برای انواع مختلف خودروها می‌شود. برای مثال، در نوع سواری (تاکسی+سواری)، عوارض الکترونیکی باعث کاهش ٦٥,٣٤ درصدی در مقدار عوارض نسبت به سامانه اخذ عوارض به‌صورت دستی شده است.

در ادامه، معایب و مشکلات اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های مجری فعلی ذکر خواهد شد.

جدول ۳. مقایسه عملکرد سامانه اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های مجری فعلی با اخذ عوارض به‌صورت دستی در ثبت تردد خودروهای عبوری (مسیر رفت یک آزادراه)

ردیف	تاریخ	سواری (تاکسی+سواری)		درصد اختلاف (رند شده)	وانت		درصد اختلاف (رند شده)	کامیونت		درصد اختلاف (رند شده)	کامیون ۳ محور+کامیون ۲ محور		درصد اختلاف (رند شده)	تریلر		درصد اختلاف (رند شده)	اتوبوس		درصد اختلاف (رند شده)
		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی		عوارضی آزادراه	شرکت‌های مجری فعلی	
۱	۱۴۰۰/۰۱/۰۱	۵۹۹۸	۲۰۷۹	-۶۵	۱۴۴	۲۷	-۸۱	۱۱۷	۸	-۹۳	۲۹۲	۸۶	-۷۱	۲۳۵	۵۴	-۷۷	۲۳۴	۴۹	-۷۹
۲	۱۴۰۰/۰۱/۰۲	۷۲۶۴	۴۶۶۰	-۳۶	۱۶۴	۶۲	-۶۲	۲۰۵	۲۶	-۸۷	۴۹۸	۱۴۱	-۷۲	۳۳۱	۵۹	-۸۲	۲۷۹	۱۶۷	-۴۰
۳	۱۴۰۰/۰۱/۰۳	۸۳۷۷	۵۶۶۶	-۳۲	۲۰۳	۱۰۴	-۴۹	۲۲۵	۲۴	-۸۹	۶۱۴	۲۲۱	-۶۴	۴۶۴	۱۵۶	-۶۶	۲۹۸	۲۱۷	-۲۷
۴	۱۴۰۰/۰۱/۰۴	۹۸۹۹	۶۶۶۶	-۳۳	۲۲۳	۱۰۷	-۵۲	۲۴۵	۲۵	-۹۰	۶۵۸	۲۵۷	-۶۱	۵۸۱	۲۰۰	-۶۶	۳۰۴	۲۰۸	-۳۲
۵	۱۴۰۰/۰۱/۰۵	۱۱۴۸۵	۷۶۱۵	-۳۴	۱۹۰	۱۱۱	-۴۲	۱۵۵	۲۲	-۸۶	۴۳۸	۱۷۵	-۶۰	۶۲۹	۱۹۶	-۶۹	۳۶۹	۱۸۹	-۴۹
۶	۱۴۰۰/۰۱/۰۶	۱۷۸۰۵	۱۱۲۵۳	-۳۷	۲۶۱	۹۷	-۶۳	۲۶۰	۲۷	-۹۰	۹۱۰	۱۶۴	-۸۲	۸۷۵	۱۲۹	-۸۵	۳۸۵	۲۳۷	-۳۸
۷	۱۴۰۰/۰۱/۰۷	۱۲۰۵۵	۶۱۷۱	-۴۹	۲۹۰	۷۸	-۷۳	۳۰۳	۲	-۹۹	۸۸۹	۱۴	-۹۸	۱۰۲۸	۱۹	-۹۸	۳۶۳	۱۸۶	-۴۹
				-۴۱			-۶۰			-۹۱			-۷۳			-۷۸			-۴۵

مشکلات اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های مجری فعلی

عدم وصول عوارض آزادراه‌ها

جدول ٤ و جدول ٥، به ترتیب، گزارش کارکرد محل اخذ عوارض یکی از آزادراه‌های کشور با ثبت تردد خودروهای عبوری به‌صورت دستی و توسط شرکت‌های مجری فعلی را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که سامانه اخذ عوارض الکترونیک شرکت‌های مجری فعلی دارای اختلاف بیش از ۵۰ درصد با حالت اخذ عوارض دستی در ثبت تردد خودروهای عبوری و درنتیجه کاهش قابل‌توجه کارکرد و درآمد حاصل از اخذ عوارض است.

جدول ٤. گزارش کارکرد محل اخذ عوارض یکی از آزادراه‌های کشور با ثبت تردد خودروهای عبوری به‌صورت دستی در مسیر رفت‌وبرگشت یک آزادراه در تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۰۱

نوع ماشین	تردد مسیر رفت				تردد مسیر برگشت				جمع		
	تعداد	باطله	تعرفه (ریال)	جمع مبلغ (ریال)	تعداد	باطله	تعرفه (ریال)	جمع مبلغ (ریال)	تعداد تردد	باطله	جمع مبلغ (ریال)
سواری	۵۹۹۸	۰	۵۰۰۰۰	۲۹۹۹۰۰۰۰۰	۲۸۷	۰	۵۰۰۰۰	۱۴۳۵۰۰۰۰	۶۲۸۵	۰	۳۱۴۲۵۰۰۰۰
وانت	۱۴۴	۰	۶۰۰۰۰	۸۶۴۰۰۰۰	۱۱	۰	۶۰۰۰۰	۶۶۰۰۰۰	۱۵۵	۰	۹۳۰۰۰۰۰
کامیونت	۱۱۷	۰	۶۰۰۰۰	۷۰۲۰۰۰۰	۱۱	۰	۶۰۰۰۰	۶۶۰۰۰۰	۱۲۸	۰	۷۶۸۰۰۰۰
کامیون ۳ محور	۳۹	۰	۱۱۰۰۰۰	۴۲۹۰۰۰۰	۰	۰	۱۱۰۰۰۰	۰	۳۹	۰	۴۲۹۰۰۰۰
تریلر	۲۳۵	۰	۱۳۰۰۰۰	۳۰۵۵۰۰۰۰	۹۶	۰	۱۳۰۰۰۰	۱۲۴۸۰۰۰۰	۳۳۱	۰	۴۳۰۳۰۰۰۰
اتوبوس	۲۳۴	۰	۶۰۰۰۰	۱۴۰۴۰۰۰۰	۰	۰	۶۰۰۰۰	۰	۲۳۴	۰	۱۴۰۴۰۰۰۰
کامیون ۲ محور	۲۵۳	۰	۷۰۰۰۰	۱۷۷۱۰۰۰۰	۱۵	۰	۷۰۰۰۰	۱۰۵۰۰۰۰	۲۶۸	۰	۱۸۷۶۰۰۰۰
جمع کل نقدی و دستی	۷۰۲۰	۰		۳۸۲۱۵۰۰۰۰	۴۲۰	۰		۲۹۲۰۰۰۰۰	۷۴۴۰	۰	۴۱۱۳۵۰۰۰۰

جدول ۵. گزارش کارکرد محل اخذ عوارض الکترونیک یکی از آزادراه‌های کشور با ثبت تردد خودروهای عبوری در سامانه شرکت‌های مجری فعلی در مسیر برگشت یک آزادراه در تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۰۱

نوع ماشین	تردد مسیر برگشت		
	تعداد	تعرفه (ریال)	جمع مبلغ (ریال)
اتوبوس	۴۹	۶۰۰۰۰	۲۹۴۰۰۰۰
تاکسی	۲۶	۵۰۰۰۰	۱۳۰۰۰۰۰
تریلی	۵۴	۱۳۰۰۰۰	۷۰۲۰۰۰۰
سواری	۲۰۵۳	۵۰۰۰۰	۱۰۲۶۵۰۰۰۰
کامیون	۸۶	۷۰۰۰۰	۶۰۲۰۰۰۰
کامیونت	۸	۶۰۰۰۰	۴۸۰۰۰۰
مینی‌بوس	۲	۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰
وانت	۲۵	۶۰۰۰۰	۱۵۰۰۰۰۰
جمع کل ETC	۲۳۰۳		۱۲۲۰۱۰۰۰۰

ایمنی نامناسب دکل‌ها و برق‌کشی

شکل ۳، چند مورد از عدم ایمن‌سازی دکل‌های نصب‌شده در آزادراه توسط شرکت شرکت‌های مجری فعلی و عدم برق‌کشی مناسب در نقاط مختلف آزادراه را نشان می‌دهد.

(الف) (ب)

(ج) (د)

شکل ۳. عدم برق‌کشی مناسب و عدم ایمن‌سازی دکل‌های نصب‌شده در آزادراه توسط شرکت‌های مجری فعلی

عمل نکردن به تعهدات

متأسفانه، بر سر راه تحقق توسعه سرمایه‌گذاری در شبکه آزادراهی کشور موانع بسیار تأثیرگذاری وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها نبود ضمانت اجرای پرداخت توسط کاربران هست که باعث بروز چالش‌های عمده‌ای شده است. درصورت عدم رفع سریع آن‌ها، چه‌بسا این تلاش و هزینه گسترده به شکست می‌انجامد. بر اساس آخرین بررسی‌های مالی صورت گرفته، میزان تقریبی مانده سرمایه‌گذاری قابل استهلاک سرمایه‌گذاران آزادراهی تا پایان سال ۱۳۹۸ بیش از ۱۲۳،۰۰۰ میلیارد ریال بوده است که از محل درآمدهای حاصل از اخذ عوارض و در چارچوب توافقات قراردادی در طول یک دوره زمانی مشخص می‌بایست مستهلک و در اختیار سرمایه‌گذاران قرارگیرد.

عدم پشتیبانی و نگهداری مناسب

بر اساس مستندات سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، هزینه نگهداری یک شبکه آزادراهی در سال ۱۳۹۹، با فرض تأمین حداقل هزینه‌های ضروری، حدود ۱۰۰۰ میلیارد تومان در سال بوده است. از سوی دیگر، درآمد قابل کسب از آزادراه‌ها، که ناشی از عوارض کنونی است و صرفاً برای نگهداری آن‌ها استفاده می‌شود (که معادل ۱۵ درصد از درآمد است)، حدود ۱۳۲ میلیارد تومان است. این میزان درواقع تنها یک‌ششم از نیاز واقعی برای نگهداری به‌موقع شبکه آزادراهی کشور را تأمین می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، علاوه بر ضررهای اقتصادی چشمگیر، ایمنی شهروندان نیز در معرض خطر قرار می‌گیرد.

عدم وصول درآمدهای آزادراه‌ها

علیرغم مزایای برجسته‌ای که استقرار سامانه الکترونیکی اخذ عوارض (ETC) ازجمله کاهش زمان سفر و مصرف سوخت دارد (Milenković et al., 2022)؛ نتایج اجرای این سامانه در پنج آزادراه انتخابی نشان می‌دهد که حدود ۶۰ درصد از کاربران عوارض را پرداخت نمی‌کنند و این باعث کاهش قابل‌توجه درآمدها نسبت به روش دریافت دستی عوارض می‌شود. این عوامل، باعث عدم تمایل سرمایه‌گذاران آزادراهی برای راه‌اندازی و توسعه سامانه ETC شده و همچنین باعث تذکراتی از سوی دستگاه‌های نظارتی در خصوص جلوگیری از تضییع حقوق دولت در آزادراه‌های عمومی می‌شود. به‌طور عملی، این امر راهی جز بازگشت به روش قبلی دریافت دستی عوارض را برای آزادراه‌ها باقی نمی‌گذارد. بااین‌حال، با تلاش‌های جدی، تفاهم‌نامه‌ای بین فرماندهی نیروی انتظامی و وزارت راه و شهرسازی منعقدشده است تا بر اساس آن، پلیس در مورد جریمه کاربرانی که عوارض آزادراه‌ها را پرداخت نمی‌کنند، اقدامات لازم را انجام دهد.

مالیات وضع‌شده برای شرکت‌های آزادراهی

یکی از دغدغه‌های سرمایه‌گذاران بخش آزادراهی کشور، تعیین تکلیف مالیات وضع‌شده برای شرکت‌های آزادراهی توسط سازمان امور مالیاتی کشور بر درآمدهای کسب‌شده از محل بهره‌برداری آزادراه‌ها که صرف بازپرداخت اصل و سود سرمایه‌گذاری انجام‌شده می‌گردد، است. البته بر اساس دستورالعمل مورخ ۱۳۹۷/۰۹/۰۴ وزارت امور اقتصادی و دارایی، بهای تمام‌شده احداث پروژه، سود حاصل از سرمایه‌گذاری در دوران قبل و حین بهره‌برداری و هزینه‌های مربوط به نگهداری از پروژه، جزء هزینه‌های قابل‌قبول مالیاتی شرکت‌های آزادراهی محسوب می‌شود. ولی، این دستورالعمل صرفاً مربوط به شرکت‌های احداث، نگهداری و بهره‌برداری از آزادراه‌های کشور بوده و شامل حال سهامداران شرکت مجری پروژه‌های موجود آزادراهی که درواقع سرمایه‌گذاران اصلی در این حوزه می‌باشند، نخواهد شد. البته، راه‌حل این مشکل بر اساس پیشنهاد وزارت امور اقتصادی و دارایی در اصلاح لایحه مالیات‌های مستقیم درج شده است، ولی متأسفانه از دستورات کار هیئت محترم وزیران خارج گردید که این امر قطعاً می‌تواند فشار مضاعفی را بر حوزه سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آزادراهی کشور وارد نماید.

چراکه در حال حاضر سپرده‌گذاری در بانک‌ها که امری بدون هیچ‌گونه ریسک است، از معافیت‌های مالیاتی بهره‌مند بوده است؛ درحالی‌که، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها که خود مبنای توسعه اقتصادی هست، از این شمولیت برخوردار نیست. پیشنهاد می‌شود، در صورت تصمیم هیئت محترم دولت در خصوص عدم تداوم بررسی لایحه اصلاح قانون مالیات‌های مستقیم، صرفاً موضوع فوق در جلسه شورای عالی هماهنگی اقتصادی مطرح و با تسرّی شمولیت معافیت مالیاتی فوق‌الذکر بار هزینه‌ای طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای کاسته و انگیزه سرمایه‌گذاران به حضور بیشتر در این حوزه فراهم گردد. در صورت عدم رفع مشکلات مذکور، تداوم روند سرمایه‌گذاری به‌منظور توسعه شبکه آزادراهی ایمن را با مشکل مواجه نموده

و اجرایی کردن فراگیر اخذ الکترونیک عوارض در سراسر جاده‌های کشور را غیرممکن می‌سازد.

نامشخص بودن میزان سرمایه‌گذاری انجام‌شده در پروژه و شفاف نبودن گزارش هزینه-درآمد

تاکنون اسناد کاملی مبنی بر واریز کلیه وجوه موردنیاز اجرای پروژه در حسابی مشخص به نام حساب دوره اجرا توسط شرکت‌های مجری فعلی ارائه نشده است. در بسیاری از موارد، این شائبه ایجاد شده است که عمده سرمایه‌گذاری‌ها توسط شرکت‌های مجری فعلی به‌صورت مستقیم انجام نشده است و در برخی موارد حتی این احتمال مطرح شده است که سرمایه‌گذاری‌ها از محل عدم واریز وجوه عوارض وصول‌شده به حساب ذینفعان صورت گرفته باشد. به‌عبارت‌دیگر، بعضی از وجوهی که باید به‌صورت عوارض دریافت شوند، به‌طور غیرقانونی به سرمایه‌گذاری‌ها منتقل شده‌اند. اما لازم به ذکر است که این تنها یک احتمال است و برای تأیید آن نیاز به تحقیقات و اطلاعات بیشتر است. برداشت کارمزد از سوی شرکت‌های مجری فعلی هم با توجه به نامشخص بودن میزان سرمایه‌گذاری و عدم رعایت مفاد قرارداد به لحاظ قانونی در هاله‌ای از ابهام است.

عدم شفافیت بخشی از وصول عوارض (آنی‌رو کارت‌ها)

مشکلی که در ارتباط با عدم شفافیت در بخشی از وصول عوارض آنی‌رو کارت‌ها به وجود آمده است، دو بخش مجزا را در بر داشته است. اولین بخش مربوط به یکی از مجموعه‌های داده‌پردازی است و دومین بخش مربوط به سهامداران شرکت‌های مجری فعلی است. با توجه به اینکه فروش آنی‌رو کارت‌ها بر اساس اعتبار مجموعه وزارت راه و شهرسازی انجام شده است، تا به امروز و در این مورد، شرکت‌های مجری فعلی اطلاعاتی را ارائه نداده‌اند، اگرچه پیگیری‌های مکاتباتی و تذکرات شفاهی متعددی در این زمینه صورت گرفته است. به‌تفصیل، اطلاعات زیر تاکنون از سوی شرکت‌های مجری فعلی ارائه نشده است.

-تعداد کارت‌های فروخته شده و درآمد حاصل از آن:

بر اساس اطلاعات موجود، تعدادی حدود یک میلیون کارت به قیمت حدود ۱۰ هزار تومان فروخته شده است. این فروش باعث حاصل شدن درآمدی در حدود ۱۰ میلیارد تومان شده است. اما این درآمد در درآمدهای پروژه موردنظر در نظر گرفته نشده است. لازم به ذکر است که طبق بررسی‌های انجام شده، هزینه کلی هر کارت حداکثر ۵۰۰ تومان است.

- مقدار شارژ کارت‌های آنی‌رو و پلاک‌ها

تاکنون مشخص نشده است که مقدار دقیق پولی که توسط مردم بر روی کارت‌ها شارژ شده است چقدر است. درصورتی‌که حداقل ۵۰ هزار تومان شارژ شود، تخمین زده می‌شود که موجودی کیف پول آنی‌رو باید حداقل ۵۰ میلیارد تومان باشد. همچنین، سود حاصل از رسوب مبالغ کیف پول در گزارش‌های شرکت‌های مجری فعلی اعلام نشده است.

- عدم واریز مبالغ تردد به حساب شرکت‌های مجری فعلی

بر اساس اطلاعات موجود، بدهی وصول‌کننده آنی‌رو کارت به شرکت‌های مجری فعلی تا آبان‌ماه بیش از ۱۵ میلیارد تومان بوده است. بخشی از این بدهی پس از یک سال به حساب شرکت‌های مجری فعلی واریز شده است. تاکنون، عدم واریز مبالغ واریز نشده و سود سالیانه از این مبلغ نامشخص است.

همچنین، مواردی از قبیل دریافت اجاره کیوسک‌ها و وضعیت پرداخت حقوق افراد درگیر در برخی از کیوسک‌ها توسط شرکت‌های مجری فعلی نامشخص است.

قراردادهای شرکت‌های مجری فعلی

بعد از گذشت دو سال از بهره‌برداری آزمایشی، برخی فعالیت‌های شرکت‌های مجری فعلی هنوز بدون قرارداد قرار دارند. به‌عنوان‌مثال، توسعه نرم‌افزار سامانه مرکزی هنوز بدون قرارداد انجام می‌شود. همچنین، برای فعالیت‌هایی مانند نگهداری سامانه‌های سمت جاده، هیچ مجوزی برای عقد قرارداد از سوی کارفرما و شرکت احداث دریافت نشده است.

این موارد، به‌خصوص فعالیت‌هایی که بدون انعقاد قرارداد انجام می‌شوند، می‌توانند مشکلات و چالش‌هایی در حوزه مالی ایجاد کنند. همچنین، در صورت وقوع بحران یا افشا اطلاعات محرمانه پروژه، حتی ممکن است شرکت ساخت و توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل کشور را درگیر مسائل و مشکلات مختلف و پاسخ‌گویی به نهادهای ذی‌ربط کند. در پایان سال ۱۳۹۷، با آماده شدن سامانه‌های الکترونیکی جمع‌آوری عوارض در ٤ آزادراه، بهره‌برداری آزمایشی از آن‌ها آغاز شد. بر اساس تصمیم کارفرمای محترم، تا پایان دوره اجرا و هم‌زمان با اجرای سایر سامانه‌ها، باید سایر فرآیندهای قراردادی ازجمله آزمون‌های زیرسامانه‌ها و سامانه اصلی نیز انجام می‌شدند. اما متأسفانه، بهره‌برداری آزمایشی بیش از ۲۷ ماه طول کشیده و

هنوز آزمایش‌های لازم و سایر اقدامات برای آغاز بهره‌برداری رسمی انجام نشده است.

بر اساس مشاهدات کارشناسان، تقریباً ۲۰ درصد از ترددهای شناسایی‌شده که باید برای کنترل اپراتور ارسال می‌شدند، به سامانه ارسال نشده‌اند و اطلاعات این ترددها برای صدور قبض به سامانه مدیریت هوشمند تسویه قبوض آزادراهی (مهتا) ارسال نشده است. در زمان بررسی پیش‌نویس قرارداد چک اپراتوری برای آزادراه مربوطه، کارشناسان شرکت‌های مجری فعلی علت توقف عملیات چک اپراتوری در سایر آزادراه‌ها را دلایل اقتصادی مطرح کردند که این کار برای شرکت‌های مجری هزینه‌بر است.

۱. چرا عملیات چک اپراتوری در پروژه متوقف شده است؟ و چه تأثیری بر پروژه دارد؟

۲. راه‌های کاهش حجم اطلاعات موردنیاز برای چک اپراتوری چیست؟

۳. چگونه می‌توان آثار توقف عملیات چک اپراتوری را در کاهش اعتبار پروژه جبران کرد و بهره‌وری ذینفعان را افزایش داد؟

توصیه می‌شود که شرکت‌های مجری فعلی با هماهنگی عوامل مختلف، ازجمله پلیس راهور، به‌سرعت اقدام به بازیافت اطلاعات ترددکنندگان نمایند و قبض‌های مربوطه را به‌عنوان دیون ترددکنندگان محاسبه و صادر کنند. این اقدامات در راستای بهبود توافق سطح خدمات (SLA[۱۶]) پروژه و افزایش رضایتمندی ذینفعان است.

۵-نتیجه‌گیری

در این بخش، به بررسی دغدغه‌ها و مشکلات موجود در فرآیند اخذ عوارض الکترونیک توسط شرکت‌های سازنده محل، پرداخته خواهد شد و راهکارهایی برای بهبود و اجرای بهتر سامانه الکترونیکی تقاضا و پرداخت پیشنهاد خواهد شد.

دغدغه‌ها و مشکلات شرکت‌های سازنده سامانه الکترونیکی تقاضا و پرداخت

-عدم فراهمی زیرساخت‌های لازم، ازجمله برق و ایمنی، برای شرکت‌های سازنده

- عدم عقد قرارداد با شرکت مجری پیمانکاری و عدم تضمین‌های مربوطه از سوی شرکت‌های مجری فعلی

-عدم حمایت مالی شرکت سازنده از فرآیند بهسازی، از طریق تخصیص سهم مشارکتی به‌صورت نقدی یا قیر حواله‌ای

-اجبار به عقد قرارداد با یک شرکت خاص و عدم انعطاف در انتخاب شرکت‌های مجری

- عدم توجه به شرایط اقتصادی-اجتماعی کشور در اجرای طرح سامانه الکترونیکی تقاضا و پرداخت

-بیکاری کارکنان محل‌های اخذ عوارض به دلیل شرایط اقتصادی فعلی

- توقف پروژه‌های بهسازی و نگهداری به دلیل عدم تأمین منابع مالی

-عدم دسترسی مناسب به اطلاعات و سامانه‌های شرکت‌های مجری فعلی

- عدم تناسب نرخ عوارض با هزینه‌های بهسازی، نگهداری و بهره‌برداری

- عدم تعیین قانونی نماینده وزارت راه و شهرسازی برای پذیرش تعهدات و مسئولیت‌های پروژه‌های آزادراه

-عدم بازگشت سرمایه ساخت به صاحبان سهام

راهکارهایی به‌منظور اجرای مناسب سامانه الکترونیکی تقاضا و پرداخت

- برای حل این مسئله، می‌توان قراردادها را با سایر شرکت‌های مجری حاکم در این حوزه، مانند بانک‌ها، عقد کرده و در فاز اول، یک خط عبور سرعت در هر ایستگاه عوارضی راه‌اندازی کرد.

- برای تضمین اجرای صحیح پروژه، از شرکت‌های مجری می‌توان ضمانت‌نامه معتبر بانکی دریافت و قرارداد مناسبی را امضا کرد.

- عقد قرارداد و مستندسازی تمام جزئیات مربوط به پروژه، به‌منظور جلوگیری از هدر رفت منابع درآمدی آزادراه‌ها، ضروری است.

- برای جلوگیری از کاهش درآمدهای آزادراه‌ها و توقف عملیات بهسازی و نگهداری، باید تدابیر و تصمیمات لازم، مانند تخصیص قیر و افزایش نرخ عوارض، اتخاذ شود.

- حفظ ساختمان‌های محل‌های اخذ عوارض با توجه به استفاده مردم از ایستگاه‌ها، ازجمله سرویس بهداشتی و استراحتگاه، که موجب کاهش تصادفات می‌شود.

- گیت‌های عوارض، به‌عنوان المان‌های شهری، در نقاط شروع و پایان هر بخش از آزادراه قرار می‌گیرند.

- گیت‌های عوارض، ترافیک را کانال‌بندی کرده و به سمت موردنظر هدایت می‌کنند.

- در برخی مسیرها، با توجه به الکترونیکی شدن آزادراه‌ها، ایستگاه‌های عوارضی می‌توانند به‌عنوان نقاط مناسبی برای ایست و بازرسی توسط نیروهای نظامی و انتظامی مورداستفاده

قرار بگیرند، و الکترونیکی کردن و جمع‌آوری عوارض بایستی مورد تصویب شورای تأمین قرار گیرد.

٦- پی‌نوشت‌ها

1. Electronic Toll Collection
2. Dedicated Short-Range Communications
3. Radio Frequency Identification
4. Short Message Service
5. Electronic Road Pricing
6. Global Navigation Satellite System
7. Vehicle Information and Communication System
8. Intelligent Transportation System
9. Global Positioning System
10. Global System for Mobile Communications
11. On-Board Unit
12. Automatic Number Plate Recognition
13. Automatic Vehicle Identification
14. Automatic Vehicle Characterization
15. Vehicle Enforcement System
16. Service Level Agreement

۷- مراجع

-Abuzwidah, M., & Abdel-Aty, M. (2015). Safety assessment of the conversion of toll plazas to all-electronic toll collection system. *Accident Analysis & Prevention*, *80*, 153-161.

-Adurthi, N. M., Bari, C. S., Navandar, Y. V., & Dhamaniya, A. (2022). A Study on User Acceptable Road Pricing Policy for Toll Roads: A Case of Eethakota, India. *Transportation Research Procedia*, *62*, 656-663.

-Ajami, A. K., Ammar, H., & Artail, H. (2022). Analyzing the coexistence of DSRC and Wi-Fi networks using the Poisson line Cox process. *Physical Communication*, *50*, 101518.

-Ajanthan, T., Kamalaruban, P., & Rodrigo, R. (2013). Automatic number plate recognition in low quality videos. 2013 IEEE 8th International Conference on Industrial and Information Systems.

-Amorim, M., Lobo, A., Rodrigues, C., & Couto, A. (2014). Optimal location of electronic toll gantries: The case of a Portuguese freeway. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *111*, 880-889.

-Anowar, M., Khan, M., Kabir, M., Hossen, M., Alam, M., Sunny, M., & Hasan, M. (2016). Application of dedicated short-range communication within M-commerce and intelligent transportation services, and its global adaptation using RFID technology. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, *2*(7), 764-771.

-Astarita, V., Giofrè, V., Guido, G., & Festa, D. (2013). A simple road pricing systems based on mobile phone and time of use toll policy. In *XX Convegno Nazionale e Seminario Scientifico della Società Italiana dei Docenti di Trasporti*.

-Bari, C., Dhamaniya, A., & Chandra, S. (2023). Drivers' willingness to shift towards electronic toll collection system in india. *Case Studies on Transport Policy*, *13*, 101046.

-Borges, R., Sebé, F., & Valls, M. (2022). An anonymous and unlinkable electronic toll collection system. *International Journal of Information Security*, *21*(5), 1151-1162.

-Chandrappa, S., Guruprasad, M., Kumar, H. N., Raju, K., & Kumar, D. S. (2023). An IOT-Based Automotive and Intelligent Toll Gate Using RFID. *SN Computer Science*, *4*(2), 154.

-Chattoraj, S., Bhowmik, S., Vishwakarma, K., & Roy, P. (2017). Design and implementation of low cost electronic toll collection system in India. *2017 Second International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT).*

-Chauhan, R. K., & Chauhan, K. (2022). Intelligent toll collection system for moving vehicles in India. *Intelligent Systems with Applications*, *15*, 200099.

-Cheng, W., Wang, S., & Cheng, X. (2014). Virtual track: Applications and challenges of the RFID System on Roads. *IEEE Network*, 28(1), 42-47.

-Du, S., Ibrahim, M., Shehata, M., & Badawy, W. (2012). Automatic license plate recognition (ALPR): A state-of-the-art review. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, *23*(2), 311-325.

-Ghadimi, S. J., Gutierrez, S. N., & Chang, C. M. (2017). Integrating Guardrail System Preservation Policies into Asset Management Practices: Development of a Performance-Based Model. *Transportation Research Record*, *2646*(1), 49-56.

pavement. *Transportation Research Record*, *2673*(1), 358-368.

-Salunke, P., Malle, P., Datir, K., & Dukale, J. (2013). Automated toll collection system using RFID. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, *9*(2), 61-66.

-Sathyanarayana, N. (2022). A Survey on Vehicle Detection and Classification for Electronic Toll Collection Applications. In *Distributed Computing and Optimization Techniques: Select Proceedings of ICDCOT 2021,* Springer. 101-110.

[Record #23 is using a reference type undefined in this output style.]

-Soni, A., & Kaur, S. (2016). Automated car number plate detection system to detect far number plates. *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering*, *3*(1), 82-89.

-Tarko, A. P., Villwock, N. M., & Blond, N. (2008). Effect of median design on rural freeway safety: flush medians with concrete barriers and depressed medians. *Transportation Research Record*, *2060*(1), 29-37.

-Tighe, S., Li, N., Falls, L. C., & Haas, R. (2000). Incorporating road safety into pavement management. *Transportation Research Record*, *1699*(1), 1-10.

-Tseng, P.-H., & Pilcher, N. (2022). Political and technical complexities of electronic toll collection: Lessons from Taiwan. *Case Studies on Transport Policy*, *10*(1), 444-453.

-Wu, Q.-Z., Cheng, H.-Y., Lin, Y.-W., & Lee, S.-Y. (2000). Trust-worthy video enforcement for electronic toll collection. 2000 Digest of Technical Papers. International Conference on Consumer Electronics. *Nineteenth in the Series (Cat. No. 00CH37102)*.

-Xiang, W., Wang, C., Li, X., Xue, Q., & Liu, X. (2022). Optimizing guidance signage system to improve drivers' lane-changing behavior at the expressway toll plaza. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 90, 382-396.

-Zoy, K. H., Shahrier, M., & Huq, A. S. (2020). A systematic review of electronic toll collection systems. *International Conference on Transportation Research.*

-Holguín-Veras, J., & Wang, Q. (2011). Behavioral investigation on the factors that determine adoption of an electronic toll collection system: Freight carriers. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *19*(4), 593-605.

-Khan, F. H. (2019). Electronic Toll Collection System in Bangladesh: Challenges and Prospects. *Bangladesh Journal of Public Administration*.

-Li, C. (2010). Automatic vehicle identification (AVI) system based on RFID. 2010 International Conference on Anti-Counterfeiting, Security and Identification.

-Li, F., Chen, D., Song, X., & Chen, Y. (2009). LEDs: A promising energy-saving light source for road lighting. 2009 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference.

-Lin, Z., Zou, F., Guo, F., Yu, X., Li, N., & Xia, C. (2023). A Method of Expressway Congestion Identification Based on the Electronic Toll Collection Data. In *Advances in Smart Vehicular Technology, Transportation, Communication and Applications: Proceedings of VTCA 2022, Springer.* 501-514.

-Lu, L., Zhao, D., Fan, J., & Li, G. (2022). A brief review of sealants for cement concrete pavement joints and cracks. *Road Materials and Pavement Design*, *23*(7), 1467-1491.

-Ma, W., Xing, D., McKee, A., Bajwa, R., Flores, C., Fuller, B., & Varaiya, P. (2013). A wireless accelerometer-based automatic vehicle classification prototype system. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *15*(1), 104-111.

-Milenković, M., Nikolić, M., & Glavić, D. (2022). Optimization of toll road lane operation: Serbian case study. *Operational Research*, *22*(5), 5297-5322.

-Numrich, J., Ruja, S., & Voß, S. (2012). Global navigation satellite system based tolling: state-of-the-art. *Netnomics: Economic Research and Electronic Networking*, *13*, 93-123.

-Saghafi, M., Tabatabaee, N., & Nazarian, S. (2019). Performance evaluation of slurry seals containing reclaimed asphalt

Analysis and Evaluation of Electronic Toll Collection Systems (ETC)

Hossein Zanjirani Farahani, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Tafresh University, Iran.
Atiye Farahani, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Tafresh University, Iran.
Seyed Mohammad Hosein Dehnad, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Qom, Iran.
Abolfazl Yazdi, Ph.D., Student, Department of Civil Engineering, University of Qom, Iran.

E-mail: m.dehnad@qom.ac.ir

Received: August 2024- Accepted: December 2024

ABSTRACT
The Electronic Toll Collection (ETC) system has gained attention as an advanced method for toll collection on expressways, highways, and roads. This system improves the passenger experience by allowing vehicles to pass through toll collection points without stopping and deducting the toll electronically from the driver's account. The main advantage of this technology is the reduction of traffic congestion at toll collection points, which leads to smooth transportation, uninterrupted traffic flow, congestion reduction, environmental improvement, revenue generation, and increased road safety. This study examines the priorities and existing issues in the country's expressway network. It also investigates the experiences of electronic toll collection in other countries and the performance of the ETC system. Finally, the method of electronic toll collection in Iran, currently being conducted by banks and implementing companies, is analyzed, and its advantages and disadvantages are examined. Additionally, the ETC system will be compared to the traditional (manual) toll collection method in terms of vehicle traffic recording and toll collection point performance. This research aims to improve the country's expressway network and enhance the electronic toll collection system, providing suggestions and solutions for its improvement and optimization.

Keywords: Freeway, Electronic Toll Collection (ETC), Traffic Congestion Reduction, Intelligent Transportation System