

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکترونیک

تشخیص خواب آلودگی راننده بر اساس رفتار طولی خودرو توسط شبکه

عصبی در شبیه ساز رانندگی

نویسنده:

مرضیه سراج

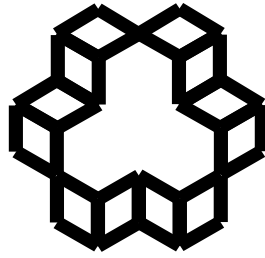
استاد راهنما:

دکتر علی نحوی

استاد مشاور:

دکتر مهدی علیاری شوره دلی

زمستان ۱۳۹۱



تأسیس ۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

تأییدیه هیات داوران

هیئت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان "تشخیص خواب‌آلودگی راننده بر اساس رفتار طولی خودرو توسط شبکه‌های عصبی در شبیه-ساز رانندگی" توسط خانم مرضیه سراج صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته **مکاترونیک** با رتبه مورد تأیید قرار می‌دهند.

استاد راهنما: آقای دکتر علی نحوی

امضاء

استاد مشاور: آقای دکتر مهدی علیاری شوره‌دلی

امضاء

ممتحن خارجی: آقای دکتر سید تیمور حسینی

امضاء

ممتحن داخلی: آقای دکتر سیدحسین ساداتی

امضاء

نماینده معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی

امضاء

اظهارنامه دانشجو

موضوع پایان نامه: تشخیص خواب‌آلودگی راننده بر اساس رفتار طولی خودرو توسط شبکه‌های

عصبی در شبیه‌ساز رانندگی

استاد راهنما: آقای دکتر علی نحوی

استاد مشاور: دکتر مهدی علیاری شوره‌دلی

نام دانشجو: مرضیه سراج نجف‌آبادی

شماره دانشجویی: ۸۹۰۴۰۸۴

اینجانب **مرضیه سراج** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش **مکاترونیک** دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد، و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیم به

پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن عزیزانی که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلا می‌مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام

برسم.

تشکر و قدردانی

کمال تشکر و سپاس را دارم از استاد شایسته‌ام جناب آقای دکتر علی نحوی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند و از هیچ کمکی در این زمینه بر من دریغ نمودند.

همچنین از استاد فرهیخته، جناب آقای دکتر مهدی علیاری، که زحمت مشاوره این پایان‌نامه را متقبل شدند و از اساتید گرانقدر، جناب آقای دکتر سید حسین ساداتی و جناب آقای سرهنگ سید تیمور حسینی که زحمت داوری این پایان‌نامه را متقبل شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. همینطور از اعضای گروه خواب‌آلودگی و اعتیاد آزمایشگاه واقعیت مجازی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی خصوصا خانم‌ها، مهسا منتظری و دریا صادقی و آقایان، محمدرضا آشوری، مهرشاد نیک‌نژاد و دکتر سجاد سمیعی صمیمانه سپاسگزارم.

چکیده

با توجه به رقابت صنایع خودرو در تولید خودروهای ایمن‌تر و هوشمندتر از سویی و آمار دلخراش تصادفات ناشی از خستگی و خواب‌آلودگی رانندگان از سوی دیگر، بر آن شدیم تا با تحلیل و بررسی رفتار راننده به عنوان مهم‌ترین عامل در سیکل رانندگی، گامی در جهت کاهش این قبیل تصادفات دلخراش برداریم. در این پروژه ابتدا یک مدل تعقیب خودروی فازی برای رانندگان طراحی کردیم، سپس این مدل را برای رانندگان هشیار و خواب‌آلوده با تغییر قانون‌ها و توابع عضویت و با استفاده از نتایج بدست آمده از داده‌های واقعی تنظیم کردیم. برای جمع‌آوری داده‌های واقعی، آزمایشاتی با سناریوها و محیط‌های نزدیک به واقعیت در شبیه‌ساز خودروی سواری پژو طراحی کردیم. در گام بعدی برای تشخیص بهتر خواب‌آلودگی رانندگان، رفتار هر فرد را در دو حالت خواب‌آلوده و هشیار خودش در شرایط رانندگی یکسان مقایسه کردیم و این‌بار برای تفکیک بهتر از شبکه‌های عصبی استفاده کردیم که به خوبی قادرند این دو حالت انسانی را از هم تفکیک کنند. نتایج نشان می‌دهند که ویژگی‌های مانند زمان جابجایی بین پدال گاز و ترمز و انحراف معیار سرعت و شتاب طولی کاربر به خوبی نشان دهنده سطح هشیار راننده هستند.

کلید واژه: رانندگان، هشیار، خواب‌آلود.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ل.....	فهرست جدول‌ها.....
م.....	فهرست شکل‌ها.....
۱۶.....	فصل ۱- خواب آلودگی و تاثیر آن بر رانندگی.....
۱۷.....	1-1- مقدمه.....
۱۷.....	۱-۲- تعریف خواب و انواع آن.....
۱۸.....	۱-۳- خواب آلودگی و حوادث رانندگی.....
۱۹.....	۱-۴- چه عواملی موجب خواب آلودگی در رانندگان می‌شود؟.....
۲۰.....	۱-۵- ضرورت طراحی سیستم‌های تشخیص خواب آلودگی راننده.....
۲۱.....	۱-۶- انواع روش‌های تشخیص خواب آلودگی.....
۲۲.....	۱-۷- مروری بر کارهای انجام شده در تشخیص خواب آلودگی راننده.....
۲۲.....	۱-۷-۱- فراخوان هوشیاری فورد برای رانندگان اروپایی.....
۲۴.....	۱-۷-۲- شرکت مرسدس بنز- سیستم کمکیار توجه.....
۲۵.....	۱-۷-۲-۱- رفتار فرمان اتومبیل به عنوان شاخص کلیدی خواب آلودگی.....
۲۵.....	۱-۷-۲-۲- چگونه سیستم مرسدس خواب آلودگی را کشف میکند؟.....
۲۶.....	۱-۷-۳- شرکت ولوو- کنترل هوشیاری راننده و هشدار انحراف از خط خودروهای ولوو.....
۲۷.....	۱-۷-۳-۱- نحوه کار کنترل هوشیاری راننده (DAC).....
۲۷.....	۱-۷-۳-۲- سیستم هشدار- پیام نوشتاری و سیگنال‌های شنیداری.....
۲۹.....	۱-۷-۳-۳- اخطار انحراف از خط (LDW).....
۳۰.....	۱-۷-۳-۴- محدودیتهای سیستم.....
۳۰.....	۱-۸- فرآیند تعقیب خودرو.....
۳۲.....	۱-۹- ایده‌ها و نگرش‌های مطرح در نگرش پروژه حاضر.....
۳۳.....	۱-۱۰- جمع‌بندی و توضیح فصول آتی.....
۳۴.....	فصل ۲- شبیه‌ساز رانندگی سواری پژو CI 003 Semi و نحوه انجام آزمایشات.....
۳۴.....	۲-۱- مقدمه.....
۳۴.....	۲-۲- کاربردهای شبیه‌سازهای رانندگی.....
۳۴.....	۲-۲-۱- آموزش رانندگی.....

۳۵	تفریح و سرگرمی	۲-۲-۲
۳۵	ورزش اتومبیل‌رانی	۳-۲-۲
۳۵	تحقیق و توسعه خودرو	۴-۲-۲
۳۶	بازار سنجی و بازاریابی محصولات جدید خودروسازان	۵-۲-۲
۳۶	وسایل نقلیه کنترل از راه دور	۶-۲-۲
۳۶	تشخیص علل تصادفات	۷-۲-۲
۳۷	مشخصات شبیه ساز رانندگی خودروی سواری پژو CI 003 Semi	۳-۲
۳۸	ثبت اطلاعات	۴-۲
۳۹	محیط مجازی	۵-۲
۴۰	ناخوشی مجازی	۱-۵-۲
۴۱	انجام آزمایشات	۶-۲
۴۳	اطلاعات آماری رانندگان مورد آزمایش	۷-۲
۴۶	فصل ۳ - شبیه سازی مدل راننده	
۴۶	مقدمه	۱-۳
۴۷	مدلسازی تعقیب خودرو	۲-۳
۴۷	طراحی و شبیه سازی مدل تعقیب خودرو با استفاده از کنترل فازی	۳-۳
۴۸	مدل سیستم برای هدایت طولی	۴-۳
۴۹	کنترل تعقیب	۵-۳
۵۱	تولید خط مسیر	۶-۳
۵۴	کنترل کننده فازی دوم	۱-۶-۳
۵۶	شبیه سازی در محیط Simulink نرم افزار Matlab	۷-۳
۵۷	نتایج مدل فازی راننده	۸-۳
۶۱	فصل ۴ - طراحی سناریو، پردازش اطلاعات و نتایج آزمایشات	
۶۱	طراحی سناریو جهت بررسی رفتار راننده	۱-۴
۶۳	پردازش اطلاعات و نتایج آزمایشات	۲-۴
۶۴	تحلیل سناریوی تعقیب خودرو	۳-۴
۶۴	محاسبه ویژگی ها در سناریوی تعقیب خودرو	۱-۳-۴
۶۶	همبستگی دو سیگنال سرعت کاربر و خودروی پیشرو	۱-۱-۳-۴
۶۶	بهره	۲-۱-۳-۴
۶۷	جابجایی فرکانس	۳-۱-۳-۴

۶۷	تاخیر..... ۴-۱-۳-۴
۶۸	فاصله نسبی..... ۵-۱-۳-۴
۷۰	فیلتر کردن نویز..... ۲-۳-۴
۷۳	خوشه بندی رانندگان به روش Kmeans..... ۴-۴
۷۴	احتیاط : پویا(فعال) یا محتاط..... ۱-۴-۴
۷۵	مهارت : ماهر یا غیر ماهر..... ۲-۴-۴
۷۶	هشیاری : سر حال یا خواب آلود..... ۳-۴-۴
۷۷	جداسازی رانندگان هشیار و خواب آلود با استفاده از شبکه عصبی..... ۵-۴
۷۷	انتخاب ویژگی های موثر..... ۱-۵-۴
۷۸	نرمالیزه کردن..... ۲-۵-۴
۷۹	طراحی ساختار شبکه عصبی برای سناریوی تعقیب خودرو..... ۳-۵-۴
۸۴	معیارهای دسته بندی..... ۴-۵-۴
۸۴	حساسیت..... ۱-۴-۵-۴
۸۴	خصوصیت..... ۲-۴-۵-۴
۸۴	صحت..... ۳-۴-۵-۴
۸۵	ضریب همبستگی Matthew..... ۴-۴-۵-۴
۸۶	اعتبار سنجی اطلاعات..... ۶-۴
۸۶	شاخص خواب آلودگی KSS..... ۱-۶-۴
۸۶	فیلم ضبط شده از چهره رانندگان..... ۲-۶-۴
۸۷	پرسشنامه خواب اپ ورث..... ۳-۶-۴
۸۸	فصل ۵ - نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۸۸	۱-۵ خلاصه.....
۸۸	۲-۵ نتیجه گیری.....
۸۹	۳-۵ کارهای آینده.....
۹۰	ضمیمه أ - پرسشنامه های اطلاعات رانندگان شرکت کننده در تست تشخیص خواب آلودگی.....
۹۴	ضمیمه ب - پرسشنامه خواب.....
۹۴	نحوه تحلیل پرسشنامه اپ ورث.....
۹۶	فهرست مراجع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۵۶.....	جدول ۱-۳ : مقادیر زمان پیشروی و میانگین فاصله برای کنترل کننده فازی ۲.....
۵۹.....	جدول ۲-۳: بررسی میزان صحت و دقت عملکرد مدل تعقیب خودروی فازی.....
۶۴.....	جدول ۱-۴ : ویژگی های بدست آمده در سناریوی تعقیب خودرو.....
۷۴.....	جدول ۲-۴: مشخصه های بدست آمده از رانندگی افراد در سناریوی تعقیب خودرو برای خوشه بندی..
۷۴.....	جدول ۳-۴ : دسته بندی ویژگیهای مورد استفاده برای خوشه بندی رانندگان.....
۷۸.....	جدول ۴-۴ : جدولی از مشخصات ویژگی های موثر در تفکیک دو گروه رانندگان هشیار و خواب آلود..
۸۳.....	جدول ۵-۴ : درصد تشخیص حالات خواب آلود و هشیار توسط شبکه عصبی برای هر راننده.....
۸۶.....	جدول ۶-۴ : مقایسه معیارهای دسته بندی برای کلیه رانندگان.....
۸۷.....	جدول ۷-۴ : میزان استعداد رانندگان در خواب آلوده شدن بر اساس پرسشنامه Epworth.....
۹۵.....	جدول ۱-۵ : نحوه نمره دهی به پرسشنامه Epworth.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۳	شکل ۱-۱: سیستم هشدار به راننده در خودرو فورد [۶].....
۲۵	شکل ۲-۱: پارامترهای سیستم کمک‌یار توجه خودروی مرسدس بنز [۷].....
۲۶	شکل ۳-۱: سیستم هشدار خودرو مرسدس بنز [۷].....
۲۷	شکل ۴-۱: سیستم کنترل هوشیاری راننده خودرو ولوو [۸].....
۲۸	شکل ۵-۱: دوربین تشخیص دهنده حرکت خودرو در خودرو ولوو [۸].....
۲۸	شکل ۶-۱: سیستم هشدار خودرو ولوو [۸].....
۲۹	شکل ۷-۱: سیستم هشدار خروج از خط خودرو ولوو [۸].....
۳۰	شکل ۸-۱: فرایند تعقیب خودرو.....
۳۲	شکل ۹-۱: تعقیب خودرو از دیدگاه مهندسی کنترل.....
۳۸	شکل ۱-۲: شبیه‌ساز رانندگی پژو از نمای راننده.....
۳۸	شکل ۲-۲: شبیه‌ساز رانندگی پژو از نمای بیرون.....
۴۰	شکل ۳-۲: تاثیر میدان دید داخلی [۲۹].....
۴۱	شکل ۴-۲: تاثیر میدان دید خارجی [۲۹].....
۴۳	شکل ۵-۲: نمایش معیار KSS بر روی شبیه‌ساز رانندگی پژو.....
۴۴	شکل ۶-۲: نمودار پراگندگی سن رانندگان (بر حسب سال).....
۴۴	شکل ۷-۲: نمودار پراگندگی تحصیلات رانندگان.....
۴۵	شکل ۸-۲: نمودار پراگندگی تجربه رانندگی کاربران (بر حسب تعداد سنوات داشتن گواهینامه).....
۴۵	شکل ۹-۲: نمودار پراگندگی سابقه رانندگی خارج از شهر رانندگان (بر حسب کیلومتر در سال).....
۴۷	شکل ۱-۳: پارامترهای کنترل تعقیب خودرو.....
۴۸	شکل ۲-۳: نمای کنترل [۳۰].....
۴۸	شکل ۳-۳: مدل سیستم برای هدایت طولی خودرو [۳۰].....
۴۹	شکل ۴-۳: کنترل کننده فازی [۳۰].....
۴۹	شکل ۵-۳: نمای کنترل با جزئیات [۳۰].....
۵۰	شکل ۶-۳: توابع عضویت برای کنترل دنباله روی.....
۵۲	شکل ۷-۳: مدل تولید خط مسیر [۳۰].....
۵۳	شکل ۸-۳: توابع عضویت ورودی و خروجی های کنترل کننده فازی ۱ برای تولید شتاب خودرو.....

- شکل ۳-۹ : مقادیر مجموعه فازی یگانه در خروجی کنترل کننده فازی ۱ ۵۴
- شکل ۳-۱۰ : قوانین فازی مربوط به رانندگی خواب آلوده و هشیار در کنترل کننده ۱ فازی ۵۴
- شکل ۳-۱۱ : کنترل کننده فازی ۲ برای تعیین ویژگیهای انسانی راننده ۵۵
- شکل ۳-۱۲ : توابع عضویت ورودی و خروجی کنترل کننده فازی دوم ۵۶
- شکل ۳-۱۳ : مدل راننده و خودروی شبیه سازی شده در سیمولینک ۵۷
- شکل ۳-۱۴ : مقایسه سرعت واقعی کاربر و سرعت ایجاد شده توسط مدل تعقیب خودروی فازی ۵۷
- شکل ۳-۱۵ : مقایسه پدال ترمز واقعی و پدال ترمز مدل فازی ۵۸
- شکل ۳-۱۶ : مقایسه پدال گاز واقعی و خروجی پدال مدل تعقیب خودروی فازی ۵۸
- شکل ۳-۱۷ : مقایسه فاصله تا خودروی جلویی واقعی و فاصله ایجاد شده توسط مدل تعقیب خودروی فازی ۵۹
- شکل ۴-۱ : سناریوی تعقیب خودرو از نمای داخل شبیه ساز پژو ۶۱
- شکل ۴-۲ : سیگنالهای سرعت خودروی کاربر و سرعت خودروی LV ۶۶
- شکل ۴-۳ : محتویات فرکانسی سیگنالهای سرعت خودروی کاربر و سرعت خودروی LV ۶۷
- شکل ۴-۴ : چگونگی محاسبه Tresa ۶۸
- شکل ۴-۵ : چگونگی محاسبه TreaB ۶۹
- شکل ۴-۶ : چگونگی محاسبه Tsw ۶۹
- شکل ۴-۷ : فیلتر کردن نویز شتاب خودروی جلویی ۷۰
- شکل ۴-۸ : مقایسه دسته اول ویژگی های رانندگان هشیار و خواب آلود در سناریوی تعقیب خودرو ۷۱
- شکل ۴-۹ : مقایسه دسته دوم ویژگی های رانندگان هشیار و خواب آلود در سناریوی تعقیب خودرو ۷۱
- شکل ۴-۱۰ : مقایسه دسته سوم ویژگی های رانندگان هشیار و خواب آلود در سناریوی تعقیب خودرو ۷۲
- شکل ۴-۱۱ : مقایسه دسته چهارم ویژگی های رانندگان هشیار و خواب آلود در سناریوی تعقیب خودرو ۷۲
- شکل ۴-۱۲ : دسته پنجم از ویژگی های رانندگان هشیار و خواب آلود ۷۳
- شکل ۴-۱۳ : نمودار میله ای میزان زمان پیشرفت برای رانندگان هشیار و خواب آلود ۷۳
- شکل ۴-۱۴ : خوشه بندی رانندگان محتاط و پرخاشگر ۷۵
- شکل ۴-۱۵ : خوشه بندی رانندگان در دسته های ماهر و غیر ماهر ۷۶
- شکل ۴-۱۶ : خوشه بندی رانندگان در دسته های ماهر و غیر ماهر ۷۷
- شکل ۴-۱۷ : نرمالیزه کردن ویژگی های بدست آمده از داده ها ۷۹
- شکل ۴-۱۸ : بسته بندی رفتار رانندگان برای مقایسه رفتار هر شخص در دو حالت هشیار و خواب آلود ۸۰

- شکل ۴-۱۹ : عملکرد شبکه عصبی در کاهش خطا در سناریوی تعقیب خودرو برای راننده دوم..... ۸۱
- شکل ۴-۲۰ : Confusion Matrix برای شبکه عصبی در سناریوی تعقیب خودرو برای راننده دوم..... ۸۲
- شکل ۴-۲۱ : گرادیان و Validation Check برای شبکه عصبی در سناریوی تعقیب خودرو برای راننده دوم..... ۸۲
- شکل ۴-۲۲ : نمودار میله ای بردار هدف و خروجی تخمین زده شده توسط شبکه عصبی برای راننده دوم..... ۸۳
- شکل ۴-۲۳ : چرت زدن ۵ ثانیه‌ای یکی از رانندگان در هنگام رانندگی در سناریوی تعقیب خودرو..... ۸۷

فصل ۱- خواب آلودگی و تاثیر آن بر رانندگی

۱-۱ - مقدمه

خواب‌آلودگی واژه‌ای است که معمولاً برای توصیف حالت کمبود خواب و اتمام انرژی فرد برای فعال نگه داشتن هشیاری خود به کار می‌رود. خواب‌آلودگی راننده به شدت می‌تواند بر نحوه قضاوت و تصمیم‌گیری وی تاثیرگذار باشد. نشانه‌های خواب‌آلودگی در راننده‌های گوناگون متفاوت است ولی به طور کلی ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- کاهش تمرکز
- انحراف از مسیر
- عبور بی توجه از کنار علائم راه و کندی عکس‌العملها
- سنگین شدن پلک‌ها
- احساس بیقراری و زودرنجی و تند مزاجی
- شتاب و ترمزگیری غیرمعمول و چرت زدن‌های کوتاه
- مشکل در حفظ خودرو بین خطوط جاده

۱-۲ - تعریف خواب و انواع آن [۱]

زندگی ما انسانها از رفتارهای مختلفی تشکیل شده است که یکی از مهم‌ترین آنها خواب است، زیرا خواب کافی باعث می‌شود که بتوانیم توانایی‌های ادراکی خود مانند حافظه، تفکر و کلام را در حد مطلوبی حفظ کنیم. برای اکثر انسان‌ها این اتفاق افتاده است که پس از یک شب بی‌خوابی دچار کسلی و افت کارکرد مغزی در روز بعد شده باشند. این خود نشان می‌دهد که خواب تا چه حد در حفظ و نگهداری فعالیت‌های مغزی کمک می‌کند. خواب فرآیند پیچیده‌ای است که مدت‌ها توجه دانشمندان را به خود جلب کرده است و هر روزه نکات جدیدی در مورد آن کشف می‌شود. یکی از راه‌ها برای درک بهتر خواب مرحله‌بندی آن است که کار مطالعه آن را برای ما آسان‌تر می‌کند.

مرحله اول:

قسمت سبک خواب همان دوره بین خواب و بیداری است. در این مرحله مغز امواجی تولید می‌کند که به آن امواج تتا می‌گویند. این امواج دارای دامنه‌ای بلند و کند هستند. این مرحله کوتاه است و فقط ۵ تا ۱۰ دقیقه طول می‌کشد.

مرحله دوم:

این مرحله از خواب ۲۰ دقیقه به طول می‌انجامد و امواج مغزی به صورت منظم و سریع تغییر شکل می‌دهند که به دوک‌های خواب معروفند. همچنین در این مرحله دمای بدن کاهش یافته و ضربان قلب کندتر می‌شوند.

مرحله سوم:

امواج مغزی در طول خواب عمیق و کند شده و امواج دلتا شروع به پدیدار شدن می‌کنند. این مرحله مرز بین خواب سبک و خواب عمیق است.

مرحله چهارم:

در این مرحله امواج دلتا تولید می‌شوند. این مرحله ۳۰ دقیقه طول می‌کشد و فرد خواب عمیقی را تجربه می‌کند.

مرحله پنجم:

مرحله پنجم خواب مرحله‌ای است که اغلب خواب دیدن‌ها در طول آن اتفاق می‌افتند. از مشخصه‌های این مرحله، حرکت چشم‌ها، تندتر شدن تنفس و افزایش فعالیت مغز می‌باشد. معمولاً پس از ۹۰ دقیقه خوابیدن، وارد مرحله پنجم خواب می‌شویم و هرچه در طول شب جلو می‌رویم، یعنی در چرخه‌های بعدی خواب، طول مرحله پنجم خواب بیشتر و بیشتر می‌شود تا جایی که این مرحله می‌تواند به یک ساعت هم برسد.

۱-۳- خواب آلودگی و حوادث رانندگی

خواب‌آلودگی رانندگان یکی از عوامل تاثیرگذار در وقوع تصادفات شدید جاده‌ای است که همه ساله قربانیان زیادی می‌گیرد. خواب‌آلودگی به دلیل اهمیت زیادی که در بحث سوانح رانندگی دارد امروزه در کانون توجه بسیاری از متخصصان امر ترافیک در کشورهای مختلف جهان قرار گرفته است.

بررسی آمار تصادفات فوتی در سال ۱۳۸۶ در ایران حاکی از آن است که علت ۳۱ درصد از حوادث رانندگی واژگونی خودروها بوده که بخش عمده آن با خواب‌آلودگی رانندگان ارتباط دارد. این مورد در وسایل نقلیه حمل و نقل عمومی مانند کامیون‌ها

و اتوبوس‌های مسافربری حدود ۲۴ درصد بوده که با توجه به اهمیت و شدت این تصادفات توجه بیشتری را می‌طلبد [۲].

۱-۴- چه عواملی موجب خواب آلودگی در رانندگان می‌شود؟

خواب یک موضوع انتخابی نیست بلکه حیاتی و ضروری است و هرچه مدت بیشتری یک فرد بیدار بماند نیاز او به خواب بیشتر می‌شود و مقاومتش در برابر خواب بسیار کم می‌شود. خواب آلودگی می‌تواند زمان عکس‌العمل، میزان هوشیاری و سطح آگاهی و تمرکز را به خصوص هنگام رانندگی تحت تاثیر قرار دهد. نوع سفر و حالات خستگی راننده نیز عوامل دیگر ایجاد خواب‌آلودگی هستند. عامل دیگر ایجاد خواب-آلودگی در رانندگان، ساعات رانندگی است. در اغلب کشورها براساس مقررات برای رانندگان محدودیت‌هایی در مورد تعداد ساعات رانندگی بدون وقفه، مقدار ساعت رانندگی مجاز در طول یک روز و میزان استراحت و کار وجود دارد. این مقررات برای جلوگیری از رانندگی در دوره‌های زمانی طولانی و خواب‌آلودگی پشت فرمان وضع شده‌اند.

افرادی که به صورت شیفتی کار می‌کنند و کسانی که داروهای محرک مصرف می‌کنند یا دچار بیماری‌های اعصاب و روان هستند نیز دچار اختلالات خواب و خواب‌آلودگی هستند. برخی از عملکردهای طبیعی بدن و شرایط فیزیولوژیک نیز می‌توانند سبب خواب‌آلودگی شوند. از جمله این مسایل می‌توان به پرخوری خصوصاً مصرف زیاد غذاهای چرب و یا استفاده از غذاهای تخمیری مانند دوغ که زمینه را برای چرت زدن و خواب‌آلودگی مهیا می‌کنند، اشاره کرد.

در بسیاری از کشورهای جهان مصرف مشروبات الکلی یکی از عوامل اصلی تصادفات رانندگی است. الکل و مواد مخدر که تضعیف‌کننده‌های سیستم عصبی مرکزی و مغز هستند، می‌توانند با ایجاد خواب‌آلودگی و گیجی، زمان تصمیم‌گیری و عکس‌العمل راننده را افزایش داده و موجب افزایش احتمال وقوع تصادفات شوند. مصرف برخی از داروهای آرام‌بخش و خواب‌آور مثل دیازپام یا داروهای حاوی کدئین و نیز داروهای ضد حساسیت (آنتی‌هیستامین) نیز گیجی و خواب‌آلودگی راننده را در پی دارند. خواب‌آلودگی می‌تواند همچنین نشانه‌ای از بیماری‌های جسمی مانند نارسایی کلیه، نارسایی قلبی و بیماری‌های تنفسی باشد. افسردگی شدید نیز همیشه با نوعی از اختلالات خواب همراه است. مصرف برخی از داروها در بیماران که دچار مشکلات اعصاب و روان هستند نیز سبب تشدید خواب‌آلودگی می‌شود که معمولاً توصیه

می شود این بیماران حتماً تحت نظر پزشک قرار گرفته و تا زمانی که پزشک معالج صلاح نمی‌داند از رانندگی اجتناب کنند .

علاوه بر موارد گفته شده در بالا، وقفه تنفسی یا آپنه خواب نیز حالتی است که با دوره‌های مکرر قطع تنفس در حین خواب مشخص می‌شود. علایم عمده این افراد خواب‌آلودگی زیاد روزانه و خرناس کشیدن‌های بلند غیرمعمول است. این افراد نه تنها در شب بلکه حتی در طی روز نیز در معرض خطر تصادفات جاده‌ای قرار دارند. این افراد اغلب چاق هستند و در خواب خروپف‌های شدیدی می‌کنند و دچار ایست تنفسی می‌شوند. بررسی‌ها نشان داده است که احتمال خطر تصادفات رانندگی در افرادی که خروپف داشتند ۳۰ درصد بیشتر از دیگران است [۳].

۱-۵- ضرورت طراحی سیستم‌های تشخیص خواب‌آلودگی راننده

رانندگی یکی از اعمال روزمره انسان امروزی می‌باشد. رانندگانی که به صورت حرفه‌ای به این کار اشتغال دارند معمولاً برای ساعت‌های متمادی مسافت‌های طولانی و یکنواختی را طی می‌کنند که بعضاً با ساعت‌های استراحت و خواب آنان تداخل پیدا می‌کند. اگر این وضعیت برای مدت طولانی ادامه پیدا کند می‌تواند موجب بروز مشکلاتی در ارتباط با خواب و خواب‌آلودگی راننده شده و در هنگام رانندگی خطرساز شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد با وجود اینکه ایران کمتر از یک صدم جمعیت جهان را به خود اختصاص داده بیش از یک چهارم بار ناشی از حوادث ترافیکی جهان را در خود جای داده است. در حالی که میزان بروز مرگ ناشی از حوادث مربوط به حمل و نقل در جهان ۲۰/۸ درصد از کل مرگ و میرها را به خود اختصاص می‌دهد ، در ایران این میزان ۳۸ درصد است. بر اساس گزارش پزشکی قانونی بیش از ۲۰ هزار نفر در سال ۱۳۹۰ بر اساس تصادفات رانندگی در ایران جان باختند. لذا با توجه به اهمیت تصادفات و خسارات جانی و مالی ناشی از آن که متأسفانه گروه‌های سنی فعال جامعه را بیشتر درگیر می‌کند، بررسی علل مؤثر و نقش آنها در تصادفات جاده‌ای می‌تواند زمینه‌ساز ارائه راهکارهای مناسب در جهت پیشگیری و کاهش بروز این حوادث باشد. رانندگی همراه با خواب‌آلودگی بیش از ۴ برابر، خطر تصادف رانندگی را افزایش می‌دهد با این وجود همچنان بصورت کاملاً شایعی رانندگان در حالت خواب-آلوده به رانندگی می‌پردازند [۴].