

ID: 232  
CODE: ee2016-02320204

Certificate

کوینامه ارائه مقاله

کنفرانس بین المللی مهندسی برق

International Conference on Electrical Engineering

برین وسیله کوای می شود ستاره با عنوان:

ترکیب روش های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن به منظور استخراج ویژگی های خواب آلودگی رانندگان به صورت

زمان حقیقی

نویسنده / نویسنده گان: رضا خدایی

دکتر ترانس مین الملی مهندسی برق، مورخ ۱۲ خرداد ماه ۱۳۹۵ در دانشگاه تهران، با حضور ایشان به صورت سخنرانی ارائه کرده است.  
توقیفی روز افزون شماره مجله علمی و اجرایی کشور عزیزمان ایران آرزو مندیم.

دکتر آرش احمد طاقانی  
رئیس هیئت مدیره کنفرانس



دکتر محمد شمس عابدیان  
رئیس هیئت مدیره کنفرانس

# ترکیب روش های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن به منظور استخراج ویژگی های خواب آلودگی رانندگان به صورت زمان حقیقی

رضا خدایی<sup>۱</sup>، محمد میکائیلی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شاهد، تهران،

*Rezakhodayi@yahoo.com*

<sup>۲</sup> استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شاهد، تهران، *mikaili@shahed.ac.ir*

چکیده: خستگی راننده یکی از مهم ترین علل اتفاق تصادفات در جاده ها می باشد. خستگی بر هوشیاری راننده اثر می گذارد و عکس العمل او را در مواجهه با خطرات احتمالی در طول رانندگی با مشکل روبرو می کند. تشخیص خستگی و خواب آلودگی راننده در موارد زیادی از جمله کاهش تصادفات جاده اهمیت دارد زیرا خستگی راننده هنگام رانندگی، می تواند خطر جانی برای خود فرد و سرنشینان در پی داشته باشد. بنابراین ارائه یک سیستم اتوماتیک و غیرتهاجمی به منظور تشخیص خواب آلودگی فرد و ارائه هشدار لازم به او، یکی از مطلوب های محققان است. در این پژوهش به منظور حل این مشکل، از روش های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن به منظور استخراج ویژگی های چشم ها و دهان استفاده شد. ویژگی های استخراج شده، سطح عنبیه برای چشم و نسبت عرض به طول دهان می باشند. این ویژگی ها به طبقه بند SVM داده شدند تا در نهایت میزان خستگی فرد را در سه سطح هوشیاری بیدار، خسته و خیلی خسته مشخص کند. الگوریتم ارائه شده روی سه مجموعه داده ی ثبت شده مورد ارزیابی قرار گرفت و توانست با نرخ تشخیص درست ۹۵،۶۴ و ۹۷،۶۹ به ترتیب برای روش های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن خواب آلودگی فرد را تشخیص دهد.

کلیدواژه- تشخیص خواب آلودگی، تبدیل هاف کروی، ضرب توابع پروجکشن، استخراج ویژگی

## ۱- مقدمه

۲- تحقیقاتی که بر اساس تغییرات فیزیکی راننده مانند حالت های دهان، چشم ها، جهت سر و ... ویژگی های خواب آلودگی را استخراج می کنند [۵-۶].

در کاربردهای زمان کوتاه، اگر چه مورد اول گزارش دقیق تری از خستگی راننده در اختیار قرار می داد اما به دلیل نصب الکترودهای ثبت سیگنال روی سر یا سینه ی راننده، روش عملی به نظر نمی رسید به علاوه، تماس الکترودها با سطح پوست راننده به وسیله ژل انجام می شد که در کاربردهای طولانی مدت به دلیل خشک شدن ژل یا قرارگیری نامناسب الکترودها، ثبت سیگنال با مشکل روبرو می شد در نتیجه استخراج ویژگی های خستگی راننده با مشکل روبرو می شد. به منظور حل این مشکلات، محققان روی استخراج ویژگی های خواب آلودگی به صورت غیر تهاجمی متمرکز شدند. این روش ها بر مبنای تغییرات فیزیکی چشم و دهان و جهت حرکت سر و بر اساس روش های پردازش تصویر، ویژگی های خواب آلودگی راننده را استخراج می کردند. در [۵] جی و یانگ، یک الگوریتم زمان حقیقی را در نرم افزار open-cv به منظور استخراج ویژگی های چشم پیشنهاد کردند. آنها سطح عنبیه را برای بررسی میزان باز یا بسته بودن

تشخیص حالت خواب آلودگی و ارائه هشدار لازم به افراد می تواند مانع از وقوع حوادث بسیار ناگوار شود. تشخیص خواب آلودگی در موارد زیادی از جمله کاهش تصادفات جاده اهمیت دارد زیرا خستگی راننده هنگام رانندگی، می تواند خطر جانی برای خود فرد و سرنشینان در پی داشته باشد. آمارها بیانگر این هستند که حدود ۲۰٪ از حوادث رانندگی ناشی از خواب آلودگی و خستگی راننده می باشند [۱]. در کشور ما نیز خواب آلودگی عامل بسیاری از تصادفات رانندگی است در حالی که هنوز فعالیت چشمگیری در این زمینه صورت نگرفته است. در این پژوهش بناست از ترکیب روش های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن به منظور تشخیص خستگی رانندگان و ارائه هشدار لازم به آنها بهره گرفته شود.

تحقیقات صورت گرفته در این زمینه را می توان در دو گروه کلی دسته بندی کرد:

۱- تحقیقاتی که بر اساس سیگنال های فیزیولوژیکی مانند سیگنال های مغزی، سیگنال قلبی، نرخ ضربان قلب و ... ویژگی های خواب آلودگی را استخراج می کنند [۲-۴].

نتایج و بحث ارائه شده است. بخش چهارم، شامل جمع‌بندی و پیشنهادات برای ادامه کار می باشد.

## ۲- روش پیشنهادی

در این بخش روش‌های استخراج ویژگی خواب آلودگی بررسی خواهند شد. هدف از این پژوهش این می باشد که روشی پیشنهاد شود که بتواند رفتار دهان و چشم‌ها را در ویدئو مورد بررسی قرار دهد و با استخراج ویژگی‌های مورد نظر سطح هوشیاری فرد را گزارش دهد. برای این منظور لازم است که یک دوربین CCD در جلوی راننده قرار داده شود تا از صورت راننده در طول رانندگی فیلم‌برداری کند. با توجه به اینکه از اطلاعات هر فریم، نیاز به نواحی چشم‌ها و دهان می باشد در نتیجه روشی نیاز خواهد بود که در هر فریم صورت، چشم‌ها و دهان راننده را بازیابی کند.

### ۱.۱.۲ تشخیص و دنبال کردن ناحیه مطلوب

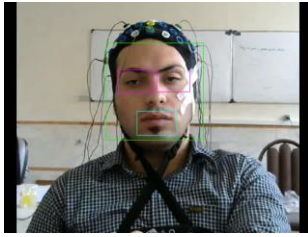
#### ۱.۱.۱.۲ تشخیص نواحی مطلوب

منظور از نواحی مطلوب در این پژوهش، چشم‌ها و دهان راننده می باشند. در این پژوهش از روش ویلا و جونز [۱۱] به منظور بازیابی نواحی مطلوب استفاده شد. این روش بر اساس استخراج ویژگی *Haar* عمل می کند. یکی از مزایای مهم این روش زمان حقیقی بودن آن است که آن را به یک ابزار قدرتمند در بازیابی صورت و اجزای آن تبدیل کرده است. شکل ۱، اعمال الگوریتم ویلا و جونز برای تشخیص ناحیه صورت و اجزای آن (شامل چشم‌ها و دهان) را نشان می دهد.

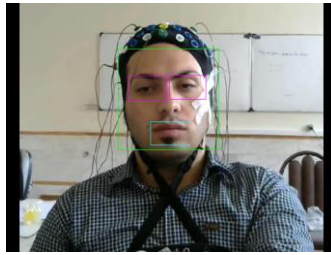
#### ۲.۱.۲ دنبال کردن نواحی مطلوب

به منظور دنبال کردن تغییرات صورت و چشم‌ها از الگوریتم *camshift* بهره گرفته شد [۱۲]. این الگوریتم بر پایه ی ویژگی‌های مختلفی در الگوریتم کام شیفت به منظور دنبال کردن تغییرات مورد استفاده واقع شده است اما از آنجا که هدف، دنبال کردن تغییرات صورت فرد می باشد در این پژوهش از ویژگی رنگ گوشت انسان به منظور دنبال کردن تغییرات به وجود آمده

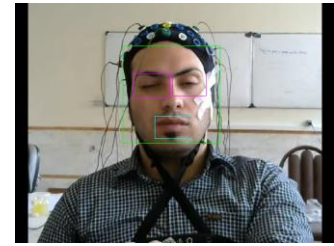
چشم مورد استفاده قرار دادند. مشکل روش آنها این بود از منبع موج مادون قرمز نیز در کنار دوربین ثبت ویدئو استفاده کردند که برای چشم ضرر دارد. وانگ و همکاران [۶] از ویژگی خمیازه به منظور استخراج خواب آلودگی بهره بردند. در آن پژوهش نسبت عرض به طول دهان به منظور باز یا بسته بودن آن مورد استفاده واقع شد. مشکل روش پیشنهادی در این مرجع، کاربرد محدود آن فقط برای دهان راننده است. در [۷] بولحسن و همکاران از ویژگی‌های زمانی و مکانی صورت راننده به منظور تشخیص خواب آلودگی راننده بهره بردند. ویژگی‌های زمانی شامل درصد بسته شدن پلک‌ها در طول زمان و سرعت بسته شدن چشم‌ها در طول زمان می باشند و ویژگی‌های مکانی، شامل تشخیص چشم‌ها برای استخراج ویژگی مساحت عنبیه به استفاده از تبدیل هاف کروی، تشخیص نوک بینی برای استخراج ویژگی میزان چرخش سر راننده و دهان راننده برای تشخیص خمیازه بودند. توابع پروجکشن نخستین بار توسط ژو و همکاران برای تشخیص ناحیه چشم ارائه شدند [۸]. آنها توابع پروجکشن انتگرال و واریانس را معرفی کردند و اثبات کردند که این توابع در بیشتر از ۹۰٪ موارد ناحیه چشم را به درستی تشخیص می دهند. در [۹] گروسک و همکاران، کاربرد توابع پروجکشن در مرجع [۸] را توسعه دادند و از این توابع به منظور تشخیص مکان اجزای مختلف صورت (چشم، بینی و دهان) استفاده کردند. از مزایای استفاده از این توابع، زمان حقیقی بودن تشخیص اجزای صورت بود اما عیبی که داشت این بود که برای تصاویری که دارای چند صورت با هم بود به خوبی کار نمی کرد. دونگ و همکاران [۱۰]، از روش تبدیل هاف کروی در کنار تابع پروجکشن انتگرال به منظور دنبال کردن تغییرات عنبیه چشم به صورت زمان حقیقی در ویدئو بهره بردند. در این روش ابتدا ناحیه صورت با استفاده از ویژگی‌های رنگ صورت مشخص شدند در مرحله بعد محل تقریبی چشم در تصویر با استفاده از تابع پروجکشن انتگرال مشخص شد و تبدیل هاف کروی به منظور مشخص کردن عنبیه چشم مورد استفاده واقع شد. در این پژوهش ما برای اولین بار از ضرب توابع پروجکشن انتگرال و واریانس به منظور استخراج ویژگی‌های خواب آلودگی راننده بهره می گیریم. قبلا هیچ مرجعی از توابع پروجکشن به منظور استخراج ویژگی‌های خواب آلودگی استفاده نکرده است. ساختار مقاله‌ی ارائه شده به صورت زیر می باشد. در بخش دوم روش پیشنهادی شامل روش‌های استفاده شده و نحوه دنبال کردن ناحیه مطلوب در ویدئو شرح داده می شود. در بخش سوم



فریم ۳۸



فریم ۲۳



فریم ۱۰



فریم ۱۳۰



فریم ۸۵



فریم ۵۶

شکل ۱: اعمال الگوریتم ویلا و جونز روی فریم های مختلف به منظور تشخیص صورت و اجرای آن



فریم ۶۰



فریم ۱۰



فریم ۱۰۰



فریم ۸۵

شکل ۲: اعمال الگوریتم کام شیفت تصحیح شده به منظور دنبال کردن تغییرات دست

در صورت راننده استفاده شد. مراحل پیاده سازی الگوریتم *camshift* در این پژوهش به صورت زیر می باشد:

۱- در نظر گرفتن پنجره جستجو اطراف ناحیه یا شیئی که می خواهیم تغییرات آن دنبال شود.

۲- محاسبه توزیع احتمال رنگی برای ناحیه ای کمی بزرگ تر از ناحیه مطلوب ( از  $P=5$  به منظور گسترش ناحیه مطلوب استفاده شد).

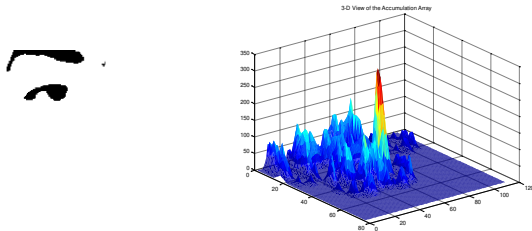
۳- الگوریتم شیفت میانگین روی ناحیه مطلوب به منظور همگرایی مناسب انجام شود. بعد از همگرایی به مقدار مطلوب،  $M_{00}$  و مختصات مرکز ذخیره خواهند شد.

۴- مرکز پنجره جستجو برای فریم بعدی در مرکز بدست آمده قبلی و سایز پنجره جستجو به صورت تابعی از  $M_{00}$  تنظیم شود.

۵- بازگشت به مرحله ۲.

شکل ۲، نحوه دنبال کردن دست توسط الگوریتم کام شیفت تصحیح شده را در فریم های مختلف نشان می دهد. شکل ۳، مرکز پنجره مطلوب در فریم های مختلف ویدیو را نشان می دهد. از شکل واضح است که الگوریتم پیشنهادی توانسته به خوبی تغییرات دست را دنبال کند.

صفحه تصویر به صورت یک جمع کننده عمل می کند که هر پیکسل از آن بیانگر تعداد دوایری است که آن پیکسل در تشکیل آنها نقش داشته است.



شکل ۵: نمایش سه بعدی اعمال تبدیل هاف کروی به چشم راست

### ۳.۲. روش توابع پروجکشن

به طور کلی دو تابع پروجکشن وجود دارند:

۱- تابع پروجکشن انتگرال

۲- تابع پروجکشن واریانس

اگر فرض شود که  $I(x,y)$  شدت روشنایی مربوط به پیکسل  $(x,y)$  باشد در نتیجه تابع پروجکشن انتگرال (IPF) عمودی روی بازه  $[y_1, y_2]$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$IPF_v(x) = \frac{1}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} I(x, y) dy \quad (2)$$

همچنین برای IPF افقی روی بازه  $[x_1, x_2]$  هم می توان نوشت:

$$IPF_h(y) = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} I(x, y) dx \quad (3)$$

گرادین این تابع به صورت زیر قابل تعریف می باشد:

$$IPF_h'(y) = \frac{\partial IPF_h(y)}{\partial y} \quad (4)$$

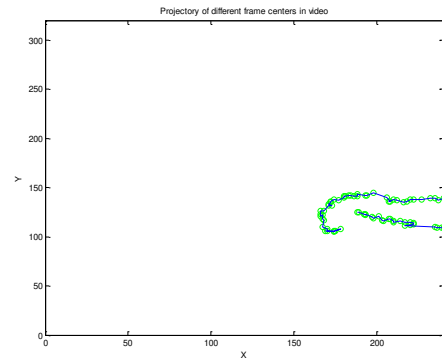
اگر فرض شود که  $I(x,y)$  شدت روشنایی مربوط به پیکسل  $(x,y)$  باشد در نتیجه تابع پروجکشن واریانس (VPF) عمودی روی بازه  $[y_1, y_2]$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$VPF_v(x) = \frac{1}{y_2 - y_1} \sum_{y_i=y_1}^{y_2} (I(x, y_i) - IPF_v(x)) \quad (5)$$

همچنین برای VPF افقی روی بازه  $[x_1, x_2]$  هم می توان نوشت:

$$VPF_h(y) = \frac{1}{x_2 - x_1} \sum_{x_i=x_1}^{x_2} (I(x_i, y) - IPF_h(y)) \quad (6)$$

ضرب توابع پروجکشن به صورت زیر قابل بازنویسی است:



شکل ۳: مسیر حرکت مرکز پنجره جستجو در فریم های مختلف ویدئو برای دنبال کردن تغییرات دست

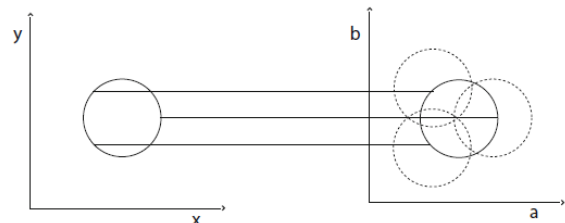
### ۲.۲. روش تبدیل هاف کروی

روش تبدیل هاف کروی در پردازش تصویر دیجیتال به منظور تشخیص لبه های کروی مورد استفاده واقع می شود. بسته شدن چشم به این معنی است که سطح عنبیه توسط پلکها پوشیده خواهد شد در نتیجه روش تبدیل هاف کروی سطح کمتری را اندازه گیری خواهد کرد. در این پژوهش از این نکته استفاده شده است و تعداد پیکسل های روی لبه عنبیه با استفاده از روش تبدیل هاف کروی اندازه گیری خواهند شد.

روش تبدیل هاف کروی، یک انتقال از فضای پارامتر  $x-y$  به فضای متغیر  $a, b$  می باشد. هر دایره در فضای پارامتر  $x-y$  به صورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \theta + a \\ y &= r \sin \theta + b \end{aligned} \quad (1)$$

این رابطه بیان می کند که هر نقطه از دایره بالا در فضای متغیر  $a, b$  به صورت یک دایره خواهد شد که مکان پیکسل مورد نظر، مرکز دایره خواهد بود. شکل ۴ این انتقال را از فضای پارامتر  $x-y$  به فضای متغیر  $a, b$  نشان می دهد.



شکل ۴: نحوه انتقال از فضای پارامتر (مختصات کارتزین) به فضای متغیر (مختصات قطبی)

از شکل ۴ مشخص است که مرکز دایره به عنوان یک جمع کننده عمل می کند که تعداد پیکسل های روی لبه دایره در فضای  $x-y$  را نشان می دهد. شکل ۵، اعمال تبدیل هاف کروی را به چشم نشان می دهد. از شکل سه بعدی واضح است که

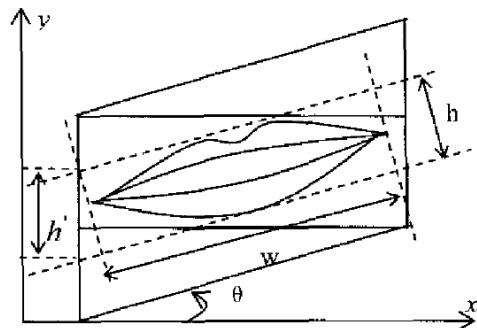
$$DPF = IPF * VPF \quad (7)$$

## ۴.۲. ویژگی‌های استفاده شده برای تشخیص خواب آلودگی

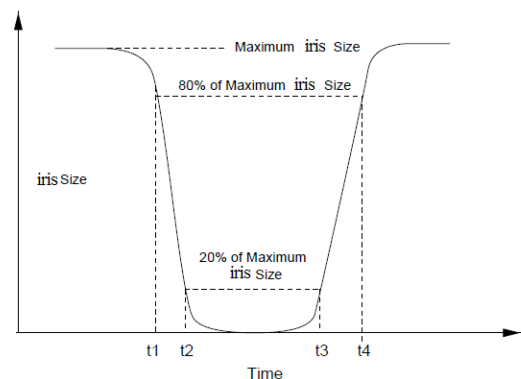
یکی از ویژگی‌هایی که می‌تواند به منظور تشخیص خمیازه در راننده مورد استفاده واقع شود نسبت عرض به طول دهان می‌باشد [۶]. در این حالت با استفاده از توابع پروجکشن لبه‌های عمودی و افقی دهان مشخص خواهند شد و نسبت عرض به طول دهان اندازه‌گیری خواهد شد. اگر همانند شکل ۶، عرض و طول دهان به ترتیب با  $w$  و  $h$  مشخص شوند در نتیجه درجه باز بودن دهان (DOA) را می‌توان به صورت زیر تعریف نمود:

$$DOO_m = h/w = h' \cos \theta / w \quad (8)$$

به منظور بررسی میزان باز یا بسته بودن چشم، از ویژگی درصد بسته بودن چشم در زمان (PERCLOS) استفاده خواهد شد [۵]. از شکل ۷ مشخص است که بسته شدن چشم به معنی قرار گرفتن سایز عنبیه به زیر ۲۰٪ اندازه واقعی می‌باشد. در نتیجه زمان  $t_3 - t_2$  می‌تواند به عنوان درصد بسته شدن چشم در مقایسه با زمان لازم برای یک فرد نرمال مورد استفاده واقع شود.



شکل ۶: استخراج ویژگی مربوط به دهان



شکل ۷: نمودار اندازه‌گیری پارامترهای Perclose

## ۳- نتایج و بحث

### ۱.۳. مجموعه داده استفاده شده

مجموعه داده ثبت شده شامل ثبت ویدیوی مربوط به ۲۵ نفر می‌باشد که در آزمایشگاه ثبت سیگنال‌های حیاتی دانشگاه شاهد ثبت شده است. این مجموعه شامل افراد داوطلب طبیعی، خواب آلوده، با عینک و با ریش می‌باشد. با توجه به اینکه قرار است در کنار آنالیز تغییرات فیزیکی، آنالیز سیگنال‌های فیزیولوژیکی نیز مورد بررسی قرار گیرد در نتیجه همزمان با ثبت ویدیو، ثبت سیگنال هم انجام شد. به منظور ثبت ویدیو، فرد در فاصله ۶۰ cm از دوربین Logitech C270 HD Webcam با نرخ فریم frame/s ۳۰ و رزولوشن ۴۸۰\*۶۴۰ قرار گرفت.



شکل ۸: داوطلب‌های رانندگی در شرایط خواب‌آلوده با سیستم شبیه‌ساز رانندگی دانشگاه شاهد

### ۲.۳. نتایج مربوط به استخراج ویژگی دهان

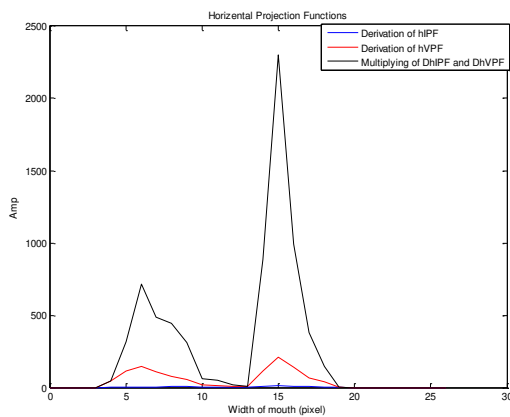
به منظور استخراج ویژگی مربوط به دهان از الگوریتم ضرب توابع پروجکشن انتگرال و واریانس استفاده شد. همچنین ویژگی مورد استفاده در این پژوهش نسبت عرض به طول دهان می‌باشد. در حالتی که دهان فرد بسته است این نسبت مقدار نزدیک به صفر را دارد. در حالتی که دهان باز می‌شود و فرد می‌خواهد صحبت کند و یا خمیازه بکشد با توجه به اینکه طول دهان کم می‌شود و عرض آن بیشتر می‌شود در نتیجه این نسبت به سمت یک، همگرا خواهد شد. در [۶] بیان شده است که اگر

مقدار این نسبت بیشتر از ۰,۵ باشد و این حالت برای ۲۰ فریم دوام داشته باشد یعنی فرد در حال خمیازه کشیدن است و فرد خسته است. مقدار ۰,۳ تا ۰,۵ برای این نسبت بیانگر صحبت کردن فرد است و مقدار کمتر از این حد هم بیانگر بسته ماندن دهان فرد می باشد. در این پژوهش از این فرضیات استفاده شد. به منظور استخراج ویژگی خواب آلوده بودن فرد از طبقه بند SVM [۱۴] استفاده شد. خروجی طبقه بند دو سطح ۰ و ۱ می باشد. سطح ۱، به معنی نسبت عرض به طول بیشتر از ۰,۵ و

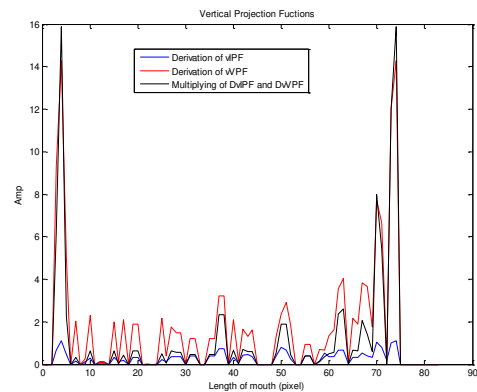
سطح ۰ به معنی نسبت عرض به طول کمتر از ۰,۵ برای دهان می باشد. شکل ۸-الف تصویر دهان بازیابی شده مربوط به فریم ۲۸ از ویدیوی ثبت شده، بعد از انجام پیش پردازشهای لازم را نشان می دهد. شکل ۸-ب و ۸-پ، حاصل مشتق توابع پروجکشن عمودی و افقی به شکل ۸-الف می باشند. از شکل واضح است که ضرب توابع پروجکشن انتگرال و واریانس، در هر دو حالت عمودی و افقی نتایج بهتری نسبت به استفاده از هر-



(الف)

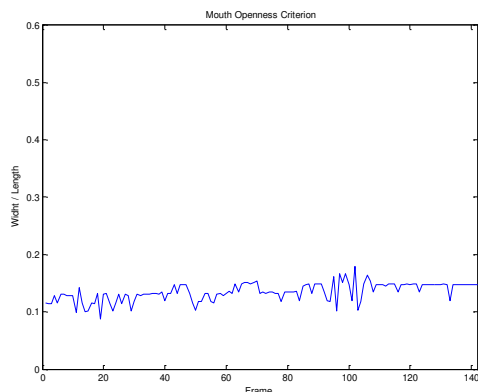


(پ)



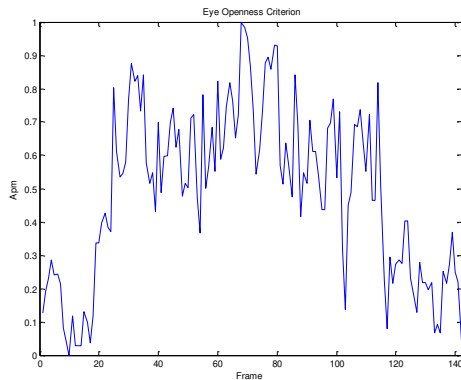
(ب)

شکل ۸: (الف): اعمال الگوریتم ویلا و جونز روی فریم ۲۸ به منظور تشخیص دهان فرد، - خروجی مشتق توابع پروجکشن انتگرال و واریانس و ضرب آنها برای فریم ۲۸: (ب) توابع پروجکشن عمودی، (پ) توابع پروجکشن افقی



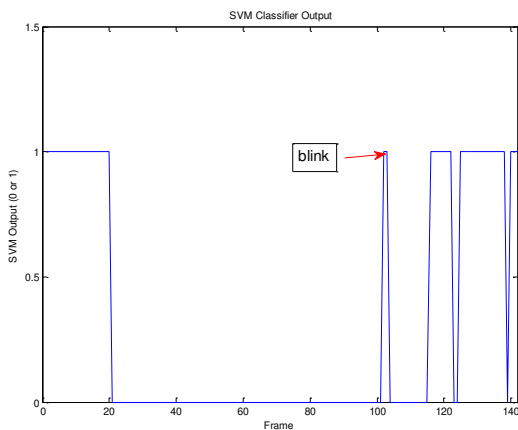
شکل ۹: خروجی اعمال ترکیب توابع پروجکشن به ویدیو

کدام از توابع پروجکشن به تنهایی نتیجه داده است. در شکل حاصل ضرب توابع پروجکشن با رنگ مشکی نشان داده شده است. شکل ۹، اعمال الگوریتم ضرب توابع پروجکشن به یک ویدیو ثبت شده به طول ۹,۶۳ ثانیه و مجموع ۱۴۲ فریم را نشان می دهد. از شکل واضح است که در تمامی فریم ها نسبت عرض به طول دهان حدود ۰,۱ بوده است که بیانگر بسته بودن دهان بوده است.



شکل ۱۰: خروجی اعمال تبدیل هاف کروی به ویدیو با طول ۱۴۲ فریم

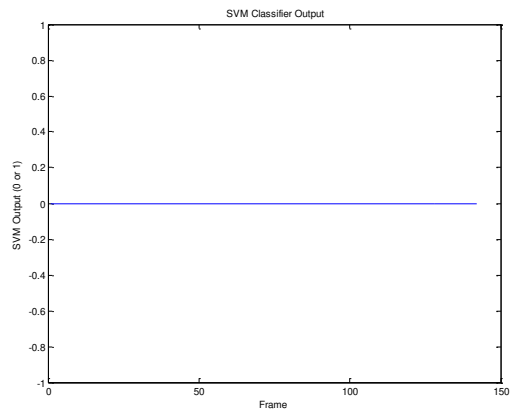
شکل ۱۱، خروجی اعمال طبقه بند SVM به شکل ۱۱ را نشان می دهد. از شکل واضح است که با توجه به معیار تعریف شده در شکل ۷، فرد در ۲۰ فریم اول چشم خود را بسته است که بیانگر خواب آلوده بودن فرد است. همچنین در حدود فریم ۱۰۲ فرد یک پلک زده است. ویژگی بارز الگوریتم پیشنهادی این است که قادر است که پلک زدن های فرد راننده را هم اندازه گیری کند تا حالت پلک زدن فرد راننده با میکروخواب اشتباه نشود. اگر تعداد فریم هایی که فرد چشم های خود را بسته است در نرخ فریم دوربین ثبت ویدیو ضرب شود در نتیجه زمان بسته ماندن چشم



شکل ۱۱: اعمال طبقه بند SVM به شکل ۱۱

مشخص خواهد شد. از شکل ۱۲ مشخص است که از فریم ۱۱۶ به بعد هم فرد خواب آلود بوده است و چشم خود را بسته است. در این پژوهش از سه سطح بیدار، خسته و خیلی خسته برای بیان حالت فرد راننده استفاده می شود. شکل ۱۵ نحوه استفاده از ویژگی های استخراج شده برای گزارش هر کدام از حالت ها را نشان می دهد. از شکل واضح است که هر کدام از ویژگی ها به ویدیوهای ۱۰ ثانیه ای اعمال خواهند شد. بسته به اینکه خروجی

شکل ۱۰، خروجی اعمال طبقه بند SVM به شکل ۹ را نشان می دهد. از شکل واضح است که با توجه به معیارهای تعریف شده فرد در تمامی فریم های ویدیو دهان خود را بسته نگه داشته است. این نتایج بر نتیجه واقعی منطبق است و برای این ویدیو، الگوریتم ترکیب توابع پروجکشن بدون خطا توانسته برای تمامی فریم ها ویژگی نسبت عرض به طول دهان را به درستی اندازه گیری کند.



شکل ۹: اعمال طبقه بند SVM به شکل ۹

### ۲.۳. نتایج مربوط به استخراج ویژگی چشم

در این پژوهش، روش تبدیل هاف کروی برای استخراج ویژگی سطح عنبیه چشم مورد استفاده واقع شد. با توجه به اینکه اندازه گیری سطح عنبیه چشم معیاری از باز یا بسته بودن چشم است در نتیجه می توان از این ویژگی برای اندازه گیری میزان باز یا بسته بودن چشم بهره برد. طول یک پلک زدن عادی در حدود ۰.۲ ثانیه می باشد در نتیجه اگر میزان بسته ماندن چشم ها از این مقدار بیشتر باشد احتمالاً فرد دچار خواب آلودگی می باشد. در مراجع مختلف بسته شدن چشم بین ۲-۳ ثانیه و ۵-۶ ثانیه را به ترتیب میکرو خواب و خواب آلود معرفی کرده اند [۱۵]. همچنین به طور متوسط، هر فرد در بازه زمانی ۱۰-۲۰ ثانیه یک بار پلک می زند اگر در بازه ای ۲ برابر این زمان فرد پلکی نزد احتمالاً دچار خوابیدگی با چشم باز شده است در نتیجه با تعریف این ویژگی ها برای طبقه بند SVM می توان رانندگانی که با چشم باز می خوابند مشخص شوند و هشدار لازم به آنها داده شود.

شکل ۱۱، اعمال الگوریتم تبدیل هاف کروی به ویدیوی ثبت شده به طول ۹،۶۳ ثانیه و مجموع ۱۴۲ فریم را نشان می دهد. از شکل واضح است که در ابتدا فرد چشم خود را بسته است. به مرور زمان فرد چشم خود را باز می کند و در انتها فرد باز چشم خود را می بندد. به منظور وضوح بیشتر، دامنه خروجی تبدیل هاف کروی نرمالیزه شده است.



$$CDR = \frac{\text{تعداد تشخیص‌های صحیح}}{\text{کل تصویرها}} \quad (9)$$

از جدول ۱ و ۲ قابل مشاهده است که روش‌های تبدیل هاف کروی و ضرب توابع پروجکشن به ترتیب با نرخ تشخیص درست میانگین ۹۵٫۶۴ و ۹۷٫۶۹ توانسته‌اند خستگی یا عدم خستگی

جدول ۱: بررسی نرخ تشخیص درست الگوریتم تبدیل هاف کروی

تعداد فریم‌ها	تعداد تشخیص خطا	روش CDR	تبدیل هاف کروی (%)	ویدیو
۱۴۷۰	۶۹	۹۵٫۳۱		۱ ویدیو
۱۴۷۰	۶۰	۹۵٫۹۲		۲ ویدیو
۱۴۷۰	۶۳	۹۵٫۷۱		۳ ویدیو
۱۴۷۰	۷۴	۹۵٫۰۲		۴ ویدیو
۱۴۷۰	۵۸	۹۶٫۰۵		۵ ویدیو
۱۴۷۰	۶۱	۹۵٫۸۵		۶ ویدیو
۱۴۷۰	۶۸	۹۵٫۳۷		۷ ویدیو
۱۴۷۰	۶۴	۹۵٫۶۵		۸ ویدیو
۱۴۷۰	۶۳	۹۵٫۷۱		۹ ویدیو
۱۴۷۰	۶۲	۹۵٫۷۸		۱۰ ویدیو

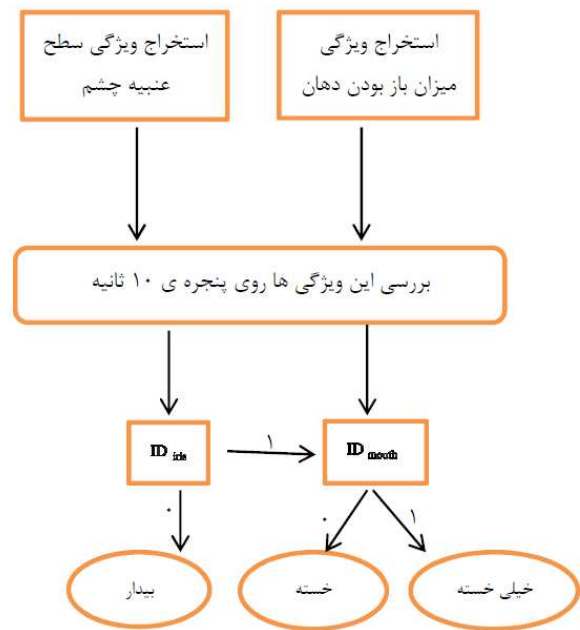
فرد را درست گزارش دهند. در جدول ۱ و ۲ منظور از تعداد تشخیص خطا، یعنی مثلا خروجی طبقه بند SVM برای دهان بسته فرد مقدار ۱ (دهان باز) را گزارش کرده است که صحیح نیست.

جدول ۲: بررسی نرخ تشخیص درست الگوریتم ضرب توابع پروجکشن

تعداد فریم‌ها	تعداد تشخیص خطا	ضرب توابع CDR پروجکشن (%)	ویدیو
۱۴۷۰	۲۷	۹۸٫۱۶	۱ ویدیو
۱۴۷۰	۳۵	۹۷٫۶۲	۲ ویدیو
۱۴۷۰	۳۸	۹۷٫۴۱	۳ ویدیو
۱۴۷۰	۲۴	۹۸٫۳۷	۴ ویدیو
۱۴۷۰	۳۱	۹۷٫۸۹	۵ ویدیو
۱۴۷۰	۳۰	۹۷٫۹۶	۶ ویدیو
۱۴۷۰	۲۸	۹۸٫۱۰	۷ ویدیو
۱۴۷۰	۳۳	۹۷٫۷۶	۸ ویدیو
۱۴۷۰	۲۸	۹۸٫۱۰	۹ ویدیو
۱۴۷۰	۳۶	۹۷٫۵۵	۱۰ ویدیو

طبقه‌بند SVM بررسی ویژگی چشم مقدار ۱ یا ۰ را بازایی کند دو حالت اتفاق خواهد افتاد. اگر خروجی طبقه بند مقدار ۰ را داشته باشد یعنی چشم فرد باز است و فرد بیدار است. اگر خروجی طبقه‌بند مقدار ۱ را داشته باشد خروجی طبقه‌بند SVM بررسی ویژگی دهان بررسی خواهد شد. اگر خروجی این طبقه‌بند مقدار ۰ را داشته باشد یعنی فرد خسته است و در غیر این صورت فرد خیلی خسته است. استدلال‌های بالا زمانی درست می‌باشند که خروجی طبقه‌بند SVM بررسی ویژگی چشم برای حداقل ۲۰ فریم پشت سر مقدار ۱ یا ۰ را داشته باشد.

از بررسی طبقه‌بندهای شکل‌های ۱۰ و ۱۲ قابل نتیجه است که فرد برای ۲۰ فریم اول خسته می‌باشد. همچنین از فریم ۱۱۶ تا ۱۴۲ هم فرد چشمان خود را بسته است و خسته می‌باشد. با ضرب تعداد فریم در نرخ فریم ویدیو، زمان خواب آلودگی فرد قابل محاسبه است.



شکل ۱۳: نحوه تعریف سطوح هوشیاری فرد در این پژوهش

### ۳.۳. نرخ تشخیص درست

به منظور اعتبارسنجی روش پیشنهادی از ۳۰ ویدیو هر کدام به طول ۱۴۷ فریم و طول زمانی ۱۰ ثانیه استفاده شد. ویدیوها مربوط به ۱۰ فرد مختلف بودند. به منظور بررسی میزان خطای الگوریتم پیشنهادی در استخراج ویژگی‌های مورد نظر و تشخیص خواب آلودگی از معیار نرخ تشخیص درست (CDR) استفاده شد. نرخ تشخیص درست (CDR) به صورت زیر قابل بیان است:

- [5] Q. Ji, and X. Yang, "Real-Time Eye, Gaze, and Face Pose Tracking for Monitoring Driver Vigilance," Real-Time Imaging, Elsevier Science, vol.8, pp. 357–377, 2002.
- [6] T. Wang, P. Shi, "Yawing Detection for Determining Driver Drowsiness," IEEE Int. Workshop VLSI Design & Video Tech., Suzhou, China, May 28-30, 2005.
- [7] B. Akrouf, W. Mahdi, "Spatio-temporal features for the automatic control of driver drowsiness state and lack of concentration," Machine Vision and Applications vol. 26, pp. 1–13, 2015.
- [8] Zhi-Hua Zhou, Xin Geng, "Projection functions for eye detection" . Elsevier Journal of Pattern Recognition, vol. 37, pp. 1049 – 1056, 2004.
- [9] J. Grosek and G. Roush, "Eye extraction and detection computational methods for data analysis final project", Winter 2010.
- [10] C. Dong, X. Wang, C. Pei-hua, Y. Pu-Liang, "Eye Detection Based on Integral Projection and Hough Round Transform", IEEE Fifth International Conference on Big Data and Cloud Computing (BDCloud), pp. 252-255, Aug.2015.
- [11] P. Viola, M. Jones, "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 511–518. IEEE Computer Society, USA (2001).
- [12] J.G. Allen, R. Y. D. Xu, J.S. Jin, J.S., "Object tracking using CamShift algorithm and multiple quantized feature spaces", Proceedings of the Pan-Sydney area workshop on Visual information processing, pp. 3–7. Australian Computer Society, Australia (2004).
- [13] D. Comaniciu, P. Meer, "Mean shift: a robust approach toward feature space analysis," IEEE Trans. On Pattern Anal. Mach. Intell., Vol. 24, pp. 603–619, 2002.
- [14] J.A.K. Suykens, J. Vandewalle, "Least squares support vector machine classifiers", Neural Process. Lett. Vol. 9, pp. 293–300, 1999.
- [15] S. Singh, N. Papanikolopoulos, "Monitoring driver fatigue using facial analysis techniques", International Conference on Intelligent Transportation Systems, IEEE Conference Publications, Tokyo 1999.

تشخیص غیرتهاجمی خواب‌آلودگی فرد و ارائه هشدار لازم به او، یکی از مطلوب‌های محققان می باشد. در این پژوهش کوشیده شد که با استفاده از روش‌های پردازش تصویر دیجیتال روشی ارائه شود که به صورت کاملاً اتوماتیک و زمان حقیقی خستگی فرد را مشخص کند. روش پیشنهادی بر پایه‌ی روش‌های تبدیل هاف کرویی و ضرب توابع پروجکشن می باشد. در این پژوهش از ویژگی‌های سطح عنبیه برای چشم و نسبت عرض به طول برای دهان استفاده شد. با استفاده از توابع پروجکشن انتگرال و واریانس لبه‌های عمودی و افقی دهان بازیابی شدند و برای تشخیص دقیق‌تر و بهتر، این دو تابع در هم ضرب شدند. ویژگی‌های استخراج شده به طبقه‌بند SVM داده شدند تا در نهایت میزان خستگی فرد را در سه سطح هوشیاری بیدار، خسته و خیلی خسته مشخص کند. تصمیم‌گیری روی هر کدام از سطوح هوشیاری ذکر شده، به خروجی هر دو تا طبقه بند SVM تبدیل هاف کرویی و ضرب توابع پروجکشن بستگی دارد.

با توجه با اینکه روش توابع پروجکشن برای اولین بار در این پژوهش به منظور استخراج ویژگی‌های خواب‌آلودگی مورد استفاده قرار گرفتند و نتایج آن بهتر از پژوهش‌های قبلی برای استخراج ویژگی دهان بودند در نتیجه یکی از پیشنهادهایی که در راستایی بهتر شدن نتایج مطرح می شود استفاده از ترکیب توابع پروجکشن به منظور بازیابی لبه‌های عنبیه و در نتیجه استخراج میزان باز یا بسته بودن چشم است.

## منابع

- [1] L. Bergasa, J. Nuevo, M. Sotelo, and M. Vazquez, "Real-time system for monitoring driver vigilance," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 7, no. 1, pp. 63–77, 2006.
- [2] L. Chi. Teng et al, "An EEG-based subject- and session-independent drowsiness detection ," IEEE International Joint Conference on Neural Networks, pp. 3448 - 3454, June 2008.
- [3] B. G. Lee, S. J. Jung, W. Y. Chung, "Real-time physiological and vision monitoring of vehicle driver for non-intrusive drowsiness detection", IET Communications, vol. 5, Issue. 17, pp. 2461 - 2469, Jan. 2012.
- [4] G. Li, B. L. Lee, W. Y. Chung, "Smartwatch-Based Wearable EEG System for Driver Drowsiness Detection ," IEEE Sensors Journal, vol. 15, Issue. 12, pp. 7169 - 7180, Sept. 2015.