

# آشکارسازی چهره غیر وابسته به چرخش با استفاده از مدل مبتنی بر بخش

فرناز حسینی

دانشجوی دکترای تخصصی سیستم های نرم افزاری، دانشگاه آزاد اسلامی رشت  
پست الکترونیک: Farazhoseini@iautrasht.ac.ir

اسدالله شاه بهرامی

دانشیار گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه گیلان  
پست الکترونیک: shahbahrami@guilan.ac.ir

محمد حجاریان

دانشجوی دکترای تخصصی سیستم های نرم افزاری، دانشگاه آزاد اسلامی کرج  
پست الکترونیک: Farazhoseini@iautrasht.ac.ir

نوید خلیلی دیزجی

کارشناس ارشد مهندسی مکاترونیک، دانشگاه آزاد اسلامی تبریز  
پست الکترونیک: navidkhalili@yahoo.com

## چکیده

چهره جزء مهمترین عوامل مورد توجه در تعاملات انسانی است و آشکارسازی آن یکی از موضوعات مورد توجه در سیستم های امروزی می باشد. استخراج چهره یک تکنولوژی است که اندازه و محل قرار گرفتن صورت های انسان را در تصاویر دلخواه دیجیتال تشخیص می دهد. مسئله آشکارسازی در طول بیست سال اخیر مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته است و دارای کاربردهای مهمی در زمینه های تشخیص هویت، ردیابی و همچنین مسائل امنیتی، نظامی، حقوقی، روانشناسی و ... می باشد. این مطالعه با ارائه رویکردی جدید برای شناسایی چهره سعی بر برطرف کردن برخی از مشکلات موجود در این حوزه را دارد. در این روش با استفاده از روش مبتنی بر بخش، بخش های متمایزکننده ی چهره به صورت مجزا جستجو شده و یاد گرفته می شوند و سپس بر اساس میزان جابه جایی هر بخش و رابطه ی هندسی بین بخش ها سیستم آموزش داده می شود. و در آخر در مرحله آزمایش، مدل های یاد گرفته شده با تصویر ورودی انطباق داده شده و خروجی تعیین می گردد. حاصل برآورد کارایی روش ارائه شده، طی آزمایشات متفاوت مورد بررسی قرار گرفته و سیستم پیشنهادی به 95٪ پاسخ صحیح دست یافته است.

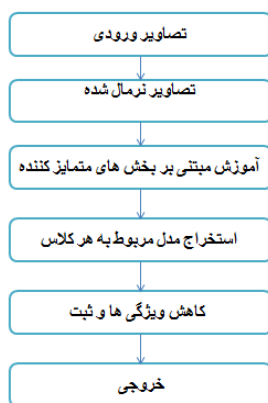
**کلید واژه ها:** آشکارسازی چهره، استخراج چهره، چهره، مدل مبتنی بر بخش، شناسایی چهره

## 1 مقدمه

آشکارسازی چهره عبارت است از مشخص کردن وجود یا عدم وجود چهره در تصویر و همچنین مشخص کردن مکان و محدوده ی تمام چهره ها در تصویر موجود [1]. بدیهی است که فرضیات مختلف روی مسئله آشکارسازی چهره منجر به سادگی یا پیچیدگی آن می شود [2]. به عنوان مثال ممکن است که هدف، تنها آشکارسازی چهره های تمام رخ باشد و یا پیش فرض هایی روی اندازه و زاویه چهره، استفاده یا عدم استفاده از کلاه، عینک و ابزارهای مصنوعی، نور محیط، وجود نویز در تصویر در نظر گرفته شود [3]. با در نظر گرفتن فرضیات موجود ارائه روشی که چهره ها را تحت هر شرایطی آشکار کند، کار آسانی نخواهد بود.

همچنین علاوه بر پیش فرض های یاد شده، روش های آشکارسازی چهره را می توان به آشکارسازی ثابت یا متحرک در تصاویر رنگی یا با سطوح خاکستری تقسیم کرد [4]. روش هایی که بر روی تصاویر متحرک اعمال می شوند، از خاصیت پویایی انسان نسبت به پس زمینه

تصویر بهره می‌گیرند و مسئله آشکارسازی را به نواحی متحرک ساده می‌کنند [5]. در روش‌های اعمال شده بر روی تصاویر رنگی نیز می‌توان طیف رنگ پوست بدن انسان را در تصویر شناسایی و مسئله آشکارسازی را تنها به این نواحی ساده نمود [6]. سخت‌ترین نوع آشکارسازی چهره مربوط به تصاویر ثابت با سطوح خاکستری است که داده‌های ورودی تصویر، شدت نور منعکس شده به دوربین می‌باشند و در نگاه اول نمی‌توان به راحتی مکان احتمالی چهره را در پس زمینه تصویر تشخیص داد [7]. تکنیک‌های مرسوم در تشخیص چهره با سطوح خاکستری تشخیص چهره مبتنی بر قالب و تشخیص چهره مبتنی بر اجزا بوده است [8]. روش‌های تشخیص مبتنی بر قالب مستقیماً براساس شدت رنگ پیکسل در تصویر کار می‌کنند. روش‌های تشخیص مبتنی بر اجزا براساس بیرون کشیدن اجزای چهره به صورت احتمالی و چک کردن قوانین ما بین این اجزا چهره بودن یک تصویر را تشخیص می‌دهند. عموماً روش‌های استخراج چهره به این صورت کار می‌کنند که با حرکت دادن یک پنجره بروی تصویر و چک کردن اینکه در این پنجره چهره‌ای است یا خیر و در صورت تشخیص چهره بودن این پنجره، آن مکان به عنوان صورت علامت گذاری می‌شود و به حرکت خود ادامه می‌دهد. امروزه روش‌های تشخیص و شناسایی چهره گرایشی نسبی به سمت روش‌های مبتنی بر ویژگی پیدا کرده‌اند [9]. این روش‌ها با استخراج بخش‌های متمایزکننده از تصویر، به تشخیص و شناسایی آن اقدام می‌کنند [10]. از این روش‌ها با عنوان روش‌های مبتنی بر بخش نیز یاد می‌شود. به دلیل این‌که در تشخیص موفق چهره، حالت‌های مختلف و چالش برانگیزی مانند تغییرات نور، زاویه‌های متفاوت، انسداد بخشی از چهره توسط بخشی از چهره افراد کناری را باید پوشش داد [11]. هدف از این مطالعه آشکار سازی چهره‌های تمام رخ در تصاویر ثابت با سطوح خاکستری، اندازه معین، تغییرات زاویه و مقاوم در برابر تغییرات نور در زمان مطلوب با استفاده از ویژگی‌های مدل مبتنی بر بخش می‌باشد.



شکل 1: فلوچارت مراحل کلی روش پیشنهادی در مرحله آموزش

## 2 مروری بر کارهای انجام شده

روش‌های آشکارسازی چهره از دیدگاه پردازش به دو بخش تقسیم می‌شوند: بخش اول روش‌هایی هستند که مستقیم بر روی سطوح خاکستری تصویر اعمال می‌شوند. در [12] با استفاده از یک شبکه عصبی نواحی تصویر به قسمت‌هایی تحت عنوان چهره و غیر چهره طبقه‌بندی شده است. در [13] نیز چهره‌های تمام رخ با استفاده از شبکه عصبی آشکارسازی شده‌اند. این گونه روش‌ها از مقاومت مناسبی در برابر تغییرات نور محیط برخوردارند. همچنین در [14] روشی برای آشکارسازی چهره مستقل از چرخش ارائه شده که از دو شبکه عصبی، یکی برای آشکارسازی و دیگری برای تشخیص زاویه چهره بهره جسته که در آن کلیه بلوک‌های ممکن از تصویر به این دو شبکه عصبی ارجاع می‌شود. این عامل نه تنها هزینه زمانی بالایی دارد بلکه استفاده از دو شبکه عصبی مجزا نیز باعث افزایش حجم محاسبات شده و به نسبت، زمان آشکارسازی را افزایش می‌دهد.

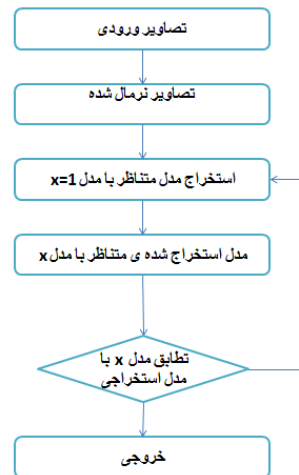
بخش دوم روش‌های مبتنی بر ویژگی است که ویژگی‌های معینی از بلوک‌های تصویر را استخراج کرده و به کمک طبقه‌بندی این ویژگی‌ها چهره را آشکار می‌سازند که در این مطالعه ما نیز با در نظر گرفتن این رویکرد به استخراج قسمت‌های معنی داری از تصویر پرداختیم. در [15] از طبقه‌بندی کننده بیزین استفاده شده است، بدین منظور احتمال وقوع بلوک‌های کوچک مختلف در چهره محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته است. در [16] نیز با کمک استخراج ویژگی‌های محلی مانند چشم‌ها، گوشه‌های دهان و نوع ساختار بینی از بلوک‌های تصویر و مقایسه آن با ویژگی‌های استخراج شده از یک چهره نوعی، فرایند آشکارسازی انجام شده است.

## 3 روش پیشنهادی

روش پیشنهادی در این مطالعه که در دسته ی روش‌های «مبتنی بر ویژگی» قرار می‌گیرد، رویکردی جدید برای شناسایی چهره ارائه می‌دهد و سعی در برطرف کردن اشکالات موجود در این حوزه را دارد. هدف این روش‌ها، یافتن بخش یا بخش‌های معنی‌دار در تصویر است که به جداسازی کلاس‌ها کمک می‌کنند. از آنجا که همه چهره‌ها دارای بخش‌های مشابه و مشخصی هستند، برای تمایز آن‌ها از یکدیگر، یک رویکرد مناسب، تمرکز بر روی بخش‌های تشکیل دهنده آن‌ها و رابطه هندسی بین آن‌ها است. برای مثال در صورتیکه بتوانیم چشم‌ها را در یک تصویر چهره مکان‌یابی کنیم، می‌توانیم تعداد زیادی از مدل‌ها را از یکدیگر جدا کنیم. مهمترین ضعف روش‌های مبتنی بر ویژگی در مکان‌یابی بخش‌های معنی دار است؛ در صورتی که بخش موردنظر به درستی تشخیص داده نشود، ممکن است عملکرد کلیه ی مراحل بعدی دچار مشکل شود. بخش‌های یافت شده برای یک کلاس از چهره ممکن است به دلیل تغییرات زاویه در سایر تصاویر آن کلاس، انطباق کاملی با یکدیگر نداشته باشند. با این حال انطباق نسبی با مقداری خطا صورت می‌گیرد که این خطا از مقدار امتیاز انطباق این دو مدل خواهد کاست. به این شکل می‌توان نسبت به تغییرات زاویه انعطاف بیشتری نشان داد. بخش‌های تشکیل دهنده چهره ممکن است به تنهایی قدرت موردنیاز برای تمیز دادن مدل‌های مشابه را نداشته باشند؛ با اضافه کردن رابطه هندسی بین این بخش‌ها می‌توان یک ساختار متمایز برای هر نوع چهره با زوایای متفاوت به دست آورد. همچنین ممکن است رابطه ی بین بخش‌های یافت شده در کلاس‌های مختلف چهره متفاوت باشد که با مدنظر قرار دادن این نکته می‌توان مدل پویاتری ایجاد کرد. یکی از مشکلات روش‌های موجود، تطبیق بردار ویژگی‌های نمونه ورودی و نمونه‌های ثبت شده در سیستم است؛ این مشکل از جابه جایی ناحیه مطلوب نشأت می‌گیرد؛ با کوچکترین جابه جایی ناحیه مطلوب، بردار ویژگی‌های استخراج شده از آن، دستخوش تغییر می‌شود؛ البته این حساسیت بسته به روش استخراج ویژگی مورد استفاده متفاوت است ولی قطعاً در همه روش‌ها وجود دارد.

روش‌های پیشین ابتدا یک ناحیه از تصویر را به عنوان ناحیه مطلوب استخراج کرده و با استفاده از آن به استخراج ویژگی می‌پرداختند، در این روش، به جای فرض قبلی در مورد ناحیه یا ناحیه‌های مطلوب در تصویر چهره، سیستم آن‌ها را یاد خواهد گرفت. ویژگی‌هایی از هر بخش استخراج گشته و رابطه ی بین این بخش‌ها محاسبه می‌گردد؛ سپس مدل‌های مربوط به هر کلاس به یک یا چند طبقه بند آموزش داده می‌شوند. در مرحله آموزش برای تولید تصاویر نرمال شده چهره از یک مجموعه ابتدایی برای تصاویر غیر چهره توسط تولید 500 تصویر تصادفی و یک مجموعه چهره نرمال شده استفاده می‌کنیم. برای اینکه سیستم ما تاحدودی به تغییر اندازه، زاویه و جابجایی وابسته نباشد تصاویر ورودی را در بازه ی 15 - تا 15 درجه در راستای افقی و عمودی می‌چرخانیم، اندازه تصویر تا 100 درصد بزرگ می‌کنیم و تصویر را به اندازه یک پیکسل در زوایای مختلف جابجا می‌کنیم. در نتیجه حساسیت سیستم تشخیص ما تا حدودی نسبت به تغییر اندازه و چرخش و جابجایی کم خواهد شد. سپس بخش‌های متمایز کننده از چهره به شش کلاس کلاس چشم چپ، چشم راست، ابرو چپ، ابرو راست، بینی و دهان متمایز می‌شود. در آخر با کاهش ویژگی‌ها مدل‌های فشرده شده به دست آمده و در پایگاه تصاویر مورد نظر ثبت

می‌شود. در مرحله آزمایش، ابتدا مدل‌ها بر هم منطبق شده و سپس مقایسه صورت می‌گیرد. شکل 1 فلوجارت مراحل کلی روش پیشنهادی را در مرحله آموزش و شکل 2 فلوجارت مراحل کلی را در مرحله آزمایش به تصویر نشان می‌دهد.



شکل 2: فلوجارت مراحل کلی روش پیشنهادی در مرحله آزمایش

آزمایشات هم بر روی مجموعه داده تهیه شده و هم بر روی زیرمجموعه‌های از چهره‌ها صورت می‌گیرد. شش کلاس چشم چپ، چشم راست، ابرو چپ، ابرو راست، بینی و دهان که هر کدام دارای 120 نمونه تصویر هستند، جدا شده و تعداد کل 720 نمونه را تشکیل داده‌اند. به دلیل کم بودن نسبی تعداد نمونه‌ها از روش ارزیابی ضربدری به پیمانه 10 بهره گرفته شده است. برای استخراج ویژگی در این آزمایشات از توصیفگر هیستوگرام گرادین‌های جهت دار با اندازه سلول 10\*10 و اندازه بلوک 3\*3 استفاده شده است. ویژگی هیستوگرام گرادین‌های جهت دار در یک آزمایش از بخش‌های علامتگذاری شده از چهره‌ها استخراج می‌گردد، سپس در کنار هم قرار داده شده و بردار ویژگی‌ها تشکیل می‌شود. شکل 3 یک نمونه بردار ویژگی‌های استخراج شده از ابرو چپ یک چهره را نمایش می‌دهد. جدول 1 نتایج آزمایشات صورت گرفته بر روی بخش‌های مختلف به صورت منفرد و ترکیبی را گزارش کرده است.



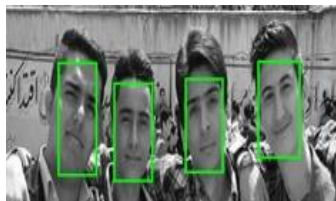
شکل 3: بردار ویژگی‌های استخراج شده از ابرو چپ یک چهره همراه خروجی توصیفگر هیستوگرام گرادین‌های جهت‌دار

جدول 1: نتایج آزمایشات صورت گرفته بر روی بخش‌های مختلف چهره به صورت منفرد و ترکیبی

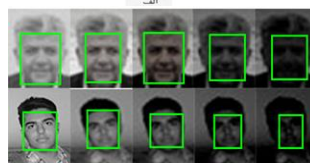
بخش‌های مورد استفاده	دقت کسب شده (درصد)
چشم چپ	93.5
چشم راست	98.3
ابرو چپ	94.8
ابرو راست	100
بینی	96.1
دهان	98.4
ناحیه مطلوب	93.9
کل تصویر	94.6

#### 4 نتایج تجربی

در بررسی‌های انجام شده مشخص شد ویژگی‌های متفاوت و طبقه بندهای متفاوتی برای شناسایی چهره مورد آزمون قرار گرفته‌اند. ضعف‌های عمده‌ی این روش‌ها حساسیت زیاد به زاویه چهره در تصویر، حساسیت بالا به روشنایی و همچنین حساسیت بالا به بخش‌های غیر هم شکل است. وجود تغییرات روشنایی در تصاویر موجب افت شدید دقت روش‌های موجود می‌شود که با استفاده از یک روش پیش پردازش مناسب و یک الگوریتم استخراج ویژگی مقاوم به تغییرات روشنایی، می‌توان تا حدود زیادی، حساسیت نسبت به تغییرات روشنایی را کاهش داد. تعدادی از تصاویر مورد آزمایش در شکل‌های 4 و 5 نمایش داده شده‌اند. شکل 4 الف نشان دهنده توانایی این روش در استخراج چهره با وجود ابزارهای مصنوعی (مانند عینک) می‌باشد، شکل 4 ب مقاومت بسیار خوب این روش را در مقابل تغییرات نور محیط نمایش می‌دهد و شکل 4 پ نشان دهنده آشکارسازی تصویر در تصاویر زاویه دار می‌باشد.



شکل 4: نمونه‌هایی از تصاویر آزمایش شده و نتایج آشکارسازی



ب



پ

شکل 5: نمونه‌هایی از تصاویر آزمایش شده و نتایج آشکارسازی

جدول 2: نتایج مقایسه روش پیشنهادی با مقالات دیگر

#	دقت کسب شده (درصد)
[17]	80
[18]	90
[19]	85
[این مقاله]	93.5

#### 5 نتیجه گیری

این مطالعه با بکارگیری ویژگی‌های مدل مبتنی بر بخش از رویکردی جدید برای شناسایی چهره در تصاویر ثابت استفاده کرد. این رویکرد سعی بر برطرف کردن بعضی از مشکلات موجود در این حوزه داشت. یافتن بخش‌های متمایزکننده، وجود بعضی بخش‌ها یا نشانه در بعضی کلاس‌ها و عدم وجود آن‌ها در کلاس‌های دیگر از جمله مشکلات روش‌های مبتنی بر ویژگی بود که در روش پیشنهادی با جستجوی پویای بخش‌های متمایزکننده در هر کلاس به صورت مجزا مشکلات فوق حل شد. روش ارائه شده در محیط MATLAB شبیه سازی شده است. نتایج آزمایشات ارائه شده نیز نشان از کارایی مناسب رویکرد مبتنی بر بخش دارد. بر اساس آزمایشات انجام شده میزان دقت روش پیشنهادی بین 93.5 الی 100 درصد نتیجه می‌دهد. این روش از لحاظ حداقل دقت تشخیص کسب شده با چند روش ارائه شده در مقالات دیگر مقایسه شده است که نتایج این مقایسه در جدول 2 آورده شده است.

- [1] Rowley, H.A., Baluja, S., Kande,T., “Rotation invariant neural network-based face detection”, IEEE Computer Science Technical Report,1998.
- [2] Schneiderman, H., Kande Agarwal, T., “Probabilistic modeling of local appearance and spatial relationships for object recognition”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1989.
- [3] Agarwal, M., Jain, N., Kumar, M., Agarwal, H., “Face Recognition Using Eigen Faces and Artificial Neural Network”, International Journal of Computer Theory and Engineering, 2010.
- [4] Chin Hu, W., Yu Yang, C.H., Yang Huang, D., Hsiang Huang, C.H., “Feature-Based Face Detection against Skin-Color like Backgrounds with Varying Illumination”, Journal of Information Hiding and Multimeding Signal Processing,2011.
- [5] Omaima,N.A.Al-Alaf., “Review of Face Detection Systems Based Artificial Neural Networks Algorithms”, the International of Multimedia & Its Applications (IJMA), 2014.
- [6] Gupta, B., Gupta, S., Tiwari, A.K., “Face Detection Using Gabor Feature Extraction and Artificial Neural Network”, ABES Engineering College, 2010.
- [7] Kaushal, A., Raina, J.P.S., “Face Detection using Neural Network & Gabor Wavelet Transform”, International Journal of Computer Science and Technology, 2010.
- [8] Kamruzzaman, S.M., Ahmed Siddiqi, F., Saiful Islam, M.D., Emdadul Haque,M.D., Shamsul Alam Alaf, M., “Rotation Invariant Face Detection Using Wavelet, PCA and Radial Basis Function Networks”, International Conference on Human Computer Interaction, 2010.
- [9] Lampert, C., Nickisch, H., Harmeling, S., “Attribute-Based Classification for Zero-Shot Learning of Object Categories.” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 36, no. 3, pp. 453 – 465, 2014.
- [10] Dalal, N., Triggs, B., “Histograms of Oriented Gradients for Human Detection.” IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05), pp. 886–893, 2005.
- [11] Felzenszwalb, P.F., Girshick, R.B., McAllester, D., Ramanan, D., “Object Detection with Discriminatively Trained Part-Based Models.”, IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence., vol. 32, no. 9, pp. 1627–45,2010.
- [12] Colmenarez, A.J., Huang, T.S., "Face detection with information-based maximum discrimination." IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 782-787, 1997.
- [13] Mountrakis, G., Im, J., Ogole, C., “Support vector machines in remote sensing: A review”, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 66, no. 3, pp. 247-259,2011.
- [14] Lu, Y., Zhou, J., Yu, S., “A survey of face detection, extraction and recognition”, computing and informatics, vol. 22, no. 2, pp. 163-195, 2012.
- [15] Yang, Y., & Ramanan, D., “Articulated human detection with flexible mixtures of parts”, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 12, pp. 2878-2890, 2013.
- [16] Zhu, X., Ramanan, D., “Face detection, pose estimation, and landmark localization in the wild”, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 2879-2886, 2012.
- [17] [http://www.stanford.edu/class/ee368/Project\\_03/project\\_03.html](http://www.stanford.edu/class/ee368/Project_03/project_03.html).
- [18] Aldasouqi, I., & Hassan, M, “Smart Human Face Detection System”, IEEE International Journal of Computers, vol. 5, no. 2, pp. 8 ,2011.
- [19] Sandeep, K., & Rajagopalan, A.N., “Human Face Detection in Cluttered Color Images Using Skin Color and Edge Information”, Department of Electrical Engineering, Indian Institute of Technology- Madras Chennai-600 036.