

## چکیده

در این مقاله سعی شده است که با بهره‌گیری از مزایای سیستم‌های ترکیبی آنرا در تشخیص چهره که یکی از مهمترین بیومتریک‌های مطرح می‌باشد و در سالهای اخیر توجه ویژه‌ای به آن شده است، استفاده گردد. سیستم پیشنهاد شده یک سیستم ترکیبی با معماری موازی و در سطح گمان است که از امتیازات تطبیقی سه الگوریتم استخراج کننده ویژگی مطرح در تشخیص چهره یعنی  $PCA$ ،  $LDA$  و گابور برای ترکیب استفاده می‌نماید. برای ترکیب امتیازات از یک شبکه عصبی از نوع  $Feed Forward Back Propagation$  استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سیستم ترکیبی در کاهش تاثیر عوامل خارجی نظیر روشنایی و تغییرات ناشی از حالت و ژست بر روی الگوریتم‌های مختلف موثر بوده و نتایج را بهبود می‌بخشد.

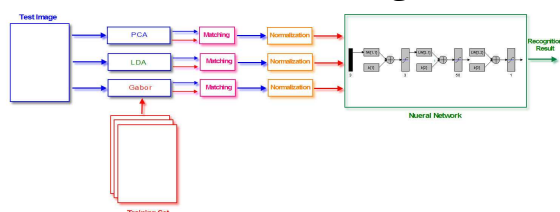
## واژگان کلیدی

تشخیص چهره، ترکیب دسته بندی، سطح گمان، شبکه عصبی، گابور،  $LDA$   $PCA$

هویت بصورت یکی از الزامات دنیای امروز مطرح است و در بسیاری از زمینه‌ها خودنمایی می‌کند به همین نسبت بیومتریک نیز بعنوان ابزار تشخیص مورد توجه خاص می‌باشد.

## ۱- مقدمه

سیستمی که در این مقاله برای تشخیص چهره پیشنهاد شده است یک سیستم ترکیبی با معماری موازی و در سطح گمان می‌باشد. این سیستم، متشکل از سه زیر سیستم منفرد تشخیص چهره است که نتایج حاصل از آنها، بصورت امتیازات تطبیقی، توسط یک شبکه عصبی از نوع  $Feed Forward Back Propagation$  با یکدیگر ترکیب شده و یک نتیجه نهایی حاصل می‌گردد. شکل (۱) طرح شماتیک سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد.



شکل (۱) طرح شماتیک سیستم ترکیبی پیشنهاد

شده برای حل مسئله تشخیص چهره

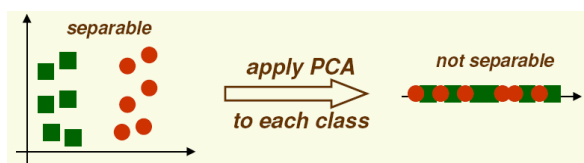
بیومتریک نمونه‌ای از فناوری‌های نوظهور در عرصه دنیای ارتباطات و اطلاعات است که به عبارتی می‌توان گفت، کلید ورود به دنیای اطلاعات و کنترل ارتباطات می‌باشد. در گزارش ژانویه سال ۲۰۰۰ دانشگاه MIT از بیومتریک به عنوان یکی از ۱۰ فناوری جدید، که دنیا را تغییر خواهد داد، نام برده شده است. اجرای پروژه‌های عظیم امنیت بیومتریکی در جهان نمایان‌گر اهمیت این فناوری در ارتباطات آینده بین‌المللی می‌باشد. بطوریکه هرروز شاهد آن هستیم که بر گستره روشها و کاربردهای این فناوری افزوده می‌شود و اخبار تازه‌ای در این زمینه منتشر می‌گردد.

این مقاله با عنوان ترکیب دسته‌بندی کننده‌ها در سطح گمان برای تشخیص چهره، سعی در معرفی مختصر روشهای تشخیص هویت با استفاده از بیومتریک چهره و استفاده از ترکیب دسته‌بندی کننده‌ها در شناسایی چهره دارد.

بیومتریک بعنوان یکی از ابزارهای تشخیص و شناسایی هویت فردی همواره مورد توجه بوده است. از آنجایی که تشخیص

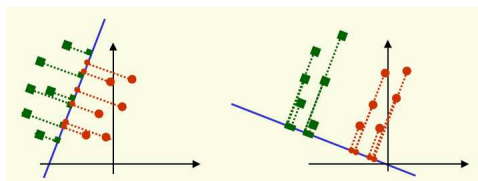
## ۲-۲ آنالیز تفکیک خطی فیشر

در روش  $PCA$  بیشترین دقت برای ارائه مجموعه ای از داده در یک فضای کوچکتر جستجو می گردد. در این روش داده ها درجهت بیشترین اختلاف (واریانس) بر روی یک خط تصویر می گردند [3][2][1]. اما ممکن است این جهت برای طبقه بندی دسته ها مفید نباشد. شکل (۲) مجموعه ای از داده ها که در دو کلاس قرار گرفته اند نشان داده شده است. مشاهده می شود بیشترین اختلاف در هر دسته در راستای عمود می باشد اما نتیجه تصویر داده ها در این راستا باعث تفکیک دسته ها نمی گردد.



شکل (۲) در روش  $PCA$  تصویر درجهت بیشترین واریانس منجر به تفکیک دسته ها نمی گردد.

در تفکیک کننده خطی فیشر ( $FLD$ ) داده ها درجهتی بر روی یک خط تصویر می گردد که منجر به تفکیک تصاویر دسته ها بر روی خط شود. ایده اصلی در این روش یافتن خطی است که نمونه های متعلق به دسته های مختلف بخوبی از یکدیگر جدا شوند [3][2].



شکل (۳) مقایسه نتایج حاصل از انتخاب خط تفکیک کننده

## ۳-۲ آنالیز موجک گابور در تشخیص چهره

استفاده از ویژگی های محلی، یک روش تکامل یافته در مسئله تشخیص چهره است [5][4]. یکی از انگیزه های اصلی در استفاده از روش های مبتنی بر ویژگی، ارائه تصاویر چهره بصورت خیلی فشرده است. از اینرو احتیاجات به حافظه را کاهش می دهد. این حقیقت بخصوص زمانیکه از بانک اطلاعاتی چهره بزرگی استفاده می گردد اهمیت زیادی می یابد. روش های مبتنی بر ویژگی بر پایه یافتن نقاط ثابتی (و یا مناطق محلی) بر روی چهره و ارائه اطلاعات متناظر با این نقاط با یک روش مؤثر

در این سیستم، هر یک از الگوریتم های  $PCA$ ،  $LDA$  و  $Gabor$  جهت استخراج ویژگی ها از فضای داده آموزشی و تصویر آزمایشی (تصویری که تشخیص هویت آن مورد نظر می باشد) مورد استفاده قرار می گیرند سپس فاصله بین ویژگی های هر کلاس از تصاویر چهره آموزشی و تصویر مورد آزمایش، محاسبه می گردد. الگوریتم های متفاوتی می تواند جهت محاسبه این فاصله مورد استفاده قرار گیرد که در این مقاله، محاسبه فاصله اقلیدسی برای الگوریتم های  $PCA$  و  $LDA$  و محاسبه نوعی تابع تشابه که در ادامه مطرح می گردد، برای الگوریتم گابور پیشنهاد شده است. امتیازات حاصل از عمل تطابق بعد از نرمالیزاسیون توسط یک شبکه عصبی به تشخیص نهایی می انجامد.

## ۲- روش تجزیه به مولفه های اصلی

سیستم تشخیص چهره مبتنی بر تصاویر ویژه، را می توان به دو بخش اساسی ایجاد تصاویر ویژه پایه و تشخیص ویا شناسایی یک چهره جدید تقسیم نمود

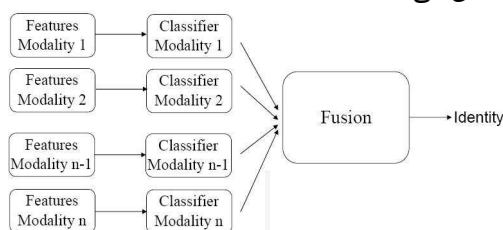
### ۲-۱ چهره ویژه

تکنیک چهره ویژه هنوز هم یک راه حل ساده و قدرتمند برای حل مسئله پیچیده تشخیص چهره می باشد. درحقیقت، این روش بهترین راه حسی برای طبقه بندی یک چهره می باشد. همانطوریکه نشان خواهیم داد، تکنیک های قدیمی تر بر روی ویژگی های بخصوصی از چهره متمرکز شده است [1]. تکنیک چهره ویژه از اطلاعات بیشتری در طبقه بندی چهره ها بر اساس الگوی چهره عمومی استفاده می کند. این الگوها شامل خصیصه های بخصوص چهره است که به آنها نیز محدود نمی شود. روش چهره ویژه با استفاده از اطلاعات بیشتر، بطور طبیعی از کارایی بالاتری نسبت به روش های تشخیص مبتنی بر خصیصه برخوردار است.

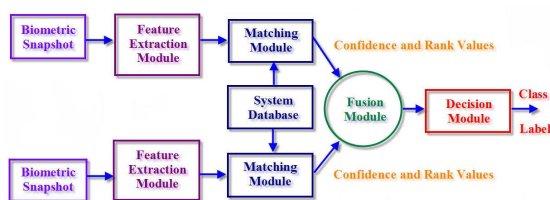
چهره ویژه، اساسا چیزی بیش از بردارهای پایه برای یک چهره واقعی نمی باشد. این مطلب می تواند بطور مستقیم یکی از مفاهیم اساسی مهندسی الکترونیک به نام آنالیز فوریه را تداعی نماید. آنالیز فوریه نشان می دهد که جمع جملات وزن دار سینوسی در فرکانسهای متفاوت، می تواند یک سیگنال را بطور کامل بازسازی نماید. بهمین ترتیب، یک جمع از چهره های ویژه می تواند بطور یکپارچه یک چهره خاص را بازسازی نماید [1]. فهمیدن اینکه چهره های ویژه چه هستند معمای این تکنیک است.

### ۳- ترکیب در سطح گمان

ترکیب در سطح گمان، در واقع ترکیب امتیازات تطبیقی جداگانه‌ای است که از هریک از دسته‌بندی کننده‌ها بدست آمده است. در این روش در هر سطح مجموعه‌ای از حسگرها و استخراج کننده‌های ویژگی، بصورت مستقل از هم اطلاعات مربوط به ویژگی‌های فردی را بصورت یک بردار ویژگی به طبقه دسته بندی کننده‌ها ارائه می‌دهد. هر دسته‌بندی کننده متناسب با الگوریتم خود، و مقایسه بردار ویژگی بدست آمده با بردار ویژگی قالبها، نتیجه ای را بصورت یک امتیاز تطبیقی ارائه می‌کند که این امتیازات، جهت تصمیم گیری با یکدیگر ترکیب می‌گردند و در نهایت یک خروجی از طبقه تصمیم سازی حاصل می‌گردد. شکلهای (۴) و (۵) بلوک دیاگرام ترکیب در سطح گمان را نشان می‌دهد.



شکل (۴) دیاگرام سیستم ترکیبی در سطح گمان



شکل (۵) سیستم ترکیبی در سطح گمان

### ۴- شبکه عصبی

همانطوریکه در معرفی سیستم تشخیص چهره پیشنهادی بیان گردید (شکل (۱))، نتایج حاصل از الگوریتمهای استخراج ویژگی  $PCA$ ،  $LDA$  و  $Gabor$  هر کدام بصورت جداگانه آموزش دیده و ویژگیهای مربوط به چهره‌های شناخته شده را استخراج می‌نمایند. در مرحله بعد این اطلاعات برای مقایسه با ویژگیهای بدست آمده از یک چهره ناشناس مورد استفاده قرار می‌گیرند. در روش‌های  $PCA$  و  $LDA$  مقایسه ویژگیهای بدست آمده از چهره‌های ناشناخته با هریک از چهره‌های شناخته شده در بانک اطلاعات تصویری آموزشی بصورت فاصله اقلیدسی

است اما انتخاب مناسب مکان‌های ویژگی و مقادیر متناظر با آن برای کارایی سیستم تشخیص بشدت بحرانی و با اهمیت است. طبیعت جستجوگر برای یافتن پاسخ، پژوهشگران را به بررسی رفتار سیستم بینایی انسان سوق داده است.

مطالعات فیزیولوژیکی، سلولهای ساده‌ای را در قشر بینایی انسان یافته است که با فرکانس فضایی و نیز موقعیت قرارگیری بصورت قابل انتخاب وفق یافته است. پیشنهاد شده است که پاسخ یک سلول ساده می‌تواند با فیلترهای دوبعدی گابور تقریب زده شود [6].

در طول سالهای اخیر، یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فیلترهای گابور بعنوان یک سیستم تشخیص چهره نهایی می‌تواند بسیار موفقیت آمیز باشد [4][7][8]. یکی از موفق‌ترین روش‌های تشخیص چهره، مبتنی بر تطبیق گراف ضرابی است که از پاسخ‌های فیلتر گابور بدست آمده است [8] [9]. اما چنین الگوریتم‌های تطبیق گراف اشکالاتی که ناشی از پیچیدگی انطباق آنها، موقعیت یابی دستی در آموزش گراف‌ها و بطور کلی زمان بالا، می‌شوند را تحمیل می‌نمایند. در این روشها از یک ساختار عمومی چهره برای تولید گرافها استفاده می‌گردد. یک روش جدید مبتنی بر گابور قادر است تا چنین اشکالاتی را برطرف نماید.

توابع دو بعدی گابور لبه اشکال همچنین گودی‌ها و برآمدگی‌های تصویر را تقویت می‌نماید. افزایش تمایز چشم‌ها، دهان، بینی که بعنوان نقاط مهم و اساسی چهره مطرح هستند، از تأثیرات این توابع است. علاوه بر این خصوصیتی مانند خالها، گودیهای صورت، اثر زخمها و مواردی از این نوع برجسته می‌شوند. از اینرو با استفاده از چنین نقاط برجسته ای بعنوان موقعیت‌های حاوی ویژگی، برای هر تصویر مبتنی بر صورت یک نقشه ویژگی حاصل می‌گردد و هر چهره می‌تواند با استفاده از خصوصیات مربوط به خود، بدون محدودیت‌های اولیه ارائه گردد. داشتن نقشه ویژگی تخصیص داده شده برای هر چهره، این روشها را قادر می‌سازد تا اطلاعات کلی چهره را بعد از تقویت خصوصیات محلی حفظ نماید.

در این مقاله یک روش جدید براساس انتخاب نقاط ماکزیمم (نقاط تقویت شده)، از پاسخ‌های موجک گابور بعنوان نقاط حاوی ویژگی بجای استفاده از نقاط گرافهای از پیش تعریف شده در تطبیق گراف کشسان که قابلیت‌های نمایشی موجک گابور را کاهش می‌دهد [8] پیشنهاد شده است. بردارهای ویژگی با نمونه گیری از ضرایب تبدیل موجک گابور در نقاط حاوی ویژگی بدست می‌آیند.

مورد بررسی قرار گیرد و مشخص گردد که حساسیت سیستم نسبت به تغییرات مختلف چهره که محدوده وسیعی را در بر می‌گیرد چگونه است. در کنار نتایج سیستم ترکیبی، نتایج هر یک از سیستم‌های منفرد نیز مطرح خواهد شد تا دید بهتری نسبت به کارایی سیستم ترکیبی حاصل گردد.

بطور کلی فضای آزمون به پنج حالت مختلف تقسیم بندی شده است که در هر حالت تعدادی نمونه آزمایشی انتخاب گردیده است. پنج حالت مورد نظر عبارتند از:

- ۱- استفاده از تصاویر مجموعه چهره آموزشی
- ۲- تصاویر چهره با حالت‌های مختلف چهره
- ۳- تصاویر چهره با عینک
- ۴- تصاویر چهره که قسمتی از آن پوشیده شده است.
- ۵- تصاویر چهره نویزی

#### ۱-۱-۵ استفاده از تصاویر مجموعه چهره آموزشی

در این بخش ساده ترین آزمون در مسئله تشخیص مورد نظر است. بدین ترتیب که تصاویر چهره‌ای که به سیستم آموزش داده شده است بعنوان چهره ناشناس به سیستم معرفی می‌گردد. جدول (۱) نتایج حاصل از این آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول (۱) نتایج سیستم تشخیص در استفاده از تصاویر مجموعه چهره آموزشی

| تعداد چهره مورد آزمایش: ۴۲ |        |      |      |             |
|----------------------------|--------|------|------|-------------|
| Combina-tional system      | Gab-or | LDA  | PCA  |             |
| 0                          | 0      | 0    | 0    | اشتباه      |
| 42                         | 42     | 42   | 42   | صحیح        |
| 100%                       | 100%   | 100% | 100% | درصد موفقیت |

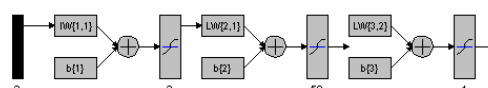
نتایج نشان می‌دهند که هم الگوریتم‌های منفرد و هم سیستم ترکیبی تمامی آزمایشات این قسمت را با موفقیت به انجام رساندند.

#### ۱-۲-۵ تصاویر چهره با حالت‌های مختلف چهره

همانطور که قبلا نیز بیان گردید یکی از چالش‌های سیستم تشخیص چهره گستردگی تغییرات چهره است که تفاوت‌های زیادی را در یک کلاس ایجاد می‌کند. در این قسمت از آزمایش

بین تصویر چهره تصویر ناشناخته بر روی خط تفکیک کننده PCA یا LDA (ویژگی‌های چهره ناشناس) و تصویر تک تک چهره‌های بانک داده آموزشی بر روی این خط انجام می‌گیرد و در روش گابور مقایسه با بدست آوردن مقادیر تابع تشابه متناظر با هر تصویر آموزشی انجام می‌پذیرد. این نتایج در یک سیستم منفرد مستقیماً برای تشخیص نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد اما در این جا این نتایج دسته‌بندی کننده‌ها بعد از انجام نرمالیزاسیون برای ترکیب به یک شبکه عصبی از نوع Feed Forward Back Propagation منتقل می‌گردد.

شبکه عصبی پیشنهادی متشکل از سه لایه ورودی، میانی و خروجی می‌باشد (شکل (۶)). لایه ورودی دارای سه نرون می‌باشد که مقادیر متناظر با هریک از کلاسه بندی کننده‌های Gabor, PCA, LDA را دریافت می‌نماید. لایه خروجی با یک نرون، یک نتیجه نهایی بین 0 و 1 را برمی‌گرداند. مقدار بیشینه خروجی بیانگر نزدیکترین تصویر از مجموعه آموزشی به تصویر ناشناخته می‌باشد.



شکل (۶) شبکه عصبی از نوع Feed Forward Back Propagation

#### ۵- نتایج

تاکنون دیدیم ترکیب دسته‌بندی کننده‌ها یکی از روش‌های جدید در افزایش کارایی و دقت سیستم‌های منفرد است. در سیستم ترکیبی پیشنهادی الگوریتم‌های متفاوت از یک بیومتریک، یعنی چهره برای تشخیص مورد استفاده قرار گرفت و نتایج حاصل از آنها در سطح گمان و بصورت ترکیب امتیازات با یکدیگر ترکیب گردید. و در فاز آموزش، نسبت به فضای چهره آموزشی، آگاهی پیدا نمود. در این قسمت بررسی خواهیم کرد که پاسخ سیستم در مسئله تشخیص چهره و حالت آن، چگونه عمل می‌کند. بنابراین سیستم ترکیبی را در تشخیص‌های متفاوت مورد آزمایش قرار می‌دهیم و نتایج حاصل بیانگر آن خواهد بود که کارایی و دقت سیستم افزایش یافته است یا خیر.

#### ۵-۱ طرح فضای آزمون تشخیص چهره

برای دستیابی به نتایج مورد نظر فضای آزمایش می‌بایست مشخص و معین گردد. تا پاسخ سیستم در حالت‌های مختلف

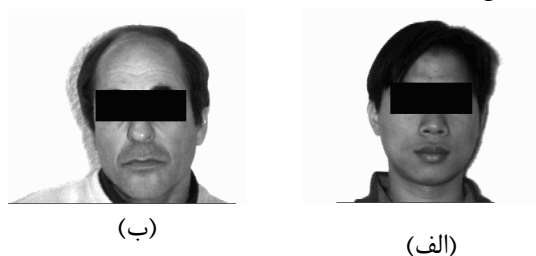
جدول (۳) نتایج سیستم تشخیص در استفاده از تصاویر

### چهره با عینک

| تعداد چهره مورد آزمایش: ۱۲ |           |         |         |                 |
|----------------------------|-----------|---------|---------|-----------------|
| Combina<br>al system       | Gabo<br>r | LD<br>A | PC<br>A |                 |
| 0                          | 0         | 1       | 1       | اشتباه          |
| 12                         | 12        | 11      | 11      | صحیح            |
| 100%                       | 100<br>%  | 91<br>% | 91<br>% | درصد موفق<br>یت |

۵-۴ تصاویر چهره که قسمتی از آن پوشیده شده است

در این آزمون قسمتی از چهره مانند چشمها، دهان، بینی پوشانیده شده و به سیستم ترکیب جهت شناسایی وارد می-گردد. (شکل (۴))



شکل (۹) تصاویر چهره که قسمتی از آن پوشیده شده است

جدول (۴) نتایج سیستم تشخیص در استفاده از تصاویر

چهره که قسمتی از آن پوشیده شده است

| تعداد چهره مورد آزمایش: ۳۰ |       |        |        |             |
|----------------------------|-------|--------|--------|-------------|
| Combinational system       | Gabor | LDA    | PCA    |             |
| 0                          | 0     | 2      | 4      | اشتباه      |
| 30                         | 30    | 28     | 26     | صحیح        |
| 100%                       | 100%  | 93.33% | 86.66% | درصد موفقیت |

۵-۵ تصاویر چهره نویزی

ممکن است تصاویر ارائه شده به یک سیستم تشخیص چهره دارای نویز باشند از اینرو در این قسمت می‌خواهیم پاسخ

تصاویر چهره با حالت‌های مختلف احساسی نظیر شادی، تعجب، غمگین و خواب و ... جهت تشخیص به سیستم اعمال می-گردد. (شکل (۲))



شکل (۷) تصاویر چهره با حالت‌های مختلف چهره

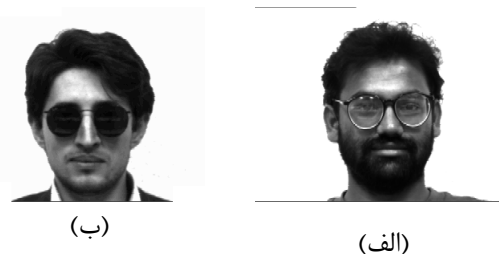
جدول (۲) نتایج سیستم تشخیص در استفاده از تصاویر

چهره با حالت‌های مختلف احساسی

| تعداد چهره مورد آزمایش: ۳۰ |           |            |            |                |
|----------------------------|-----------|------------|------------|----------------|
| Combina<br>nal system      | Gab<br>or | LDA        | PCA        |                |
| 0                          | 0         | 1          | 2          | اشتباه         |
| 30                         | 30        | 29         | 28         | صحیح           |
| 100%                       | 100<br>%  | 96.66<br>% | 93.33<br>% | درصد مو<br>فیت |

۵-۳ تصاویر چهره با عینک

عینک از جمله عوامل خارجی است که در بعضی مواقع قسمتی از ویژگی‌های چهره را می‌پوشاند و یا آنرا تغییر می‌دهد که تاثیر گذار بر تشخیص چهره است. (شکل (۳))



شکل (۸) تصاویر چهره با عینک

| Combinational system | Gabor  | LDA    | PCA |             |
|----------------------|--------|--------|-----|-------------|
| 0                    | 2      | 6      | 9   | اشتباه      |
| 144                  | 142    | 138    | 135 | صحیح        |
| 100%                 | 98.61% | 95.83% | 86% | درصد موفقیت |

لازم بذکر است که نتایج بدست آمده بر اساس تصاویر چهره بانک داده تصویری Yale در شرایط کنترل شده حاصل شده است. وجود شرایط کنترل شده بدلیل عدم وجود بلوک‌های یافتن چهره و پیش پردازش تصویر، الزامی است. علاوه بر این تمامی چهره های این بانک اطلاعات تصویری تصاویر از روبرو هستند و در فضای آزمون تشخیص چهره با حالت تغییر ژست و یا تصاویر نیم رخ مطرح نبوده است.

#### ۶- نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که تغییرات روشنایی بخصوص در حالت نورپردازی نقطه‌ای و یا یک جهته از عواملی هستند که بیشترین تاثیر را در الگوریتم‌های PCA و LDA می‌گذارد. در این میان الگوریتم گابور بهترین نتایج را حاصل نمود بطوریکه در ۱۴۴ مورد آزمایش تنها دو مورد خطا دیده شد که بیشتر در حالت تصاویر نویزی و بدلیل عکس العمل این روش به تغییرات سریع روشنایی در چهره می‌باشد.

از جمله نقاط ضعف مشاهده شده در الگوریتم گابور سرعت بسیار پایین این روش و حجم پردازش بالاست که زمان پردازش برای این الگوریتم در مقایسه با روشهای PCA و LDA چندین برابر است. که این مسئله بخصوص در آموزش سیستم به نحو چشمگیری محسوس است. الگوریتم‌های PCA و LDA در مسئله تشخیص از سرعت قابل قبولی برخوردار هستند که بطور کلی می‌توان رابطه سرعت را برای الگوریتم های مختلف به شکل زیر در نظر گرفت:

$$PCA > LDA >> Gabor \quad \text{رابطه (۱)}$$

سیستم را در برابر تصاویر نویزی بررسی نماییم. نویز اعمال شده بر روی تصاویر از نوع Gaussian, speckle و salt & pepper انتخاب شده است. (شکل (۵))



(ب)

(الف)

شکل (۱۰) تصاویر نویزی (الف) نویز Salt & Paper (ب) Speckle

جدول (۵) نتایج سیستم تشخیص در استفاده از تصاویر

#### چهره نویزی

| تعداد چهره مورد آزمایش: ۳۰ |        |        |        |             |
|----------------------------|--------|--------|--------|-------------|
| Combinational system       | Gabor  | LDA    | PCA    |             |
| 0                          | 2      | 2      | 2      | اشتباه      |
| 30                         | 28     | 28     | 28     | صحیح        |
| 100%                       | 93.33% | 93.33% | 93.33% | درصد موفقیت |

#### ۵-۲ جمع بندی نتایج

در پنج بخش قبل نتایج حاصل از حالات مختلف فضای آزمون مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش می‌خواهیم روی هم رفته نتایج روش‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه نماییم. بنابراین در این قسمت، نتایج آزمون‌های انجام شده بصورت تجمعی مورد بررسی قرار گرفته است. جدول (۶) حاصل این نتایج را نشان می‌دهد.

جدول (۶) جمع بندی نتایج حاصل از آزمایشات ،

#### در حالت‌های فضای آزمون

تعداد چهره مورد آزمایش: ۱۴۴



- [5] M. H. Yang, N. Ahuja, and D. Kriegman, "A survey on face detection methods," *IEEE Trans. On Pattern analysis and Machine Intelligence*, to appear 2001.
- [6] J. G. Daugman, "Two dimensional spectral analysis of cortical receptive field profile", *Vision Research*, vol. 20, pp. 847-856, 1980.
- [7] J. Zhang, Y. Yan, and M. Lades, "Face Recognition: Eigenface, Elastic Matching, and Neural Nets," *Proc. IEEE*, vol. 85, pp.1423-1435, 1997.
- [8] L. Wiskott, J. M. Fellous, N. Krüger and Christoph von der Malsburg, "Face Recognition by Elastic Graph Matching," In *Intelligent Biometric Techniques in fingerprint and Face Recognition*, CRC Press, Chapter 11, pp. 355-396, 1999.
- [9] P. Phillips, "The FERET database and evaluation procedure for face recognition algorithms," *Image and Vision Computing*, vol. 16, no. 5, pp.295-306, 1998.

نتایج حاصل از سیستم ترکیبی بشدت وابسته به آموزش شبکه عصبی و همگرا شدن این شبکه در کاهش خطای خروجی دارد. بطوریکه با آموزش صحیح شبکه می توان نتایج مطلوبتری را بدست آورد. فرایند آموزش شبکه عصبی در طول آزمایشات چندین بار تکرار گردید که باعث تکرار آزمایشات انجام شده گردید.

جدول (۷) درصد افزایش سیستم ترکیبی را نسبت به هر یک از الگوریتم های منفرد بیان می کند.

جدول (۷) افزایش دقت سیستم ترکیبی نسبت به هر

یک از الگوریتم های منفرد

| Gabor | LDA   | PCA |
|-------|-------|-----|
| 1.39% | 4.17% | 14% |

سپاسگزاری

تشکر و قدردانی از راهنمایی بیدریغ برادر عزیزم مهندس مرتضی زنگیان

مراجع

- [1] Matthew A. Turk , Alex P. Pentland, *Proc.IEEE CVPR '91, June. 1991*, pp.586-591
- [2] Slobodan Ribaric ,Ivan Fratric," *Experimental Evaluation of Matching-Score Normalization Techniques on Different Multimodal*", *IEEE MELECON 2006*, May 2006, pp. 498-501
- [3] Aleix M. MartíÁñez, Avinash C. Kak," *PCA versus LDA*", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 23, No. 2, February 2001, pp.228-233
- [4] B. Duc, S. Fisher, and J. Bigün, "Face Authentication with Gabor Information on Deformable Graphs," *IEEE Trans. On Image Proc.*, vol.8,no.4, pp.504-515, 1999.