

## شناسایی آسیب‌های پوستی با استفاده از الگوریتم فازی

هادی سلطانی زاده<sup>۱\*</sup> و نگارین جوادی<sup>۲</sup>

اطلاعات مقاله	چکیده
دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۰۸ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸	<p>آکنه یک بیماری شایع است که کیفیت زندگی افراد را تحت کنترل قرار می‌دهد. اولین قدم در درمان این بیماری شناسایی نواحی آسیب دیده می‌باشد. در گذشته این شناسایی به صورت دستی انجام می‌گرفت، که این ارزیابی از دید متخصصان مختلف متفاوت بود. امروزه به شناسایی نواحی آسیب‌دیده با استفاده از کامپیوتر پرداخته می‌شود که به تشخیص دقیق‌تری منجر می‌گردد. لذا در این پژوهش به شناسایی موقعیت آسیب‌های پوستی با استفاده از الگوریتم فازی پرداخته شده است. یکی از مزایای این روش کوتاه بودن زمان پردازش آن می‌باشد، به همین دلیل از روش ISODATA استفاده گردیده است. تصاویر استفاده شده در این پژوهش از دستگاه Visio Face گرفته شده که هیچ آسیبی به بافت‌های پوست نمی‌رساند، این تصاویر در مرحله آموزش استفاده می‌گردد. با توجه به اینکه این تصاویر در فضای رنگی RGB می‌باشند، با تبدیل به فضای رنگی HSI می‌توان رنگ‌ها را با جزئیات بیشتری مورد پردازش قرار داد. برای شناسایی آسیب‌ها و استخراج ویژگی از آسیب‌های پوستی، از الگوریتم فازی و تصاویر در فضای رنگی HSI استفاده گردید. در نهایت هدف از این پژوهش، ساخت روباتی برای درمان اتوماتیک آسیب‌ها با استفاده از دستگاه پلکسرپلاس می‌باشد. در فاز آزمایش، تصاویر رنگی فضای RGB و سنسور عمق دوربین کینکت، موقعیت سه بعدی آسیب‌ها را شناسایی می‌کند. در نهایت این اطلاعات به روبات برای کنترل پلکسر پلاس، فرستاده می‌شود. برای ارزیابی عملکرد سیستم از معیارهای زیر استفاده می‌گردد، در روش پیشنهادی، مقدار متوسط دقت ۹۹/۴٪، درستی ۸۸/۲٪ و حساسیت ۵۱٪ به دست آمده است.</p>

## ۱- مقدمه

آکنه یک بیماری پوستی رایج است که موجب ایجاد شدن مشکلات فراوانی برای افراد می‌گردد. اخیراً لوازم آرایشی نقش مهمی در زیبایی افراد بازی می‌کنند، اما این زیبایی به صورت موقتی می‌باشد و بعد از گذشت مدت زمان کوتاهی صدمات بیشتری را برای پوست در پی خواهد داشت. لذا پیدا کردن راهی برای درمان این بیماری پوستی

بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اما اولین قدم در درمان، شناسایی موقعیت نواحی آسیب‌دیده می‌باشد. شناسایی دستی، نیازمند زمان زیادی برای تعیین دقیق آسیب‌ها می‌باشد. اما شناسایی کامپیوتری علاوه بر کم کردن زمان، به تعیین دقیق‌تری نیز منجر می‌گردد. کارهای زیادی در این زمینه انجام شده است، که در ادامه به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌کنیم. امین یوسکل به تقسیم‌بندی تصاویر درموسکوپ<sup>۲</sup> با استفاده از روش آستانه<sup>۳</sup> بر پایه‌ی منطق

\* پست الکترونیک نویسنده مسئول: h\_soltanizadeh@semnan.ac.ir

۱. استادیار گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سمنان

۲. گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سمنان

<sup>2</sup> Dermoscopy<sup>3</sup> Thresholding

بهترین فضای رنگی مشخص گردید و تعداد خوشه‌ها برابر با ۳ انتخاب گردید. فضای رنگی RGB برای تقسیم‌بندی مناسب نمی‌باشد، چون روشنایی تصویر یکنواخت نمی‌باشد. در همان سال زهرا تبریزیان برای شناسایی آسیب‌ها از الگوریتم ژنتیک استفاده کرده است [۶]. این روش با توجه به داشتن دقت بالا اما زمان پردازش طولانی را شامل می‌شود. در ادامه تانایا چانترافاچیت به دسته‌بندی آسیب‌ها با استفاده از روش بی‌زین<sup>۵</sup> پرداخته است [۷]. هدف از این پژوهش، استخراج ویژگی و فیلتر کردن جاهای ناخواسته می‌باشد. و در مرحله‌ی آخر ویژگی‌های انتخاب شده در فیلتر ریخته می‌شود. در مرحله‌ی پیدا کردن لکه، تصویر RGB به سطح خاکستری تبدیل می‌گردد و نرمالیزه شده‌ی سطح خاکستری محاسبه می‌گردد. سپس تصویر RGB به HSV تبدیل می‌گردد تا میزان روشنایی تصویر به دست آید. در انتها این دو از یکدیگر کم می‌گردند. سپس از آستانه‌گذاری دو سطحی برای تفاوت پوست سالم از آسیب‌دیده استفاده می‌گردد. در مرحله‌ی استخراج ویژگی، میزان روشنایی به هیستوگرام تبدیل می‌گردد، زیرا تابع چگالی احتمال از هیستوگرام تصویر به دست می‌آید. از طرفی مقادیر میانگین، واریانس، ناهمواری، درجه‌ی اوج، انرژی و آنتروپی در مرحله‌ی استخراج ویژگی به دست می‌آیند. در نهایت از دسته‌بندی کننده‌ی بی‌زین استفاده می‌گردد. مراحل قبل ضروری می‌باشد زیرا برای استفاده از دسته‌بندی کننده‌ی بی‌زین نیاز به چندین ویژگی می‌باشد. در همان سال مقاله‌ی دیگری در مورد شناسایی آسیب‌های پوستی ارائه نمودند [۸]. ابتدا تصویر RGB به سطح خاکستری و HSI تبدیل می‌گردد، بنابراین دارای روشنایی قابل‌کنترلی می‌باشد. داده‌ی خاکستری نرمالیزه می‌گردد و از HSI کم می‌گردد تا موقعیت آسیب به دست آید. سپس یک تصویر باینری برای واضح‌تر نشان دادن آسیب استفاده می‌شود. و در نهایت از روش حذف لکه‌های کوچک و محل‌های بزرگ<sup>۶</sup> برای دسته‌بندی آکنه از پوست سالم استفاده می‌گردد. نتایج خروجی باتوجه به تغییرات رنگ، شکل و شرایط نوری آکنه در تصویر ممکن است کمی نوسان داشته باشد. سرژیو لوکوت بیان نمود که آقای رملی با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی k-means برای

فازی پرداخته است [۱]. روش کار به این صورت است که ابتدا تصاویر رنگی به دست آورده می‌شوند. سپس تصویر رنگی تبدیل به سطح خاکستری می‌گردد. پس از آن میزان هیستوگرام سطح خاکستری به دست آورده می‌شود، بهترین مقدار آستانه با استفاده از روش فازی به دست می‌آید. و در نهایت تصویر سطح خاکستری تبدیل به تصویر باینری می‌گردد. حال پیکسل‌ها به ۲ دسته آسیب و پوست تقسیم و شناسایی می‌گردند. اما عباس نصرآبادی به شناسایی چهره با استفاده از ویژگی‌های رنگ پرداخته است [۲]. لذا در این پژوهش از ویژگی‌های رنگ برای شناسایی آسیب‌ها و پوست استفاده می‌شود. از طرف دیگر جواد همایون و همکارانش از تکنیک تطبیق الگو<sup>۱</sup> برای شناسایی آسیب‌های پوستی استفاده کردند [۳]. برای شناسایی آسیب‌های پوستی، بلوک قالب باید با بلوک‌های تصویر مورد مقایسه قرار گیرد. اما همان‌طور که مشاهده می‌کنید روش فازی نسبت به روش‌های دیگر از عملکرد بالاتری برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر، مونیکا لینگالا به شناسایی آسیب‌ها با استفاده از الگوریتم فازی پرداخته است [۴]. مراحل کار به این صورت است که برای تعیین پارامترهای رنگی از الگوریتم فازی استفاده شده است. سپس تقسیم‌بندی تصویر صورت گرفته است. در مرحله‌ی استخراج ویژگی از ویژگی‌های کانتور<sup>۲</sup>، بافت و رنگ استفاده شده است. و در نهایت برای دسته‌بندی آسیب از روش ماشین بردار پشتیبان (SVM)<sup>۳</sup> استفاده گردیده است. با توجه به اینکه دسته‌بندی کننده‌ی ماشین بردار پشتیبان، برای داده‌هایی با ابعاد بالا جواب می‌دهد، لذا زمان پردازش اطلاعات در آن زیاد می‌باشد. در ادامه جواد خان از روش خوشه‌بندی فازی<sup>۴</sup> برای تقسیم‌بندی آسیب‌ها استفاده نمود [۵]. در این پژوهش تصویر رنگی به فضاهای رنگی مختلفی تبدیل می‌شود. تصویر با استفاده از خوشه‌بندی فازی به محل‌هایی بر پایه‌ی شباهت رنگ‌ها تجزیه می‌شود. ویژگی‌ها برای هر خوشه استخراج می‌شوند و مقدار متوسط این ویژگی‌ها محاسبه می‌گردد. تابع هدف جدیدی ایجاد می‌شود که پیکسل‌های موجود در خوشه‌ها را بر اساس مقدار متوسط ویژگی خوشه‌ها تعریف می‌کند. در این پژوهش تعداد خوشه‌ها از ۲ به ۶ متغیر می‌باشد. در نهایت

<sup>4</sup> Fuzzy c-means clustering

<sup>5</sup> Bayesian classifier

<sup>6</sup> Small spots and Large region

<sup>1</sup> Template Matching

<sup>2</sup> Contour features

<sup>3</sup> Support Vector Machine

درجه بندی دستی تصاویر دیجیتال استفاده کرده است [۹]. اما در این پژوهش تعداد خوشه‌ها مقدار ثابت  $k=3$  برای تمام تصاویر در فضای رنگی  $CIE L^*a^*b$  انجام می‌شود. مراحل شناسایی آسیب‌ها به صورت دستی و اتوماتیک در دو الگوریتم مختلف نشان داده شده است. تبدیل هاف<sup>۱</sup> برای تجزیه و تحلیل بیشتر خوشه بندی آکنه می‌باشد، که منجر به تعیین دقیق تر تعداد و نوع ضایعات استفاده می‌شود [۱۰]. افزایش کنتراست هیستوگرام، منجر به تخمین بهتر در تعداد خوشه‌ها می‌گردد. در اینجا ذکر شده که معیارهای دقت و درستی برای سنجش مناسب نمی‌باشند، لذا از حساسیت استفاده گردیده است. فضلی صالح عباس به شناسایی آسیب‌ها با استفاده از ویژگی‌های رنگ و بافت پرداختند [۱۱]. در این پژوهش شناسایی محل آسیب با استفاده از آستانه و فیلتر براساس آنتروپی<sup>۲</sup> و روش‌های استخراج ویژگی عبارتند از فرکانسهای موجی گسسته<sup>۳</sup> و ماتریس کوواریانس سطح خاکستری انجام می‌شود. ابتدا تصویر ورودی به سطح خاکستری تبدیل می‌شود، سپس میزان آنتروپی از سطح خاکستری به دست می‌آید. در این پژوهش بخش‌هایی از تصویر که مسطح و صاف باشد، آنتروپی کمی را تولید می‌کند. از طرفی برای استخراج ویژگی از دو روش ماتریس کوواریانس سطح خاکستری<sup>۴</sup> و تبدیل موجک گسسته<sup>۵</sup> استفاده می‌شود. و برای روش GLCM<sup>۶</sup> مقادیر انرژی، بیشترین احتمال، آنتروپی، عدم شباهت، کنتراست، نرمالیزه شده‌ی گشتاور معکوس و همبستگی به عنوان ویژگی در نظر گرفته می‌شوند [۱۲]. سپس میزان فاصله‌ی این دو برای چهار زاویه محاسبه می‌شود. میزان نه ویژگی از تبدیل موجک گسسته و هفت ویژگی ماتریس کوواریانس سطح خاکستری به دست می‌آید. در نهایت با استفاده از مقدار آستانه و ساختارهای مورفولوژی و مقایسه‌ی روش‌های دسته بندی، آسیب‌ها شناسایی و مشخص می‌گردند. دسته بندی کننده‌های مختلفی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته‌اند که آن‌ها عبارتند درخت طبقه بندی باینری<sup>۷</sup>، دسته بندی تجزیه و تحلیلی<sup>۸</sup>، الگوریتم نزدیک ترین همسایه‌ی  $k^9$  و دسته بندی

کننده‌ی بایسین. در نهایت نشان داده شد که روش درخت طبقه بندی باینری<sup>۱۰</sup> دارای عملکرد بهتری نسبت به بقیه دسته بندی کننده‌ها می‌باشد. اما نسیم علمداری و همکارانش به شناسایی آسیب‌ها در فضای رنگی HSV و LAB پرداختند [۱۳]. ابتدا تصویر از فضای رنگی RGB به LAB برده می‌شود. سپس با استفاده از خوشه بندی  $k$ -means با مقدار ثابت  $k=2$  پوست سالم از آسیب دیده تشخیص داده می‌شود. استفاده از آنالیز بافت، برای سنجیدن ویژگی‌های ناهمواری و برآمدگی می‌باشد. جاهایی که تغییرات بیشتری داشته باشند به عنوان آسیب در نظر گرفته می‌شوند. سپس فضای رنگی RGB به HSI تبدیل می‌شود، پس از آن تقسیم بندی براساس رنگ انجام می‌گیرد. سپس دسته بندی تصاویر با استفاده از دو روش انجام می‌گیرد. ابتدا با استفاده از روش خوشه بندی فازی تفاوت بین پوست سالم از آکنه تشخیص داده می‌شود. سپس با استفاده از روش خوشه بندی فازی و ماشین بردار پشتیبان آکنه از آکنه‌ی التهابی تشخیص داده می‌شود. نانچاپل کیتیگول بیان کرد که ابتدا تصویر رنگی به سطح خاکستری تبدیل می‌گردد [۱۴]. سپس از دسته بندی کننده‌ی Haar Cascade برای شناسایی محل صورت استفاده می‌گردد، با استفاده از گرفتن برش<sup>۱۱</sup>، زمینه‌ی تصویر از صورت جدا می‌گردد [۱۵]. سپس با استفاده از آستانه گذاری تطبیقی<sup>۱۲</sup> آسیب پوستی شناسایی می‌گردد. و در موازات آن فضای رنگی RGB به HSV تبدیل می‌گردد. سپس از تصویربرداری حرارتی برای مشاهده‌ی آکنه استفاده می‌گردد. در این مقاله بیان شده که کانال رنگی سبز نسبت به آبی و قرمز به دلیل نشان دادن بهتر کنتراست، آسیب‌ها را با وضوح بیشتری نشان داده می‌شود. وی در سال بعد با استفاده از الگوریتم نزدیک ترین همسایه‌ی  $k$  پرداخته است، در این مقاله متوسط رنگ<sup>۱۳</sup>، انحراف معیار قرمز، سبز، آبی و درجه‌ی دایره‌ای بودن آن به عنوان ویژگی در نظر گرفته است [۱۶]. در اینجا هم از کانال رنگی سبز استفاده شده، زیرا کانال رنگی قرمز و آبی دارای نویز بیشتر و کنتراست کمتری می‌باشد. ابتدا فضای رنگی کانال سبز

<sup>8</sup> Discriminant analysis classifier

<sup>9</sup> K-nearest neighbors' algorithm

<sup>10</sup> Binary classification tree

<sup>11</sup> Grab Cut

<sup>12</sup> Adaptive Thresholding

<sup>13</sup> Hue

<sup>1</sup> Hough transform

<sup>2</sup> Entropy-based filtering

<sup>3</sup> Discrete wavelet frames

<sup>4</sup> Gray Level Co-occurrence Matrix

<sup>5</sup> Discrete wavelet transform

<sup>6</sup> Grey-level co-occurrence matrix

<sup>7</sup> Binary classification tree

Face گرفته شده است. این دستگاه از ۲۱۰ لامپ ال ای دی<sup>۵</sup> (LED) تشکیل شده که بدون ایجاد گرما و آسیبی به بافت‌های پوست، قادر است تصاویر گرفته شده را روی لپ تاپ نمایش دهد. در این تصاویر دو بعدی انواع اسکار از جمله آکنه، سوختگی و همچنین لکه‌هایی شامل ملاسما و انواع خال‌ها قابل مشاهده می‌باشند.

در این پژوهش بیست نمونه تصویر استفاده گردیده است، که چهارده نمونه از آن‌ها در مرحله‌ی آموزش و شش نمونه در مرحله‌ی آزمایش استفاده گردیده است. سپس با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر و با استفاده از زبان برنامه‌نویسی دلفی اقدام به استخراج ویژگی‌ها و دسته‌بندی آنها در تصویر می‌شود و سپس با استفاده از این داده‌ها محل و موقعیت جوش و آکنه‌ها در تصویر چهره تعیین گردید.

### ۳- روش پیشنهادی

ابتدا در فاز آموزش، تصویر را از فضای رنگی RGB به HSI می‌بریم. به طور همزمان با استفاده از تصاویر ایده‌آل، تصاویری که در آن آسیب‌های پوستی توسط پزشک متخصص تعیین گردیده است، قوائد فازی سیستم تشکیل می‌گردد. اما از آنجایی که تعداد نمونه‌ها در آسیب پوستی زیاد می‌باشد، برای کم‌کردن پایگاه قوائد از روش ISODATA استفاده می‌گردد. در این روش با خوشه‌بندی اطلاعات، قوائد فازی به سیستم داده می‌شود. در فاز آزمایش، تصویر رنگی ورودی به سیستم داده و سپس از فضای رنگی RGB به HSI تبدیل می‌گردد. در نهایت با استفاده از موتور استنتاج فازی به کار رفته و قوائد فازی به دست آمده موقعیت آسیب پوستی در شکل (۱) نمایش داده می‌شود.

#### ۳-۱- تبدیل تصویر از فضای رنگی RGB به HIS

از آنجایی که تصویر در فضای رنگی RGB گرفته شده است، با استفاده از فرمول‌های زیر تصویر را در فضای رنگی HSI به دست می‌آوریم.

$$\text{Hue} = \cos^{-1} \left( \frac{\frac{1}{2} * [(Red - Green) + (Red - Blue)]}{(Red - Green)^2 + (Red - Blue)^2} \right) \quad (1)$$

$$\text{Sat} = \frac{1 - 3[\min(Red, Green, Blue)]}{(Red + Green + Blue)} \quad (2)$$

به سطح خاکستری تبدیل شده، سپس مرحله‌ی استخراج ویژگی با استفاده از SURF<sup>۱</sup> انجام گرفته است. که در این روش سرعت پیدا کردن لکه‌ها مستقل از سایز آن‌ها می‌باشد. و برای پیدا کردن لکه‌ها از ماتریس هشین<sup>۲</sup> استفاده گردیده است. در نهایت از آستانه‌گذاری اتسو<sup>۳</sup> برای تشخیص پوست سالم از آسیب‌دیده استفاده گردیده است. و در نهایت برای دسته‌بندی تصویر از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه‌ی k با مقدار k=3 استفاده گردیده است. اما در همین سال وحید نعمتی ابوذر از روش فازی استفاده کرده است [۱۷]. این روش با توجه به داشتن میزان خطای پایین، نسبت به روش‌های دیگر از عملکرد بالاتری برخوردار است. گابریل مارونی، برای شناسایی محل صورت از دسته‌بندی کننده‌ی Haar Cascade استفاده کرده است [۱۸]. سپس تقسیم‌بندی پوست با استفاده از مجموعه‌ای از جنگل‌های تصادفی<sup>۴</sup> انجام شده است. از ویژگی‌های رنگ، بافت، فاصله و شکل در این پژوهش استفاده گردیده است. از کانال رنگی CIEL ab برای افزایش کنتراست استفاده شده است. در نهایت برای استخراج لکه از آستانه‌گذاری تطبیقی و فیلتر گوسی استفاده شده است. برای دور کردن پس‌زمینه از الگوریتم تقسیم‌بندی برش استفاده شده است. از تصویربرداری حرارتی برای تفاوت بین پوست سالم از محل آسیب‌دیده استفاده شده است. در نهایت عملکرد دسته‌بندی‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است.

هدف از این پژوهش شناسایی آسیب‌های پوستی و ساخت یک روبات برای درمان و سوزاندن آن‌ها با استفاده از دستگاه پلکسر پلاس به صورت اتوماتیک می‌باشد. در مرحله‌ی آموزش، تصاویر استفاده شده از دستگاه Visio Face تهیه شده است، که این تصاویر در فضای رنگی دو بعدی RGB می‌باشند. پس از آن در مرحله‌ی استخراج ویژگی، از الگوریتم فازی برای شناسایی موقعیت آسیب‌های پوستی استفاده گردیده است. سپس در مرحله‌ی آزمایش، تصاویر به صورت سه بعدی از دوربین کینکت به دست آورده شده‌اند، که در نهایت به ساخت روباتی برای درمان آسیب‌های پوستی منجر می‌گردد.

#### ۲- پایگاه تصاویر

تصاویر مورد استفاده در این پژوهش از دستگاه Visio

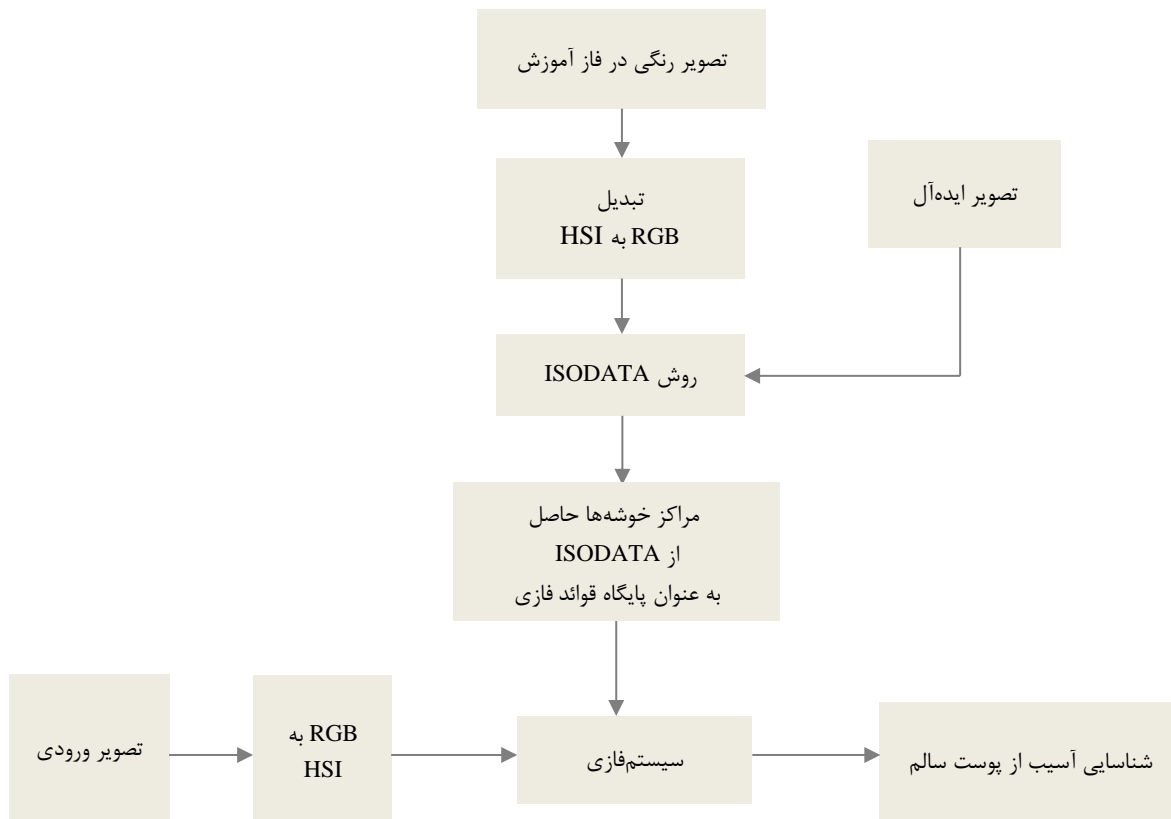
<sup>4</sup> Ensemble of random forest

<sup>5</sup> Light Emitting Diode

<sup>1</sup> Speeded up robust features

<sup>2</sup> Hessian matrix

<sup>3</sup> Otsu Thresholding



شکل ۱- فلوجارت روش پیشنهادی

ISODATA استفاده می‌شود که زمان پردازش اطلاعات سریع‌تر گردد. در این روش ابتدا داده‌ها خوشه بندی شده و سپس مراکز خوشه‌ها به عنوان قوائد فازی به سیستم فازی داده می‌شود.

سیستم فازی بکار رفته: در این سیستم از فازی‌ساز تکین، تابع عضویت گوسی، موتور استنتاج ضرب ممدانی و نافازی‌ساز میانگین مرکز استفاده شد.

در این سیستم فازی پایگاه قوائد به شکل زیر هستند:

$$\text{If } (H_x=H_i) \text{ and } (S_x=S_i) \text{ and } (I_x=I_i) \quad (4) \\ \text{Then } (y_i=255)$$

که در آن  $i$  شماره قوائد در پایگاه می‌باشد. مقدار خروجی سیستم فازی نهایتاً از رابطه (۵) به دست می‌آید:

$$F(H_x, S_x, I_x) \\ = \frac{\sum 255 * e^{-\frac{(H_x-H_x(i))^2}{\delta}} * e^{-\frac{(S_x-S_x(i))^2}{\delta}} * e^{-\frac{(I_x-I_x(i))^2}{\delta}}}{\sum e^{-\frac{(H_x-H_x(i))^2}{\delta}} * e^{-\frac{(S_x-S_x(i))^2}{\delta}} * e^{-\frac{(I_x-I_x(i))^2}{\delta}}} \quad (5)$$

در مرحله‌ی آخر می‌توان با نمایش خروجی سیستم فازی به صورت تصویر، موقعیت آسیب‌های پوستی را در تصاویر نمایش داد.

$$\text{Int} = \frac{1}{3(\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue})} \quad (3)$$

### ۳-۲- الگوریتم فازی

این الگوریتم از چهار مرحله تشکیل شده است. که آن‌ها عبارتند از: فازی‌ساز، پایگاه قوائد فازی، موتور استنتاج و نافازی‌ساز.

فازی‌ساز: ابتدا تصویر ورودی به سیستم داده می‌شود. حال این اطلاعات از فضای رنگی RGB به فضای رنگی HSI تبدیل می‌شوند. سپس تک تک نقاط تصویر به صورت عددی به عنوان ورودی وارد سیستم می‌گردد.

پایگاه قوائد فازی: در فاز آموزش، تعدادی تصویر پوست به همراه موقعیت آسیب‌های آن که توسط پزشک متخصص تعیین شده است، در اختیار قرار دارد. در این قسمت تصاویر به فضای رنگی HSI برده شده و تک تک نقاط در دو دسته پوست با آسیب و یا پوست سالم به عنوان پایگاه قوائد فازی به سیستم داده می‌شود.

اما از آنجایی که تعداد نقاط به دست آمده و در نتیجه تعداد قوائد فازی بسیار زیاد می‌باشند، از روش خوشه‌بندی

### ISODATA -۳-۳

سپس آن محل‌ها به عنوان مراکز خوشه‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

محاسبه‌ی فاصله: فاصله‌ی بین مراکز خوشه‌ها با استفاده از فاصله‌ی اقلیدسی محاسبه می‌گردد.

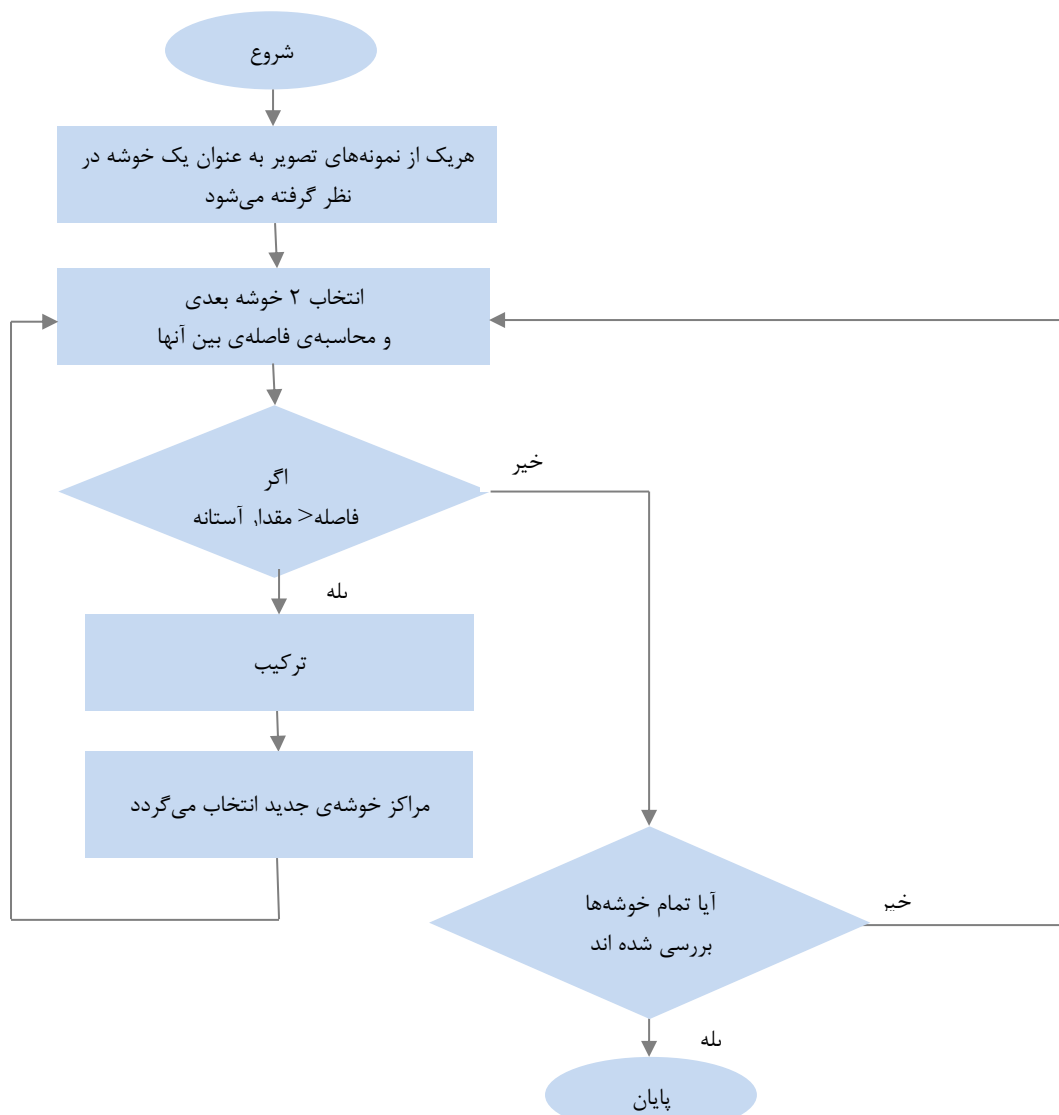
$$\text{فاصله} = \sqrt{(H_1 - H_2)^2 + (S_1 - S_2)^2 + (I_1 - I_2)^2} \quad (۶)$$

به صورت تجربی میزان آستانه در این پژوهش عدد ۱۸۰ انتخاب گردیده است.

حال اگر فاصله کمتر از مقدار آستانه بود، آن مراکز با یکدیگر ترکیب می‌گردند و مراکز خوشه‌ی جدید ایجاد می‌گردد، در غیر اینصورت به صورت جدا باقی خواهند ماند. و در ادامه دو خوشه‌ی دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. این کار تا زمانی تکرار می‌شود که دیگر خوشه‌ها با یکدیگر ترکیب نگردند.

در سیستم فازی که در بخش قبل توضیح داده شد، در هر یک از تصاویر فاز آموزش به همراه تصویر ایده‌آل خود، هر پیکسل به عنوان یک قاعده در سیستم فازی باید در نظر گرفته شود. از آنجاییکه تعداد قواعد فازی بسیار زیاد شده و سیستم کند می‌شود، از روش‌های خوشه بندی داده‌ها استفاده شده و مراکز خوشه‌ها به عنوان قواعد فازی در نظر گرفته می‌شوند. با استفاده از این روش زمان پردازش کوتاه می‌شود و از طرفی سیستم عملکرد سریع‌تر و نتایج بهتری را نشان خواهد داد.

خوشه‌بندی: در ابتدا هر یک از نقاط در تصویر، آسیب و پوست سالم، به عنوان یک خوشه در نظر گرفته می‌شود. حال موقعیت محل‌هایی که به عنوان آسیب در الگوریتم فازی در نظر گرفته شده بود، به سیستم داده می‌شود.



شکل ۲- فلوچارت روش ISODATA

## ۴- بحث و نتایج

در نهایت عملکرد سیستم با استفاده از چند معیار ذکر شده در زیر مورد ارزیابی قرار گرفته است. به عبارت دیگر آسیب‌های پوستی به دست آمده با استفاده از الگوریتم فازی با تصاویر ایده‌آل به دست آمده توسط پزشک مورد مقایسه قرار گرفته است. ارزیابی عملکرد سیستم با استفاده از معیارهای حساسیت، درستی و دقت بیان شده است. البته قبل از محاسبه ی آن‌ها نیاز به محاسبه ی  $Tp$ ،  $Tn$ ،  $Fp$  و  $Fn$  می‌باشد.

$Tp$ :<sup>۱</sup> اگر آسیب باشد و درست تشخیص داده شود.

$Fn$ :<sup>۲</sup> اگر آسیب باشد و تشخیص داده نشود.

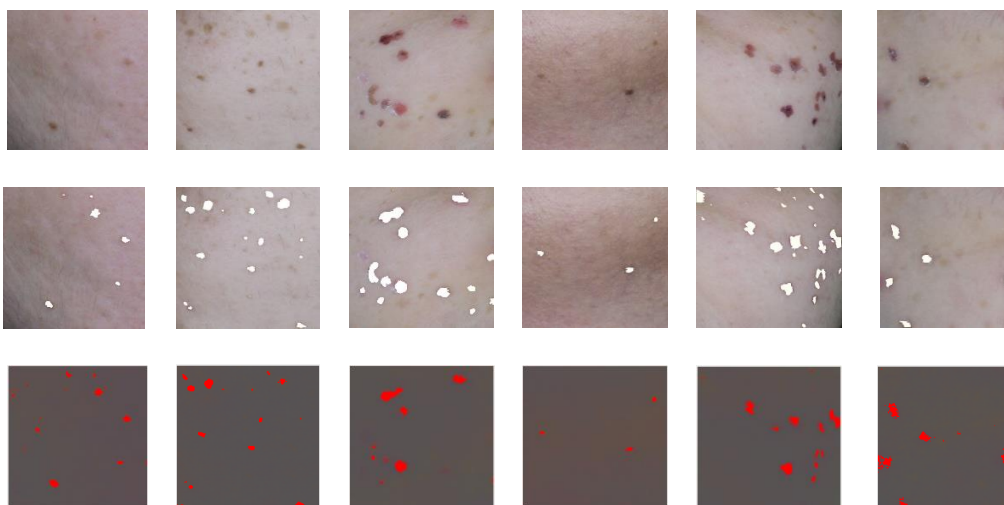
$Fp$ :<sup>۳</sup> اگر آسیب نباشد و به عنوان آسیب شناخته شود.

$Tn$ :<sup>۴</sup> اگر آسیب نباشد و به عنوان آسیب هم شناخته نشود.

$$\text{حساسیت} = \frac{Tp}{(Tp+Fn)} \quad (۷)$$

$$\text{دقت} = \frac{Tn}{(Tp+Fp)} \quad (۸)$$

$$\text{درستی} = \frac{(Tp+Fn)}{(TP+Tn+Fp+FN)} \quad (۹)$$



شکل ۳- شناسایی محل آسیب

سطر اول تصاویر به دست آمده از دوربین کینکت، سطر دوم تصاویر ایده‌آل به کمک پزشک و در سطر سوم تصاویر شناسایی آسیب‌های پوستی با استفاده از روش فازی نشان داده شده است.

جدول ۱- ارزیابی عملکرد سیستم

کارهای انجام شده	دقت	درستی	حساسیت
روش ارائه شده در [۳]	۸۶٪	۷۰٪	۴۵٪
روش ارائه شده در [۴]	۷۳٫۲٪	۷۲٪	۶۵٪
روش ارائه شده در [۸]	٪۸۱	٪۸۳	٪۲۳
روش پیشنهادی	۹۹٫۴٪	۸۸٫۲٪	۵۱٪

بررسی قرار گرفته است را نشان می‌دهد. در نهایت سطر سوم با استفاده از الگوریتم فازی و خوشه‌بندی ISODATA در مرحله ی آزمایش، به شناسایی آسیب‌های پوستی پرداخته شده است.

در چندین سال اخیر محققان تلاش نمودند تا معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم را بهبود بخشند. اما تصاویری که

شکل (۳) نمونه‌ای از تصاویری هستند که در مرحله ی آزمایش سیستم استفاده شده‌اند. شکل‌های سطر اول، تصاویر اصلی از آسیب پوستی که توسط دوربین کینکت گرفته شده است را نشان می‌دهد. این تصاویر با استفاده از سنسور تصویر رنگی RGB در دوربین کینکت بدست آمده است. و سطر دوم تصاویر ایده‌آلی که توسط پزشک مورد

<sup>۳</sup> False Positive

<sup>۴</sup> True Negative

<sup>۱</sup> True Positive

<sup>۲</sup> False Negative



طرفی میزان حساسیت در آن کم می‌باشد، که این معیار با تهیه‌ی تصاویر بیشتر می‌تواند مقدار بیشتری را نشان دهد.

#### ۵- نتیجه گیری

هدف از این پژوهش ساخت روباتی می‌باشد که به صورت اتوماتیک به درمان آسیب‌های پوستی بپردازد. در مرحله‌ی آموزش از فضای رنگی HSI استفاده شده است تا بتوان جزئیات آسیب‌های پوستی را بهتر استخراج کرد. پس از آن با استفاده از تصاویر ایده‌آلی که توسط پزشک متخصص تهیه گردیده، به شناسایی آسیب‌های پوستی در الگوریتم فازی پرداخته می‌شود. در این مرحله ویژگی‌های آسیب‌های پوستی شناسایی می‌گردد. و سپس با استفاده از روش ISODATA زمان پردازش اطلاعات کاهش پیدا خواهد کرد. پس از آن در مرحله‌ی آزمایش با استفاده از تصاویر رنگی RGB و سنسور عمق دوربین کینکت موقعیت آسیب‌های پوستی به صورت سه بعدی استخراج می‌گردد. در نهایت با چند نمونه تصویر عملکرد سیستم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این پژوهش میزان متوسط دقت ۹۹٫۴ و درستی ۸۸٫۲ گردیده است. همانطور که مشاهده می‌کنید این درصد نسبت به روش‌های قبل بهبود پیدا کرده است. از طرفی میزان حساسیت کاهش ناچیزی داشته است، که این میزان می‌تواند با تهیه کردن تصاویر بیشتری در زوایای متفاوت بهبود پیدا نماید. در آینده میزان حساسیت سیستم با تهیه‌ی تصاویر بیشتر بهبود خواهد نمود، از طرفی می‌توان به تفاوت بین انواع آسیب پوستی پرداخته شود.

#### سپاسگزاری:

تصاویر این پژوهش از دستگاه Visio Face از بخش لیزر، بیمارستان رسول اکرم در تهران تهیه شده است. لذا نویسندگان این مقاله از همکاری این مجموعه کمال سپاسگزاری را دارند.

در پژوهش‌های مختلف استفاده گردیده با یکدیگر متفاوت می‌باشد. لذا در این پژوهش برای مقایسه‌ی روش‌ها با یکدیگر، تصاویر بدست آمده از دوربین کینکت را در روش‌هایی که در پژوهش‌های قبلی انجام شده، مورد بررسی قرار گرفته است. همانطور که مشاهده می‌کنید جدول ۱ نتایج این شبیه‌سازی را نشان می‌دهد، در نهایت با توجه به استفاده‌ی پایگاه داده‌ی یکسان، می‌توان آن‌ها را با یکدیگر مقایسه نمود.

همان‌طور که قبلاً بیان شد هدف از این پژوهش ساخت روباتی برای شناسایی اتوماتیک آسیب‌های پوستی و سپس درمان نمودن آن نواحی می‌باشد. اما با توجه به اینکه برای ارزیابی عملکرد سیستم معیارهای متفاوتی وجود دارد، قبل از هرچیز باید مشخص گردد که بیشتر شدن کدام معیار از اهمیت بالاتری برخوردار می‌باشد.

در این پژوهش بیشتر بودن میزان دقت از حساسیت از ضرورت بیشتری برخوردار می‌باشد. با توجه به اینکه بیشتر شدن میزان Fp به معنی شناسایی پوست سالم به عنوان لکه است، لذا پس از آن پزشک شروع به درمان و سوزاندن آن محل می‌کند، که ممکن است این تشخیص نادرست منجر به ایجاد شدن صدماتی در پوست گردد. از طرفی بیشتر شدن میزان Fn به این معنی است که آسیب‌های پوستی به صورت کامل تشخیص داده نشده‌اند. از این روی با تهیه‌ی تصاویر بعدی از پوست صورت، آسیب‌های پوستی به صورت کامل نمایش داده می‌شوند. لذا با کم شدن Fp میزان دقت سیستم بیشتر و از طرفی با کم شدن Fn میزان حساسیت سیستم بهبود پیدا خواهد کرد. بنابراین با توجه به اینکه کمتر شدن Fp نسبت به Fn از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد، بیشتر شدن دقت از حساسیت ضرورت بیشتری خواهد داشت. روش بیان شده علاوه بر داشتن دقت بالا، زمان پردازش طولانی را هم شامل می‌شود. اما از

#### مراجع

- [1] M.E. Yüksel, M. Borlu, "Accurate segmentation of dermoscopic images by image thresholding based on type-2 fuzzy logic", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 17, No. 4, Aug 2009, pp. 976-982.
- [۲] عباس نصرآبادی، ساسان آزادی، جواد حدادنی، "آشکارسازی چهره انسان در تصاویر رنگی بر مبنای فیلتر گوسی"، نشریه مدل‌سازی در مهندسی، دوره‌ی ۳، شماره‌ی ۱۷، تابستان ۱۳۸۸، صفحه ۹-۱۶.
- [3] J. Humayun, A.S. Malik, S.B. Belhaouari, N. Kamel, F.B. Yap, "Localization of acne lesion through template matching", 2012 4th International Conference on Intelligent and Advanced Systems (ICIAS 2012), IEEE, Vol. 1, 12 Jun 2012, pp. 91-94.



- [4] M. Lingala, R.J. Stanley, R.K. Rader, J. Hagerty, H.S. Rabinovitz, M. Oliviero, I. Choudhry, W.V. Stoecker, "Fuzzy logic color detection: Blue areas in melanoma dermoscopy images", *Computerized Medical Imaging and Graphics*, Vol. 38, No. 5, Jul 2014, pp. 403–10.
- [5] J. Khan, A.S. Malik, N. Kamel, S.C. Dass, A.M. Affandi, "Segmentation of acne lesion using fuzzy C-means technique with intelligent selection of the desired cluster", In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 37th Annual International Conference of the IEEE*, 25 Aug 2015, pp. 3077–3080.
- [۶] زهرا تبریزیان، مرتضی حسینعلی بیگی، غلامرضا قدرتی امیری، "تشخیص آسیب در سازه های فلزی با استفاده از اطلاعات خیز استاتیکی و الگوریتم ژنتیک"، *مجله مدل‌سازی در مهندسی*، دوره‌ی ۱۳، شماره‌ی ۴۱، تابستان ۱۳۹۴، صفحه ۱۴۷–۱۵۸.
- [7] T. Chantharaphaichit, B. Uyyanonvara, C. Sinthanayothin, A. Nishihara, "Automatic acne detection with featured Bayesian classifier for medical treatment", In *Proceedings of The 3rd International Conference on Robotics, Informatics, and Intelligence Control Technology (RIIT20 15)*, 30 Apr 2015, pp. 10–16.
- [8] T. Chantharaphaichi, B. Uyyanonvara, C. Sinthanayothin, A. Nishihara, "Automatic acne detection for medical treatment", *2015 6th International Conference of Information and Communication Technology for Embedded Systems (IC-ICTES)*, IEEE, 22 Mar 2015, pp. 1–6.
- [9] S. Lucut, M.R. Smith, "Dermatological tracking of chronic acne treatment effectiveness", *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 16 Aug 2016, pp. 5421–5426.
- [10] D.H. Ballard, "Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes", *Pattern Recognition*, Vol. 13, No. 2, 1981, pp. 111–122.
- [11] F.S. Abas, B. Kaffenberger, J. Bikowski, M.N. Gurcan, "Acne image analysis: lesion localization and classification", In *Medical Imaging 2016: Computer-Aided Diagnosis*, International Society for Optics and Photonics, 24 Mar 2016, Vol. 9785, p. 97850B.
- [12] L. Ballerini, X. Li, R.B. Fisher, and J. Rees, "A query-by-example content-based image retrieval system of non-melanoma skin lesions", In *MICCAI International Workshop on Medical Content-Based Retrieval for Clinical Decision Support*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, pp. 31–38.
- [13] N. Alamdari, K. Tavakolian, M. Alhashim, R. Fazel-Rezai, "Detection and classification of acne lesions in acne patients: A mobile application", *2016 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, 19 May 2016, pp. 0739–0743.
- [14] N. Kittigul, B. Uyyanonvara, "Automatic acne detection system for medical treatment progress report", *2016 7th International Conference of Information and Communication Technology for Embedded Systems (IC-ICTES)*, IEEE, 20 Mar 2016, pp. 41–44.
- [15] V. Singh, V. Shokeen, and B. Singh, "Face detection by haar cascade classifier with simple and complex backgrounds images using opencv implementation", *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*, Vol. 1, No. 12, 2013, pp. 33–38.
- [16] N. Kittigul, B. Uyyanonvara, "Acne Detection Using Speeded up Robust Features and Quantification Using K-Nearest Neighbors Algorithm", In *Proceedings of the 6th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Science*, ACM., 22 Jun 2017, pp. 168–171.
- [۱۷] محمد علی بهشتی نیا، وحید نعمتی ابودر، "ترکیب روش های فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی برای انتخاب تامین کنندگان (مطالعه موردی: شرکت تبلیغاتی)"، *مدل‌سازی در مهندسی*، دوره‌ی ۱۵، شماره‌ی ۴۸، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۲۱۷–۲۲۹.
- [18] G. Maroni, M. Ermidoro, F. Previdi, G. Bigini, "Automated detection, extraction and counting of acne lesions for automatic evaluation and tracking of acne severity", *2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, IEEE, 27 Nov 2017, pp. 1–6.