



## ارائه یک الگوریتم پیشنهادی جدید جهت ادغام تصاویر ساختاری و کارکردی

### در تشخیص و ارزیابی سرطان متاستاتیک برونشوزینیک

#### قباد مرادی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، گروه مهندسی پزشکی، آذربایجان شرقی

Email: moradiqobad@gmail.com

#### سیلان دانشور

دانشیار گروه مهندسی پزشکی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز

Email: daneshvar@tabrizu.ac.ir

#### چکیده

تصاویر حاصل از سیستم های تصویر برداری پزشکی مختلف به تنهایی قادر به بیان خصوصیات کامل ساختاری و کارکردی بافت نیستند. لذا یک فرآیند کلیدی و اساسی، ترکیب و ادغام اطلاعات تصاویر مختلف است. برخی از روشهای معمول مبتنی بر استخراج مولفه های اصلی (PC)، براوی، IHS (شدت، فام، اشباع) و غیره می باشند. روشهای مذکور در بالا ویژگی های طیفی را بصورت خیلی زیادی تغییر می دهند، بنابراین در ادغام تصویر مطلوب نمی باشند. این مقاله از ترکیب الگوریتم ادغام مبتنی بر تجزیه چند مقیاسی موجک و الگوریتم ادغام مبتنی بر تبدیل موجک ثابت تحت عنوان الگوریتم پیشنهادی جهت ادغام تصاویر حاصل از سیستم های تصویر برداری SPECT و MRI جهت شناسایی سرطان برونشوزینیک متاستاتیک استفاده می کند. نتایج حاصل حاکی از آن است که روش ارائه شده می تواند بصورت کار آمد تصاویر SPECT و MRI را ادغام نماید. الگوریتم پیشنهادی می تواند ویژگی های مکانی و اطلاعات عملکردی را حفظ کند. تجزیه و تحلیل بصری و آماری نشان می دهد که الگوریتم ادغام پیشنهادی بهبود کیفیت قابل توجهی را در شرایط استفاده از: آنتروپی، اطلاعات متقابل، اختلاف، متوسط گرادیان و ... در مقایسه با روشهای ادغام از جمله، BROVEY، PCA، IHS، DWT و a-trous ایجاد کرده است.

واژگان کلیدی: ادغام تصویر، تجزیه چند مقیاسی، الگوریتم تبدیل موجک ثابت، سرطان متاستاتیک برونشوزینیک

## مقدمه:

استفاده از حسگرهای چندگانه برای افزایش توانایی ماشین ها و سیستمهای هوشمند در سالهای اخیر رشد قابل توجهی داشته است. از اینرو ادغام تصاویر حاصل از چند سیستم تصویر برداری پزشکی از موضوعات اصلی پژوهشی محققان گشته است (Clark and Yuille, 1990) و (Abidi, Gonzalez, 1992) و (Walts, 1990) و (Hall, 1992) و (Varshney, 1997) ادغام تصاویر در حقیقت ترکیب توأم منابع مختلف اطلاعات سیستم های مختلف به شکل یک بیان واحد است. بنابراین منظور از واژه "ادغام تصویر" فرایندی است که تصویر واحدی ایجاد می کند که حاوی توصیفات بیشتری از یک سوژه نسبت به تک تک هر کدام از منابع باشد. این نوع ادغام تصویر را ادغام چند سیستمی مرتبه پیکسل نیز می نامند. یکی از ساده ترین روشهای ادغام تصویر، ادغام در سطح پیکسل است. مطالعه مقالات و پژوهشهای سالهای اخیر نشان می دهد که بسیاری از محققان استفاده از تبدیل های چند مقیاسی برای تجزیه و تحلیل محتوای اطلاعات تصویر به منظور ادغام را بسیار مفید می دانند. بیان چند مقیاسی از یک سیگنال اولین بار توسط رزنفیلد و ویتگین مطالعه گردید. محققانی نظیر مار، برت و آدلسون به این امر واقف گشتند که اطلاعات چند مقیاسی می توانند برای تعدادی از کاربردهای پردازش تصویر مفید واقع شوند (Chipman and Orr, 1995). در ادامه تحقیقات روش های ادغام پیچیده مبتنی بر بیان چند مقیاسی مورد توجه محققان قرار گرفتند که بسیاری از این روش ها مبتنی بر ادغام تجزیه چند مقیاسی تصاویر (MSD) بودند. ایده اصلی انجام یک تبدیل چند مقیاسی (MST) روی هر کدام از تصاویر اصلی و سپس طرح ریزی بیان یک چند مقیاسی مرکب از این تبدیلهای است. تصویر ادغام شده در نهایت با اعمال یک تبدیل چند مقیاسی معکوس (IMST) بدست می آید. بطور کلی طرح های ادغام مبتنی بر تجزیه چند مقیاسی عملکرد بهتری نسبت به سایر روش های قبلی حاصل می سازند. امتیاز ویژه این طرح ها به نظر می رسد مربوط به واقعیات زیر باشد:

- سیستم بینایی انسان به تغییرات کنتراست محلی مانند لبه ها بسیار حساس است (Zhang and Blum, 1999) تغییرات کنتراست تند اطلاعات ارزنده ایی برای شخص مشاهده گر دارد.
- تجزیه چند مقیاسی اطلاعات ارزنده ای از دامنه تغییرات کنتراست تند در تصویر ایجاد می کند.
- تجزیه چند مقیاسی امکان نمایش دامنه فرکانسی و دامنه مکانی را حاصل می سازد.

بسته به مرحله ای که ادغام در آن قرار دارد، ادغام اغلب به سه دسته تقسیم می شود: مرتبه پیکسل، مرتبه ویژگی و مرتبه تصمیم. در ادغام مرتبه پیکسل که در این مقاله بکار گرفته شده، فرایند ترکیب مستقیماً روی پیکسلهایی که از خروجی سیستمها حاصل می شود، عمل می کند (Zhang and Blum, 1999).

در اینجا ما روش مبتنی بر ترکیب الگوریتم تبدیل موجک پیوسته و الگوریتم مبتنی بر تبدیل موجک ثابت را پیشنهاد می دهیم. در این پژوهش ما ابتدا روشهای استاندارد را جهت ادغام تصویر معرفی کرده و سپس روش پیشنهادی را ارائه خواهیم داد. در ادامه کمیت و کیفیت نتایج به دست آمده از این روش را با دیگر روشهای موجود مقایسه خواهیم کرد.

## طرح ادغام تصاویر مبتنی بر روشهای استاندارد

### ۱) طرح ادغام تصاویر مبتنی بر روش استخراج مولفه های اصلی (PC):

جهت توضیح این روش ما ابتدا باید مولفه های اصلی را از تصویر چند طیفی (R,G,B) استخراج کنیم. سپس مولفه های اصلی که شامل اطلاعات مهمی از تصویر اصلی می باشند را در تصویر پانکروماتیک جایگزین کنیم. در نهایت معکوس تبدیل PC را جهت به دست آوردن باندهای ذکر شده از تصویر پانکروماتیک اعمال می کنیم.

### ۲) طرح ادغام تصاویر مبتنی بر روش براوی (Brovey)

این روش شاید ساده ترین و سریع ترین روش ادغام تصاویر با قدرت تفکیک مختلف است. در این روش ابتدا باندهای تصویر چند طیفی نرمال شده و سپس با تصویر قدرت تفکیک بالا ضرب می گردد. روش مبتنی بر تبدیل براوی یک روش ساده عددی است و بر این اساس طراحی شده است که گستره طیفی تصویر پانکروماتیک مشابه با اطلاعات تصویر چند طیفی پوشش داده شود.

باندهای R,G,B ادغام شده بصورت زیر نمایش داده می شوند:

$$R_{new} = \frac{R}{R + G + B} \times PAN \quad (1)$$

$$G_{new} = \frac{G}{R + G + B} \times PAN$$

$$B_{new} = \frac{B}{R + G + B} \times PAN$$

### ۳) طرح ادغام تصاویر مبتنی بر روش IHS (intensity, hue, saturation)

روش ادغام تصویر مبتنی بر تبدیل IHS یکی از پرطرفدارترین روشها در ادغام تصویر در سطح پیکسل است که بر اساس تبدیل فضای RGB به فضای IHS صورت گرفته است و در روشهای مختلف ریاضی نمایش و پیشرفت داده می شود. گستردگی استفاده از تبدیل IHS برای ترکیب تصاویر به دلیل توانایی این تبدیل در جداسازی اطلاعات طیفی یک ترکیب RGB به دو جزء H (فام: میزان رنگ متناسب با طول موج روشنایی) و S (اشباع: میزان خلوص رنگ) و اطلاعات مکانی در جزء I (شدت روشنایی) است. تاکنون الگوریتمهای زیادی برای تبدیل مقادیر رنگی به مقادیر شدت، فام و اشباع ابداع شده اند. جدا از اینکه چه الگوریتمی بدین منظور انتخاب می شود همیشه تبدیل IHS به یک ترکیب رنگی (RGB) اعمال می گردد. در نتیجه اعمال این تبدیل، اجزای شدت، فام و اشباع تصویر چند طیفی حاصل می گردد. برای ادغام تصاویر طیفی و تصویر با دقت مکانی بالا تصویر خاکستری که حاوی اطلاعات مکانی بالاتری است جایگزین جزء شدت می گردد. قبل از این عمل جهت کمینه نمودن تغییر در اطلاعات طیفی تصویر ادغام شده نسبت به تصویر چند طیفی اصلی هیستوگرام تصویر خاکستری اصلی با تصویر شدت (I) تطبیق می یابد. در انتها با اعمال تبدیل معکوس، تصویر رنگی ادغام شده به همراه جزئیات مکانی تصویر خاکستری که در آن شرکت داده شده است به دست می آید.

$$\begin{bmatrix} I \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ -\frac{\sqrt{2}}{6} & -\frac{\sqrt{2}}{6} & \frac{2\sqrt{2}}{6} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{-1}{\sqrt{2}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$H = \tan^{-1}(V_2/V_1)$$

$$S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

که در این رابطه  $I$  شدت روشنایی و  $H$  فام و  $S$  میزان اشباع تصویر،  $V_1$  و  $V_2$  مقادیر واسط هستند. ادغام با جایگزینی تصویر حاوی اطلاعات مکانی بالا انجام می‌گیرد. در نهایت با اعمال تبدیل معکوس  $IHS$  تصویر ادغام شده حاصل می‌گردد. الگوریتم ادغام مبتنی بر تبدیل  $IHS$  همان دقت مکانی تصویر خاکستری اصلی را حفظ می‌کند اما اطلاعات طیفی (رنگ) تصویر اصلی چند طیفی را اعوجاج می‌سازد.

#### طرح ادغام تصاویر مبتنی بر موجک

روش کلی الگوریتم ادغام مبتنی بر موجک در شکل (۱) نشان داده شده است.  $I_1$  و  $I_2$  تصاویر اصلی و اولیه که تحت فرآیند ادغام قرار می‌گیرند را نشان می‌دهد که قبلاً تثبیت شده‌اند.  $F$  تصویر نهایی ادغام یافته است.  $I_1$  و  $I_2$  در ابتدا به وسیله تبدیل موجک مرتبه  $L$  ام به  $3L$  زیر تصویر جزئی افقی، عمودی و مایل در هر سطح دقت  $L$  و یک تصویر تقریب خام تجزیه می‌شوند.

$$\{H_{j,1}, V_{j,1}, D_{j,1}, \dots, H_{j,l}, V_{j,l}, D_{j,l}, A_{j,l}, j = 1, 2\} \quad (3)$$

جفت زیر تصویرهای  $I_1$  و  $I_2$  ترکیب می‌شوند که نتیجه به صورت زیر نمایش داده می‌شود.

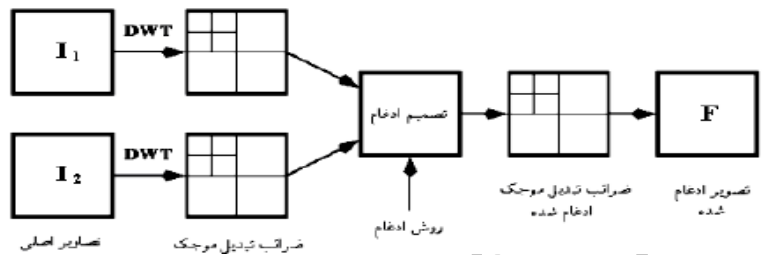
$$\{H_1, V_1, D_1, \dots, H_l, V_l, D_l, A_l\} \quad (4)$$

در نهایت با تبدیل موجک معکوس ضرایب تعمیم یافته، تصویر ادغام یافته نهایی بازسازی می‌گردد. الگوریتم‌های عنوان شده به صورت دقیق توسط (Yan and Zhao, 2001) مورد بررسی قرار گرفته است.

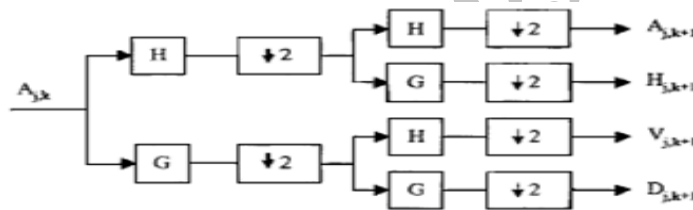
#### تجزیه موجک تصویر

تجزیه موجک تصویر شامل عملیات فیلترینگ دو جهته و زیر نمونه برداری با مضربی از دو است. از آنجا که مقیاس و تابع موجک جداپذیر هستند، تجزیه تصویر را می‌توان با استفاده از بسط جداپذیر تجزیه تک بعدی روی ستون‌ها و سطرها به دست آورد. در هر مرحله تبدیل، تصویر به چهار زیر تصویر تجزیه می‌شود. به عنوان نمونه اگر  $A_{j,k} = (j=1, 2; K=0, \dots, L-1; A_{j,k})$   $I_j$  را  $A_{j,k}$  تصویر اصلی در نظر بگیریم در هر مرحله تبدیل موجک به چهار زیر تصویر  $A_{j,k+1}$  و  $H_{j,k+1}$  و  $V_{j,k+1}$  و  $D_{j,k+1}$

همان گونه که در تصویر (۲) نشان داده شده است، تجزیه می گردد. اولین جزء  $A_{j,k+1}$  که بعد از دو بار عبور از فیلتر پایین گذر به دست می آید جزء فرکانس پایین نامیده می شود (به این جزء تقریب  $A_{j,k}$  نیز گفته می شود). این جزء برای مراحل بعدی تبدیل موجک به عنوان تصویر اولیه و ورودی بکار می رود.  $H_{j,k+1}$  و  $V_{j,k+1}$  و  $D_{j,k+1}$  حاوی اطلاعات فرکانس بالای افقی، عمودی و مایل می باشند. در شکل (۲) یک فیلتر پایین گذر و  $G$  یک فیلتر بالا گذر است. بعد از تجزیه، ضرایب جزئی  $H_{j,k}$  و  $V_{j,k}$  و  $D_{j,k}$  و  $A_{j,L}$  به ترتیب با  $CH_{j,k}$  و  $CV_{j,k}$  و  $CD_{j,k}$  و  $CA_{j,k}$  نمایش داده می شوند (Yan and Zhang, 1999).



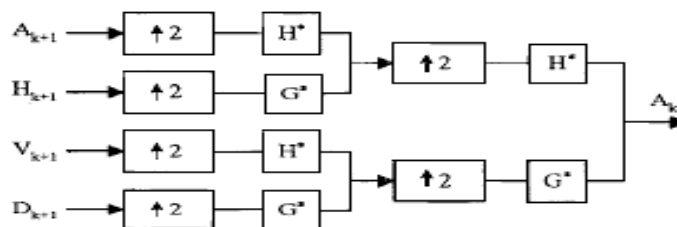
شکل ۱- روش کلی الگوریتم ادغام مبتنی بر موجک



شکل ۲- تجزیه موجک تصویر  $A_{j,k}$  به  $A_{j,k+1}$  و  $H_{j,k+1}$  و  $V_{j,k+1}$  و  $D_{j,k+1}$

### بازسازی موجک تصویر

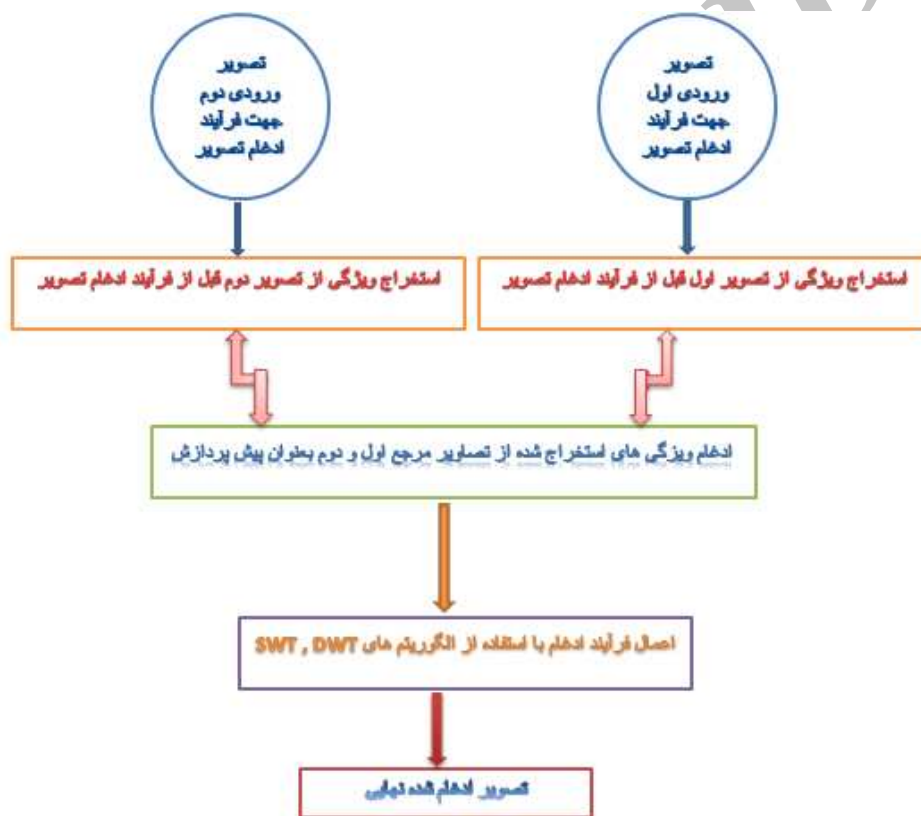
برعکس آنچه که در تجزیه موجک عنوان گردید، تبدیل موجک معکوس یا بازسازی موجک یک عملیات نمونه برداری افزایشی و بازیافت است. دیاگرام این فرایند در شکل (۳) نشان داده شده است.  $H^*$  و  $G^*$  به ترتیب معکوس شده  $H$ ,  $G$  هستند (Ming and Shunjun, 2003).



شکل ۳- بازسازی موجک تصویر  $A_k$  از  $A_{k+1}$  و  $H_{k+1}$  و  $V_{k+1}$  و  $D_{k+1}$

## طرح ادغام پیشنهادی

الگوریتم تبدیل موجک ثابت (SWT) یک الگوریتم تبدیل موجک طراحی شده جهت غلبه بر نواقص انتقال پذیری تبدیل موجک گسسته (DWT) است. جهت غلبه بر معایب موجود در تکنیکهای ادغام تصویر ذکر شده در بالا اعم از اعوجاج و اشباع طیف رنگ، عدم انتقال لبه ها، عدم رزولوشن مکانی مناسب تصویر ادغام شده که در ادغام تصویر نمی توان این معیار ها را نادیده گرفت، الگوریتم ادغام تصویر مبتنی بر ترکیب دو الگوریتم ادغام تصویر مبتنی بر تبدیل موجک گسسته و الگوریتم ادغام تصویر مبتنی بر تبدیل موجک ثابت در این مقاله پیشنهاد می گردد. الگوریتم پیشنهاد شده در این مقاله جهت بدست آوردن کارایی بهتر و انجام الگوریتم ادغام بهتر پیشنهاد می گردد تا مشکلات انتقال ناپذیری لبه ها و انتقال ناپذیری اطلاعات مربوط به رزولوشن مکانی را نسبت به سایر روشهای معمول ادغام تصویر بهبود بخشد.



نمودار ۱- مراحل اجرای طرح پیشنهادی جهت ادغام تصاویر ورودی

## معیار ارزیابی بر مبنای اطلاعات متقابل

اطلاعات متقابل یک مفهوم بنیادی از تئوری اطلاعات است که برای محاسبه وابستگی آماری بین مقدار دو متغیر استفاده می شود [۱۱]. اطلاعات متقابل در بسیاری از حوزه های ادغام اطلاعات و تشبیت تصویر مورد استفاده قرار می گیرد. دو متغیر  $A$  و  $B$  دارای توزیع احتمالی حاشیه ای  $P_A(a)$  و  $P_B(b)$  و توزیع احتمالی توأم  $P_{AB}(a,b)$  هستند. اطلاعات متقابل به شکل زیر تعریف می شود:

$$MI_{AB}(a, b) = \sum_{a, b} p_{AB}(a, b) \log_2 \frac{p_{AB}(a, b)}{p_A(a) \cdot p_B(b)} \quad (8)$$

اطلاعات متقابل به وسیله رابطه زیر به آنتروپی وابسته است:

$$\begin{aligned} MI(A, B) &= H(A) + H(B) - H(A, B) \\ &= H(A) - H(A \setminus B) = H(B) - H(B \setminus A) \end{aligned} \quad (9)$$

که در آن  $H(A)$  و  $H(B)$  آنتروپی  $A$  و  $B$  هستند و  $H(A, B)$  آنتروپی توأم آن‌ها است.  $H(A \setminus B)$  و  $H(B \setminus A)$  به ترتیب، آنتروپی‌های شرطی  $A$  به شرط  $B$  مشخص و  $B$  به شرط  $A$  مشخص هستند. با استفاده از تعریف شانون از آنتروپی، آنتروپی‌ها می‌توانند به صورت زیر نمایش داده شوند:

$$H(A, B) = - \sum_{a, b} P_{A, B}(a, b) \log P_{A, B}(a, b) \quad (10)$$

$$H(A \setminus B) = - \sum_{a, b} P_{A, B}(a, b) \log P_{A, B}(a \setminus b)$$

اگر ما تصویر چند طیفی اصلی و تصویر ادغام شده را به عنوان متغیرهای تصادفی در نظر بگیریم، اطلاعات متقابل می‌تواند برای تخمین وابستگی بین آن‌ها استفاده شود. اطلاعات متقابل مفید است و برای اینکه بدانیم چه مقدار اطلاعات تصویر ادغام شده از تصویر چند طیفی تشکیل شده است بکار برده می‌شود. دو تصویر ورودی  $A$ (MRI) و  $B$ (SPECT) و تصویر ادغام شده جدید  $F$  مطرح می‌شوند، محاسبه مقدار اطلاعات موجود در  $F$  که شامل چه مقدار از اطلاعات از  $A$  و  $B$  است را می‌توان در زیر مشخص کرد:

$$I_{FA}(F, a) = \frac{1}{3} \sum_k^N \sum_{f, a}^M P_{F, A}(F_k, a_k) \log \frac{P_{FA}(F_k, a_k)}{P_F(F_k) \cdot P_A(a_k)} \quad (11)$$

,  $K = R, G, B$

$$I_{FB}(F, b) = \frac{1}{3} \sum_k^N \sum_{f, b}^M P_{F, B}(F_k, b_k) \log \frac{P_{FB}(F_k, b_k)}{P_F(F_k) \cdot P_B(b_k)}$$

,  $K = R, G, B$

در نهایت معیار ارزیابی کارایی روش ادغام تصاویر به صورت زیر تعریف می‌شود (Daneshvar, 2010) و (Li, 2005).

$$MI_F^{AB} = \frac{I_{FA}(f, a) + I_{FB}(f, b)}{2} \quad (12)$$

### اختلاف و متوسط گرادبان

اندازه‌گیری اختلاف کیفیت طیفی یک تصویر ادغام شده در هر باند به وسیله  $D_k$  مشخص می‌شود (Daneshvar and Li and Jing and Yang,2005) و (Ghassemian,2010)

$$D_k = \frac{1}{P \cdot Q} \sum_{x=1}^p \sum_{y=1}^q |F_k(x, y) - F_{2k}(x, y)|$$

(۱۳)

$, K = R, G, B$

مقادیر پیکسل‌ها از تصویر ادغام شده  $F_k(x, y)$  و مقادیر پیکسل‌ها از تصویر اصلی در موقعیت  $(x, y)$  هستند. در اینجا  $x = ۲۵۶$  و  $y = ۲۵۶$  است. مقدار  $D_k$  کوچک به دست آمده از تصویر ادغام شده و تصویر ورودی قابل قبول است (Daneshvar and Ghassemian,2010) و (Li and Jing and Yang,2005).

### اندازه‌گیری کیفیت مکانی

در این اندازه‌گیری برای ارزیابی عملکرد تصویر ادغام شده از متوسط گرادبان استفاده می‌کنیم (Daneshvar and Li and Jing and Yang,2005) و (Ghassemian,2010)

$$Avg_k = \frac{1}{(p-1)(q-1)} \sum_{x=1}^{p-1} \sum_{y=1}^{q-1} \sqrt{\frac{(\frac{\partial f_k(x, y)}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f_k(x, y)}{\partial y})^2}{2}}$$

(۱۴)

$, K = R, G, B$

متوسط گرادبان به‌طور واضح مقادیر ادغام شده را منعکس می‌کند و برای تصویر ادغام شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. یعنی اگر متوسط گرادبان اندازه‌گیری شده دارای مقدار بزرگی باشد به این معنی است که تصویر ادغام شده دارای رزولوشن مکانی بالایی است. کل اندازه‌گیری عملکرد ادغام تصویر به صورت زیر شرح داده می‌شود:

$$O.P = \frac{\sum_k \binom{H}{h} x^k a^{n-k} |D_k - AVG_k|}{3}, K=R, G, B$$

(۱۵)

اگر O.P دارای مقدار کوچکی باشد به این معنی است که کیفیت ادغام بالا است.

در این مقاله تکنیک‌های مختلف ادغام تصاویر نظیر BROVEY, PCA, IHS و DWT و a-trous و الگوریتم پیشنهادی را بر روی تصاویر دیتابیس اول جهت تشخیص و ارزیابی سرطان متاستاتیک برونشونیک اعمال کرده و نتایج بدست آمده را در



جدول ذیل نشان داده ایم. دیتابیس موجود شامل سه دیتا از مجموع بیست و پنج دیتابیس تحت بررسی بوده که بعلاوه محدودیت در نمایش نتایج بدست آمده به یک دیتابیس اکتفا شده است.

جدول ۱ - اختلافها (تفاضلها) از تصاویر ادغام شده

معیار ارزیابی (% DK)			
روشهای ادغام	دیتابیس ۱	دیتابیس ۲	دیتابیس ۳
	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2
BROVY	۲۵/۱۲۸۶	۲۵/۴۱۴۳	۲۷/۱۰۹۵
PCA	۶/۵۶۶۸	۶/۴۹۵۸	۵/۹۹۷۷
IHS	۱۰/۴۲۷۹	۹/۳۵۲۶	۹/۲۶۲۵
DWT	۲/۵۸۲۰	۲/۶۷۳۷	۲/۷۸۳۱
a-trous	۲/۳۴۸۴	۲/۴۵۳۷	۲/۵۵۴۷
Proposed method	۶/۶۶۰۰	۴/۱۲۸۲	۳/۰۹۷۲

جدول ۲ - میزان اطلاعات انتقال یافته از تصاویر مرجع به تصویر ادغام شده

معیار ارزیابی (% MI)			
روشهای ادغام	دیتابیس ۱	دیتابیس ۲	دیتابیس ۳
	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2
BROVY	۱/۶۱۸۴	۱/۶۲۰۴	۱/۶۳۵۳
PCA	۱/۷۴۴۱	۱/۷۵۶۸	۱/۷۷۰۷
IHS	۱/۶۳۵۱	۱/۶۸۳۶	۱/۷۰۷۰
DWT	۱/۵۹۱۱	۱/۶۴۸۸	۱/۶۸۰۱
a-trous	۱/۷۵۴۴	۱/۷۷۹۶	۱/۷۷۲۳
Proposed method	۱/۷۷۵۳	۱/۷۶۵۹	۱/۸۰۷۱

جدول ۳- اندازه گیری عملکرد کلی تصویر ادغام شده

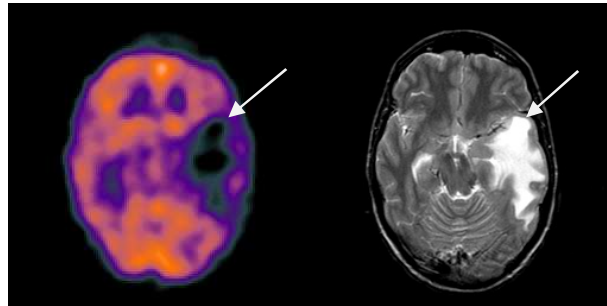
معیار ارزیابی (OP %)

روشهای ادغام	دیتابیس ۱	دیتابیس ۲	دیتابیس ۳
	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2
BROVY	۶/۶۵۳۴	۶/۶۴۳۶	۷/۱۸۳۵
PCA	۱/۱۹۵۳	۱/۱۰۳۵	۰/۸۸۸۲
IHS	۱/۶۴۷۶	۱/۲۱۹۹	۱/۱۳۰۶
DWT	۰/۸۷۷۰	۰/۹۴۸۰	۰/۹۵۷۲
a-trous	۰/۶۳۷۳	۰/۶۷۵۹	۰/۶۸۵۳
Proposed method	۰/۱۱۶۰	۰/۴۷۴۳	۰/۸۱۸۹

جدول ۴- اندازه گیری متوسط گرادیان تصویر ادغام شده

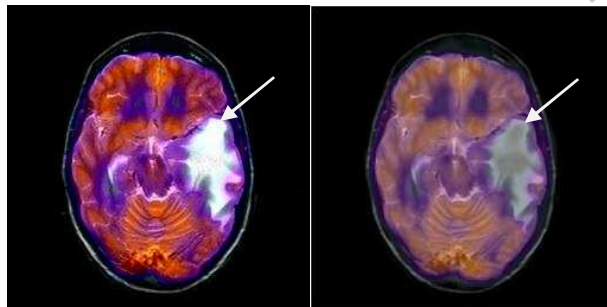
معیار ارزیابی (MeanAvg<sub>k=R,G,B</sub> %)

روشهای ادغام	دیتابیس ۱	دیتابیس ۲	دیتابیس ۳
	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2	Spect-Tc,Mr-t2
BROVY	۵/۱۶۸۴	۵/۴۸۴۳	۵/۵۵۹۱
PCA	۲/۹۸۰۹	۳/۱۸۵۴	۳/۳۳۳۰
IHS	۵/۴۸۵۳	۵/۶۹۲۸	۵/۸۷۰۸
DWT	۵/۲۱۰۷	۵/۵۱۷۹	۵/۶۸۹۴
a-trous	۴/۲۶۰۴	۴/۴۸۱۳	۴/۶۱۰۵
Proposed method	۶/۳۱۲۱	۵/۵۵۱۱	۵/۵۵۳۹



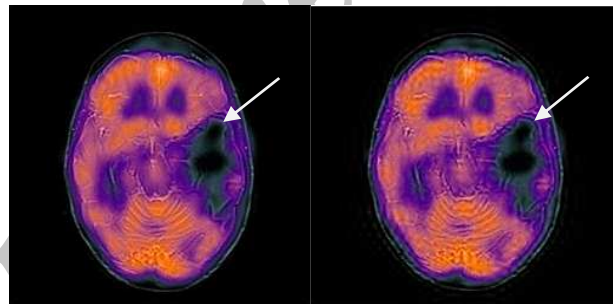
(ب)

(الف)



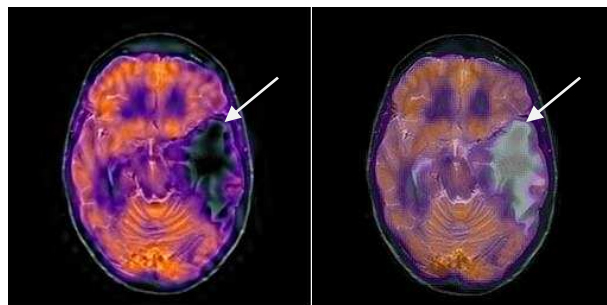
(ت)

(پ)



(ج)

(ث)



(ح)

(چ)

شکل ۴- ادغام تصاویر، (الف) برش آگزیمال MRI، (ب) برش آگزیمال SPECT، (پ) روش PCA، (ت) روش IHS، (ث) روش DWT (ج)  
روش a-trous، (چ) روش SWT، (ح) روش پیشنهادی

### نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی روش های مختلف ادغام تصاویر ساختاری و کارکردی MRI و SPECT جهت شناسایی و تشخیص سرطان متاستاتیک برونشوزنیک پرداخته ایم. تصاویر SPECT استفاده شده در این مقاله تصاویری رنگی هستند. تصاویر SPECT تصاویری با رنگ مناسب و رزولوشن مکانی پائینی هستند، درحالی که تصاویر MRI تصاویری با رزولوشن مکانی بالا و فاقد اطلاعات رنگی هستند. ادغام تصویر با استفاده از الگوریتم ترکیب الگوریتم تبدیل موجک گسته دو بعدی و الگوریتم تبدیل موجک ثابت معمولاً می تواند اطلاعات رنگی را از تصویر SPECT و اطلاعات موجود در تصویر MRI را که تصویری با رزولوشن مکانی بالایی دارد حفظ کند. نتایج حاصل شده از روش ادغام پیشنهاد شده با روش های ادغام DWT، IHS، PCA، BROVEY و a-trous مقایسه می شود. آنالیزهای بصری نشان می دهد که روش پیشنهاد شده در این مقاله در میان آن ها دارای بهترین نتایج است. ابزارهای آنالیز آماری از قبیل آنتروپی، اطلاعات متقابل، اختلاف و متوسط گرادیان اثبات می کنند که الگوریتم پیشنهادی به طور قابل ملاحظه ای اطلاعات مکانی را افزایش می دهد و اعوجاج رنگ را در مقایسه با روش های ادغام مقابل کاهش می دهد. ارزیابی های آماری، ارزیابی های بصری را تصدیق می کنند.

### ۱۰. مراجع

- [1]- P. K. Varshney ,(1997) "Scanning the special issue on data fusion," Proc. IEEE, vol. 85, pp.3-5.
- [2]- D. L. Hall ,(1992) "Mathematical Techniques in Multisensor Data Fusion," Boston, MA: Artech House.
- [3]- E. Walts,(1990) ."Multisensor Data Fusion, " Boston, MA: Artech House.
- [4]- M. A. Abidi, R. C. Gonzalez ,(1992). "Data Fusion in Robotics and Machine Intelligence" New York: Academic.
- [5]- J. J. Clark and A. L. Yuille ,(1990) . "Data Fusion for Sensory Information Processing System, " Norwell, MA: Kluwer.
- [6]- Chipman, L.J.; Orr, T.M.; Graham, L.N.(1995), "Wavelets and image fusion ," Image Processing, 1995. Proceedings., International Conference on , Volume: 3 , 23-26, Oct. 1995
- [7]- Zhong Zhang, Blum R.S. (1999), "A categorization of multiscale-decomposition-based image fusion schemes with a performance study for a digital camera application, " Proceedings of the IEEE , volume 87(8), pp. 1315-1326, Aug. 1999.
- [8]- Dongmei Yan; Zhongming Zhao; "Wavelet decomposition applied to image fusion," Info-tech and Info-net, 2001. Proceedings. ICII 2001 - Beijing. 2001 International Conferences on , Vol: 1 , pp. 291-5, 29 Oct.- 1, Nov. 2001.



[9]- Li Ming; Wu Shunjun, "A new image fusion algorithm based on wavelet transform,"Computational Intelligence and Multimedia Applications, 2003. ICCIMA 2003. Proceedings. Fifth International Conference,pp.27-30,Sept.2003.

[10]- Maryam Dehghani,"Wavelet-based image fusion using "A trous" algorithm"Map India Conference, 2003. Image Processing & Interpretation2003.

[11]- G. Piella,(2003). A general framework for multiresolution image fusion: from pixels to regions, Information Fusion 4 (4) ,PP. 259–280.

[12] - Z. Li, Zh. Jing, X. Yang, (2005) . Color transfer based remote sensing image fusion using non-separable wavelet frame transform, Pattern Recognition Letters 26, PP.2006–2014.

[13]- Sabalan Daneshvar, Hassan Ghassemian,(2010)."MRI and PET image fusion by combining IHS and retina-inspired models". Elsevier Information Fusion 11 (2010).pp. 114–123.

Archive of SID