

استفاده از ساختار پیکسونی جهت بهبود روش *Fuzzy C-means* در قطعه بندی تصاویر

حمید حسن پور

عضو هیئت علمی گروه کامپیوتر
موسسه آموزش عالی صنعتی مازندران

h.hassanpour@ieec.org

احسان نادرزاد

عضو هیئت علمی گروه کامپیوتر
موسسه آموزش عالی صنعتی مازندران

ehsan_nader@mit.ac.ir

که دارای مشخصه آماری یکسانی هستند بعنوان یک قطعه مستقل از تصویر، یا عبارتی یک سلول از تصویر در نظر گرفته میشود. سپس عمل قطعه بندی تصویر با استفاده از تکنیک خوشه بندی فازی (FCM) بر روی مجموعه پیکسونهای تصویر انجام خواهد گرفت. نشان خواهیم داد که اینکار سبب افزایش دقت و تسریع در عمل قطعه بندی تصویر خواهد شد.

2- مروری بر الگوریتم های خوشه بندی

الگوریتم های زیادی جهت خوشه بندی معرفی شده است. الگوریتم های موجود را می توان به دو گروه سلسله مراتبی و تقسیمی دسته بندی نمود. روشهای سلسله مراتبی بیشتر بر اساس تئوری گراف استوار است، در این روش هر داده را بطور مستقل به عنوان یک کلاستر در نظر می گیریم، سپس با تعریف یک معیار شباهت (بعنوان مثال فاصله اقلیدسی)، دو یا چند کلاستر در هم ادغام شده و تشکیل یک کلاستر بزرگتر را می دهند. این روند ادامه می یابد تا شرط پایانی الگوریتم که معمولاً تعداد کلاسترها است تحقق پذیرد [9،10].

در روشهای تقسیمی، داده ها بر اساس معیار تشابه، به تعدادی کلاستر تقسیم می شوند. تکنیکهای بکار رفته در این روشها بر این فرض استوار هستند که هر داده تنها به یک کلاستر تعلق دارد. معروفترین الگوریتم ها در این گروه، الگوریتم K -mean [11] و $Fuzzy\ c\text{-mean}$ [12] می باشند که داده ها را به k خوشه مستقل تقسیم می کنند.

1-2 الگوریتم K -mean

در روش K -mean عمل قطعه بندی تصویر بدون نیاز به داده های اولیه صورت می گیرد و اصطلاحاً یک روش بدون مربی می باشد [8]. در این روش برای تفکیک یک تصویر به K قطعه (کلاس) مراحل زیر انجام میگردد [9]:

- i) انتساب مقادیر اولیه دلخواه به مراکز K کلاس.
- ii) انتساب هر پیکسل به کلاسی که نزدیکترین فاصله را با مرکز آن کلاس دارد.

چکیده: شناسایی و تفکیک یک تصویر به اجزای سازنده اش (قطعه بندی تصویر) نقش مهمی در بسیاری از کاربردهای پردازش تصویر دارد. در این مقاله با استفاده از مفهوم پیکسون و روش خوشه بندی فازی ($Fuzzy\ C\text{-mean}$) روش جدیدی برای قطعه بندی تصاویر پیشنهاد می شود. در مفهوم پیکسونی تصویر، نواحی دارای مشخصه آماری مشابه بعنوان یک سلول در نظر گرفته میشود. نتایج آزمایشات انجام گرفته بر روی چندین تصویر استاندارد در این مقاله نشان می دهد که روش پیشنهادی به میزان قابل توجهی دقت و سرعت قطعه بندی تصاویر را بهبود می بخشد.

واژه های کلیدی: تصاویر پیکسونی، قطعه بندی تصویر، خوشه بندی فازی.

1- مقدمه

کاربردهای پردازش تصویر امروزه در اکثر شاخه های علمی و صنعتی مورد توجه بوده و در بسیاری از این شاخه ها، شناسایی اجزای اصلی سازنده تصویر (قطعه بندی تصویر) دارای اهمیت زیادی است. به عنوان مثال تشخیص و رهگیری خودکار اهداف متحرک در کاربردهای نظامی، و تفکیک محصولات مختلف در کاربردهای صنعتی را می توان برخی از کاربردهای پردازش تصویر نام برد.

تا بحال روشهای مختلفی برای قطعه بندی تصاویر ارائه شده است که از آن میان می توان روشهای آستانه گیری [1]، رشد ناحیه [2]، تقسیم و ادغام ناحیه [3]، الگوریتم خوشه بندی داده ها (K -means) [4]، و الگوریتم خوشه بندی فازی ($Fuzzy\ C\text{-means}$) [5] را نام برد.

بخش بندی و خوشه بندی داده ها با استفاده از روشهای مبتنی بر K -mean از تکنیک های معروف و مهمی است که در پردازش تصویر مورد استفاده قرار میگیرد [7] [6] [4]. در این روشها مقادیر تک تک پیکسلهای تصویر در کلیه مراحل عمل قطعه بندی تصاویر دخالت داده میشود. به منظور بهبود عملکرد خوشه بندی داده ها در قطعه بندی تصاویر در این مقاله، با استفاده از مفهوم پیکسون، مجموعه پیکسلهایی

به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$u_{ik} = \frac{1}{\sum_{i=1}^K \left(\frac{d_{ik}}{d_{ij}}\right)^{\frac{2}{m-1}}}, \quad \mu_k = \frac{\sum_{i=1}^{MN} u_{ik}^m x_i}{\sum_{i=1}^{MN} u_{ik}^m} \quad (7) \text{ و } (6)$$

بنابراین، با توجه به مباحث بیان شده، مراحل اجرای الگوریتم FCM را می‌توان به صورت ذیل خلاصه نمود [11]:

- i) مقدار دهی فرضی برای توابع احتمال عضویت (u_{ik} ها) با در نظر گرفتن رابطه (5).
- ii) محاسبه مرکز کلاسها.
- iii) محاسبه ماتریس تعلق $U = [u_{ik}]_{L \times K}$ (L تعداد کل پیکسلهای تصویر)، براساس مراکز محاسبه شده در مرحله ii.
- iv) اگر $\|U^{(p)} - U^{(p-1)}\| \leq \varepsilon$ نباشد، الگوریتم از مرحله ii، تکرار گردد.
- v) انتساب پیکسلها به کلاسی که بیشترین احتمال عضویت را در آن دارند.

3- روش بلوکی خوشه بندی فازی

در روش FCM، برای تعیین کلاس یک پیکسل، بایستی احتمال عضویت آن در هر کلاس مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا به ازای هر بار اجرای الگوریتم، بایستی $M \times N \times K$ تابع احتمال، محاسبه گردد (K تعداد کلاسها). حال اگر تصویر به بلوکهای $b \times b$ تفکیک شود و سپس از مشخصه های آماری هر یک از بلوکهای مربعی، برای قطعه بندی تصویر استفاده گردد، تنها به محاسبه $\frac{M}{b} \times \frac{N}{b} \times K$ تابع احتمال در هر بار اجرای الگوریتم احتیاج می‌باشد. چرا که در این حالت تصمیم گیری برای انتساب، در حد بلوکها است و نه پیکسلها، و کلاس پیکسل i ، کلاس بلوکی است که به آن تعلق دارد.

در الگوریتم بلوکی خوشه بندی فازی (BFCM (Blocked Fuzzy C (Means)، به جای شدت روشنایی هر پیکسل، از دو مشخصه میانگین شدت روشنایی هر بلوک و نسبت انحراف معیار به میانگین (که ضریب تغییرات نامیده میشود)، برای طبقه بندی بلوکها استفاده می‌گردد تا داده‌های موجود در یک کلاس بیشترین شباهت را با یکدیگر داشته باشند [10]:

$$x_i = \left(m_i, \frac{\sigma_i}{m_i} \right) \quad (8)$$

با تعریف بردار مشخصه x_i به جای شدت روشنایی، مرکز هر کلاس و فاصله هر یک از پیکسلها با مرکز کلاسها بصورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\mu_{m_k} = \frac{\sum_{i=1}^{M \times N} u_{ik}^m m_i}{\sum_{i=1}^{M \times N} u_{ik}^m} \quad (9)$$

iii) محاسبه مرکز کلاس های جدید.

iv) چنانچه $\mu^{(p)} = (\mu_1^{(p)} \dots \mu_c^{(p)})$ ، مراکز کلاس ها در مرحله p ام باشند، در صورت عدم برقراری رابطه ذیل، الگوریتم از مرحله ii تکرار شود:

$$\|\mu^{(p)} - \mu^{(p-1)}\| \leq \varepsilon \quad (1)$$

که ε یک مقدار بسیار کوچک دلخواه می‌باشد. تحقق این شرط، با کمینه نمودن رابطه زیر که بیانگر میزان خطا در انتساب هر پیکسل می‌باشد، هم ارز است [10]:

$$error = \sum_{k=1}^K \sum_{i \in S} |x_i - \mu_k|^2 \quad (2)$$

S در رابطه فوق مجموعه کلیه پیکسلهای تصویر می باشد.

در محاسبه فاصله هر پیکسل با مرکز کلاسها، در این الگوریتم، از معیار فاصله اقلیدسی استفاده شده است که به صورت ذیل تعریف می‌گردد:

$$d_{ik} = |x_i - \mu_k| \quad (3)$$

مرکز هر کلاس میتواند میانگین شدت روشنایی پیکسلهای هر کلاس (در مقیاس خاکستری) باشد، اگرچه مرکز کلاس می‌تواند مفاهیم دیگری را نیز داشته باشد.

2-2- الگوریتم Fuzzy C-means

در الگوریتم K-means، یک پیکسل تنها می‌تواند به یکی از کلاسها تعلق داشته باشد. بدین صورت که احتمال عضویت آن در یک کلاس، یک و در بقیه کلاسها صفر می‌باشد. اما در الگوریتم FCM، از مفهوم فازی و نیز تابع تعلق برای انتساب هر پیکسل به کلاسها، استفاده می‌گردد. به بیان دیگر، احتمال تعلق یک پیکسل به هر یک از کلاسها در هر تکرار محاسبه می‌شود و در پایان عمل قطعه بندی، پیکسل به کلاسی انتساب مییابد که بیشترین احتمال عضویت را در آن داشته باشد.

همانند روش K-means، هدف اصلی الگوریتم FCM کمینه نمودن تابع خطا در روند قطعه بندی تصویر می‌باشد که در حالت فازی به صورت ذیل تعریف می‌شود [11]:

$$error = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{M \times N} |u_{ik}^m d_{ik}^2| = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{M \times N} u_{ik}^m \|x_i - \mu_k\| \quad (4)$$

در رابطه فوق u_{ik} ، احتمال عضویت پیکسل i ام در کلاس k ام و d_{ik} ، فاصله پیکسل i ام از مرکز کلاس k ام و $M \times N$ ، تعداد کل پیکسلهای تصویر می‌باشد. در این رابطه پارامتر m ، ضریب فازی سازی می باشد که یک عدد حقیقی بزرگتر از یک است.

بدیهی است که چون u_{ik} یک تابع احتمال است، بایستی شرط ذیل همواره برقرار باشد:

$$\sum_{k=1}^K u_{ik} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, M \times N \quad (5)$$

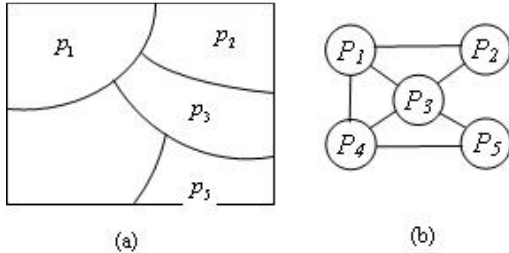
با مشتق گرفتن از رابطه (4) نسبت به u_{ik} و مساوی صفر قرار دادن آن، احتمال عضویت یک پیکسل در یک کلاس و نیز مرکز آن کلاس،

شود. در نتیجه می توان فرآیند تقسیم تصویر به پیکسونهای مختلف را یک قطعه بندی اولیه در نظر گرفت.

نتیجه فرآیند تشکیل تصویر پیکسونی ساختاری گراف مانند می باشد که مجموعه رئوس گراف را پیکسونها تشکیل داده و ارتباط بین رئوس آن نیز به وجود مرز مشترک بین پیکسونها بستگی دارد.

$$G = (Q, E) \quad (15)$$

در این فرمول G تصویر پیکسونی، Q مجموعه ای از رئوس گراف و E مجموعه لبه ها می باشد. در شکل 1 نمونه ای از ساختار پیکسونی یک تصویر، به همراه ساختار گرافی متناظر، رسم گردیده است.



شکل (1) (a) ساختار پیکسونی تصویر، (b) گراف متناظر.

5- الگوریتم پیشنهادی

در شکل (2) یک تصویر بلوک بندی شده با بلوکهای مربعی نمایش داده شده است. همانطور که از شکل نیز پیداست، بلوک بندی تصویر در نواحی مرزی، به یک قطعه بندی نادرست می انجامد، چرا که در این شکل، کلیه پیکسلهای متعلق به بلوک b_1 ، در یک کلاس قطعه بندی می شوند، حال آنکه این بلوک، دو کلاس مجزا را شامل می شود.

از سوی دیگر، به همان میزان که در نواحی مرزی، ابعاد بلوکها بایستی کوچک انتخاب شود، در برخی نواحی (مثلاً اطراف بلوک b_2) به این میزان دقت احتیاجی نمی باشد و می توان ابعاد بلوکها را بسیار بزرگتر در نظر گرفت. به این منظور، در این مقاله روش Pixonal Fuzzy C-means (PFCM) پیشنهاد گردیده است تا با استفاده از مفهوم پیکسون، علاوه بر افزایش دقت در قطعه بندی تصویر، بر سرعت اجرای الگوریتم FCM

نیز افزوده شود. چرا که به جای اینکه تابع احتمال، برای $\frac{M}{b} \times \frac{N}{b}$ بلوک محاسبه گردد، کافی است آنرا برای p پیکسون محاسبه نمود (در اکثر تصاویر $\frac{M}{b} \times \frac{N}{b} \ll p$).

اگر p_δ ، یک پیکسون از تصویر I باشد که شدت روشنایی هر پیکسل آن با x_i ، نمایش داده شود، داریم:

$$\forall i, j \in p_\delta : x_i = x_j \quad (15)$$

$$\forall i, j \in I : x_i = x_j \Rightarrow d_{ik} = d_{jk}, k = 0, 1, \dots, K \quad (16)$$

با نگاهی مجدد به روابط (6) و (7) درمی یابیم که در روش FCM، ملاک کلاس بندی هر پیکسل، تنها به شدت روشنایی آن پیکسل وابسته است. بنابراین اگر کلاس هر پیکسل با c_i ، نمایش داده شود، داریم:

$$\forall i, j \in I : x_i = x_j \Rightarrow c_i = c_j \quad (17)$$

$$\mu_{m_k} = \frac{\sum_{i=1}^{M \times N} u_{ik}^m (\frac{\sigma_i}{m_i})}{\sum_{i=1}^{M \times N} u_{ik}^m} \quad (10)$$

$$d_{ik} = \sqrt{(m_i - \mu_{m_k})^2 + (\frac{\sigma_i}{m_i} - \mu_{\frac{\sigma_k}{m_k}})^2} \quad (11)$$

همانطور که از روابط 10 و 11 بر می آید، مرکز هر کلاس در این الگوریتم، یک پارامتر برداری است:

$$\mu_k = (\mu_{m_k}, \mu_{\frac{\sigma_k}{m_k}}) \quad (12)$$

مراحل اجرای الگوریتم BFCM، همانند روش FCM است، با این تفاوت که ابتدا تصویر به بلوکهای $b \times b$ ، بلوک بندی شده و سپس این بلوکها هستند که قطعه بندی می شوند.

4- مدل پیکسون

در این مقاله با استفاده از مفهوم تصاویر پیکسونی (Pixonal Image) روشی برای بهبود عملکرد الگوریتم FCM ارائه میشود. بر این اساس در قسمت بعد مفاهیم تصاویر پیکسونی مختصراً توضیح داده میشود.

4-1 تصاویر پیکسونی

ایده استفاده از مفهوم پیکسون، در مقابل مفهوم پیکسل، اولین بار توسط Pina و Puetter، برای بازیابی تصاویر نجومی ارائه گردیده است [12,13]. مفهوم پیکسون بر این اساس استوار است که اطلاعات موجود در یک تصویر به صورت محلی توزیع می شود و در نتیجه می توان آنها را به عنوان سلولهایی با اندازه متغیر در نظر گرفت.

در تشکیل تصویر پیکسونی برای تصویر I_0 ، مطابق تعریف ارائه شده در [15]، ابتدا آن تصویر تغییر مقیاس داده میشود (اندازه اش در 2^n ضرب میشود). در واقع با انجام اینکار هر پیکسل توسط چند پیکسل با شدت روشنایی برابر با همان پیکسل جایگزین میشود. این چند پیکسل جایگزین شده، پیکسونهای اولیه تصویر را میسازند. سپس با استفاده از معادله نفوذ ناهمگن، عمل هموار سازی بر روی تصویر انجام میشود [14]. با انجام این عمل دقت عمل پیکسون سازی افزایش مییابد. پس از آن، عمل دسته بندی و جدا سازی پیکسونها بر اساس یک روش خوشه بندی انجام میشود.

مطالب فوق را میتوان بصورت رابطه زیر نشان داد:

$$Y(t) = k \otimes I_p = \int k_t(t, v) I_p(v) dv \quad (13)$$

در این معادله نگاشت تابع هسته پیکسون $k_t(t, v)$ و تصویر تغییر مقیاس یافته تصویر اولیه (I_0) میباشد.

اگر تصویر I ، شامل n پیکسون باشد، رابطه زیر همواره برقرار خواهد بود:

$$I = \bigcup_{i=1}^n p_i \quad (14)$$

بدین ترتیب، در قطعه بندی یک تصویر، به جای اینکه $M \times N$ پیکسل، مورد بررسی واقع شود تنها p پیکسون ($p \ll M \times N$) ارزیابی می-

از BFCM میباشد. دلیل این امر می تواند کاهش تعداد واحد های سازنده هر تصویر در روش BFCM و PFCM باشد. علاوه بر آن، مشکل تداخل کلاسها، نظیر آنچه را که در بکارگیری روش BFCM جهت قطعه بندی در شکل 2- وجود دارد در روش پیشنهادی مشاهده نخواهد شد.

بدهی است که پیکسلهای متعلق به یک کلاس بایستی تا حد ممکن به یکدیگر نزدیک و مشخصه آماری مشابهی داشته باشند. معیاری که برای ارزیابی میزان نزدیکی پیکسلها در داخل یک کلاس وجود دارد واریانس و ضریب تغییرات پیکسلهای هر کلاس می باشد. هر چه این مقادیر کمتر باشند میزان تشابه پیکسلهای یک کلاس به یکدیگر بیشتر خواهد بود. نتایج حاصل در جدول 1 نشان می دهد که در روش پیشنهادی این دو معیار در مجموع پایین بوده که به منزله بالا بودن دقت عمل قطعه بندی این روش نسبت به دو روش دیگر می باشد.

جدول (1). مقایسه الگوریتمهای FCM، BFCM، و روش پیشنهادی (PFCM) برای تصویر قایق به ازای $m=2.35$, $K=3$, $error=10^{-14}$ (میانگین = M، واریانس کلاس = VAR، تعداد پیکسلهای کلاس = N، ضریب تغییرات = C

روش	تعداد تکرار الگوریتم	پارامتر مورد مقایسه	کلاس 1	کلاس 2	کلاس 3
FCM	32	M	113/8	43/63	201
		VAR	48/13	25/47	25/65
		N	13687	24303	27546
		C(%)	23/97	12/68	12/77
BFCM	27	M	112.9	44.71	200.8
		VAR	47.3	24.7	25.76
		N	13609	24565	27362
		C(%)	23.86	12.97	12.69
PFCM	20	M	115/9	46	203/69
		VAR	48/3	25/42	25
		N	13509	24677	27350
		C(%)	23/7	12/48	12/52

جدول (2). مقایسه تعداد پیکسلها و پیکسونهای چند تصویر در روش ارائه شده

تصویر	تعداد پیکسل	تعداد پیکسون	نسبت تعداد پیکسون به پیکسل
مرد فیلمبردار	262144	74703	28%
قایق	65536	17530	27%
هوایما	65536	24906	38%

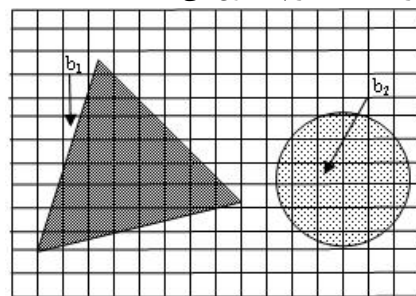
که با توجه به رابطه (15) خواهیم داشت:

$$\forall i, j \in p_{\delta} : c_i = c_j \quad (18)$$

بنابراین، در روش پیشنهادی، ابتدا تصویر به پیکسونهای سازندهاش تفکیک می شود و سپس با توجه به روابط فوق، به جای کلاس بندی تک تک پیکسلها، کافی است کلاس هر یک از پیکسونها تعیین گردد. در این صورت مرکز هر کلاس با استفاده از رابطه ذیل بدست می آید:

$$\mu_k = \frac{\sum_{i=1}^p u_{ik}^m x_i}{\sum_{i=1}^p u_{ik}^m} \quad (19)$$

در این رابطه P و $x_i = (m_i, \frac{\delta_i}{m_i})$ ، به ترتیب تعداد پیکسونهای یک تصویر و بردار مشخصه هر پیکسون می باشند.



شکل (2) تفکیک یک تصویر 3 کلاسه به بلوکهای مربعی.

6- پیاده سازی الگوریتم

برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی و مقایسه آن با روشهای FCM و BFCM آزمایشهای مختلفی بر روی برخی تصاویر استاندارد مرجع که به طور معمول در ارزیابی تکنیکهای پردازش تصویر مورد استفاده قرار می گیرد، انجام شده است (این تصاویر از [16] استخراج شده اند). برای نمونه نتایج این آزمایشات بر روی یکی از تصاویر در شکل 3 آمده است با توجه به این شکل شاید بسختی بتوان به کمک چشم مزیت عملکرد روش پیشنهادی را نسبت به دو روش دیگر تایید نمود. بر این اساس اطلاعات آماری کلاسهای مختلف در جداول 1 و 2 آورده شده است تا به کمک آن بتوان عملکرد روش های مختلف را مقایسه نمود.

در جدول 2- با اعمال روش پیشنهادی بر روی چند تصویر استاندارد، تعداد پیکسلها و پیکسونهای این تصاویر باهم مقایسه شده اند. همانطور که در این جدول نشان داده شده است، نسبت تعداد پیکسون به پیکسل پایین میباشد که این باعث کاهش حجم محاسبات در عمل خوشه بندی تصویر می شود. زیرا همانطور که قبلا اشاره شد، در حالت پیکسونی برای قطعه بندی تصاویر تنها پیکسونها مورد ارزیابی قرار می گیرند.

نتایج مقایسه الگوریتم های FCM، BFCM و PFCM بر روی یکی از تصاویر در جدول 1 آمده است. همانطور که ملاحظه می گردد تعداد تکرار مورد نیاز برای به انجام رساندن الگوریتم BFCM کمتر از FCM و PFCM کمتر از BFCM میباشد. بعبارت دیگر همگرایی الگوریتم BFCM بهتر از FCM، و همگرایی الگوریتم PFCM بهتر

- Operational Research, Vol 177 (March 2007), 1400-1408.
- [5] Francisco de A.T. de Carvalho, " Fuzzy c-means clustering methods for symbolic interval data "Pattern Recognition Letters, Vol,28, , (March 2007)423-437.
- [6] D.A. Clausi, " K-means Iterative Fisher (KIF) unsupervised clustering algorithm applied to image texture segmentation" *Pattern Recognition*, vol 35, (2002) ,1959-1972.
- [7] Chuang, K.S. / Tzeng, H.L. / Chen, S. / Wu, J. / Chen, T.J." Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation". *Computerized Medical Imaging and Graphics*, vol 30, (Jan 2006), 9-15.
- [8] Li Peihua. "A clustering-based color model and integral images for fast object tracking "Signal Processing: Image Communication, Vol 21, (Sep2006),676-687.
- [9] Bo Ma and Hau-San Wong. "2D clustering based discriminant analysis for 3D head model classification ", *Pattern Recognition*, Vol 39, (March 2006), 491-494.
- [10] S. Chuai-aree, C. Lursinsap, P. Sophatsathit, and S. Siripant, "Fuzzy C-Mean: A Statistical Feature Classification of Text and Image Segmentation Method" *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, Vol. 9, (2001), 661-671.
- [11] Keh-Shih Chuang, Hong-Long Tzeng, Sharon Chen, Jay Wu and Tzong-Jer Chen, "Fuzzy c-means clustering with spatial information for image segmentation" , *Computerized Medical Imaging and Graphics*, Vol 30, (Jan 2006), 9-15.
- [12] R. K. Piña and R. C. Pueter,"Bayesian image reconstruction: the pixon and optimal image modeling" P. A. S. P.,105:630-637,1993.
- [13] R. C. Pueter, "Pixon-based multiresolution Image reconstruction and the quantification of picture information content", *Int. J Imaging Systems Technol.* 6:314-331,1995.
- [14] H. Hassanpour, E. Nadernejad, and H. Miar "Image Enhancement Using Diffusion Equations", *International Symposium on Signal Processing and its Applications (ISSPA 2007)*, Sharjah, UAE,2007.
- [15] Q. Lu and T. Jiang, "Pixon-based Image Segmentation with Markov Random Fields" *The 5th Asian Conference on Computer Vision*, Melbourne, Australia, 23--25 January 2002.
- [16] DIPimage Databases , http://imageprocessingplace.com/DIP/dip_image_databases/image_databases.htm ., accessed on April ,2007.



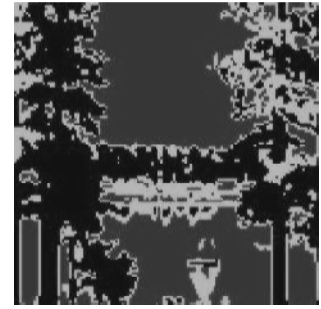
ب) قطعه بندی با FCM



الف) تصویر اولیه



د) قطعه بندی با روش پیشنهادی (PFCM)



ج) قطعه بندی با BFCM

شکل (2). قطعه بندی تصویر با استفاده از الگوریتمهای FCM ، BFCM و روش پیشنهادی (PFCM).

7- نتیجه گیری و کارهای آینده

در این مقاله با بکارگیری مفهوم تصاویر پیکسونی عملکرد الگوریتم Fuzzy C-mean در قطعه بندی تصاویر از نظر همگرایی و دقت بهبود یافته است. در این روش به جای اینکه کلیه پیکسلهای یک تصویر در قطعه بندی آن مورد ارزیابی قرار گیرند، تنها تعدادی پیکسون (که هر یک حاوی چندین پیکسل میباشدند) در بخش بندی تصویر مورد بررسی قرار می گیرند. نتایج اعمال الگوریتم پیشنهادی بر روی چند تصویر استاندارد نشان میدهد که این روش عملکرد مطلوبتری در مقایسه با روشهای موجود مورد بررسی در این مقاله دارد. برای کارهای آینده پیشنهاد می شود مدل تصویر پیکسونی در حوزه های دیگر پردازش تصویر بکار برده شود.

8- مراجع

- [1] N. Bonnet, J. Cutrona and M. Herbin. "A 'no-threshold' histogram-based image segmentation method" *Pattern Recognition*, Vol. 35, (2002), 2319-2322.
- [2] Charles Gamiz Waqas Akram and Justin Romberg. "Image segmentation using region growing".
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing" Prentice Hall, 2004.
- [4] Georgios P. Papamichail and Dimitrios P. Papamichail , "The k-means range algorithm for personalized data clustering in e-commerce ", *European Journal of*