Archive of SID

دانشور
پزشکی

شناسایی قطب‌های همگن از استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی به کمک تکنیک آماری خوشه‌بندی فازی

نویسندگان: دکتر غلامرضا بابایی[1]، دکتر سقراط فقیه‌زاده[2] و آوات فیضی[3]

۱. دانشیار گروه آمارزیستی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار گروه آمارزیستی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس
۳. دانشجوی دوره دکتری آمار زیستی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

تکنیک آماری خوشه‌بندی که در مورد داده‌های چند متغیره قابلیت کاربرد دارد با به‌کارگیری اصول و روش‌های خاص خود، منجر به شناسایی گروه‌های واقعی مشابه و همگن از افراد، اشیا و به‌طور کلی آزمودنی‌ها بر مبنای ویژگی‌های ثبت یا اندازه‌گیری شده در مورد آن‌ها می‌شود. به‌طورکلی سه دسته اصلی از روش‌های خوشه‌بندی عبارتند از: سلسله مراتبی، غیرسلسله مراتبی و فازی که اخیراً روش خوشه‌بندی فازی به علت ویژگی‌های برجسته‌اش که منجر به ارائه اطلاعات بیش‌تر از ساختار مشاهدات و رفع نواقص موجود در دو روش دیگر می‌شود، کاربرد وسیعی پیدا کرده است. در مقاله حاضر با بهره‌گیری از تکنیک خوشه‌بندی فازی، اقدام به منطقه‌بندی کشور یا در واقع شناسایی استان‌های همگن به لحاظ شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی شده است. در این راستا، چهار دسته شاخص بهداشتی و جمعیتی، شامل ۱)" شاخص‌های تسهیلات بهداشتی و رفاهی خانوار، ۲) شاخص‌های تنظیم خانواده، ۳)" شاخص‌های باروری و زایمان زنان، ۴)" شاخص‌های اجتماعی و بهداشتی کودکان برای شناسایی استان‌های همگن مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص‌ها از طرح DHS (طرح سنجش شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی کشور) که توسط وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی اجرا گردیده، استخراج شده است. بر مبنای هر کدام از دسته شاخص‌های یاد شده، قطب‌های همگن از استان‌ها به کمک تکنیک خوشه‌بندی فازی شناسایی گردیده‌اند.

نتایج این تحقیق در باب راهبردهای عملی درمورد اجرا وارائه خدمات بهداشتی، متناسب با وضعیت قطب‌های همگن شناسایی شده، برای دست اندرکاران امور بهداشتی ودرمانی کشور مفید خواهدبود.

واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی فازی، شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی، انفکاک و فشردگی خوشه‌ها، DHS

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

معمولاً دسته‌بندی و شناسایی گروه‌های همگن و مشابه از افراد، اشیا و به‌طورکلی آزمودنی‌ها براساس بررسی وجوه تشابه و تمایز آن‌ها صورت می‌گیرد، بدین‌صورت که برای هر یک از آزمونی‌ها مشخصه‌های متعددی وجود دارد که آن‌ها را می‌توان براساس قرابتی که از لحاظ این ویژگی‌ها باهم دارند در دسته‌های همگن و مشابه گروه‌بندی کرد [۱]. چنین کاری می‌تواند به‌صورت ذهنی صورت گیرد، اما در حالتی که تعداد آزمودنی‌ها و صفات اندازه‌گیری شده در مورد آن‌ها زیاد باشد مطمئناً نتایج مفید و قریب به واقعیت را به‌دست نخواهد داد [۲]. تکنیک آماری خوشه‌بندی، به‌ویژه خوشه‌بندی به روش فازی که در مورد داده‌های وسیع و حجیم قابل کاربرد است چنین مقایسه‌هایی را برای شناسایی آزمودنی‌های همگن ازطریق محاسبات ریاضیاتی و منطقی انجام داده، منجر به شناسایی و انجام یک گروه‌بندی واقعی می‌شود [۳]. سه روش اصلی خوشه‌بندی که در علم آمار بسط و گسترش داده شده‌اند عبارتند از: سلسله مراتبی، غیرسلسله مراتبی و فازی. دو روش اول در دسته‌بندی آزمودنی‌های مشابه، منجر به تشکیل نتایج قطعی می‌شوند، بدین‌معنا که اعضایی که داخل یک خوشه قرار می‌گیرند، صرفاً فقط به آن خوشه تعلق می‌گیرند و لاغیر، درحالی‌که وجه تمایز و ویژگی برجسته خوشه‌بندی فازی این است که با ارائه یک سری ضرایب تعلق موجب می‌شود که اعضای داخل یک خوشه بتوانند به خوشه‌های دیگر نیز تعلق داشته باشند؛ اما شدت تعلق آن‌ها به خوشه‌های دیگر نسبت به میزان تعلق به خوشه‌ای که در آن قرار گرفته‌اند کم‌تر است. با چنین عملکردی، این روش، یک مشکل اساسی مرتبط با روش‌های خوشه‌بندی قطعی، یعنی اشتباه رده‌بندی کردن آزمونی‌ها (misclassification) را از بین می‌برد [۴].

در این مقاله با به‌کارگیری روش خوشه‌بندی فازی C-means و جدیدترین روش تعداد بهینه و ارزیابی اعتبار خوشه‌ها، استان‌های همگن به لحاظ شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی شناسایی و دسته‌بندی گردیده‌اند. شاخص‌های مورد استفاده جهت تشکیل خوشه‌های همگن و مشابه از استان‌های کشور با مراجعه به طرح DHS (بررسی شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی کشور) که درمهر ماه ۱۳۷۹ توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اجرا شد [۵] استخراج گردیده که در قالب چهار دسته مشخصه‌های بهداشتی و جمعیتی مناطق شهری ۲۸ استان و شهر تهران (جدا از استان تهران درنظر گرفته شده است) به قرار زیر هستند:

۱. شاخص‌های تسهیلات بهداشتی و رفاهی خانوارها شامل ۷۳ متغیر؛

۲. شاخص‌های باروری و زایمان زنان شامل ۴۹ متغیر؛

۳. شاخص‌های تنظیم خانواده شامل ۱۳۱ متغیر؛

۴. شاخص‌های اجتماعی و بهداشتی کودکان شامل ۱۰۶ متغیر.

بر مبنای هر یک از دسته شاخص‌های فوق‌الذکر، استان‌های مشابه وهمگن شناسایی شده اند. دسته‌بندی استان‌ها بر مبنای این شاخص‌ها منجر به امکان بررسی دقیق‌تر وضعیت هر یک از خوشه‌ها و شناسایی نقاط قوت وضعف استان‌های واقع در آن‌ها از نظر شاخص‌های مورد بررسی و در نتیجه امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر و مناسب‌تر، می‌گردد و به فراخور وضعیت هر استان، زمینه ارائه و اجرای برنامه‌های خدمات بهداشتی و درمانی را فراهم می‌آورد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مواد و روش‌ها

روش تجزیه و تحلیل خوشه‌بندی فازی برای اولین بار توسط راسپینی (Ruspini) ابداع شد و بعدها توسط بزدک (Bezdek) بسط و گسترش یافت. اصولاً پایه‌ریزی الگوریتم خوشه‌بندی فازی جهت فائق آمدن بر وضعیت بروز مشکل همپوشی خوشه از طریق وجود آزمودنی‌هایی که در تعلق آن‌ها به خوشه‌های مختلف ابهام به‌وجود می‌آید صورت گرفت. مشکل مزبور یک ایراد اساسی است که در اجرای روش‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی و غیرسلسله مراتبی بروز می‌کند [۳]. اساس خوشه‌بندی فازی C-means بر تقسیم m آزمودنی (در این‌جا ۲۹ استان) به c خوشه از طریق محاسبه و تعیین ضریب عضویت هر آزمودنی به خوشه‌های مختلف است. در خوشه‌بندی فازی، مجموعه‌ای از ضرایب عضویت که شدت تعلق آزمودنی‌ها به خوشه‌های مختلف را نشان می‌دهد وجود دارند. برای مثال اگر خوشه‌بندی فازی منجر به تشکیل چهار خوشه گردد برای هر آزمودنی واقع در هر یک از خوشه‌ها، چهار ضریب عضویت وجود خواهد داشت که شدت تعلق آن را به هر یک از خوشه‌ها بیان می‌کند. از این دیدگاه، خوشه‌بندی سلسله مراتبی و غیرسلسله مراتبی را که منجر به نتایج قطعی می‌شوند می‌توان حالت خاصی از خوشه‌بندی فازی در نظر گرفت که ضریب عضویت برای تعلق به یکی از چهار خوشه مذکور «یک» و برای بقیه «صفر» خواهد بود [۶]؛ بدین‌معنا که این عضو قطعاً به آن خوشه تعلق دارد و لاغیر. وجه مشخصهٔ خوشه‌بندی فازی و غیرفازی وجود همین ضرایب عضویت در خوشه‌بندی فازی و عملکرد خوشه‌بندی فازی از طریق ضرایب یادشده در رفع کردن مشکل همپوشی خوشه‌ها است.

۲-۱- الگوریتم خوشه‌بندی فازی

عمومی‌ترین و کاربردی‌ترین الگوریتم خوشه‌بندی فازی، الگوریتم C-means است که در آن، یک تابع هدف به فرم $J_m(u,v)=\sum_i\sum_k (u_{ik})^m d^2(x_k,v_i)$ نسبت به ماتریس ضرایب عضویت $U=[u_{ik}]\in R^{cn}$ در یک فرایند تکراری کمینه می‌گردد.

در تابع هدف فوق u_{ik} ضریب عضویت عنصر K ام به خوشه i ام و فاصله اقلیدسی عنصر x_k از مرکز خوشه فازی v_i و m درجه فازی بودن است که خود ضریب عضویت، تابعی معکوس از مجموع فواصل عناصر مختلف از مراکز مختلف خوشه‌ها و همچنین مراکز خوشه‌ها تابعی از مجموع ضرایب عضویت هستند. در این مقاله، تابع هدف مزبور بر طبق یک الگوریتم در نرم‌افزار Matlab برنامه‌نویسی گردید و با تکرار ۱۰۰۰۰ مرتبه و دقت بیش‌تر از جهت خوشه‌بندی و شناسایی استان‌های همگن براساس هر یک از دسته شاخص‌های نامبرده کمینه گردید [۷].

ذکر این مطلب ضروری است که خوشه‌ها و رده‌هایی دارای اعتبار هستند که دارای دو ویژگی اساسی باشند: ۱) منفک از هم باشند، ۲) فشرده باشند (اعضای بسیار مشابه داخل خوشه‌ها قرارگرفته باشد) [۱]. جهت بررسی برقراری این ویژگی‌ها درمورد خوشه‌های تشکیل شده توسط الگوریتم فازی که پیشتر توضیح داده شد. از جدیدترین ملاک ارائه شده در این خصوص استفاده گردید و با استفاده از آن، تعداد بهینه خوشه‌ها و نیز اعتبار آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت اجرای این ملاک در مورد داده‌ها، الگوریتم این ملاک نیز در محیط نرم افزار Matlab برنامه نویسی گردید و با تکرار ۱۰۰۰۰ مرتبه ودقت بیش‌تر از (۱۰-) exp ملاک مزبوربیشینه شد.

ملاک تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها و ارزیابی اعتبار آن‌ها، ترکیبی از دو تابع است که تابع اول (SC_1) نسبت انفکاک به انسجام خوشه‌ها را برمبنای ضرایب عضویت و خواص ساختار هندسی داده‌ها، و تابع دوم (SC_2) نسبت جدایی خوشه‌ها به فشردگی آن‌ها را صرفاً براساس ضرایب عضویت ارزیابی می‌کند. ملاک نهایی با استفاده از تفاضل دو تابع به‌صورت $SC = SC_2 - SC_1$ که باید بیشینه گردد تعریف می‌شود [۸].

www.SID.ir

Archive of SID

۳- یافته‌های تحقیق

جهت شناسایی استان‌های همگن به لحاظ هر یک از چهار دسته شاخص بهداشتی و جمعیتی که اسم برده شد از الگوریتم خوشه‌بندی فازی C-means استفاده گردید. تابع هدف فازی و تابع تعیین تعداد بهینه و ارزیابی خوشه‌ها با تکرار ۱۰۰۰۰ مرتبه و دقت (۱۰-exp) به ترتیب کمینه و بیشینه گردیدند که نتیجه اجرای آن‌ها در دسته‌بندی استان‌ها براساس هر یک از دسته شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی به شرح زیر است:

خوشه‌بندی استان‌ها بر مبنای شاخص‌های تسهیلات بهداشتی رفاهی خانوار

با بهره‌گیری از الگوریتم خوشه‌بندی فازی C-means در مورد ۷۳ متغیر و شاخص مربوط به تسهیلات بهداشتی و رفاهی خانوار، شناسایی استان‌های همگن به لحاظ این شاخص‌ها به تشکیل ۷ خوشه که اعضای هریک ومیزان تعلق آن‌ها به خوشه‌های مربوط به شرح زیر است منجر گردید:

جدول ۱ نتایج خوشه‌بندی (قطب‌های همگن) استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های تسهیلات بهداشتی رفاهی خانوار

خوشه اول	میزان تعلق	خوشه دوم	میزان تعلق	خوشه سوم	میزان تعلق	خوشه چهارم	میزان تعلق	خوشه پنجم	میزان تعلق	خوشه ششم	میزان تعلق	خوشه هفتم	میزان تعلق
مرکزی	۰/۴	سیستان و بلوچستان	۰/۲۶۶	کرمانشاه	۰/۷۹۳	آ-شرقی	۰/۸۶۳	گیلان	۰/۳۷۸	چهارمحال و بختیاری	۰/۹۴۱	مازندران	۰./۳۰۴
خراسان	۰/۵۶۲	ایلام	۰/۳۴۳	خوزستان	۰/۲۹۶	اصفهان	۰/۴۹۲	کهگیلویه	۰/۳۳۰	یزد	۰/۳۲۷۳	آ-غربی	۰/۲۸۲
همدان	۰/۵۸۲	بوشهر	۰/۸۱۸	کرمان	۰/۴۸	کردستان	۰/۳۴۹	اردبیل	۰/۲۹۷	فارس	۰/۲۱۳	فارس	۰/۲۱۳
سمنان	۰/۴۷۸	هرمزگان	۰/۷۴۶			زنجان	۰/۶۵۵	قزوین	۰/۴۶۴			لرستان	۰/۳۰۱
شهرتهران	۰/۳۲۵					قم	۰/۳۰۴	گلستان	۰/۳۷۹			استان‌تهران	۰/۲۹۶

جدول ۲ نتایج خوشه‌بندی (قطب‌های همگن) استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های باروری و زایمان زنان

خوشه اول	میزان تعلق	خوشه دوم	میزان تعلق	خوشه سوم	میزان تعلق	خوشه چهارم	میزان تعلق	خوشه پنجم	میزان تعلق	خوشه ششم	میزان تعلق
سیستان و بلوچستان	۰/۲۶۹	آ-غربی	۰/۳۲۴	کرمان	۰/۲۸۹	کردستان	۰/۲۲۱	مرکزی	۰/۲۴۴	آ-شرقی	۰/۲۵۵
هرمزگان	۰/۹۳۷	خوزستان	۰/۶۸۹	خراسان	۰/۵۲۷	استان تهران (بدون شهر تهران)	۰/۲۲	گیلان	۰/۲۴۱	چهارمحال وبختیاری	۰/۱۹۹
		یزد	۰/۲۱۴	کهگیلویه وبویراحمد	۰/۲۳۴			مازندران	۰/۲۴۶	لرستان	۰/۲۶۵
		قم	۰/۲۵۴	بوشهر	۰/۲۱۵			کرمانشاه	۰/۲۴۰	ایلام	۰/۲۳۷
		گلستان	۰/۳۴۳					فارس	۰/۲۳۱	زنجان	۰/۲۵۶
								اصفهان	۰/۲۴۷	سمنان	۰/۱۹۹
								همدان	۰/۲۴۸	اردبیل	۰/۲۱۹
								قزوین	۰/۲۴۵		

جدول ۳ نتایج خوشه‌بندی (قطب‌های همگن) استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های تنظیم خانواده

خوشه اول	گیلان، مرکزی، مازندران، فارس، کرمان، خراسان، اصفهان، زنجان، سمنان، یزد، تهران، بدون شهر تهران، شهر تهران، قم، قزوین و گلستان
خوشه دوم	آ- شرقی، آ-غربی، کرمانشاه، خوزستان، سیستان و بلوچستان، کردستان، همدان، چهارمحال وبختیاری، لرستان، ایلام، کهگیلویه وبویراحمد، بوشهر، هرمزگان واردبیل

www.SID.ir

Archive of SID

خوشه‌بندی استان‌ها بر مبنای شاخص‌های باروری و زایمان زنان

در شناسایی استان‌های همگن به لحاظ این شاخص‌ها، الگوریتم خوشه‌بندی فازی C-means روی ۴۹ متغیر مربوط به وضعیت باروری و زایمان زنان اجرا گردید. نتیجه اجرای این الگوریتم تشکیل شش خوشه بود که ساختار و اعضای آن‌ها به شرح جدول ۲ است.

خوشه‌بندی استان‌ها برمبنای شاخص‌های تنظیم خانواده

بررسی و شناسایی استان‌های همگن از نظر شاخص‌های تنظیم خانواده که دربردارنده ۱۳۱ متغیر مربوط به اجرای انواع روش‌های تنظیم خانواده در مناطق شهری استان‌های مختلف کشور بود از طریق اجرای الگوریتم خوشه‌بندی فازی منجر به تشکیل دو خوشه از استان‌ها به شرح جدول ۳ گردید.

شایان ذکر است، میزان تعلق هریک از استان‌ها به خوشه‌های مربوط حدود ۰/۵ است.

خوشه‌بندی استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های اجتماعی و بهداشتی کودکان

در شناسایی استان‌های همگن از نظر شاخص‌های اجتماعی و بهداشتی کودکان در مناطق شهری ۱۰۶ متغیر مربوط به مسائل بهداشتی جمعیتی و مرگ ومیر کودکان از طرح DHS استخراج گردیدو در الگوریتم خوشه‌بندی فازی مورد استفاده قرار گرفت که نتیجه پیاده‌سازی الگوریتم در دسته‌بندی استان‌ها و شناسایی قطب‌های متجانس منجر به تشکیل پنج خوشه از آن‌ها به شرح جدول ۴ گردید.

جدول ٤ نتایج خوشه‌بندی (قطب‌های همگن) استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های اجتماعی بهداشتی کودکان

خوشه اول	میزان تعلق	خوشه دوم	میزان تعلق	خوشه سوم	میزان تعلق	خوشه چهارم	میزان تعلق	خوشه پنجم	میزان‌تعلق
آ-غربی	۰/۴۸۹	فارس	۰/۲۰۵	کرمان	۰/۲۶۰	مرکزی	۰/۲۱۰	کرمانشاه	۰/۳۱۹
کردستان	۰/۵۲۳	بوشهر	۰/۲۰۹	سیستان و بلوچستان	۰/۲۷۱	گیلان	۰/۲۲۳	خوزستان	۰/۲۸۱
همدان	۰/۳۶۹	زنجان	۰/۱۶۹	خراسان	۰/۱۹۱	مازندران	۰/۲۰۳	کهگیلویه و بویراحمد	۰/۲۸۶
لرستان	۰/۳۰۰	تهران بدون شهرتهران	۰/۲۰۱	ایلام	۰/۱۹۶	آ-شرقی	۰/۲۱۰	اردبیل	۰/۲۳۸
		گلستان	۰/۱۸۲	هرمزگان	۰/۲۱۴	اصفهان	۰/۲۰۰		
						چهارمحال و بختیاری	۰/۲۱۹		
						یزد	۰/۲۱۹		
						قم	۰/۲۱۳		
						قزوین	۰/۱۹۲		

٤- بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با هدف قطب‌بندی استان‌های کشور بر مبنای شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی از روش خوشه‌بندی فازی جهت رده‌بندی استان‌ها برمبنای چهار دسته شاخص ۱) شاخص‌های تسهیلات بهداشتی رفاهی خانوار، ۲) شاخص‌های باروری و زایمان و زنان، ۳) شاخص‌های تنظیم خانواده، ۴) شاخص‌های اجتماعی و بهداشتی کودکان استفاده گردید و استان‌های همگن به لحاظ هریک از این دسته شاخص‌ها شناسایی شدند. نتیجه این رده‌بندی در بخش یافته‌های تحقیق در جداول مربوط ذکر گردیده است. همان‌گونه که در جداول ملاحظه می‌شود هر خوشه دربردارنده چند استان است و برای هر استان ضریب

www.SID.ir

Archive of SID

عضویتی که میزان و شدت تعلق آن استان را به خوشه مزبور بیان می‌کند آمده است. با توجه به ماهیت عملکرد خوشه‌بندی فازی، استان‌هایی که در خوشه‌های تشکیل شده قرار گرفته‌اند قطعاً و به‌طور کامل متعلق به این خوشه‌ها نیستند و می‌توانند به خوشه‌های دیگر نیز تعلق داشته باشند که البته شدت تعلق آن‌ها به خوشه‌های دیگر از شدت تعلق به خوشه‌ای که در آن واقع شده‌اند کم‌تر است (جزئیات فرایند خوشه‌بندی استان‌ها برمبنای شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی و چگونگی تعلق استان‌ها به خوشه‌های مختلف در تحقیقی که در دانشگاه تربیت مدرس انجام گردیده آمده است).

شناسایی و رده‌بندی استان‌های همگن به لحاظ شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی، امکان مطالعه جامع‌تر و دقیق‌تر ویژگی‌های مزبور را در قطب‌های تشکیل شده فراهم می‌کند. این امر منجر به شناسایی نقاط قوت و ضعف هر یک از قطب‌ها از نظر شاخص‌های بهداشتی و جمعیتی خواهد شد که بالتبع امکان برنامه ریزی دقیق‌تر به تناسب ویژگی‌های هر قطب را در جهت اجرای برنامه‌های بهداشتی و درمانی و رفع معضلات آن بهتر و مناسب‌تر فراهم می‌آورد. این امر گامی مهم درجهت توزیع عادلانه و متناسب‌تر امکانات و خدمات بهداشتی درمانی که یکی از اجزای اصلی توسعه پایدار و همه جانبه است، محسوب می‌گردد.

۵- منابع

1. Hoppner F., Kalwon F., Kruse R., Runkler T.; Fuzzy cluster analysis, Methods for classification, data analysis and image recognition, Wiley & sons (1999).
2. Johnson R., Wichern D., Applied Multivariate statistical analysis, Wiley & sons (1999).
3. T.W. Chenge, D.B. Goldfer, L.O. Hall. Fast fuzzy clustering. fuzzy set and system93 (1998), 55.
4. Kamel M.S., Selim S.Z., New algorithm for solving the fuzzy clustering problem, Pattern recognition (1994) 27:421-428.
5. کتابنامه سیمای جمعیت و سلامت جمهوری اسلامی ایران (آمار و اطلاعات طرح DHS) معاونت سلامت وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی - اجرا مهرماه ۱۳۷۹.
6. Krishnapurama R., Keller J., The probabilistic C-Means Algorithm: Insights and Recommendation. IEEE Trans. fuzzy systems (1996) 4:385-395.
7. Gath I., Geva A.B. Fuzzy clustering of Elliptic ring - shaped clusters. Pattern recognition letters (1995) 16:727-741.
8. Zahid N., Limouri M., Essaid A., A new cluster validity for fuzzy clustering, Pattern Recognition, (1999) 32:1089-1097.

www.SID.ir