پهنه‌بندی پیوسته هدایت الکتریکی- اسیدیته خاک بر اساس خوشه‌بندی فازی برای دشت قم

مهدی نورزاده [۱*]، سید مهدی هاشمی [۲] و محمدجعفر ملکوتی [۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۲۴)

چکیده

هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک، از جمله مهم‌ترین فاکتورهای شیمیایی خاک برای کشاورزی محسوب می‌شود. ماهیت خاک به گونه‌ای است که تغییر در ویژگی‌های آن عمدتاً حالت پیوسته دارد. روشی که بتواند این پیوستگی را در نظر بگیرد، قادر خواهد بود تا تصویر واقعی‌تری از تغییرات خصوصیات خاک را نشان دهد. هدف از این تحقیق بررسی روابط بین داده‌های اندازه‌گیری شده هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک دشت قم، خوشه‌بندی، مقایسه روش‌های خوشه‌بندی، تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها و پهنه‌بندی خوشه‌ها در منطقه مورد مطالعه بوده است. به این منظور از دو روش خوشه‌بندی فازی FCM و GK به منظور داده‌کاوی و خوشه‌بندی ۴۶۵ داده اندازه‌گیری شده، استفاده گردید. هم‌چنین به منظور صحت‌سنجی و مقایسه این دو روش از معیارهای ضریب تقسیم‌بندی، گشتاور رده‌بندی، شاخص تقسیم‌بندی، شاخص جداشدگی و شاخص زای و بنی استفاده شده است. نتایج داده‌کاوی داده‌ها نشان داد که تعداد بهینه خوشه‌ها بر اساس روش FCM و GK به ترتیب ۱۵ و ۱۷ می‌باشد. پس از بررسی نتایج خوشه‌بندی و بر اساس معیارهای صحت‌سنجی، مشخص شد که روش GK روش بهتری برای خوشه‌بندی است. براساس این روش ۲۹۵ داده از ۴۶۵ نمونه مشاهداتی استفاده شده دارای درجه عضویت بیشتر از ۴۰ درصد بوده‌اند. که در این میان ۹ خوشه از ۱۷ خوشه دارای تعداد بیش از ۲۰ عضو بوده‌اند. سپس پهنه‌بندی شوری- قلیائیت بر اساس روش فازی GK و به منظور نمایش بهتر توزیع خوشه‌های تعیین شده برای منطقه مورد مطالعه به‌دست آمده است. نقشه فازی تهیه شده بیانگر آن بود که قسمت‌های شمال غربی و غرب بیشتر جز خوشه ۱ و قسمت شرقی منطقه مورد مطالعه جزو خوشه ۱۷ بوده‌اند. به این ترتیب شوری- قلیائیت و در پی آن احتمال تخریب خاک خاک در شرق منطقه مورد مطالعه به مراتب بیشتر از غرب آن است.

واژه‌های کلیدی: هدایت الکتریکی، اسیدیته، خوشه‌بندی فازی، داده‌کاوی، صحت‌سنجی

۱. به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲. دانشجوی دکتری سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.nourzade@gmail.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

مقدمه

خوشه‌بندی فازی یکی از روش‌های متداول داده‌کاوی است. فازی بودن این الگوریتم خوشه‌بندی سبب می‌شود که در مواقعی که نتوان یک مرز مشخص و معلومی بین خوشه‌ها اعمال نمود، یک داده در یک زمان متعلق به چندین زیر مجموعه باشد (۲۰). هدف از خوشه‌بندی، دسته‌بندی اشیا بر اساس میزان مشابهت بین آنها و سازماندهی گروهی خوشه‌ها است (۱). اصلی‌ترین ظرفیت خوشه‌بندی، شناسایی ساختار اصلی نهفته در داده‌هاست(۸). روش خوشه‌بندی یکی از زیر مجموعه‌های غیرنظارتی داده‌کاوی محسوب می‌شود که از شناسنده‌های از پیش تعریف شده برای انجام عملیات دسته‌بندی استفاده نمی‌کند(۱۱). داده‌کاوی فرآیند اکتشاف و پردازش پایگاه‌های داده‌ای به منظور استخراج دانش از آنهاست. به عبارت دیگر داده‌کاوی فرآیند اکتشاف و تحلیل به وسیله ابزار خودکار و نیمه‌خودکار مقادیر زیاد داده‌ها به منظور اکتشاف الگوهای معنی‌دار و قواعد است (۱۷). الگوریتم خوشه‌بندی‌فازی قابلیت استفاده در زمینه‌های مختلف و علوم گوناگون را دارد. از جمله کاربردهای این نوع خوشه‌بندی، استفاده از آن در بررسی خصوصیات داده‌های خاک و آب است (۳). شوری و اسیدیته خاک به‌ویژه در لایه سطحی آن، یکی از عوامل محدودکننده در بهره‌برداری از اراضی کشاورزی محسوب می‌شوند. هم‌چنین اراضی دشت قم به دلایل مختلف مستعد شور شدن هستند (۴). بررسی و پایش مکانی هم‌زمان این دو ویژگی در سطح کلان این امکان را به وجود می‌آورد که بتوان برای مناطق با پتانسیل شور شدن، راه‌کارهای مدیریتی لازم را جهت پیشگیری از شور شدن بیشتر به کار برد. تحقیقات گذشته نشان داده که تغییرات ویژگی‌های خاک از جمله هدایت الکتریکی و اسیدیته به صورت بطئی و تدریجی است و روش‌های فازی با توجه به ماهیتشان قابلیت بهتری در نشان دادن این تغییرات دارند (۲، ۱۴، ۱۵ و ۱۸). شکاری و باقرنژاد درسال ۱۳۸۴ با بررسی روش FCM در طبقه‌بندی خاک‌های کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که با وجود این‌که خاک‌های این منطقه دارای تمایز کمی بودند، ولی این روش این امکان را فراهم می‌آورد تا این خاک‌ها را تا سطح پدون طبقه‌بندی نمایند (۲). نورزاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ کارایی دو روش FCM و GK را برای خوشه‌بندی غلظت مس با استفاده از ۲۱۳ نمونه خاکی در اراضی کشاورزی استان همدان بررسی و مشخص نمودند کارایی روش GK بهتر بوده است (۳). امینی و همکاران نیز در سال ۲۰۰۵ با استفاده از روش FCM، ۲۵۵ داده مربوط به پنج عنصر سنگین خاک را در استان اصفهان خوشه‌بندی نموده و پهنه‌بندی مربوط به خوشه‌ها را به صورت فازی تهیه نمودند (۵). گوکتپ و همکاران در سال ۲۰۰۵ با استفاده از ۱۲۰ نمونه خاکی و روشK-means و FCM خاک‌های منطقه آنتالیا را طبقه‌بندی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد روش فازی FCM نتیجه مطلوب‌تری داشته است (۸). هم‌چنین ساربو و همکاران در سال ۲۰۰۷ نشان دادند که روش GK قابلیت تفکیک خاک‌های منطقه‌ای در آلمان را بر اساس ۱۳ ویژگی شیمیایی با دقت مناسب را داشته است (۱۶).

هدف از تحقیق حاضر خوشه‌بندی داده‌های هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک با استفاده از دو روش FCM و GK، تعیین روش و تعداد خوشه بهینه و در نهایت تهیه نقشه فازی خوشه‌ها در اراضی کشاورزی دشت قم می‌باشد.

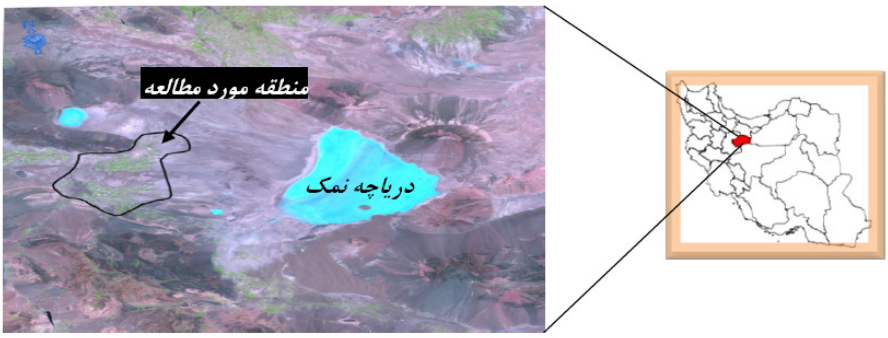
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل ۱۱۴۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی دشت قم است. این اراضی در موقعیت طول جغرافیایی: ′ ۱۹ ° ۵۱ تا ′ ۴۷ ° ۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی: ′۵۲ °۳۴ تا ′ ۳۰ °۳۴ شمالی قرار دارند (شکل ۱). اراضی مورد مطالعه از شمال به رودخانه قره چای و روستای مشک آباد و از شرق به کویر قم(حاجی آباد) و از غرب و جنوب نیز به ارتفاعات منطقه محدود می‌شود. میانگین بارندگی سالیانه منطقه مورد مطالعه ۱۴۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت روزانه ۲۰/۴ درجه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در تصویر ماهواره‌ای

سانتی‌گراد گزارش شده است. در این تحقیق ۴۶۵ نمونه خاکی از عمق ۵۰-۰ سانتی‌متری برداشت شده و مختصات دقیق آنها به وسیله GPS مشخص گردید. پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، هدایت الکتریکی و اسیدیته آنها اندازه‌گیری شده است.

روش‌های خوشه‌بندی

الگوریتم خوشه‌بندی (Fuzzy C-means, FCM): تابع هدف الگوریتم خوشه‌بندی FCM برای مجموعه اشیاء X، به صورت زیر تعریف می‌شود (۶):

$$J(X;U,V)=\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{m}\left\|x_k-v_i\right\|_A^2 \qquad [1]$$

که در آن $U=[\mu_{i,k}]$ ماتریس تقسیم‌بندی فازی مجموعه X است و $m\in(1,\infty)$ توان وزنی است که میزان فازی بودن خوشه‌های نتیجه شده را بیان خواهد کرد. $V=[v_1,v_2,\ldots,v_c], v_i\in R^n$ ماتریس مرکز خوشه‌ها، می‌باشد. الگوریتم خوشه‌بندی(Gustafson–Kessel GK) :در این روش هر خوشه، ماتریس A_i مربوط به خود را دارد و در نتیجه معیار حاصل ضرب داخلی به صورت رابطه زیر در می‌آید:

$$D_{i,kA}^2=(x_k-v_i)^T A_i(x_k-v_i),\quad 1\le i\le c,\quad 1\le k\le N \qquad [2]$$

ماتریس‌های A_i به عنوان پارامترهای بهینه‌سازی در عملیات FCM استفاده می‌شود. بنابراین به هر خوشه اجازه می‌دهد تا معیار فاصله آن با ساختار مکانی موضعی داده‌ها سازگاری پیدا کند. با در نظر گرفتن $A_i=(A_1,A_2,\ldots,A_c)$ تابع هدف الگوریتم GK به صورت زیر تعریف می‌شود (۹):

$$J(X;U,V,A)=\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{m}D_{i,kA_i}^2 \qquad [3]$$

در یک حلقه تکرار و تا مادامی که تابع هدف مقدار حداقل مطلق خود را به‌دست آورد، مقادیر تابع عضویت، که همان درایه‌های ماتریس مشابهت است تغییر خواهند کرد.

معیارهای صحت‌سنجی

معیارهای صحت‌سنجی خوشه‌بندی فازی استفاده شده در این تحقیق به شرح زیر می‌باشند.

معیار ضریب تقسیم‌بندی (PC)

این معیار میزان همپوشانی بین خوشه‌ها را معین می‌کند. این معیار توسط بزدک به صورت زیر تعریف شده است (۶):

$$PC(c)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^2 \qquad [4]$$

که در آن $\mu_{i,k}$ درجه عضویت داده k ام به خوشه است. i تعداد بهینه خوشه‌ها برابر حداکثر مقدار به‌دست آمده از این معیار خواهد بود.

معیار گشتاور رده‌بندی (CE)

میزان فازی بودن خوشه‌های تقسیم‌بندی شده به وسیلهٔ این معیار اندازه‌گیری می‌شود. تعداد بهینه خوشه‌ها مانند روش قبلی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

برابر حداکثر عدد به‌دست آمده از این معیار خواهد بود. تابع این معیار به صورت زیر تعریف شده است (۱۹):

$$CE(c) = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}\mu_{i,k}\ln(\mu_{i,k}) \qquad [۵]$$

شاخص تقسیم‌بندی (SC)

این معیار برابر نسبت مجموع فشردگی و جداشدگی خوشه‌ها می‌باشد. در واقع معیار SC برابر مجموع مقادیر معیارهای صحت‌سنجی هر خوشه است که با تقسیم بر درجه فازی بودن آن خوشه نرمال شده است (۱۲).

$$\mathrm{SC(c)} = \sum_{i=1}^{c}\frac{\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{m}\left\|x_k - v_i\right\|^2}{\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})\sum_{j=1}^{c}\left\|v_j - v_i\right\|^2} \qquad [۶]$$

حداقل مقدار SC بیانگر بهترین حالت تقسیم‌بندی است. علاوه بر آن معیار SC، زمانی که هدف مقایسه دو حالت خوشه‌بندی متفاوت ولی با تعداد خوشه یکسان باشد نیز استفاده می‌شود.

شاخص جداشدگی (S)

برخلاف شاخص تقسیم‌بندی SC، شاخص جداشدگی برای بررسی میزان صحت و اعتبار تقسیم‌بندی از حداقل فاصله جداشدگی استفاده می‌کند. تعداد بهینه خوشه‌ها زمانی که این معیار حداقل شود، به دست خواهد آمد (۱۰).

$$\mathrm{S(c)} = \frac{\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{2}\left\|x_k - v_i\right\|^2}{N\min_{i,j}\left\|v_j - v_i\right\|^2} \qquad [۷]$$

شاخص زای و بنی (XB)

زای و بنی یک شاخص برای صحت‌سنجی خوشه‌های فازی تعریف کرده‌اند که هدف آن به کمیت در آوردن نسبت مجموع واریانس درون خوشه‌ها و میزان جداشدگی خوشه‌هاست. تعداد بهینه خوشه‌ها زمانی ایجاد می‌شود که عدد این معیار حداقل شود (۱۳).

$$\mathrm{XB(c)} = \frac{\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{i,k})^{m}\left\|x_k - v_i\right\|^2}{N\min_{i,j}\left\|x_k - v_i\right\|^2} \qquad [۸]$$

بنابراین معیارهای صحت‌سنجی ذکر شده جهت محاسبه تعداد بهینه خوشه‌ها و معیار SC ، به منظور تعیین روش خوشه‌بندی فازی مناسب‌تر استفاده شد.

نحوه اجرا

جهت انجام خوشه‌بندی فازی در این تحقیق از جعبه‌افزار خوشه‌بندی نرم‌افزار MATLAB استفاده شد. پس از نرمال‌سازی داده‌ها هر کدام از مدل‌های FCM و GK اجرا شدند تا تعداد بهینه خوشه‌ها معلوم شوند. جهت تعیین محدوده اجرای مدل در روش خوشه‌بندی فازی توصیه شد ماتریس تشابه خروجی خوشه‌بندی یک ماتریس ۴۶۵×۲ بعدی می‌باشد که هر ردیف آن بیانگر یکی از نمونه‌های خاکی اندازه‌گیری شده (هدایت الکتریکی یا اسیدیته) می‌باشد. هر کدام از ستون‌های این ماتریس بیانگر مقادیر درجه عضویت نمونه‌ها به یکی از خوشه‌های حاصل شده است.

جهت تعیین محدوده اجرای مدل در روش خوشه‌بندی فازی توصیه شده است مدل خوشه‌بندی را به تعداد m مرتبه که $2 \le m \le \sqrt{N}$ که N برابر تعداد داده‌ها یا همان ردیف‌های ماتریس داده‌ها است، اجرا کرده و در هر بار اجرای مدل ماتریس مقادیر عضویت و معیارهای صحت‌سنجی محاسبه شود (۲۰). تعداد بهینه خوشه‌ها بر اساس مقدار اکسترمم (مقادیر حداقل- حداکثر) حاصل شده از هر کدام از معیارهای صحت‌سنجی تعیین شد (۷). پس از نهایی شدن نتایج خوشه‌بندی، خروجی مربوط به ضرایب فازی و ضرایب خوشه‌ها در قالب یک ماتریس (با فرمت dbf) به نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۹/۲ انتقال یافت و بقیه مراحل مربوط به تهیه نقشه و بررسی مکانی داده‌ها در محیط GIS صورت گرفت. در واقع ماتریس تشابه خروجی خوشه‌بندی یک ماتریس ۴۶۵×۲ بعدی است که هر ردیف آن بیانگر یکی از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

نمونه‌های خاکی اندازه‌گیری شده (هدایت الکتریکی یا اسیدیته) می‌باشد. هر کدام از ستون‌های این ماتریس بیانگر مقادیر درجه عضویت نمونه‌ها به یکی از خوشه‌های حاصل شده است.

نتایج و بحث

به منظور داده‌کاوی داده‌ها، هر کدام از الگوریتم‌های خوشه‌بندی ۲۲ مرتبه اجرا گردید. شکل‌های ۲ و ۳ مقادیر ۵ شاخص صحت‌سنجی خوشه‌بندی فازی در مقابل تعداد خوشه‌ها را ترسیم کرده است.

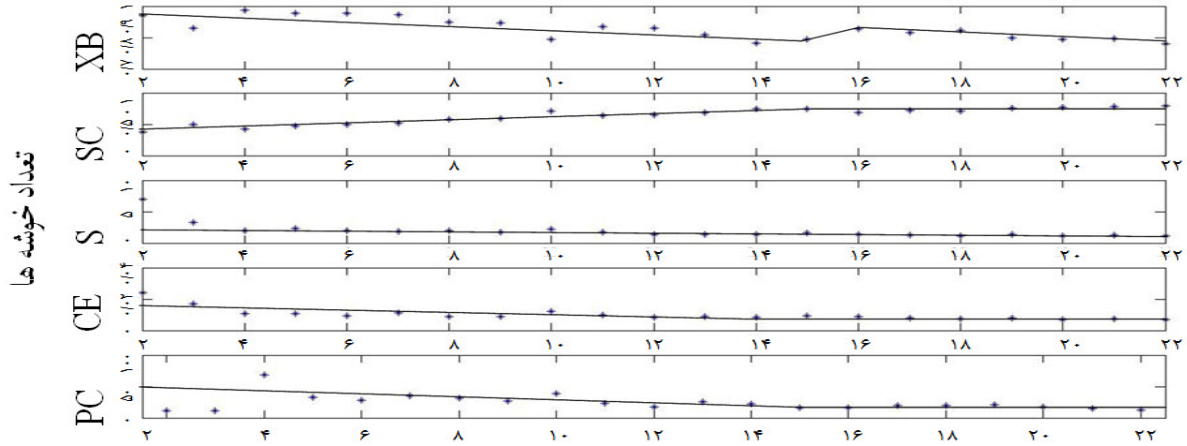
بر اساس شکل ۲ شاخص PC تعداد ۱۶ خوشه را بهترین تعداد خوشه‌ها معرفی می‌کند. شاخص CE از تعداد ۱۵ خوشه به بعد تقریباً در مقدار ماکزیمم خود ثابت شده و تغییر چشمگیری در مقادیر آن رخ نداده است. بنابراین ۱۵ خوشه تعداد بهینه خوشه‌ها از دید شاخص CE است. شاخص SC روند ثابتی داشته بنابراین تعداد بهینه خاصی را برای خوشه‌ها نشان نمی‌دهد. شاخص S از تعداد ۱۴ و ۱۵ خوشه به حداقل خود رسیده و ثابت شده است. هم‌چنین شاخص XB در تعداد ۱۵ خوشه به حداقل خود رسیده و از این تعداد به بعد؛ مقدارش ثابت شده است. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های صحت‌سنجی فازی، تعداد بهینه خوشه‌ها برای روش FCM برابر با ۱۵ خوشه است.

بر اساس شکل ۳ شاخص PC در تعداد ۱۷ خوشه به حداکثر مقدار خود رسیده و ۱۷ خوشه را به عنوان تعداد بهینه خوشه‌ها معرفی می‌کند. شاخص CE از تعداد ۷ خوشه به بعد تقریباً در مقدار حداقل خود ثابت شده و تغییر چشمگیری در مقادیر آن رخ نداده است اما از آن جائی که این شاخص در مقدار حداکثر خود تعداد بهینه خوشه‌ها را نشان می‌دهد، بنابراین این شاخص تعداد خوشه مشخصی را معرفی نمی‌کند. شاخص SC روند ثابت نزولی را طی می‌کند و تغییر شیب محسوس در مقادیر این شاخص در تعداد ۹ خوشه حاصل شده، بنابراین تعداد بهینه خوشه‌ها برابر ۹ خوشه است. شاخص S از تعداد ۱۷ خوشه به حداقل خود رسیده و ثابت شده است. ولی شاخص XB از تعداد ۸ خوشه به بعد در مقدار حداکثر ثابت گردیده و چون این شاخص به مقدار حداقل خود متمایل نگردیده است، پس این شاخص تعداد بهینه‌ای را برای خوشه‌ها نشان نمی‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از شاخص‌های صحت‌سنجی فازی، تعداد بهینه خوشه‌ها برای روش فازیGK برابر با ۱۷ خوشه است. برای تعیین مناسب‌ترین روش خوشه‌بندی فازی از معیار صحت‌سنجی SC استفاده می‌شود. بدین منظور مقادیر این شاخص در تعداد ۱۵ و ۱۷ خوشه برای دو روش خوشه‌بندی FCM و GK مقایسه شدند. همان‌طور که از شکل‌های ۲ و ۳ نیز قابل مشاهده است مقادیر شاخص مذکور برای روش GK به طور محسوسی کمتر از مقادیر همین شاخص در روش FCM است. بنابراین روش خوشه‌بندی فازی GK روش مناسب‌تری جهت خوشه‌بندی داده‌های اندازه‌گیری شده دشت قم است. مناسب‌تر بودن روش GK در خوشه‌بندی را می‌توان به استفاده از معیار فاصله تطابق‌پذیر برای تعیین خوشه‌ها با اشکال مختلف در فضای داده‌ها، در این روش نسبت داد. این در حالی است که روش FCM، به علت استفاده از معیار فاصله اقلیدسی، تنها قادر است خوشه‌های دایره‌ای در فضای داده‌ها به‌دست آورد. در نتیجه این روش زمانی که اشیا در فضای داده‌ها توزیع دایره‌ای داشته باشند، نتیجه خوبی می‌دهد.

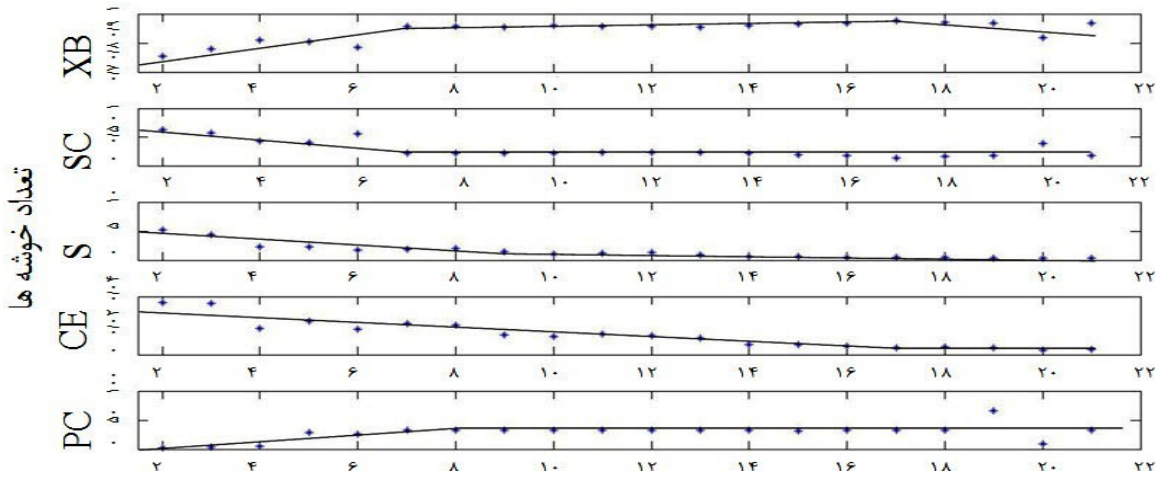
جدول ۱ توزیع مقادیر درجه عضویت خوشه‌ها را نشان می‌دهد. همان طور که از این جدول مشخص شده است مقدار درجه عضویت بالاتر از ۴۰ درصد به عنوان حد پایین تعلق‌پذیری یک داده به یک خوشه استفاده شده است. ۲۹۵ داده از ۴۶۵ نمونه مشاهداتی استفاده شده دارای درجه عضویت بیشتر از ۴۰ درصد بوده‌اند. در این میان ۹ خوشه از ۱۷ خوشه دارای تعداد بیش از ۲۰ عضو بوده‌اند که به علت عدم قرارگیری اکثر داده‌ها در تنها یک یا دو خوشه، نشان از

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]



شکل ۲. مقادیر شاخص‌های صحت‌سنجی در مقابل تعداد خوشه‌ها در روش FCM



شکل ۳. مقادیر شاخص‌های صحت‌سنجی در مقابل تعداد خوشه‌ها در روش GK

جدول ۱. توزیع مقادیر درجه عضویت و تعداد عضو برای هر خوشه

درصد عضویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	جمع
۷۰-۱۰۰	۲۲	۱۴	۰	۵	۱۳	۷	۴	۰	۰	۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵	۷	۱۱۵
۵۰-۷۰	۱۰	۱۰	۰	۲۰	۵	۵	۶	۰	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۲	۵	۱۶	۸۴
۴۰-۵۰	۸	۸	۶	۴	۲	۵	۵	۵	۴	۱۲	۵	۴	۵	۵	۲	۵	۱۱	۹۶
جمع	۴۰	۳۲	۶	۲۹	۲۰	۱۷	۱۵	۵	۵	۳۴	۵	۴	۵	۵	۴	۳۵	۳۴	۲۹۵

خوشه‌بندی مطلوب داده‌های این تحقیق است.

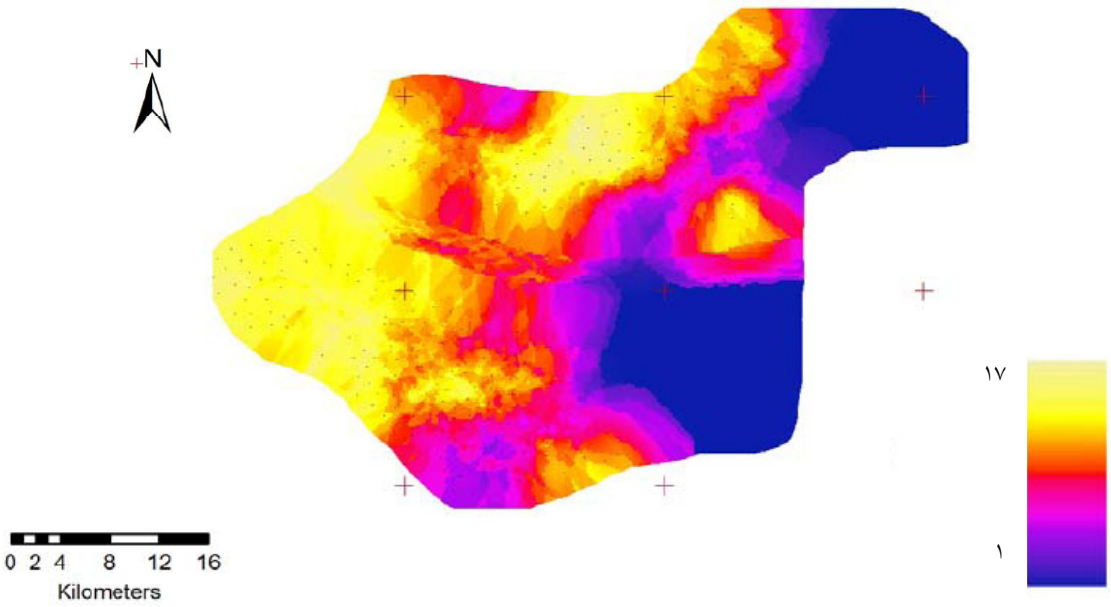
میزان پراکندگی دو خصوصیت اسیدیته و هدایت الکتریکی در ۱۷ خوشه استخراج شده از روش GK در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس این جدول خوشه‌های ۱ و ۶ با ترتیب با ۴۰ و ۳۵ عضو دارای بیشترین عضو و دامنه مشخصی از هدایت الکتریکی و اسیدیته بوده‌اند. خوشه‌های ۵، ۱۰، ۱۶ و ۱۷ در

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

جدول ۲. توزیع مقادیر EC و pH در خوشه‌های ایجادشده با روشGK

خوشه	تعداد عضو	EC (dS/m)		pH	
		حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
۱	۴۰	۱۲	۸	۸/۱	۷/۹
۲	۳۲	۱۳	۱۲	۸/۰	۷/۹
۳	۶	۴	۰	۷/۶	۷/۵
۴	۲۹	۷	۲	۷/۶	۷/۵
۵	۲۰	۳۲	۲۶	۷/۹	۷/۷
۶	۳۵	۱۴	۱۲	۸/۱	۸/۰
۷	۱۵	۳	۰	۷/۸	۷/۶
۸	۵	۱۴	۱۱	۸/۰	۷/۵
۹	۵	۲۰	۱۵	۸/۰	۷/۶
۱۰	۳۴	۲۸	۲۰	۸/۰	۷/۸
۱۱	۵	۱۵	۱۳	۸/۰	۷/۹
۱۲	۴	۲۹	۲۳	۸/۰	۷/۷
۱۳	۵	۳۲	۲۷	۸/۰	۷/۶
۱۴	۵	۳۲	۲۲	۸/۰	۷/۷
۱۵	۴	۱۹	۲۵	۸/۰	۷/۶
۱۶	۱۷	۸	۷	۷/۷	۷/۵
۱۷	۳۴	۶	۴	۷/۷	۷/۵



شکل ۴. پهنه‌بندی میزان درجه عضویت هر کدام از نقاط نمونه‌گیری به هر خوشه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

مجموع با ۱۰۵ عضو دارای بیشترین عضو بوده‌اند. سایر خوشه‌ها، که تعداد اعضای کمی دارند، دارای دامنه بزرگ‌تری از هر دو خصوصیت (هدایت الکتریکی) نسبت به خوشه‌های مذکور هستند. نکته قابل توجه در نتایج به‌دست آمده این است که خوشه‌های دارای اعضای زیاد دارای رنج پراکنده نبوده و سبب می‌شود تفکیک این مناطق در نقشه پهنه‌بندی راحت‌تر شود. براین اساس دو ناحیه آبی و زرد رنگ در شکل ۴ به ترتیب بیانگر خوشه‌های۱ و ۱۷ هستند.

بر این اساس همان طور که در شکل ۴ مشخص شده، هر کدام از خوشه‌ها با یک رنگ مشخص شده است. میزان درجه عضویت هر کدام از نقاط نمونه‌گیری به هر کدام از خوشه‌ها با درجه پررنگ بودن و کم‌رنگ بودن آن نقطه معلوم شده است. به عنوان مثال در بالای سمت راست شکل ۴ نقاط نمونه‌گیری با درجه عضویت‌های بالای ۷۰ درصد به خوشه شماره ۱، که با رنگ آبی تیره معلوم شده، اختصاص دارند. با نزدیک شدن به مرکز دشت، درجه عضویت نقاط نمونه‌گیری به خوشه ۱ کاسته می‌شود (حدود ۴۰ درصد) که این پدیده با کم‌رنگ شدن رنگ آبی در این نقاط قابل مشاهده است.

از مقایسه نتایج خوشه‌بندی این تحقیق با نتایج مطالعات اخیر دشت قم (۴) می‌توان نتیجه گرفت که پهنه‌بندی صورت گرفته در این تحقیق که بر اساس خوشه‌بندی فازی تهیه شده، از نظر دامنه تغییرات هدایت الکتریکی و اسیدیته روند مشابهی داشته است.

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان داد روش GK روش مطلوب خوشه‌بندی داده‌های هدایت الکتریکی و اسیدیته بوده است. در واقع نتیجه نهایی خوشه‌بندی در این تحقیق مشابه نتایج تحقیقات نورزاده و همکاران (۳) در خوشه‌بندی غلظت مس با اسیدیته و ساربو و همکاران (۱۶) بوده است. هم‌چنین از مقایسه مطالعات امینی و همکاران (۵) و نورزاده و همکاران (۳) با تحقیق گوکتپ و همکاران (۸) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روش‌های خوشه‌بندی برای داده‌کاوی داده‌های زیادتر (نمونه‌برداری‌های بیشتر) نتایج قابل قبول‌تری خواهند داشت زیرا امکان وجود رابطه‌های بیشتری بین داده‌ها وجود دارد.

نتیجه‌گیری

شوری و قلیائیت دو شاخص مهم شیمیایی خاک هستند که قدرت تولید خاک و دیگر ویژگی‌های دیگر خاک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند و در بسیاری موارد تاثیرگذاری این ویژگی‌ها به طور هم‌زمان و توأم است. نقشه تهیه شده به این روش این قابلیت را دارد که تعلق هر نقطه نمونه‌برداری شده را به هر خوشه تعیین و بررسی کند در حالی‌که در پهنه‌بندی‌هایی که به طور معمول برای خصوصیات خاک تهیه می‌شد، تعداد و تعلق هر نقطه به یک دسته مشخص نمی‌شد. پهنه‌بندی صورت گرفته برای هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک، این قابلیت را دارد که به‌طور هم‌زمان این دو خصوصیت را پهنه‌بندی و خوشه‌بندی آن را به طور قابل فهم نمایش دهد. براین اساس بررسی هم‌زمان این دو شاخص در یک منطقه این امکان را فراهم می‌سازد تا علاوه بر اینکه ریسک تاثیرگذاری هم‌زمان این دو شاخص بررسی شود، نقشه نهایی تولید شده برای تصمیم‌های مدیریتی کلان بسیار مفید باشد. این نقشه در واقع نتایج داده‌کاوی را به صورت کاملاً ملموس به کارشناسان، مدیران و برای هر نقطه از منطقه نشان می‌دهد. تهیه این‌گونه نقشه‌ها این امکان را برای مدیران فراهم می‌آورد تا با بررسی اوضاع شوری- قلیائیت منطقه تصمیمات بازدارنده را اعمال نمایند. کاهش و یا توقف استفاده از آب‌های زیرزمینی (استفاده زیاد از آب‌های زیرزمینی از عوامل شور شدن خاک است)، توقف آبیاری با آب شور و یا کاهش سطح زیرکشت می‌تواند از جمله این‌گونه تصمیم‌ها باشند.

منابع مورد استفاده

۱. تجریشی، م. ۱۳۸۱. پهنه‌بندی آلودگی رودخانه‌ها توسط تکنیک تحلیل طبقه‌بندی فازی. نشریه ۲۶۱ سازمان مدیریت منابع آب.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]

۲. شکاری، پ. و ع. باقرنژراد. ۱۳۸۴. بررسی کاربرد روش فازی در طبقه‌بندی خاک‌ها، مطالعه موردی: چشمه‌سفید کرمانشاه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴: ۵۸-۶۸.

۳. نورزاده، م.، ک. خاوازی، م.ج. ملکوتی و س.م. هاشمی. ۱۳۸۹. بررسی کارایی دو روش C-means و GK برای خوشه‌بندی فازی غلظت مس در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: استان همدان). مجله مهندسی زراعی ۳۳(۱): ۶۱-۷۰.

۴. ولی پور،م. ۱۳۸۵. بررسی روند توسعه شوری- قلیایت و تخریب اراضی منطقه شمس آباد استان قم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

5. Amini, M., M. Afyuni, N. Fathianpour, H. Khademi and H. Fluhler. 2005. Continuous soil pollution mapping using fuzzy logic and spatial interpolation. Geoderma 124: 223–233.
6. Balazs, F. 2006. Fuzzy clustering in process of data mining. PhD thesis. Department of Process Engineering. University of Veszprem Hungry. pp 157.
7. Chang F. and Y. Chen. 2003. Estuary water-stage forecasting by using radial basis function neural network. J. Hydrol. 270:158-166.
8. Goktepe, A.B, S. Altun and A. Sezar. 2005. Soil clustering by fuzzy C-Means algorithm. Adv. in Eng. Software 36: 691-698.
9. Han, J. and M. Kamber. 2006. Data Mining Concepts and Techniques. San Francisco, Elsevier, USA.
10. Hanesch, M., R. Scholger and M.J. Dekkers. 2001. The application of fuzzy C-Means cluster analysis and non-linear mapping to a soil data set for detection of polluted sites. Phys. Chem. Earth 26: 885–891.
11. Hoppner, F., F. Klawonn, R. Kruse and T. Runkler. 1999. Fuzzy Cluster Analysis. 1st ed., J. Wiley and Sons Pub., England.
12. Kim, D.W., K.H. Lee and D. Lee. 2004. On cluster validity index for estimation of the optimal number of fuzzy clusters. J. Pattern Recognition Soc. 37: 2009-2025.
13. Kuo-Lung, W. and Y. Miin-Shen. 2005. A cluster validity index for fuzzy clustering. Pattern Recognition Letters 26: 1275-1291.
14. McBratney, A.B., I.O.A. Odeh, T.F.A. Bishop, M.S. Dunbar and T.M. Shatar. 2000. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. Geoderma 97: 293-327.
15. Nourzadeh, M., M.H. Mahdian, M.J. Malakouti and K. Khavazi. 2010. Investigation and prediction spatial variability of chemical properties at agricultural soil, using geostatistics. Archives of Agron. and Soil Sci.
16. Sârbu, C., K. Zehl and J.W. Einax. 2007. Fuzzy divisive hierarchical clustering of soil data using Gustafson–Kessel algorithm. Chemometrics and Intelligent Laboratory Sys. 86: 121-129.
17. Setnes, M. 2000. Supervised fuzzy clustering for rule extraction. IEEE Trans. Fuzzy Sys. 8: 416-424.
18. Tan, M.Z., X. Fang-Ming, C. Jie, Z. Xue-Lei and C. Jing-Zhong. 2006. Spatial prediction of heavy metal pollution for soils in Peri-Urban Beijing, China based on Fuzzy set theory. Pedosphere 16: 545-554.
19. Valente de Oliveira, J. and W. Pedrycz. 2007. Advances in Fuzzy Clustering and Its Applications. John Wiley and Sons Pub., England.
20. Wu, K.L. and M.S. Yang. 2005. A cluster validity index for fuzzy clustering. Pattern Recog. Letters 26: 1275 – 1291.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-07-02]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1390.15.57.14.6]