نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 29, Summer 2015

تعیین آستانه‌ی عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در منطقه‌ی ماهورمیلاتی استان فارس

سید مسعود سلیمان‌پور[۱]، بهرام هدایتی[۲]، مجید صوفی[۳] و حسن احمدی[٤]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/٦/۵

چکیده

یکی از مهم‌ترین انواع فرسایش آبی، فرسایش آبکندی است. این نوع فرسایش به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان موجب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در اراضی، تولید رسوب فراوان و پیامدهای زیان‌بار اقتصادی و اجتماعی می‌شود. آستانه عبارت از نقطه‌ای است که پس از آن رفتار سیستم تغییر می‌کند و می‌تواند به عوامل داخل و یا عوامل خارج از سیستم مرتبط باشد. یکی از سوالات مهم در مورد آبکندها این است که آستانه‌ی ایجاد و گسترش آن‌ها در چه شرایطی تأمین می‌گردد. تعیین این شرایط از این لحاظ مهم است که در یک منطقه می‌توان شرایط موجود را با شرایط آستانه مقایسه و تعیین نمود که این شرایط تا چه حد به شرایط آستانه‌ی ایجاد و یا گسترش آبکند نزدیک است. بدین منظور پژوهش حاضر نسبت به تعیین آستانه‌ی عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در منطقه‌ی ماهورمیلاتی واقع در جنوب غرب استان فارس اقدام نموده است. نتایج این تحقیق که از مدل‌سازی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های خوشه‌بندی k -Means و درخت تصمیم CART در نرم‌افزار Clementine ۱۲,۰ حاصل شده است، نشان داد که گسترش طولی آبکندها در این منطقه، تابع عوامل نسبت جذب سدیم، اسیدیته‌ی خاک و مساحت خروجی می‌باشد. توصیه می‌شود اصلاح خاک‌های این منطقه به کمک اصلاح‌کننده‌ها، احیای پوشش گیاهی و افزایش ماده‌ی آلی خاک در اولویت اقدامات مؤثر در کنترل گسترش طولی آبکندها قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آبکند، آستانه، داده‌کاوی، گسترش طولی.

مقدمه

پدیده‌ی فرسایش خاک، صرف‌نظر از انواع شکلی آن، پدیده‌ای است که دیرینه‌ای به قدمت پیدایش خشکی‌ها در کره‌ی زمین دارد، به‌گونه‌ای که حدود ۳۵ درصد از سطح خشکی‌های کره‌ی زمین به نوعی تحت تأثیر عملکرد فرسایش خاک است [۱۵]. پیامدهای فرسایش خاک توسط برخی از پژوهشگران به حدی خطرناک قلمداد شده است که شکوفایی و نابودی تمدن‌های پیشین را به این پدیده نسبت داده‌اند [۸].

امروزه کمتر منطقه‌ای را در سطح زمین می‌توان یافت که در معرض تخریب و فرسایش قرار نگرفته باشد و به همین دلیل این پدیده در حال حاضر به یکی از مشکل‌سازترین و در عین حال حساس‌ترین معضلات بشر تبدیل گردیده است [۲۳].

هر ساله حدود ۲٦ میلیارد تن خاک در دنیا بر اثر فرسایش از دست می‌رود که این میزان بیشتر از خاکی است که تشکیل می‌شود [۱۰]. بالاترین میزان این فرسایش‌ها در کشورهای در حال توسعه رخ داده است و این امر خطری جدی برای توسعه‌ی پایدار و متوازن کشاورزی به حساب می‌آید [۱۸].

فرسایش آبکندی یکی از بارزترین انواع فرسایش آبی است. این نوع فرسایش به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان در مواردی که بهره‌برداری از منابع آب و خاک مبتنی بر اصول صحیح و متناسب با توان طبیعی و شرایط محیطی نباشد موجب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در اراضی می‌شود [٤ و ۵].

صوفی [۲۸]، آبکند را کانالی با عمق ۰/۵ تا سه متر معرفی می‌نماید که توسط ادوات معمول از بین نرود. آنچه توسط اکثریت قریب به اتفاق پژوهشگران فرسایش خاک درباره‌ی فرسایش آبکندی مهم قلمداد شده است پیچیده بودن چگونگی شکل‌گیری و روند رشد و گسترش و کنترل آن‌ها در شرایط مختلف محیطی و اقدامات متفاوت انسان در بهره‌برداری از منابع آب و خاک است؛ به طوری که این نوع فرسایش خاک را نمی‌توان تنها و محدود به نوع معینی از سازندهای زمین‌شناسی، وضعیت توپوگرافی، خصوصیات خاک،

۱- نویسنده‌ی مسئول و دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی دکتری تخصصی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
Email: m.soleimanpour@yahoo.com
۲- دانش‌آموخته‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار، دانشگاه پیام نور تهران
۳- دانشیار و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس
٤- استاد دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

استفاده از اراضی، شرایط اقلیمی، ویژگی‌های آب و هوایی نمود [۳]. به همین دلیل نتایج تحقیقاتی منتشر شده نظرات متفاوتی درباره‌ی شکل‌گیری، رشد، گسترش و کنترل آبکندها برحسب خصوصیات مناطق مختلف ارائه شده است که در برخی موارد نیز در تضاد با یکدیگر هستند، ولی با جمع‌بندی نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده می‌توان استنباط نمود که در بسیاری از نقاط ممکن است عوامل مؤثر در رخداد فرسایش آبکندی تا حدودی مشابه باشد، اما رشد و گسترش فرسایش آبکندی از ناحیه‌ای به ناحیه‌ی دیگر متفاوت بوده و تابع عوامل یکسان، مشترک نباشد. شاید به همین دلیل تاکنون به رغم تلاش‌های فراوان انجام شده در نقاط مختلف جهان، مدل فراگیری برای پیش‌بینی شکل‌گیری، گسترش و کنترل آن ارائه نشده است [۱۶]. در ایران نیز این نوع فرسایش باعث تخریب اراضی بسیاری گردیده و با جاری‌شدن رواناب و سیل، حجم قابل توجهی از رسوبات را به دنبال دارد که این امر باعث غیر قابل استفاده شدن اراضی می‌گردد [۲۳].

یکی از روابط مهم در فرسایش آبکندی، بررسی آستانه‌های ایجاد و گسترش این فرسایش است. این روابط کمک می‌کند تا بتوان با شناخت دقیق، راهکار مناسبی را پیش‌بینی نمود و از تخریب اراضی به نحو مطلوب جلوگیری به عمل آورد [۲۳]. در ساده‌ترین تعریف، آستانه عبارت از نقطه‌ای است که پس از آن رفتار سیستم تغییر می‌کند [۱۴].

یکی از سوالات مهم در مورد آبکندها این است که آستانه‌ی ایجاد و گسترش آن‌ها در چه شرایطی تأمین می‌گردد. تعیین این شرایط از این لحاظ مهم است که در یک منطقه می‌توان شرایط موجود را با شرایط آستانه مقایسه و تعیین نمود که این شرایط تا چه حد به شرایط آستانه‌ی ایجاد و یا گسترش آبکند نزدیک است. این آستانه می‌تواند به عوامل داخل سیستم مانند سازند، خاک، فیزیوگرافی و یا عوامل خارج از سیستم مانند اقلیم و کاربری و مدیریت اراضی مرتبط باشد [۲۳].

امروزه افزایش سریع حجم پایگاه داده‌ها به شکلی است که توانایی انسان برای درک این داده‌ها بدون ابزارهای قدرتمند میسر نیست [۲۰]. در این وضعیت، تصمیم‌گیری‌ها به جای تکیه بر اطلاعات، بر درک مدیران و کاربران تکیه دارند؛ زیرا تصمیم‌گیرندگان ابزار قوی برای استخراج اطلاعات باارزش را در دست ندارند [۲۱]. در واقع شرایط فعلی توصیف کننده‌ی حالتی است که ما از لحاظ داده غنی، اما از لحاظ اطلاعات ضعیف هستیم. حال با توجه به شدت رقابت‌ها در عرصه‌های مختلف، استفاده‌ی مؤثر از داده‌ها توسط مدیران، یک هدف عمده برای بهبود وضعیت موجود محسوب می‌شود [۱۱].

داده‌کاوی فرآیندی است که در آغاز دهه‌ی ۱۹۹۰ پا به عرصه‌ی ظهور گذاشته و با نگرشی نو، به مسأله‌ی استخراج اطلاعات از پایگاه داده‌ها می‌پردازد [۲۱]. در حال حاضر، داده‌کاوی مهمترین فن‌آوری جهت بهره‌برداری از داده‌های حجیم است و اهمیت آن رو به فزونی است [۲۱]. به بیان دیگر، این فرآیند، مجموعه‌ای از روش‌ها در فرآیند کشف دانش است که برای تشخیص الگوها و رابطه‌های نامعلوم در داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۱].

این دانش، یکی از ده دانش در حال توسعه است که دهه‌ی آینده را با انقلاب تکنولوژیک مواجه خواهد ساخت و بدین رو در سال‌های اخیر در دنیا گسترش فوق‌العاده سریعی داشته است [۲۱].

دانش داده‌کاوی فرآیند کشف دانش پنهان درون داده‌ها است که با برخورداری از دامنه‌ی وسیع زیرزمینه‌های تخصصی با توصیف، تشریح، پیش‌بینی و کنترل پدیده‌های گوناگون پیرامونی، امروزه دارای کاربرد بسیار وسیع در حوزه‌های مختلف از جمله صنعتی، پزشکی، ارتباطات، کشاورزی، انرژی، علوم اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، اقتصادی، بازرگانی، نظامی، آموزشی و ... دارد؛ به گونه‌ای که امروزه مرز و محدودیتی برای کاربرد این دانش در نظر گرفته نشده و زمینه‌های کاری این دانش را از ذرات کف اقیانوس تا اعماق فضا می‌دانند [۲۱].

بدین منظور پژوهش حاضر برای اولین بار در ایران، نسبت به تعیین آستانه‌ی عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی در منطقه‌ی ماهورمیلاتی واقع در جنوب غرب استان فارس اقدام نموده است. به نظر می‌رسد بررسی این عوامل و تعیین آستانه‌ی آن‌ها کمک بسیار زیادی به تعیین راه‌کارهای کنترلی و اجرای موفقیت‌آمیزتر پروژه‌های حفاظت آب و خاک نماید.

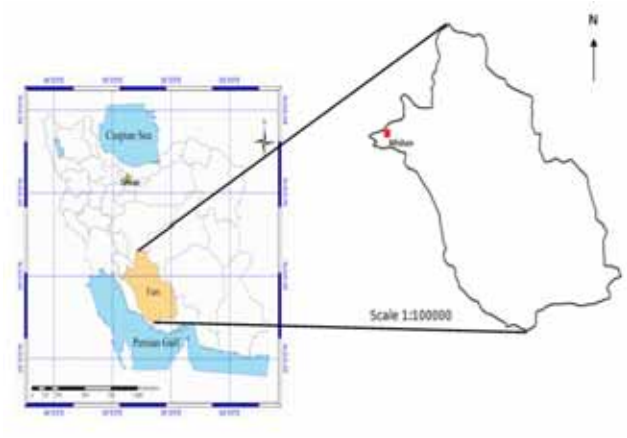
مواد و روش‌ها

منطقه‌ی ماهورمیلاتی با مساحت ۱۰/۳ کیلومتر مربع، در جنوب غرب استان فارس، در محدوده‌ی طول جغرافیایی۵۰ درجه، ۵۲ دقیقه و ۵۱ ثانیه تا ۵۰ درجه،۵۷ دقیقه و ۰۱ ثانیه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه، ۵۹ دقیقه و ۲۲ ثانیه تا ۳۰ درجه، ۰۳ دقیقه و ۲۹ ثانیه‌ی شمالی قرار گرفته است (شکل یک). این منطقه در نقشه‌های توپوگرافی۱:۲۵۰۰۰۰ شماره‌ی NH ۳۹-۱۰ گناوه و ۱:۵۰۰۰۰ I ۶۱۴۹ و ۱:۲۵۰۰۰ شماره‌ی II SE ۶۱۵۰ قرار دارد [۲۸]. تیپ اراضی منطقه تپه‌ماهور و ارتفاع متوسط حدود ۶۲۰ متر از سطح دریا و شیب متوسط منطقه سه درصد می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن گسترده، اقلیم نیمه‌خشک معتدل است. دمای متوسط سالانه ۲۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه بر اساس آمار ۱۸ ساله‌ایستگاه آبدگاه برابر با ۶۴۵ میلی‌متر می‌باشد [۲۳].

روش تحقیق در این پژوهش شامل اندازه‌گیری پارامترهای مختلف آبکندها در عملیات صحرایی و آزمایشگاهی و استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی به شرح زیر می‌باشد:

۱- انتخاب منطقه‌ی ماهورمیلاتی جهت انجام تحقیق: دلیل این انتخاب به سبب وجود و غالب بودن فرسایش آبکندی و شاخص بودن آبکندها و ایجاد مشکل در زیر بخش‌های کشاورزی، مسکونی و صنعتی است.

۲- انتخاب ۳۰ آبکند در منطقه: با توجه به بررسی‌های به عمل آمده، مشخص گردید که در این منطقه حدود ۵۰ آبکند اصلی



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی ماهورمیلاتی
Figure 1. Geographical location of Mahourmilati region

(شاخص) وجود دارد. بنابراین طبق فرمول کوک‌ران[1] و به منظور تعیین صحیح و اصولی نمونه‌ها، با خطای ۱۰ درصد، تعداد ۳۰ آبکند انتخاب گردید. روش انتخاب آن‌ها نیز به این طریق بود که این آبکندها در صحرا، به طور تصادفی انتخاب گردیدند.

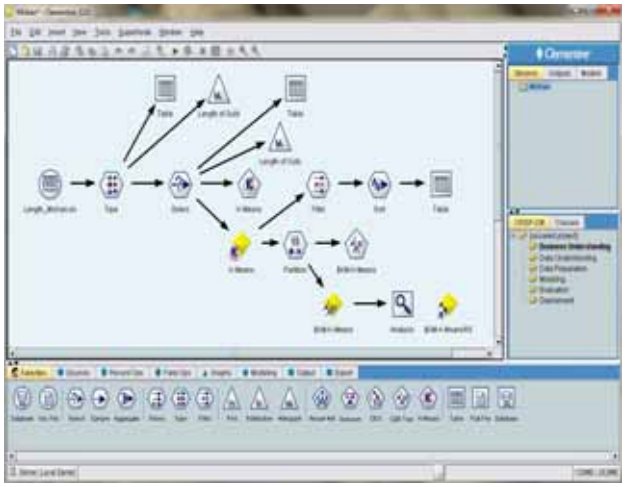
۳- تهیه‌ی نقشه‌ی حوزه‌ی آبخیز و موقعیت آبکندها (شکل ٤)، زمین‌شناسی (شکل ٦) و کاربری اراضی (شکل ۷): بدین منظور در نرم‌افزار GIS، با مبنا قرار دادن مطالعات صوفی [۲۸] و سلیمان‌پور [۲۳] و به کمک تصاویر ماهواره‌ای IRS (۲۰۰۸)، پایگاه اطلاعاتی Google Earth و برداشت‌های زمینی با حضور در منطقه و ثبت شواهد توسط GPS موارد مذکور تهیه گردید و پس از آن، ضریب فرم[2] حوضه برای هر حوزه‌ی آبخیز آبکندی محاسبه شد.

٤- اندازه‌گیری طول آبکندها در صحرا (سال ۱۳۹۲): بدین منظور شاخه‌ی درجه یک هر آبکند منتخب مشخص گردید و طول هر آبکند به وسیله‌ی متر نواری اندازه‌گیری شد.

۵- اندازه‌گیری مساحت آبخیز و شیب، در بالای نقطه‌ی ایجاد آبکندها: به منظور ترسیم حوزه‌ی آبخیز واقع در خروجی هر آبکند، پس از برداشت میدانی و ثبت نقاط ارتفاعی (تقسیم آب) توسط دستگاه GPS (مدل ماژلان) در صحرا (سال ۱۳۹۲)، این نقاط به محیط GIS منتقل گردید و با رعایت اُصول کارتوگرافی، مرز هر حوزه‌ی آبخیز آبکندی ترسیم و مقادیر مساحت آن استخراج گردید. همچنین جهت اندازه‌گیری شیب خروجی هر آبکند، از دو روش DEM و اندازه‌گیری میدانی با استفاده از شیب‌سنج سنتو استفاده شد (شایان ذکر است مدل رقومی ارتفاعی مورد استفاده در این تحقیق از نوع DEM با شبکه‌ی سلولی یا مربعی منظم، از نوع محلی بود. اما در کلیه‌ی محاسبات با توجه به دقت روش میدانی، از آمار این روش استفاده شد).

٦- اندازه‌گیری درصد سنگ‌ریزه، خاک لخت، پوشش گیاهی و

1- Cochran
2- Form Factor



شکل ۲- مدل‌سازی انجام شده
Figure 2. Carried out modeling

لاشبرگ در پیشانی آبکندهای منتخب: بدین منظور با قرار دادن تصادفی حداقل ۱۰ پلات یک متر مربعی و تعیین میانگین آن‌ها مقادیر درصد سنگ‌ریزه، خاک لخت، پوشش گیاهی و لاشبرگ تعیین گردید.

۷- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از نقطه‌ای در سر هر آبکند نمونه‌ای برداشت گردید و پس از انتقال به آزمایشگاه تخصصی فرسایش و رسوب، مقادیر هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع[3]، اسیدیته[4]، درصد ماده‌ی آلی[5]، نسبت جذب سدیم[6]، درصد رس[7]، سیلت[8] و شن[9]، اندازه‌گیری شد.

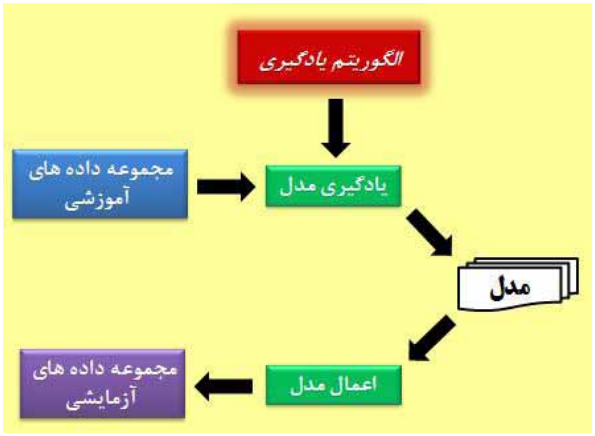
۸- اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری: بدین منظور در بالای پیشانی هر آبکند با استفاده از حلقه‌های مضاعف[10] میزان نفوذپذیری تعیین شد.

۹- استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی (خوشه‌بندی و درخت تصمیم) جهت تعیین عوامل مؤثر: بدین منظور طول آبکند به عنوان متغیر وابسته و کلیه‌ی پارامترهای اندازه‌گیری شده به عنوان متغیر مستقل وارد این نرم‌افزار گردید و آستانه‌ی عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها در این منطقه به شرح زیر مشخص گردید.

۱-۹- مدل‌سازی

به منظور تعیین عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها از تکنیک‌های داده‌کاوی خوشه‌بندی و درخت تصمیم استفاده شد. این تکنیک‌ها در نرم‌افزار Clementine ۱۲,۰ پیاده‌سازی شده‌اند.

3- EC
4- pH
5- OM
6- SAR
7- Clay
8- Silt
9- Sand
10- Double Ring



شکل ۳- مراحل مختلف فرآیند دسته‌بندی

Figure 3. Different stages of clustring process

نرم‌افزار یاد شده ساخت شرکت SPSS است و امکان ایجاد مدل‌های متعددی را بر اساس تئوری‌های آماری، هوش مصنوعی و یادگیری ماشین ارائه می‌دهد. شکل دو نمایی از مدل‌سازی انجام شده در تحقیق حاضر را با استفاده از این نرم‌افزار نشان می‌دهد.

۲-۹- خوشه‌بندی

هدف از خوشه‌بندی یافتن گروه‌هایی از داده‌ها است که به هم شباهت دارند، لذا با کشف این شباهت‌ها می‌توان رفتارها را بهتر شناسایی کرد و بر مبنای آن‌ها طوری عمل نمود که نتیجه‌ی بهتری حاصل شود؛ بدین منظور از الگوریتم‌های خوشه‌بندی K-Means که یکی از معروف‌ترین دستورالعمل‌های خوشه‌بندی است استفاده گردید. این الگوریتم تلاش می‌کند که بر اساس یک معیار فاصله، داده‌ها را به K خوشه تقسیم نماید. مراحل الگوریتم K-Means به شرح زیر است [۲۹]:

الف- K مرکز خوشه‌ی اولیه، توسط کاربر تعیین می‌گردد.

ب- هر نمونه به نزدیک‌ترین مرکز خوشه اختصاص می‌یابد به طوری که مجموعه‌ای از نقاط اختصاص یافته به یک مرکز، یک خوشه محسوب می‌شود.

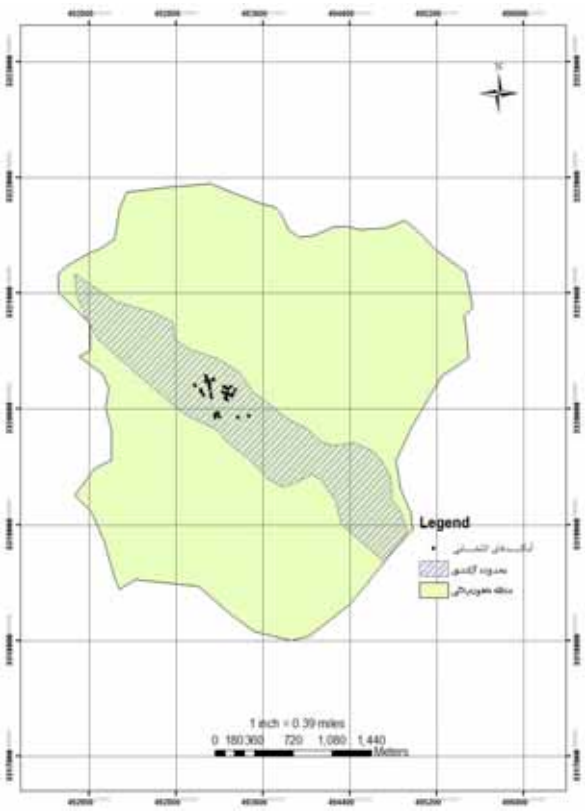
پ- مرکز هر خوشه بر اساس نمونه‌های اختصاص یافته به آن خوشه، به‌روزرسانی می‌شود.

تا زمانی که مراکز خوشه‌ها یکسان باقی بمانند، یا هیچ نمونه‌ای از خوشه‌ها تغییر نکند؛ گام‌های اختصاص و به‌روزرسانی (مراحل ب و پ) تکرار می‌شوند.

به منظور اختصاص یک نمونه به نزدیک‌ترین مرکز خوشه، به یک معیار نزدیکی نیاز است تا بتوان مفهوم نزدیک‌ترین را برای داده‌های مورد نظر تعیین کرد. این معیار نزدیکی برای الگوریتم K-Means، به طور معمول فاصله‌ی اقلیدسی[1] است [٦].

۳-۹- درخت تصمیم

1- Euclidean Distance



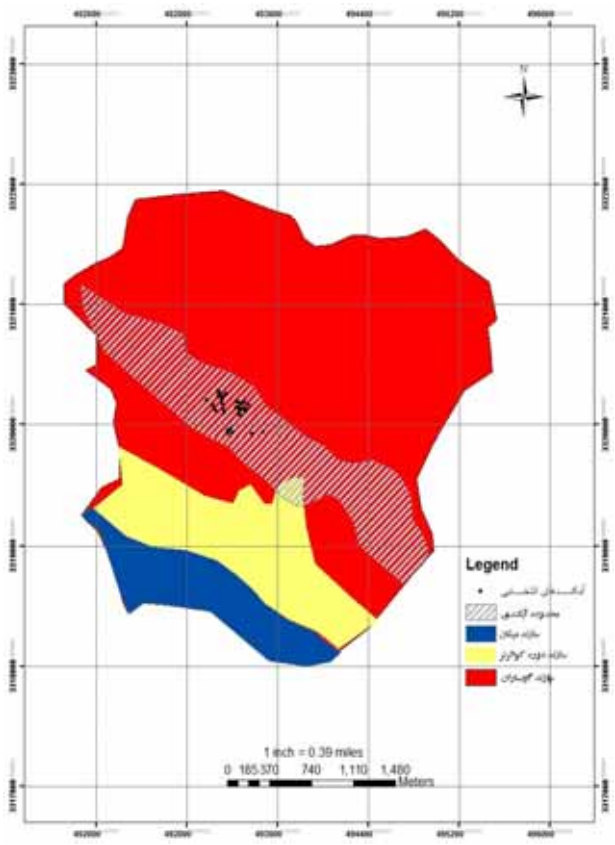
شکل ٤- موقعیت حوزه‌ی آبخیز و آبکندهای منتخب در منطقه‌ی ماهورمیلاتی

Figure 4. Location of watershed and selected gullies in Mahourmilati region

در الگوریتم‌های دسته‌بندی[2]، کل مجموعه‌ی داده‌ها به دو قسمت مجموعه داده‌های آموزشی، و مجموعه داده‌های آزمایشی تقسیم‌بندی می‌شوند [۲۹]. همانطور که در شکل سه نشان داده می‌شود الگوریتم‌های دسته‌بندی شامل دو مرحله‌ی آموزش و آزمایش هستند. در مرحله‌ی آموزش، الگوریتم یادگیرنده بر اساس مجموعه داده‌های آموزشی، یک مدل را تولید می‌کند [۲۰]. مدل ساخته شده به الگوریتم یادگیرنده مورد استفاده بستگی دارد که در این پژوهش از الگوریتم درخت تصمیم CART استفاده شده است؛ که مدل ساخته شده، یک درخت تصمیم می‌باشد.

الگوریتم درخت تصمیم CART یک رویه‌ی تقسیم دو دویی بازگشتی است که قادر به پردازش متغیرهای پیشگو و هدف عددی و دسته‌ای می‌باشد. به منظور استفاده از الگوریتم CART، بایستی ابتدا یک فیلد هدف را در مجموعه‌ی داده‌ها مشخص کنیم. این الگوریتم کار خود را از گِره ریشه آغاز می‌کند، داده‌ها به دو گِره فرزند و سپس هر گِره فرزند به ترتیب به دو گِره نوه تقسیم می‌شوند. فرآیند رشد درخت تا هنگام رسیدن به درختی با اندازه‌ی ماکزیمم و تا زمانی که عملیات تقسیم به دلیل کمبود داده‌ها متوقف نشود،

2- Classification



شکل ۵- نمایی از فرسایش آبکندی در منطقه‌ی ماهورمیلاتی
Figure 5. Preview of gully erosion in Mahourmilati region

ادامه خواهد داشت [۷].

پس از ساخت درخت، عملیات هرس کردن درخت با اندازه‌ی ماکزیمم توسط یکی از روش‌های هرس کردن با شروع از برگ‌ها به سمت ریشه انجام می‌شود. مکانیسم CART قصد تولید تنها یک درخت را ندارد، بلکه تلاش می‌کند تا یک توالی از درخت‌های هرس شده‌ی تو در تو را ایجاد نماید به طوری که هر یک از آن‌ها کاندیدایی هستند که می‌توانند در نهایت به عنوان درخت بهینه انتخاب شوند. یک درخت خوب به وسیله‌ی ارزیابی کارایی آن بر روی داده‌های آزمایشی مستقل شناسایی می‌گردد.

به منظور ایجاد مدل، داده‌های این تحقیق به طور تصادفی به دو بخش مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی با تناسب به ترتیب ۷۰ و ۳۰ درصد تقسیم شدند؛ و پس از اجرای مدل، با استفاده از درخت تصمیم‌گیری CART، مجموعه‌ای از مؤثرترین قوانین کشف شده از نظر نرم‌افزار ارائه گردید.

نتایج

شکل چهار موقعیت حوزه‌ی آبخیز و ۳۰ آبکند منتخب جهت انجام تحقیق در منطقه‌ی ماهورمیلاتی را نشان می‌دهد. مساحت حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه ۱۰/۳۰ کیلومتر مربع می‌باشد که از این مقدار، ۱/۷٤ کیلومتر مربع آن را مناطق آبکندی اشغال نموده است.

شکل ٦- نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه‌ی ماهورمیلاتی
Figure 6. Geological map in Mahourmilati region

جدول۱- مساحت سازندهای زمین‌شناسی در منطقه‌ی ماهور میلاتی (کیلومتر مربع)
Table۱. Geological formations area in Mahourmilati region (Km^2)

		گچساران	کواترنری	میشان
		Ghachsaran	Quaternary	Mishan
حوزه‌ی آبخیز	Watershed	6.89	1.54	0.86
منطقه‌ی آبکندی	Gully region	1.7	0.044	0

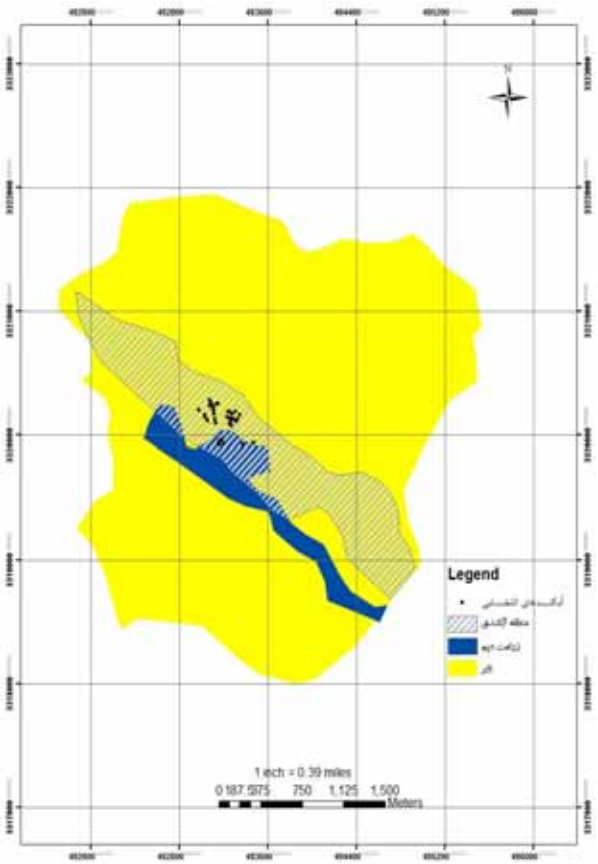
نتایج نشان داد کلیه‌ی آبکندهای مورد مطالعه در این تحقیق، بر روی واحد ژئومرفولوژی دشت‌سر و خط‌القعر تپه‌ماهورها واقع شده‌اند و شکل عمومی آبکندها خطی، مقطع عرضی U شکل و پلان پیشانی آن‌ها مدور می‌باشد (شکل پنج).

همانطور که در شکل شش مشخص است محدوده‌ی مورد مطالعه دارای سازند زمین‌شناسی میشان، گچساران و آبرفت دوره‌ی کواترنر است و کلیه‌ی آبکندهای مورد مطالعه در این تحقیق، بر روی سازند گچساران قرار دارند.

جدول یک مساحت سازندهای زمین‌شناسی منطقه‌ی ماهور میلاتی را نشان می‌دهد. همانگونه که از این جدول، و شکل شش مشخص است، از نظر وسعت و پراکنش، سازند گچساران در رده‌ی اول، و سازندهای دوره‌ی کواترنر و میشان، در رده‌های بعدی قرار دارند.

از دیدگاه کاربری اراضی، منطقه‌ی ماهورمیلاتی دارای کاربری بایر و زراعت دیم است. پنج آبکند مورد مطالعه در این پژوهش، در کاربری زراعت دیم، و مابقی آن‌ها (۲۵ آبکند)، در اراضی با کاربری بایر واقع شده‌اند (شکل هفت).

مساحت کاربری‌های اراضی منطقه‌ی ماهور میلاتی، در جدول



شکل ۷- نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه‌ی ماهورمیلاتی
Figure 7. Land use map in Mahourmilati region

دو، ارائه شده است. همانگونه که از این جدول، و شکل هفت مشخص است، از نظر وسعت و پراکنش، کاربری بایر در رده‌ی اول، و کاربری زراعت دیم در رده‌ی بعدی قرار دارد.

جدول سه مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده در منطقه‌ی ماهورمیلاتی را نشان می‌دهد. متوسط طول آبکندها در این منطقه ۶۵/۵ متر است که طبق طبقه‌بندی آبکندها از نظر طول که به وسیله‌ی احمدی [۲] ارایه شده است، جزء آبکندهای کوچک محسوب می‌شوند.

نتایج خوشه‌بندی داده‌ها بر اساس طول آبکندها با استفاده از الگوریتم K-Means در جدول چهار نشان داده شده است.

همانطور که از موارد مندرج در جدول چهار مشخص است از مجموع ۳۰ آبکند مورد مطالعه، تعداد ۲۶ آبکند توسط مدل انتخاب گردید و چهار آبکند به دلیل ناهمگونی و پَرت بودن داده‌ها به صورت خودکار توسط نرم‌افزار حذف گردید. همچنین دقت تخمین زده شده بر اساس پارامترهای مؤثر بر گسترش طولی آبکندها در مدل نهایی، برای مجموعه داده‌های آموزشی برابر با ۱۰۰ درصد و برای مجموعه داده‌های آزمایشی ۸۰ درصد می‌باشد (شکل هشت).

بحث و نتیجه‌گیری

مؤثرترین قوانین استخراج شده از درخت تصمیم CART بر

جدول۲- مساحت کاربری‌های اراضی در منطقه‌ی ماهور میلاتی (کیلومتر مربع)
Table۲. Land use area in Mahourmilati region (Km^۲)

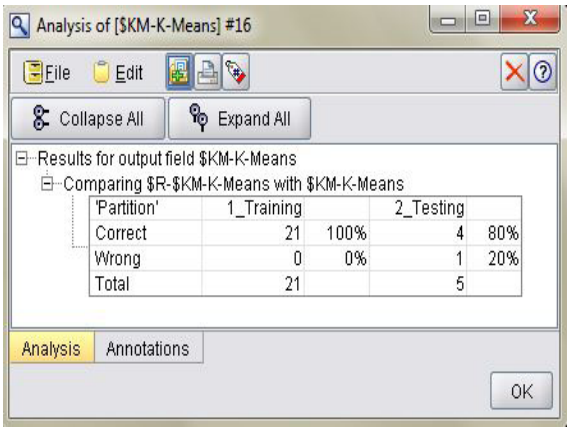
		بایر	زراعت
		Bare	Farm
حوزه‌ی آبخیز	Watershed	1.19	9.11
منطقه‌ی آبکندی	Gully region	0.54	1.20

جدول۳- مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده در منطقه‌ی ماهورمیلاتی
Table3. Measured variables quantities in Mahourmilati region

		حداقل	میانگین	حداکثر
		Min	Mean	Max
طول آبکند (متر)	Gullies length (m)	19.3	65.56	264
مساحت آبخیز (هکتار)	Watershed area (ha)	0.016	0.22	1.34
شیب (متر بر متر)	Slope ($^m/_m$)	0.01	0.02	0.03
پوشش گیاهی (درصد)	Cover Vegetation (%)	0	10.36	52
لاشبرگ (درصد)	Litter (%)	0	5.63	10
خاک لخت (درصد)	Bare Soil (%)	34	76.77	92
سنگ‌ریزه سطحی (درصد)	Closed Grain (%)	0	7.27	35
رس (درصد)	Clay (%)	12.87	27.37	40.88
سیلت (درصد)	Silt (%)	22.05	38.91	58.28
شن (درصد)	Sand (%)	6.12	33.61	55.08
ماده‌ی آلی (درصد)	OM (%)	0.18	0.39	1.23
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	EC ($^{dS}/_m$)	1.59	2.19	2.90
اسیدیته	pH	7.20	7.39	7.74
نسبت جذب سدیم	SAR	0.09	0.30	0.44
نفوذپذیری (میلی‌متر بر ساعت)	Infiltration ($^{mm}/_{hr}$)	1.29	3.60	6.02
ضریب فرم	Form Factor	0.12	0.49	0.87

جدول٤- نتایج خوشه‌بندی داده‌ها بر اساس طول آبکندها (متر)
Table٤. Data clustering results based on gullies length (m)

		خوشه‌ی ۱- طول زیاد	خوشه‌ی ۲- طول کم	خوشه‌ی ۳- طول متوسط
		Cluster 1- max length	Cluster 2- min length	Cluster 3- mean length
کمترین	Min	65.2	19.3	43.7
بیشترین	Max	93.8	32	61.3
میانگین	Mean	79.1	26.77	51.15
تعداد	No.	9	11	6



شکل ۸- ارزیابی انجام شده از الگوریتم CART

Figure 8. Carried out of CART algoritm

اساس خوشه‌بندی طول آبکندها، در شکل نه نشان داده شده است. از این قوانین می‌توان به منظور تعیین آستانه‌ی عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها استفاده کرد.

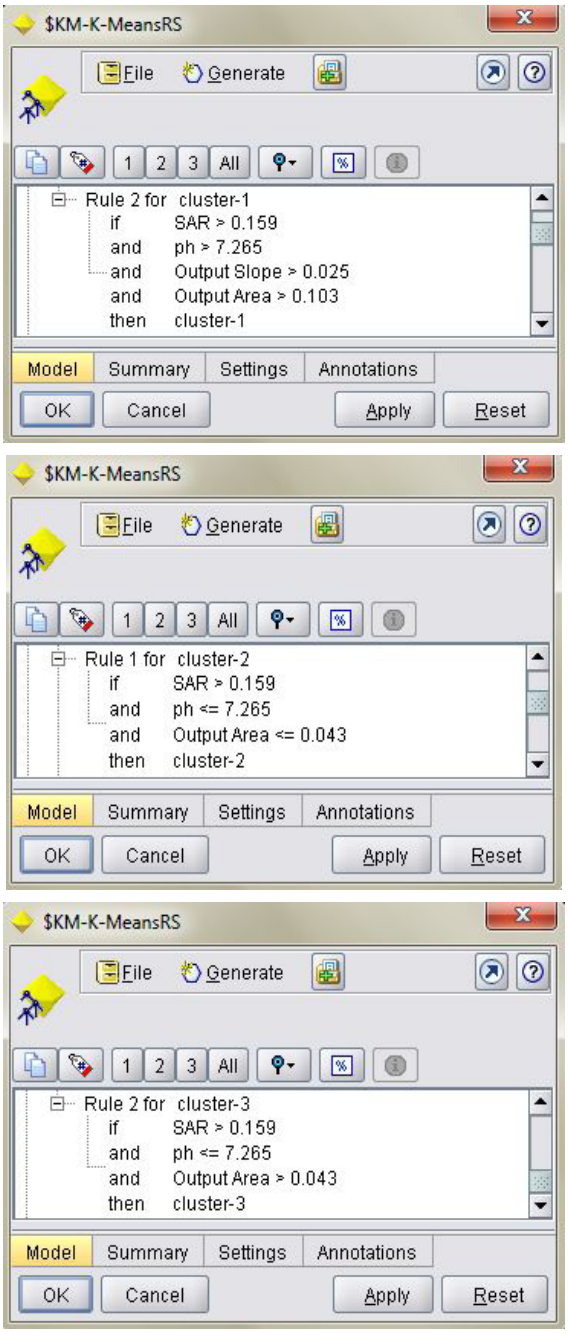
تفسیر قوانین نشان داده شده در شکل نه، از بالا به پایین، به شرح زیر می‌باشد:

– مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گسترش آبکندهایی با طول زیاد (طول ٦٥/٢ تا ٩٣/٨ متر)، از بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در منطقه‌ی ماهورمیلاتی عبارتند از: نسبت جذب سدیم، اسیدیته‌ی خاک، شیب خروجی و مساحت خروجی. بدین ترتیب در خوشه‌ی شماره‌ی یک (آبکندهایی با طول زیاد)، در صورتی که نسبت جذب سدیم از ۰/۱۵۹، اسیدیته‌ی خاک از ۷/۲٦٥، شیب خروجی از ۰/۰۲۵ متر بر متر و مساحت خروجی از ۰/۱۰۳ هکتار بیشتر گردد؛ آبکندهایی با طول ٦٥/٢ تا ٩٣/٨ متر ایجاد می‌گردند.

– مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گسترش آبکندهایی با طول کم (طول ۱۹/۳ تا ۳۲ متر)، از بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در منطقه‌ی ماهورمیلاتی عبارتند از: نسبت جذب سدیم، اسیدیته‌ی خاک و مساحت خروجی. بدین ترتیب در خوشه‌ی شماره‌ی دو (آبکندهایی با طول کم)، در صورتی که نسبت جذب سدیم از ۰/۱۵۹ بیشتر، اسیدیته‌ی خاک کوچکتر یا مساوی ۷/۲٦٥ و مساحت خروجی نیز کوچکتر یا مساوی ۰/۰٤۳ هکتار گردد؛ آبکندهایی با طول ۱۹/۳ تا ۳۲ متر ایجاد می‌گردند.

– مهم‌ترین عوامل مؤثر بر گسترش آبکندهایی با طول متوسط (طول ٤۳/۷ تا ٦۱/۳ متر)، از بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در منطقه‌ی ماهورمیلاتی عبارتند از: نسبت جذب سدیم، اسیدیته‌ی خاک و مساحت خروجی. بدین ترتیب در خوشه‌ی شماره‌ی سه (آبکندهایی با طول متوسط)، در صورتی که نسبت جذب سدیم از ۰/۱۵۹، مساحت خروجی از ۰/۰٤۳ هکتار بیشتر و اسیدیته‌ی خاک کوچکتر یا مساوی ۷/۲٦٥ گردد؛ آبکندهایی با طول ٤۳/۷ تا ٦۱/۳ متر ایجاد می‌گردند.

تأثیر عامل نسبت جذب سدیم را می‌توان به نوع مواد مادری



شکل ۹- مؤثرترین قوانین استخراج شده از درخت تصمیم CART بر اساس خوشه‌بندی طول آبکندها

Figure 9. The most effective extracted rules of CART decision tree according to gullies length clustring

و سازند مناطق آبکندی (گچساران)، نسبت داد. این امر، نشان از حساسیت خاک منطقه به فرسایش دارد؛ زیرا افزایش مقدار یون سدیم در خاک‌ها، باعث انتشار ذرات ریز (به ویژه رس)، تخریب ساختمان خاک، حساسیت در مقابل نیروی کنش، از هم پاشیدگی خاکدانه‌ها، و به تبع آن کاهش نفوذپذیری می‌گردد و آمادگی بیشتری برای فرسایش (به ویژه فرسایش آبکندی)، ایجاد می‌نماید که با نتایج تحقیق پوزن و همکاران [۱۷]، رومِرو و همکاران [۱۹] و

نظری‌سامانی و همکاران [۱۳] منطبق است.

اثرگذاری پارامتر اسیدیته‌ی خاک بر گسترش طولی آبکندها بیانگر این واقعیت است که هر چه خاک‌های این منطقه به سمت قلیاییت پیش روند، بر گسترش طول آبکندها و هدر رفت خاک افزوده خواهد شد که با نتایج پژوهش سلیمان‌پور [۲۳]، عبدالفتاحی و همکاران [۱]، و سلیمان‌پور و همکاران [۲۷]، همخوانی دارد. همچنین تأثیر مقدار شیب خروجی حوزه‌ی آبخیز بر گسترش آبکندهایی با طول زیاد نیز قابل توجه است؛ زیرا این موضوع بیانگر این واقعیت است که با افزایش شیب حوزه‌ی آبخیز، بر مقدار طول آبکند و به تبع آن تولید رسوب افزوده می‌شود که با نتایج تحقیق پوزن و همکاران [۱۶]، سلیمان‌پور [۲۲]، سلیمان‌پور و همکاران [۲٤ و ۲٦]، مطابقت دارد.

اثرگذاری مقادیر مساحت خروجی حوزه‌ی آبخیز، بر گسترش طولی آبکندها در این منطقه نشان داد که با افزایش سطح حوزه‌ی آبخیز، تولید رسوب اضافه خواهد شد؛ زیرا این پارامتر با تأثیر بر زمان تمرکز حوضه، می‌تواند بر دبی جریان خروجی از حوضه تأثیرگذار باشد. قوانین استخراج شده از درخت تصمیم CART در سه گروه آبکندها در این منطقه نیز، حکایت از این واقعیت دارد که با افزایش میزان مقادیر مساحت خروجی حوزه‌ی آبخیز، بر مقدار طول آبکندها اضافه می‌گردد؛ زیرا با گسترش محدوده‌ی مساحتی تحت اشغال آبکند، سطح گیرنده‌ی بارندگی و مقدار رواناب، بیشتر خواهد شد و به تبع آن، فضای بیشتری برای گسترش طولی آبکندها فراهم می‌گردد که با نتایج پژوهش پوزن و همکاران [۱٦]، وندکرکف و همکاران [۳۰]، مرتضایی [۹]، سلیمان‌پور و همکاران [۲۵]، و نظری‌سامانی و همکاران [۱۲]، منطبق است.

این نتایج به مدیران و مهندسان حفاظت خاک و آبخیزداری توصیه می‌نماید که در کاهش گسترش طولی آبکندها و کم کردن تولید رسوب، بایستی به کنترل فرسایش در پیشانی آن‌ها توجه بیشتری داشت. بنابراین، توصیه می‌شود اصلاح خاک‌های این منطقه به کمک اصلاح‌کننده‌ها و احیای پوشش گیاهی سازگار و افزایش ماده‌ی آلی خاک، در اولویت اقدامات مؤثر در کنترل گسترش طولی آبکندها قرار گیرد. زیرا هر چه دیم‌زارهای کم‌بازده به مراتع تبدیل گردند، احتمال ایجاد و گسترش طولی آبکندها کمتر خواهد شد.

در پایان بیان این نکته ضروری به نظر می رسد که بایستی تحقیقات بیشتری به صورت جزئی‌تر، بر روی ساختار خاک، پوشش، جریان هیدرولوژی، رژیم و شدت بارش، ویژگی‌های مورفومتریک، نوع شیب، پوشش، مکانیسم ایجاد و گسترش آبکندها از نظر ایجاد پدیده‌ی انحلال و راه‌های کنترل آن، در آینده صورت گیرد تا با اطلاعات آن‌ها و استفاده از تکنیک‌های نوینی چون داده‌کاوی، بتوان عوامل مؤثر در ایجاد و گسترش آبکندها را پیش‌بینی نمود و به نتایج قابل قبولی از نظر پیشگویی رسید.

منابع

1. Abdulfatai, I.A. Okunlola, I.A. Akande, W.G. Momoh, L.O. and Ibrahim, K.O. 2014. Review of gully erosion in Nigeria: causes, impacts and possible pollutions. Journal of Geosciences and Geomatics. 2(3): 125-129.

2. Ahmadi, H. 2011. Applied Geomorphology-Water Erosion(3th Ed.). The Tehran University Press, Tehran, 714 p.(In Persian)

3. Bobrovitskaya, N.N. 2000. Hydrological meteorological and morphological aspects of studying gully erosion in period of global change. International symposium on gully erosion under global Change. KU Leuven, Belgium, 16-19 April, Abstract of papers.

4. De Luna, E. Vanderlinden, K. De Haro, J.M. Laguna, A. Poesen, J. and Giraldez, J.V. 2000. Monitoring of long term gully head advance in southeast Spain using GIS. International symposium on gully erosion under global change. KU Leuven, Belgium, 16-19 April, Abstract of papers.

5. Ezechi, J.I. 2000. The influence of runoff, lithology and water table on the dimensions and rates of gulling processes in eastern Nigeria. International symposium on gully erosion under global change. KU Leuven, Belgium, 16-19 April, Abstract of papers.

6. Ghazanfari, M. Alizadeh, S. and Teymourpour, B. 2011. Data Mining and Knowledge Discovey(1th Ed.). University of Science and Technology Press, Tehran, 403 p.(In Persian)

7. Larose, D.T. 2005. Discovering knowledge in data: an introduction to data mining(1th Ed.). John Wiley & Sons, New York. 421p.

8. Lowdermilk, W.C. 1953. Conquest of the land though seven thosand years(1th Ed.). USDA, SCS Agri, In from, Bull, 99p.

9. Mortezaei, Gh. 2005. Evaluation of the quantitative effects of environmental parameters on occurrence of gully erosion in order to introduce the most relevant estimation model for longitudinal development of gully. Ph.D. Dissertation. Faculty of Agriculture and Natural Resources. Science and Research Branch, Islamic Azad University. Tehran, 182 pages. (In Persian)

10. Motiee Langharoudi, S.H. 2010. Iran's Economic Geography(6th Ed.). Jahadedaneshghahi Publications,

terraces in southeast Spain. Catena. 69:282-293.

20. Saniee, M. Mahmoudi, S. and Taherparvar, M. 2012. Applied Data Mining(1th Ed.). Niyazedanesh Publications, Tehran, 520 p.(In Persian)

21. Shahrabi, J. 2013. Data Mining 2(1th Ed.). Amir Kabir Industrial Unit of Jahadedaneshgahi Publications, Tehran, 299 p.(In Persian)

22. Soleimanpour, S.M. 2007. A comparison of sediment production from gullies in relation to catchment and geologic characteristics in different climates of Fars province. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture and Natural Resources. Science and Research Branch, Islamic Azad University. Tehran, 170 pages. (In Persian)

23. Soleimanpour, S.M. 2012. Investigation and comparison of thresholds controlling gully erosion in different climates of Fars province. Ph.D. Dissertation. Faculty of Agriculture and Natural Resources. Science and Research Branch, Islamic Azad University. Tehran, 594 pages. (In Persian)

24. Soleimanpour, S.M. Soufi, M. and Ahmadi, H. 2009. Determining effective factors on gully development in Konartakhte region- Fars province. Water and Soil (Agricultural Science and Technology). 23(1):131-141. (In Persian)

25. Soleimanpour, S.M. Soufi, M. and Ahmadi, H. 2010. Study on the topographic threshold and effective factors on sediment production and gully development in Neyriz- Fars province. Journal of Range and Watershed Management (Iranian Journal of Natural Resources). 63(1):41-53. (In Persian)

26. Soleimanpour, S.M. Soufi, M. Ahmadi, H. and Salajegheh, A. 2012. Survey of topographic threshold relations in gully erosion creation (case study: Fars province, southwest of I.R.Iran). Archives Des Sciences. 65(10):105-116.

27. Soleimanpour, S.M. Soufi, M. Zolfaghari, M. and Ahmadi, H. 2014. Investigation of topographic threshold relations of gully creation in various land use in Fars province, I.R.Iran. Indian Journal of Scientific Research. 3(1):362-371.

28. Soufi, M. 2004. A survey on the morpho-climatic characteristics of gullies in Fars province. Final report Mashhad, 220 p.(In Persian)

11. Navi, M. 2008. Discovering the components of forming load using data mining technology. M.Sc. Thesis. Faculty of Engineering. Tarbiaat Modares University, 116 pages. (In Persian)

12. Nazari Samani, A. Ahmadi, H. Mohammadi, A. Ghoddousi, J. Salajegheh, A. and Boggs, G. 2010. Factors controlling gully advancement and models evaluation for prediction of gully head advancement (case study: Hablehrood basin, Iran). Water Resources Management. 24:1531-1549.

13. Nazari Samani, A. Tavakoli, F. Ahmadi, H. and Rahi, Gh. 2014. Determining of effective factors on gully longitudinal advancement (case study: Darehkoreh watershed). Journal of Range and Watershed Management (Iranian Journal of Natural Resources). 67(1):117-126. (In Persian)

14. Phillips, J.D. 2006. Evolotionary geomorphology: thresholds and nonlinrarity in landform response to environmental change. Tobaco road team department of geolography. University of kentuchy Lexington. KY 40506-0027 USA, 84p.

15. Pimental, D. Stachow, V. Takacs, D.A. Brubaker, H.W. Dumas, A.R. Meany, J.J. O' Neil, J. Ons, D.E. and Corzilius, D.B. 1992. Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems. Bioscience. 42: 354-362.

16. Poesen, J. Nachtergaele, J. Verstraeten, G. and Valentin, C. 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. Catena. 50: 91-133.

17. Poesen, J. Vandekerckhove, L. Nachtergaele, J. Oostwoud Wijdenes, D. Verstraeten, G. and Van Wesemael, B. 2002. Gully erosion in dry land environments. In: Bull, L.J., Kirkby, M.J. (Eds.), Dry land rivers: Hydrology and Geomorphology of Semi-Arid Channels. Wiley, Chichester, UK, Pp.229-262.

18. Rafahi, H.Gh. 2009. Soil erosion by water and conservation(2th Ed.). The Tehran University Press, Tehran, 672 p.(In Persian)

19. Romero Díaz, A. Marín Sanleandro, P. Sánchez Soriano, A. Belmonte Serrato, F. and Faulkner, H. 2007. The causes of piping in a set of abandoned agricultural

of research rlay. Soil conservation and watershed management institute, Tehran, 130 p.(In Persian)

29. Tan, P.N. Steinbach, M. and Kumar, V. 2005. Introduction to Data Mining(1th Ed.). Addison-Wesley Press, Minnesota, 134 p.

30. Vandekerckhove, L. Poesen, J. and Govers, G. 2003. Medium term gully headcut rates in southeast Spain determined from aerial photographs and ground measurements. Catena. 50:329-352.

نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 9, No. 29, Summer 2015

سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴

Abstract

Determination of Threshold of Effective Factors on Length Expansion of Gullies Using Data Mining Techniques in Mahourmilati Region, Fars Province

S.M. Soleimanpour[1], B. Hedayati[2], M. Soufi[3] and H. Ahmadi[4]

Received: 2014/01/8 Accept: 2014/08/27

One of the most important types of water erosion is gully erosion. This type of erosion causes remarkable changes in lands, production of abundant sediment and deleterious social and economic consequences; especially in arid and semi arid regions of the world. Threshold is the point after which the behavior of the system changes and it can be related to the internal or the external factors of the system. One of the important questions about gullies is that in what condition the threshold of gully is created and expanded. Identifying the conditions seems important considering the fact that it is possible to compare conditions of the threshold with the regional conditions and determine how much the conditions are close to thresholds of gully creation and or Expansion. For this purpose, the current research aims to determine threshold of effective factors on length expansion of gullies in Mahourmilati region in south-west of Fars province by using the data mining techniques. The findings of the current research which were achieved by modeling based on K-Means Clustering Algorithms and CART Decision Tree and in Clementine software (version:12.0) indicated that the length expansion of gullies in the studied region is the function of SAR, soil acidity (pH), and output area. To improve the soil of the studied region, it is recommended to consider improvements, revegetation and enhancement of soil organic matters prior to effective actions in controlling the length expansion of the gullies..

Keywords: Gully, Threshold, Data Mining, Length Expansion.

1- (Corresponding Author) Graduate of Ph.D., Department of Watershed Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran, m.soleimanpour@yahoo.com
2- Graduate of M.Sc., Software Computer Engineering, Payam-e Noor University, Tehran, I.R.Iran, bahram.hedayati@gmail.com
3-Associate Professor, Research Center for Agriculture & Natural Resources of Fars province, I.R.Iran, soufi@farsagres.ir
4- Professor, Department of Watershed Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I.R.Iran, ahmadi@nrf.ut.ac.ir