نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال چهاردهم، شماره ۳۲، بهار ۹۳

آستانه های ژئومورفولوژیکی آبکند زایی در حوضه آبریزکچیک، شمال شرق استان گلستان

دریافت مقاله:۹۱/۶/۱۵ پذیرش نهایی:۹۲/۹/۳۰
صفحات:۲۴۹-۲۳۱

محمد رضا ثروتی: استاد ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی
Email: rezasarvati@yahoo.com
منیژه قهرودی تالی: دانشیار ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی
Email: M-Ghahroudi@sbu.ac.ir
عابد گل کرمی: کارشناس ارشد ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی دانشگاه شهید بهشتی[۱]
Email: Golkaramiabed@yahoo.com
اسماعیل نجفی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران
Email: Najafi.geo@gmail.com

چکیده

آبکندزایی فرآیندی پیچیده است که به وسیله بسیاری از عوامل کنترل می شود و وابسته به آستانه هایی است که زمینه ایجاد آن را فراهم کرده اند. تبیین و ابداع مدل مناسب برای پیش بینی مکانی شکل گیری و گسترش آبکندزایی و مشخص کردن آستانه های ژئومورفولوژیکی موثر بر آن و نیز پهنه بندی این فرآیند از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بر این اساس در این پژوهش با استفاده از منابع موجود، در حوضه آبریز کچیک در شمال شرق استان گلستان با مساحت ۳۵۹۸/۸ هکتار، با حضور در منطقه ۳۵ آبکند نمونه انتخاب شد. مشخصات کمی و مورفومتری آنها یادداشت گردید. پس از بررسی تصاویر ماهواره ای و نقشه های پایه، در محیط GIS برای ۹ عامل ژئومورفولوژی موثر در آبکندزایی نقشه تولید گردید و سهم و میزان هر آبکند از هر عامل ژئومورفولوژی از نقشه های تولیدی بدست آمد. سپس نقشه های تولیدی به دو سطح درگیر آبکند و غیر درگیر تبدیل گردید. در پایان با تولید جدول مربوطه برای هر عامل و هم پوشانی نقشه ها، نقشه نهایی و آستانه ها مشخص گردید. نتایج این پژوهش نشان داد کلیه عوامل ژئومورفولوژی به میزان دامنه اثرگذاری و آستانه های شان در شکل گیری و گسترش آبکند در منطقه مشارکت دارند.

کلید واژگان: آستانه ژئومورفولوژی، لس ، آبکندزایی، حوضه آبریز کچیک

---

۱. نویسنده مسئول: تهران- دانشگاه شهید بهشتی- کوی برادران- اتاق ۲۰۸- عا بد گل کرمی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مقدمه

آبکند زایی یک فرآیند پیچیده است که به وسیله دامنه وسیعی از عوامل کنترل می شود و وابسته به آستانه هایی است که زمینه ایجاد آن را فراهم کرده اند (Valentin et al, 2005). تبیین و ابداع مدل مناسب برای پیش بینی زمانی و مکانی شکل گیری و گسترش فرسایش آبکندی، با توجه به اهمیت این موضوع مورد توجه بسیاری از پژوهشگران از جنبه ها و دیدگاه های گوناگون مورد نظر بوده است (قدوسی، ۱۳۸۲). ژئومورفولوژی هم به عنوان یک علم محیط محور، با توجه به ماهیت سیستمی اش می تواند این واقعیت محیطی را به عنوان فرآیندی که منجر به شکل گیری فرم می شود، مورد مطالعه قرار دهد و سهم و دامنه تاثیرگذاری عوامل موثر بر آن فرآیند را به صورت فضایی در قالب نقشه و نمودار نشان بدهد. مدل های فضایی هیچکدام از عوامل محیطی را بی تاثیر در فرآیند های شکل زا نمی بینند و سهم هر عامل را در آستانه های تاثیرگذاری آنها تعریف و شناسایی می کنند. این مدل ها پتانسیل محیطی را برای ایجاد یک فرآیند را به صورت نقشه نشان می دهند و از طریق آن می توان به برنامه ریزی محیطی پرداخت. از اینرو در استان گلستان ۳۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی توسط نهشته های لسی پوشیده شده است که به طور طبیعی دارای قابلیت فرسایش شدید می باشند و میزان فرسایش سالانه این استان ۲۲ تن در هکتار در سال گزارش شده است (خواجه، ۱۳۸۱). این میزان ۷ تن از میانگین سالانه فرسایش در کشور بیشتر است (تلوری، ۱۳۸۲). از دلایل مشهود این امر، حساسیت قابل توجه لس به فرسایش پذیری و شرایط اقلیمی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی اشکال فرسایشی ویژه و شرایط رسوب زایی در منطقه است (امینی، ۱۳۷۴). آبکند مهمترین منبع رسوب و فرسایش است و نقش برجسته ای در تولید رسوب دارد (Wasson and et al, 2002; Krause and et al, 2003; De vente and et al, 2005; Houn and et al, 2005; Valentin and et al, 2005) و یکی از عوامل تهدید کننده تعادل منابع زیست محیطی و پایداری آن محسوب می شود و در جاییکه فعالیت های ژئومورفولوژیکی و دینامیکی زیاد باشد، دیده می شوند (Marzollf and Poeson, 2009). عوامل زمینه ساز آبکند آستانه های توپوگرافی، خاک و نوع سازند، کاربری اراضی و تغییر اقلیم می باشند. افزون بر این، ویژگی های توپوگرافی (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۳)، پوشش گیاهی (قدیری، ۱۳۷۲؛ دولت خواهی، ۱۳۸۰؛ شاهینی، ۱۳۸۴)، استفاده بیش از حد از زمین (اعتراف، ۱۳۷۸؛ نهتانی، ۱۳۷۶؛ فیض نیا و همکاران، ۱۳۸۶) در سازند های فرسایش پذیر، آبکند زایی را بیش از پیش سرعت می بخشد.

درک اهمیت سازند های لسی به عنوان محیطی مستعد برای تولید آبکند، می تواند گام مهمی در جهت شناخت عوامل موثر بر آن باشد. گسترش آبکند ها طی زمان گاه چنان صورت

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

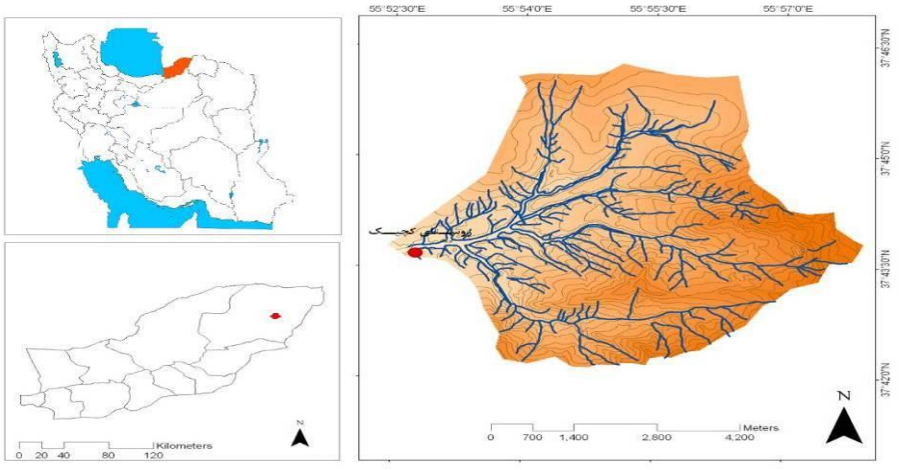
می گیرد که با هیچ تدبیری نمی توان رشد سریع آنها را کنترل نمود، بنابر این برنامه ریزان محیطی به منظور جلوگیری از این فرآیند، نخست باید مورفولوژی آبکند ها را مورد ارزیابی قرار دهند تا بدین ترتیب امکان پهنه بندی و مناطق حساس به فرسایش آن فراهم گردد. (بیاتی خطیبی،۱۳۸۳). بدین ترتیب با پیدا کردن دامنه تاثیرگذاری هر کدام از عوامل ژئومورفولوژیکی به رابطه بین این عوامل و آبکند زایی پی برده و از این راه به مدل مفهومی ژئومورفولوژیک برای پیش بینی آبکند زایی با ارایه آستانه ها جهت تحلیل مکانی خواهد رسید. پژوهش هایی در این زمینه از سوی پژوهشگران بسیاری مدنظر بوده است. نخستین مدل تجربی را تامپسون (۱۹۶۴) ارایه نمود که در آن رشد طولی آبکند به عنوان متغیر وابسته و سطح آبخیز واقع در بالا دست سر آبکند، شیب کف آبکند و بارندگی به عنوان متغیر های مستقل می باشند. واندئل و همکاران (۱۹۹۶) مدلی را بر اساس شیب بحرانی و مساحت سطح حوضه آبخیز بالادست آبکند برای پیش بینی مکانی رخداد فرسایش آبکندی ارایه نمودند. ولنتین و همکاران (۲۰۰۵) کم بودن مطالعات درباره آبکند زایی را ناشی از مسایل مرتبط با ماهیت سه بعدی و اغلب گسترش سریع فرم های پیچیده می داند. این مهم با ظهور عکس های هوایی و پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای در راستای پایش و مدلسازی آبکند ها تسهیل گردید. هسل و فن اش (۲۰۰۳) در پژوهشی درباره مدلسازی فرسایش آبکندی در زیر حوضه های فلات لسی چین به این نتیجه رسیدند که با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) می توان موقعیت پیشانی آبکند ها را به طور دقیق نقشه بندی نموده و رشد آنها را بررسی نمود. وو و چنگ (۲۰۰۵) در مطالعه ای روی حوضه ای در چین با استفاده از GPS برای اندازه گیری پارامتر های مورفولوژیکی آبکند، نرخ فرسایش کوتاه مدت آبکند و آستانه آن را بررسی کردند و در ادامه با بررسی روابط بین پارامتر های آبکند به این نتیجه رسیدند که آبکند های مورد مطالعه بر روی تپه های شیب دار، بسیار حجیم بوده و سالانه ۰/۱۶ و ۲۰/۲ رشد طولی دارند و مدلی را برای شیب بحرانی (S) و مساحت حوضه آبخیز آبکند (A) را ارایه نمودند و همچنین نشان دادند که این روابط می تواند به عنوان یک شاخص کلیدی برای تعیین موقعیت سر آبکند از DEM در حوضه های کوچک استفاده کنند. بنابر این در تمام مدل های ارایه شده درباره آبکند زایی، عوامل گوناگونی ژئومورفولوژی مورد بررسی قرار گرفته است، اما این نکته را نباید فراموش کرد که اینها هر کدام به شناسایی روابط عوامل تاثیر گذار و سهم عاملی که بیشترین نقش را در فرآیند داشته است، پرداخته اند. بر این اساس به منظور مدیریت درست محیط جغرافیایی لس به عنوان بستر، برای جلوگیری از روند گسترش آبکند و کاهش پیامد های منفی آن و ارایه مدل های مبتنی بر روش های پیشرفته جدید تولید داده مانند: پردازش رقومی داده ها و به دنبال آن آماری جهت

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

پیش بینی و کنترل، نقش مهمی می تواند داشته باشد که بتواند تمام آستانه های ژئومورفولوژیکی را مشخص کند و امکان پیش بینی و کنترل را به صورت نقشه تسهیل کند. بنابر این، این پژوهش ضمن غنا بخشیدن ادبیات حوزه مورد بحث، به دنبال شناخت عوامل و متغیر های شکل زا در محیط لسی در پیدایش آبکند و مشخص کردن آستانه های ژئومورفولوژیکی موثر بر آبکند زایی و نیز تحلیل مکانی این فرآیند در منطقه مورد مطالعه است.

مواد و روش ها

حوضه آبریز کچیک دارای مساحتی حدود ۳۶۰۰ هکتار یکی از زیر حوضه های قرناوه بوده و آبریز قرناوه نیز یکی از زیر حوضه های چندگانه حوضه آبریز گرگانرود می باشد که در منتهی الیه شمال شرق استان گلستان، حدود ۶۵ کیلومتری شهر کلاله در بین طول های جغرافیایی ۵۲ ۵۲ ۱۰ تا ۵۵ ۵۷ ۵۲ شرقی و عرض های ۳۷ ۴۲ ۱۵ تا ۳۷ ۴۶ ۲۵ شمالی واقع شده است (شکل ۱). این حوضه دارای نقاط کوهستانی نسبتا مرتفع با پوشش ضخیمی از خاک لس می باشد. کاربری اراضی در آن بصورت کشاورزی، جنگل و مرتع است (مطالعات اجرایی کچیک، ۱۳۷۶). ارتفاع حوضه از سطح دریا، نشان دهنده موقعیت اقلیمی حوضه است، زیرا حداقل ارتفاع آن ۵۹۴ متر و حداکثر ارتفاع ۱۲۷۰ متر دارای اقلیمی نیمه خشک سرد است. متوسط درجه حرارت آن ۱۶/۷ درجه سانتیگراد و متوسط بارندگی سالانه آن ۴۸۲ میلی متر است که ماههای دی و بهمن دارای بیشترین بارندگی و ماههای تیر و مرداد دارای کمترین بارندگی در طول سال هستند.



شکل(۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان گلستان و کشور ایران

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

روش پژوهش

روش پژوهش بر اساس ماهیت آن علاوه بر مطالعه کتابخانه ای شامل موارد زیر است که به آنها اشاره می شود.

عملیات میدانی:

با ورود به منطقه، تمام آبکند های آن شناسایی گردید و ۳۵ موقعیت در سر آبکند ها یادداشت گردید. در ادامه عوامل و عناصر مورفومتری آبکند ها مانند: عرض، عمق و ارتفاع از سطح دریا مشخص و اندازه گیری گردید.

بررسی عوامل ژئومورفولوژی و مورفومتری آبکند ها:

در منطقه مورد مطالعه آبکند به عنوان عارضه غالب جهت بررسی عناصر و عوامل مورفومتری آن و کمی کردن آنها برای تحلیل با مواد مورد استفاده در پژوهش، کلیه عوامل به صورت نقشه در قالب لایه های اطلاعاتی در محیط سیستمهای اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است. مدل رقومی ارتفاع از نقشه های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تولید شده است و داده های شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، شکل انحنای دامنه براساس آن تهیه شده است. زمین شناسی، خاک شناسی، کاربری اراضی، واحد های ارضی، فاصله از شبکه زهکشی، فاصله از آبکند و عناصر اقلیمی می باشند.

اندازه گیری و تعیین عوامل مورفومتری:

پس از تعیین شکل آبکند ها بصورت U و V و تولید کلیه لایه ها در قالب نقشه، با هم پوشانی ۳۵ موقعیت بر روی هر کدام از لایه ها، مقدار هر کدام تعیین و محاسبه گردید. بدین ترتیب نتایج در قالب ماتریس در آمد که پایه و اساس هر نوع مطالعه محیطی بر روی منطقه و پایگاه داده ای برای حوضه به شمار می آید.

تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه مدل:

برای رسیدن به یک مدل گسترش آبکند از ترکیب وزنی داده ها استفاده شده است. وزن سطوح متغیرها براساس همبستگی ها و روابط بین آنها مشخص گردیده است که مراحل آن به شرح زیر است.

مشخص کردن سطوح درگیر و غیر در گیر آبکند:

سطوحی که درگیر با آبکند هستند با علامت ۱،۱۰،۱۰۰، تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ و تا جاییکه ۹ لایه را بترتیبی که در نتایج آمده پوشش دهد و آنهایی که درگیر نیستند، با علامت ۰ (صفر) نشان داده و به صورت سطح در نقشه نمایش داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

مشخص کردن آستانه ها با استفاده از لایه رستری:

لایه های کمی مانند شیب، بارش، ضریب انحنا و ... را بصورت ۱۰ طبقه در آورده و لایه های توصیفی مانند زمین شناسی و کاربری اراضی به تعداد همان طبقات شان بدون تغییر می مانند. علت اینکه لایه های کمی به ۱۰ طبقه در آمدند اینست که طبقه بندی بر اساس فراوانی در مکان بوده است. بدین صورت که تکرار در مکان را از ۱/۱۰ تا ۱ جدا نموده و برای اینکه به اعشار برخورد نکنیم از عدد ۱ تا ۱۰ طبقه بندی گردید و این طبقه بندی جزو تکنیک های نرم افزاری مدل وزنی است که در این پژوهش بکار گرفته شده است و به ریشه محیطی و مکانی لایه ها در منطقه مورد مطالعه ربطی ندارد. یکی از این لایه ها عامل انحنای دامنه است که نشان دهنده ضریب تحدب و تقعر دامنه هاست بر حسب ضرورت تکنیک مورد استفاده به ۱۰ طبقه تقسیم شده است. ضریب یاده شده به سمت ۱± گرایش دارد. در واقع این عامل در تایید و تقویت یافته های شیب است.

تولید جداول آستانه برای هر عامل ژئومورفولوژی:

جدول لایه های کمی در ۱۰ طبقه و لایه های توصیفی به تعداد سطوح شان تولید گردید.

تولید جدول نهایی آستانه ها:

این جدول با کمک ۹ جدول دیگر با استفاده رابطه زیر تولید گردیده است. درواقع تکمیل کننده، نقشه نهایی می باشد.

مساحت آن طبقه / فراوانی آبکند در هر طبقه × فراوانی نسبی آبکند در هر طبقه=**شاخص آستانه**

نقشه پتانسیل آبکند زایی:

از هم پوشانی جمعی لایه های موجود، نقشه نهایی در ۵ سطح تولید گردید و مدل مناسب جهت گسترش آبکند بدست آمد. بدین ترتیب در محیط GIS لایه های رستری متغیر ها که به صورت سطوح درگیر مشاهدات و سطوح غیر درگیر (دو سطح رستری) و استخراج آستانه های آنها در مشاهدات پژوهش تولید کرده سپس با استفاده از هم پوشانی آنها مدل مناسب جهت گسترش آبکند به دست آمد.

یافته های پژوهش و بحث

مدل تحلیل مکانی یکی از روش های مناسب جهت رسیدن به نمایش پتانسیل آبکندزایی در منطقه مورد مطالعه می باشد. که می تواند توجه عمیقی به روابط بین عوامل موثر در ایجاد این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

لندفرم داشته باشد و آنها را به صورت فضایی در قالب نقشه و جدول نشان دهد. بنابراین در این پژوهش از این روش استفاده گردید که در تکمیل روش های آماری جهت روشن شدن هر چه بهتر سوال پژوهش تعیین کننده باشد و رسیدن به یک دید جامع در این امر است. در زیر به ترتیب هر کدام از لایه ها جهت استخراج آستانه های آبکند زایی آمده است.

شیب

همان طوریکه در جدول ۱ مشاهده می شود بر اساس دستورالعمل روش تحقیق، شیب منطقه به ۱۰ طبقه تقسیم شده است. نتایج نشان می دهد که مساحت طبقات شیب بهم نزدیک می باشد و تفاوت چشمگیری مشاهده نمی شود، اما با این حال بیشترین مقدار مربوط به طبقه شیب ۷/۵۱-۵/۶۳ با ۳۹۵/۶۳ هکتار می باشد. بیشترین فراوانی آبکند مربوط به طبقات ۵/۶۳ –۳/۷۵ و ۷/۵۱– ۵/۶۳ با ۸ مورد می باشد و بیشترین تراکم نسبی آبکند هم در این طبقات بترتیب ۰/۰۲۱ و ۰/۰۲ در هکتار می باشد. در نتیجه آستانه شیب آبکند زایی منطقه مورد مطالعه بین ۳/۷۵ – ۷/۵۱ درجه می باشد که شاخص آستانه در آن بالاترین مقدار نسبت به دیگر طبقات می باشد. این بازه شیبی، جزو شیب های آرام است که می تواند در تایید نتایج احمدی (۱۳۷۸) باشد.

جدول (۱)آستانه شیب آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت (هکتار)	حدود طبقات شیب (درجه)
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۸۵۷	۳	۳۴۲/۴۸	۰ - ۳/۷۵
۰/۰۰۴۷	**۰/۰۲۱**	**۰/۲۲۸۵**	**۸**	**۳۷۹/۷۲**	**۳/۷۵ – ۵/۶۳**
۰/۰۰۴۵	**۰/۰۲**	**۰/۲۲۸۵**	**۸**	**۳۹۵/۶۳**	**۵/۶۳ – ۷/۵۱**
۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۱۱۴۲	۴	۳۶۶/۶۷	۷/۵۱ – ۹/۳۸
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۸۵۷	۳	۳۵۲/۳۷	۹/۳۸ – ۱۱/۴۹
۰	۰/۰۰۲۷	۰/۰۲۸۵	۱	۳۶۴/۴۳	۱۱/۴۹ – ۱۴/۰۶
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۸۵۷	۳	۳۶۰/۳۷	۱۴/۰۶ – ۱۱,۱۷
۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۱	۰/۱۱۴۲	۴	۳۳۵/۶	۱۷/۱۱ – ۲۰/۸۶
۰	۰	۰	۰	۳۴۸/۱۸	۲۰/۸۶ – ۲۵/۷۸
۰,۰۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲۸۵	۱	۳۳۲/۹	۲۵ <

فاصله از شبکه زهکشی

نتایج عامل فاصله از شبکه زهکشی نشان می دهد که از میان ده طبقه فاصله، نقاط برداشت شده از شبکه زهکشی، طبقه ۶/۵۸ – ۲۷/۴ با مساحت ۴۱۳/۵۷ هکتار دارای بیشترین مساحت

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

است. این طبقه ۱۳ مورد آبکند ثبت شده و نیز ۰/۰۱۸ دارای بیشترین فراوانی و تراکم آبکند در هکتار می باشد(جدول ۲).با استفاده از نتایج به دست آمده نتیجه می گیریم که آستانه فاصله از شبکه زهکشی منطقه مورد مطالعه بین ۰- ۲۷ مترمی باشد. این فاصله اندک از شبکه زهکشی می رساند که آبکند ها بخشی از شبکه زهکشی می باشند و این موضوع در تایید نتایج احمدی (۱۳۷۸) می باشد.

جدول(۲) آستانه فاصله از شبکه زهکشی در آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند**(m/ha)**	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت هر طبقه (هکتار)	فاصله طبقات
۰/۰۰۱۵	**۰/۰۱۸**	**۰/۰۸۵۷**	**۳**	**۱۵۸/۵۷**	**۰ - ۶/۵۸**
۰/۰۰۹۲	**۰/۰۲۵**	**۰/۳۷۱۴**	**۱۳**	**۵۱۳/۵۷**	**۲۷/۴ – ۶/۵۸**
۰/۰۰۴۸	۰/۰۱۹	۰/۲۵۷۱	۹	۴۵۲/۹۲	۴۷/۹۵ – ۲۷/۴
۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۱۱۴۲	۴	۴۶۰/۷۵	۷۱/۹۳ – ۴۷/۹۵
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۸۵۷	۳	۳۴۷/۸۱	۹۵/۹۱ – ۷۱/۹۳
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۵۷۱	۲	۳۴۶/۶۴	۱۲۶/۷۴– ۹۵/۹۱
۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸۵	۱	۳۴۵/۸۶	۱۶۷/۸۴ – ۱۲۶/۷۴
۰	۰	۰	۰	۳۴۲/۸۸	۲۲۶/۰۸ – ۱۶۷/۸۴
۰	۰	۰	۰	۳۱۸/۲۳	۳۱۵/۱۴– ۲۲۶/۰۸
۰	۰	۰	۰	۳۱۱/۱۱	– 876۳۱۵/۱۴

کاربری اراضی

نتایج حاصل از کاربری اراضی نشان می دهد کشاورزی با ۲۶۳۱/۲۳ هکتار دارای بیشترین و مرتع با ۴۲۳/۶۳ هکتار دارای کمترین سطح را در منطقه در بر می گیرند. بیشترین فراوانی و تراکم آبکند در کاربری کشاورزی با ۲۸ مورد و ۰/۰۱۲ در هکتار می باشد (جدول۳). با استفاده از نتایج بدست آمده نتیجه می گیریم که کاربری کشاورزی با ۲۶۳۱/۲۳ هکتار بیشترین مساحت و بیشترین آبکند نسبت به سایر کاربری ها در منطقه را دارا می باشد.

جدول (۳) کاربری کشاورزی دارای بیشترین آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند **(m/ha)**	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت	کاربری اراضی
۰/۰۱۱۷	**۰/۰۱۲۵**	**۰/۹۴۲۸**	**۳۳**	**۲۶۳۱/۲۳**	**کشاورزی**
۰	۰	۰	۰	۴۲۳/۶۳	مرتع
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳۶	۰/۰۵۷۱	۲	۵۴۲/۲۱	جنگل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

بارش حداکثر

از میان عناصر اقلیمی عامل بارش حداکثر بیشترین تاثیر را در آبکند زایی می تواند داشته باشد. بدین ترتیب این عنصر اقلیمی به ۱۰ طبقه تقسیم گردید که طبقه ۲۶۶/۳ – ۲۶۲/۵ بیشترین مساحت را در منطقه مورد مطالعه را دربر می گیرد (جدول۴). این طبقه با ۱۱ مورد آبکند ثبت شده دارای بیشترین فراوانی و با ۰/۰۲۹۸ بیشترین تراکم آبکند در هکتار را دارا می باشد.با استفاده از نتایج بدست آمده از بارش حداکثر منطقه مورد مطالعه نتیجه می گیریم که آستانه بارشی آبکند زایی بین ۲۶۲/۵ – ۲۶۶/۳ میلی متر می باشد. این بازه بارشی بیشترین تاثیر را آبکند زایی دارد و این موضوع در تایید یافته های دادخواه (۱۳۸۵) می باشد.

جدول(۴)آستانه بارشی آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت (هکتار)	فاصله طبقات (میلی متر)
۰/۰۰۱۳	۰/۰۱۱۴	۰/۱۱۴۲	۴	۳۴۷/۹۵	۲۴۰/۹۶ – ۲۵۱/۷۳
۰/۰۰۲۸	۰/۰۱۶۸	۰/۱۷۱۴	۶	۳۵۵/۳۷	۲۵۱/۷۳ – ۲۵۸/۰۶
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۵۵	۰/۰۵۷۱	۲	۳۶۳/۵۲	۲۵۸/۰۶ – ۲۶۲/۵
۰/۰۰۹۳	**۰/۰۲۹۸**	**۰/۳۱۴۲**	**۱۱**	**۳۶۸/۳۴**	**۲۶۲/۵ – ۲۶۶/۳**
۰/۰۰۲۷	۰/۰۱۵۹	۰/۱۷۱۴	۶	۳۷۷	۲۶۶/۳ – ۲۷۰/۱۱
۰	۰	۰	۰	۳۵۸/۳۵	۲۷۰/۱۱ – ۲۷۳/۹۱
۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۸۱	۰/۰۸۵۷	۳	۳۶۹/۸۴	۲۷۳/۹۱ – ۲۷۹/۳
۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۸۴	۰/۰۸۵۷	۳	۳۵۵/۱۳	۲۷۹/۳ – ۲۸۵/۶۳
۰	۰	۰	۰	۳۵۷/۹	۲۸۵/۶۳ – ۲۹۲/۶
۰	۰	۰	۰	۳۴۴/۹۳	۲۹۲/۶ – ۳۲۲/۷

زمین شناسی

نتایج حاصل از روش مورد استفاده در پژوهش و داده های موجود و مطالعات میدانی نشان می دهد زمین های پوشیده از لس بیشترین گستره از منطقه برابر ۳۳۶۵/۶۱ هکتار را در بر می گیرد و بیشترین آبکند هم در این سازند برابر ۳۳ موقعیت ثبت شده است که تراکم آبکند در آن ۰/۰۲۱ می باشد (جدول ۵). با استفاده از نتایج بدست آمده از منطقه مورد مطالعه مشاهده می شود که سازند زمین شناسی لس با مساحت ۳۳۶۵/۶۱ هکتار بیشترین تعداد آبکند را دارا می باشد. بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که لس محیط ژئومورفیک مناسبی برای آبکند زایی است که این موضوع با یافته های احمدی (۱۳۷۸)، ثروتی (۱۳۸۲)، بیاتی خطیبی (۱۳۸۳) و تیموری یانسری (۱۳۸۶) همخوانی دارد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

جدول (۵) سازند لس دارای بیشترین آبکند در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت سازند (هکتار)	نوع سازند
۰/۰۰۸۱	**۰/۰۰۹۲**	**۰/۸۸۵۷**	**۳۱**	**۳۳۶۵/۶۱**	**لس**
۰/۰۰۱۹	۰/۰۱۷۳	۰/۱۱۴۲	۴	۲۳۱/۰۹	سرچشمه

خاک شناسی

همان طوریکه در جدول ۶ مشاهده می شود خاک های از نوع لوم سیلتی با ۳۳۴۰,۹۲ هکتار بیشترین سطح را در منطقه در برگرفته اند. بیشترین آبکند هم در این سطح ثبت شده است که فراوانی و تراکم آن ۳۴ مورد و ۰/۰۱۰۱ در واحد هکتار می باشد.با استفاده از نتایج بدست آمده از خاک منطقه نتیجه می گیریم که خاک لوم سیلتی با مساحت ۳۳۴۰/۹۲ هکتار دارای بیشترین آبکند نسبت به سایر خاک ها است. خاک یکی از مهمترین عوامل تسهیل کننده آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه است که این موضوع با یافته های احمدی (۱۳۷۸)، بیاتی خطیبی (۱۳۸۳)، دادخواه (۱۳۸۵) و تیموری یانسری (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

جدول (۶) خاک لوم سیلتی دارای بیشترین آبکند در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت	نوع خاک
۰/۰۰۹۸	**۰/۰۱۰۱**	**۰/۹۷۱۴**	**۳۴**	**۳۳۴۰/۹۲**	**لوم سیلتی**
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۲۸۵	۱	۲۶۰/۶۹	لوم رسی سیلتی

فاصله از آبکند

نتایج عامل فاصله از آبکند نشان می دهد که در۱۰ طبقه ایجاد شده در منطقه مورد مطالعه، بیشترین مساحت مربوط به طبقه ۰ (صفر) با ۷۲۵,۰۲ هکتار است که بیشترین فراوانی آبکند با ۱۶ مورد و نیز تراکم آبکند ۰/۰۲۲ در هکتار مربوط به این طبقه می باشد (جدول ۷). با استفاده از نتایج بدست آمده از عامل فاصله از آبکند نتیجه می گیریم که فاصله آستانه ای آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه بین ۰- ۳۹/۲۱ متر از شبکه آبکند می باشد. این عامل با این عنوان در مطالعات پیشین مورد توجه واقع نشده است. منظور از فاصله از آبکند فرآیند های مکشی و جریان زیرقشری هستند که در خاک های سدیک با لایه سدیمی گرایش به حفر شدن زمین دارند، می باشد که این در مطالعه ای ولنتاین و همکاران (۲۰۰۵) با عنوان فرسایش آبکندی از آن یاد کرده اند و اظهار داشته اند که این نوع فرسایش در خاک های غیر سدیک و یا غنی از کانی های رس اسمکتیت به وجود می آیند. اشکال مرفولوژی کانال اغلب به

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

وسیله فرآیند های مکشی و جریان های زیر قشری کنترل می شود و خاک با لایه سدیمی گرایش به کانال شدن دارند و زمانی فرا می رسد که سقف شان پاشیده می شود و آبکند ایجاد می شود. در نتیجه در پژوهش حاضر منظور از فاصله از آبکند مبتنی بر استدلال پژوهشگران یاد شده می باشد. از اینرو چون خاک منطقه مورد مطالعه رسی و قلیایی بود این ویژگی به عنوان یک عامل اثرگذار درنظر گرفته شد.

جدول(۷) آستانه فاصله از آبکند در آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت هر طبقه (ha)	فاصله طبقات (m)
۰/۰۱	۰/۰۲۲	۰/۴۵۷۱	۱۶	۷۲۵/۰۲	۰
۰/۰۰۳۴	۰/۰۲	۰/۱۷۱۴	۶	۲۸۹/۸۵	۰ - ۳۹/۲۱
۰/۰۰۳۶	۰/۰۱۸	۰/۲	۷	۳۷۷/۵۳	۳۹/۲۱ – ۹۴/۱۱
۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۲۸۵	۱	۳۲۰/۵۱	۹۴/۱۱ – ۱۵۶/۸۵
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۵۷۱	۲	۳۱۴/۳۳	۱۵۶/۸۵ – ۲۳۵,۹۱
۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۹	۰/۰۸۵۷	۳	۳۲۳/۹۸	۲۳۵/۹۱ – ۳۵۲/۹۱
۰	۰	۰	۰	۳۱۶/۴۹	۳۵۲/۹۱ – ۵۲۵/۴۵
۰	۰	۰	۰	۳۱۶/۴۴	۵۲۵/۴۵ – ۷۶۰/۷۳
۰	۰	۰	۰	۳۰۶/۱۵	۷۶۰/۷۳ – ۱۰۶۰/۱۲
۰	۰	۰	۰	۳۰۵/۰۳	۱۰۶۰/۱۲ – ۲۰۰۷/۷۱

شکل انحنای دامنه

شکل انحنای دامنه که شاخص سنجش تقعر و تحدب دامنه است با تقسیم لایه اش به ۱۰ طبقه، نشان می دهد که طبقه ۰ – ۰/۱۴ با ۶۱۲/۹۳ هکتار بیشترین مساحت از منطقه را در بر می گیرد. طبقه ۰/۱۴ – ۰/۳۶ با ۹ مورد موقعیت آبکند ثبت شده، دارای بیشترین فراوانی و نیز دارای بیشترین تراکم با ۰/۰۲۱ در هکتار می باشد (جدول ۸). با استفاده از نتایج بدست آمده از عامل شکل انحنای دامنه نتیجه می گیریم که آستانه آبکند زایی منطقه بین ۰/۱۴ – ۰/۳۶ می باشد. این نشان می دهد که آبکند ها در دامنه های که به سمت محدب بودن گرایش دارند، اتفاق می افتد، زیرا ضریب یاده شده به سمت ۱+ گرایش دارد. در واقع این عامل در تقویت یافته های شیب در منطقه است که بسیار همخوانی با مقدار شیب دارد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

جدول (۸) آستانه شکل انحنای دامنه آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت هر طبقه (ha)	حدود طبقات
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۵۷۱	۲	۳۷۰/۴۷	۱/۱ - -۱۱-
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۵۷۱	۲	۴۱۳/۶۴	۰/۵ - -۱/۱-
۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۱	۰/۱۴۲۸	۵	۴۲۸	۰/۲۲ - -۰/۵-
۰/۰۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۱۱۴۲	۴	۱۷۶/۶۸	۰/۰۷ - -۰/۲۲-
۰/۰۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۱۱۴۲	۴	۲۶۷/۲۵	۰ - ۰/۷-
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۵۷۱	۲	۶۱۲/۹۳	۰/۱۴ – ۰
۰/۰۰۵۳	**۰/۰۲۱**	**۰/۲۵۷۱**	**۹**	**۴۲۲/۷۲**	**۰/۳۶ – ۰/۱۴**
۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۵۷۱	۲	۳۱۱/۸۱	۰/۶۶ – ۰/۳۶
۰	۰	۰	۰	۳۰۷/۹۵	۱/۱۷ – ۰/۶۶
۰/۰۰۲۴	۰/۰۱۷	۰/۱۴۲۸	۵	۲۸۶/۸۸	۷/۵ – ۱/۱۷

واحد های ارضی

نتایج نشان می دهد واحد ارضی ۱,۲,۱ با ۱۱۶۹/۸۵ هکتار بیشترین و واحد ارضی ۱,۳,۲ با ۴۱/۲۴ هکتار کمترین سطح را در منطقه در برگرفته اند. بیشترین فراوانی آبکند با ۱۱ مورد در واحد ۱,۳,۱ و بیشترین تراکم آبکند در واحد ۴,۱,۱ با ۰/۰۲۸ در هکتار مشاهده می شود (جدول ۹). با استفاده از نتایج بدست آمده از عامل واحد های ارضی نتیجه می گیریم که واحد ۱,۳,۱ با مساحت ۶۶۲/۳ هکتار دارای بیشترین آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه می باشد که ۱۱ مورد از آبکند های مورد مطالعه در این واحد ارضی بوجود آمده است و قابل چشمگیر است.

جدول(۹) واحد ۱,۳,۱ دارای بیشترین آبکندزایی در منطقه مورد مطالعه

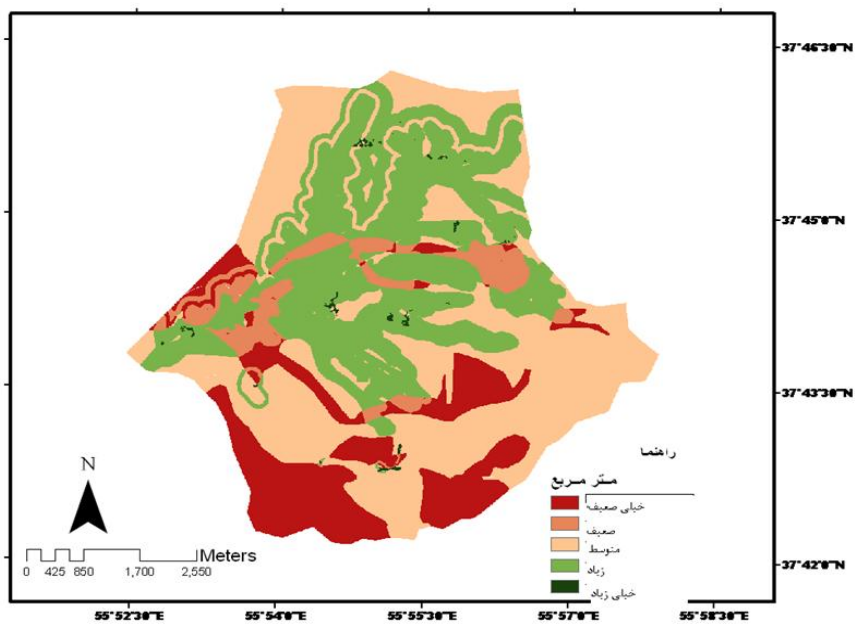
شاخص آستانه	تراکم نسبی آبکند(m/ha)	فراوانی نسبی آبکند	فراوانی آبکند	مساحت هر واحد (ha)	واحد های ارضی
۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۲	۷	۱۱۶۹/۸۵	۱,۲,۱
۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۷	۰/۲	۷	۹۱۳/۹	۱,۲,۲
۰	۰/۰۰۳	۰/۰۲۸۵	۱	۲۸۸/۹۲	۱,۲,۳
۰/۰۰۵	**۰/۰۱۶**	**۰/۳۱۴۲**	**۱۱**	**۶۶۲/۳**	**۱,۳,۱**
۰/۰۰۰۶	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸۵	۱	۴۱/۲۴	۱,۳,۲
۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۸۵۷	۳	۱۹۰/۷۳	۲,۱,۱
۰	۰	۰	۰	۱۹۴/۰۶	۲,۱,۲
۰/۰۰۲۲	۰/۰۲۶	۰/۰۸۵۷	۳	۱۱۲/۹۵	۳,۱,۱
۰	۰	۰	۰	۵۲/۶۲	۳,۱,۲
۰/۰۰۱۵	۰/۰۲۸	۰/۰۵۷۱	۲	۶۹/۶۳	۴,۱,۱

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

نتایج حاصل از ۹ عامل ژئومورفولوژیکی در جدول ۱۰ آمده است که آستانه های آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه می باشد.

جدول (۱۰) آستانه های ژئومورفولوژیکی آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

آستانه های آبکند زایی	عوامل ژئومورفولوژیکی
۳/۷۵ – ۷/۵۱	شیب (درجه)
۰ -۲۷	فاصله از شبکه زهکشی (متر)
کشاورزی	کاربری اراضی
۲۶۲/۵ – ۲۶۶/۳	حداکثر بارش (میلی متر)
سازند لس	زمین شناسی
لوم سیلتی	خاک شناسی
۰ -۳۹/۲۱	فاصله از آبکند (متر)
۰/۱۴ – ۰/۳۶	شکل انحنای دامنه
۱,۳,۱	واحد های ارضی



شکل (۲) پتانسیل آبکند زایی در منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

عواملی که در بالا به صورت لایه ها آمده است، هر کدام بیانگر یک عامل ژئومورفولوژیکی موثر در آبکندزایی منطقه است. از آنجا که کلیه عوامل دخیل در آبکندزایی، بصورت یکجا و در قالب لایه در نظر گرفته شده است، به همین دلیل به مطالعه، بعدی فضایی بخشیده است که در نوع خود منحصر می باشد و از واقعیات محیطی نشان بیشتری دارد و می توان از نتایج آن در جهت مدیریت بهتر محیط منطقه مورد مطالعه نیز استفاده کرد. بدین ترتیب مطالعاتی که پیشتر از این انجام شده، نتایج یک عامل یا چند عامل محدود در محیط و یا عامل مسلط بر آبکند زایی در نظر گرفته شده است. بنابراین مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین می تواند در تقویت و تاییدی باشد. به نحوی که آستانه شیب و شکل انحنای دامنه آبکندزایی منطبق با یافته های احمدی (۱۳۷۸) می باشد که تایید این موضوع می باشد که آبکند در شیب های آرام و دامنه های محدب ایجاد می شود. درباره نقش بستر محیطی آبکند، سازند و جنس خاک در منطقه، سازند لس و خاک لوم سیلتی است که هر کدام در مطالعاتی توسط احمدی (۱۳۷۸)، ثروتی (۱۳۸۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸) بر نقش این عامل در آبکندزایی به عنوان رسوبات ریز دانه و سست و مستعد تاکید شده است. عامل استفاده از زمین توسط انسان نقش مهمی در بر هم زدن تعادل محیط دارد و انسان عاملی تسریع کننده در پیدایش فرآیند ها و اشکال محیطی است و این عامل با وجود چشم انداز های کشاورزی در منطقه به خوبی نشان داده شده است. به نحوی که از میان دیگر کاربری ها، کشاورزی بستر تسریع کننده آبکندزایی می باشد و این در مطالعات اعتراف (۱۳۷۸)، هویسی (۱۳۷۹) و فیض نیا و همکاران (۱۳۸۶) به خوبی نشان داده شده است و بیانگر این موضوع هستند که انسان به عنوان یک عامل ژئومورفولوژی در محیط نقش آفرین است. نتایج دو عامل فاصله از آبکند و شبکه زهکشی که در پژوهش های پیشین کمتر به آن توجه شده است، با عوامل دیگر تولید کننده آبکند مرتبط هستند؛ بدین معنا که عامل فاصله از شبکه زهکشی، می تواند نقش مهمی در زایش آبکند داشته باشد، زیرا این عامل می تواند توجیه کننده عوامل دیگری نظیر بارش، شیب و سطح زهکشی باشد. بدین ترتیب این عوامل می توانند زمینه تمرکز رواناب را فراهم کنند و تمرکز رواناب نقش اساسی در تولید آبکند دارد و این موضوع با یافته های کریمی (۱۳۷۷) و صیادی (۱۳۸۵) می تواند، مورد تایید واقع شود. همچنین این نتایج که بیش از ۶۰ درصد آبکند ها در فاصله کمتر از ۵۰ متری شبکه زهکشی قرار دارند، نتیجه گیری می شود که یافته های این پژوهش می تواند در تقویت و تایید یافته های پیشین که آبکند ها بخشی از شبکه زهکشی هستند، باشد. عامل فاصله از آبکند بیشتر به نوع خاک و ترکیبات آن بستگی دارد و در جاییکه فرسایش آبکندی بوجود می آید، مقدمه ایجاد آبکند است که با تکامل آن، آبکند گسترش می

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

یابد. این روند در خاک های غیر سدیک و اسیدی به وجود می آید و این نکته را نخستین بار ولنتاین و همکاران (۲۰۰۵) مطرح کردند و یافته های این پژوهش در تقویت آن می باشد. به نحوی که بیش از ۶۰ درصد آبکند ها در فاصله کمتر از ۴۰ متری آنها ایجاد شده اند. نتایج این ۹ عامل در شکل ۲ مشاهده می شود که در هر یک از سطوح رنگی حداقل ۳ عامل در آبکند زایی دخیل هستند. اگر بخواهیم ۵ سطح نمایشی بصورت توصیفی بیان کنیم عبارتند از: ۱- سطح خیلی ضعیف که در آن آبکند زایی خیلی کم می باشد و بیشتر حواشی حوضه و نقاط صخره ای آن را در برمی گیرد. ۲- سطح ضعیف که به مراتب بیشتر از پیشین است. ۳- سطح متوسط ۴- سطح زیاد که در آن آبکند ها بیشتر می شوند. ۵- سطح خیلی زیاد که در آن آبکند زایی دارای بیشترین تراکم می باشد. بطوریکه هر چه به مرکز حوضه نزدیک می شویم نقش عوامل ژئومورفولوژیکی بیشتر می شود. لازم به یادآوری است که وجود عدد ۱ حاکی از دخیل بودن یک عامل ژئومورفولوژی به همان ترتیبی است که در بالا آمده است. در بیشتر پهنه ها عامل شیب، زمین شناسی، فاصله از شبکه زهکشی، خاک شناسی و کاربری اراضی وجود دارد که این در واقع عوامل اصلی محیطی هستند که باعث آبکند زایی در منطقه شده اند. این موضوع بارها در پژوهش ها با روش های گوناگون منتج شده است و یافته های این تحقیق در تایید و تقویت آنها به ویژه قدوسی (۱۳۸۲) می باشد. در پژوهش یادشده، ۶ عامل در نظر گرفته شده است و برای رسیدن به نتایج از روش های آماری استفاده شده است و به این مهم که آبکند زایی تابعی از عوامل ژئومورفولوژی است، رسیده است. در حالیکه در پژوهش حاضر، ۹ عامل در نظر گرفته شده است. این مدل با بکارگیری مجموعه ای از لایه های عوامل ژئومورفولوژیکی، آستانه های رخداد آبکند زایی را ارایه کرده است و می توان با استفاده از تحلیل مکانی، حوضه دقت و اعتبار آن را در منطقه ای مورد سنجش قرار داد. از اینرو تحلیل فضایی از کلیه عوامل تاثیرگذار بر آبکندزایی، سهم هر عامل ژئومورفولوژیکی را در آستانه های تاثیرگذاری آنها تعریف و شناسایی کرده است. در نتیجه می توان گفت که آبکند زایی یک فرآیند ترکیبی است که تابع از عوامل ژئومورفولوژیکی است که به وسیله آستانه هایی کنترل می شود.

نتیجه گیری

آبکندزایی پدیده ای است که تحت شرایط ویژه ای و با دخالت عوامل مختلف شکل می گیرد. در این میان عوامل ژئومورفولوژیک نقش آستانه ای در تعیین مورفومتری آنها دارند. که در این پژوهش به کمک تکنیک های ترکیب وزنی دادها، آستانه ها مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

نتایج بدست آمده نشان داد که مورفومتری آبکند به فرآیند های ایجاد کننده آن بر می گردد که متاثر از عوامل ژئومورفولوژیکی است و عینیت آن در محیط است که خود را به بروز و ظهور رسانیده است. بدین ترتیب عناصر مورفومتری آبکند، گامی مهم در شناخت فرآیند های آن است که از این طریق می توان به فراخور مدل های مورد استفاده سهم و مشارکت و نیز آستانه عوامل تاثیرگذار بر آبکند زایی را در محیط ژئومورفیک آن تعیین و معرفی کرد. از اینرو در منطقه مورد مطالعه آبکند زایی، یک فرآیند است که تابعی از ۹ عامل ژئومومورفولوژی شیب، فاصله از شبکه زهکشی، کاربری اراضی، بارش حداکثر، سازند زمین شناسی، خاک شناسی، فاصله از آبکند، شکل انحنای دامنه و واحد های ارضی می باشد. همچنین عوامل تاثیرگذار بر مورفومتری و تولید آبکند را نمی توان تنها محدود به نوع معینی از شیب، فاصله از شبکه زهکشی، کاربری اراضی، بارش حداکثر، سازند زمین شناسی، خاک شناسی، فاصله از آبکند، شکل انحنای دامنه و واحد های ارضی در کلیه مناطق مختلف نمود، بلکه این عوامل مربو ط به این منطقه و تابع خصوصیات ژئومورفولوژی آن می باشد. به همین دلیل است به رغم تلاش های فراوان در این جهت در نقاط مختلف جهان مدل فراگیری برای پیش بینی شکل گیری و برآورد رشد و گسترش این نوع لندفرم مبتنی بر سیستم های شکل زا آن ارایه نشده است.

منابع و مآخذ

۱- احمدی، حسن، (۱۳۷۸) **ژئومورفولوژی کاربردی**، جلد ۱ (فرسایش آبی). چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- اعتراف، حسین (۱۳۷۸) **اثرات بهره برداری از اراضی لسی بر حاصلخیزی و فرسایش خاک در منطقه مراوه تپه**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- امینی، آرش (۱۳۷۴) **مطالعه برخاستگاه و مکانیزم رسوب زایی لس ها در حوضه آبخیز قره تیکان**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه تهران.

۴- بیاتی خطیبی، مریم (۱۳۸۳) **تحلیل و بررسی نقش عوامل توپوگرافی و مرفوژنز در خندق زایی (مطالعه موردی: دامنه های شمالی قوشه داغ بین اهر و مشکین شهر)**، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۴۹، صص ۵۳-۷۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

۵- تلوری، عبدارسول (۱۳۸۲) **مدل های فرسایش و رسوب**، جزوه درسی کارشناسی ارشد دانشگاه. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۶- تیموری یانسری، زینب (۱۳۸۶) **ژئومورفولوژی چهارگوش یلی بدرق با تاکید بر لس های آن در شمال شهرستان کلاله، استان گلستان**، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.

۷- ثروتی، محمدرضا, قدوسی، جمال, دادخواه، معصومه (۱۳۸۷) **عوامل موثر در شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی درلس ها**، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۲۱.

۸- ثروتی، محمدرضا, قدوسی جمال, تیموری یانسری، زینب (۱۳۸۸) **ژئومورفولوژی لس های منطقه یلی بدراق شمال شرق استان گلستان، شمال شهرستان کلاله**، جغرافیای طبیعی، شماره، ۳.

۹- ثروتی، محمدرضا و عبدا... مختومی (۱۳۸۵) **ارزیابی نهشته های لسی در حوضه آبریز میدان جیق (استان گلستان)**، پژوهش های جغرافیایی شماره ,۵۸

۱۰- خواجه، منصور (۱۳۸۱) **بررسی رسوب شناسی، محیط رسوبی و رسوب زایی نهشته های کواترنر حوضه گرگانرود (یل چشمه و قورچای)**. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.

۱۱- دادخواه، معصومه (۱۳۸۵) **شکل گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس های حوضه عرب قره حاجی (شمال شرق گنبد کاووس)**، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.

۱۲- دولت خواهی، محمد (۱۳۸۰) **بررسی بین خصوصیات خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی با تولید رسوب نهشته لسی در حوضه آبخیز کچیک (زیر حوضه گرگانرود)**. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۳- شاهینی، غلامرضا (۱۳۸۴) **نقش پوشش گیاهی در کنترل فرسایش خندقی**، مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، ۳۴۶-۳۴۱ صفحه.

۱۴- صیادی، محمدجمیل (۱۳۸۵) **بررسی اثر برخی از عوامل موثر بر توسعه فرسایش خندقی در سازند لسی حوزه آبخیز آق امام – کچیک**، طرح مطالعاتی مدیریت آبخیزداری جهاد کشاورزی استان گلستان.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

۱۵- فیض نیا، سادات، حشمتی، مسیب، احمدی، حسن، قدوسی، جمال (۱۳۸۶) **بررسی فرسایش آبکندی سازند مارنی آغاجاری در منطقه قصرشیرین**، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ,۷۴

۱۶- قدوسی، جمال (۱۳۸۲) **مدل سازی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن (مطالعه موردی آبخیز زنجانرود)**. پایان نامه دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۷- قدیری، حسین (۱۳۷۲) **حفاظت خاک**، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۸- کریمی، محمد (۱۳۷۷) **بررسی عوامل موثر در فرسایش خندقی و معرفی مناسب ترین راه های مهار آن در منطقه زهان قائن**، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.

۱۹- مدیریت آبخیزداری استان گلستان (۱۳۷۶) **مطالعات مربوط به حوزه کچیک** . انتشارات سازمان جهاد سازندگی استان گلستان.

۲۰- نهتانی، محمد (۱۳۷۶) **رابطه ژئومورفولوژی با فرسایش رسوبات لسی حوضه آبخیز کاشیدار (زیرحوضه گرگانرود)**، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲۱- هویسی، عبدالصادق (۱۳۷۹) **بررسی عوامل گسترش فرسایش خندقی در حوزه درب خزینه**، پایان نامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، مرکز آموزش عالی امام خمینی (معاونت آموزش و تحقیقات).

De Vente, J.,Poesen, J.,Verstraeten,G.,(2005): ***The application of semi-quantitative methods and reservoir Sedimentation rates for the prediction of basin sediment yield in Spain.***Journal of Hydrology305,63–86.

Hessel, R., Van Ash, T., (2003)**: *modelling gully erosion for a small catchment on the Chines Loess Plateau***. Catena 54, 131- 146.

Huon,S., Bellanger,B., Bonte´,Ph., Podwojewski,P., Valentin,C., Velasquez,F., Bricquet,J-P.,deRouw,A., Girardin,C.,(2005): ***Monitoring soil organic carbon erosion with isotopic tracers,two case studies on cultivated tropical catchments with steep slopes (Laos, Venezuela).*** Advances in Soil Science. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

Krause,A.K., Franks,S.W., Kalma,J.D., Loughran,R.J., Rowan,J.S., (2003): ***Multi parameter fingerprinting of sediment deposition in a small gullied catchment in SE Australia***.Catena53(4),327–348.

Marzolff, I., Poesen, J., (2009): ***The potential of 3D gully monitoring with GIS using high-resolution aerial photography and a digital photogrammetry system***. Geomorphology 111. 48-60.

Thompson, J.R. (1964): ***Quantitative effect of watershed variable on rate of gully head advancement***. Transaction of the ASAE 7.54-55.

Valentin, C., Poesen, J., Yong Li, (2005):***Gully erosion: Impacts, factors and control***. Catena 63. 132-153.

Vandael, K., J. Poesen, G.Govers and B. Vanwesemael. (1996): ***Geomorphic threshold conditins for ephemeral gully incision***. Geomorphology 16(2), 161-173.

Wasson,R.J., Caitcheon,G., Murray,A.S., Mc Culloch,M., Quade,J., (2002): ***Sourcing sediment using multiple tracers in the catchment of Lake Argyle, north western Australia***. Environmental Management 29(5),634–646.

Wu, Y., Cheng, H., (2005): ***Monitoring of gully erosion on the Loess Plateau of China using a global positioning system***. Catena 63. 154-166.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-09]