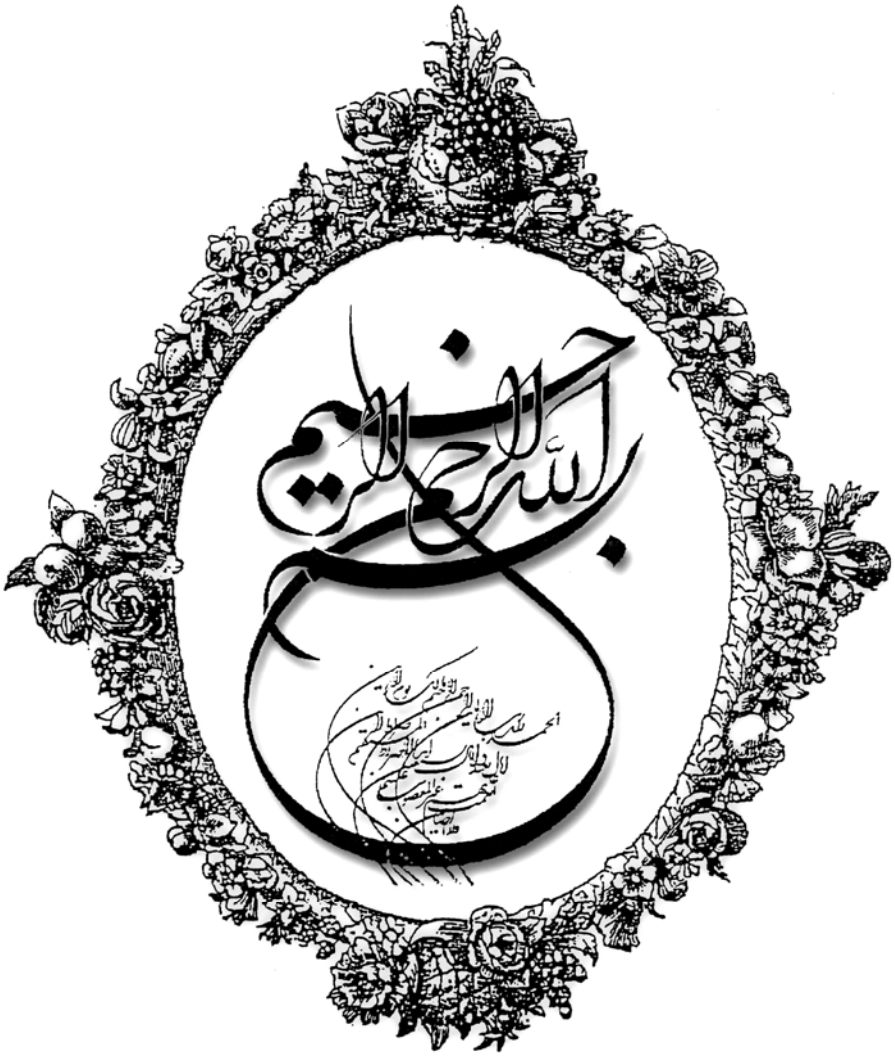
بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده منابع طبیعی

بررسی تغییرات آبکندها و عوامل موثر بر آنها در حوزه هلوش منطقه پلدختر لرستان

پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان زدایی

شهرام میررضایی

استاد راهنما

دکتر حمید رضا کریم زاده

۱۳۸٦

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از زحمات دکتر کریم زاده که با راهنمایی‌های ارزشمندشان این حقیر را در انجام این پـروژه یـاری نمودنـد، همچنین از همکاریهای صمیمانه اساتید مشاور دکتر شکل آبادی ومهندس نورمحمدی و دوستان عزیـزی کـه همـواره پـشتیبانم بودند، کمال تشکر را دارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـــات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پـایـــان نامه (رساله) متعلق به دانشگـــــاه صنعتـــــی اصفهان است.

تقدیم به

شهید همیشه زنده ی بیابانهای تفتیده کربلا

پدرم، استاد همواره زندگی ام

مادرم، مهربان همیشه ماندگارم

خانواده عزیزم که بودنم را بهانه شده‌اند

و

همنفس تمام لحظه های تنهائیم...

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... هشت
فهرست جداول ..... ده
فهرست اشکال ..... یازده
فهرست تصاویر ..... دوازده
چکیده ۱

فصل اول : مقدمه ۲
۱-۱- مقدمه و ضرورت انجام تحقیق ۲
۱-۲- فرضیات تحقیق ۴
۱-۳- اهداف تحقیق ۴

فصل دوم : بررسی منابع ۵
۲-۱- تعریف فرسایش آبکندی ۵
۲-۲- مکانیسم تشکیل آبکند ۶
۲-۳- انواع آبکند ۷
۲-۳-۱- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس شکل و نحوه توسعه ۷
۲-۳-۲- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس عمق ۸
۲-۳-۳- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس مساحت حوزه ۸
۲-۳-۴- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس طول ۸
۲-۳-۵- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس توصیه سازمان خوار و بار جهانی(فائو) ۹
۲-۳-۶- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس تراکم و تعداد ۹
۲-۳-۷- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس نیمرخ عرضی ۹
۲-۴- علل ایجاد آبکندها ۱۰
۲-۵- مدلهای توصیفی مورد استفاده در توسعه و پیشرفت گالی ۱۴
۲-۶- روشهای محاسبه حجم و گسترش آبکندها ۱۵

فصل سوم : مواد و روشها ۱۶
۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه ۱۶
۳-۱-۱- مشخصات فیزیوگرافی ۱۶
۳-۱-۲- وضعیت اقلیمی ۱۸
۳-۱-۳ - وضعیت زمین شناسی ۱۸
۳-۱-۴- وضعیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی ۱۹
۳- ۲- انتخاب و مورفومتری آبکندها ۲۰
۳- ۳ - تجزیه نمونه‌های خاک ۲۴

۳-۴- اطلاعات مربوط به بارندگی ۲۵
۳-۵- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات ۲۵
۳-۵-۱- رگرسیون دو متغیره ۲۵
۳-۵-۲- رگرسیون چند متغیره ۲۶
۳-۵-۳- تعیین مدل نهایی ۲۶

فصل چهارم : نتایج و بحث ۲۷
۴-۱- رابطه بین فراوانی و حجم مواد فرسایش یافته آبکندها درکاربری های مختلف ۲۷
۴-۱-۲ - رابطه بین شیب و نوع آبکند ۲۹
۴-۱-۳- رابطه بین حجم خاک فرسایش یافته و نوع آبکندها ۳۰
۴-۱-۴ - رابطه بین نوع آبکند با سازند زمین شناسی ۳۰
۴-۱-۵- رابطه بین حجم مواد فرسایش یافته آبکندها و بافت خاک ۳۲
۴-۱-۶ - ارتباط میزان حجم هدر رفت خاک آبکندها با خصوصیات خاک ۳۴
۴-۱-۷ - رابطه حجم مواد فرسایش یافته آبکندها و خصوصیات حوزه زهکشی آنها ۴۱
۴-۱-۸- تحلیل عوامل بارندگی ۴۲

فصل پنجم : نتیجه‌گیری و پیشنهادها ٤٦
۵-۱- جمع‌بندی نتایج ۴۶
۵-۲ - پیشنهادها ۴۶

فهرست منابع ۴۸
پیوست‌ها ۵۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس عمق ۸
جدول ۲-۲- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس مساحت حوزه ۸
جدول ۲-۳- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس طول آبکند ۹
جدول ۲-۴- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس توصیه فائو ۹
جدول ۲-۵- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس تراکم و تعداد در واحد سطح ۹
جدول ۳-۱- مشخصات آبکندهای انتخابی ۲۲
جدول ۴-۱- نوع آبکند و فراوانی هریک در دو نوع کاربری ۲۸
جدول ۴-۲- مشخصه‌های اصلی آماری متغیرهای خاک سطحی در منطقه مورد مطالعه ۳۵
جدول۴-۳- بارهای عاملی خصوصیات خاک لایه سطحی ۳۶
جدول۴-۴- مشخصه‌های اصلی آماری متغیرهای خاک میانی در منطقه مورد مطالعه ۳۷
جدول ۴-۵- بارهای عاملی خصوصیات خاک لایه میانی ۳۸
جدول ۴-۶- روابط رگرسیون چند متغیره بین میزان هدررفت خاک و خصوصیات خاک لایه میانی ۳۸
جدول ۴-۷- مشخصه‌های اصلی آماری متغیرهای خاک تحتانی در منطقه مورد مطالعه ۳۹
جدول ۴-۸- بارهای عاملی خصوصیات خاک لایه تحتانی ۴۰
جدول ۴-۹- روابط ارایه شده خصوصیات خاک تحتانی و حجم مواد فرسایش یافته آبکند ۴۰
جدول ۴-۱۰- ضرایب همبستگی بین مقدار کل مواد فرسایش یافته و خصوصیات خاک مقطع ۱ و۲ ..... ۴۱
جدول ۴-۱۱- مشخصه‌های آماری متغیرهای حوزه زهکشی آبکندها ۴۱
جدول ۴-۱۲- ضریب همبستگی پیرسون متغیرهای حوزه زهکشی آبکندها ۴۱
جدول ۴-۱۳- خصوصیات رگبارهای اندازه‌گیری شده ۴۲
جدول ۴-۱۴- ماتریس همبستگی بین میزان حجم خاک فرسایش یافته و خصوصیات بارش ۴۳
جدول۴-۱۵- درصد گسترش آبکندها به ازای رگبارهای مختلف ۴۵
جدول ۴-۱۶- نرخ فرسایش خاک به ازای سطح داخلی آبکند ۴۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱- موقعیت حوزه هلوش و منطقه پلدختر در استان لرستان ۱۷
شکل ۳-۲- توزیع ارتفاع حوزه آبخیز هلوش ۱۷
شکل ۳-۳- نقشه شیب حوزه آبخیز هلوش ۱۸
شکل ۳-۴- نفشه زمین شناسی حوزه آبخیز هلوش ۱۹
شکل ۳-۵- مساحت کاربری‌های شهرستان پلدختر ۱۹
شکل ۳-۶- کاربری اراضی در حوزه هلوش منطقه پلدختر ۲۰
شکل ۴-۱- درصد فراوانی نسبی فرسایش آبکندی در کاربری‌های کشاورزی و مرتع ۲۸
شکل ۴-۲- رابطه بین خاک فرسایش یافته از آبکندها و کاربری اراضی ۲۸
شکل ۴-۳- اثر شیب بر فراوانی و نوع آبکندها ۲۹
شکل ۴-۴- اثر شیب بر حجم خاک فرسایش یافته ۲۹
شکل ۴-۵- اثر نوع آبکند بر مقدار مواد فرسایش یافته ۳۰
شکل ۴-۶- رابطه درصد فراوانی آبکندها با سازندهای زمین شناسی ۳۱
شکل ۴-۷- رابطه بین خاک فرسایش یافته از آبکندها و سازندهای زمین شناسی ۳۱
شکل ۴-۸- رابطه بین بافت خاک لایه سطحی آبکندها و مقادیر خاک فرسایش یافته ۳۲
شکل ۴-۹- رابطه بین بافت خاک لایه میانی آبکندها و مقادیر خاک فرسایش یافته ۳۳
شکل ۴-۱۰- رابطه بین بافت خاک لایه تحتانی آبکندها و مقادیر خاک فرسایش یافته ۳۴

فهرست تصاویر

عنوان **صفحه**

تصویر ۳-۱- نمونه‌ای از آبکندهای مورد مطالعه در حوزه ۲۲
تصویر ۳-۲- مقاطع سه گانه آبکند ۲۳
تصویر ۳-۳- نحوه اندازه‌گیری مقطع عرضی ۲۳
تصویر ۳-۴- اندازه‌گیری مشخصات آبکندها ۲۴

چکیده

فرسایش آبکندی یکی از اشکال مهم تخریب خاک است که در اقلیم‌های مختلف سبب تلفات متفاوت خاک و تولید رسوب می‌شود. این نوع فرسایش در کشور بیشتر در اراضی کشاورزی بوجود آمده و هر ساله باعث از بین رفتن سطح زیادی از اراضی حاصلخیز کشاورزی و پر شدن سدها و مخازن می‌شود. با توجه به اهمیت و گستردگی فرسایش آبکندی درحوزه هلوش منطقه پلدختر استان لرستان، در این تحقیق رابطه بین حجم مواد فرسایش یافته و برخی از عوامل همچون خصوصیات خاک، اقلیم، نوع کاربری اراضی و شیب و مساحت منطقه آبکندی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ابتدا مناطق آبکندی تعیین و در مجموع ۱۵ آبکند شامل؛ آبکند خطی (۸ مورد)، پنجه‌ای (۳ مورد) و جبهه‌ای (۴مورد) انتخاب گردیدند. ابعاد هر آبکند در ابتدای تحقیق و پس از وقوع شش رگبار منجر به ایجاد روانآب، به صورت صحرایی اندازه‌گیری شد. از خاک آبکندها نیز نمونه‌هایی از سه عمق سطحی(۵۰-۰)، میانی(۱۰۰-۵۰) و تحتانی(۱۵۰-۱۰۰) برداشت گردید و خصوصیات بافت، هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشباع، مقادیر غلظت یونهای سدیم، کلسیم و منیزیم، نسبت جذب سدیم، مقادیر گچ، آهک و مقدار ماده آلی اندازه‌گیری و محاسبه گردید. ارتباط بین فرسایش آبکندی با عوامل مختلف موردمطالعه، بررسی و با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی و آنالیز رگرسیون، مهمترین عوامل مؤثر در فرسایش آبکندی تعیین گردید.

نتایج این تحقیق نشان داد که آبکندهای انتخابی در حوزه فوق در سازندهای پابده و کواترنر در دو کاربری کشاورزی و مرتع می باشند. فراوانی نسبی آبکندها در دو نوع کاربری مورد مطالعه تفاوت معناداری ندارد و مقدار حجم مواد فرسایش یافته از آنها یکسان می باشد. بررسی فراوانی آبکندها در طبقات مختلف شیب نشان داد که آبکندهای پنجه ای، جبهه ای و خطی به ترتیب در طبقات شیب ۰ تا ۵ ، ۵ تا ۱۰ و بیش از ۱۰ درصد دیده می شوند. حجم مواد فرسایش یافته آبکندها در شیبهای بیش از ۱۰ درصد، بیشتر از سایر طبقات شیب بوده و تولید رسوب هر سه نوع آبکند تفاوت معناداری داشتند. آبکندهای خطی بیشتر در سازند پابده و سایر آبکندها در سازند کواترنر قرار داشته اند و رسوب تولید شده از سازند کواترنر بیش از سازند پابده بوده است.

مقدار رسوبدهی بافت ها در لایه های مختلف به ترتیب لوم سیلتی، لوم، رسی سیلتی و رسی می باشد که تاثیر نوع بافت خاک لایه های سطحی، میانی و تحتانی بر رسوبزایی آبکندها نیز معنادار بوده است. مطالعه خصوصیات خاک آبکندهای مورد مطالعه نشان داد که در لایه سطحی خاک خصوصیاتی مانند؛ مقدار رس ، نسبت جذب سدیم، درصدشن و سنگریزه دارای ارتباطی معناداری با حجم مواد فرسایش یافته از آبکندها داشته اند اما خصوصیات خاک لایه میانی و تحتانی هیچکدام با حجم مواد فرسایش یافته ارتباط معناداری نداشتند. مساحت حوزه زهکشی آبکندها با ضریب همبستگی نسبتا" خوب مهمترین عامل در حجم رسوب تولید شده از آبکندها بوده و مقدار بارش با ضریب همبستگی ۹۴ ٪ ودر سطح احتمال ۱ درصد، مهمترین عامل تاثیر گذار بر فرسایش آبکندی بوده است. مقدار حداقل بارش برای تولید روانآب ۱۷ میلی متر بوده است.

فصل اول
مقدمه

۱-۱ - مقدمه و ضرورت انجام تحقیق

یکی از عوامل موثر در اقتصاد هر کشور، منابع طبیعی موجود در آن است. خاک به عنوان یکی از مهمترین اجزای منابع طبیعی، نقش بسیار عمده‌ای در زندگی انسان بازی می‌کند. در طول تاریخ، در نتیجه فرایند فرسایش خاک، تمدن‌های بزرگ از بین رفته و یا این عامل موجب عقب افتادگی جوامع گوناگون بشری شده است. فرسایش خاک مشکلی جهانی است که بطور جدی آب و خاک را تهدید می‌کند [۶۴]. مطالعات لودرمیک [۴۴] نشان می‌دهدکه سقوط بسیاری از امپراتوریهای شکوفای عهد باستان به سبب کاهش قدرت محصول دهی و تخریب خاکها در اثر فرسایش و شور شدن بوده است. با توجه به اینکه برای تشکیل یک سانتی متر خاک بیش از ۳۰۰ سال زمان لازم است [۶۴]. جلوگیری از فرسایش خاک به منظور حفظ ثروت‌های دیرتجدیدپذیر، امری حیاتی است. در حالی که مجموع خاک سطحی در اراضی زراعی دنیا معادل ۴۰۰۰ میلیارد تن است، سالانه حدود ۴۵ میلیارد تن تلفات خاک در مقایسه با ۱۷ میلیارد تن خاکسازی سطحی وجود دارد. طبق گزارش‌های موجود تقریباً یک سوم از اراضی دنیا در اثر فرسایش در چهل سال اخیر (۲۰۰۰-۱۹۶۰) از بین رفته است [۶۲].

عوامل متعددی نظیر فرسایش، فشرده شدن و سله بستن، غرقابی شدن، شوری و قلیائیت در تخریب خاک دخالت دارند. دراین بین فرسایش خاک از مهمترین این عوامل است. برآورد شده است که از ۱۶۵ میلیون هکتار مساحت کل کشور، ۱۲۵ میلیون هکتار آن تحت تاثیر انواع فرسایش با شدتهای مختلف می‌باشد[۱۰]. همچنین از بین رفتن سالانه میلیونها تن خاک از سطح مراتع و مزارع ایران ثمره تلخی است که از فقر پوشش گیاهی و فرسایش،

عاید کشور شده است [۱۱]. گسترش جمعیت و متعاقب آن بهره برداری بی رویه از منابع آب و خاک بدون توجه به حفظ آنها باعث وارد آمدن لطمات زیادی به منابع مذکور و افزایش فرسایش خاک در ایران شده است. بر اساس گزارش سازمان خوار و بار جهانی (FAO[1])، میزان فرسایش در ایران بین ۳ تا ۴ میلیارد تن خاک در سال می‌باشد [۲۵] . ریجسدیجک و برویجنزیل [۵۵] به مقایسه میزان تولید رسوب در سه وضعیت متفاوت شامل فرسایش آبکندی، حرکات توده‌ای ساحلی و فرسایش رودخانه‌ای در حوزه آتشفشانی کنتو در شرق جاوه اندونزی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که قسمت اعظم رسوبات تولید شده در این حوزه مربوط به فرسایش آبکندی بوده است.

فرسایش آبکندی از فرایندهای مهم تخریب خاک است که در اقلیم‌های مختلف سبب تلفات قابل ملاحظه خاک و تولید مقادیر فراوان رسوب می‌شود. بر اساس تحقیقات انجام شده سهم تولید رسوب آن چندصد برابر فرسایش پاشمانی و سطحی است [۲۰]. این نوع فرسایش علاوه بر مشکلاتی که در محل فرسایش و خارج از آن ایجاد می‌نماید تا ۵۰ برابربیشتر رسوب تولید می‌کند [۶۲]. اثرات بد اقتصادی آبکندها بر اراضی زراعی بسیار بیشتر از مراتع است. زیرا ایجاد آبکند در مراتع چرا را متوقف نمی‌سازد ولی در اراضی کشاورزی به دلیل تکه تکه شدن اراضی، امکان عملیات زراعی مناسب کاهش یافته و تولید متوقف می‌شود. خسارات مستقیم و غیر مستقیم ناشی از فرسایش آبکندی بسیار زیاد است. مجموع خسارات مستقیم و غیر مستقیم ناشی از فرسایش آبکندی در اراضی زراعی جهان بالغ بر ۲۰۰۰ میلیارد دلار برآورد شده است[۶۲]. مطالعات انجام شده در نقاط مختلف کشور نشانگر هدر رفت سطح زیادی از اراضی زراعی در اثر فرسایش آبکندی است [۱].

دستیابی به وضعیت فرسایش حوزه‌های آبخیز کشور از رسالت‌های مهم مسئولین و سیاستگزاران حفاظت خاک و آب بوده و هم اکنون طرح ملی تهیه نقشه سیمای فرسایش خاک کشور در حال بررسی و تهیه می‌باشد [۵۶]. در این میان فرسایش آبکندی به دلیل انتقال لایه سطحی حاصلخیز خاک ، رسوبگذاری در آبراهه‌ها، رودخانه‌ها و مخازن سدها، اختلاط مواد رسی معلق در آب و آلودگی فیزیکی و شیمیایی آن، افت سطح آب زیر زمینی، کاهش سطح مناطق قابل کشت و تخریب و مدفون‌سازی اراضی، تاسیسات و امکانات توسعه‌ای، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اگر چه طرح ملی مطالعه فرسایش آبکندی در کشور در حال اجرا می‌باشد لکن هنوز ابعاد مختلف زیادی از این نوع فرسایش مجهول باقی مانده است که تحقیق حاضر در صدد بررسی برخی از جنبه‌های جدید مرتبط با این مقوله می‌باشد.

حجم زیاد رسوب حاصل از این نوع فرسایش باعث پر شدن سدها و دیگر سازه‌های آبی و آلوده شدن آبهای سطحی می‌شود. این نوع فرسایش که در کشور بیشتر در اراضی کشاورزی موجود می‌باشد هر ساله باعث از بین رفتن مقدار زیادی از اراضی حاصلخیز کشاورزی می‌شود. فرسایش آبکندی مشهورترین شکل فرسایش خاک است که منجر به کاهش توان تولید خاک و ایجاد محدودیت در کاربری اراضی گردیده و می‌تواند خطر جدی برای راهها، حصارها و سازه‌های مختلف باشد [۱۳].

متاسفانه مطالعات در زمینه فرسایش آبکندی در کشور ما بسیار محدود است و این در حالی است که فرسایش

1- Food agriculture organization

آبکندی بعنوان یکی از مهمترین انواع فرسایش بخصوص در قسمتهای جنوبی کشور باعث تخریب اراضی بسیاری گردیده است و زندگی بسیاری از هموطنان را تهدید می‌کند. از طرف دیگر کشور ایران به دلیل شرایط اقلیمی خاص به شدت در معرض این نوع فرسایش می‌باشد [۱]. استان لرستان یکی از مناطقی است که فرسایش آبکندی در اراضی کشاورزی و مرتعی آن در سطح وسیعی دیده می‌شود و با توجه به اثر تخریبی و وسعت فرسایش آبکندی،کنترل آن مشکل و پر هزینه می‌باشد. پلدختر یکی از شهرستانهای استان لرستان و مبتلا به فرسایش آبکندی بوده و میزان فرسایش ویژه آن ۳۰ تن در هکتار در سال تخمین زده شده است. از سویی دیگر این منطقه در حاشیه رودخانه سیمره واقع شده و هر ساله حجم زیادی از رسوبات را وارد این رودخانه و نهایتاً سد عظیم کرخه می‌کند. از این رو مطالعه میزان رسوب دهی آبکندهای منطقه و علل ایجاد آنها در اراضی فوق و در مقیاس رگبارها از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد [۶]. با این گونه مطالعات می‌توان مناطق مستعد را شناسایی و قبل از مبتلا شدن به این نوع فرسایش، پیشگیری لازم به عمل آید.

۱-۲- فرضیات تحقیق

تحقیق حاضر با فرضیات زیر انجام پذیرفته است:

۱-با اندازه‌گیری سطح مقطع و تعیین خصوصیات مورفومتری آبکندها پس از هر رگبار می‌توان مقدار خاک فرسایش یافته را مشخص نمود.

۲- مقدار خاک فرسایش یافته از آبکندها به خصوصیات خاکهای سطحی و عمقی وابسته است.

۳- مقدار خاک فرسایش یافته از آبکندها به خصوصیات فیزیکی حوزه آنها و خصوصیات رگبارها وابسته است.

۱-۳- اهداف تحقیق

با توجه به فرضیات فوق، این تحقیق با اهداف زیر انجام گرفت .

۱- تعیین مقدار خاک فرسایش یافته از آبکندها پس از رگبارهای مختلف

۲- بررسی تاثیر خصوصیات خاک سطحی و عمقی و نوع ماده مادری بر مقدار خاک فرسایش یافته

۳- بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی حوزه آبخیز آبکندها و خصوصیات رگبارها بر مقدار خاک فرسایش یافته

فصل دوم
بررسی منابع

۲-۱- تعریف فرسایش آبکندی

فرسایش آبکندی در اثر تمرکز شدید جریان رواناب و ایجاد آبکندها در گستره‌ای از سطح زمین بوجود می‌آید و در کشورهای دیگر به اسامی مختلف نظیر گالی در انگلستان و آمریکا، خندق در کشورهای عربی زبان، دینگا در آفریقای جنوبی، راوین در فرانسه، نولا در هند، کاراکاوا در آفریقای جنوبی و گوو در چین نامیده می‌شود[۱۸].

برایس [۳۴] با مطالعه بر روی ابعاد و میزان عقب نشینی پیشانی آبکندها، عمق بیشتر از یک فوت و عرض بیشتر از دو فوت را برای آبکند مدنظر قرار می‌دهد. آبکندها، کانال‌هایی هستند که بوسیله شخم نمی‌توان آن‌ها را از بین برد [۴۳]. آبکند کانالی است با کناره‌های دارای شیب تند و یک پیشانی پر شیب و فعال که بوسیله فرسایش ناشی از جریان سطحی متناوب و معمولاً در طی یا پس از باران‌های شدید ایجاد میگردد. پوآسون در عمل، سطح مقطع عرضی معادل ۱ فوت مربع را به عنوان آبکند تعریف کرده است . وی کانالهایی با سطح مقطع بزرگتر از یک فوت مربع را آبکند می‌نامد [۴۱] و [۵۱]. آبکند آبراهه‌ای است نسبتاً دائمی با دیواره‌های جانبی قائم یا شیبدار که جریان‌های موقت رواناب از آن می‌گذرد. آبکند بااجزایی مشخص می‌شود که از آن جمله، هدکات یا دیواره عمودی، پیشانی آبکند و پله‌های مختلف یا نقاط گود شده در طول مسیر است. آبکند نسبتاً عمیق و کم عرض است [۴۷]. احمدی [۱] بیان می‌کند که عمق و عرض آبکندها به ترتیب بیشتر و کمتر از آبراهه‌هاست. آنها حجم زیادی از رسوب را منتقل کرده و رفتار بسیار نامنظمی داشته و لذا ارتباط دبی رسوب و روانآب در آنها ضعیف است.

۲-۲ - مکانیسم تشکیل آبکند

پیشروی تدریجی آبکند با به هم خوردن تعادل آغاز می‌شود. شیب و زبری بستر از عوامل مهم درتعادل آبراهه ها هستند. بر اساس فرمول مانینگ برای اینکه سرعت جریان ثابت بماند باید شیب بستر کاهش یابد بنابراین تغییر شیب باعث پیشروی قسمت انتهایی آبراهه و افزایش ارتفاع ریزش آب می‌گردد که این قسمت فعالترین بخش آبکند و هدکات آن است. بنابراین پس از شروع تشکیل آبکند، شعاع هیدرولیکی افزایش یافته و ضریب زبری و شیب کاهش می‌یابند. در نتیجه این تغییرات، سرعت افزایش یافته و آبکندها تشکیل می‌گردند [۱].

احمدی [۱] معتقد است در نقاطی که آب بتواند در زمین نفوذ کند و به عبارت دیگر فرصت نفوذ داشته باشد، بتدریج در نتیجه عمل انحلال، حفره کوچکی ایجاد نموده و به مرور حفره به شکل جریان زیرزمینی درآمده و در جهت شیب گسترش می‌یابد. این پدیده آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا اینکه سقف کانال ریزش نماید و در این موقع راهروی زیرزمینی به شکل کانال روبازی نمایان می‌گردد. حال آنکه مورگان [۴۷] اظهار می‌دارد در ابتدا تصور بر آن بود که آبکندها در اثر توسعه شیارها بوجود می‌آید ولی تحقیقات نشان داده است که فرآیند ایجاد آبکند بسیار پیچیده است به نحوی که در ابتدا یک گودی کوچک در اثر ضعف پوشش گیاهی بوجود آمده و تغییرات شدیدی را به صورت مستقیم یا مقعر در سطح ایجاد می‌نماید. کازالی و همکاران [۳۷] معتقدند که دلیل اصلی تشکیل آبکندهای موقتی،کم بودن ظرفیت آبراهه‌ها برای عبور دادن رواناب اضافی می‌باشد. آبکندها می‌توانند همانند شیارهای بزرگ توسعه پیدا کنند ولی پیدایش آن‌ها ممکن است خیلی پیچیده‌تر باشد. اغلب رابطه بین حجم، سرعت و نوع رواناب، حساسیت مواد به فرسایش آبکندی، تغییر در پوشش سطح زمین برای تغییر کاربری اراضی و شیوه‌های حفاظتی از عوامل موثر در ایجاد آبکند است[۳۳]. تمامی آبکندها صرفا" در اثر فرسایش سطحی حاصل نمی‌شوند. برخی از آنها نیز در اثر وجود جریان زیرقشری[1] در منطقه و ایجاد تونل و ریزش سقف آنها در اثر افزایش ابعاد و بعضا" شستشوی سریع خاک در آنها به وسیله روانآب‌های حاصل از بارندگی‌های زیاد بوجود می‌آیند. مطالعات متعددی ایجاد فرسایش آبکندی ناشی از این فرآیند را گزارش نموده‌اند، لکن شیب هیدرولیکی تند در خاک‌های با ظرفیت نفوذ سطحی بالا از طریق فضاهای تخلخلی بزرگ ولی با قابلیت هدایت کم آب از ضروریات ایجاد آبکند محسوب می‌شود. از این رو خاک‌های با ظرفیت جذب سدیم زیاد و قابلیت چروکیدگی و ترک‌خوردگی، مناسب‌ترین نوع خاک برای ایجاد آبکند به حساب می‌آیند [۴۷].

عامل اصلی ایجاد آبکند وجود مقادیر زیاد آب است که با تغییر شرایط اقلیمی در اثر تغییر نحوه بهره‌برداری از زمین بوجود می‌آید. در حالت اول بارندگیهای شدید باعث ایجاد مقدار زیادی رواناب می‌گردد. در حالت دوم از بین بردن جنگل، سوزاندن پوشش گیاهی یا چرای بیش از حد زمین باعث افزایش رواناب می‌شود. چنانچه سرعت یا نیروی برشی جریان رواناب از حد بحرانی آستانه تجاوز کند آبکند بوجود می‌آید [۲۳].

افزایش رواناب در یک کانال معمولاً در نتیجه تغییر نحوه استفاده از زمین در اراضی بالا دست می‌باشد. برای نمونه می‌توان تبدیل جنگل به اراضی کشاورزی را نام برد. در این حالت آبراهه واقع در پائین دست جنگل کشش

1- Subsurface flow

رواناب را ندارد و فرسایش آبکندی بوجود خواهد آمد. همچنین ممکن است افزایش رواناب در یک کانال در اثر افزایش مصنوعی سطح آبخیز آن بوجود آید. برای مثال در ساختن جاده‌ها برای کاهش هزینه‌های مربوط به احداث مجاری و پل‌ها، آب چند آبراهه به طرف یک پل هدایت می‌شود. همچنین ممکن است فرسایش آبکندی در یک آبراهه طبیعی رخ دهد و این در هنگامی رخ می‌دهد که آبراهه کشش رواناب وارد شده به آن را نداشته باشد. عدم کشش آبراهه ممکن است به دلیل افزایش دبی نسبت به ظرفیت آبراهه یا کاهش ظرفیت آن نسبت به ظرفیت پیشین خود باشد [۱۲].

عمدتاً فرسایش خاک در شیب تپه‌ها و حمل رسوب در رودخانه‌ها توسط باران‌هایی صورت می‌گیرد که فراوانی وقوع آن‌ها متوسط است ولی اثر باران‌های بافراونی وقوع حداکثر، زیان‌آور است. زیرا باران‌های حداکثر به نحو کاملاً متفاوتی عمل کرده و دارای مدت بیشتری نیز هستند [۲۳]. بطور کلی اثر متقابل عوامل کنترل کننده داخلی و خارجی باعث پیچیدگی بیش از حد فرسایش آبکندی می‌شود. به همین دلیل هنوز چگونگی فرسایش آبکندی به خوبی شناخته نشده است و اطلاعات موجود از عوامل مؤثر بر آن، جنبه کیفی دارد [۲۳].

تلاشهای بعمل آمده در زمینه ارتباط ایجاد آبکند با تغییرات عوامل خارجی[1] اقلیم و کاربری اراضی کاملاً موفق نبوده است زیرا هر یک از آبکندها تحت فرآیند خاص و منحصر به فرد خود بوجود آمده‌اند. از طرفی برخی از دانشمندان از قبیل پوآسون و همکاران [۵۲] مساحت حوزه زهکشی هر آبکند را به واسطه کنترل شیب بحرانی مورد نظر در ایجاد آبکند در مناطق مختلف جهان مهم ارزیابی نموده‌اند. ظرفیت کم کانالها نیز یکی دیگر از علل تشکیل آبکندها گزارش شده است[۳۷]. در مجموع علل ایجاد آبکندها را می‌توان تخریب اکوسیستم‌های طبیعی توسط انسان[2]، تغییرات اقلیمی[3] و تغییرات تصادفی[4] درون سیستم خلاصه کرد [۱۹].

۲-۳ - انواع آبکند

طبقه‌بندی آبکندها بر اساس یک یا چند خصوصیت از جمله؛ طول آبکند در واحد سطح، عمق آبکند، مقطع عرضی، چگونگی و حالت ایجاد، شیب آبراهه، سن یا مرحله توسعه، مساحت حوزه آبخیز، خطرهای توسعه و گسترش، نیازهای حفاظتی، محل ایجاد و الگوی آنها صورت می‌پذیرد [۲۲] که در ذیل به اهم آنها پرداخته می‌شود.

۲-۳-۱- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس شکل و نحوه توسعه

بر اساس شکل و نحوه توسعه، آبکندها به انواع خطی[5]، پنجه‌ای[6] و جبهه‌ای[7] تقسیم‌بندی می‌شوند. آبکندهای خطی به صورت مجزا تشکیل می‌شوند و هر کدام یک دیواره‌ی عمودی دارند. معمولاً در سازندهای ریزدانه که

1- Extrinsic
2- Human impact
3- Climate changes
4- Intrinsic changes
5- Axial
6- Digitized
7- Frontal

دارای مقادیر کمی شن هستند و در رسوبات گراولی ایجاد می‌شوند. این آبکندها غالباً در اثر فرسایش سطحی بوجود می‌آیند. آبکندهای پنجه‌ای در امتداد چندین دیواره هدکات و در مسیرهای شاخه‌ای گسترش می‌یابند. این آبکندها در مناطق خشک و نیمه خشک و سازندهای مارنی و در خاکهای لومی- رسی مشاهده می‌شوند. آبکندهای جبهه‌ای معمولاً در مجاورت رودخانه‌ها و اغلب در محل تلاقی انشعابات رودخانه‌ای ایجاد می‌گردد. این آبکندها نتیجه زیر شویی خاک بوده و عمدتا مخصوص خاکهای شنی لومی با ساختمان منشوری می‌باشند [۲۲].

۲-۳-۲- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس عمق

طبقه‌بندی آبکندها بر اساس عمق به شرح مندرج در جدول ۲-۱ صورت می‌پذیرد [۱۸].

جدول ۲-۱- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس عمق

اندازه	عمق(متر)
کوچک	عمق کمتر از ۱
متوسط	عمق بین ۱ تا ۵
بزرگ	عمق بزرگتر از ۵

۲-۳-۳- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس مساحت حوزه

مساحت حوزه زهکشی هر آبکند می‌تواند مبنای طبقه‌بندی آنها به صورت جدول ۲-۲ باشد [۱۸].

جدول ۲-۲- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس مساحت حوزه

اندازه	مساحت (هکتار)
کوچک	کمتر از ۵
متوسط	بین ۵ تا ۲۰
بزرگ	بزرگتر از ۲۰

۲-۳-٤- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس طول

آبکندها نیز بر اساس طول آبکند به سه دسته کوچک، متوسط و بزرگ به صورت ارائه شده در جدول ۲-۳ تقسیم‌بندی می‌شوند [۱۸].

جدول ۲-۳- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس طول آبکند

اندازه	طول (متر)
کوچک	کمتر از ۱۲۰
متوسط	بین ۱۲۰ تا ۲۴۰
بزرگ	بیشتر از ۲۴۰

۲-۳-۵- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس توصیه سازمان خوار و بار جهانی(فائو)

سازمان خواروبار و کشاورزی نیز از معیارعمق و مساحت آبخیز هر آبکند به صورت تلفیقی و به شرح ارائه شده در جدول۲-۴ برای طبقه‌بندی آبکندها استفاده نموده است [۱۸].

جدول ۲-۴- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس توصیه فائو

اندازه	عمق آبکند (متر)	مساحت آبخیز(هکتار)
کوچک	کمتر از ۱	کمتر از ۲
متوسط	۱-۵	۲-۲۰
بزرگ	بیشتراز ۵	بزرگتر از ۲۰

۲-۳-۶- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس تراکم و تعداد

بر این اساس ۵ درجه برای آبکندها وجود دارد (جدول۲-۵) که تابعی از تعداد، سطح آبکند و تراکم آن‌ها در واحد سطح است [۱۸].

جدول ۲-۵- تقسیم‌بندی آبکندها بر اساس تراکم

درجه	تراکم (کیلومتر بر کیلومترمربع)	سطح آبکند (درصد)	تعداد در کیلومتر مربع
خیلی کم	کمتر از ۰/۱۵	کمتر از ۰/۲	کمتر از ۱
کم	۰/۱۵-۰/۶	۰/۲-۰/۹	۱-۴
متوسط	۰/۶-۲/۲	۳/۵-۹/۹	۴-۱۷
زیاد	۲/۲-۹	۹/۹-۱۴	۱۷-۶۷
خیلی زیاد	بیشتر از ۹	بیشتر از ۱۴	بیشتر از ۶۷

۲-۳-۷- طبقه‌بندی آبکندها بر اساس نیمرخ عرضی

آبکندها معمولا" بر اساس نیمرخ عرضی آنها به دو دسته V و U شکل تقسیم‌بندی می‌شوند. آبکندهای V

شکل در مناطقی که ضخامت سازند مارن و یا رس زیاد باشد بوجود می‌آید به طوری که عوامل تخریب تا سازند بعدی که از نظر جنس و مقاومت به فرسایش متفاوت باشد عمل نموده و آبکند در عمق توسعه می‌یابد. این آبکندها عرض کمی داشته و در نهایت پس از ریزش سقف به شکل V در سطح زمین نمایان می‌شوند. حال آنکه آبکندهای U شکل در مناطقی که سازند مارن یا رس ضخامت چندانی ندارد و همچنین در نواحی لومی و در دره‌های آبرفتی دیده می‌شود. در صورتیکه در زیر سازند حساس بالایی یک سازند مقاوم نیز باشد این نوع آبکندها بوجود می‌آیند.

۲-٤- علل ایجاد آبکندها

نورمحمدی [۲۹] در مطالعه‌ای در شهرستان دره شهر واقع در استان ایلام به بررسی نقش خصوصیات مرفولوژیکی آبکندها در تعیین حجم رسوب حاصل از آن، رابطه بین حجم رسوب و برخی از عوامل خاکشناسی، اقلیمی، نوع کاربری اراضی و شیب و مساحت منطقه آبکندی و نیز آلومتری آبکند پرداخت. نتایج تحقیق نشان داد که بیشتر آبکندها در منطقه با شیب کمتر از ۱۰ درصد قرار داشته و نوع کاربری تاثیری در رسوبدهی آنها ندارد. از مهمترین عوامل خاکی موثر در رسوبدهی می‌توان به مقدار رس، شن و میزان کلسیم و از مهمترین عوامل اقلیمی‌به مقدار و شدت متوسط بارندگی اشاره کرد. بررسی آلومتریک آبکندها نیز نشان داد که می‌توان از پارامترهای مرفولوژیکی سهل الوصول طول آبکند، فاصله از راس، اختلاف ارتفاع، ارتفاع راس و شیب کناره‌ها در تخمین میزان حجم رسوب استفاده نمود.

پرورش [۴] در مطالعات خود در مورد علل ایجاد فرسایش آبکندی در بندر لنگه بیان می کند که این رخساره در شیب ۲-۰ درصد و در مناطقی که قبلاً مراتع مشجر بوده‌اند مشاهده شده‌است. خاک این مناطق به دلیل داشتن املاح گچ و نمک سست بوده، به‌گونه‌ای که میزان گچ آن بین ۵۶ الی ۵۸ درصد ، شوری بین ۳/۷۹ الی ۱۴/۷ دسی زیمنس بر متر بوده و کانیهای تشکیل دهنده آن به ترتیب فراوانی شامل گچ، کلسیت، دولومیت، ایلیت، کوارتز و فلدسپات می‌باشد. ایشان نتیجه گرفته است که نوع سازند، نوع رس موجود در سازند، نوع کانی و میزان املاح موجود در خاک، تخریب پوشش گیاهی، شیب کم اراضی، احداث جاده‌ها و عدم مدیریت صحیح در استفاده از سیلابهای موقتی در آبکندی شدن منطقه مورد بررسی نقش دارند.

ناگازاکا و همکاران [۴۹] با بررسی رسوبات آبکندهای تشکیل شده در اراضی کشاورزی منطقه هوکایدی در ژاپن به این نتیجه رسیدند که آبکندهای منطقه، ۳۴ درصد از کل رسوبات حوزه‌های منطقه را به خود اختصاص داده و قسمت اعظم رسوبات ریزدانه به سمت دریا منتقل می‌شود، در حالیکه رسوبات درشت دانه‌تر مثل شن در درون رودخانه باقی مانده و فضای بین سنگریزه‌های بستر رودخانه را پر می کند.

بوفالو و ناهو [۳۵] به بررسی فرآیند تولید رسوب در مناطق هزاردره‌ای آبخیز آزمایشی در اندونزی در طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۸۹ پرداختند. طی تحقیق مزبور، ۳ آبکند به منظور جمع‌آوری داده‌های بارندگی[1] و رسوب[2] تجهیز شدند. میزان فرسایش خاک و بارندگی سالانه به ترتیب ۱۹۰ تن در هکتار و ۸۴۰ میلی‌متر ارزیابی شد. ایشان

1- Pluviometer Data
2- Hydrosedimentologic Data