

نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، سال 16،
شماره 39، بهار 1391، صفحات 151-169

تاریخ پذیرش نهایی: 13800505

تاریخ دریافت: 13800803

بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلابها در حوضه صوفیچای

جمشید یاراحمدی^۱
محمدرضا نیکجو^۲

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر وقوع و افزایش سیل در حوضه صوفیچای مراغه صورت گرفته است. منطقه مورد مطالعه با مساحت 250 کیلومتر مربع مناطق بالادست حوضه سد علویان را تشکیل میدهد. سیلابهای منطقه براساس مقایسه آمار دبی روزانه ایستگاه دبیسنجی تازهکند با سیل مینا محاسبه شده است. در این تحقیق سیل مینا براساس برازش مدل‌های مختلف توزیع احتمالی بر دادههای حداکثر سالانه و محاسبه سیل با دوره بازگشت دو ساله بعد از انتخاب مناسبترین مدل توزیع احتمالی بر مبنای میزان RSS محاسبه شده است. یافتههای این تحقیق نشان میدهد که تعداد وقوع و تداوم سیلابهای منطقه در دهه اخیر کاهش یافته است. تغییرات پوشش گیاهی به صورت آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی براساس تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌های چندزمانه با استفاده از روش شیء گرا بوده است. نتایج این بررسی نشان داد که تغییرات کاربری منطقه به صورت تغییر در الگوی کشت و تبدیل کاربری اراضی در جهت مثبت آن بوده است. مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS برای شبیهسازی بارش-رواناب و نشان دادن تأثیر تغییرات پوشش گیاهی حوضه بر افزایش و یا کاهش سیلابها در حوضه بکار گرفته شده است. شبیهسازی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS برای مقادیر CN سالهای 2005 و 2000 کاهش 36 درصدی دبی سیلابی در دهه اخیر را نشان میدهد. ناگفته نماند احداث حجم قابل توجهی از عملیات سازهای در قسمتهایی از حوضه در کاهش روانابهای سطحی و ذخیره آنها نقش عمدهای داشته‌است.

۱- دانشجوی دکترای جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی).

Email:nikjoo1347@yahoo.com.

۲- استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.

واژگان کلیدی: سیل، تغییرات کاربری اراضی، صوفی چای.

مقدمه

از میان بلایای طبیعی سیل به عنوان مکررترین و مخربترین آنها در جهان محسوب می‌شود به طوری که وقوع آن باعث خسارات جبرانناپذیری در بخشهای کشاورزی، صنعت، مسکن و امور معیشتی مردم در کشورهای مختلف میگردد. وقوع بارشهای سیل آسا و ناگهانی نه تنها در ایران بلکه در اغلب نقاط جهان در مناطق مختلف دیده میشود که اثرات مخرب آن سالها بر جای میماند.

در کشور ایران در طول سالهای 1361 تا 481,1371 مورد سیلاب مهم به وقوع پیوسته که بالغ بر 630 نفر تلفات انسانی به همراه داشته است (مهدوی، 1376، ص 21). همچنین در بررسی سیلهای خسارت‌آفرین 50 سال گذشته (370Q(1320(1370 مورد سیل حادثه‌خیز در کشور به ثبت رسیده‌است (خسروشاهی، 1376، ص 7). مطابق آمار وقوع سیل و خسارات سیلهای حادثه‌خیز حوضه آبریز ارومیه، تعداد 20 مورد سیل مشاهدهای در حوضه صوفیچای مراغه گزارش شده که 13 مورد آن مربوط به شهرستان مراغه و 7 مورد آن نیز در محدوده شهرستان بناب رخ داده است. بر اثر وقوع این سیلابها در کل، 16 روستا خسارت دیده است که فقط در جریان سیلابهای شهرستان مراغه 7 نفر کشته شده و بالغ بر 23 نفر نیز مجروح گشته‌اند. در جریان این سیلابها مجموعاً 1483 واحد مسکونی خسارات دیده که از این تعداد 780 واحد مربوط به شهرستان مراغه میباشد. میزان اراضی خسارت دیده نیز یک میلیون هکتار گزارش شده‌است (مهندسان مشاور جاماب، 1377).

نگاهی گذرا به وضعیت سیلخیزی کشور و بویژه در محدوده مورد مطالعه این سوال در ذهن تداعی می‌شود که عامل اصلی تأثیرگذار بر وقوع این سیلابها چه می‌تواند باشد؟ بیشک یکی از مهمترین دلایل وقوع سیلاب و افزایش دبی آن در دهه‌های اخیر، تغییرات کاربری اراضی و عدم تناسب کاربریهای فعلی با قابلیت اراضی منطقه است. خسارت اقتصادی ناشی از بروز چنین سیلابهایی در قالب تخریب سازههای آبی که عمدتاً بر اساس دبی سیلاب طرح محاسبه و طراحی میشوند بسیار قابل ملاحظه است. مطالعات نشان داده‌اند که تغییر پوشش سطح زمین به صورت طبیعی و یا توسط انسان میتواند تأثیر

بسنائی در سیکل هیدرولوژیکی منطقه داشته باشد. این تأثیرات در قالب افزایش حجم و میزان رواناب سطحی (Weng, 2001, Shi et al. 2007, p 32)، افزایش پتانسیل ریسک سیلاب (Nirupama, 2007, p 25) و کاهش کیفیت آب (Xian et al., 2007, p 6) ظاهر خواهند شد.

تحقیقات زیادی در ارتباط با تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر روی رفتارهای هیدرولوژیکی در سطح جهان صورت گرفته و ثابت شده است که تغییرات کاربری اراضی تأثیر مستقیم روی فرایندهای هیدرولوژیکی حوضه، به واسطه ارتباط آن با رژیم تبخیر و تعرق از یک طرف و نوع پوشش سطح زمین از طرف دیگر دارد و همچنین گرایش زیادی در میزان کاهش نفوذ عمقی، ایجاد رواناب سطحی و افزایش فرسایش آبی و بادی با افزایش تغییرات زمین وجود دارد (Fohre, et al, 2001, p 26).

هادیانی و عبادی (2007، ص 137) در تحقیقی نقش تغییرات کاربری اراضی در دبی سیلابهای منطقیهای در حوضه مادر سو گرگان را بررسی کرده‌اند. در این تحقیق آنها با استفاده از روش حفاظت خاک آمریکا (SCS) و مدل شماره منحنی، دبی حداکثر لحظه‌های سیلاب طرح را در دو وضعیت کاربری فعلی اراضی و کاربری اراضی بر اساس قابلیت اراضی منطقه در شرایط مختلف رطوبت پیشین خاک (خشک I، متوسط II و مرطوب III) برآورد کرده‌اند.

مطالعات انجام شده در خصوص شبیه سازی سیلاب و کاربرد مدل‌های هیدرولوژیکی، بیشتر به بررسی دبی رواناب در محل خروجی حوضه پرداخته است در همین راستا، (Radwan, 1999, p 171) با استفاده از مدل آنالیز سیلاب برای منطقه پترا^۱ در اردن نقش اقدامات مختلف کنترل سیلاب بر دبی خروجی سیل را بررسی نموده است. در پژوهش دیگری De Hoo و همکاران (2001، ص 593) با بهره‌گیری از مدل LISFLOOD به بررسی نقش تغییرات کاربری اراضی بر دبی اوج سیلاب در دو حوضه اودر^۲ و مویس^۳

1- Soil Conservation Service

2- Petra

3- Oder

4- Meuse

پرداختند. Benavides و همکاران (2003، ص 12) نیز با تلفیق مدل HEC-HMS و HEC-RAS در محیط GIS¹ به تجزیه و تحلیل گزینه‌های مختلف کنترل سیلاب پرداخته و نهایتاً اقدام به انتخاب گزینه برتر نمودند. همچنین Knebl و همکاران (2005) با تلفیق مدل‌های مذکور در حوضه سن اتونو مدل منطقه‌ای برای سیلاب ارائه نمودند و کارایی مدل را در پیشبینی وقوع سیلاب متذکر شدند.

مطالعات انجام شده در داخل کشور بیشتر به تعیین سیلخیزی زیرحوضه‌های مختلف با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیک و پهنبندی سیلاب با استفاده از مدل‌های هیدرولیکی پرداخته است. مطالعات شقایب فلاقی (1389، ص 10) در حوضه محمدآباد استان گلستان، خسروشاهی (1389، ص 33) در آبخیز دماوند، جوکار (1388، ص 21) در رودخانه شاپور و تقفیان و همکاران (1385) در حوضه آبخیز سد گلستان با استفاده از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS از جمله مطالعاتی میباشند که نتایج تحقیقات آنها در این زمینه، کارایی مدل مذکور را تأیید مینماید. همچنین صادقی و همکاران (1387، ص 42) از تلفیق مدل HEC-RAS و GIS به منظور پهنبندی سیلاب در رودخانه دارآباد استفاده نموده و نتایج تحقیق آنها دلالت بر کارایی مدل مذکور در پهنبندی سیلاب داشته است.

نظر به پتانسیل بالای سیلخیزی حوضه صوفیچای با استناد بر ویژگی‌های فیزیکی آن و تأثیر بارزی که این عوامل بر روی هیدروگراف سیل منطقه دارند و از طرف دیگر، تغییراتی که در دهه‌های اخیر بر روی کاربری اراضی منطقه در اثر رشد جمعیت انسانی، تمرکز مراکز مسکونی، صنعتی و زیربنائی نظیر احداث سد علویان بوجود آمده، این طرح تحقیقاتی با هدف بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی در افزایش و یا کاهش روند سیلخیزی حوضه در چند دهه اخیر اجرا درآمده است.

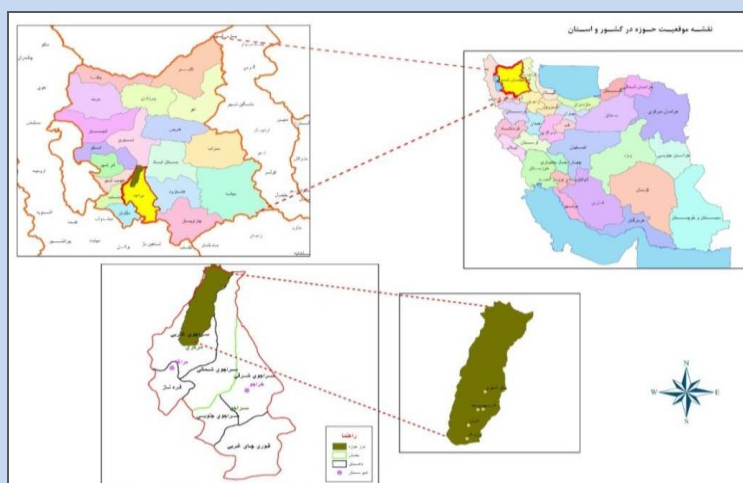
موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی، شهرستان مراغه قرار گرفته‌است. حوضه آبریز صوفیچای از زیر حوضه‌های دریاچه ارومیه محسوب میشود که با مساحتی حدود

10000 کیلومتر مربع در مختصات جغرافیایی 37 درجه، 13 دقیقه و 10 ثانیه تا 37 درجه و 45 دقیقه و 17 ثانیه عرض شمالی و 45 درجه و 57 دقیقه و 33 ثانیه تا 46 درجه و 27 دقیقه و 26 ثانیه طول شرقی قرار گرفته است (شکل شماره 1). به خاطر تأثیرات وجود سد علویان در کنترل سیلابها، ایستگاه هیدرومتری تازه‌کنده که در بالادست سد مذکور واقع شده است برای این تحقیق در نظر گرفته شد. حوضه آبخیز این منطقه مساحتی حدود 250 کیلومتر مربع مناطق بالادست سد علویان را شامل میشود. جدول شماره (1) ویژگیهای فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه را که مستخرج از اجرای مدل هیدرولوژیکی در محیط نرمافزاری GIS بوده نشان میدهد. این پارامترها عمدتاً با هدف استفاده در مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS استخراج شده و در اجرای مدل یاد شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

جدول شماره (1) مشخصات فیزیوگرافی محدوده مورد مطالعه

ارتفاع (متر)	تراکم زهکشی (km ² /km ²)			مساحت (km ²)	محیط (km)	ضریب گراوینوس	زمان تمرکز (گریچ) hr	موسط شیب حوضه (%)	شیب آبراهه اصلی (%)	طول شانه اصلی km
	حداقل	متوسط	حداکثر							
1580	2179	3440	1	250	875	1/6	364	35	314	3941



شکل شماره 1) موقعیت حوضه صوفی چای در نقشه ایران و استان

مواد و روشها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از:

- تصاویر ماهواره‌های لندست سنجنده TM سال 1989 میلادی، سنجنده ETM⁺ سال 2000 میلادی و تصاویر سنجنده HDR ماهواره‌های Spot 5 سال 2005 میلادی،
- داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از GPS از نوع ETREX-Vista مدل گارمین،
- نقشه‌های توپوگرافی در مقیاسهای 1/50000 در فرمت رقومی،
- سری روزانه داده‌های هیدرومتری ایستگاه‌های دیبسنجی موجود در منطقه همراه با آمار سیل‌های 1 ساعته آنها،
- نرم‌افزارهای تخصصی SPSS- ENVI- eCognition - SMADA- HYFA- ARC - GIS.

مواد و روشها

روش تحقیق این پژوهش از نوع آماری - تحلیلی است که در آن به منظور انتخاب سیلاب‌های محاسباتی حوضه آبخیز صوفی چای از مدل سری‌های جزئی¹ استفاده شده است. در این رابطه، ابتدا اقدام به جمع‌آوری آمار دبی ایستگاه‌های هیدرومتری منطقه شد تا بر اساس آنها، آمار دبی‌های حداکثر روزانه و پیک لحظه‌ای مشاهداتی استخراج گردند. در مرحله بعدی، برخی بررسی‌های مقدماتی ضروری از قبیل کنترل کیفی، بازسازی در بازه زمانی مجاز، آزمون همگنی و آزمون داده‌های پرت بر روی داده‌های یاد شده در ایستگاه هیدرومتری یاد شده در محیط نرم‌افزاری SPSS صورت گرفت. بعد از این مرحله، مدل‌های معمول توزیع آماری از قبیل: گامبل، لوگ پیرسون، پیرسون تیپ 3، نرمال و لوگ نرمال سه پارامتره و... بر روی داده‌های حداکثر سالانه با استفاده از برنامه‌های کامپیوتری SMADA و HYFA برآزش داده شدند و در نهایت بر اساس کمترین مقدار عددی مجموع

1- Partial Series

مربعات باقیمانده (RSS)¹ حاصل از مقایسه داده‌های مشاهد‌های و محاسبات دیبهای حداکثر سالانه، مناسب‌ترین مدل توزیع احتمالی انتخاب شد. در این تحقیق، سیل مینا بر اساس محاسبات سیلاب با دوره بازگشت دو ساله حاصل از خروجی‌های مدل توزیع آماری انتخابی در مرحله قبل تعیین گردید. برای محاسبه تعداد رخداد‌های سیلابی و تداوم آنها، با مراجعه به سری روزانه دیبهای مشاهداتی ثبت شده 32 ساله یعنی سالهای آبی (53-1352) تا (1383-1384)، دیبهایی که مقدار آن بیشتر از سیل مینا بوده برای هر دهه به طور مجرد شمارش شده تا با مقایسه تعداد سیلابها، میزان افزایش یا کاهش و همچنین بزرگی آنها در هر دوره مشخص گردد. از طرف دیگر، به منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته در منطقه، از تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌های چند زمانه در دهه‌های متناظر هیدرولوژیکی استفاده شده است. در همین راستا، روش جدید شیء‌گرا² به منظور دستیابی به دقت بالا در تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌های بکار گرفته شد. آرای ه نتایج تهیه نقشه‌های کاربری تصاویر ماهواره‌های مورد استفاده در این طرح با محاسبه ضریب کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی بوده است. آشکارسازی تغییرات کاربری منطقه به صورت مقایسه سطح گسترش دوره‌های هر کدام از کلاسهای کاربری مستخرج از تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌های یاد شده و در محیط GIS صورت گرفته است. ب ه منظور حصول به اهداف تحقیق، از مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS برای شبیه‌سازی بارش-رواناب و نشان دادن تأثیر تغییرات پوشش گیاهی حوضه در افزایش و یا کاهش دیبهای سیلابی در وضعیت حال و گذشته حوضه استفاده شده است. کلیه نقشه‌های مورد نیاز تحقیق، در محیط نرم‌افزاری GIS و با استفاده از نرم‌افزارهای ArcGIS و ILWIS به صورت رقومی تهیه شده‌اند.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌های در قالب بررسی تغییرات کاربری اراضی (شکل‌های 2 تا 4) نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات در گروه کاربریهای کلاس مراتع صورت گرفته است (جدول شماره 2). از دور 1989 تا 2000 قسمت عمده‌ای از مراتع خوب

1- Residual Sum of Square

2- Object Oriented Method

از بین رفته و تبدیل به سایر کاربریها شده است. این تغییرات به نوبه خود روی شماره منحنی CN¹ حوضه تأثیر گذاشته به طوری که مقدار آن از 87 در سال 1989 به 90 در سال 2000 تبدیل شده و مجدداً در سال 2005 شرایطی مشابه سال 1989 پیدا کرده است (جدول شماره 3). همچنین نتایج این بررسیها نشان داد که اراضی زراعی دیم و باغات افزایش تدریجی در طول دوره تحقیق از خود نشان میدهند. دلیل این امر را میتوان در رشد جمعیت انسانی منطقه و به تبع آن افزایش فشار به منابع و عرصه‌های طبیعی جستجو کرد به طوری که آشنائی روستائیان با تکنولوژیهای جدید کشاورزی و تغییر در الگوی کشت به عنوان عامل مکمل و تسریعکننده در روند تبدیل کاربری اراضی در منطقه عمل کرده است. وجود باغات احدائی در دامنه‌های با شیب تند همگی حاکی از تصرف عرصه‌های طبیعی منطقه توسط روستائیان بوده است (شکل شماره 5).

با تحلیل‌های مکانی صورت گرفته در محیط GIS و نتایج حاصل از بررسی خصوصیات فیزیکی حوضه مورد مطالعه (جدول شماره 1) نظیر: اختلاف ارتفاع شدید به خاطر کوهستانی بودن منطقه، گسترش شیبهای تند (بیش از 30-60 درصد) در 69 درصد از مساحت منطقه، کشیدگی و باریک بودن شکل حوضه (ضریب کشیدگی در حدود 2)، زمان تمرکز پائین (3/64 ساعت) به همراه گسترش اراضی سنگلاخی و صخره‌های و اراضی با میزان نفوذپذیری کم و پتانسیل ایجاد رواناب بالا 64 درصد در گروه هیدرولوژیکی C و 35 درصد در گروه هیدرولوژیکی D مطابق شکل شماره 6) همگی حکایت از پتانسیل بالای سیلخیزی منطقه دارد.

در تحقیق حاضر، انتخاب سیل مبنا بر اساس متدولوژی یاد شده در بخش قبلی صورت گرفته است به طوری که با ملاحظه کمترین مقدار RSS مدل‌های توزیعی برازش یافته بر مقادیر دبیهای حداکثر سالانه، نهایتاً مدل توزیعی لوگ پیرسون تیپ 3 (شکل شماره 7) انتخاب گردید. سیلاب با دوره بازگشت دو ساله حاصل از محاسبات مدل توزیعی یاد شده 2979 متر مکعب بر ثانیه محاسبه گردید که به عنوان سیل مبنا جهت محاسبات بعدی در نظر گرفته شد.

1- Curve Number(CN)

بررسی تعداد رخداد و تداوم سیلابها در ایستگاه تازهکند قشلاق (جدول شماره 4) حاکی از روند کاهشی آن در دهه‌های اخیر میکند هر چند که در این ایستگاه در طی دهه دوم (1363-1373) در مقایسه با دو دهه دیگر تعداد سیل بیشتری اتفاق افتاده است ، ولی با این وجود، در دهه آخر (1374-1384) شاهد کمترین رخداد سیل بودهایم. آمار ثبت شده موجود در آرشیو سازمان آب نیز، سال 1359 را سیلابیترین سال در حوضه تازهکند نشان میدهد که با تداوم 18 روزه در ماه اردیبهشت مشاهده و ثبت شده است. در کل، عمدهترین و بیشترین سیلابهای منطقه در ماههای اردیبهشت، فروردین و خرداد مشاهده شده و در این میان اسفند ماه در رده چهارم از نظر فراوانی سیل قرار دارد. این امر به نوبه خود حکایت از برفی بودن رژیم بارشی منطقه با وجود دامنه‌های کوه سهند و نتیجه آن بارشهای با منشا ناپایداریهایی دینامیکی در فصل بهار در منطقه میکند.

از مدل HEC-HMS به منظور نشان دادن تأثیر تغییرات پوشش گیاهی بر وقوع رخداد دبیهای سیلابی در منطقه با استفاده از اطلاعات فیزیوگرافی و مقادیر CN مستخرج از نقشه‌های کاربری سالهای 2000 و 2005، برای شبیهسازی بارش و رواناب در دو دوره یاد شده استفاده گردید که در آن به علت عدم وجود اطلاعات کافی رگبارهای متناظر با سیلاب، از یک بارش 20 میلیمتری به صورت نمونه استفاده شده است. نتایج این بررسی نشان داد چنانچه سایر شرایط یکسان در نظر گرفته شوند فقط همین مقدار اندک تغییرات کاربری سال 2005 میتواند حدود 36 درصد دبی سیلابی را کاهش دهد. در ضمن تغییرات کاربری سال 2000 نسبت به سال 1989 نیز میتواند منجر به افزایش 36 درصدی در مقدار دبی سیلابی شود. به خاطر اینکه مقدار CN سال 2005 تقریباً یکسان بوده و تنها در سال 2000 مقدار CN از 87 به 89 افزایش یافته است. ش-کل شماره 8 نتایج این شبیهسازی را در محیط نرمافزاری مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS نشان میدهد.

جدول شماره 3) درصد مساحت کلاسهای کاربری حاصل از تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای در حوضه صوفیچای مراغه

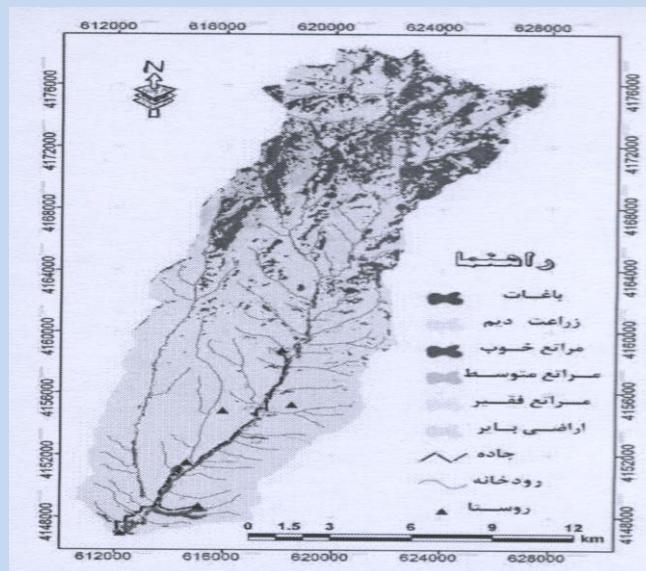
سال	2005	2000	1989	کلاس کاربری اراضی
	1/84	1/60	1/51	اراضی باغی
	6/46	5/03	4/19	اراضی دیم
	5/4	2/3	1859	مراتع خوب
	159	99	449	مراتع متوسط
	138	226	2193	مراتع ضعیف
	566	586	493	اراضی بایر
	100	100	100	جمع

جدول شماره 3) مقادیر میانگین CN براساس درصد نوع کاربری اراضی

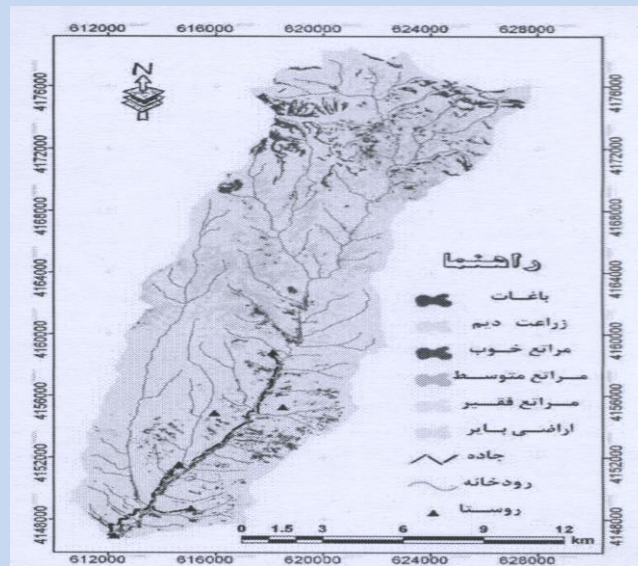
مقادیر CN			سال	زیر حوضه
2005	2000	1989		
8715	897	8733		تازه‌کند قشلاق

جدول شماره 4) تعداد رخداد و مجموع روزهای سیلابی در ایستگاه تازه کند

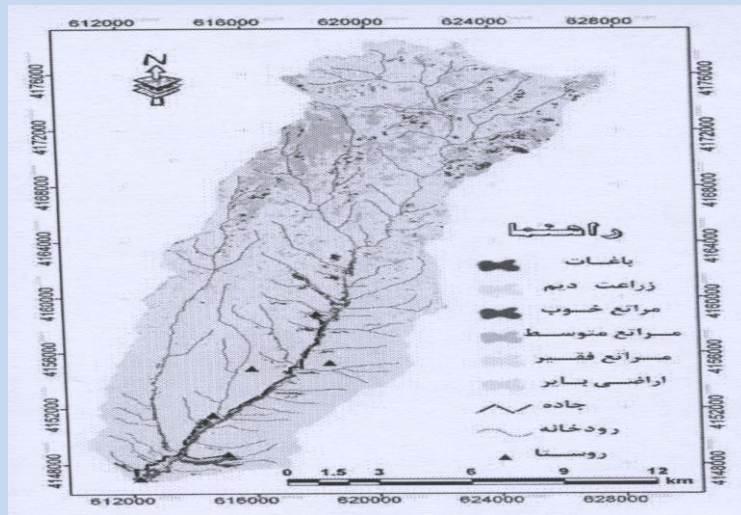
مجموع رخداد سیلاب	خرداد		اردیبهشت		فروردین		اسفند		ماه دهه
	تداوم	تعداد رخداد	تداوم	تعداد رخداد	تداوم	تعداد رخداد	تداوم	تعداد رخداد	
15	6	3	24	5	6	6	1	1	135262
19	5	2	22	12	8	5	-	-	136373
7	-	-	8	5	3	2	-	-	137484
41	11	5	54	22	17	13	1	1	مجموع



شکل شماره (4) نقشه کاربری اراضی سال 1989



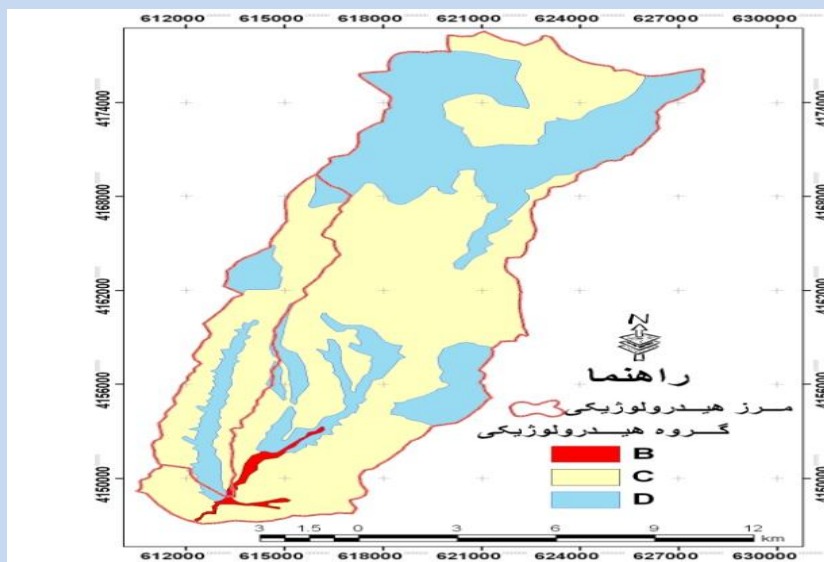
شکل شماره (5) نقشه کاربری اراضی سال 2009



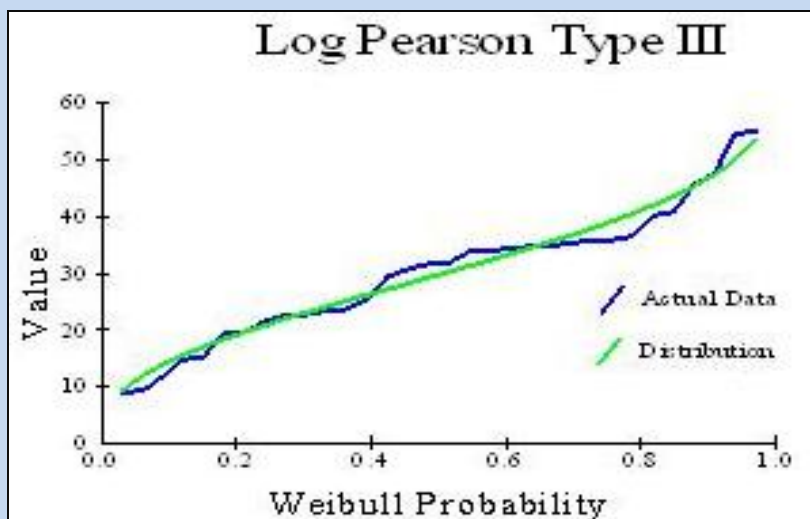
شکل شماره 4) نقشه کاربری اراضی سال 200



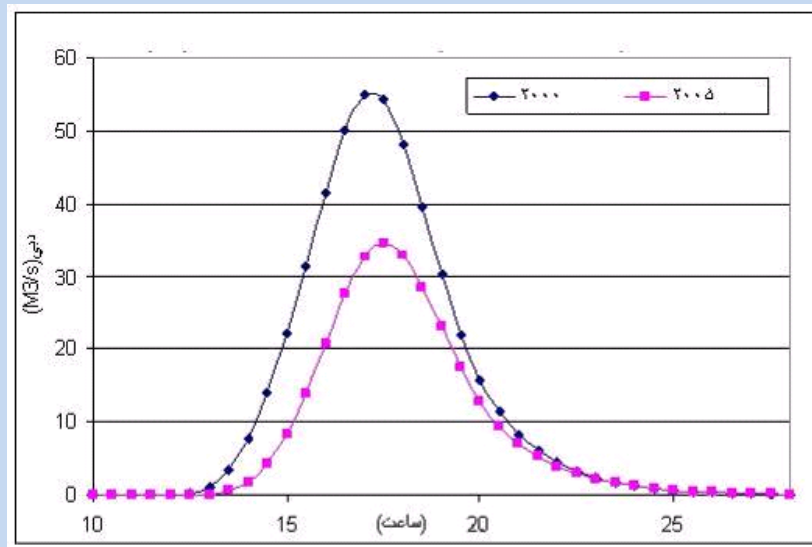
شکل شماره 5) احداث باغات در اراضی مرتعی و شیبدار



شکل شماره (9) نقشه گروههای هیدرولوژیکی خاک



شکل شماره (7) برازش مدل توزیع احتمالی لوگ پیرسون تیسیم بر دادههای دبی حداکثر سالانه ایستگاه هیدرومتری تازهکند در سالهای آبی 1352-54



شکل شماره 8) نتایج شبیه‌سازی تأثیر تغییرات کاربری‌اراضی بر دبی بیک سیلاب براساس مقادیر CN سالهای 2000 و 2005 در ایستگاه تازهند صوفیچای



شکل شماره 9) اجرای عملیات سازه‌های در آبراهه‌های اطراف روستای ازبک

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌های مربوط به سیلاب‌های اتفاق افتاده در حوضه صوفیچای مراغه نشان داد که تعداد رخداد سیلابی و مدت آن در دهه اخیر کاهش یافته است که این مسأله تطابق مناسبی با شرایط و ویژگی‌های فیزیوگرافیکی و طبیعی منطقه نشان نمیدهد. واقعیت امر این است که تغییرات قابل توجهی در گروه کلاسهای مختلف کاربری اراضی در سالهای اخیر در سطح حوضه صوفی چای صورت گرفته است. این مسأله براساس مشاهدات میدانی به عمل آمده از منطقه بخوبی قابل درک بوده و به صورت کمی نیز میزان این تغییرات از طریق تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در این تحقیق محاسبه گردیده است.

با توجه به اینکه تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر وقوع سیلابها، قبلاً از طرف محققان بسیاری در قالب پژوهشهای مختلف بررسی و اثبات شده است بدین منظور، تحقیق حاضر به منظور بررسی ارتباط بین تأثیر تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته در سطح حوضه صوفی چای مراغه با سیلابهای ب ه وقوع پیوسته در آن اجرا گردیده است. یافته‌های این تحقیق نشان داد که بین این دو ارتباط مستقیمی وجود داشته و این ارتباط از طریق شبیهسازی بارش - رواناب با دخالت شرایط فیزیکی حوضه از طریق مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS مورد تأیید قرار گرفت. به طوری که در بخش نتایج نیز ذکر آن گذشت تأثیر تغییرات پوشش زمین از طریق تغییر در مقادیر CN و تأثیری که بر میزان جریانات سطحی خواهد گذاشت به خوبی در این حوضه قابل درک است. این واقعیت از طریق نتایج شبیهسازی برای سالهای 2000 و 2005 نشان داد که تغییرات کاربری صورت گرفته در دو دوره یاد شده میتواند کاهش 36 درصدی دبیهای سیلابی در منطقه را نشان دهد و این یافته با نتایج بررسی سیلابهای محاسباتی همخوانی دارد.

البته ناگفته نماند که وقوع سیلاب در یک منطقه تنها به وضعیت پوشش سطح زمین وابسته نبوده بلکه در کنار آن فاکتور عوامل اقلیمی و از همه مهمتر مشخصات بارشهای رگباری از قبیل مدت و شدت آن از اهمیت به سزائی برخوردار است. به همین خاطر پیشنهاد میگردد که در مطالعه تکمیلی دیگر، تأثیر این عامل نیز در کنار بررسی تغییرات کاربری اراضی در وقوع سیلابهای منطقه بررسی و مدلسازی گردد. بیشک نتایج این بررسی

کمک شایانی در انتخاب الگوی کشت متناسب با توان محیطی و شرایط اقلیمی حاکم بر آن ارائه خواهد داد. کما اینکه خود حوضه‌نشینان نیز با درک مناسب توانهای محیطی منطقه و سازگاری با شرایط حاکم بر آن، با همکاری مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد کشاورزی با احداث سازه‌های مکانیکی ضمن ذخیره سازی روانابهای سطحی و رعایت تعادل دام و مرتع به ازدیاد و حفظ پوشش گیاهی سطح زمین کمک میکنند.

منابع

- 1- ثقفیان، ب. و همکاران (1387)، «بررسی اثر تغییرات کاربردی اراضی بر سیلخیزی حوضه آبریز سد گلستان»، دو فصلنامه تحقیقات منابع آب ایران، سال اول، شماره 4، بهار 1385.
- 2- حاجیلیزاده، م. (1383)، «بررسی نقش دخالت‌های انسانی بر رفتار سیل در بخشی از رودخانه کن تهران»، پایاننامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
- 3- خسروشاهی، م. (1380)، «تعیین نقش زیر حوضه‌های آبخیز در شدت سیلخیزی حوضه (مطالعه موردی حوضه آبخیز دماوند)»، رساله دکتری جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- 4- خسروشاهی، م. (1376)، «بهبودی و اصلاح مسیر رودخانه‌ها»، کارگاه آموزشی تخصصی مهارت سیلاب رودخانه‌ها، انجمن هیدرولیک ایران.
- 5- جوکار، ج. (1381)، «بررسی سیلخیزی زیر حوضه‌های رودخانه شاپور با استفاده از شبیه‌سازی جریان‌های سیلابی»، پایاننامه کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.
- 6- سازمان هواشناسی کشور، آمار هواشناسی ایستگاه سینوپتیک مراغه.
- 7- سازمان آب منطق‌های استان آذربایجان شرقی، آمار هیدرومتری حوضه صوفیچای.
- 8- شقایب فلاح، ر. (1380)، «شبیه‌سازی دبی حداکثر سیلابی در شاخه‌های فرعی رودخانه با استفاده از مدل HEC-HMS مطالعه موردی در حوضه آبخیز محمدآباد (استان گلستان)، پایاننامه کارشناسی ارشد آبخیزداری»، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- 9- صادقی، س.ح.ر. جلالی راد، ر. و علیمحمدی سراب، ع. (1382)، «پهنه‌بندی سیل با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و سامانه اطلاعات جغرافیایی (منطقه مورد مطالعه: حوضه آبخیز شهری دارآباد تهران)»، پژوهش‌نامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خزر، ش 4734:2.
- 10- مرکز سنجش از دور کشور، تصاویر ماهواره‌های لندست و اسپات.
- 11- مهندسین مشاور جاماب (1377)، «طرح جامع آب کشور»، حوضه آبریز دریاچه ارومیه.

- 12- مهدوی، م. (1381)، «*هیدرولوژی کاربردی*»، چاپ سوم، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- 13- مهدوی، م. (1376)، «بررسی آثار اقتصادی - اجتماعی و زیست محیطی خسارات سیل»، *کارگاه آموزشی تخصصی مهار سیلاب رودخانه‌ها*، انجمن هیدرولیک ایران.
- 14- Benavides, J.A., Pietruszewski, B., Kirsch, B and Bedient, Ph., (2003), "*Analyzing Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed in A Geographic Information System Framework*", www.ruf.rice.edu.
- 15- De Hoo. A., Odijk, M., Koster. E. and Lucieer, A., (2001), "Assessing The Effects of Land Use Changes on Floods in The Meuse and Oder Catchments", *Phys. Chem. Earth* (B), 26(7-8):593-599.
- 16- Fohrer, N. et al, (2001), "*Hydrologic Response to Land Use Changes on the Catchment Scale*", Department of Agricultural Ecology and Natural Resources Management, Sec. Soil and Water Protection, Giessen University, Heinrich-Buff-Ring 26-32, D-35392 Giessen
- 17- Hadiani, M.O. and A.G. Ebadi (2007), "The Role of Land Use Changing in Uncertainty of Design Flood of Hydraulic Structures (The Case Study about Madarsoo Watershed Basin)", *World Applied Sciences Journal* 2(2): 136-141, 2007 ISSN 1818-4952.
- 18- Knebl, M.R., Yang, Z.L., Hutchison, K., Maidment, D.R., (2005), "Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD", Rainfall, GIS, and HEC-HMS\RAS: A Case Study for the San Antonio River Basin Summer 2002 Storm Event, *Journal of Environmental Management*, 75: 325-336.
- 19- Nirupama, N. and Simonovic, S.P., (2007), "Increase of Flood Risk due to Urbanization: a Canadian Example", *Natural Hazards*, 40, pp. 25-41.
- 20- Radwan, A., (1999), "Flood Analysis and Mitigation for Area in Jordan", *Journal of Water Resources and Management*, 125(3): 170-177.

- 21- Shi, P.J., Yuan, Y., Zheng J., Wang, Jing-Ai, Ge, Y. and Qiu G.Y., (2007), "The Effect of land Use/cover Change on Surface Runoff in Shenzhen Region", *China Catena*, 69, pp. 31-35.
- 22- Weng, Q., (2001), "Modeling Urban Growth Effects on Surface Runoff with the Integration of Remote Sensing and GIS Environmental Management", 28(6), pp. 737-748.
- 23- Xian, G., Crane M. and Su, J., (2007), "An Analysis of Urban Development and its Environmental Impact on the Tampa Bay Watershed", *Journal of Environmental Management*.