مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵
ص ۶۴۶-۶۳۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۰۳
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۷/۲۷

تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر پهنه سیل‌خیز طغیانی با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

❖ **جلیل فرزاد مهر؛** استادیار دانشگاه تربت‌حیدریه، گروه مرتع و آبخیزداری، ایران.

❖ **پیام ابراهیمی*؛** دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، ایران.

❖ **مهدی اصلاح؛** کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، ایران.

چکیده

پیش‌بینی رفتار هیدرولیک رودخانه و تعیین پهنه‌های سیلابی جهت کاهش خسارات احتمالی، ازجمله اقداماتی است که در سال‌های اخیر موردتوجه بسیاری از پژوهشگران قرارگرفته است. استان مازندران به‌ویژه شهرستان نکا هرساله تحت تأثیر سیل با دوره بازگشت‌های مختلف قرار می‌گیرد؛ ازاین‌رو تغییرات کاربری اراضی و نقش این تغییرات در پهنه‌های سیلابی بررسی گردید. در این پژوهش با تلفیق سیستم تحلیل رودخانه، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور، تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ پردازش شد و پاسخ هیدرولوژیک رودخانه نکا با دوره بازگشت‌های مشخص تعیین گردید. نتایج نشان داد توزیع آماری پیرسون تیپ۳، تعیین ضریب زبری به روش کاون و تصویر IRS نسبت به +ETM از دقت خوبی برخوردارند. با تعیین کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ و سال ۲۰۱۱ مساحت هر یک از طبقات کاربری اراضی در محیط GIS مشخص گردید و سپس به محیط HEC-GeoRAS الحاق گردید. با تعیین دو نقشه سیل گیر با دوره بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ سال تفاضل هر یک از لایه‌ها مشخص گردید. در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته تنها کاربری اراضی مشخص می‌گردد اما با توجه به نتایج این تحقیق و تأثیر ۱۴/۶۰ درصدی افزایش سطح دشت سیلابی، نقش تغییرات قابل‌توجه است. این پژوهش پیشنهاد می‌نماید در تعیین پهنه‌های سیلابی علاوه بر تعیین کاربری اراضی، به تغییرات آن توجه ویژه‌ای شود و پاسخ هیدرولوژیک کل حوضه موردنظر نسبت به این تغییرات و نقش آن در پهنه‌های میل‌گیری مدنظر قرار گیرد. شبیه‌سازی بستر رودخانه و دشت سیلابی در مناطق جنگلی وابسته به کاربری اراضی هست، به‌گونه‌ای که جنگل تراشی در محدوده رودخانه نکا از مهم‌ترین عوامل سیلاب به شمار می‌آید.

واژگان کلیدی: سیلاب، کاربری اراضی، نکارود، سنجش‌ازدور، ETM^+، IRS.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۹۳۵۹۴۵۳۹۱۳
Email: ebrahimi1393@ut.ac.ir

۱. مقدمه

توسعه مناطق شهری و روستایی، تبدیل اراضی و بهره‌برداری بیش‌ازحد از عرصه‌های منابع طبیعی در دهه‌های اخیر موجب تغییر در خصوصیات و شرایط هیدرولوژیک حوزه‌های آبخیز شده و به‌تبع آن رژیم هیدرولوژیک رودخانه‌ها دستخوش تغییر شده است. از اثرات آن ایجاد رواناب بیش‌ازحد ظرفیت رودخانه بوده که به‌صورت سیلاب‌های مخرب قابل‌مشاهده است [۵]. در مورد تعیین حریم بستر مطالعات بسیاری در داخل و خارج صورت گرفته است که برخی از این مطالعات به شرح زیر است.

پژوهش انجام شده در بازه ۶/۵ کیلومتر رودخانه طالقان ازنظر سیل‌خیزی توسط HEC-RAS و GIS نشان داد که از کل مساحت سیل‌گیری ۸۸/۱۶ درصد توسط سیل‌های با دوره بازگشت ۲۵ سال پوشیده می‌شود [۱۸]. برخی دیگر در رودخانه بابلرود استان مازندران پهنه سیلاب را توسط نرم‌افزار HEC-geoRAS برای ۷ دوره بازگشت محاسبه نمودند و مشاهده کردند ۸۹/۵۳ درصد از سیل‌ها مربوط به دوره بازگشت ۲۵ سال است [۷]. در سال‌های اخیر نیز محققان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM و نرم‌افزار HEC-geoRAS گسترش پهنه‌های سیلابی را بررسی نمودند و استفاده از پهنه‌بندی سیلاب را در توسعه مدیریت و برنامه‌ریزی روستایی توصیه می‌نمایند [۵].

بررسی اثر تغییرات پوشش گیاهی در رژیم سیلابی حوضه‌های آبخیز در حوزه آبخیز نکارود انجام شده که نتایج نشان داد تغییرات پوشش گیاهی در این منطقه بر رژیم سیلابی بسیار مؤثر بوده است [۳]. در کشور آمریکا روش‌های تجزیه تحلیل کنترل سیلاب برای حوزه آبریز Clear Creak با استفاده از GIS و مدل‌های هیدرولوژیکی انجام شد. محققان در این پژوهش ابتدا حوزه آبریز موردنظر را به شش ناحیه تقسیم و سپس پهنه‌های سیل با دوره‌های بازگشت مختلف را مشخص نمودند. آن‌ها در پژوهش خود، از نرم‌افزارهای HEC-RAS, HEC-HMS NEXRAD, GIS و HEC-geoRAS استفاده نمودند [۴]. برخی دیگر نیز با استفاده از نرم‌افزارهای ARC View HEC-RAS, و HEC-HMS اثرات سیلاب در رودخانه روماگنا واقع در ایتالیا را پیش‌بینی نمودند. آن‌ها در ابتدا پهنه سیلاب با دوره بازگشت‌های مختلف را با مدل هیدرولیکی HEC-RAS تولید نموده و سپس با ساختن TIN از منطقه موردبررسی، نتایج به‌دست‌آمده از HEC-RAS را بر شبکه مثلثی نامنظم منتقل نمودند. درنهایت نقشه پهنه‌های سیلاب و سرعت آب در هر منطقه و خطرپذیری هر قسمت را ارائه دادند [۱۵].

بررسی زبری بستر توسط هیدروگراف در رودخانه موراوا سورن در بخش شرقی جمهوری چک ضرایبی بین یک‌هزارم تا ۰/۹ تعیین شد. سپس صحت یا دقت کار توسط مدل هیدرولیکی سیلاب، HEC-RAS بررسی گردید. اگرچه عملکرد مدل به منطقه موردنظر و محدوده آن بستگی دارد اما نتایج نشان می‌دهد که مقادیر کمتر از یک موجود در هیدروگراف با نرم‌افزار همبستگی قابل‌قبولی را ارائه می‌دهد [۱۴]. در همین راستا هیدرولوژیستها با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS در رودخانه گاردون در جنوب فرانسه نشان دادند که حداقل سه سیل با دبی بین ۶۸۵۰ و ۷۱۰۰ مترمکعب در ۵۰۰ سال گذشته در این حوزه رخ داده است و دست‌کم دو سیل ۸۰۰ مترمکعب رخ داده است. با توجه به نتایج به این موضوع پی بردند سیلی که در سال ۲۰۰۲ در این حوزه رخ داده را نمی‌توان به‌عنوان بزرگ‌ترین سیل شناخت [۱۳].

دیگر محققین رودخانه تیسزا در کشور مجارستان را از نظر سیل‌خیزی و تغییرات کاربری مورد ارزیابی قرار دادند [۱۱]. به‌عبارتی‌دیگر مورفومتری یا ویژگی‌های رودخانه را برای شناسایی بخش‌هایی که تحت تأثیر فعالیت‌های انسان از حالت طبیعی خود نظیر دایک‌ها خارج‌شده است و به‌سرعت سیل یا کاهش زمان تمرکز کمک می‌نماید را پهنه‌بندی می‌نماید. این پژوهش با فرض این‌که ناپایداری‌های کم‌شیب در درون کانال به

پایداری کانال کمک می‌نماید موردبررسی قرارگرفته است.

در پژوهش دیگری در بخشی از رودخانه تیسزا در کشور مجارستان با استفاده از سنجنده حرارتی ماهواره (ASTERGDEM) و با استفاده از نرم‌افزار HEC-RAS و الحاقیه آن HEC-GeoRAS به شبیه‌سازی پهنه سیلاب پرداخته شد. شواهد بیان می‌دارد که استفاده از سنجنده ماهواره موردنظر نتایج قابل‌قبولی را پس از ارزیابی توسط مدل HEC-RAS نشان می‌دهد [۸].

سایر پژوهشگران در آسیا شهرنشینی و تغییر کاربری اراضی را تأثیری منفی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی زیرحوضه تیروسولام در حوزه‌آبخیز چنای دانسته‌اند و مدیریت یکپارچه سیل (IFM) را به‌همراه شبیه‌سازی مدل هیدرولوژیکی HEC-RAS برای کاهش خطرات سیل لازم و ضروری می‌دانند [۱۷].

در دستاوردی دیگر محققین در رودخانه بالادست حوزه‌آبخیز Zhengyanghuan به نام Huaihe در کشور چین به شبیه‌سازی کامپیوتری سیل در حوزه‌هایی با مقیاس بزرگ پرداختند و اظهار داشتند در تصمیم‌گیری‌هایی که به‌منظور کنترل سیلاب و واکنش سریع در برابر سیل صورت می‌گیرد می‌توان از آن بهره برد [۱۹].

برای تعیین مقادیر و مساحت‌های سیل گیر بر اساس مطالعات گذشته تغییرات کاربری اراضی است. با توجه به محدودیت‌هایی که در تعیین کاربری اراضی به‌صورت میدانی وجود دارد استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یکی از روش‌های مناسب محسوب می‌شود. بر این اساس تصاویر را به کلاس‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌نمایند. یکی از روش‌های تصمیم‌گیری درباره تعیین کلاس هر پیکسل روش بیشینه احتمال است که از روش‌های دیگر دقیق‌تر است. در این روش، میزان کمی واریانس و هم‌بستگی ارزش‌های طیفی نوارهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین ویژگی برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌های تعیین‌شده استفاده می‌شود. در این روش برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه، از ماتریس واریانس و بردار میانگین (معادله ۱) [۲، ۷] استفاده می‌شود.

معادله (۱)

$$P(X/W_i) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}|\sum_i|^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{1}{2}(X-\mu_i)^T \sum_i^{-1}(X-\mu_i)\right]$$

$P(X/W_i)$: احتمال تعلق به طبقه w_i، Σ_i: ماتریس کوواریانس برای طبقه i، μ_i: بردار میانگین برای طبقه i، $(x-\mu_i)$: بردار اختلاف است. پس از ایجاد تابع انتقال، فرآیندی که نمونه‌برداری مجدد[1] نامیده می‌شود برای تعیین ارزش‌های پیکسل ماتریس خروجی با استفاده از ماتریس تصویر اصلی به‌کاربرده می‌شود.

تعیین ضریب زبری

یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین مباحث در پروژه‌های عمرانی رودخانه‌ای تخمین مقاومت جریان است. اغلب برای توصیف مقاومت جریان یا زبری نسبی یک آبراهه یا دشت‌سیلابی از ضریب زبری مانینگ (n) استفاده می‌شود و به علت نتایج قابل‌قبول فرمول مانینگ در جریان یکنواخت کانال‌های باز به‌طور گسترده استفاده می‌شود [۹]. از میان معادلات به کار گیری شده در این پژوهش از رابطه مانینگ، شزی، ویسباخ، سرعت بی‌بعد، کاون و درنهایت میزان میانگین حداقل مربعات خطا استفاده شده است.

با توجه به مطالعات انجام شده و وقوع هرساله سیلاب در رودخانه نکا لزوم بررسی و تعیین مقادیر کاربری اراضی و نیز تغییرات در پهنه سیلابی و مقایسه آن در دهه و دهه‌های گذشته ملموس‌تر است. لذا استفاده از تصاویر ماهواره‌ای روشی کم‌هزینه و سریع جهت تعیین کاربری اراضی بوده و بر اساس آن می‌توان پهنه‌های سیل را شبیه‌سازی و تعیین نمود.

[1] Resampling

۲. روش‌شناسی تحقیق

۲. ۱. روش تصحیح تصاویر ماهواره‌ای در این پژوهش

۲. ۱. ۱. اتمسفری

حذف آثار سو جو زمانی بیشتر احساس می‌شود که هدف مقایسه تصاویر چند زمانه باشد [۱۲]. در پژوهش حاضر برای تصحیحات اتمسفری از متد چاوز که عبارت از روش کم کردن ارزش پیکسل‌های تیره است، استفاده شد و ارزش پیکسل‌های تیره در تصویر کاهش داده شد تا فرآیند طبقه‌بندی از صحت بالایی برخوردار شود.

۲. ۱. ۲. رادیومتریک

با توجه به این‌که تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف هستند و با زاویه ارتفاعی و با تصحیحات و طرق مختلف تهیه می‌شوند. برای این کار نیاز است ارزش رقومی (DN) ثبت‌شده از یک پیکسل معین در سال‌های مختلف از طریق ضرایب کالیبراسیون شود که بر اساس رابطه زیر صورت می‌گیرد [۶]:

$$L= Gain\times DN+Offset$$ معادله (۲)

که در آن L تابش طیفی ($Wem^{-1}\ Ster^{-1}\ \mu m^{-1}$)، DN ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) و Gain و Offset ضرایب کالیبراسیون سنجنده می‌باشند. سپس از طریق فرمول زیر بازتاب طیفی بدون واحد بین صفر تا یک را محاسبه می‌نماییم:

$$P = \frac{\pi L d^2}{ESUN.COS(SZ)}$$ معادله (۳)

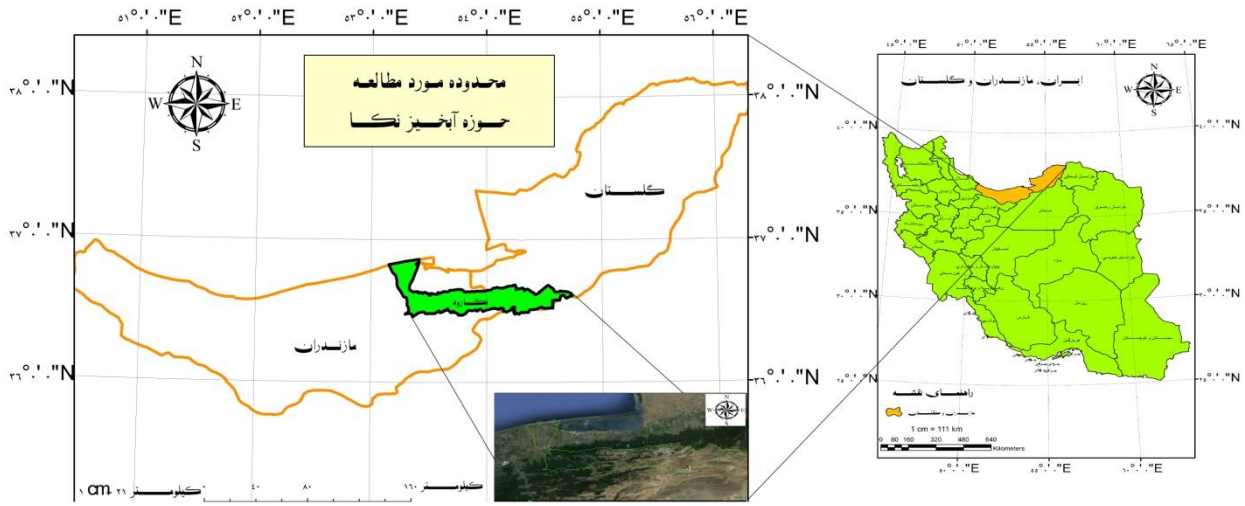
P: بازتاب طیفی بدون واحد بین صفر تا یک، π:۳/۱۴، L: تابش طیفی در دریچه سنجنده، d^2: مجذور فاصله زمین و خورشید بر اساس واحدهای ستاره‌شناسی، ESUN: ارتفاع خورشید و SZ: زاویه خورشید در هنگام تابش در زمان ضبط تصویر ماهواره‌ای است.

۲. ۱. ۳. هندسی

در این مرحله اقدام به اعمال تصحیحات هندسی بر روی تصاویر شد و تصاویر ماهواره‌ای IRS و ETM با استفاده از روش تصویر به تصویر، زمین مرجع شد [۱۶]. برای این کار نقاط کنترل زمینی با پراکنش مناسب از سطح دو تصویر جمع‌آوری شد تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورداستفاده قرار می‌گیرد خطای کمتری داشته باشد. برای این تبدیل از تابع درجه اول استفاده شد و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح‌نشده از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده گردید. درنهایت تصویر ETM با خطای RMS معادل ۰/۳۷ و IRS با خطای ۰/۳۲ زمین مرجع شد. با توجه به اینکه استان مازندران به‌ویژه رودخانه نکا هرساله دچار سیلاب‌های متعددی می‌شود ازاین‌رو لازم است تا علت این سیلاب‌ها را موردبررسی قرارداد و تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر پهنه‌های سیلابی را مشخص نمود زیرا با توجه به فرضیه این پژوهش مهم‌ترین عامل پس از کاربری اراضی، تغییرات کاربری‌های مختلف است. با بررسی این تغییرات علاوه بر تعیین مناطق سیل‌خیز، نقش تغییرات کاربری اراضی مشخص می‌شود؛ این در حالی است که در بسیاری از پژوهش‌های صورت گرفته تنها نقش کاربری اراضی در نظر گرفته و تغییرات آن لحاظ نمی‌گردد.

حوزه‌آبخیز رودخانه نکا از حوزه‌های آبخیز دریای خزر است و در محدوده جغرافیایی ۱۷ ً ۵۳ ˚ الی ۴۴ ً ۵۴ ˚ طول شرقی و ۲۸ ً ۳۶ ˚ الی ۴۲ ً ۳۶ ˚ عرض شمالی واقع است. این حوضه از شمال به حوزه‌آبخیز قره‌سو و حوزه‌های کوچک خلیج گرگان، از غرب به حوزه‌آبخیز تجن، از شرق به حوزه‌آبخیز قره‌سو گرگان و از جنوب به حوزه‌آبخیز تجن و حوزه‌های آبخیز استان سمنان منتهی می‌گردد. مساحت این حوضه معادل ۱۹۲۲ کیلومترمربع و محیط آن ۴۰۶ کیلومتر است. ارتفاع بلندترین نقطه حوضه ۳۵۰۰ متر (ارتفاعات شاه کوه) و ارتفاع پست‌ترین نقطه حوضه در منطقه خروجی (ایستگاه آبلو) حدود ۵۰ متر و

در محل اتصال به دریای خزر (۲۰-) متر است. حدود ۶۱٪ حوضه در محدوده استان مازندران و ۳۹٪ آن در محدوده استان گلستان واقع شده است. پهنه‌ی گرگان و دشت، بین دو گسل اصلی البرز و گسل مازندران- خزر قرارگرفته که ردیف نسبتاً کاملی از سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی به ضخامت حدود ۲/۵ کیلومتر است که در طی دوران‌های مختلف زمین‌شناسی به‌دفعات تحت تأثیر حرکات تکتونیک قرارگرفته و منجر به وجود آمدن ریخت‌شناسی کنونی رشته‌کوه‌های این منطقه گردیده است. امتداد و روند عمومی ساختمان‌های منطقه عمدتاً شمال غرب-جنوب شرق است (شکل ۱).



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه (حوزه آبخیز نکا رود)

به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی از دو تصویر ماهواره‌ای ۲۰۰۰ ETM+ و ۲۰۱۱ IRS-1D استفاده شد. مراحل پیش‌پردازش آن نظیر تصحیحات اتمسفری، رادیومتریک و هندسی در محیط ENVI و نیز تهیه لایه‌های GIS و پردازش در محیط HEC-geoRAS جهت ورود به نرم‌افزار HEC-RAS در محیط GIS مورد پردازش قرار گرفت. هم‌زمان با این؛ عملیات میدانی عرصه جهت تعیین ضرایب زبری موردنیاز در محیط نرم‌افزاری HEC-RAS و کالیبراسیون مقادیر موردنیاز دبی با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال تعیین و نمونه‌برداری شد. هم‌چنین از ایستگاه آبلو واقع در منطقه جهت کالیبراسیون و مقایسه و ارزیابی ضرایب زبری و دبی مشاهداتی استفاده گردید (جدول ۱). این ایستگاه در پایین‌دست سد تنظیمی بوده اما به دلیل تکمیل نشدن پروژه تاکنون هرسال یک سیل اتفاق افتاده است. همچنین به دلیل فاصله این ایستگاه با سد تنظیمی بالادست به دلیل جنگلی بودن منطقه با قطعات درختان شکسته به‌سرعت مسدود شده و حجم بالایی را مانند مخزن ذخیره می‌نماید.

جدول ۱. موقعیت جغرافیایی ایستگاه آبلو

ایستگاه	رودخانه	ارتفاع	X	Y
آبلو	نکا	۵۰ متر	۴۱ً۵۳ً ۱۷َ	۵۴ً ۳۶ً۳۸َ

با استفاده از ۱۳۲ منطقه تعلیمی برای ۵ کاربری با پراکنش مناسب در سطح حوضه کاربری جنگل، مرتع، شهر، زراعت و باغ و مناطق فاقد پوشش در مرحله پس پردازش طبقه‌بندی به روش Maximum Likelihood تعیین گردید از این ۱۳۲ نقطه ۲۸ نقطه از اداره منابع طبیعی شهرستان ساری مربوط به سال ۱۳۷۸ برای تصویر سال ۲۰۰۰ انتخاب شد و ۱۰۴ نقطه با استفاده از تعیین مختصات توسط آماربرداری زمینی تعیین شد. این روش یکی از دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه است و توسط اکثر محققین پذیرفته‌شده است [۱، ۱۶]. روش حداکثر احتمال، واریانس و کوواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود همه مناطق از پراکنش نرمال برخوردارند. در حقیقت نمونه‌های کلاس‌ها باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیش‌تری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره پیوسته قرار گیرد. توزیع نرمال به‌صورت زنگوله‌ای است که دارای میانگین، مد و نما است و بیش‌تر نتیجه پژوهش‌ها سعی دارد تا به منحنی توزیع نرمال نزدیک‌تر و یا دور گردد زیرا محاسبات آسان‌تر می‌شود؛ بنابراین توزیع مقادیر درجه روشنایی پیکسل‌های مناطق باید به‌صورت زنگوله‌ی باشد در غیر این صورت نتایج از اعتبار لازم برخوردار نخواهد بود و به همین دلیل از این روش استفاده شد.

ارزش دقت تولیدکننده احتمال مشروط به این‌که یک منطقه به‌عنوان نوع پوشش اراضی J طبقه‌بندی‌شده توسط نقشه‌ای به‌عنوان کلاس J طبقه‌بندی‌شده توسط نقشه از روش زیر حاصل می‌گردد:

$$P_{Aj} = \frac{P_{jj}}{P_{+j}}$$ معادله (۴)

سپس ارزش نقشه بر اساس دقت کاربر که با Vu نشان داده می‌شود، جمع وزنی دقت‌های کاربر برای q کلاس پوشش اراضی است. Vu یک وزن (wi) را که توسط استفاده‌کننده برای بیان ارزش یا وزن‌ها برابر یک شود، به عبارتی لازم نیست شرط $\sum_{i=1}^{q} w_i = 1$ تأمین شود. تصویر کلی Vu یک وزن سطحی را دخالت می‌دهد و Pi نسبت مساحت در کلاس پوشش اراضی i است، به‌طوری‌که ارزش نقشه بستگی به نسبت مساحتی دارد که در کلاس‌های مختلف پوشش اراضی صحیح طبقه‌بندی‌شده‌اند؛ بنابراین ارزش نقشه به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$V_u = \sum_{i=1}^{q} W_i P_i + P_{ui}$$ معادله (۵)

ازآنجاکه $P_{ui} = \frac{P_{ii}}{P_{it}}$، ازاین‌رو:

$$V_u = \sum_{i=1}^{q} W_i P_{ii}$$ معادله (۶)

در معادله ۷ Vu مجموع مقادیر قطری ماتریس خطاست. چندین نتیجه از معادله ۷ قابل‌استخراج است. اگر تمامی کلاس‌ها اهمیت یکسانی داشته باشند، به‌طوری‌که وزن‌ها کاملاً مساوی باشند (W=Wi برای q و i=1....)، پس:

$$V_u = W \sum_{i=1}^{q} P_{i+1} P_{ui} = w.P_c$$ معادله (۷)

ارزش نقشه متناسب با Pc بوده و کل نسبتی است که صحیح طبقه‌بندی‌شده است. اگر وزن مساحت لحاظ نشود، پس Pi می‌تواند با $\frac{1}{q}$ آزمون شود تا یک مقیاس صحیح به‌دست آید و وقتی همه کلاس‌های پوشش اراضی اهمیت یکسانی داشته باشند (Wi=W)، معادله به‌صورت زیر ساده می‌شود:

$$V_u = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^{q} W_i P_{ui}$$ معادله (۸)

و

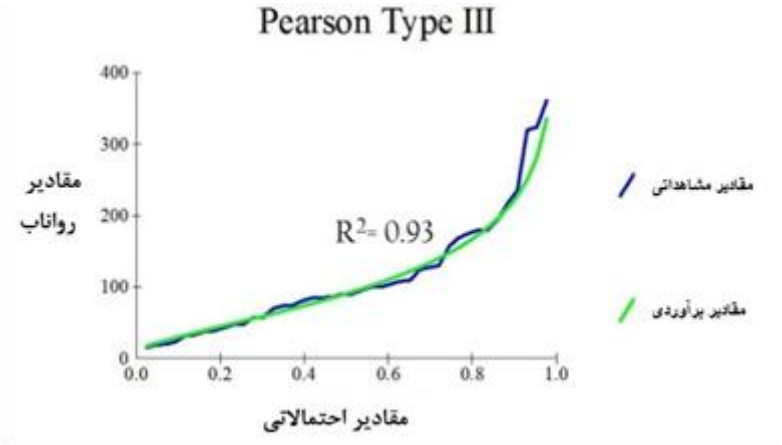
$$V_u = \frac{w}{q} \sum_{i=1}^{q} P_{ui} = w.P_u$$ معادله (۹)

که Pu میانگین دقت استفاده‌کننده است.

بعد از این مرحله صحت ارزیابی از طریق گروه عملیاتی در عرصه کنترل گردید و لایه‌های رقومی ارتفاع

بستر، ساحل و دشت سیلابی رودخانه با دقت ۱۰۰۰متر به محیط GIS جهت به‌کارگیری در محیط HEC-geoRAS ارسال گردید تا پهنه‌ی سیل محاسبه گردد. درنهایت بر اساس معیارهای صحت کلی، ضریب کاپا، دقت کاربر و دقت تولیدکننده؛ میزان دقت طبقه‌بندی تصاویر به‌همراه کلاس‌های مختلف کاربری اراضی محاسبه گردید و رقوم ارتفاعی سیل و پهنه‌ی آن و دقت به‌کارگیری از فرمول‌های تعیین ضریب زبری تعیین شد و سپس لایه‌های تمامی خروجی‌ها به محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انتقال یافت تا پردازش‌های لازم انجام گیرد. تمامی مراحل صورت گرفته در (شکل ۲) قابل‌مشاهده است. در این شکل لایه خروجی از فیلد موردنظر و نرم‌افزار سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌طور جداگانه استخراج‌شده و تمامی لایه‌ها جهت تهیه نقشه مناطق سیل‌خیز و پهنه سیلابی و محاسبه مساحت‌ها دوباره وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شده و هر مساحت تعیین گردید.

آمار ۴۲ ساله ایستگاه هیدرومتری آبلو پس از تکمیل آمار دبی حداکثر لحظه‌ای، مقادیر حداکثر سیلاب محتمل با دوره‌های بازگشت ۲، ۳، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله بر اساس توزیع‌های آماری نرمال، لوگ نرمال، لوگ نرمال دو پارامتری، لوگ نرمال سه پارامتری، گامای دو پارامتری، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون تیپ ۳ و گامبل با استفاده از نرم‌افزار SMADA محاسبه گردید و مناسب‌ترین توزیع آماری به دو روش گشتاورها و حداکثر درستنمایی مشخص گردید که برازش منحنی بهترین توزیع آماری لوگ پیرسون تیپ سه (شکل ۲) است (جدول ۲). برای تلفیق نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ و سال ۲۰۱۱ از طریق تفاضل مساحت‌های کاربری‌ها در محیط GIS محاسبه و تبدیل به یک نقشه واحد برای سال ۲۰۱۱ گردید و نقشه کاربری ۲۰۰۰ بدون تغییر به محیط GIS وارد شد. این نقشه کاربری مربوط به کاربری کل حوضه به همراه تعیین دقیق کاربری اراضی اطراف رودخانه نکا از طریق عملیات میدانی است.



شکل ۲. مقایسه مقادیر مشاهداتی و برآوردی

جدول ۲. نتایج بازسازی دبی‌های احتمالی با توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳

نام ایستگاه	۲ ساله	۳ ساله	۵ ساله	۱۰ ساله	۲۵ ساله	۵۰ ساله	۱۰۰ ساله	۲۰۰ ساله
آبلو (مترمکعب بر ثانیه)	۹۰/۲۷	۱۲۵/۲۸	۱۶۸/۸	۲۲۶/۱۴	۳۰۹/۹	۳۶۳/۷۸	۴۲۴/۵۸	۴۸۶/۲۳

۳. نتایج

نتایج حاصل از نرم‌افزار ENVI در جدول ۳ نشان می‌دهد تصحیح تصاویر ماهواره‌ای با دقت قابل‌قبولی توسط نقاط کنترلی صورت گرفته و نیز صحت کلی تصاویر از میزان ضریب کاپا بیشتر است (جدول ۳). این موضوع بیانگر آن است که تصاویر ماهواره‌ای با دقت قابل‌قبولی قادر به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی است. معمولاً مقادیر حاصل از صحت کلی بیشتر از مقدار واقعی به دست می‌آید (جدول ۴)، این در حالی است که مقادیر ضریب کاپا میزان دقت را نسبت به یک طبقه‌بندی تصادفی محاسبه می‌نماید [۱۰].

جدول ۳. میزان RMSE تصاویر IRS و لندست ETM

تصویر	RMSE
IRS 2012	۰/۴۹۵
ETM 2000	۰/۵۱۲

جدول ۴. نتایج کلی دقت طبقه‌بندی در تصاویر (IRS2011) و (Landsat 2000)

ردیف	تصویر	سال	صحت کلی به درصد	ضریب کاپا
۱	Landsat	۲۰۰۰	۹۰/۸۱۲	۰/۸۴۷
۲	IRS	۲۰۱۱	۹۴/۰۰۲	۰/۸۹۰

ضریب کاپا و صحت کلی با کل طبقه‌بندی ارتباط دارند و اطلاعاتی در مورد توزیع مکانی کلاس‌ها بیان نمی‌کنند. به‌منظور بررسی تصاویر ازنظر صحت، دقت کلاس‌ها به‌صورت مجزا از پارامترهای کاربر و تولیدکننده در جدول ۵ به دست می‌آید. بدین نحو که به هر کلاس پوشش اراضی بر اساس اهمیت آن وزن خاصی داده شد بنابراین ارزش نقشه متناسب با میانگین دقت استفاده‌کننده برای کلاس خاص است. درنهایت از میان پیکسل‌های طبقه‌بندی‌شده صحیح در هر تصویر کاربری-ها معین گردید.

جدول ۵. دقت تصاویر و دقت کاربر در تصاویر (IRS2011) و (Landsat 2000) به درصد

Landsat			IRS		
دقت کاربر	دقت تولیدکننده	کلاس	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	کلاس
۸۱/۳۴	۸۲/۸۷	کشاورزی	۸۹/۷۹	۸۷/۵۵	کشاورزی
۸۵/۲۷	۹۱/۴۹	غیر قابل‌استفاده	۹۱/۷۲	۹۲/۹۷	غیر قابل‌استفاده
۸۶/۵۴	۸۶/۰۹	مرتع	۸۹/۰۹	۹۳/۶۵	مرتع
۹۲/۹۱	۹۷/۴۲	جنگل	۹۰/۹۶	۹۷/۵۶	جنگل
۷۶/۹۰	۸۳/۵۸	شهر	۸۲/۵۱	۸۶/۱۴	شهر

نتایج حاصل از جدول ۳، ۴ و ۵ نشان می‌دهد درمجموع دقت نتایج حاصل از تصاویر Landsat نسبت به تصاویر IRS پایین‌تر است. درصد تغییرات کاربری اراضی نیز در جدول ۶ مشاهده می‌شود که تصاویر سال ۲۰۱۱

در بخش کشاورزی، مناطق شهری و اراضی غیر قابل‌استفاده (اراضی دامنه کوه با شیب تند، قلل، سنگلاخ، اراضی بدون کشت و خاک و سنگ لخت) روند افزایش و در قسمت جنگل و مرتع روند کاهشی را نسبت به تصاویر سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد.

جدول ۶. روند تغییرات کاربری اراضی در تصاویر(IRS2011) و (2000 Landsat)

تفاضل تغییرات به درصد (*افزایش)	۲۰۱۱IRS		۲۰۰۰Landsat	
	مساحت به درصد	کلاس	مساحت به درصد	کلاس
*۲/۲۷	۵/۰۰	کشاورزی	۲/۷۳	کشاورزی
*۷/۳۱	۴۳/۶۲	غیر قابل‌استفاده	۳۶/۳۱	غیر قابل‌استفاده
-۱/۲۷	۱/۷۵	مرتع	۳/۰۲	مرتع
-۱۰/۲۲	۴۴/۷۴	جنگل	۵۴/۹۶	جنگل
*۱/۹۱	۴/۸۹	شهر	۲/۹۸	شهر

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از نقشه کاربری اراضی در محیط GIS مربوط به سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱، اراضی کشاورزی ۲/۲۷ درصد، اراضی غیر قابل‌استفاده ۷/۳۱، شهر ۱/۹۱ افزایش و در مقابل جنگل ۱۰/۲۲ درصد و مرتع ۱/۲۷ درصد کاهش از تغییرات را به خود اختصاص داد. پس از بررسی ضرایب زبری و میزان RMSE در جدول، روش کاون به‌عنوان بهترین ضریب زبری انتخاب شد تا نقشه حاصل از کاربری، نتایج شبیه‌سازی سیلاب با روش کاون حاکی از دقت بالاتری نسبت به دیگر روش‌ها بود. با استفاده از ۴ مقطع میانگین از ۶۴ مقطع در طول ۲ کیلومتری بازه موردنظر ضرایب زبری تعیین‌شده توسط روش کاون به محیط نرم‌افزار سیستم تحلیل رودخانه انتقال داده شد.

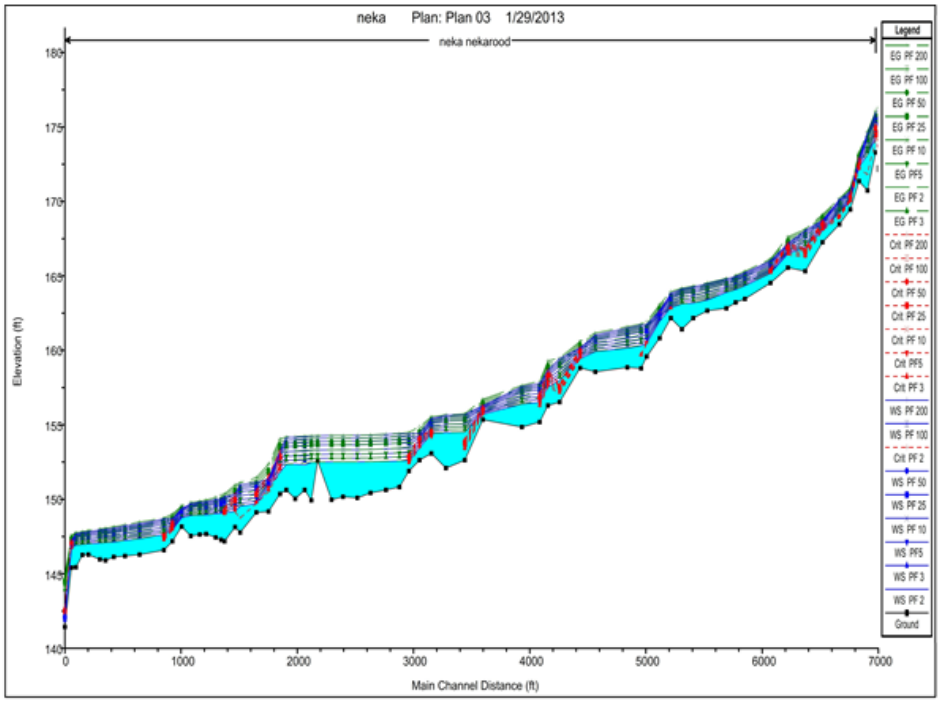
پس از تعیین نواحی سیل‌گیر، پروفیل طولی رودخانه و سیل با دوره بازگشت روی این سطوح، (شکل ۳الف) مشخص و نتایج حاصل از محاسبات سطوح آب در دوره‌بازگشت‌های مختلف مجدداً به محیط GIS انتقال پیدا کرد و پهنه‌ی سیلابی در هر دوره تعیین گردید (شکل ۳ب).

جدول ۷. مقادیر RMSE روش‌های چاو، کاون، سرعت بی‌بعد، شزی و دارسی وایسباخ

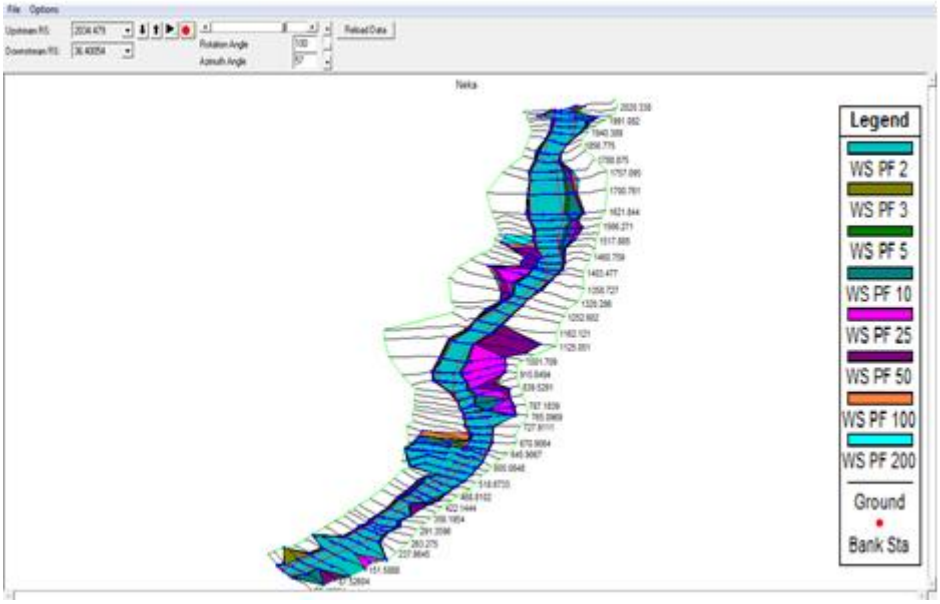
دوره بازگشت	چاو	کاون	سرعت بی‌بعد	شزی	ویسباخ
۲	۰/۶۴۵	۰/۴۶۴	۰/۸۹۸	۰/۵۷۲	۰/۸۹۶
۳	۰/۸۷۵	۰/۵۸۵	۰/۹۸۵	۰/۸۹۶	۰/۹۲۴
۵	۰/۹۵۵	۰/۶۲۵	۱/۰۱۳	۱/۳۳۷	۰/۹۹۹
۱۰	۰/۹۹۷	۰/۶۷۲	۱/۳۴۸	۱/۶۷۷	۱/۵۱۶
۲۵	۱/۲۳۸	۰/۶۹۷	۱/۴۴۷	۱/۸۹۰	۱/۷۸۸
۵۰	۱/۴۰۸	۰/۷۵۹	۱/۵۶۷	۲/۳۳۰	۱/۹۶۲
۱۰۰	۱/۷۴۳	۰/۸۹۷	۱/۷۹۷	۲/۵۶۰	۲/۱۲۵
۲۰۰	۲/۱۵۴	۱/۳۲۶	۱/۹۹۹	۲/۸۶۸	۲/۳۷۷

جدول ۸. ضرایب زبری بستر و کناره‌های مقاطع موردمطالعه به‌روش کاون

بازه	بستر، کناره	ضریب زبری مربوط به دانه‌بندی	درجه ناهمواری در کانال	ضریب تغییرات مقطع	ضریب موانع	ضریب پوشش گیاهی	ضریب انحنای مسیر	ضریب زبری کل
۱	بستر	۰/۳۲	۰/۰۰۷	۰	۰	۰	۱	۰/۰۲۱
	کناره	۰/۲۸	۰/۰۱۰	۰	۰	۰	۱	۰/۰۳۴
۲	بستر	۰/۱۸	۰/۰۰۵	۰	۰	۰	۱	۰/۰۳۶
	کناره	۰/۳۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰	۱	۰/۰۴۱
۳	بستر	۰/۲۹	۰/۰۰۴	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۱/۰۱	۰/۰۳۱
	کناره	۰/۳۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۱/۰۲	۰/۰۲۸
۴	بستر	۰/۲۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۱/۰۱	۰/۰۳۲
	کناره	۰/۲۵	۰/۰۱۲	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۱/۰۱	۰/۰۳۹
۵	بستر	۰/۲۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۱/۰۱	۰/۰۳۷
	کناره	۰/۲۱	۰/۰۱۰	۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۱	۰/۰۳۶
۶	بستر	۰/۲۲	۰/۰۰۴	۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۳۹
	کناره	۰/۲۴	۰/۰۱۱	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۱	۰/۰۴۰
۷	بستر	۰/۲۷	۰/۰۰۳	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۱/۰۱	۰/۰۳۲
	کناره	۰/۲۱	۰/۰۱۰	۰	۰	۰/۰۰۲	۱	۰/۰۳۲



شکل ۳الف. پهنه‌های سیلابی و پروفیل رودخانه موردمطالعه با دوره‌بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ سال



شکل ۳ب. پهنه‌های سیلابی رودخانه موردمطالعه با دوره‌بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ سال

با استفاده از ضرایب معادله کاون و داده‌های الحاقیه HEC-geoRAS پروفیل رودخانه نکا شبیه‌سازی و پس از تعیین پروفیل، نتایج حاصل از نرم‌افزار HEC-RAS با دوره بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال مشخص‌شده و دبی بحرانی، زیربحرانی و فوق بحرانی لحاظ گردید که در شکل ۳ نشان داده‌شده است. با توجه به عدد فرود به‌دست‌آمده در سیستم تحلیل رودخانه سرعت ۱۰ مقطع میانگین در جدول ۹ مشخص شد.

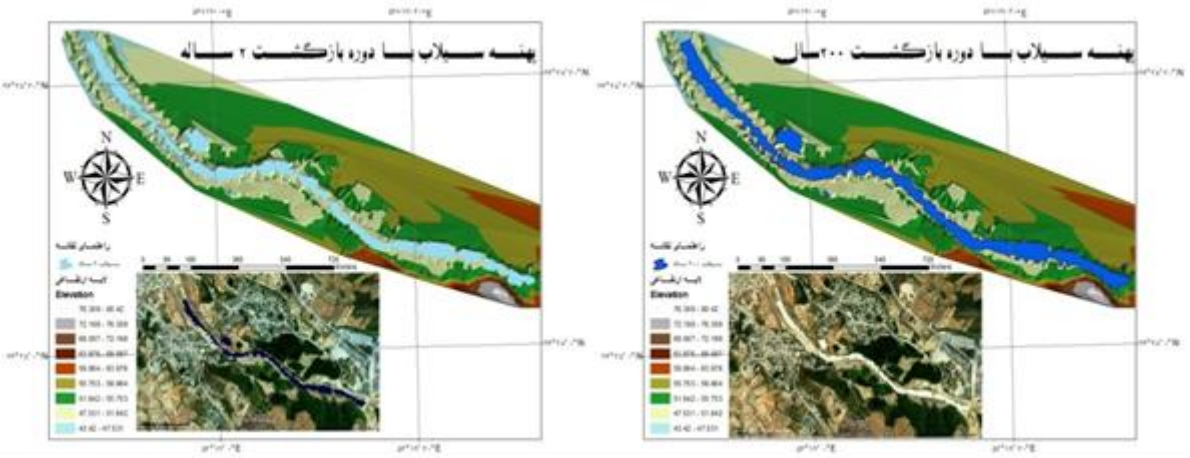
جدول ۹. مقادیر عدد فرود و سرعت جریان به متر بر ثانیه در ۷ مقطع از بازه موردمطالعه

| بازه | متر از بالادست شماره مقطع | | | | عدد فرود | | | |

سیستم تحلیل رودخانه به‌صورت شماتیک درآمده و سپس به محیط Google Earth انتقال پیدا کرد. نتایج این تحلیل‌ها به‌صورت نمونه در دوره بازگشت ۲ و ۲۰۰ سال در شکل ۴ نشان داده‌شده است.

جدول ۱۰. درصد تغییرات دبی با دوره‌بازگشت‌های مختلف در اثر تغییرات کاربری اراضی ۱۲ ساله

دوره بازگشت به سال	پهنه‌ی سیل‌گیری به مترمربع در سال ۲۰۰۰	پهنه‌ی سیل‌گیری به مترمربع در سال ۲۰۱۱	تغییرات به مترمربع	درصد تغییرات
۲	۶۰۴	۷۰۵	۱۰۱	۱۶/۷۲
۳	۶۴۸	۷۶۵/۵	۱۱۵	۱۷/۷۵
۵	۶۸۵	۷۹۱	۱۰۶	۱۵/۴۷
۱۰	۷۲۵	۸۱۹	۹۴	۱۲/۹۷
۲۵	۷۶۵	۸۵۴	۸۹	۱۱/۶۳
۵۰	۷۹۱	۸۹۴	۱۰۳	۱۳/۰۲
۱۰۰	۸۱۲	۹۲۶	۱۱۴	۱۴/۰۴
۲۰۰	۸۳۰	۹۵۶	۱۲۶	۱۵/۱۸
	میانگین درصد تغییرات		۱۴/۶۰	



شکل ۴. پهنه‌های سیل‌گیر در دوره‌بازگشت‌های ۲ و ۲۰۰ ساله

از میان روش‌های تعیین ضریب زبری میزان RMSE کاون نسبت به سایر روش‌ها پایین‌تر بوده و دارای صحت بالاتری است. دو تصویر بررسی‌شده در این پژوهش بیان می‌کند تصویر IRS با ضریب کاپای ۰/۸۹ نسبت به تصاویر ETM از دقت بالاتری برخوردار است و پیشنهاد می‌شود تا بررسی‌های بعدی در این بازه از رودخانه با روش کاون و تصاویر IRS انجام گیرد اما باید توجه داشت این پژوهش مختص به محدوده موردمطالعه است و ممکن است در مقاطع بالاتر یا پایین‌تر از محدوده به دلیل تغییرات فیزیولوژیکی و یا ژئولوژیکی قابل‌تعمیم به‌کل رودخانه نباشد. از میان کاربری‌های تعیین‌شده مناطق شهری، زمین‌های کشاورزی و اراضی که قابل‌استفاده نیستند روند رو به رشد را نشان می‌دهند و اراضی جنگلی و مرتعی روند کاهشی در این محدوده را نشان می‌دهد. این تغییرات روند تخریبی اراضی را نشان می‌دهد و قابل‌تأمل است. تغییرات کاربری‌ها نشان

می‌دهد اراضی جنگلی در محدوده موردمطالعه نسبت به دیگر اراضی تغییر قابل‌توجهی نشان می‌دهد و سهم مهمی در تولید رواناب و افزایش پهنه‌های سیلابی و نیز سرعت خواهد داشت. در بسیاری از مطالعاتی که توسط سیستم تحلیل رودخانه صورت می‌گیرد متأسفانه نقش تغییرات کاربری اراضی را در نظر نگرفته و تنها کاربری اراضی را در نظر می‌گیرند؛ درصورتی‌که با توجه به نتایج این پژوهش سهم ۱۴/۶۰ درصد پهنه سیلاب در صورت عدم توجه به تغییرات کاربری‌ها کمتر محاسبه خواهد شد. این پژوهش نتایج تحقیقات [۱۲] را در بخش تعیین پهنه سیلاب تأیید می‌نماید.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد پهنه‌های سیلابی در هرسال متفاوت بوده و تعمیم یک نقشه از سالی به سال دیگر مناسب نبوده و باید تغییرات کاربری اراضی مورد بررسی قرار گیرد تا نقش آن ملموس‌تر گردد. در مطالعات صورت گرفته کاربری اراضی به‌تنهایی مورد بررسی قرارگرفته و نقش تغییرات آن لحاظ نمی‌گردد درصورتی‌که تعیین دوره بازگشت سیلاب مربوط به یک دوره بوده که از سال‌های ابتدایی تا انتهایی بارش‌های اتفاق افتاده متفاوت است. در این پژوهش پیشنهاد می‌گردد طول بازه مورد بررسی افزایش یابد تا نقش کاربری اراضی هم‌جوار مشخص گردد. نتایج حاصل از تغییرات کاربری اراضی در یک دوره ۱۲ ساله نشان می‌دهد پهنه سیلاب با توجه به‌سرعت حاصله و میزان دبی در دوره‌بازگشت‌های ۲ تا ۲۰۰ سال به میزان ۱۱ تا ۱۶ درصد و به‌طور میانگین ۱۴/۶۰ درصد نسبت به سال ۲۰۰۰ با افزایش دبی و سطح سیلاب همراه خواهد بود. در این پژوهش مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی و احتمال وقوع سیلاب مربوط به از بین رفتن درختان جنگلی است درصورتی‌که در تحقیق بختیاری و همکاران عامل اساسی تغییر مراتع بوده است. از سوی دیگر این پژوهش با در نظر گرفتن تغییرات کاربری اراضی مانند تحقیق بختیاری و همکاران نسبت به حالت وجود یا عدم سازه در مسیر سیلابی سعی در بررسی دو حالت داشته است. با توجه به شکل (۵) افزایش سطح و شکل (۳) افزایش عمق سیلابی نشان داده می‌شود که در پژوهش بختیاری و همکاران نیز افزایش سطح و عمق سیل در دوره‌بازگشت‌های مختلف با توجه به احداث سازه و یا عدم احداث سازه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مشابهی را ازلحاظ مفهوم دربر داشته است. این پژوهش نیاز دارد تا با استفاده از نرم‌افزار HEC-HMS نقش بارندگی و پتانسیل حوزه‌آبخیز و خروجی آن در محل رودخانه نکارود انجام گیرد تا نتایج دقیق‌تری از پاسخ هیدرولوژیکی حوزه در دسترس باشد (۳).

۵. سپاسگزاری

این مقاله با حمایت مادی و معنوی قطب علمی مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز دانشگاه تهران به انجام رسیده است. بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

[1] Alavi Panah, K. (2010). Application of Remote Sensing in Geosciences. Tehran: Tehran University. 438 pages.

[2] Alizade Rabii. H. (1994). Remote Sensing Book. Tehran. Samt Publications.

[3] Bakhtiari, M., Kashefi pour, S.M and Asghari pari, S.A. (2011). The effect of transverse structures on flood mapping using hydraulic model HEC-RAS in the system GIS geographic information. *Irrigation Engineering Sciences*, 35 (3), 37-46.

[4] Benavides, J., Pietruszewski, B., Krisch, B., and Bedient, P. (2001). Analyzing Flood Control Alternatives for the Clear Creek Watershed: A GIS- Based Approach. World Water and Environmental Resources Congress (p.16). Greek: Proceeding of the Environmental and Water Resources Institute.

[5] Eftekhari, A., Salajegheh. and Hosayni, A. (2011). Assessment of flood zoning changes roughness coefficient Atrak River Case Study. *Seasonal journal Physical Geography*, 4 (12): 91-106.

[6] Farzad Mehr, J., Arzani, H., Darvish Sefat, A. A. and Jafari, M. (2005). Check Landsat 7 satellite data to estimate vegetation cover and production (case study: Semi-steppe zone Hana Samirom). *Iranian Journal of Natural Resources*, 57 (2), 339-350.

[7] Gaffari, G., Solaimani, K. and Mosaedi, A. (2007). Zoning risk and flood damage assessment using HEC-geoRas (Babol River case study). *Journal of faculty of Natural Resources*, 2 (60), 439-451.

[8] Gichamo, T., Popescu, I., Jonoski, A., & Solomatine, D. (2012). River cross extraction from the ASTER global DEM for flood modeling. *Environmental section Modeling and Software*, 31, 37-46.

[9] Kochak Zade., S. and Maghsodi, N. (1996). Hydraulic Channels. Tehran, Tehran University.

[10] Liu, J., and Mason, P. (2009). Essential image processing and GIS for Remote Sensing. UK: Wiley-Blackwell publications.

[11] Loczy, D., Kis, E., and Schweitzer, F. (2009). Local flood hazards assessed from channel morphometry along the Tisza River in Hungary. *Geomorphology*, 113, 200-209.

[12] Mesgari, S. (2002). Change Detection of forests using GIS and remote sensing. Tehran University research project. Faculty of Engineering, Khajeh Nasir University: 1-3.

[13] Mitchell, B and Shrubsole D. A. (1994). Reorienting to achieve sustainability in Canadian water management. *Canadian Water Resources Journal*, (19): 335–348.

[14] Pappenberger, F., Beven, K., Horritt, M., and Blazkova, S. (2005). Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations. *Journal of Hydrology*, (302), 46-69.

[15] Pistocchi, A., and Mazzoli, P. (2002). Use of HEC- RAS and HEC- HMS Models with ArcView for Hydrologic Rish Management. Proceeding International Environmental Modeling, 305-310.

[16] Rezaii Banafshe, M., Rostam Zadeh, H. and Fayzi Zadeh. B. (2007). Assess the trends in forest areas using remote sensing and GIS (Case forests Arasbaran 1987-2005). *Geographical Journal*, 62, 143-160.

[17] Suriya, S., and Mudgal, B. (2012). Impact of urbanization on flooding: The Thirusoolam sub watershed- A case study. *Journal of Hydrology*, 412- 413, 210-219.

[18] Yamani, M., Torani, M. and Chezgheh, S. (2012). Accuracy of interpolation methods in geographic information system (GIS) to estimate the ground water level (Case Study: Plain dark gray). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 1 (1), 1-16.

[19] Xin- yu, W., Ping- an, Z., Xuan, C., Li, D., & Ben- you, J. (2012). Computer Simulation of loud Scheduling in Large Scale Flood Control Systems. *Procedia Engineering*, 29, 3267- 3275.