

نقش عوامل هیدرواقليم در وقوع سيل حوضه نكارود^۱

كريم سلیمانی^۲ محمود حبیب‌نژاد روشن^۳

چکیده

از بررسی‌های اقلیمی گذشته^۴ به‌ویژه در دوره کواترنر^۵ چنین برمی‌آید که شرایط اقلیمی در طی دوره‌های مختلف با نوسانات زیادی همراه بوده است. اگرچه تغییرات اقلیمی یک پدیده جهانی است، ولی در برخی از کمربندهای اقلیمی، از جمله کشورمان ایران، می‌تواند پیامدهای زیانباری را شامل خشکسالی و سیلاب‌های ناگهانی به همراه داشته باشد که در حال حاضر هر ساله خسارات بسیار زیادی را به منابع طبیعی و انسانی وارد می‌سازد. صرف‌نظر از تاثیر عوامل طبیعی در وقوع سیلاب‌ها، نباید از نقش انسان در تغییرات محیط و تخریب منابع طبیعی که در پی آن موجب افزایش قدرت تخریب سیلاب می‌گردد، غافل ماند. نمونه بارز آن را می‌توان در حوضه نكارود مشاهده کرد که در چهارم مردادماه ۱۳۷۸ خسارات مالی و جانی زیادی را در پایین‌دست حوضه در پی داشته است. در این مقاله، سعی بر آن است ضمن معرفی اجمالی حوضه نكارود، به بررسی سيل موردنظر پردازیم و خود را برای مقابله با سيلاب و کاهش خسارات در حوضه‌های مشابه در استان مازندران و دیگر استان‌های کشور آماده سازیم.

واژه‌های کلیدی: سيلاب، نكارود و مازندران

۱- تاریخ دریافت: ۷۹/۱۱/۲۴، تاریخ تصویب نهایی: ۸۰/۱۰/۳

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

۴- Paleoclimatology

۵- Quaternary

مقدمه

حوضه نكارود در استان مازندران و با مساحتی بالغ بر ۱۹۰۶/۷۲ كيلومتر در ایستگاه آبلو (یک و نیم كيلومتری جنوب شهر نكا)، بین طول شرقی ۲۵' ۳۶° تا ۴۰' ۳۶° واقع شده است. از زیرحوضه‌های هفت‌گانه آن می‌توان به لكشا، گلورد، برما، متكازمین، كياسر، الارز و سرخ‌گریه اشاره کرد که زیرحوضه سرخ‌گریه از بالاترین ارتفاع (۲۴۴۲ متر) و زیرحوضه لكشا از کمترین ارتفاع (۵۸ متر) و بیشترین سطح (۲۵۲/۳۷ كيلومترمربع) و زیرحوضه متكازمین از کمترین سطح (۳۸/۳۶ كيلومترمربع) بر روی نقشه توپوگرافی حوضه برخوردارند. بیشترین شیب متوسط در زیرحوضه سرخ‌گریه با ۲۲/۴۳٪ و کمترین آن مربوط به زیرحوضه لكشا با ۱۱/۸۵٪ است. بخش وسیعی از حوضه نكارود شامل كنگلومرا، سنگ‌های آهکی، مارن و مارن سیلتی است و پهنه‌های سیلت و رس، سنگریزه و تالوس از دوره کوتاه‌تر قسمت‌های کمی از حوضه را دربرگرفته است. با توجه به پوشش جنگل‌های غالب در منطقه، امکان تفکیک و مرزبندی تشکیلات زمین‌شناسی و همین‌طور اشکال ژئومورفولوژیکی در حوضه به آسانی میسر نیست. از تحلیل منحنی آمبروترمیک چنین برمی‌آید که دوره خشکی و مرطوب در حوضه به ترتیب ۱۸۰ و ۱۷۹ روز است که بیانگر اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل و نیمه‌مرطوب سرد می‌باشد. از غرب به شرق حوضه با کاهش بارندگی و از ارتفاع صفر تا ۱۳۳۰ متر از سطح دریا دارای گرادیان منفی است. پوشش گیاهی غالب در منطقه از نوع پهن‌برگ شامل راش، ممرز، توسکا، آزاد، بلوط، انجیلی، زبان گنجشک، افرا، نمدار، گلابی وحشی، ازگیل و گوجه وحشی است و در برخی از زیرحوضه‌ها به دلیل بهره‌برداری بی‌رویه به صورت مخروبه درآمده است.

میمیکو^۱ در سال ۱۹۹۵ در تحقیقات خود نشان داد که علاوه بر بارندگی متوسط و مساحت، عواملی از قبیل شیب آبراهه اصلی، تراکم زهکشی و خاک

حوضه‌ها، نقش عمده‌ای در وقوع سیلاب دارند. ملکوایست^۲ در سال ۱۹۹۵ در مطالعه حوضه رودخانه گلوامی نروژ، تغییرات کاربری اراضی حوضه را از عوامل موثر در وقوع سیلاب نتیجه‌گیری نموده است. باباخانی (۱۳۷۱) عوامل اصلی در وقوع سیلاب‌ها را حداکثر شدت لحظه‌ای رگبارهای کوتاه‌مدت در رابطه با شیب، پوشش گیاهی و قدرت نفوذ خاک‌ها و کلیبرگ^۳ (۱۹۹۶) وقوع سیلاب‌های شدید در حوضه‌های بزرگ را ناشی از بارندگی و تخریب پوشش گیاهی و خاک دانسته‌اند. نتایج مطالعه حوضه‌های فرانسه و اتریش نشان می‌دهد که افزایش سیلاب در قرون هجدهم و نوزدهم میلادی به علت قطع غیرعلمی جنگل‌ها بوده است. همچنین نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده در ایالت متحده آمریکا نیز بیانگر این است که قطع بی‌رویه درختان انبوه جنگلی حجم جریان رواناب را به مقدار ۳۰٪ برای سیلاب‌های با دوره بازگشت کم و به میزان ۱۵٪ با دوره بازگشت بالا افزایش می‌دهد. در کلرادوی آمریکا از مقایسه دو حوضه با مساحت یکسان در طی نزدیک به یک دهه اندازه‌گیری نشان می‌دهد که میزان آب عرضه شده در طی سال در حوضه‌ای که درختان آن قطع شده، به میزان ۱۷٪ بیشتر از حوضه دست نخورده بوده است (۷). بررسی سیلاب در نپال بر روی ۲۲ رودخانه در خصوص نقش پوشش جنگل نشان می‌دهد که جنگل‌زدایی اغلب عامل اصلی سیلاب در منطقه بوده است.

روش تحقیق

در این مقاله به شناخت اجمالی علل بروز سیلاب درحوضه نكارود با تاکید بر رابطه آن با بارندگی پرداخته می‌شود. در ابتدا اطلاعات موجود از ویژگی‌های هیدرواقليم، توپوگرافی، زمین‌شناسی و پوشش گیاهی حوضه جمع‌آوری و زیرحوضه‌های مختلف به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفت. بنابراین دو روش استفاده از عملیات صحرایی و اسناد علمی

^۲ - Mellquist

^۳ - Kleeberg

^۱ - Mimiko

که در آن S شیب متوسط حوضه به درصد، Z فاصله ارتفاعی بین خطوط تراز به متر، ΣL طول خطوط تراز واقع در محدوده حوضه به کیلومتر و A مساحت حوضه به کیلومتر مربع است.

به منظور تعیین نمره کاربری اراضی (۵) در هریک از زیرحوضه‌های نکارود با توجه به مطالعات و شمایل^۳ (۱۹۶۵)، مک کومارک^۴ و همکاران (۱۹۸۴)، هر نوع کاربری در دامنه مشخص، تعریف شده و با توجه به وضعیت تاج پوشش یا تراکم لاشبرگ در هریک از تیپ‌های جنگلی و مرتعی از زیرحوضه‌های مورد بررسی، متوسط نمره آن ارائه گردید. همین‌طور با توجه به مساحت هر تیپ متوسط وزنی نمره هر نوع کاربری تعیین گردیده که در جدول مربوطه آمده است. در این بررسی کد یا شماره واحد ترکیب شده (E) عبارت است از:

$$E = J(I - 1) + Ji$$

که در آن J تعداد کل طبقات نقشه زیرین، I شماره طبقه نقشه رویی و Ji شماره طبقه نقشه زیرین است.

گروه‌های هیدرولیک و متوسط وزنی حداقل شدت نفوذ براساس معادله هورتون^۵ (۱۹۳۳) در زیرحوضه‌های مختلف نکارود به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت و میزان نفوذ آب در هر لحظه (f) بدین قرار محاسبه گردید:

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

که در آن f_0 میزان نفوذ در شروع بارندگی یا نفوذ اولیه، f_c میزان نفوذ نهایی، K ضریب ثابت که بستگی به نوع خاک و درصدپوشش گیاهی آن دارد و t زمان از شروع بارندگی است (شکل ۱). به منظور برآورد سیلاب‌های حداکثر در دوره‌های بازگشت مختلف، پس از تجزیه و تحلیل سیلاب‌ها به تفکیک در زیرحوضه‌های مختلف، مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای در دوره‌های مذکور محاسبه و برای هریک از ایستگاه‌ها پارامترهای میانگین، انحراف معیار و

موجود به منظور رسیدن به اطلاعات مورد نیاز مدنظر بوده است. در تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همبستگی بین خصوصیات فیزیکی با متغیرهای هیدرومتئورولوژی و دبی حداکثر لحظه‌ای برای دوره زمانی مشخص تعیین شده که از رابطه ذیل حاصل گردیده است:

$$QT = F(A^a, B^b, C^c, \dots)$$

که در آن QT مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای برای دوره بازگشت‌های مختلف، A, B, C متغیرهای مستقل مانند ارتفاع، سطح و a, b, c ثابت‌هایی هستند که در طول محاسبات تعیین می‌شوند و برای هر دوره بازگشت مقادیر متفاوتی دارند که لازم به ارزیابی است (۱۷). اثر کلیه متغیرهای مستقل در معادله بالا با استفاده از روش‌های رگرسیونی نسبت به متغیر وابسته یعنی رواناب به‌طور دقیق بررسی و برآورد گردید. ثابت‌های a, b, c با استفاده از روش رگرسیون مرحله‌ای، یکی پس از دیگری ارزیابی شده و برای آنها عدد ثابتی نسبت به ویژگی حوضه به‌دست آمده است. معادله فوق به‌صورت نتایج در جدول مربوطه آمده است. در تحلیل داده‌ها از روش‌های گام به گام^۱ و روش پس‌رونده^۲ استفاده گردیده و همین‌طور در بررسی‌های ژئومتری حوضه، مقادیر کمی که در جدول ۱ آمده، به قرار ذیل محاسبه گردیده است:

$$Kc = 0.28P / \sqrt{A}$$

که در آن Kc ضریب گراولیوس، P محیط دایره هم‌سطح حوضه (Km) و A مساحت حوضه (Km^2) است. محاسبه مستطیل معادل حوضه نیز با توجه به طول و عرض آن (L&W) عبارت است از (۳):

$$W = Kc \sqrt{A} \pm \sqrt{Kc^2 A - 1.254A/1.12}$$

$$L = Kc \sqrt{A/1.12} [1 \pm \sqrt{1 - (1.12/Kc)^2}]$$

درصد شیب متوسط وزنی با توجه به خطوط تراز و مساحت حوضه از روش هورتون محاسبه شد (۱):

$$S = Z \Sigma L / A$$

^۳ - wischmeier

^۴ - McComark

^۵ - Horton

^۱ - Stepwiese

^۲ - Backward

از حوضه نكارود بررسی شدند. به طوری که برای تعیین عوامل موثر در دبی‌های سیلابی و ویژه از روش‌های استفاده شده با وارد کردن کلیه عوامل در مدل و انجام آزمون به ترتیب هریک از عوامل از مدل حذف و تاثیر آن در کاهش R^2 مشخص گردید. در نهایت با تعیین مهمترین عواملی که بیشترین ضریب همبستگی و ضریب اطمینان را در رابطه با سیلاب و دوره‌های بازگشت مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال) دارا بودند، سطح ۹۵٪ معنی‌داری نشان داده شد.

در جدول ۲ ردیف اول که بیانگر دوره بازگشت ۱۰ ساله است، با سطوح معنی‌داری ۹۹٪ و دو ردیف آخر نیز در دوره‌های بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله با سطوح معنی‌داری ۹۵٪ می‌باشند. اما در جدول ۳ هر سه ردیف معنی‌داری در سطوح ۹۹٪ را نشان می‌دهد. براساس داده‌های جدول ۴ از زیرحوضه‌های مختلف نكارود، می‌توان نتیجه گرفت که زیرحوضه لكشا با ۰/۳۹۶ سانتی‌متر نفوذ در ساعت بیشترین و زیرحوضه متكازمین با ۰/۰۵ سانتی‌متر کمترین مقدار نفوذ را دارا بوده است.

پوشش گیاهی در حوضه‌ها از عوامل بازدارنده و کاهنده سيل به شمار می‌آید. تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که در اراضی جنگلی، سیلاب کمتر واقع شده یا ممکن است رخ ندهد. از طرفی، درحوزه‌های آبخیز که با وقوع سیلاب‌ها در دوره‌های بازگشت کوتاه مدت مواجه‌اند نقش اساسی پوشش گیاهی در ممانعت از تخریب، فرسایش و عرضه رسوب قابل توجه است. بنابراین برای پوشش گیاهی می‌توان چند نقش اساسی شامل الف - تثبیت خاک از طریق ممانعت از برخورد مستقیم قطرات باران با سطح خاک و نقش ریشه‌ها در حفاظت خاک، ب - افزایش نفوذپذیری خاک در کاهش رواناب سطحی و ج - افزایش ذخیره برگابی و ذخیره رطوبت خاک و نیز افزایش تبخیر و تعرق گیاهان در جهت کاهش حجم رواناب حوزه آبخیز قایل شد. در زیرحوضه‌های نكارود در بالادست عمدتاً دارای پوشش مرتعی، در بخش میانی اراضی جنگلی و در سایر نواحی می‌توان اراضی زراعی را مشاهده کرد که به تفکیک زیرحوضه‌ها در جدول ۵

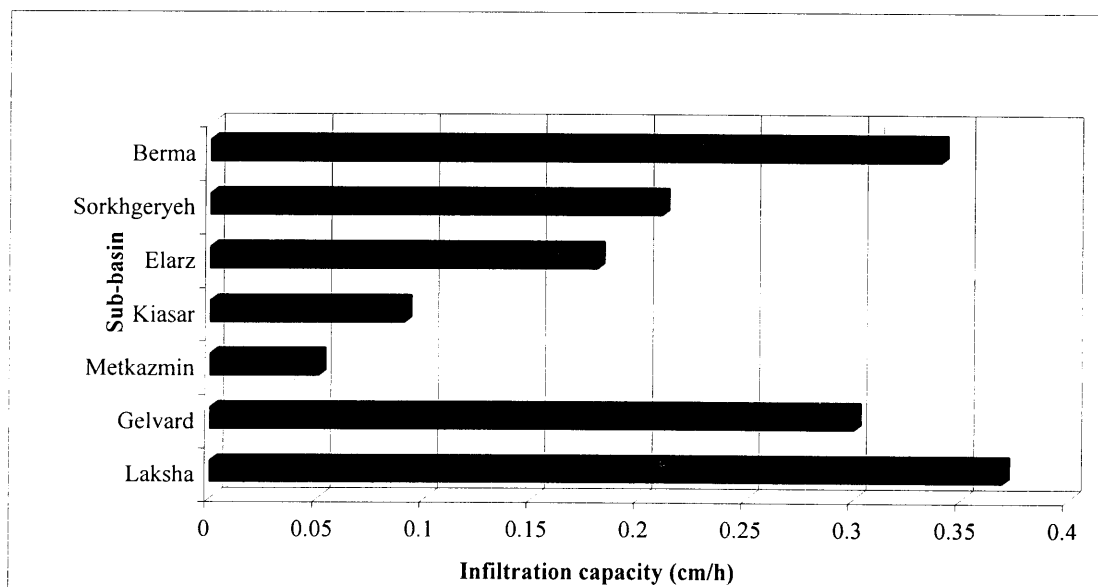
ضریب چولگی برآورد گردیده که در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتایج

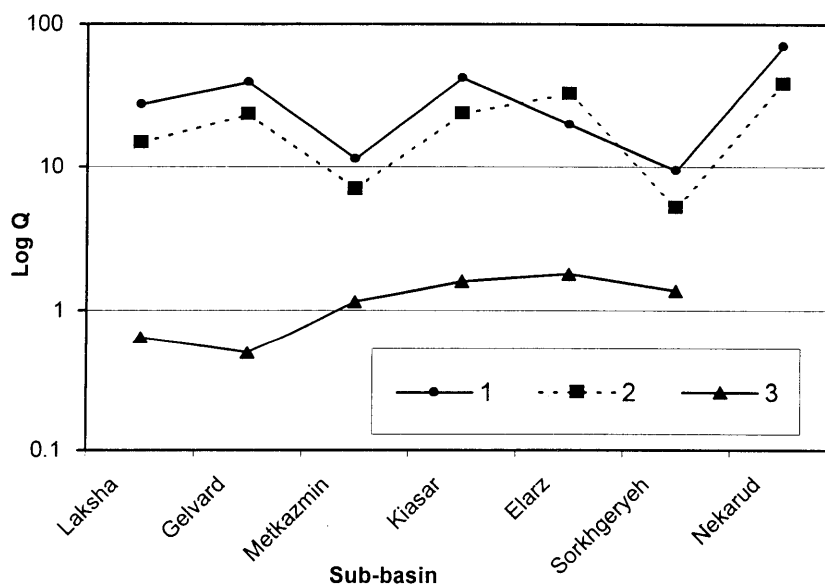
نتایج این تحقیق با توجه به پارامترهای اصلی مانند فیزیوگرافی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک و هیدرواقليم استخراج و مورد تجزیه و تحلیل واقع شد. در این راستا، پارامترهای موردنظر در دو گروه مستقل (فیزیوگرافی، نفوذ در خاک، پوشش گیاهی، کاربری زمین و اقلیم) و تابع (دبی حداکثر لحظه‌ای و دبی ویژه سیلاب) بررسی شد. از آنجایی که ویژگی‌های فیزیوگرافی در حوضه‌ها تاثیر بسزایی بر روی رواناب دارند، از این رو در این بررسی جهت نتیجه‌گیری بهتر، حوضه نكارود به تفکیک زیرحوضه‌های مختلف در جدول ۱ مورد بررسی واقع شد. از جمله تاثیرات عوامل فیزیوگرافی ممکن است اختلاف در سرعت نفوذ آب‌های سطحی، تنوع و تراکم یا پراکندگی آبراهه‌ها و نیز پوشش گیاهی، شرایط اقلیمی مختلف، اشکال ژئومورفولوژی و مقادیر مختلف رسوبات قابل عرضه در سطح حوضه باشند. با استفاده از روش رگرسیون چندمتغیره در مطالعه سیلاب‌ها برمی‌آید که عوامل فیزیوگرافی نقش زیادی در بروز سیلاب و شدت آن دارند و در بررسی‌هایی ضریب همبستگی برخی از عوامل فیزیوگرافی مانند شکل حوضه و شدت بارندگی نسبت به دیگر عوامل حوزه آبخیز بسیار بالاتر بوده است (۳). همچنین نتیجه تحقیقات میمیکو (۱۹۹۵) نیز نشان می‌دهد که از بین عوامل مختلف عوامل فیزیوگرافی نقش بارزی در وقوع سیلاب‌های کشور یونان داشته است. علاوه بر این، بافت خاک و ویژگی‌های هیدروولوژی آن به‌عنوان عامل موثر در وقوع سیلاب است. در جدول و شکل ۱ برخی از ویژگی‌های مهم زیرحوضه‌های مختلف آمده است. در محاسبات آماری متغیرهای مستقل و وابسته در روابط همبستگی شامل مساحت (A)، تراکم زهکشی (DP)، طول آبراهه اصلی (LR)، ضریب گراولیبوس (kc)، شیب متوسط وزنی حوضه (Sw)، شیب متوسط وزنی رودخانه اصلی (SR)، کاربری زمین و...

تیپ‌های مختلف جنگلی و مرتعی بررسی و نمره‌گذاری شده است.

آمده است. با توجه به مطالعات وشمایر (۱۹۶۵) و مومارک و رامسر (۱۹۸۴) هر نوع کاربری با توجه به وضعیت تاج پوشش و تراکم لاشبرگ درهریک از



شکل ۱- متوسط وزنی حداقل شدت نفوذ در خاک به تفکیک زیرحوضه‌ها (cm/h)



شکل ۲- مقادیر میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی در زیرحوضه‌های نکارود

بارندگی برای هر یک از زیرحوضه‌ها تعیین شد. به‌منظور رفع این مشکل با استفاده از نه ایستگاه در داخل و مجاور برای کل حوضه مقدار متوسط بارندگی محاسبه گردیده است:

$$P=764.59-0.1956H$$

نظر به پراکندگی ایستگاه‌ها درحوضه نکارود، امکان ترسیم خطوط همباران یا استفاده از روش تیسن در برآورد میانگین بارندگی سالانه وجود ندارد، بنابراین با استفاده از متوسط بارندگی سالانه مقدار

که در آن P متوسط بارندگی سالانه و H ارتفاع از دریا به متر است. مقدار متوسط بارندگی سالانه برای زیرحوضه‌ها به شرح جدول ۶ است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیوگرافیک زیرحوضه‌های نكارود

سرخ‌گریه	الارز	کیاسر	متکازمین	برما	کلورد	لکشا	زیرحوضه ویژگی‌های ژئومتری
۴۶	۹۱/۸۶	۸۱/۷۰	۳۸/۳۶	۱۲۶/۸۷	۸۲/۲۷	۲۵۵/۳۷	مساحت (km ²)
۱/۱۸	۱/۵۰	۱/۲۴	۱/۴۸	۱/۲۶	۱/۱۶	۱/۶۴	ضریب گراولوس (Kc)
۹/۴۰	۲۱/۳۶	۱۴/۳۳	۱۳/۴۰	۱۸/۴۷	۱۱/۸۷	۴۰/۲۵	طول مستطیل معادل (Km)
۴/۹۰	۴/۳۰	۵/۷۰	۲/۸۷	۶/۸۶	۶/۹۶	۶/۲۷	عرض مستطیل معادل (Km)
۲۴۴۲	۲۳۸۴	۲۲۳۱	۱۸۶۵	۱۸۵۵	۱۲۷۹	۱۲۳۲	بالا ترین ارتفاع حوضه (m)
۱۱۹۵	۱۰۵۰	۹۷۳	۸۷۸	۶۶۰	۳۶۶	۵۸	پایین ترین ارتفاع حوضه (m)
۰/۹۴	۱/۲۰	۰/۹۰	۱/۱۱	۱	۰/۹۰	۰/۹	تراکم زهکشی (Km ⁻¹)
۴۳/۵۱	۱۱۰/۷۹	۷۳/۹۱	۴۲/۶۱	۱۲۸/۴۰	۷۵/۱۰	۲۹۹/۴۸	طول آبراهه‌ها (Km)
۱۱/۵۱	۱۸/۷۹	۱۶/۵۱	۱۲/۷۶	۲۳/۹۵	۱۷/۲۶	۴۴/۰۳	طول آبراهه اصلی (Km)
۱/۱۲۸	۱/۹۰	۱/۴۶	۱/۲۳	۲/۴۴	۱/۸۶	۴/۷۱	TC (chaw/h)
۸/۲۲	۱۰/۴۳	۷/۴۱	۱۰/۸۱	۸/۴۶	۵/۹۳	۸/۰۹	درصد شیب متوسط وزنی آبراهه
۲۲/۴۳	۱۸/۹۶	۱۸/۸	۲۱/۱۸	۱۹/۸۳	۱۹/۵۳	۱۱/۵۸	درصد شیب متوسط وزنی حوضه
۱۸۰۲/۴۶	۱۷۰۲/۲۰	۱۶۰۰/۲۶	۱۳۵۲/۵۸	۱۲۵۱/۰۷	۸۰۴/۱۰	۶۴۹/۲۸	ارتفاع متوسط وزنی (m)

جدول ۲- نتایج رگرسیون چندمتغیره بین کلیه عوامل فیزیوگرافی و دبی سیلابی درحوضه نكارود به روش پسرونده

معادله همبستگی	R	R ²	Durbin Watso St	Stand.Er. of Est
Q10=-0.688H-40.36SR+43.37SW+1.009A-239.085	۰/۹۹۳	۰/۹۸۶	۱/۸۳۸	۷/۶
Q50=-0.9027A-462.074 Kc+253.74 DP-44.53 SW+1123.57	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۲/۲۱۹	۶/۸۹۲
Q100=-1.236A-612.37Kc+823.122DP-60.64 SW+1390.5	۰/۹۷۳	۰/۹۴۸	۱/۰۸۱	۲۲/۳۳۷

جدول ۳- نتایج رگرسیون چندمتغیره بین کلیه عوامل و دبی سیلابی درحوضه نکارود به روش قدم به قدم

معادله همبستگی	R	R ²	Durbin Watso St	Stand. Er. of Est
Q10=-0.04H+133.95DP-33.46	۰/۹۶۱	۰/۹۲۴	۲/۸۵	۱۲/۹
Q50=-0.73H+250.3DP-67.5	۰/۹۶۱	۰/۹۲۴	۲/۶۱	۲۲/۷۳
Q100=-0.089H+318.11DP-93.014	۰/۹۵۸	۰/۹۱۸	۲/۴۶	۲۱/۰۴

جدول ۴- متوسط وزنی حداقل (م.و.ج) شدت نفوذ در خاک به تفکیک زیرحوضه‌ها (cm/h)

زیرحوضه	لکشا	گلورد	برما	متکازمین	کیاسر	الرز	سرخ‌گریه
م.و.ج. شدت نفوذ	۰/۳۹۶	۰/۳	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۱

جدول ۵- پوشش گیاهی و کاربری اراضی در زیرحوضه‌ها

زیرحوضه	لکشا	گلورد	برما	متکازمین	کیاسر	الرز	سرخ‌گریه	کاربری زمین (%)
پوشش جنگلی	۸۷/۷۲	۸۳/۹۷	۵۵/۹۶	۴۴/۸۶	۱۹/۸	۱۰/۹	۵۲/۶	
متوسط وزنی تاج پوشش جنگلی	۷۴/۴	۷۱/۵	۴۷/۷	۳۵/۴	۱۳/۶۲	۷/۹۳	۳۷/۲۴	
اراضی زراعی	۱۱/۶۲	۹/۹۷	۳۳/۹	۴۷/۲۵	۴۹/۶	۵۰/۵	۳۳/۶۴	
اراضی مسکونی و جاده	۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۴۳	
نمره کاربری	۷۶/۷۶	۷۲/۸۷	۵۳	۴۵/۷	۴۰	۳۴/۶	۴۸/۰۴	

جدول ۶- متوسط بارندگی سالانه (mm) زیرحوضه‌های نکارود

زیرحوضه	لکشا	گلورد	برما	متکازمین	کیاسر	الرز	سرخ‌گریه
بارندگی (mm)	۶۳۷	۶۶۰/۵۸	۵۱۸/۷۵	۴۹۸/۶۱	۴۵۰/۱۳	۴۴۰/۱	۴۱۰/۴

از این روش‌ها متغیر مساحت حوضه (حوضه‌های کمتر از ۲/۵ و ۲۵۰ km² و نیز ۲۵۰-۵۰۰ km²) می‌تواند مورد توجه واقع گردد (۶). در این تحقیق برای برآورد سیلاب‌های حداکثر، ضمن تجزیه و تحلیل سیلاب‌ها در ایستگاه‌های هفت‌گانه، دبی حداکثر لحظه‌ای با دوره‌های برگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه گردیده است (جدول ۹). همچنین به تفکیک زیرحوضه‌های مختلف نکارود، مقادیر آماری میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگی محاسبه و در شکل ۲ خلاصه شده است.

در برآورد حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (PD_{max}) به ایجاد رابطه همبستگی بین حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته و بارندگی سالانه (P) به تفکیک زیرحوضه‌ها و نیز شدت رگبار اقدام گردیده است (جدول ۷ و ۸). بررسی برخی از فرایندهای هیدرولوژی مانند وقوع سیلاب‌ها با توجه به دخالت پارامترهای مختلف قدری مشکل به نظر می‌آید، از این رو در این زمینه می‌توان به روش‌های مختلف از جمله استفاده از هیدروگراف واحد، به‌کارگیری روش‌های تجربی مانند فولر، دیکن و کوک یا روش آمار تجزیه و تحلیل فراوانی اشاره کرد. همچنین در به‌کارگیری استاندارد

جدول ۷- رابطه بین حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته (PD_{max}) و بارندگی سالانه (P) در ایستگاه‌های موجود

ایستگاه	معادله همبستگی بین PD_{max} و P	ضریب همبستگی	متوسط بارندگی سالانه (mm)	بارندگی حداکثر ۲۴ ساعته (mm)
آبلو	$PD_{max} = -4.18 + 0.08P$	۰/۸۴۴	۷۱۵/۵۰	۵۵/۹۲
پایین زرن‌دین	$PD_{max} = -7.765 + 0.0775P$	۰/۷۲	۷۷۰	۵۴/۵۲
کلورد	$PD_{max} = -8.495 + 0.07P$	۰/۷۰۵	۸۷۹/۳۸	۵۳/۰۶
پجیم	$PD_{max} = 15.19 + 0.033P$	۰/۸۵۹	۷۹۱/۴۰	۴۱/۳۰
اوارد	$PD_{max} = -0.761 + 0.06P$	۰/۸۰۹	۵۱۰/۵۰	۳۳/۴۴
سفیدچاه	$PD_{max} = -22.62 + 0.123P$	۰/۸۳۳	۴۲۹/۸۰	۳۰/۲۴
بارکلا	$PD_{max} = 0.628 + 0.081P$	۰/۹۱۵	۴۷۹/۲۰	۳۹/۴۴

جدول ۸- شدت رگبار در زمان تمرکز min با دوره بازگشت‌های مختلف به تفکیک زیرحوضه‌ها

دوره بازگشت	زیرحوضه	لکشا	کلورد	برما	متکازمین	کیاسر	الرز	سرخ‌گریه
۲	۶/۱	۹/۳۳	۸/۴۸	۱۱/۴	۹/۸	۷/۸	۱۲/۸۴	
۵	۸/۰۵	۱۳/۵۹	۱۱/۲۴	۱۶/۶۱	۱۴/۲۶	۱۱/۳۷	۱۶/۱۲	
۱۰	۹/۷	۱۶/۵۲	۱۲/۵۰	۲۰/۱۸	۱۷/۲۴	۱۳/۸۱	۱۹/۵۹	
۲۵	۱۱/۷۷	۲۰/۲۳	۱۶/۳۸	۲۴/۷۲	۲۱/۲۴	۱۶/۹۲	۲۳/۹۹	
۵۰	۱۳/۱۳	۲۲/۰۹	۱۸/۵۳	۲۶/۹۹	۲۳/۱۹	۱۸/۴۷	۲۷/۲۶	
۱۰۰	۱۴/۸۵	۲۵/۷۳	۲۰/۶۶	۳۱/۴۴	۲۷/۱۲	۲۱/۵۲	۳۰/۵۱	
متوسط بارندگی سالانه	۶۳۷	۶۰۶/۵۸	۵۱۸/۷۵	۴۹۸/۶۱	۴۵۰/۱۳	۴۳۰/۱	۴۱۰/۴	

با استفاده از متوسط بارندگی سالانه هر ایستگاه و حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته، معادله همبستگی $(PD_{max} = 0.078P + 12.673)$ با ضریب همبستگی 0.807 که در سطح 90% معنی‌دار است، به‌دست آمد.

جدول ۹- مقادیر دبی سیلابی و دبی ویژه با دوره‌های بازگشت سالانه در زیرحوضه‌ها (m^3/sec)

دوره بازگشت	زیرحوضه	نوع دبی	لکشا	کلورد	برما	کیاسر	الرز	سرخ‌گریه	متکازمین
۲	سیلابی	۲۳/۳۴	۳۵/۸۷	۳۵/۹	۲۳/۱۶	۱۱/۷۳	۷/۵۷	۹/۰۶	
	ویژه	۰۹۲/۰	۰/۴۳۳	۰/۲۸۳	۰/۳۹۳	۰/۱۲۷	۰/۱۶۴	۰/۲۳۶	
۵	سیلابی	۳۷/۵۳	۶۲/۳۶	۴۵/۴۲	۵۰/۶۸	۲۶/۵۳	۱۲/۲۱	۱۵/۸	
	ویژه	۰/۱۴۸	۰/۷۵۳	۰/۳۵۷	۰/۶۱۹	۰/۲۸۸	۰/۲۶۵	۰/۴۱۲	
۱۰	سیلابی	۴۹/۰۵	۴۵/۴۲	۵۲/۳	۶۷/۳۸	۴۴/۷	۱۶/۶۲	۲۱/۸۶	
	ویژه	۰/۱۹۴	۰/۳۵۷	۰/۴۱۲	۰/۸۳۷	۰/۴۸۶	۰/۳۶۱	۰/۵۷	
۲۵	سیلابی	۶۶/۲۳	۵۲/۳	۶۱/۶۳۹	۹۵/۰۵	۷۴/۲۵	۲۴/۲۱	۳۱/۷۷	
	ویژه	۰/۲۶۲	۰/۴۱۲	۰/۴۸۶	۱/۱۶۳	۰/۹۱۷	۰/۵۲۶	۰/۸۲۸	
۵۰	سیلابی	۸۱/۰۹	۲۱/۸۶	۶۸/۵۷	۱۱۷/۲۱	۱۳۲/۷۳	۳۱/۷۴	۴۱/۰۷	
	ویژه	۰/۳۲۱	۰/۵۷	۰/۵۳۹	۱/۴۳۴	۱/۴۴۵	۰/۶۹	۱/۰۶۹	
۱۰۰	سیلابی	۹۷/۸۵	۱۱۷/۵	۵۲/۳	۶۰۲/۲	۴۱/۳	۲۱۸/۴۱	۱۴۰/۸۲	
	ویژه	۰/۳۸۷	۱/۴۲	۱/۳۶۳	۲/۲۴۴	۰/۹	۰/۲۹	۱/۷۲۳	

بحث و نتیجه‌گیری

از بین عوامل مختلف برخی از آنها تاثیر بسزایی بر روی سیلاب دارند که در این مقاله تحت عنوان متغیرهای مستقل تاثیرگذار در نظر گرفته شده‌اند. در اولین مرحله و با استفاده از روش قدم به قدم در بین عوامل مختلف، تراکم زهکشی و ارتفاع وزنی حوضه‌ها با دبی سیلابی در دوره‌های بازگشت مختلف بیشترین همبستگی را در سطح ۹۹ درصد نشان داد که سلیمان^۱ (۱۳۶۹) نیز برای حوضه هراز به چنین نتایج مشابهی دست یافته است. پراکنش و تراکم آبراهه‌ها درحوضه، بیانگر پاسخ ویژگی‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، خاکشناسی و بالاخص میزان نفوذپذیری خاک است. از بررسی‌های به‌عمل آمده از حوضه نکارود چنین برمی‌آید که در زیرحوضه‌هایی که ریزش غالب باران است، هرقدر مقادیر سالانه بارندگی بیشتر باشد، به همان نسبت تعداد دفعات و مدت دوام آن نیز بیشتر از زیرحوضه‌های دیگر است. همچنین با توجه به نقش دانسیته زهکشی در وقوع سیلاب، زیرحوضه‌های با تراکم زهکشی بالا از نظر زمانی عکس‌العمل سریع‌تری نسبت به بارش از خود نشان دادند به طوری که نتیجه تحقیقات مارستین^۱ (۱۹۹۶) از حوضه‌های نپال که دارای شرایط طبیعی مانند نکارود می‌باشد نیز موید نتایج مشابه از منطقه مورد بررسی است، چنانکه ۸۲ درصد وقوع پیک سیل در رابطه با تراکم زهکشی زیرحوضه‌ها معرفی شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان می‌دهد که در بین متغیرهای مختلفی که در معادلات همبستگی چندمتغیره با حداکثرهای دبی و در دوره بازگشت‌های مختلف به‌کارگرفته شده است، ارتفاع متوسط وزنی، ضریب شکل، وضعیت خاک و پوشش گیاهی بیشترین همبستگی را نشان داده‌اند. در بین عوامل مذکور در اغلب روابط رگرسیون ارائه‌شده، بیشترین نقش مربوط به پوشش گیاهی از نظر نوع گونه، کاربری زمین و وضعیت خاک از نظر

نفوذپذیری بوده است. معادلات ارائه‌شده در این خصوص در مجموع با ضریب همبستگی (R) و نیز ضریب اطمینان (R^2) بالا بوده و سطح ۹۵٪ معنی‌داری را نشان داده است.

در خصوص اهمیت و نقش جنگل که عامل اساسی در تنظیم جریان سیلاب‌های حوضه است، چنانچه در تغییر کاربری آن به‌طور غیراصولی از جمله کشاورزی، چرای مفرط دام، آتش‌سوزی و ایجاد شبکه‌های جاده‌ای اقدام گردد، موجب افزایش وقوع سیلاب‌ها در پی کاهش نفوذ رواناب در خاک‌ها می‌شود. نتایج این مرحله از تحقیق با مطالعات کادیر^۲ (۱۹۹۲) انطباق نشان می‌دهد. نقش عوامل مختلف بر دبی ویژه و با دوره بازگشت‌های مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله)، بیانگر تاثیر شدت بارندگی در حوضه‌هایی است که احتمال وقوع بارش‌های شدید بر روی کل حوضه وجود دارد. همچنین نظر به تاثیر شیب به‌عنوان یکی از عوامل موثر در معادلات رگرسیون در بروز سیلاب‌های حوضه، بالاخص در زیرحوضه‌هایی که از وضعیت کاربری نامطلوبی برخوردارند، بیشتر قابل توجه است. اغلب معادلات رگرسیون در این مرحله نیز ضریب اطمینان بالا و معنی‌داری در سطوح ۹۵ تا ۹۹٪ را نشان داده‌اند. در مرحله نهایی که به‌منظور ارائه روابط رگرسیونی بین عوامل موثر و دبی‌های سیلابی ویژه در سطوح احتمالاتی مختلف صورت گرفت و از عوامل فیزیوگرافیک با توجه به سهولت استخراج داده‌ها و ماهیت پایدار آنها، می‌توان روابط مطمئنی بین آنها و وقوع سیلاب در حوضه برقرار کرد. از بین عوامل مختلف فیزیوگرافی، ارتفاع متوسط وزنی حوضه، مساحت و شیب متوسط وزنی آبراهه اصلی و حوضه در غالب مدل‌ها مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به دوره‌های بازگشت مختلف از ضرایب مختلفی برخوردار بوده است. مدل‌های مختلفی که در این مرحله به‌کار گرفته شدند، بیانگر ضرایب همبستگی و اطمینان بالا و معنی‌داری در سطوح ۹۵ تا ۹۹٪ می‌باشند. از نتایج به‌دست آمده

^۱ - Marstin

^۲ - Cadier

معادله شاهد بود. بنابراین لازم است تا با افزایش تعداد مشاهدات بر درجه اعتبار آنها بیفزاییم. مارگالوف (۱۹۹۸) معتقد است که اهمیت این گونه روابط آماری به علت امکان ارائه مدل‌ها از طریق ارتباط موجود بین پارامترها و متغیرهای مورد بررسی است.

برمی‌آید که در زیرحوضه‌های مختلف، عوامل هیدرواقليم و ادايكي موجب گردیده‌اند تا در پي ريزش‌های جوی و با دوره‌های بازگشت کم، سيلاب‌های ناگهانی را در حوضه‌های نكارود داشته باشیم. شایان ذکر است که معادلات رگرسیون تنها روابط آماری است، از این‌رو با تغییر یکی از متغیرهای مستقل یا وابسته می‌توان تغییراتی را در

منابع

- ۱- احمدی، حسن، ۱۳۷۴. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی)، دانشگاه تهران.
- ۲- باباخانی، علی، ۱۳۷۱. ريزش‌های جوی کوتاه‌مدت و شديد در دامنه‌های جنوبي البرز مرکزی، مجموعه مقالات بلایای طبیعی در مناطق شهری. ص. ۳۱۸-۳۲۱.
- ۳- سلیمانی، کریم، ۱۳۶۹. هیدرولوژی حوضه هراز، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد گروه آبیاری، دانشگاه تبریز.
- ۴- کامیاب، ایرج، ۱۳۶۴. اصول هیدرولوژی جنگل (ترجمه)، دانشگاه مازندران.
- ۵- مخدوم، مجید، ۱۳۷۲. شالوده آمایش سرزمین، دانشگاه تهران.
- ۶- مهدوی، محمد، ۱۳۷۱. هیدرولوژی کاربردی، جلد‌های ۱ و ۲، دانشگاه تهران.
- 7-Brooks, K.N., P.F. Follit, H.M. Gregesen, & J.L.Thanes, 1993. Hydrology and the management of watersheds. Iowa State University Press, USA.
- 8-Cadier, F., 1996. Small watershed hydrology in semi-arid NE Brazil basin typology and transosition of annual runoff data, J.of Hydrogoy. Amsterdam, 182: 141-117.
- 9-Horton, R.E., 1993. The role of infiltration in the hydrologic cycle, Trans, Am. Geophysics Union, Vol. 14, 446-460.
- 10-Kleeberg, H.B., 1996. Extrem Gloods-Causes and influenses, Zeitschrift tur kul turtechnik and lanxentqic, 87:107-103.
- 11-Margalov, L.D., 1981. How rain intensity affects interrill erosion, Trans. Am. Soc. Agri, Eng.2.
- 12-Marstin, R., D. Kleinman, & M. Miller, 1996. Geomorphie and forest cover control on monsoon flooding, Central Nepal Himalouya, Mountain Research and Development, 16:204-157.
- 13- McCormack, D.E.,K.K. Young & G.M. Darby, 1984. Rock fragments and K factor of USLE, SSSA, sp. Pub. No. 13.
- 14-Mellquist, P.E., 1995. The river Glomma-300 Years of sustainable river basin development, In: Reserviors in River Basin Development . A.A. Balkema, USA.
- 15- Mimiko, M., 1990. Regional analysis of hydrological variables in Greece. In: Regionalization in hydrology. ed: Berma, M.A, M. Brilly, A. Beiker, & O. Bonacci, LAHD Publication, 190 :202-195.
- 16-Schmitner, K.E., & P. Giresse, 1995. Modeling and application of the geomorphic and environmental controls on flash flood flow. Geomorphology, 16:347-337.
- 17-Sharp, T.J., & G.Peter, G. 1984. Basic hydrology, Butterworths Publisher.
- 18-Wischmeier, W.H., & J.V. Mannering, 1965. Effect of organic matter content of the soil on infiltration, J. Soil and Water Conservation, 20.

Flood Occurrence as Related to Hydroclimatic Factors, Nekaroud Flood Case

K. Soleimani¹ M.Habibnejad Roshan²

Abstract

Paleoclimatic investigation of the Quaternary period reflects fluctuation in climatic conditions during geological periods. Abrupt climatic changes, viewed as problem causing global incidents bring about adverse side effects in sensitive climatic zones such as Iran. Droughts and unpredictable floods that damage natural resources as well as human life become common yearly occurrences. Apart from influences of natural physical factors, human activities, if not properly controlled, add to the destructive power of the floods too. This happened in the Nekaroud basin mainly due to deforestation and damaging changes in landuse during the last century. The huge magnitude flood of summer 1999 which caused irreparable downstream damage and death of citizens is a sad incident of such environmental changes. The present study is an investigation into some characteristics of Nekaroud basin, an analysis of the reasons behind the occurrence of the catastrophic flood, ways to predict and prevent similar disastrous incidents in other catchment basins in Mazandaran as well as in other regions with similar conditions in Iran.

Keywords: Flood, Nekaroud, Mazandaran

¹ - *Asst.prof.,Natural Resources Faculty, Mazandaran University*

² - *Asst.prof.,Natural Resources Faculty, Mazandaran University*