نقش عوامل هيدرواقليم در وقوع سيل حوضه نكارود[۱]

كريم سليماني[۲] محمود حبيب‌نژاد روشن[۳]

چكيده

از بررسي‌هاي اقليمي گذشته[٤] به‌ويژه در دوره كواترنر[٥] چنين برمي‌آيد كه شرايط اقليمي در طي دوره‌هاي مختلف با نوسانات زيادي همراه بوده است. اگرچه تغييرات اقليمي يك پديده جهاني است، ولي در برخي از كمربندهاي اقليمي، از جمله كشورمان ايران، مي‌تواند پيامدهاي زيانباري را شامل خشكسالي و سيلاب‌هاي ناگهاني به همراه داشته باشد كه در حال حاضر هرساله خسارات بسيار زيادي را به منابع طبيعي و انساني وارد مي‌سازد. صرف‌نظر از تاثير عوامل طبيعي در وقوع سيلاب‌ها، نبايد از نقش انسان در تغييرات محيط و تخريب منابع طبيعي كه در پي آن موجب افزايش قدرت تخريب سيلاب مي‌گردد، غافل ماند. نمونه بارز آن را مي‌توان در حوضه نكارود مشاهده كرد كه در چهارم مردادماه ۱۳۷۸ خسارات مالي و جاني زيادي را در پايين‌دست حوضه در پي داشته است. در اين مقاله، سعي بر آن است ضمن معرفي اجمالي حوضه نكارود ،به بررسي سيل موردنظر بپردازيم و خود را براي مقابله با سيلاب و كاهش خسارات در حوضه‌هاي مشابه در استان مازندران و ديگر استان‌هاي كشور آماده سازيم.

واژه‌هاي كليدي: سيلاب، نكارود و مازندران

۱- تاريخ دريافت: ۷۹/۱۱/۲٤، تاريخ تصويب نهايي: ۸۰/۱۰/۳

۲- استاديار دانشكده منابع طبيعي دانشگاه مازندران

۳- استاديار دانشكده منابع طبيعي دانشگاه مازندران

٤- **Paleoclimatology**

٥- **Quaternary**

مقدمه

حوضه نكارود در استان مازندران و با مساحتي بالغ بر ۱۹۰۶/۷۲ كيلومتر در ايستگاه آبلو (يك و نيم كيلومتري جنوب شهر نكا)، بين طول شرقي ۲۵′ °۳۶ تا ۴۰′ °۳۶ واقع شده است. از زيرحوضه‌هاي هفت‌گانه آن مي‌توان به لكشا، گلورد، برما، متكازمين، كياسر، الارز و سرخ گريه اشاره كرد كه زيرحوضه سرخ‌گريه از بالاترين ارتفاع (۲۴۴۲متر) و زيرحوضه لكشا از كمترين ارتفاع (۵۸متر) و بيشترين سطح (۲۵۲/۳۷ كيلومترمربع) و زيرحوضه متكازمين از كمترين سطح (۳۸/۳۶ كيلومترمربع) بر روي نقشه توپوگرافي حوضه برخوردارند. بيشترين شيب متوسط در زيرحوضه سرخ گريه با ۲۲/۴۳% و كمترين آن مربوط به زيرحوضه لكشا با ۱۱/۸۵% است. بخش وسيعي از حوضه نكارود شامل كنگلومرا، سنگ‌هاي آهكي، مارن و مارن سيلتي است و پهنه‌هاي سيلت و رس، سنگريزه و تالوس از دوره كواترنر قسمت‌هاي كمي از حوضه را دربرگرفته است. با توجه به پوشش جنگل‌هاي غالب در منطقه، امكان تفكيك و مرزبندي تشكيلات زمين‌شناسي و همين‌طور اشكال ژئومورفولوژيكي در حوضه به آساني ميسر نيست. از تحليل منحني آمبروترميك چنين برمي‌آيد كه دوره خشكي و مرطوب در حوضه به ترتيب ۱۸۰ و ۱۷۹ روز است كه بيانگر اقليم نيمه‌مرطوب معتدل و نيمه‌مرطوب سرد مي‌باشد. از غرب به شرق حوضه با كاهش بارندگي و از ارتفاع صفر تا ۱۳۳۰ متر از سطح دريا داراي گراديان منفي است. پوشش گياهي غالب در منطقه از نوع پهن‌برگ شامل راش، ممرز، توسكا، آزاد، بلوط، انجيلي، زبان گنجشك، افرا، نمدار، گلابي وحشي، ازگيل و گوجه وحشي است و در برخي از زيرحوضه‌ها به‌دليل بهره‌برداري بي‌رويه به‌صورت مخروبه درآمده است.

ميميكو[1] در سال ۱۹۹۵ در تحقيقات خود نشان داد كه علاوه بر بارندگي متوسط و مساحت، عواملي از قبيل شيب آبراهه اصلي، تراكم زهكشي و خاك حوضه‌ها، نقش عمده‌اي در وقوع سيلاب دارند. ملكوايست[2] در سال ۱۹۹۵ در مطالعه حوضه رودخانه گلوماي نروژ، تغييرات كاربري اراضي حوضه را از عوامل موثر در وقوع سيلاب نتيجه‌گيري نموده است. باباخاني(۱۳۷۱) عواملي اصلي در وقوع سيلاب‌ها را حداكثر شدت لحظه‌اي رگبارهاي كوتاه‌مدت در رابطه با شيب، پوشش گياهي و قدرت نفوذ خاك‌ها و كليبرگ[3] (۱۹۹۶) وقوع سيلاب‌هاي شديد در حوضه‌هاي بزرگ را ناشي از بارندگي و تخريب پوشش گياهي و خاك دانسته‌اند. نتايج مطالعه حوضه‌هاي فرانسه و اتريش نشان مي‌دهد كه افزايش سيلاب در قرون هجدهم و نوزدهم ميلادي به‌علت قطع غيرعلمي جنگل‌ها بوده است. همچنين نتايج بررسي‌هاي به‌عمل آمده در ايالت متحده آمريكا نيز بيانگر اين است كه قطع بي‌رويه درختان انبوه جنگلي حجم جريان رواناب را به مقدار ۳۰% براي سيلاب‌هاي با دوره بازگشت كم و به ميزان ۱۵% با دوره بازگشت بالا افزايش مي‌دهد. در كلرادوي آمريكا از مقايسه دو حوضه با مساحت يكسان در طي نزديك به يك دهه اندازه‌گيري نشان مي‌دهد كه ميزان آب عرضه شده در طي سال در حوضه‌اي كه درختان آن قطع شده، به ميزان ۱۷% بيشتر از حوضه دست نخورده بوده است (۷). بررسي سيلاب در نپال بر روي ۲۲ رودخانه در خصوص نقش پوشش جنگل نشان مي‌دهد كه جنگل‌زدايي اغلب عامل اصلي سيلاب در منطقه بوده است.

روش تحقيق

در اين مقاله به شناخت اجمالي علل بروز سيلاب درحوضه نكارود با تاكيد بر رابطه آن با بارندگي پرداخته مي‌شود. در ابتدا اطلاعات موجود از ويژگي‌هاي هيدرواقليم، توپوگرافي، زمين‌شناسي و پوشش گياهي حوضه جمع‌آوري و زيرحوضه‌هاي مختلف به تفكيك مورد ارزيابي قرار گرفت. بنابراين

۱- Mimiko

۲ - Mellquist

۳ - Kleeberg

دو روش استفاده از عمليات صحرايي و اسناد علمي موجود به‌منظور رسيدن به اطلاعات مورد نياز مدنظر بوده است. در تجزيه و تحليل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همبستگي بين خصوصيات فيزيكي با متغيرهاي هيدرومتئورولوژي و دبي حداكثر لحظه‌اي براي دوره زماني مشخص تعيين شده كه از رابطه ذيل حاصل گرديده است:

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

كه در آن QT مقدار دبي حداكثر لحظه‌اي براي دوره بازگشت‌هاي مختلف، A، B و C متغيرهاي مستقل مانند ارتفاع، سطح و ... a، b و c ثابت‌هايي هستند كه در طول محاسبات تعيين مي‌شوند و براي هر دوره بازگشت مقادير متفاوتي دارند كه لازم به ارزيابي است (۱۷). اثر كليه متغيرهاي مستقل در معادله بالا با استفاده از روش‌هاي رگرسيوني نسبت به متغير وابسته يعني رواناب به‌طور دقيق بررسي و برآورد گرديد. ثابت‌هاي a، b و c با استفاده از روش رگرسيون مرحله‌اي، يكي پس از ديگري ارزيابي شده و براي آنها عدد ثابتي نسبت به ويژگي حوضه به‌دست آمده است. معادله فوق به‌صورت نتايج در جدول مربوطه آمده است. در تحليل داده‌ها از روش‌هاي گام به گام [۱] و روش پس‌رونده[۲] استفاده گرديده و همين‌طور در بررسي‌هاي ژئومتري حوضه، مقادير كمي كه در جدول ۱ آمده، به قرار ذيل محاسبه گرديده است:

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

كه در آن Kc ضريب گراوليوس، P محيط دايره هم‌سطح حوضه (Km) و A مساحت حوضه (Km^2) است. محاسبه مستطيل معادل حوضه نيز 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 شيب متوسط وزني با توجه به خطوط تراز و مساحت حوضه از روش هورتون محاسبه شد (۱):

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

كه در آن S شيب متوسط حوضه به درصد، Z فاصله ارتفاعي بين خطوط تراز به متر، ΣL طول خطوط تراز واقع در محدوده حوضه به كيلومتر و A مساحت حوضه به كيلومترمربع است.

به‌منظور تعيين نمره كاربري اراضي (۵) در هريك از زيرحوضه‌هاي نكارود با توجه به مطالعات وشماير[۳] (۱۹۶۵)، مك كومارك[۴] و همكاران(۱۹۸۴)، هر نوع كاربري در دامنه مشخص، تعريف شده و با توجه به وضعيت تاج پوشش يا تراكم لاشبرگ در هريك از تيپ‌هاي جنگلي و مرتعي از زيرحوضه‌هاي مورد بررسي، متوسط نمره آن ارائه گرديد. همين‌طور با توجه به مساحت هر تيپ متوسط وزني نمره هر نوع كاربري تعيين گرديده كه در جدول مربوطه آمده است. در اين بررسي كد يا شماره واحد تركيب‌شده (E) عبارت است از:

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

كه در آن J تعداد كل طبقات نقشه زيرين، I شماره طبقه نقشه رويي و Ji شماره طبقه نقشه زيرين است.

گروه‌هاي هيدروليك و متوسط وزني حداقل شدت نفوذ براساس معادله هورتون[۵] (۱۹۳۳) در زيرحوضه‌هاي مختلف نكارود به تفكيك مورد بررسي قرار گرفت و ميزان نفوذ آب در هر لحظه (f) بدين قرار محاسبه گرديد:

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

كه در آن fo ميزان نفوذ در شروع بارندگي يا نفوذ اوليه، fc ميزان نفوذ نهايي، K ضريب ثابت كه بستگي به نوع خاك و درصدپوشش گياهي آن دارد و t زمان از شروع بارندگي است (شكل۱). به‌منظور برآورد سيلاب‌هاي حداكثر در دوره‌هاي بازگشت مختلف، پس از تجزيه و تحليل سيلاب‌ها به تفكيك در زيرحوضه‌هاي مختلف، مقدار دبي حداكثر لحظه‌اي در دوره‌هاي مذكور محاسبه و براي هريك از ايستگاه‌ها پارامترهاي ميانگين، انحراف معيار و

[۱] - Stepwiese
[۲] -Backward

[۳] - wischmeier
[۴] - McComark
[۵] - Horton

ضريب چولگي برآورد گرديده كه در شكل ۲ نشان داده شده است.

نتايج

نتايج اين تحقيق با توجه به پارامترهاي اصلي مانند فيزيوگرافي، پوشش گياهي، زمين‌شناسي، خاك و هيدرواقليم استخراج و مورد تجزيه و تحليل واقع شد. در اين راستا، پارامترهاي موردنظر در دو گروه مستقل (فيزيوگرافي، نفوذ در خاك، پوشش گياهي، كاربري زمين و اقليم) و تابع (دبي حداكثر لحظه‌اي و دبي ويژه سيلاب) بررسي شد. از آنجايي‌كه ويژگي‌هاي فيزيوگرافي در حوضه‌ها تاثير بسزايي بر روي رواناب دارند، از اين‌رو در اين بررسي جهت نتيجه‌گيري بهتر، حوضه نكارود به تفكيك زيرحوضه‌هاي مختلف در جدول ۱ مورد بررسي واقع شد. از جمله تاثيرات عوامل فيزيوگرافي ممكن است اختلاف در سرعت نفوذ آب‌هاي سطحي، تنوع و تراكم يا پراكندگي آبراهه‌ها و نيز پوشش گياهي، شرايط اقليمي مختلف، اشكال ژئومورفولوژي و مقادير مختلف رسوبات قابل عرضه در سطح حوضه باشند. با استفاده از روش رگرسيون چندمتغيره در مطالعه سيلاب‌ها برمي‌آيد كه عوامل فيزيوگرافي نقش زيادي در بروز سيلاب و شدت آن دارند و در بررسي‌هايي ضريب همبستگي برخي از عوامل فيزيوگرافي مانند شكل حوضه و شدت بارندگي نسبت به ديگر عوامل حوزه آبخيز بسيار بالاتر بوده است (۳). همچنين نتيجه تحقيقات ميميكو (۱۹۹۵) نيز نشان مي‌دهد كه از بين عوامل مختلف عوامل فيزيوگرافي نقش بارزي در وقوع سيلاب‌هاي كشور يونان داشته است. علاوه بر اين، بافت خاك و ويژگي‌هاي هيدرولوژي آن به‌عنوان عامل موثر در وقوع سيلاب است. در جدول و شكل ۱ برخي از ويژگي‌هاي مهم زيرحوضه‌هاي مختلف آمده است. در محاسبات آماري متغيرهاي مستقل و وابسته در روابط همبستگي شامل مساحت (A)، تراكم زهكشي (DP)، طول آبراهه اصلي (LR)، ضريب گراوليوس (kc)، شيب متوسط وزني حوضه (Sw)، شيب متوسط وزني رودخانه اصلي (SR)، كاربري زمين و... از حوضه نكارود بررسي شدند. به‌طوري‌كه براي تعيين عوامل موثر در دبي‌هاي سيلابي و ويژه از روش‌هاي استفاده‌شده با وارد كردن كليه عوامل در مدل و انجام آزمون به ترتيب هريك از عوامل از مدل حذف و تاثير آن در كاهش R^2 مشخص گرديد. در نهايت با تعيين مهمترين عواملي كه بيشترين ضريب همبستگي و ضريب اطمينان را در رابطه با سيلاب و دوره‌هاي بازگشت مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سال) دارا بودند، سطح ۹۵% معني‌داري نشان داده شد.

در جدول ۲ رديف اول كه بيانگر دوره بازگشت ۱۰ ساله است، با سطوح معني‌داري ۹۹% و دو رديف آخر نيز در دوره‌هاي بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله با سطوح معني‌داري ۹۵% مي‌باشند. اما در جدول ۳ هر سه رديف معني‌داري در سطوح۹۹% را نشان مي‌دهد.

براساس داده‌هاي جدول ٤ از زيرحوضه‌هاي مختلف نكارود، مي‌توان نتيجه گرفت كه زيرحوضه لكشا با ۰/۳۹٦ سانتي‌متر نفوذ در ساعت بيشترين و زيرحوضه متكازمين با ۰/۰۵ سانتي‌متر كمترين مقدار نفوذ را دارا بوده است.

پوشش گياهي در حوضه‌ها از عوامل بازدارنده و كاهنده سيل به‌شمار مي‌آيد. تحقيقات مختلف نشان مي‌دهد كه در اراضي جنگلي، سيلاب كمتر واقع شده يا ممكن است رخ ندهد. از طرفي، درحوزه‌هاي آبخيز كه با وقوع سيلاب‌ها در دوره‌هاي بازگشت كوتاه‌مدت مواجه‌اند نقش اساسي پوشش گياهي در ممانعت از تخريب، فرسايش و عرضه رسوب قابل توجه است. بنابراين براي پوشش گياهي مي‌توان چند نقش اساسي شامل الف – تثبيت خاك از طريق ممانعت از برخورد مستقيم قطرات باران با سطح خاك و نقش ريشه‌ها درحفاظت خاك، ب – افزايش نفوذپذيري خاك در كاهش رواناب سطحي و ج – افزايش ذخيره برگابي و ذخيره رطوبت خاك و نيز افزايش تبخير و تعرق گياهان درجهت كاهش حجم رواناب حوزه آبخيز قايل شد. در زيرحوضه‌هاي نكارود در بالادست عمدتا داراي پوشش مرتعي، در بخش مياني اراضي جنگلي و در ساير نواحي مي‌توان اراضي زراعي را

مشاهده كرد كه به تفكيك زيرحوضه‌ها درجدول۵ آمده است. با توجه به مطالعات وشماير(۱۹٦۵) و مومارك و رامسر (۱۹۸٤) هر نوع كاربري با توجه به وضعيت تاج پوشش و تراكم لاشبرگ درهريك از تيپ‌هاي مختلف جنگلي و مرتعي بررسي و نمره‌گذاري شده است.

شكل ۱- متوسط وزني حداقل شدت نفوذ در خاك به تفكيك زيرحوضه‌ها (cm/h)

شکل ۲- مقادیر میانگین، انحراف معیار و ضریب چولگي در زیرحوضه‌هاي نکارود

نظر به پراکندگي ایستگاه‌ها درحوضه نکارود، امکان ترسیم خطوط همباران یا استفاده از روش تیسن در برآورد میانگین بارندگي سالانه وجود ندارد، بنابراین با استفاده از متوسط بارندگي سالانه مقدار بارندگي براي هریك از زیرحوضه‌ها تعیین شد. به‌منظور رفع این مشکل با استفاده از نه ایستگاه در داخل و مجاور براي کل حوضه مقدار متوسط بارندگي محاسبه گردیده است:

$$P=764.59-0.1956H$$

که در آن P متوسط بارندگي سالانه و H ارتفاع از دریا به متر است. مقدار متوسط بارندگي سالانه براي زیرحوضه‌ها به شرح جدول ٦ است.

جدول ۱- ويژگي‌هاي فيزيوگرافيك زيرحوضه‌هاي نكارود

زيرحوضه / ويژگي‌هاي ژئومتري	لكشا	گلورد	برما	متكازمين	كياسر	الارز	سرخ‌گريه
مساحت (km^2)	۲۵۵/۳۷	۸۲/۲۷	۱۲۶/۸۷	۳۸/۳۶	۸۱/۷۰	۹۱/۸۶	٤٦
ضريب گراوليوس (Kc)	۱/٦٤	۱/۱٦	۱/۲٦	۱/٤۸	۱/۲٤	۱/۵۰	۱/۱۸
طول مستطيل معادل (Km)	٤۰/۲۵	۱۱/۸۷	۱۸/٤۷	۱۳/٤۰	۱٤/۳۳	۲۱/۳٦	۹/٤۰
عرض مستطيل معادل (Km)	٦/۲۷	٦/۹٦	٦/۸٦	۲/۸۷	۵/۷۰	٤/۳۰	٤/۹۰
بالاترين ارتفاع حوضه (m)	۱۲۳۲	۱۲۷۹	۱۸۵۵	۱۸٦۵	۲۲۳۱	۲۳۸٤	۲٤٤۲
پايين‌ترين ارتفاع حوضه (m)	۵۸	۳٦٦	٦٦۰	۸۷۸	۹۷۳	۱۰۵۰	۱۱۹۵
تراكم زهكشي (Km^{-1})	۰/۹	۰/۹۰	۱	۱/۱۱	۰/۹۰	۱/۲۰	۰/۹٤
طول آبراهه‌ها (Km)	۲۹۹/٤۸	۷۵/۱۰	۱۲۸/٤۰	٤۲/٦۱	۷۳/۹۱	۱۱۰/۷۹	٤۳/۵۱
طول آبراهه اصلي (Km)	٤٤/۰۳	۱۷/۲٦	۲۳/۹۵	۱۲/۷٦	۱٦/۵۱	۱۸/۷۹	۱۱/۵۱
TC (chaw/h)	٤/۷۱	۱/۸٦	۲/٤٤	۱/۲۳	۱/٤٦	۱/۹۰	۱/۱۲۸
درصدشيب‌متوسط‌وزني‌آبراهه	۸/۰۹	۵/۹۳	۸/٤٦	۱۰/۸۱	۷/٤۱	۱۰/٤۳	۸/۲۲
درصدشيب‌متوسط‌وزني‌حوضه	۱۱/۵۸	۱۹/۵۳	۱۹/۸۳	۲۱/۱۸	۱۸/۸	۱۸/۹٦	۲۲/٤۳
ارتفاع متوسط وزني (m)	٦٤۹/۲۸	۸۰٤/۱۰	۱۲۵۱/۰۷	۱۳۵۳/۵۸	۱٦۰۰/۲٦	۱۷۰۲/۲۰	۱۸۰۲/٤٦

جدول ۲- نتايج رگرسيون چندمتغيره بين كليه عوامل فيزيوگرافي و دبي سيلابي درحوضه نكارود به روش پس‌رونده

معادله همبستگي	R	R^2	Durbin Watso St	Stand.Er. of Est
Q10=-0.688H-40.36SR+43.37SW+1.009A-239.085	۰/۹۹۳	۰/۹۸٦	۱/۸۳۸	۷/٦
Q50=-0.9027A-462.074 Kc+253.74 DP-44.53 SW+1123.57	۰/۹۹٤	۰/۹۸۹	۲/۲۱۹	٦/۸۹۲
Q100=-1.236A-612.37Kc+823.122DP-60.64 SW+1390.5	۰/۹۷۳	۰/۹٤۸	۱/۰۸۱	۲۲/۳۳۷

جدول ۳- نتايج رگرسيون چندمتغيره بين كليه عوامل و دبي سيلابي درحوضه نكارود به روش قدم به قدم

معادله همبستگي	R	R^2	Durbin Watso St	Stand.Er. of Est
Q10=-0.04H+133.95DP-33.46	۰/۹٦۱	۰/۹۲٤	۲/۸۵	۱۲/۹
Q50=-0.73H+250.3DP-67.5	۰/۹٦۱	۰/۹۲٤	۲/٦۱	۲۳/۷۳
Q100=-0.089H+318.11DP-93.014	۰/۹۵۸	۰/۹۱۸	۲/٤٦	۳۱/۰٤

جدول ٤- متوسط وزني حداقل (م.و.ح) شدت نفوذ در خاك به تفكيك زيرحوضه‌ها (cm/h)

زيرحوضه	لكشا	گلورد	برما	متكازمين	كياسر	الارز	سرخ‌گريه
م.و.ح. شدت نفوذ	۰/۳۹٦	۰/۳	۰/۳٤	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۲۱

جدول ۵- پوشش گياهي و كاربري اراضي در زيرحوضه‌ها

زيرحوضه / كاربري زمين (%)	لكشا	گلورد	برما	متكازمين	كياسر	الارز	سرخ‌گريه
پوشش جنگلي	۸۷/۷۲	۸۳/۹۷	۵۵/۹٦	٤٤/۸٦	۱۹/۸	۱۰/۹	۵۲/٦
متوسط وزني تاج پوشش جنگلي	۷٤/٤	۷۱/۵	٤۷/۷	۳۵/٤	۱۳/٦۲	۷/۹۳	۳۷/۲٤
اراضي زراعي	۱۱/٦۲	۹/۹۷	۳۳/۹	٤۷/۲۵	٤۹/٦	۵۰/۵	۳۳/٦٤
اراضي مسكوني و جاده	۰/۳۹	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/٦٤	۰/۵۸	۰/٤۳
نمره كاربري	۷٦/۷٦	۷۲/۸۷	۵۳	٤۵/۷	٤۰	۳٤/٦	٤۸/۰٤

جدول ٦- متوسط بارندگي سالانه **(mm)** زيرحوضه‌هاي نكارود

زيرحوضه	لكشا	گلورد	برما	متكازمين	كياسر	الارز	سرخ‌گريه
بارندگي (mm)	٦۳۷	٦٦۰/۵۸	۵۱۸/۷۵	٤۹۸/٦۱	٤۵۰/۱۳	٤٤۰/۱	٤۱۰/٤

در برآورد حداكثر بارندگي ۲٤ ساعته (PD_{max}) به ايجاد رابطه همبستگي بين حداكثر بارندگي ۲٤ ساعته و بارندگي سالانه (P) به تفكيك زيرحوضه‌ها و نيز شدت رگبار اقدام گرديده است (جداول ۷ و ۸). بررسي برخي از فرايندهاي هيدرولوژي مانند وقوع سيلاب‌ها با توجه به دخالت پارامترهاي مختلف قدري مشكل به‌نظر مي‌آيد، از اين‌رو در اين زمينه مي‌توان به روش‌هاي مختلف از جمله استفاده از هيدروگراف واحد، به‌كارگيري روش‌هاي تجربي مانند فولر، ديكن و كوك يا روش آمار تجزيه و تحليل فراواني اشاره كرد. همچنين در به‌كارگيري استاندارد از اين روش‌ها متغير مساحت حوضه (حوضه‌هاي كمتر از ۲/۵ و ۲۵۰ km^2 و نيز ۲۵۰-۵۰۰ km^2) مي‌تواند مورد توجه واقع گردد(٦). در اين تحقيق براي برآورد سيلاب‌هاي حداكثر، ضمن تجزيه و تحليل سيلاب‌ها در ايستگاه‌هاي هفت‌گانه، دبي حداكثرلحظه‌اي با دوره‌هاي برگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ ساله محاسبه گرديده است (جدول ۹). همچنين به تفكيك زيرحوضه‌هاي مختلف نكارود، مقادير آماري ميانگين، انحراف معيار و ضريب چولگي محاسبه و در شكل ۲ خلاصه شده است.

جدول ۷- رابطه بين حداكثر بارندگي ۲٤ ساعته (PD_{max}) و بارندگي سالانه (P) در ايستگاه‌هاي موجود

ايستگاه	معادله همبستگي بين PD_{max} و P	ضريب همبستگي	متوسط بارندگي سالانه (mm)	بارندگي حداكثر ۲٤ ساعته (mm)
آبلو	PD_{max} =-4.18+0.08P	۰/۸٤٤	۷۱۵/۵۰	۵۵/۹۲
پايين‌زرندين	PD_{max} =-7.765+0.0775P	۰/۷۲	۷۷۰	۵٤/۵۲
گلورد	PD_{max} =-8.495+0.07P	۰/۷۰۵	۸۷۹/۳۸	۵۳/۰٦
پجيم	PD_{max} =15.19+0.033P	۰/۸۵۹	۷۹۱/٤۰	٤۱/۳۰
اوارد	PD_{max} =-0.761+0.06P	۰/۸۰۹	۵۱۰/۵۰	۳۳/٤٤
سفيدچاه	PD_{max} =-22.62+0.123P	۰/۸۳۳	٤۲۹/۸۰	۳۰/۲٤
باركلا	PD_{max} =0.628+0.081P	۰/۹۱۵	٤۷۹/۲۰	۳۹/٤٤

جدول ۸- شدت رگبار در زمان تمركز **min** با دوره بازگشت‌هاي مختلف به تفكيك زيرحوضه‌ها

زيرحوضه / دوره بازگشت	لكشا	گلورد	برما	متكازمين	كياسر	الارز	سرخ‌گريه
۲	٦/۱	۹/۳۳	۸/٤۸	۱۱/٤	۹/۸	۷/۸	۱۲/۸٤
۵	۸/۰۵	۱۳/۵۹	۱۱/۲٤	۱٦/٦۱	۱٤/۲٦	۱۱/۳۷	۱٦/۱۲
۱۰	۹/۷	۱٦/۵۲	۱۳/۵۰	۲۰/۱۸	۱۷/۳٤	۱۳/۸۱	۱۹/۵۹
۲۵	۱۱/۷۷	۲۰/۲۳	۱٦/۳۸	۲٤/۷۲	۲۱/۲٤	۱٦/۹۲	۲۳/۹۹
۵۰	۱۳/۱۳	۲۲/۰۹	۱۸/۵۳	۲٦/۹۹	۲۳/۱۹	۱۸/٤۷	۲۷/۲٦
۱۰۰	۱٤/۸۵	۲۵/۷۳	۲۰/٦٦	۳۱/٤٤	۲۷/۱۲	۲۱/۵۲	۳۰/۵۱
متوسط بارندگي سالانه	٦۳۷	٦۰٦/۵۸	۵۱۸/۷۵	٤۹۸/٦۱	٤۵۰/۱۳	٤۳۰/۱	٤۱۰/٤

با استفاده از متوسط بارندگي سالانه هر ايستگاه و حداكثر بارندگي ۲٤ ساعته، معادله همبستگي (PD_{max}=0.078P+12.673) با ضريب همبستگي ۰/۸۰۷ كه در سطح ۹۰% معني‌دار است، به‌دست آمد.

جدول ۹- مقادير دبي سيلابي و دبي ويژه با دوره‌هاي بازگشت سالانه در زيرحوضه‌ها (m^3/sec)

زيرحوضه / دوره بازگشت	نوع دبي	لكشا	گلورد	برما	كياسر	الارز	سرخ‌گريه	متكازمين
۲	سيلابي	۲۳/۳٤	۳٥/۸۷	۳٥/۹	۲۳/۱٦	۱۱/۷۳	۷/٥۷	۹/۰٦
	ويژه	۰۹۲/۰	۰/٤۳۳	۰/۲۸۳	۰/۳۹۳	۰/۱۲۷	۰/۱٦٤	۰/۲۳٦
٥	سيلابي	۳۷/٥۳	٦۲/۳٦	٤٥/٤۲	٥۰/٦۸	۲٦/٥۳	۱۲/۲۱	۱٥/۸
	ويژه	۰/۱٤۸	۰/۷٥۳	۰/۳٥۷	۰/٦۱۹	۰/۲۸۸	۰/۲٦٥	۰/٤۱۲
۱۰	سيلابي	٤۹/۰٥	٤٥/٤۲	٥۲/۳	٦۷/۳۸	٤٤/۷	۱٦/٦۲	۲۱/۸٦
	ويژه	۰/۱۹٤	۰/۳٥۷	۰/٤۱۲	۰/۸۳۷	۰/٤۸٦	۰/۳٦۱	۰/٥۷
۲٥	سيلابي	٦٦/۲۳	٥۲/۳	٦۱/٦۳۹	۹٥/۰٥	۷٤/۲٥	۲٤/۲۱	۳۱/۷۷
	ويژه	۰/۲٦۲	۰/٤۱۲	۰/٤۸٦	۱/۱٦۳	۰/۹۱۷	۰/٥۲٦	۰/۸۲۸
٥۰	سيلابي	۸۱/۰۹	۲۱/۸٦	٦۸/٥۷	۱۱۷/۲۱	۱۳۲/۷۳	۳۱/۷٤	٤۱/۰۷
	ويژه	۰/۳۲۱	۰/٥۷	۰/٥۳۹	۱/٤۳٤	۱/٤٤٥	۰/٦۹	۱/۰٦۹
۱۰۰	سيلابي	۹۷/۸٥	۱۱۷/٥	٥۲/۳	٦۰۲/۲	٤۱/۳	۲۱۸/٤۱	۱٤۰/۸۲
	ويژه	۰/۳۸۷	۱/٤۲	۱/۳٦۳	۲/۲٤٤	۰/۹	۰/۲۹	۱/۷۲۳

بحث و نتيجه‌گيري

از بين عوامل مختلف برخي از آنها تاثير بسزايي بر روي سيلاب دارند كه در اين مقاله تحت عنوان متغيرهاي مستقل تاثيرگذار در نظر گرفته شده‌اند. در اولين مرحله و با استفاده از روش قدم به قدم در بين عوامل مختلف، تراكم زهكشي و ارتفاع وزني حوضه‌ها با دبي سيلابي در دوره‌هاي بازگشت مختلف بيشترين همبستگي را در سطح ۹۹ درصد نشان داد كه سليماني(۱۳٦۹) نيز براي حوضه هراز به چنين نتايج مشابهي دست يافته است. پراكنش و تراكم آبراهه‌ها درحوضه، بيانگر پاسخ ويژگي‌هاي توپوگرافي، زمين‌شناسي، پوشش گياهي، خاكشناسي و بالاخص ميزان نفوذپذيري خاك است. از بررسي‌هاي به‌عمل آمده از حوضه نكارود چنين برمي‌آيد كه در زيرحوضه‌هايي كه ريزش غالب باران است، هرقدر مقادير سالانه بارندگي بيشتر باشد، به همان نسبت تعداد دفعات و مدت دوام آن نيز بيشتر از زيرحوضه‌هاي ديگر است. همچنين با توجه به نقش دانسيته زهكشي در وقوع سيلاب، زيرحوضه‌هاي با تراكم زهكشي بالا از نظر زماني عكس‌العمل سريع‌تري نسبت به بارش از خود نشان دادند به طوري‌كه نتيجه تحقيقات مارستين[1](۱۹۹٦) از حوضه‌هاي نپال كه داراي شرايط طبيعي مانند نكارود مي‌باشد نيز موید نتايج مشابه از منطقه مورد بررسي است، چنانكه ۸۲ درصد وقوع پيك سيل در رابطه با تراكم زهكشي زيرحوضه‌ها معرفي شده است. نتايج حاصل از اين تحقيق نيز نشان مي‌دهد كه در بين متغيرهاي مختلفي كه در معادلات همبستگي چندمتغيره با حداكثرهاي دبي و در دوره بازگشت‌هاي مختلف به‌كارگرفته شده است، ارتفاع متوسط وزني، ضريب شكل، وضعيت خاك و پوشش گياهي بيشترين همبستگي را نشان داده‌اند. در بين عوامل مذكور در اغلب روابط رگرسيون ارائه‌شده، بيشترين نقش مربوط به پوشش گياهي از نظر نوع گونه، كاربري زمين و وضعيت خاك از نظر نفوذپذيري بوده است. معادلات ارائه‌شده در اين خصوص در مجموع با ضريب همبستگي (R) و نيز ضريب اطمينان (R^2) بالا بوده و سطح ۹٥% معني‌داري را نشان داده است.

در خصوص اهميت و نقش جنگل كه عامل اساسي در تنظيم جريان سيلاب‌هاي حوضه است، چنانچه در تغيير كاربري آن به‌طور غيراصولي از جمله كشاورزي، چراي مفرط دام، آتش‌سوزي و ايجاد شبكه‌هاي جاده‌اي اقدام گردد، موجب افزايش وقوع سيلاب‌ها در پي كاهش نفوذ رواناب در خاك‌ها

[1] - Marstin

مي‌شود. نتايج اين مرحله از تحقيق با مطالعات كادير[1] (۱۹۹۲) انطباق نشان مي‌دهد. نقش عوامل مختلف بر دبي ويژه و با دوره بازگشت‌هاي مختلف (۲، ۵، ۱۰، ۲۵ و ۱۰۰ ساله)، بيانگر تاثير شدت بارندگي در حوضه‌هايي است كه احتمال وقوع بارش‌هاي شديد بر روي كل حوضه وجود دارد. همچنين نظر به تاثير شيب به‌عنوان يكي از عوامل موثر در معادلات رگرسيون در بروز سيلاب‌هاي حوضه، بالاخص در زيرحوضه‌هايي كه از وضعيت كاربري نامطلوبي برخوردارند، بيشتر قابل توجه است. اغلب معادلات رگرسيون در اين مرحله نيز ضريب اطمينان بالا و معني‌داري در سطوح ۹۵ تا ۹۹% را نشان داده‌اند. در مرحله نهايي كه به‌منظور ارائه روابط رگرسيوني بين عوامل موثر و دبي‌هاي سيلابي ويژه در سطوح احتمالاتي مختلف صورت گرفت و از عوامل فيزيوگرافيك با توجه به سهولت استخراج داده‌ها و ماهيت پايدار آنها، مي‌توان روابط مطمئني بين آنها و وقوع سيلاب در حوضه برقرار كرد. از بين عوامل مختلف فيزيوگرافي، ارتفاع متوسط وزني حوضه، مساحت و شيب متوسط وزني آبراهه اصلي و حوضه در غالب مدل‌ها مورد بررسي قرار گرفته و با توجه به دوره‌هاي بازگشت مختلف از ضرايب مختلفي برخوردار بوده است. مدل‌هاي مختلفي كه در اين مرحله به‌كار گرفته شدند، بيانگر ضرايب همبستگي و اطمينان بالا و معني‌داري در سطوح ۹۵ تا ۹۹% مي‌باشند. از نتايج به‌دست آمده برمي‌آيد كه در زيرحوضه‌هاي مختلف، عوامل هيدرواقليم و ادافيكي موجب گرديده‌اند تا در پي ريزش‌هاي جوي و با دوره‌هاي بازگشت كم، سيلاب‌هاي ناگهاني را در حوضه‌هاي نكارود داشته باشيم. شايان ذكر است كه معادلات رگرسيون تنها روابط آماري است، از اين‌رو با تغيير يكي از متغيرهاي مستقل يا وابسته مي‌توان تغييراتي را در معادله شاهد بود. بنابراين لازم است تا با افزايش تعداد مشاهدات بر درجه اعتبار آنها بيفزاييم . مارگالوف (۱۹۹۸) معتقد است كه اهميت اين‌گونه روابط آماري به‌علت امكان ارائه مدل‌ها از طريق ارتباط موجود بين پارامترها و متغيرهاي مورد بررسي است.

[2] - Cadier

منابع

۱- احمدي، حسن، ۱۳۷٤. ژئومورفولوژي كاربردي، جلد ۱ (فرسايش آبي)، دانشگاه تهران.

۲- باباخاني، علي، ۱۳۷۱. ريزش‌هاي جوي كوتاه‌مدت و شديد در دامنه‌هاي جنوبي البرز مركزي، مجموعه مقالات بلاياي طبيعي در مناطق شهري. ص. ۳۲۱-۳۱۸.

۳- سليماني، كريم، ۱۳٦۹. هيدرولوژي حوضه هراز، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد گروه آبياري، دانشگاه تبريز.

٤- كامياب، ايرج، ۱۳٦٤. اصول هيدرولوژي جنگل (ترجمه)، دانشگاه مازندران.

۵- مخدوم، مجيد، ۱۳۷۲. شالوده آمايش سرزمين، دانشگاه تهران.

٦- مهدوي، محمد، ۱۳۷۱. هيدرولوژي كاربردي، جلدهاي 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-Canses 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. Soleimani[1] M.Habibnejad Roshan[2]

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 irrepairable 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*