جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه

نشریه شماره ۳۱۶

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و

کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

وزارت نیرو

شرکت مدیریت منابع آب ایران

دفتر استانداردها و معیارهای فنی

انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۸۴۰۰/۶۰

۱۳۸۴

omoorepeyman.ir

فهرست‌برگه

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب، طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه/ معاونت امور فنی، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر استانداردها و معیارهای فنی.- تهران: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات، ۱۳۸۴.

IV ، ۲۶ ص.: جدول.- (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله؛ نشریه شماره ۳۱۶) (انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور؛ ۸۴/۰۰/۶۰)

ISBN 964-425-643-3

مربوط به بخشنامه شماره ۱۰۱/۵۳۵۱۶ مورخ ۱۳۸۴/۳/۲۹

کتابنامه: ص. ۲۶

۱. سیل – مهار – جنبه‌های اقتصادی. ۲. سیل – خسارات و خرابیها – پیشگیری. ۳. مهندسی رودخانه. الف. شرکت مدیریت منابع آب ایران. دفتر استانداردها و معیارهای فنی. ب. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۸۴ ش. ۳۱۶ ۲۴ س / ۳۶۸ TA

شابک ۳-۶۴۳ - ۴۲۵-۹۶۴

ISBN 964-425-643-3

راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب، طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه

ناشر: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری، مالی و منابع انسانی، مرکز مدارک علمی، موزه و انتشارات

چاپ اول، ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: سال ۱۳۸۴

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: چاپ زحل

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.

امور پیمان

@omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۱/۵۳۵۱۶
	تاریخ : ۱۳۸۴/۳/۲۹

موضوع :

راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، در خصوص ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چهارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲٤٥۲٥/ت ۱٤۸۹۸هـ ، مورخ ۱۳۷٥/٤/٤ هیأت محترم وزیران) به پیوست نشریه شماره ۳۱۶ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان ، با عنوان «*راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه*» از نوع گروه سوم ، ابلاغ می‌گردد .

دستگاه‌های اجرایی ، مهندسان مشاور ، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده نمایند و در صورتی که روش‌ها ، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند ، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست .

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها ، روش‌ها و یا راهنمایی‌های جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان ، ارسال دارند .

حمید شرکاء

معاون رییس جمهور و رییس سازمان

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی :

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آنرا برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است . با وجود تلاش فراوان ، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی ، فنی ، ابهام ، ایهام و اشکالات موضوعی نیست .

از این‌رو ، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید :***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید .

۲- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید .

۳- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید .

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید .

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود .

نشانی برای مکاتبه : تهران، خیابان شیخ‌بهائی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

http://tec.mporg.ir

صندوق پستی ۱۹۹۱۷-۳۵۴۸۱

omoorepeyman.ir

بسمه تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه و طراحی، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری طرح‌های عمرانی به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) و هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری از اهمیت ویژه برخوردار می‌باشد.

نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور (مصوبه مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) بکارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح و نیز توجه لازم به هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری در قیمت تمام شده طرح‌ها را مورد تأکید جدی قرار داده است.

باتوجه به مراتب یاد شده و شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، امور آب وزارت نیرو (طرح تهیه و تدوین ضوابط و معیارهای صنعت آب کشور) با همکاری معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امورفنی،تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) براساس ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه اقدام به تهیه استانداردهای مهندسی آب نموده است.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تنوین شده است :

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحبنظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مأخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استانداردها و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات تهیه‌کننده استاندارد

ضمن تشکر از کارشناسان محترم برای بررسی و اظهار نظر در مورد این استاندارد، امید است مجریان و دست‌اندرکاران بخش آب، با بکارگیری استانداردهای یاد شده، برای پیشرفت و خودکفایی این بخش از فعالیت‌های کشور تلاش نموده و صاحبنظران و متخصصان نیز با اظهار نظرهای سازنده در تکامل این استانداردها مشارکت کنند.

معاون امور فنی

بهار ۱۳۸۴

omoorepeyman.ir

ترکیب اعضای کمیته

مطالب اولیه این راهنما توسط کمیته فنی شماره ۲ مهندسی رودخانه و سواحل تهیه شده است که اعضاء آن به ترتیب حروف الفبا به شرح زیر می‌باشد.

آقای محمدابراهیم بنی حبیب	مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری	دکترای عمران – مهندسی آب
آقای عبدالکریم بهنیا	دانشگاه شهید چمران	دکترای هیدرولوژی
آقای محمدحسن چیتی	شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران	فوق لیسانس سازه های آبی
آقای حمید خورسندی	شرکت مهندسین مشاور لار	فوق لیسانس هیدرولیک
آقای حسین شفیعی فر	سازمان برنامه و بودجه	لیسانس راه و ساختمان
خانم کیاندخت کباری	دفتر استانداردهای مهندسی آب کشور	لیسانس راه و ساختمان
آقای علاءالدین کلانتر	شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس	لیسانس آبیاری و زهکشی
آقای حسین محمدولی سامانی	شرکت مهندسین مشاور دزآب	دکترای هیدرولیک
آقای علی ملک	شرکت مهندسین مشاور چاک دشت	دکترای منابع‌آب و آبخیزداری
آقای جبار وطن فدا	دفتر مهندسین رودخانه ها و سواحل	فوق لیسانس سازه های آبی

آقای دکتر بنی حبیب بازنویسی و تدوین راهنما را به عهده داشته اند. در تهیه بخش اقتصادی این نشریه از نظرات خانم طیبه آریان استفاده گردیده است. که بدینوسیله از ایشان قدردانی می شود.

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۱
۱-۲ هدف	۱
۱-۳ فصول راهنما	۱
۱-۴ محدودیت‌های راهنما	۲
۱-۵ روش‌های مختلف تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی	۲
۲- تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس تحلیل اقتصادی	۴
۲-۱ هزینه‌ها	۴
۲-۲ فایده‌ها	۴
۲-۳ شاخص‌های اقتصادی	۵
۲-۴ مراحل محاسباتی تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح	۵
۳- تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس تحلیل خطرپذیری	۸
۳-۱ عمر اقتصادی طرح	۸
۳-۲ خطرپذیری و اعتمادپذیری	۸
۳-۳ ضریب و حاشیه اطمینان	۹
۴- بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در کشورهای مختلف	۱۱
۴-۱ بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در طرح‌های مختلف مهندسی رودخانه ایران	۱۱
۴-۲ بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در کشورهای دیگر	۱۲
۴-۲-۱ امریکا	۱۲
۴-۲-۲ استرالیا	۱۲
۴-۲-۳ اندونزی	۱۲
۴-۲-۴ بلغارستان	۱۲
۴-۲-۵ ترکیه	۱۲
۴-۲-۶ چکسلواکی	۱۳
۴-۳ جمع بندی	۱۳
۵- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس ملاحظات اجتماعی	۱۵
۵-۱ بررسی انواع خسارت‌های سیلاب	۱۵

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۱-۱ خسارت محسوس	۱۵
۵-۱-۲ خسارت‌های غیر محسوس	۱۶
۵-۲ بررسی شاخص‌های اجتماعی مؤثر در تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی	۱۶
۵-۲-۱ در اراضی غیر کشاورزی	۱۶
۵-۲-۲ در اراضی کشاورزی	۱۸
۵-۳ روش تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس ملاحظات اجتماعی	۱۸
۶- چگونگی انتخاب روش تعیین دوره بازگشت سیلاب و ملاحظات لازم	۲۱
۶-۱ انتخاب روش تعیین دوره بازگشت	۲۱
۶-۲ ملاحظات زیست محیطی	۲۲
پیوست (۱) روش‌های محاسبه سیلاب	۲۳
۱- مدیریت و پالایش داده‌ها	۲۳
۲- روش‌های محاسبه بده اوج سیلاب	۲۴
۳- روش‌های تعیین آبنگار سیلاب	۲۵
۷- منابع	۲۶

omoorepeyman.ir

۱- کلیات

۱-۱ مقدمه

توسعه شهرها، روستاها ، اراضی کشاورزی و مناطق صنعتی در حاشیه رودخانه‌ها از یک سو، و لزوم بهره‌برداری بیش از پیش رودخانه‌ها از سوی دیگر موجب افزایش طرح‌های مهندسی رودخانه می‌شود. وجود نداشتن دستورالعمل و راهنمای مشخص برای تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح‌های مهندسی رودخانه، یکی از مسائل مطرح در مطالعه و اجرای طرح‌های مهندسی رودخانه است. ارائه راهنمایی برای تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح‌های مهندسی رودخانه کشور، گامی است که برای بیان راه حل‌مشکلات فنی مطالعات مهندسی رودخانه در کشورمان ضروری به نظر می‌رسید . از سوی دیگر، تصمیم‌گیری در مورد دوره بازگشت سیلاب طراحی، به بررسی معیارها و ملاحظات متعددی نیاز دارد که از نظراقتصاد کلان ملی و تأمین ایمنی در مقابل خطر سیلاب دارای اهمیت به‌سزایی است.

۱-۲ هدف

با توجه به وجود مراجع متعدد داخلی و خارجی در زمینه هیدرولوژی و تشریح مفصل روش‌های محاسباتی بده اوج و هیدروگراف سیلاب در این مراجع، و نیز لزوم حفظ اختصار، محورهای زیر هدف‌های اصلی این راهنما می‌باشد:

- چگونگی نحوه انتخاب دوره بازگشت سیلاب طراحی
- ملاحظات مربوط به تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی

۱-۳ فصول راهنما

برای دستیابی به اهداف گفته شده، فصل‌های این راهنما به صورت زیر تنظیم شده است:

در فصل اول، کلیاتی بیان شده که در استفاده مناسب از این راهنما لازم است به آنها توجه شود. بنابراین علاوه بر اهداف ، به ساختار نشریه و محدودیت‌های آن نیز اشاره شده است.

در فصل دوم، روش تعیین دوره بازگشت سیلاب با استفاده از تحلیل اقتصادی بحث شده است. در این فصل، علاوه بر تعیین عوامل و شاخص‌های اقتصادی، تعیین دوره بازگشت براساس شاخص مورد نظر همراه با مثالی برای راهنمایی بیشتر ارائه شده است.

در فصل سوم، چگونگی تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس تحلیل خطرپذیری، مورد بحث قرار گرفته است. در این فصل، پس از ارائه تعاریف و روابط حاکم، مثالی برای روشن‌تر شدن روش تعیین دوره بازگشت با استفاده از تحلیل خطر پذیری ارائه شده است.

در فصل چهارم، دوره بازگشت سیلاب طراحی، در طرح‌های مهندسی رودخانه کشورهای مختلف مورد بحث قرار داده شده است. همچنین در این فصل، دوره بازگشت مورد استفاده برای سیلاب طراحی پروژه‌های مهندسی رودخانه کشورمان (براساس موارد گزارش شده تا سال ۱۳۷۹ به استاندارد صنعت آب کشور) مورد بررسی قرار گرفته است.

omoorepeyman.ir

در فصل پنجم، روش جدیدی برای تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس ملاحظات اجتماعی ارائه شده است. این روش براساس خسارت اجتماعی سیلاب پیشنهاد شده و در این رابطه ، ابتدا خسارات اجتماعی سیلاب و شاخص‌های آن مورد بررسی قرار گرفته و سپس روش تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس ملاحظات اجتماعی تشریح شده است.

در فصل ششم ، ابتدا روش‌های مختلف ارائه شده در این راهنما طبقه‌بندی گردیده و سپس چگونگی انتخاب روش مناسب از میان روش‌های ارائه شده ، مورد بحث قرار گرفته است. ملاحظات زیست‌محیطی که در تعیین دوره بازگشت می‌تواند مطرح باشد، در این فصل به اجمال بحث شده است.

لازم به یادآوری است که استفاده از بخشی از راهنما بدون توجه به سایر بخش‌ها توصیه نشده و توجه به همه فصل‌ها در صورت استفاده از راهنما، لازم به نظر می‌رسد.

۱-۴ محدودیت‌های راهنما

این راهنما برای دوره بازگشت سیلاب طرح در طرح‌های مهندسی رودخانه تهیه شده و دارای محدودیت‌های زیر است:

- با توجه به عدم نیاز به محاسبه حداکثر سیلاب محتمل[1] در پروژه‌های مهندسی رودخانه ، این مورد در این راهنما بحث نشده است. در شرایط پروژهٔ خاص اقتصادی و صنعتی ، که الزام استفاده از سیلاب حداکثر سیلاب محتمل را ایجاب نماید ، موضوع خارج از بحث این راهنما خواهد بود.
- اثر میزان رسوب در شرایط هیدرولوژیکی و هیدرولیکی سیلاب (مانند آنچه در سیلاب‌های واریزه‌ای[2] و سیلاب‌های با غلظت بالای رسوب مطرح می‌باشد) خارج از بحث این راهنما است. اگر رودخانه‌ای دارای شرایط مناسب رخداد اینگونه سیلاب‌ها باشد ، اثر سیلاب‌های واریزه‌ای باید درنظر گرفته شده با روشی مناسب، مقدار سیلاب محاسبه شده تدقیق گردد و با توجه به تواتر رخداد سیلاب‌های واریزه‌ای، سیلاب طراحی انتخاب گردد.
- این راهنما، برای پروژه‌های مهندسی رودخانه بوده و کاربرد آن برای پروژه‌های دیگر مانند پروژه‌های احداث سد و جمع‌آوری رواناب شهری توصیه نمی‌شود .
- در صورت وجود سد روی رودخانه در بالا دستِ محدودهٔ مطالعاتی و نیاز به بررسی پدیدهٔ شکست سد، محاسبه سیلاب طراحی خارج از بحث این راهنما خواهد بود.

۱-۵ روش‌های مختلف تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی

به طور کلی می‌توان روش‌های تعیین دوره بازگشت را به سه دسته زیر طبقه‌بندی نمود:

الف - تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح براساس تحلیل اقتصادی

ب - تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح براساس تحلیل خطر پذیری

ج - تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح براساس ملاحظات اجتماعی

1 - PMF
2 - Debris flow

omoorepeyman.ir

در برخی از کشورها، براساس تجربه‌های به دست آمده از تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح براساس تحلیل اقتصادی در پروژه‌های مختلف و نیز ملاحظات اجتماعی و اقتصادی، جدول‌هایی نیز پیشنهاد شده است. البته باید توجه نمود که وجود چنین جدول‌هایی لزوم تحلیل‌های مختلف برای تعیین دوره‌بازگشت سیلاب طرح را نفی نکرده است.[۱۲]

در فصل‌های مختلف این راهنما، ضمن بحث پیرامون روش‌های مختلف تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح و بررسی روش‌های موجود در کشورهای مختلف، به چگونگی جمع‌بندی به نتیجه‌های به دست آمده از روش‌های مختلف نیز پرداخته شده است .

omoorepeyman.ir

۲- تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس تحلیل اقتصادی

تحلیل اقتصادی، یکی از ابزارهای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی است. اگر برای پروژه مورد نظر تلفات جانی وجود نداشته و امکان تعیین خسارت به ازای سیلاب‌های با دوره‌های بازگشت مختلف فراهم آمده باشد، این تحلیل به عنوان ابزار اصلی تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی خواهد بود. در غیر این صورت، می‌تواند به عنوان ابزاری در کنار روش‌های دیگر مد نظر قرار گیرد. اساس تحلیل اقتصادی، بیشینه نمودن نسبت سود به هزینه یا سود خالص طرح می‌باشد. این محاسبات، باید براساس داده‌های سال مبنا انجام شود.

۲-۱ هزینه‌ها

به ازای انتخاب هر سیلاب طراحی، می‌توان گزینه بهینه‌ای برای مهار این سیلاب طراحی ارائه کرد. هزینه اجرای گزینه بهینه به ازای سیلاب‌های طراحی مختلف متفاوت خواهد بود. پس مهار سیلاب بر مبنای هر سیلاب طراحی، شامل هزینه‌های زیر خواهد بود:

- هزینه اجرای گزینه بهینه براساس سیلاب طراحی مورد نظر
- هزینه نگهداری – بهره‌برداری سالانه گزینه بهینه براساس سیلاب طراحی مورد نظر
- هزینه خطر پذیری گزینه بهینه براساس سیلاب طراحی مورد نظر

هزینه اجرای گزینه، شامل هزینه اجرای طرح و تملیک اراضی برای انجام پروژه بوده و نرخ سود این سرمایه‌گذاری را نیز باید براساس شاخص‌های اعلام شده[۱] منظور نمود. هزینه نگهداری - بهره‌برداری سالانه نیز ۰/۵ درصد کل هزینه طرح (بدون منظور نمودن نرخ سود) در نظر گرفته می‌شود [۷]. بدین ترتیب با افزایش دوره بازگشت سیلاب طراحی هزینه متوسط سالانه احداث و نگهداری و بهره‌برداری سامانه مهار سیلاب افزایش می‌یابد. هر سازه حفاظت رودخانه ممکن است در اثر عبور سیلاب بزرگ‌تر از سیلاب طراحی دچار خسارت جزیی یا کلی شود. خطرپذیری سیلاب بزرگ‌تر از سیلاب طراحی در دوره بهره‌برداری سازه باید مشخص شده و خسارت به صورت درصدی از هزینه، به هزینه کل اضافه شود.

۲-۲ فایده‌ها

در طرح‌های مهار سیلاب و ساماندهی رودخانه، حذف خسارت به عنوان فایده طرح منظور می‌شود. خسارت‌ها را می‌توان به دو دسته عمده زیر طبقه‌بندی کرد:

الف - خسارت محسوس که می‌توان به صورت خسارت مالی بیان نمود و در تحلیل اقتصادی مدنظر قرار داد.

ب - خسارت غیر محسوس که تحلیل اقتصادی آنها آسان نبوده ولی در ملاحظات اجتماعی تعیین سیلاب طراحی مدنظر قرار می‌گیرد.

۱- براساس بخشنامه شماره ۷۸۱۹/۲۷۰ مورخه ۷۶/۱۱/۱۹ معاونت محترم امور آب، این نرخ در ارزیابی اقتصادی طرح‌های توسعه منابع آب با هدف کشاورزی ۷ درصد منظور می‌شود.

omoorepeyman.ir

خسارت محسوس شامل خسارت مستقیم به اماکن، اراضی کشاورزی، تأسیسات حیاتی و اقتصادی، اثاثیه منازل و ساختمان‌ها است که بسته به عمق وسرعت جریان سیلاب در این‌گونه اراضی به‌صورت درصدی از ارزش آنها بیان می‌شود [۷]. از سوی دیگر، خسارت اقتصادی غیرمستقیم ناشی از اتلاف وقت مردم و از دست دادن شغل را می‌توان به صورت درصدی از خسارت گفته شده در بالا دانست. بدین ترتیب، در صورت نیاز به محاسبه خسارت کاهش اشتغال و تجارت به طور متوسط عدد ۶٪ خسارت مستقیم به عنوان خسارت کاهش اشتغال و تجارت توصیه می‌شود[۷].

موضوع دیگری که می‌توان به عنوان فایده برای طرح‌های مهندسی رودخانه منظور نمود، استحصال زمین است که در بعضی از طرح‌های مهندسی رودخانه علاوه بر حفاظت اراضی موجود، اراضی جدیدی ممکن است استحصال گردد که باید به صورت فایده منظور شود. درصورتی‌که در محدوده بازه مطالعاتی، داده‌های کامل و دقیقی از خسارت سیلاب‌های رخداده وجود داشته باشد، می‌توان با ایجاد رابطه همبستگی بین بده اوج رودخانه و خسارت مربوطه تابع بده ـ خسارت سیلاب را تعیین نمود. در این صورت، داده‌های اوج سیلاب و خسارت باید پراکندگی لازم را داشته باشد تا تابع از دقت لازم برخوردار شود. در صورت عدم وجود چنین داده‌هایی، تخمین خسارت با توجه به پهنه سیل سیلاب‌های با دوره‌های بازگشت مختلف انجام می‌گیرد و تابع بده ـ خسارت سیلاب تعیین می‌شود.

۲-۳ شاخص‌های اقتصادی

ارزیابی اقتصادی طرح‌های مهندسی رودخانه، با یکی از دو شاخص زیر پیشنهاد می‌شود:

الف – نسبت فایده به هزینه (B/C) که نشان دهنده راندمان اقتصادی طرح است.

ب – ارزش حال خالص (B-C) که نشان‌دهنده آثار طرح بر درآمد ملی است.

۲-۴ مراحل محاسباتی تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح

مراحل محاسباتی تعیین سیلاب طراحی براساس تحلیل اقتصادی را می‌توان به دو بخش اصلی تقسیم کرد:

بخش اول : تهیه منحنی خسارت – احتمال رخداد

بخش دوم : تهیه جدول تحلیل اقتصادی

بخش اول ممکن است به دو روش انجام شود:

روش اول :

در صورت وجود تعداد کافی از داده‌های خسارت سیلاب‌های رخداده در محدوهٔ مورد نظر، تابع بده – خسارت سیلاب تهیه شده و با تابع بده – احتمال رخداد ترکیب نموده تابع خسارت ـ احتمال رخداد را به دست می‌آوریم.

روش دوم :

در صورت نبودن داده‌های خسارت، باید پهنه‌های سیل‌گیر برای دوره‌های بازگشت مختلف تعیین شود و خسارت سیلاب‌های مختلف براساس عمق و سرعت جریان محاسبه گردیده ، تابع بده – خسارت تعیین‌شود.

بخش دوم شامل تهیه جدول تحلیل اقتصادی است. جدول (۲-۱) نمونه‌ای از این‌گونه جدول‌ها را نشان می‌دهد، برای تکمیل این جدول گام‌های زیر طی می‌شود [۳ و ۸]:

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱- نمونه ای از جدول‌های تحلیل اقتصادی سیلاب

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
بده اوج سیلاب مترمکعب‌بر ثانیه	خسارت کل سیلاب (ریال)	میزان افزایش خسارت (ریال)	دوره بازگشت (سال)	تفاوت دو دوره بازگشت متوالی (سال)	فایده سالانه $\left(\frac{\text{ریال}}{\text{سال}}\right)$	فایده سالانه تجمعی	هزینه سالانه $\left(\frac{\text{ریال}}{\text{سال}}\right)$	$\frac{\text{فایده}}{\text{هزینه}}$

گام اول : بده اوج سیلاب در ستون اول نوشته می‌شود.

گام دوم : در ستون دوم، خسارت از منحنی بده ـ خسارت تعیین می‌شود.

گام سوم : در ستون سوم، میزان افزایش خسارت در بین دو ردیف متوالی نوشته می‌شود.

گام چهارم : ستون چهارم، دوره بازگشت سیلاب را نشان می‌دهد.

گام پنجم : تفاوت دو دوره بازگشت متوالی برحسب سال بیان می‌شود.

گام ششم : ستون ششم، از تقسیم ستون سوم به ستون پنجم تعیین می‌شود.

گام هفتم : با جمع تجمعی ستون ششم تعیین می‌شود.

گام هشتم : ستون هشتم، هزینه[۱] متوسط سالانه طرح به ازای بده‌های سیلاب ستون اول می‌باشد.

گام نهم : از تقسیم ستون هفتم به هشتم به دست می‌آید.

بدین ترتیب، دوره بازگشت سیلابی به عنوان دوره بازگشت سیلاب طراحی انتخاب می‌شود که فایده به هزینه آن در ستون نهم حداکثر می‌باشد.

مثال

جدول (۲-۲) هزینه سالانه حفاظت در مقابل سیلاب‌های دوره بازگشت معین و خسارت‌های ناشی از سیلاب‌ها در رودخانه‌ای را ارائه می‌دهد[۸].

۱- این هزینه شامل هزینه سرمایه‌گذاری، هزینه بهره‌برداری و نگهداری می‌باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۲- هزینه سالانه حفاظت در مقابل سیلاب‌ها و خسارت ناشی از سیلاب‌ها

هزینه متوسط سالانه طرح مهار سیلاب (میلیارد ریال/ سال)	خسارت کل ناشی از سیلاب (میلیارد ریال)	اوج سیلاب (مترمکعب برثانیه)	دوره بازگشت (سال)
۰/۲	۰	۱۰	۲
۰/۴	۲	۱۵	۱۰
۰/۶	۵	۲۰	۲۰
۰/۸	۸	۲۵	۳۰
۱	۱۲	۳۰	۴۲
۱/۳	۲۰	۳۵	۶۰
۱/۶	۳۲	۴۰	۸۰
۱/۸	۴۶	۴۵	۱۵۰
۲	۷۰	۵۰	۳۰۰
۲/۴	۹۸	۶۰	۶۰۰

براساس روشی که در بند ۲-۵ ارائه شد، می‌توان جدول محاسبه نسبت سود به هزینه را به‌صورت جدول (۲-۳) تشکیل داد. همانطور که از ستون نهم جدول مشخص است، نسبت سود به هزینه در دوره بازگشت ۸۰ سال حداکثر بوده و معادل ۱/۳۹ می‌باشد.

جدول ۲-۳- تعیین دوره بازگشت براساس تحلیل سود به هزینه

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
بده اوج‌سیلاب (مترمکعب بر ثانیه)	خسارت کل سیلاب (میلیاردریال)	میزان افزایش خسارت (میلیاردریال)	دوره بازگشت (سال)	تفاوت دو دوره بازگشت متوالی (سال)	فایده سالانه (میلیاردریال/ سال)	فایده سالانه تراکمی (میلیاردریال/ سال)	هزینه سالانه (میلیاردریال/ سال)	سود / هزینه
۱۰	۰		۲			۰	۰/۲	۰
۱۵	۲	۲	۱۰	۸	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴	۰/۶۲
۲۰	۵	۳	۲۰	۱۰	۰/۳۰	۰/۵۵	۰/۶	۰/۹۲
۲۵	۸	۳	۳۰	۱۰	۰/۳۰	۰/۸۵	۰/۸	۱/۰۶
۳۰	۱۲	۴	۴۲	۱۲	۰/۳۳	۱/۱۸	۱/۰	۱/۱۸
۳۵	۲۰	۸	۶۰	۱۸	۰/۴۴	۱/۶۲	۱/۳	۱/۲۵
۴۰	۳۲	۱۲	۸۰	۲۰	/۶۰	۲/۲۲	۱/۶	۱/۳۹
۵۰	۴۶	۱۴	۱۵۰	۷۰	۰/۲۰	۲/۴۲	۱/۸	۱/۳۴
۶۰	۷۰	۲۴	۳۰۰	۱۵۰	۰/۱۶	۲/۵۸	۲	۱/۲۹
۷۰	۹۸	۲۸	۶۰۰	۳۰۰	۰/۰۹	۲/۶۷	۲/۴	۱/۱

omoomepeyman.ir

۳- تعیین دوره بازگشت سیلاب براساس تحلیل خطرپذیری

در طرح‌های مهندسی رودخانه، باید ملاحظات مربوط به خطرات ناشی از پیشامدهای هیدرولوژیک مورد توجه قرار گیرد. در صورتی که در حفاظت از تاسیسات ، ابنیه و مناطق صنعتی مهم، میزان خطرپذیری از طرف کارفرمای طرح تعیین شود و اگر عمر اقتصادی تاسیسات مورد حفاظت مشخص باشد، می‌توان با استفاده از روش تحلیل خطرپذیری دوره بازگشت سیلاب طرح را تعیین نمود.

۳-۱ عمر اقتصادی طرح

عمر اقتصادی طرح برابر است با مدتی که در پایان آن مدت، آثار مثبت اقتصادی و فیزیکی طرح پایان یابد؛ در ضمن عوامل فیزیکی (استهلاک فیزیکی، منسوخ شدن، تغییر نیازمندی‌های خدماتی، مدت تنزیل، تعدیل به علت احتمال و عدم اطمینان) سبب می‌شود تا در پایان عمر اقتصادی، هزینه‌های طرح بر فایده‌هایی که انتظار می‌رود در صورت ادامه آن به دست بیاید، فزونی یابد. طول عمر اقتصادی طرح اغلب، کوتاه‌تر از طول عمر فیزیکی آن است.

۳-۲ خطرپذیری و اعتمادپذیری

اگر در طول عمر منظور شده برای یک سازه، میزان سیلاب از مقدار نظیر آن در دوره برگشت مفروض برای طرح (سیلاب طرح) فراتر رود، احتمال دارد آن سازه تخریب شود. فرض کنید: یک سرریز برای عمر ۵۰ سال و برای مقدار سیلاب با دوره برگشت ۱۰۰ ساله طرح شده است. بنابراین ، در صورت وقوع سیلابی با مقدار بیش از سیلاب طرح (۱۰۰ ساله) در طول ۵۰ سال عمر سرریز، احتمال شکست آن وجود خواهد داشت.

اگر p احتمال رخداد یک پدیده در یک سال باشد، q احتمال عدم رخداد آن است:

$$q = ۱ - p \qquad (۱-۳)$$

احتمال عدم وقوع آن سیلاب در n سال یا اعتمادپذیری آن چنین است:

$$R = (۱ - P)^n \qquad (۲-۳)$$

با توجه به تعریف دوره بازگشت سیلاب (T)، می‌توان اعتمادپذیری را به صورت زیر بیان کرد:

$$R - (۱ - ۱/T)^n \qquad (۳-۳)$$

و نیز احتمال وقوع یا میزان خطرپذیری برابر است با :

$$\overline{R} = ۱ \quad (۱ \quad ۱/T)^n \qquad (۴-۳)$$

omoorepeyman.ir

اگر سری پیشامدهای اندازه‌گیری شده یا تثبیت شده یک سری سالانه نباشد و به صورت یک سری با طول جزئی با میانگین K مشاهده در سال باشد ، معادله خطرپذیری به صورت زیر در می‌آید:

$$\overline{R} = ۱ - (۱ - ۱/T.K)^{*K} \qquad (۵-۳)$$

با مراجعه به معادله گفته شده، ملاحظه می‌شود که دوره بازگشتی که برای طراحی یک سازه در نظر گرفته می‌شود، به مقدار خطر قابل قبول بستگی دارد.دوره بازگشت سیلاب طراحی برای خطرپذیری R و طول عمر سازه مورد حفاظت n برحسب سال به صورت زیر بیان می‌شود:

$$T = \frac{۱}{۱ - (۱ - \overline{R})^{\frac{۱}{n}}} \qquad (۶-۳)$$

در صورتی که دوره برگشت طرح مساوی با عمر مورد انتظار آن در نظر گرفته شود، با توجه به معادله خطر، احتمال شکست پروژه ۶۳/۲ درصد خواهد بود. این نتیجه از بسط سری توانی معادله خطر به شرح زیر به دست می‌آید:

$$\overline{R} = ۱ - (۱ - ۱/n)^{n}$$
$$\overline{R} = ۱ - e^{-\frac{n}{n}}$$
$$\overline{R} = ۱ - e^{-۱} = ۰/۶۳۲$$

۳-۳ ضریب و حاشیه اطمینان

لازم است که حاشیه اطمینان[1] (SM) را نسبت به سیلاب برآورد شده منظور نمود. اگر مقدار محاسبه شده سیلاب براساس تحلیل آماری L و سیلاب طرح انتخاب شده C برقرار باشد، ضریب اطمینان[2] (SF) و حاشیه اطمینان از دو رابطه زیر به دست می‌آید: [۹]

$$SF = C/L \qquad (۷-۳)$$

$$SM = C - L \qquad (۸-۳)$$

به طور کلی، برای مقادیر مشخص از خطرپذیری R و طول عمر منظور شده برای یک سازه، دوره برگشت مورد نیاز را می‌توان محاسبه کرد. بنابراین (L) سیلاب مربوط به همان دوره برگشت با استفاده از تحلیل فراوانی داده‌های بده سیلاب قابل

1 - Safety Margin
2 - Safety Factor

omoorepeyman.ir

برآورد است، پس مقدار C سیلاب طراحی را می‌توان از حاصلضرب L در ضریب اطمینان (SF) و یا با اضافه نمودن حاشیه اطمینان به L به دست آورد.

به عنوان مثال، می‌توان به تعیین حاشیه اطمینان در طراحی گوره‌ها اشاره نمود. بدین ترتیب، در طراحی گوره‌ها، به طور معمول برای ۰/۳۰ تا ۱ متر ارتفاع آزاد در نظر می‌گیرند. در این صورت، تراز تاج گوره باید ۰/۳ تا ۱ متر بالاتر از بیشینه سطح آب تعیین شود.

مثال

در یک منطقه اقتصادی که عمر کارخانجات آن ۱۰۰ سال تخمین زده می‌شود، کارفرما خطرپذیری معادل ۳۰درصد برای طغیان رودخانه و زیر آب رفتن منطقه را پذیرفته است. دوره بازگشت سامانه مهار سیلاب در این رودخانه عبارت است از :

$$T = \frac{1}{1-(1-\overline{R})^{\frac{1}{n}}}$$

$$T = \frac{1}{1-(1-0/3)^{\frac{1}{100}}} = 448 \text{ سال}$$

omoorepeyman.ir

۴- بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در کشورهای مختلف

در این فصل، با دوره بازگشت سیلاب طرح پروژه‌های مهندسی رودخانه در کشورهای مختلف آشنا می‌شویم. معیارها و توصیه‌های فنی کشورهای مختلف، به صورت اجمالی در این فصل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این دوره بازگشت سیلاب طراحی، در پروژه‌های مهندسی رودخانه کشورمان نیز تحلیل گردیده است. این تحلیل براساس موارد گزارش شده توسط مهندسین مشاور به استاندارد صنعت آب ایران تا سال ۱۳۷۹ استوار است.

۴-۱ بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در طرح‌های مختلف مهندسی رودخانه ایران

براساس استعلامی که در سال ۱۳۷۹ از طرف استاندارد صنعت آب ایران از سازمان‌های آب منطقه‌ای و مهندسین مشاور به عمل آمد، در مجموع اطلاعات ۳۰ طرح مهندسی رودخانه واصل گردید. البته این تعداد را باید به عنوان نمونه‌ای از طرح‌های مهندسی رودخانه تلقی نمود. تعداد طرح‌های مهار سیلاب ۱۶ عدد، طرح‌های ساماندهی رودخانه ۹ عدد و تثبیت سواحل و بستر ۵ عدد عنوان‌شده است. دوره بازگشت سیلاب طراحی برای طرح‌های مهار سیلاب بین ۱۰ تا ۱۰۰ سال بوده که به طورکلی ۲۵ سال مورد استفاده قرار گرفته است. طرح‌های ساماندهی رودخانه با دوره بازگشت ۲ تا ۲۰۰ سال و طرح‌های تثبیت بستر و سواحل ۲۵ تا ۱۰۰ سال را مبنای دوره بازگشت سیلاب طرح قرار داده‌اند. جدول (۴-۱) توزیع فراوانی دوره بازگشت مورد استفاده در طرح‌های مهندسی رودخانه گزارش شده در بالا را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱- توزیع فراوانی دوره بازگشت سیلاب طراحی در طرح‌های مهندسی رودخانه گزارش شده تا سال ۱۳۷۹

دوره بازگشت سیلاب سال	۱۰	۲۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	جمع
تعداد طرح	۱	۲	۱۷	۴	۳	۱	۲	۳۰
درصد فراوانی	۳/۳	۶/۶	۵۷	۱۳/۳	۱۰	۳/۳	۶/۶	۱۰۰

این جدول، نشان می‌دهد که ۵۷٪ طرح‌ها ،۲۵ سال را به عنوان مبنای دوره بازگشت سیلاب طراحی استفاده کرده‌اند و فقط حدود ۱۰٪ طرح‌ها از دوره بازگشت بالای ۱۰۰ سال استفاده نموده اند .استفاده دوره بازگشت ۲۵ سال به احتمال زیاد تحت تأثیر آیین نامه تعیین حد بستر و حریم رودخانه بوده است[۴]. بررسی جدول (۴-۱) نشان می‌دهد که حدود ۸۰/۲٪ طرح‌ها از دوره بازگشت بین ۱۰ تا ۵۰ سال استفاده نموده‌اند.

omoorepeyman.ir

۴-۲ بررسی دوره بازگشت سیلاب طرح در کشورهای دیگر

در این بخش، ابتدا دوره بازگشت سیلاب طراحی در برخی از کشورهای جهان بحث می‌شود و سپس دوره بازگشت‌ها در یک جدول برای مقایسه ارائه می‌شود. [۱۲]

۴-۲-۱ امریکا

در امریکا، سیلاب طراحی پروژه‌های مهار سیلاب در مناطق شهری شامل نواحی مسکونی، تجاری، اماکن عمومی، نواحی اداری و تجاری براساس دوره بازگشت صد سال تعیین می‌شود. برای اراضی کشاورزی که خطر جانی مطرح نباشد، حداقل دوره بازگشت ۱۵ سال توصیه شده است. برای سیلاب دشت‌های رودخانه‌های بزرگ، سیلاب طراحی ۱۰۰ سال توصیه شده است. در سیلاب دشت‌های رودخانه‌های کوچک، در صورت نبودن خطر جانی، حداقل ۲۵ سال در نظر گرفته می‌شود ولی در صورت وجود خطر جانی، دوره بازگشت ۱۰۰ سال توصیه شده است.

۴-۲-۲ استرالیا

اداره کارهای عمومی نیوسات ویلز استرالیا، دوره بازگشت سیلاب طراحی در رودخانه‌های اصلی و فرعی را بین ۵ تا ۱۰۰ سال پیشنهاد کرده است. براساس توصیه این اداره، دوره بازگشت سیلاب طرح برای مراتعی که فقط برای دامپروری استفاده می‌شود، بین ۲ تا ۷ سال توصیه کرده است.

۴-۲-۳ اندونزی

در طرح‌های مهار سیلاب اندونزی، با توجه به شرایط اجتماعی و اقتصادی منطقه و اعتبارات مالی و نیروی انسانی موجود، دوره بازگشت سیلاب طرح ۵ ، ۱۰ و یا ۲۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲-۴ بلغارستان

دوره بازگشت سیلاب طرح در مناطق شهری بزرگ و مراکز صنعتی، بین ۱۰۰–۲۰۰ سال، و در شهرهای کوچک و روستاها بین ۳۳ سال تا ۱۰۰ سال در نظر گرفته می‌شود. در اراضی که غیر مسکونی بوده و خطر جانی ندارد، مانند اراضی کشاورزی و شبکه‌های آبیاری و زهکشی، بین ۱۰ تا ۲۰ سال در نظر گرفته می‌شود. در مناطق با اهمیت کم که رودخانه‌های کوچک عبور می‌کنند، دوره بازگشت سیلاب طرح بین ۷ تا ۱۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

۴-۲-۵ ترکیه

دوره بازگشت سیلاب طرح در مناطق کشاورزی، صنعتی و طرح‌های شهری به ترتیب ۱۰ تا ۲۵، ۱۰۰ تا ۵۰۰ و ۱۰۰ تا ۵۰۰ سال در نظر گرفته می‌شود.

omoorpeyman.ir

۴-۲-۶ چکسلواکی

براساس استاندارد ON ۷۳۶۸۱۷، دوره بازگشت سیلاب طرح را در مناطق مسکونی، صنعتی و ترابری ۱۰۰ سال، در مناطق صنعتی و کشاورزی مختلط ۵۰ سال، در اراضی کشاورزی بین ۷ تا ۲۰ سال و در اراضی جنگلی و مرتعی تا ۱۰ سال در نظر می‌گیرند. براساس استانداردهای ON ۷۳۶۸۲۱ و ON۷۳۶۸۲۲، دوره بازگشت سیلاب طرح بین ۵۰ تا ۱۰۰ سال برای مناطق مسکونی، صنعتی و راه‌های ارتباطی مهم پیشنهاد می‌نمایند.

۴-۳ جمع بندی

برای روشن شدن دیدگاه‌های مختلف در انتخاب سیلاب طراحی، معیارها و استانداردها، توصیه‌های فنی کشورهای مختلف را بررسی می‌نماییم. بررسی مراجع قابل دسترسی نشان می‌دهد که در اغلب کشورها، سیلاب طراحی پیشنهادی برای طرح‌های مهار سیلاب رودخانه و زهکش شهری صورت گرفته است و برای طرح‌های مهار فرسایش و رسوب پیشنهاد مشخصی که قابل توجه باشد ارائه نگردیده است .در ارائه سیلاب طراحی برای طرح‌های مهار سیلاب با مبانی مختلف، طرح‌ها طبقه‌بندی شده‌اند. مبانی مورد استفاده کشورهای بررسی شده به یکی و یا ترکیبی از مبانی زیر بوده است:

الف- طبقه‌بندی براساس کاربری اراضی مانند مسکونی، تجاری، صنعتی و کشاورزی

ب - طبقه‌بندی براساس شهر و روستا

ج - طبقه‌بندی براساس وجود خطر جانی و عدم وجود خطر جانی

جدول (۴-۲) استفاده از مبانی بالا را در کشورهای مختلف نشان می‌دهد. البته در اغلب موارد، به‌طور کامل از این مبانی استفاده نشده و ترکیبی ناقص از آنها مورد توجه قرار گرفته است. در برخی از کشورها، در انتخاب سیلاب طراحی به تحلیل اقتصادی نیز تأکید شده است.

جدول ۴-۲- مبانی مورداستفاده درکشورهای مختلف برای تعیین سیلاب طراحی

کشور	مبنای طبقه بندی	کشور	مبنای طبقه بندی	کشور	مبنای طبقه بندی
امریکا	الف – ب – ج	ژاپن	الف – ب	هندوستان	الف – ب
استرالیا	الف – ب	سوئیس	ب		
بلغارستان	الف – ب	فیلیپین	ب		
چکسلواکی	الف – ب	لهستان	الف – ب		
چین	الف	کانادا	الف ب		

omoorepeyman.ir

براساس نوع کاربری اراضی و برداشتی که از آیین‌نامه‌ها و توصیه‌نامه‌های کشورهای مختلف به عمل می‌آید، جدول (۴-۳) تنظیم شده است. این جدول، نشان می‌دهد که محدوده تغییرات‌دوره بازگشت سیلاب طراحی در کشورهای مورد بررسی، برای اراضی مسکونی، تجاری ۲۵ تا ۱۰۰ سال، برای اراضی صنعتی ۲۵ تا ۵۰۰ سال و برای اراضی کشاورزی ۵ تا ۵۰ سال بوده و چنانچه کشور لهستان را حذف کنیم حد بالای سیلاب طراحی به حدود ۲۰۰ سال محدود خواهد شد که با درنظرگرفتن وجود خطر جانی، حد پایین دوره بازگشت سیلاب طراحی، حدود ۵۰ سال خواهد بود. حد پایین در ایران برای طرح‌های مهندسی رودخانه باید بیش از ۲۵ سال (دوره بازگشت بستر) باشد بنابراین حداقل دوره بازگشت برای زمین‌های کشاورزی ۳۰ سال توصیه می‌شود.

جدول ۴-۳- دوره بازگشت سیلاب طراحی در کشورهای مختلف

کاربری / کشور	مسکونی	تجاری	صنعتی	کشاورزی	توضیح
آمریکا	۱۰۰-۲۵	۱۰۰-۲۵	۱۰۰-۲۵	۲۵-۵	در مناطق غیر کشاورزی، حد بالا برای حالت وجود خطر جانی و حد پایین برای نبودن خطر جانی است
استرالیا	۱۰۰-۵۰	۱۰۰-۵۰	۱۰۰-۵۰	۵۰-۵	-
بلغارستان	۲۰۰-۳۰	۲۰۰-۱۰۰	۲۰۰-۱۰۰	۱۰-۵	مناطق مسکونی پرجمعیت، حد بالا و مناطق مسکونی کم جمعیت، حد پایین را استفاده می‌کنند
چکسلواکی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰-۵۰	۲۰-۷	-
چین	۲۰۰-۱۰۰	-	-	-	-
ژاپن	۲۰۰-۱۰۰	۲۰۰-۱۰۰	۲۰۰-۱۰۰	-	تقسیم‌بندی‌برحسب‌رودخانه‌می‌باشد. فقط رودخانه‌های بزرگ در این جدول آورده شده است .
سوئیس	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	-	-
فیلیپین	۱۰۰-۵۰	۱۰۰	-	-	-
لهستان	۱۰۰۰-۱۰۰	۱۰۰۰-۱۰۰	۵۰۰	۱۰۰-۵۰	-
کانادا	۱۰۰	۱۰۰	-	-	-
هندوستان	۵۰	۵۰	۵۰	۲۵	-

omoorepeyman.ir

۵- تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس ملاحظات اجتماعی

تمامی خسارت‌های وارده از سیلاب را نمی‌توان به صورت ریالی برآورد کرد، ضمن آن که برآورد ریالی خسارت‌های اقتصادی سیلاب‌های مختلف آسان و دقیق نیست . از سوی دیگر، تلفات جانی و آثار اجتماعی خسارت‌های سیلاب را نیز باید در انتخاب سیلاب طراحی مد نظر قرارداد . بنابراین ملاحظات اجتماعی در خصوص آثار اجتماعی انواع خسارت‌های سیلاب باید در این فصل مورد بررسی قرار گیرد . ابتدا انواع خسارت‌ها و شاخص‌های اجتماعی آثار انواع خسارت‌ها تعریف شده و سپس چگونگی به کارگیری این شاخص‌ها در تعیین دوره بازگشت ارائه می‌گردد.

۵-۱ بررسی انواع خسارت‌های سیلاب

انواع خسارت‌هایی که از سیلاب ناشی شده و آثار محسوس، غیر محسوس، مستقیم و غیر مستقیم بر زندگی انسان‌ها دارد طبقه‌بندی و در شکل (۵ - ۱) ارائه شده است.

شکل ۵-۱- طبقه بندی انواع خسارت

۵-۱-۱ *خسارت محسوس*

به خساراتی که آثار آنها به طور مشخصی در زندگی افراد ناحیه سیل‌زده قابل احساس باشد، خسارت محسوس می‌گویند. این نوع خسارت، بسته به اینکه به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم روی زندگی افراد سیل‌زده مؤثر باشد، به دو دسته خسارت مستقیم یا غیر مستقیم تقسیم خواهدشد.

۵-۱-۱-۱ *خسارت‌های مستقیم*

خسارت‌های محسوسی که بر زندگی مردم آثار مستقیم اقتصادی دارند، خسارت محسوس مستقیم گفته می‌شود و شامل موارد زیراست :

الف - سیل‌گیری اراضی، تاسیسات و ساختمان‌ها و تخریب یا آسیب دیدن آنها

ب - ایجاد فرسایش کناری در حاشیه رودخانه و تخریب اراضی کشاورزی و گسترش بستر رودخانه

ج - تخریب تاسیسات ناشی از تغییر بستر و مسیر رودخانه ها

د - کاهش ارزش و یا از بین رفتن اثاثیه منازل و دفاتر کار، محصولات کشاورزی و صنعتی در اثر آب گرفتگی

هـ - تخریب منابع طبیعی و محیط زیست حاشیه رودخانه

و - افزایش خطر سیل گیری در سیلاب‌های بعدی

omoorepeyman.ir

۵-۱-۱-۲ خسارت‌های غیر مستقیم

خسارت‌هایی‌که فقط آثار اقتصادی بر زندگی مردم نداشته و به طور غیرمستقیم نیز آثار منفی دارد عبارتند از:

الف – تلفات انسانی و معلولیت افراد

ب – آسیب دیدن انسان‌ها و افزایش هزینه‌های درمانی

ج – قطع موقت ارتباط و افزایش هزینه‌های مسافرت از راه‌های دیگر

د – ایجاد مشکل در تجارت روزمره

هـ – از دست دادن موقت یا دائمی شغل

۵-۱-۲ خسارت‌های غیر محسوس

به خسارت‌هایی که به طور مستقیم در اجتماع مؤثر نبوده ولی به صورت نامحسوس در اجتماع سیل‌زده اثر می‌گذارد، خسارت غیر محسوس گفته می‌شود و شامل موارد زیر است :

الف – ایجاد آسیب‌های روحی ناشی از خسارت‌های محسوس و ضررهای بهداشتی دراز مدت آن

ب – ایجاد یاس و ناامیدی در مردم و تشویق آنها به مهاجرت

ج – ایجاد مانع در راه رشد و توسعه منطقه

هـ – اختلال مراکز اطلاع رسانی، مدیریت بحران در جامعه و مراکز امداد رسانی و بیمارستان‌ها و انتظامی، ایجاد محدودیت و موانع در مدیریت، و کاهش حوادث غیر مترقبه

۵-۲ بررسی شاخص‌های اجتماعی مؤثر در تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی

۵-۲-۱ در اراضی غیر کشاورزی

در این اراضی به علت سکونت و یا اشتغال مداوم مردم احتمال خسارت جانی وجود دارد و سیلاب انواع خسارت‌های مادی و معنوی به مردم وارد می‌کند این خسارت‌ها می‌توانند در قالب پنج شاخص عمده به صورت زیر طبقه‌بندی شود. هر شاخص توصیفی، با توجه به عوامل مؤثر شاخص می‌تواند کم، متوسط و یا زیاد ارزیابی گردد. در تعیین شاخص‌ها، باید طرح‌های تفصیلی، هادی و سایر طرح‌های موجود منطقه را در نظر گرفت و این اطلاعات را ملاک تعیین شاخص‌ها قرار داد.

شاخص اول : آثار اجتماعی ناشی از خسارات محسوس مستقیم و تلفات و آسیب‌های انسانی شامل :

- خسارت محسوس مستقیم
- تلفات انسانی و یا معلولیت افراد
- آسیب‌های انسانی افزایش هزینه‌های درمانی

شاخص دوم : آثار اجتماعی ناشی از خسارت محسوس غیر مستقیم شامل :

- از دست دادن موقت یا دائم شغل
- ایجاد مشکل در تجارت و اشتغال روزمره
- قطع موقت ارتباط و افزایش هزینه‌های مسافرت از راه‌های دیگر

omoorepeyman.ir

شاخص سوم : آثار اجتماعی خسارت نامحسوس شامل :

- ایجاد آسیب‌های روحی ناشی از خسارت‌های مختلف و ضررهای بهداشتی دراز مدت آن

شاخص چهارم : آثار اجتماعی خسارت‌های نامحسوس شامل:

- ایجاد مانع در راه رشد و توسعه منطقه
- ایجاد یاس و ناامیدی در مردم و تشویق آنها به مهاجرت
- عدم سرمایه‌گذاری قابل توجه در اثر عدم اطمینان کافی

شاخص پنجم : آثار اجتماعی نامحسوس شامل :

- اختلال مراکز مدیریت سیاسی جامعه، امدادرسانی ، بیمارستان‌ها و اطلاع‌رسانی و ایجاد موانع و محدودیت‌ها در مدیریت و کاهش حوادث غیر مترقبه

با توجه به اینکه از شاخص‌های یاد شده می‌توانند با توصیفگرهای سه‌گانه به صورت کم ، متوسط و زیاد بیان گردند، امتیاز هر شاخص بصورت جدول (۵-۱) تعیین می‌گردد. برای تعیین امتیاز هر شاخص، کارشناس باید بتواند وجود خسارت‌های مرتبط با آن شاخص را با توصیفگرهای کم، متوسط و زیاد بیان نماید.

جدول ۵-۱- امتیازات شاخص‌های مختلف اجتماعی برای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی در اراضی غیر کشاورزی

شاخص	علامت	توصیفگر		
		کم	متوسط	زیاد
اول	S_1	۱	۲	۳
دو م	S_2	۱	۲	۳
سوم	S_3	۱	۲	۳
چهارم	S_4	۱	۲	۳
پنجم	S_5	۱	۱/۵	۲

مجموع امتیازهای شاخص‌های مختلف، به صورت اعمال ضریب‌های وزنی از رابطه زیر بیان می‌گردد[1]:

$$S = (۰/۷۵S_1 + ۰/۱S_2 + ۰/۰۵S_3 + ۰/۱۰S_4)S_5 \qquad (۵-۱)$$

S_1 تا S_5 امتیاز شاخص‌های اول تا پنجم است که از جدول (۵-۱) تعیین شده و S امتیاز شاخص کل می‌باشد.

۱- ضرایب روابط (۵-۱) و (۵-۲) به عنوان توصیه می‌باشد و کارشناس برای هر طرح بررسی‌های لازم را نموده و عدد مناسب را انتخاب می‌کند.

omoorepeyman.ir

۵-۲-۲ در اراضی کشاورزی

در اراضی کشاورزی که حضور مداوم انسان به صورت سکونت و یا اشتغال تمام وقت وجود نداشته و خسارت جانی متصور نباشد، عوامل مؤثر در تعیین شاخص‌های اجتماعی متفاوت خواهد بود؛ در این صورت، عوامل مؤثر در تعیین شاخص‌های اجتماعی عبارتند از :

شاخص اول : آثار اجتماعی ناشی از خسارت‌های محسوس مستقیم

شاخص دوم : آثار اجتماعی ناشی از ازدست دادن موقت و یا دائم شغل

شاخص سوم : آثار اجتماعی ایجاد و آسیب‌های روحی ناشی از خسارت‌های مختلف و ضررهای بهداشتی دراز مدت آن آثار اجتماعی

شاخص چهارم : آثار اجتماعی خسارت‌های نامحسوس شامل :

الف – ایجاد مانع در راه رشد و توسعه منطقه

ب – ایجاد یاس و ناامیدی در مردم و تشویق آنها به مهاجرت

ج – عدم سرمایه گذاری قابل توجه در اثر عدم اطمینان کافی

شاخص‌های یک تا چهار با توصیفگرهای سه‌گانه کم، متوسط و زیاد بیان شد، و امتیاز هر شاخص، از جدول (۵-۱) تعیین می‌گردد. امتیاز شاخص کل برای اراضی کشاورزی، با اعمال ضریب‌های وزنی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S = (۰/۵S_۱ + ۰/۲S_۲ + ۰/۰۵S_۳ + ۰/۲۵S_۴) \qquad (۵-۲)$$

۵-۳ روش تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس ملاحظات اجتماعی

دوره بازگشت سیلاب طراحی برای اراضی کشاورزی و غیرکشاورزی متفاوت بوده و به ترتیب براساس جدول‌های (۵-۳) و (۵-۲) تعیین می‌شود. ابتدا امتیاز شاخص‌های مختلف تعیین می‌گردد و بعد با توجه به نوع اراضی،امتیاز شاخص کل از رابطه (۵-۱) یا (۵-۲) تعیین خواهد شد. دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس امتیاز شاخص کل، برای اراضی غیرکشاورزی از جدول (۵-۲)، و برای اراضی کشاورزی از جدول (۵-۳) تعیین می‌گردد.

جدول ۵-۲- دوره بازگشت سیلاب طراحی برای ارضی غیر کشاورزی براساس ملاحظات اجتماعی

امتیاز شاخص کل	دوره بازگشت سیلاب طراحی
۱ – ۱/۵	۵۰
۱/۵ – ۲/۵	۷۵
۲/۵ – ۳/۵	۱۰۰
۳/۵ - ۴/۵	۱۲۵
۴/۵ – ۵/۵	۱۵۰
۵/۵ – ۶	۲۰۰

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۳- دوره بازگشت سیلاب طراحی برای اراضی کشاورزی براساس ملاحظات اجتماعی

امتیاز شاخص کل	دوره بازگشت سیلاب طراحی
۱/۵ -۱	۳۰
۲/۵ -۱/۵	۴۰
۳ - ۲/۵	۵۰

در این بخش با ارائه مثال‌هایی، دوره بازگشت سیلاب طراحی برای طرح‌های مهار سیلاب رودخانه‌هایی از کشورمان مورد بررسی قرار می‌گیرد:

مثال اول : رودخانه سرباز در استان سیستان و بلوچستان بوده و در حاشیه آن اراضی کشاورزی وجود دارد. شهر سرباز نیز در حاشیه این رودخانه واقع شده است. زندگی روستاییان، به اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه وابسته می‌باشد.مطلوب است تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای مهار سیلاب اراضی کشاورزی حاشیه رودخانه سرباز.

ابتدا مقادیر شاخص‌های اول تا چهارم با توجه به شرایط به شرح جدول (۵-۴) تعیین می‌شود.

جدول ۵-۴- امتیاز شاخص‌های ملاحظات اجتماعی برای مثال اول

شاخص	توصیفگر	امتیاز
اول	متوسط	۲
دوم	متوسط	۲
سوم	کم	۱
چهارم	زیاد	۳

$$S = ۰/۵۰ \times ۲ + ۰/۲۰ \times ۲ + ۰/۰۵ \times ۱ + ۰/۲۵ \times ۳ = ۲/۲$$

با توجه به جدول (۵-۳)، دوره بازگشت سیلاب طراحی ۴۰ سال تعیین می‌شود.

مثال ۲ : مطلوب است تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای بازه شهری رودخانه خرم آباد .

شاخص‌های این رودخانه با توجه به شرایط آن در شهر خرم‌آباد و با توجه به مرکزیت این شهر برای استان لرستان، به شرح جدول (۵-۵) تعیین می‌شود .

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۵- امتیاز شاخص‌های ملاحظات اجتماعی برای مثال دوم

شاخص	توصیفگر	امتیاز
اول	متوسط	۲
دوم	متوسط	۲
سوم	متوسط	۲
چهارم	متوسط	۲
پنجم	متوسط	۱/۵

$$S = (۰/۷۵ \times ۲ \; ۰/۱ \times ۲ + ۰/۰۵ \times ۲ + ۰/۱۰ \times ۲) \times ۱/۵ = ۳$$

با توجه به جدول (۵-۲)، دوره بازگشت سیلاب معادل ۱۰۰ سال تعیین می‌شود.

مثال ۳ : مطلوب است تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای بازه میدان تجریش رودخانه گلابدره - دربند . با توجه به شرایط محیطی، اهمیت مناطق و شرایط اجتماعی امتیاز شاخص‌های پنجگانه به شرح جدول (۵-۶) تعیین می‌شود .

جدول ۵-۶- امتیاز شاخص‌های ملاحظات اجتماعی برای مثال سوم

شاخص	توصیفگر	امتیاز
اول	زیاد	۳
دوم	زیاد	۳
سوم	زیاد	۳
چهارم	کم	۲
پنجم	زیاد	۲

$$S = (۰/۷۵ \times ۳ + ۰/۱ \times ۳ + ۰/۰۵ \times ۳ + ۰/۱۰ \times ۱) \times ۲ = ۵/۶$$

با توجه به جدول (۵-۲)، دوره بازگشت سیلاب طراحی ۲۰۰ سال تعیین می‌شود .

omoorepeyman.ir

۶- چگونگی انتخاب روش تعیین دوره بازگشت سیلاب و ملاحظات لازم

تصمیم‌گیری در مورد دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس تحلیل‌ها و ملاحظات مختلفی صورت می‌گیرد. ابتدا چگونگی جمع‌بندی نتیجه‌های به دست آمده از تعیین دوره بازگشت سیلاب طرح براساس تحلیل‌های خطر پذیری، اقتصادی و ملاحظات اجتماعی ، تجارب سایر کشورها و ملاحظات زیست محیطی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس چگونگی انتخاب سیلاب طرح براساس این جمع بندی ارائه می‌گردد.

۶-۱ انتخاب روش تعیین دوره بازگشت

همانطور در فصل‌های قبلی بحث شد، دوره بازگشت سیلاب طراحی را می‌توان به یکی از سه روش زیر تعیین کرد:

- تحلیل اقتصادی
- تحلیل خطرپذیری
- ملاحظات اجتماعی

علاوه بر سه روش بالا پس از محاسبه دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس روش‌های گفته شده، می‌توان براساس ملاحظات زیست محیطی دوره بازگشت سیلاب طراحی را انتخاب نمود.

از آنجا که انطباق کامل شرایط سایر کشورها با کشورمان امکان پذیر نیست، بهتر است استفاده از آیین‌نامه‌های کشورهای دیگر در کنار سه روش دیگر برای مقایسه به کار گرفته شود، زیرا استفاده منحصر به‌فرد از آیین‌نامه کشوری خاص به‌عنوان روش اصلی تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی، نیازمند به ارائه دلایل و مدارک کافی خواهد بود.

همانطور که بحث شد، با استفاده از سه روش، می‌توان دوره بازگشت سیلاب طرح را تعیین نمود. جدول (۶-۱) روش‌ها و ملاحظات و محدودیت‌های مربوط به این روش‌ها را نشان می‌دهد .

جدول ۶-۱- محدودیت‌های روش‌های مختلف برای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی

ردیف	نام روش	ملاحظات و محدودیت‌های مختلف
۱	تحلیل اقتصادی	در صورت وجود خطر جانی به تنهایی استفاده نمی‌شود .
۲	تحلیل خطرپذیری	در صورت مشخص بودن درصد خطر پذیری و عمر اقتصادی طرح از این روش می‌توان استفاده کرد.
۳	آثار اجتماعی	-

در صورت امکان باید هر سه روش را برای تعیین دوره بازگشت استفاده نمود و درصورتی که اطلاعات و داده‌های برخی روش‌های گفته شده در جدول (۶-۱) موجود نباشد، باید با روش‌هایی که داده‌های لازم را دارد و در این جدول نیزآمده است، دوره بازگشت را تعیین کرد. در استفاده از این روش‌ها، باید محدودیت‌های بیان شده در جدول (۶-۱) توجه کرد.

omoorpeyman.ir

پس از محاسبه دوره بازگشت با استفاده از چند روش گفته شده در جدول (۶-۱)، از بین دوره بازگشت‌های به دست آمده بزرگ‌ترین دوره بازگشت را به عنوان دوره بازگشت سیلاب طرح انتخاب می‌کنیم. در انتخاب سیلاب طراحی، باید به ملاحظات زیست‌محیطی بند ۶-۲ این راهنما نیز توجه نمود.

۶-۲ ملاحظات زیست محیطی

پس از انتخاب دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس دستورالعمل ارزیابی زیست محیطی طرح‌های مهندسی رودخانه، گزینه‌های مختلف طرح مهندسی رودخانه ارزیابی زیست محیطی شده و در صورت وجود خسارت‌های زیست‌محیطی در مرحله اول با تغییردر گزینه‌ها سعی می‌شود که خسارت زیست‌محیطی جبران ناپذیر حذف کردد و سایر آثار زیست محیطی نامناسب تا حد قابل قبول کاهش داده شود . در صورتی که تلفات جانی در محدوده مورد بررسی مطرح نباشد، کاهش دوره بازگشت سیلاب طراحی، برای کاهش آثار منفی زیست‌محیطی گزینه‌های مختلف طرح بررسی خواهند گردید. این کاهش دوره بازگشت، تا حدی امکان‌پذیر خواهد بود که دوره بازگشت سیلاب طراحی از محدوده ارقام به دست آمده از روش‌های گفته شده در جدول (۶-۱) خارج نشود. تا به این ترتیب خطرپذیری سازه مورد طراحی در مقابل سیلاب افزایش نیابد.

omoorepeyman.ir

پیوست (۱) روش‌های محاسبه سیلاب

طبقه‌بندی‌های مختلفی برای روش‌های محاسبه سیلاب مطرح می‌باشد. در اینجا، طبقه بندی‌اصلی بر اساس نیاز سیلاب طراحی صورت می‌گیرد. بعضی از طرح‌های مهندسی رودخانه، به محاسبه آبنگار و برخی دیگر فقط به بده اوج سیلاب نیاز دارند. بنابراین دسته‌بندی اصلی روش‌های محاسبه سیلاب عبارتند از:

روش‌های محاسبه بده اوج سیلاب

روش‌های تعیین آبنگار سیلاب

در محاسبه عوامل بالا، لازم است که حجم بزرگی از داده‌ها مدیریت و پالایش شود.

۱- مدیریت و پالایش داده‌ها

محاسبات مربوط به عوامل هیدرولوژیکی، اغلب روی حجم بزرگی از داده‌ها انجام می‌شوند . علت آن، تعداد زیاد داده‌های سری‌های زمانی بارش، آب‌سنجی و غیره است که حجم داده‌ها را بزرگ می‌نماید. داده‌های تحلیل‌شده درهرمرحله محاسباتی نیز حجم بزرگی را شامل می‌شوند. همچنین بررسی ارتباط بین فرآیندهای مختلف هیدرولوژیکی و مشخصات فیزیوگرافی حوضه‌های آبریز شامل تحلیل تعداد زیادی داده خواهد بود. بنابراین باید به روش‌های مناسب مدیریت داده‌ها در محاسبات هیدرولوژیکی مانند تحلیل سیلاب توجه نمود . به عنوان مثال، استفاده از ابزاری جدید مثل سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی[1]، با توجه به رقومی نمودن داده‌ها و ارتباط اغلب داده‌های هیدرولوژیکی با مختصات جغرافیایی ضروری به‌نظر می‌رسد. از سوی دیگر با توجه به اهمیت درستی داده‌های جمع‌آوری شده در تحلیل سیلاب‌ها، باید با استفاده از روش‌های آزمون داده‌ها، آنها را بررسی نمود و در صورت نیاز اصلاح و بازسازی کرد.

روش‌های تحلیل فراوانی سیلاب، براساس تحلیل نمونه‌های آماری بده حداکثر سالانه یا رگبارها استواراست. این نمونه‌های آماری باید دارای مشخصه‌هایی باشند تا بتوان براساس‌آنها مدل‌های آماری را استوار نمود. این مشخصه‌ها عبارتند از:

- همگنی داده‌ها
- هم مکانی داده‌ها
- پیوستگی سری‌های زمانی و کفایت تعداد داده‌ها

داده‌ها باید همگن باشند، یعنی مشخصه واحدی از یک رخداد را بیان نمایند. برای مثال بده‌های روزانه نباید با بده‌های اوج سیلاب مخلوط شوند، و همچنین نمونه‌های آماری از جامعه آماری واحدی کسب گردیده باشند. برای مثال داده‌های سیلاب‌های باران با سیلاب‌های ناشی از ذوب برف باید جداگانه بررسی شود. به علاوه داده‌های بده در صورت تغییر کاربری عمده در حوضه آبریز و یا احداث سازه‌هایی مانند سد که بر سیلاب مؤثر است، باید به بعد و قبل از تغییر کاربری عمده و احداث سازه تفکیک گردد. پس از تفکیک داده‌ها ، آزمون همگنی باید در سطح اعتماد قابل قبولی صورت پذیرد. علاوه بر آزمون همگنی، باید آزمون تصادفی بودن داده‌ها، آزمون وجود روند در داده‌ها، آزمون مستقل بودن داده و آزمون وجود ارقام دور افتاده بزرگ و کوچک براساس مراجع معتبر هیدرورلوژی انجام گردد.

---

1 - Geographic Information System (GIS)

omoorpeyman.ir

داده‌های مورد استفاده برای تحلیل فراوانی، باید از مکان واحدی برداشت شده باشد. از داده‌هایی که از مکان واحدی گرفته نشده و برای مثال جابجایی ایستگاه رخ داده است، می‌توان با تطبیق داده‌ها به ایستگاه واحد در تخمین سیلاب‌ها استفاده نمود. برای تطبیق داده‌ها از روش‌هایی مانند بده ویژه سیلاب و غیره می‌توان استفاده نمود.

در صورت ناپیوستگی سری زمانی داده‌ها یا عدم کفایت تعداد آنها، می‌توان با بازسازی‌داده‌ها، داده‌های سیلاب و یا رگبار را بازسازی نمود. از روش‌های درون‌یابی و برون‌یابی، روش نسبت‌ها و همبستگی بین ایستگاه‌ها می‌توان برای بازسازی داده‌ها استفاده نمود.

۲- روش‌های محاسبه بده اوج سیلاب

روش‌های محاسبه بده اوج سیلاب را می‌توان به سه گروه طبقه‌بندی نمود. این سه گروه عبارتند از:

الف- روابط تجربی

ب - روش‌های تحلیل آماری داده‌های سیلاب

ج - روش‌های تبدیل بارش به رواناب

روابط تجربی شامل روش‌هایی مانند کریگر[1]، فرانکو- رودیه[2] و مایر[3] است. در روش‌های کریگر، فرانکو ـ رودیه و مایر بده اوج تابعی از مساحت حوضه و دو ضریب ثابت می‌باشد. ضریب‌های ضرائب این فرمول‌ها، برای کشورهایی مانند آمریکا، ژاپن و بعضی از کشورهای آسیایی و اروپایی توسط محققین تعیین شده‌اند. از آنجا که بارش به عنوان یکی از عوامل اصلی تولید سیلاب در این روابط حضور ندارد، بدون واسنجی این روابط برای مناطق مختلف کشورمان، استفاده از این روش‌ها مناسب نخواهد بود. ولی این روش‌ها می‌تواند در تعمیم داده‌های بده اوج سیلاب حوضه‌ای به زیرحوضه‌هایش و گاهی به حوض اصلی‌اش کاربرد داشته باشد[۱]. البته در این صورت، انجام بررسی با استفاده از روش‌های دیگر توصیه می‌شود.

در صورت وجود داده‌های لازم، روش‌های آماری تحلیل سیلاب، یکی از روش‌های اصلی محاسبه بده اوج سیلاب طراحی خواهد بود. روش‌های تحلیل منطقه‌ای سیلاب، نیز گاهی در دسته روش‌های آماری تحلیل‌سیلاب قرار می‌گیرد. از این روش‌ها درحوضه‌های بدون آمار و یا آمار ناقص نیز می‌توان استفاده‌کرد [۵].

روش‌هایی نیز برای تبدیل بارش به رواناب پیشنهاد شده که از معروف ترین آنها می‌توان به‌روش استدلالی و روش دفتر حفاظت خاک آمریکا[4] اشاره نمود. در این روش‌ها، علاوه بر مساحت ، بارش نیز در تعیین بده اوج سیلاب نقش دارد .ضرایب تجربی نیز براساس شرایط فیزیکی حوضه و دوره بازگشت تعیین می‌شود [۱]. دقت این روش‌ها در تعیین‌ضرایب تجربی به تجربه کارشناس بستگی دارد. انجام واسنجی در صورت وجود هر گونه بده اوج سیلاب اندازه‌گیری شده جهت تدقیق ، توصیه می‌شود.

1 - Creager
2 - Francou-Rodier
3 - Mayer
4 - Soil conservation service (SCS)

omoorpeyman.ir

۳- روش‌های تعیین آبنگار سیلاب

روش‌های تعیین آبنگار[1] سیلاب نیز به دو دستهٔ زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

الف- روش آبنگار واحد طبیعی

ب - روش‌های آبنگار واحد مصنوعی[2]

روش آبنگار واحد طبیعی، براساس رابطه خطی بارش خالص و رواناب استوار بوده به‌داشتن آبنگار ثبت شده همزمان با داده‌های ثبات بارندگی در آن‌حوضه نیاز می‌باشد. برای گرفتن اخذ نتیجه بهتر، پیدا کردن آبنگار ساده‌ای که حاصل بارش نسبتاً یکنواخت است اهمیت زیادی دارد. تبدیل پایه زمانی آبنگار به پایه‌های زمانی دیگر، از طریق آبنگار- S صورت می‌گیرد. در صورت وجود اطلاعات، استفاده از این روش جهت تعیین آبنگار ترجیح داده می‌شود.

روش‌های آبنگار واحد مصنوعی عبارتند از: آبنگار مثلثی ، آبنگار SCS و آبنگار اشنایدر[3].

در صورت عدم وجود آبنگار ثبت شده، می‌توان با استفاده از این آبنگارهای واحد مصنوعی، به ساخت آبنگار اقدام نمود. مدل‌های ریاضی متعددی به صورت نرم افزار رایانه‌ای براساس این روش‌ها کار می‌کنند.

در این پیوست به اختصار به روش‌های محاسبه سیلاب اشاره شده است. برای جزییات بیشتر به کتاب‌های هیدرولوژی باید مراجعه شود.

1 - Hydrograph
2 - Synthetic unit hydrograph
3 - Shnyder

omoorepeyman.ir

۷- منابع

۱- مهدوی ، م . ۱۳۷۸ . هیدرولوژی کاربردی . جلد اول و دوم . انتشارات دانشگاه تهران .

۲- مبانی و ضوابط طراحی شبکه جمع‌آوری آبهای سطحی و فاضلاب شهری ۱۳۷۱ . سازمان برنامه و بودجه وزارت نیرو

۳- بنی‌حبیب ، م . ا . ۱۳۷۱ . مهار سیلاب با استفاده از مخازن تاخیری . مجموعه مقالات کارگاه مهار سیلاب رودخانه . کمیته مهندسی رودخانه . انجمن هیدرولیک ایران .

۴- آیین نامه مربوط به بستر و حریم رودخانه‌ها، انهار، مسیل‌ها، مردابها، برکه‌های طبیعی و شبکه‌های آبرسانی، آبیاری و زهکشی .۱۳۷۹. هیات وزیران.

5- Maident , D.R.1993. Handbook of Hydrology. McGraw – Hill Inc.

6- Mutreja , K.N. 1986. Applied Hydrology. Tata McGraw – Hill Publishing Company.

7- Manual For River Works in Japan: survey. River Bureau Ministry of Construction.

8- Raghunath , H., M.1985 . hydrology: Principles, Analysis, Design. Wiley Eastern Limited, New Delhi.

9- Chow, V.T., D.R., Maidment and L.W.Mays. 1988.Applied Hydrology. McGraw-Hill International Editions.

10- Us Corps of Engineers. 1994. Engineering and Design flood Runoff Analysis. Engineer Manual No.1110-2-1417. Washigton, Dc.

11- Spiegel, M.R.1968. Mathematical Handbook. Schaums Outline Series. McGraw Hill Inc.

12- Framji.K.K. 1976. Flood control in the World: A Global Review. Vol.1.International Commission on Irrigation & Drainage. New Delhe.

omoorpeyman.ir

In the Name of God
Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy
Iran Water Resources Management CO.
Deputy of Research
Office of Standard and Technical Criteria

Guideline for Determination Design Flood Return Period in River Works

omoorepeyman.ir

Publication No. 316

این نشریه

با عنوان «راهنمای تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی برای کارهای مهندسی رودخانه» و به منظور ارائه راهنمایی برای انتخاب دوره بازگشت سیلاب طراحی و ملاحظات مربوط به آن در طرح های مهندسی رودخانه تهیه شده است. در این نشریه، روش‌های مختلف تعیین دوره بازگشت سیلاب تشریح گردیده است. این روش‌ها، شامل تعیین دوره بازگشت سیلاب طراحی براساس تحلیل اقتصادی، تحلیل خطر پذیری، بررسی آیین‌نامه کشورهای دیگر و ملاحظات اجتماعی می باشند.

omoorepeyman.ir