

مدل های برآورد رگبار و تعیین منحنی های IDF در غرب گیلان

(مطالعه موردی: ایستگاه های رشت، خرگیل و استور)

محمود روشنی*

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

علی عبدالهی

مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت

چکیده

در این تحقیق با توجه به اهمیت مسئله رگبارها در دفع آبهای سطحی شهرها و موارد دیگر سعی گردید ابتدا آمار رگبارهای رخ داده در سه ایستگاه رشت، خرگیل و استور به مدت ۱۵ سال از آرشیو سازمان منابع آب استان استخراج گردید، سپس محاسبات آماری بر روی داده های رگباری انجام، در نهایت با استفاده از نرم افزار smada، داده ها با توزیع های مختلف برازش و معادلات اساسی جهت برآورد رگبار در فواصل زمانی معین

* E-mail: Clima_roshani@yahoo.com

گامبل حد تیپ یک و در موارد جزئی با توزیع لوگ پیرسون تیپ سه، برازش بهتری دارند و معادلات بر آورد شده برای رگبارها از نوع لگاریتمی درجه ۳ و ۲ بوده و ضریب همبستگی بین مدت و شدت در تمام موارد بالای ۰/۹۹ بر آورد شده است. همچنین ثابت شد منحنی های شدت، مدت و فراوانی (IDF) در مقیاس زمانی و مکانی با توجه به دوره برگشت طرح تغییر می کند از این لحاظ تعیین مدلهای بر آورد رگبار برای این منطقه در طراحی و اجرای پروژه های عمرانی شهری که بطور مستقیم با این پدیده درگیر هستند لازم و ضروری می باشد.

واژگان کلیدی: رگبار، smada، برازش، مدل، IDF

۱. مقدمه

رگبارها از پیامدهای اقلیمی بحران‌زا می‌باشند آگاهی از چگونگی وقوع، شدت، مدت و تداوم آن در دوره بازگشتهای مختلف از اهمیت بسزایی در مطالعات هیدرولوژیکی، علی-الخصوص دفع آبهای سطحی شهرها برخوردار است. با توجه به اهمیت مسأله و همچنین عدم وجود مدل مناسب برای پیش‌بینی آن، در سالهای اخیر سازه‌های هیدرولیکی متناسب با بارشهای رگباری ایجاد نشده است. برای حل این مشکل لازم است که در ابتدا با توجه به رگبار طرح، شناخت کافی از وضعیت بارش پیدا کرد این موضوع نیازمند ارائه مدل مناسب با توجه به رگبار حادث شده است از طرفی در احداث سازه‌های مختلف جهت کنترل رواناب ناشی از سیل مسئله وقوع رواناب باید براساس دوره برگشت طرح در نظر گرفته شود. عواملی چون نوع سازه، هزینه و سطح محافظت در دوره برگشت طرح مهم می‌باشند زیرا پایه و اساس انتخاب دوره برگشت طرح به تحلیل هزینه - فایده بر می‌گردد دوره برگشتهای طرح از ۲ تا ۵ سال برای جویهای کنار خیابان، ۲ تا ۲۵ سال برای مجاری فاضلاب در مواقع سیلابی (شدید) و ۱۰ تا ۱۰۰ سال جهت حفظ و نگهداری حوضه‌ها در نظر گرفته می‌شود. همچنین از دوره برگشت طرح ۵ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۵ و ۲۵ تا ۵۰ سال برای کانالهای سرپوشیده خیابانها استفاده می‌شود که حجم ترافیکی کم، متوسط و بالایی را تحمل می‌کنند و برای پلهای بزرگراههای مهم با احتمال وقوع رگبارهایی که دوره برگشت ۵۰ تا ۱۰۰ سال دارند طراحی می‌گردند (آکان و همکاران، ۲۰۰۳).

از طرف دیگر مدت سیلاب طرح بستگی به نوع پروژه دارد بعنوان مثال مجاری فضلابها و نهرهای کنار خیابان برای انتقال دبی های اوج ساخته می شوند از این رو مدت سیلاب طرح که دلیل ایجاد بزرگترین دبی اوج با دوره برگشت مشخص است باید معلوم باشد برای این کار از منحنی های IDF که روابط بین میانگین شدت، مدت و دوره برگشت را تشریح می کنند ، استفاده می شود. تا بعد از انتخاب دوره برگشت طرح و مدت سیلاب ، میانگین شدت از منحنی های شدت، مدت، دوره برگشت محلی محاسبه گردد. در این تحقیق سعی بر آنست مدل های مناسب برای رگبارهای حادث شده در سه ایستگاه مورد مطالعه در استان گیلان مشخص و باتوجه به انتخاب دوره برگشت طرح برای سازه های مختلف و شرایط محلی مورد استفاده واقع گردد.

بنابراین اولین قدم در پروژه های هیدرولوژیکی ، بررسی وقوع بارندگی و معادلات برآورد رگبارها می باشد. کارهای اولیه در این زمینه توسط شرمن (۱۹۳۱) و برنارد (۱۹۳۲) انجام گرفته است. بعدها در سال ۱۹۷۰، انگلسون و چاو (۱۹۸۸) و در نهایت سینگ (۱۹۹۲) تلاشهای مستمری را در جهت بسط و گسترش بارشهای رگباری و مدله کردن آن انجام دادند (ونزیانو، ۲۰۰۷). استفاده از تکنیکهای جدید کامپیوتری برای پیش بینی مدل های رگباری کمک قابل توجهی به هیدرولوژیست ها نموده است اکثر مدلها بصورت سیستمی با ورودی و خروجی تنظیم شده اند (چاو ، ۱۹۶۴). مدلها تعریف شده از لحاظ مکانی و زمانی متغیر هستند مثلاً مدل مناسب در دره لاس وگاس نوادا HMS یا HEC-1 جهت کنترل زهکشهای منطقه است. اما برای طرحهای محلی استفاده از روشهای استدلالی مناسب تر است. البته انتخاب مدل هیدرولوژیک بستگی به اندازه حوضه دارد. در همین راستا برای متروپولیتن دنورد ناحیه لاس وگاس مدل

$$T_c = L/180 + 10 \quad (1)$$

و برطبق دومین اطلس بارندگی NOAA ، منحنی IDF در فرودگاه مک کاران بصورت ارائه شده است.

$$I_n = 12.2P_6 / (10 + T)^{0.55} \quad (2)$$

در ناحیه لاس وگاس منحنی IDF NOAA به روش استدلالی بارندگی را دوبرابر بیشتر از منحنی 3-SDN SCS که در روش 1-HEC استفاده می شود ، برآورد می کند.

این نشان می‌دهد که روش استدلالی برای حوضه‌های شهری کوچک دقیق‌تر است (جیمز ، ۲۰۰۰). مطالعات گسترده ونزل (۱۹۸۲) بر روی تعدادی از شهرهای ایالات متحده حاکی از آنست که ضرایب معادله

$$i = C/Td + f \quad (3)$$

با زمان و مکان تغییر می‌کند و شکل معادله بصورت

$$i = CTm / Td + f \quad (4)$$

یا

$$i = CTm / Tde + f \quad (5)$$

در خواهد آمد (چاو ، ۱۹۸۸). فرمول تالیوت برای رگبارهای کمتر از ۲ ساعت

$$i = a + b + \log Tr / (1 + t)h \quad (6)$$

و گریسوله برای رگبارهای بیش از ۲ ساعت

$$i = a(t-b) - n \quad (7)$$

، بیلهام (۱۹۳۵)،

$$i = 60 / t [(202.3Nt)0.282 - 2.54] \quad (8)$$

و FAO،

$$i = p / 24(24 / t) 0.6 \quad (9)$$

را پیشنهاد می‌کند (مهدوی، ۱۳۷۴). همچنین دانیل (۲۰۰۵) با مطالعه بر روی

بارشهای ۲۴ ساعته و ۵۰ ساله به ترتیب مدل

$$i_{24} = 15 / 822T^{0.25} d^{-0.59}$$

و

$$i(d, T)50 = 51/975(T0/16 - \quad (11)$$

$$0/636) / (d + 0/0679)0/73$$

را در حوضه‌های بدون باران سنج در UK ارائه می‌کند. قهرمان (۱۳۶۶) با بررسی

داده‌های بارنگارهای ایران برای بازه زمانی ۶۰ دقیقه با دوره برگشت ۱۰ ساله مدل

$$P_{10}^{60} = e^{0.8153 X_1 - 1.1374 X_2 - 0.3072} \quad (12)$$

را پیشنهاد می‌نماید. بنابراین می‌توان گفت مدل‌های ارائه شده چه از لحاظ زمانی و

چه از لحاظ مکانی تغییر کرده و برای اینکه برآورد دقیقی از مقدار بارش در فواصل زمانی

مختلف با دوره برگشت معین داشته باشیم . لازم است داده‌های رگباری بطور کامل و دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

۲. مواد و روشها

در این تحقیق جهت تعیین مدل‌های مناسب برای رگبارها در منطقه غرب گیلان ، ابتدا اطلاعات رگبارها از سازمان منابع آب استان تهیه گردید سپس رگبارهای اتفاق افتاده در فواصل زمانی ۱۵ ، ۳۰ ، ۴۵ ، ۶۰ ، ۹۰ ، ۱۲۰ ، ۱۸۰ ، ۳۶۰ ، ۷۲۰ ، ۱۴۴۰ دقیقه به تفکیک سال و بیشترین مقدار بارندگی به ترتیب نزولی تنظیم گردید در همین راستا برای تعیین حداکثر باران متحمل با دوره برگشتهای ۲ ، ۳ ، ۵ ، ۱۰ ، ۲۵ ، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله سعی گردید داده‌ها با توزیع‌های مختلف آماری برازش داده شود همچنین برای تعیین مدل‌های ریاضی و توابع شدت - مدت داده‌های برآورد شده با استفاده از معادلات همبستگی در نرم‌افزار Smada با انتخاب بیشترین همبستگی بین شدت - مدت ، توابع مورد نظر استخراج و ضرایب آن تعیین گردید . در نهایت منحنی‌های شدت - مدت و فراوانی (IDF) رگبارهای سه ایستگاه رشت، خرگیل و استورنیزترسیم شد. این منحنی-ها قابلیت نمایش بهتر شدت - مدت و دوره برگشت را داشته و برای محقق این امکان را فراهم می‌کند تا براحتی رگبار طرح را براساس نوع پروژه و دوره برگشت مورد نظر از منحنی استخراج نماید.

۳. یافته‌های تحقیق

در راستای موضوع تحقیق با استفاده از توزیع‌های حد آماری و برازش داده‌های رگبار با آنها و همچنین تعیین معادلات ریاضی برآورد شدت رگبار در زمانهای مختلف، امکان تعیین و ترسیم منحنی‌های شدت - مدت و فراوانی (IDF) سه ایستگاه مورد مطالعه فراهم گردید در مورد هر کدام بحث خواهد شد.

۳-۱. تحلیل منحنی IDF ایستگاه رشت

با بررسی جدول ۱ کاملاً مشهود است احتمال وقوع بیشترین مقدار رگبار با دوره برگشتهای بالا بیشتر از دوره برگشتهای کوتاه می‌باشد این مقدار در ایستگاه رشت با دوره

برگشت ۲۰۰ ساله برای مدت ۱۵ دقیقه‌ای ۱۵۱/۶۸ میلی‌متر و برای مدت ۲۴ ساعته ۱۳/۶۸ میلی‌متر برآورده شده است و برای مدت‌های حد فاصل، بین این دو عدد از بالا به پایین کاهش می‌یابد این روند برای دوره برگشتهای ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۰، ۵، ۳، ۲ نیز برقرار می‌باشد (در محور ستونها). در راستای سطرها میزان بارش رگباری از ۱۵۱/۶۸ برای دوره برگشت ۲۰۰ ساله تا ۳۴/۱ میلی‌متر برای دوره برگشت ۲ ساله تغییر می‌کند. این تغییر برای زمان واحد با دوره برگشتهای متفاوت می‌باشد از اعداد مندرج در جدول می‌توان استنباط کرد میزان رگبارها برای هر واحد زمانی در دوره برگشتهای بالاتر، بیشتر و برای دوره برگشتهای پایین کمتر می‌شود و احتمال وقوع بارشهای رگباری شدید، با دوره برگشتهای بلند امکان‌پذیر می‌باشد تغییرات پارامتر بارش (رگبار) در هر دو جهت (سطر و ستون) دارای روند کاهشی است. این نشان می‌دهد با دوره برگشت بالاتر احتمال وقوع بارشهای سنگین‌تر افزایش می‌یابد این افزایش با دوره برگشتهای طولانی احتمال وقوع رگبارهای شدید را افزایش می‌دهد پیش‌بینی درست از مقدار وقوع رگبار میزان ریسک خطر را در ارتباط با سازه مورد نظر کاهش می‌دهد البته این بستگی به نوع سازه و دوره برگشت طرح دارد که در پروژه‌های عمرانی کوچک مثل کانالهای روباز و سربسته شهری دوره برگشت کوتاه و برای پلهای بزرگ در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. جهت برآورد رگبار با دوره برگشتهای مورد بررسی، داده‌ها با انواع توزیعهای آماری (نرمال، دو پارامتری

جدول ۱. شدت، مدت، فراوانی ایستگاه رشت

نوع توزیع	مدت min	دوره برگشت به سال (return period)							
		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۳	۲
توزیع گامبل	۱۵	۱۵۱/۶۸	۱۳۵/۰۸	۱۱۸/۴۳	۱۰۱/۶۵	۷۹/۰۳	۶۱/۱۳	۴۶/۹۲	۳۴/۱
توزیع گامبل	۳۰	۱۱۵/۸۶	۱۰۳/۲۷	۹۰/۶۴	۷۷/۹۱	۶۰/۷۶	۴۷/۱۸	۳۶/۴	۲۶/۶۷
توزیع گامبل	۴۵	۹۵/۴۶	۸۵/۱۸	۷۴/۸۵	۶۴/۴۵	۵۰/۴۲	۳۹/۳۳	۳۰/۵۱	۲۲/۵۶
توزیع گامبل	۶۰	۸۵/۹۴	۷۶/۶۴	۶۷/۳	۵۷/۸۹	۴۵/۲۱	۳۵/۱۷	۲۷/۲	۲۰/۰۱
توزیع گامبل	۹۰	۷۳/۴۳	۶۵/۶۴	۵۷/۸۳	۴۹/۹۶	۳۹/۳۵	۳۰/۹۶	۲۴/۲۹	۱۸/۲۷
توزیع گامبل	۱۲۰	۶۶/۳۳	۵۹/۲	۵۲/۰۵	۴۴/۸۴	۳۵/۱۳	۲۷/۴۴	۲۱/۳۳	۱۵/۸۲
توزیع گامبل	۱۸۰	۴۹/۳۴	۴۴/۱۹	۳۹/۱۳	۳۴/۰۳	۲۷/۱۶	۲۱/۷۲	۱۷/۴	۱۳/۵
توزیع گامبل	۳۶۰	۳۲/۷۱	۲۹/۳۷	۲۶/۰۳	۲۲/۶۶	۱۸/۱۲	۱۴/۵۲	۱۱/۶۷	۹/۰۹
توزیع گامبل	۷۲۰	۱۶/۸۸	۱۵/۲	۱۳/۵۱	۱۱/۸	۹/۵۱	۷/۶۹	۶/۲۵	۴/۹۵
توزیع گامبل	۱۴۴۰	۱۳/۶۸	۱۲/۳۴	۱۰/۹۹	۹/۶۳	۷/۸۱	۶/۳۶	۵/۲۱	۴/۱۷

جدول ۲. شدت، مدت، فراوانی ایستگاه خرگیل (حوضه ناورود)

نوع توزیع	مدت min	دوره برگشت به سال (return period)							
		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۳	۲
توزیع گامبل	۱۵	۱۱۲/۸۵	۱۰۱/۶۲	۹۰/۳۸	۷۹/۱۴	۶۳/۹	۵۱/۸۶	۴۲/۲۳	۳۳/۶۶
توزیع گامبل	۳۰	۸۶/۴۲	۷۷/۹	۶۹/۳۷	۶۰/۸۵	۴۹/۲۸	۴۰/۱۵	۳۲/۸۴	۲۶/۳۴
توزیع گامبل	۴۵	۷۱/۳۹	۶۴/۴۳	۵۷/۴۶	۵۰/۴۹	۴۱/۰۴	۳۳/۵۸	۲۷/۶	۲۲/۳
توزیع گامبل	۶۰	۶۴/۱۷	۵۷/۸۷	۵۱/۵۷	۴۵/۲۷	۳۶/۷۲	۲۹/۹۷	۲۴/۵۷	۱۹/۷۷
توزیع گامبل	۹۰	۵۵/۲	۴۹/۹۵	۴۴/۶۸	۳۹/۴	۳۲/۲۵	۲۶/۶۱	۲۲/۰۸	۱۸/۰۷
توزیع گامبل	۱۲۰	۴۹/۶۶	۴۴/۸۳	۴۰	۳۵/۱۷	۲۸/۶۲	۲۳/۴۵	۱۹/۲۲	۱۵/۶۳
توزیع گامبل	۱۸۰	۳۷/۴۱	۳۴/۰۲	۳۰/۶۱	۲۷/۱۷	۲۲/۵۶	۱۸/۹	۱۵/۹۶	۱۳/۳۴
توزیع گامبل	۳۶۰	۲۴/۹	۲۲/۶۵	۲۰/۴	۱۸/۱۴	۱۵/۰۸	۱۲/۶۶	۱۰/۷۲	۹
توزیع گامبل	۷۲۰	۱۲/۹۵	۱۱/۸	۱۰/۶۶	۹/۵۳	۷/۹۷	۶/۷۶	۵/۷۷	۴/۹
توزیع گامبل	۱۴۴۰	۱۰/۲۱	۹/۳۵	۸/۴۹	۷/۶۲	۶/۴۶	۵/۵۳	۴/۷۹	۴/۱۴

جدول ۳. شدت، مدت، فراوانی ایستگاه استور

نوع توزیع	مدت min	دوره برگشت به سال (return period)							
		۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۳	۲
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۱۵	۱۵۴/۷۷	۱۳۶/۱۱	۱۰۱/۱۸	۷۹/۵۴	۵۵/۲۹	۳۹/۶۹	۲۹/۳۹	۲۱/۶۱
لوگ پیرسون تیپ ۳	۳۰	۵۸/۴	۵۲/۲	۴۵/۹۸	۳۹/۷۲	۳۱/۲۷	۲۴/۵۹	۱۹/۲۸	۱۴/۴۹
لوگ پیرسون تیپ ۳	۴۵	۵۵/۴۴	۴۴/۷	۳۵/۶۶	۲۸/۰۶	۱۹/۸۱	۱۴/۶۵	۱۱/۲۹	۸/۷۷
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۶۰	۳۱/۶	۲۸/۲۳	۲۴/۸۵	۲۱/۴۴	۱۶/۸۵	۱۳/۲۱	۱۰/۳۲	۷/۷۲
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۹۰	۱۹/۹۹	۱۷/۹۳	۱۵/۸۶	۱۳/۷۷	۱۰/۹۶	۸/۷۳	۶/۹۶	۵/۳۷
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۱۲۰	۱۵/۲۱	۱۳/۶۴	۱۲/۰۷	۱۰/۴۹	۸/۳۵	۶/۶۷	۵/۳۲	۴/۱۱
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۱۸۰	۸/۲۹	۷/۵۴	۶/۸	۶/۰۵	۵/۰۳	۴/۲۳	۳/۶	۳/۰۲
توزیع گامبل حد تیپ ۱	۳۶۰	۵/۳۶	۴/۸۶	۴/۳۶	۳/۸۶	۳/۱۹	۲/۶۵	۲/۲۳	۱/۸۵
لوگ پیرسون تیپ ۳	۷۲۰	۲/۵۶	۲/۴	۲/۲۴	۲/۰۷	۱/۸۲	۱/۶	۱/۴۱	۱/۲۳

لوگ نرمال، سه پارامتری لوگ نرمال، پیرسون تیپ ۳، لوگ پیرسون تیپ ۳ و توزیع حد گامبل تیپ ۱) برازش داده شد نتایج نشان داد که بهترین برازش داده با توزیع حد گامبل تیپ ۱ بوده و محاسبات مندرج در جدول ۱ نتیجه محاسبات فوق می باشد.

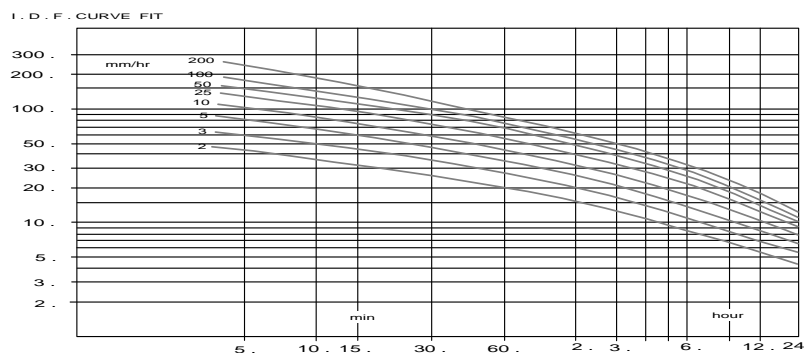
۳-۲. تحلیل منحنی IDF ایستگاه خرگیل

بر اساس محاسبات مندرج در جدول ۲ میزان حداکثر رگبار با دوره برگشت ۲۰۰ ساله برابر با ۱۱۲/۸۵ میلیمتر و حداقل آن ۱۰/۲۱ میلیمتر است. داده های جدول ۲ مثل جدول ۱ نشان دهنده کاهش میزان بارش رگباری در دوره برگشتهای کوتاهتر است با مقایسه اعداد دو جدول کاملاً مشهود است احتمال وقوع رگبار ۲۰۰ ساله در ایستگاه رشت در بازه

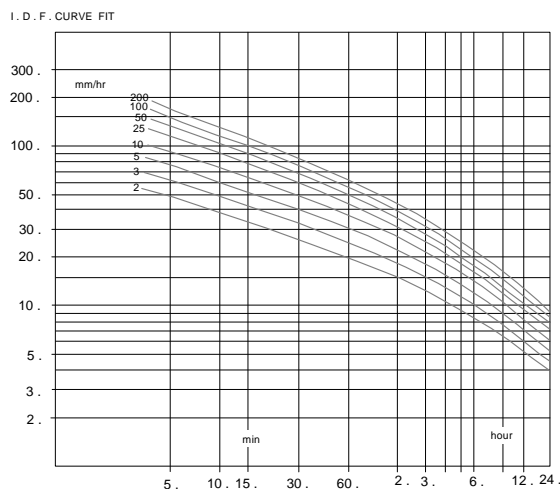
زمانی ۱۵ دقیقه‌ای، ۵۰ میلیمتر بیشتر از ایستگاه خرجگیل می‌باشد. این مسئله بیانگر این موضوع است که اکثر رگبارهای شدید محلی بوده و منطقه‌ای نیستند ضمناً فرض فوق با مطالعه زمان وقوع رگبار مورد تأیید قرار می‌گیرد جهت برآورد رگبار، داده‌های رگباری موجود با توزیع‌های مختلف برازش داده شد نتایج بدست آمده نشان می‌دهد بهترین برازش با توزیع گامبل حد تیپ یک بوده و از این توزیع جهت تخمین رگبار با دوره برگشته‌های مورد نظر می‌توان استفاده کرد. با اعداد دو جدول کاملاً مشهود است احتمال وقوع رگبار ۲۰۰ ساله در ایستگاه رشت در بازه زمانی ۱۵ دقیقه‌ای، ۵۰ میلیمتر بیشتر از ایستگاه خرجگیل می‌باشد. این مسئله بیانگر این موضوع است که اکثر رگبارهای شدید محلی بوده و منطقه‌ای نیستند ضمناً فرض فوق با مطالعه زمان وقوع رگبار مورد تأیید قرار می‌گیرد جهت برآورد رگبار، داده‌های رگباری موجود با توزیع‌های مختلف برازش داده شد نتایج بدست آمده نشان می‌دهد بهترین برازش با توزیع گامبل حد تیپ یک بوده و از این توزیع جهت تخمین رگبار با دوره برگشته‌های مورد نظر می‌توان استفاده کرد.

۳-۳. تحلیل منحنی IDF ایستگاه استور

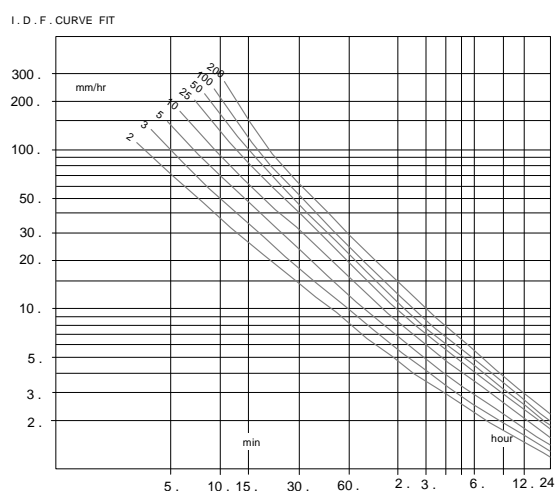
جهت مطالعه رگبارها در استان گیلان دو ایستگاه از قسمت جلگه (رشت و خرجگیل) که فاصله بین ساحل تا کوهستان و پهنای جلگه در قسمتی که ایستگاه رشت واقع بوده به حداکثر و در ایستگاه خرجگیل به حداقل می‌رسد انتخاب و ایستگاه استور در سد سفیدرود با شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک انتخاب شده است (منطقه کوهستانی).



نمودار ۱. منحنی شدت، مدت، فراوانی (IDF) با دوره بازگشته‌های مختلف در ایستگاه رشت



نمودار ۲. منحنی شدت ، مدت ، فراوانی (IDF) با دوره بازگشتهای مختلف در ایستگاه خرگیل



نمودار ۳. منحنی شدت ، مدت ، فراوانی (IDF) با دوره بازگشتهای مختلف در ایستگاه استور

محاسبات صورت گرفته بر روی داده‌های رگباری نشان داد بهترین برازش داده‌ها فقط با توزیع گامبل نبوده بلکه با توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ برازش نشان می‌دهند بارشهای رگباری حادث شده با دوره برگشتهای ۲۰۰، ۲۵، ۱۰، ۵، ۳ ساله با توزیع حد گامبل تیپ یک و رگبارها با دوره برگشت ۱۰۰، ۵۰، ۲ ساله با توزیع لوگ پیرسون تیپ ۳ برازش دارند. حداکثر بارش رگباری در این ایستگاه با دوره برگشت ۲۰۰ ساله ۱۵۴/۷۷

و حداقل آن ۲/۵۶ میلیمتر برای بازه زمانی ۱۵ دقیقه و ۱۲ ساعته می باشد نسبت بین بارش ۱۵ به ۳۰ دقیقه در ایستگاه استور ۲/۶۵ است در حالیکه این نسبت در دو ایستگاه رشت و خرگیل به ترتیب ۱/۳ و ۱/۳ بوده و این نسبت برای بازه زمانی ۱۵ دقیقه با دوره برگشتهای مورد مطالعه نسبت به دو ایستگاه دیگر بیشتر می باشد این مسئله بنوعی شرایط آب و هوایی خشک و خصوصیات بارشی آن را منعکس می نماید.

۳-۴. تعیین معادلات پیش بینی رگبار

جهت تعیین معادلات شدت، مدت، دوره برگشت داده های رگباری برآورد شده در سه ایستگاه مورد مطالعه در نرم افزار smada با استفاده از تعیین بالاترین ضریب همبستگی بین شدت و مدت، معادلات اساسی برای دوره برگشتهای تعیین شده انتخاب شد ضریب همبستگی داده ها در تمام دوره برگشتها با توجه به نوع معادله از $+0/99$ کمتر نیست این ضریب نشان دهنده دقت برآورد رگبارها با معادلات مورد نظر خواهد بود در بیشتر موارد در هر سه ایستگاه داده های رگباری با معادلات لگاریتمی همخوانی بهتری نشان دادند البته تنها استثنا در این محاسبات فقط بارش رگباری ایستگاه استور با دوره برگشت ۲۵ است که با معادله نمایی ضریب همبستگی بالاتری را نشان می دهد بطور کلی معادلات از نوع لگاریتمی درجه ۲ و ۳ می باشند همچنین مشخص شد که ضرایب معادلات نه تنها از لحاظ مکانی در حال تغییر هستند. بلکه در یک ایستگاه برای دوره برگشت ۲۰۰ ساله در بازه زمانی ۱۵ و ۱۴۴۰ دقیقه ای در سه ایستگاه رشت، خرگیل و استور به ترتیب برابر با ۱۵۰/۵۱ و ۱۲/۱۸ و ۱۱۱/۹۶ و ۹/۱۲، ۱۵۱/۲ و ۱ (۷۲۰ دقیقه) برآورد می گردد. این بیانگر این مسئله است که معادلات انتخاب شده قابلیت برآورد دقیق مقدار رگبار را با توجه به دوره برگشتهای مختلف فراهم می کند تعیین این معادلات پایه برای هر منطقه توسط هیدرولوژیست ها می تواند کمک شایانی به مهندسين سازه های مختلف شهری که بنوعی با پدیده رگبار درگیر هستند، بنماید.

دوره برگشت Return period (year)	ضرایب	معادلات
۲	$R^T = 0.9969$	$y = 68/9 + (-15/35923) \ln(x) + 0.88074 (\ln(x))^T$
۳	$R^T = 0.9969$	$y = 97/3 + (-22/319) \ln(x) + 1/318 (\ln(x))^T$
۵	$R^T = 0.9973$	$y = 128/7 + (-3/0.24) \ln(x) + 1/8.3 (\ln(x))^T$
۱۰	$R^T = 0.9974$	$y = 168/3 + (-39/761) \ln(x) + 2/416 (\ln(x))^T$
۲۵	$R^T = 0.9975$	$y = 218/1 + (-52/0.48) \ln(x) + 3/188 (\ln(x))^T$
۵۰	$R^T = 0.9975$	$y = 254/6 + (-6/0.53) \ln(x) + 3/621 (\ln(x))^T + 0.1 (\ln(x))^T$
۱۰۰	$R^T = 0.99748$	$y = 290/7 + (-69/0.44) \ln(x) + 4/0.82 (\ln(x))^T + 0.17 (\ln(x))^T$
۲۰۰	$R^T = 0.9974$	$y = 327 + (-77/741) \ln(x) + 4/582 (\ln(x))^T + 0.21 (\ln(x))^T$

جدول ۴. معادلات برآورد شدت بارندگی با مدت‌های متفاوت در ایستگاه رشت

دوره برگشت Return period (year)	ضرایب	معادلات
۲	$R^T = 0.99606$	$y = 67/9 + (-15/136) \ln(x) + 0.867 (\ln(x))^T$
۳	$R^T = 0.99681$	$y = 86/8 + (-19/752) \ln(x) + 1/156 (\ln(x))^T$
۵	$R^T = 0.9972$	$y = 108/1 + (-24/943) \ln(x) + 1/480 (\ln(x))^T$
۱۰	$R^T = 0.997415$	$y = 134/7 + (-31/4524) \ln(x) + 1/881 (\ln(x))^T$
۲۵	$R^T = 0.99754$	$y = 168/3 + (-39/688) \ln(x) + 2/404 (\ln(x))^T$
۵۰	$R^T = 0.9975$	$y = 193/1 + (-45/744) \ln(x) + 2/782 (\ln(x))^T$
۱۰۰	$R^T = 0.997566$	$y = 217/9 + (-51/820) \ln(x) + 3/163 (\ln(x))^T$
۲۰۰	$R^T = 0.9976$	$y = 242/8 + (-57/904) \ln(x) + 3/544 (\ln(x))^T$

جدول ۵. معادلات برآورد شدت بارندگی با مدت‌های متفاوت در ایستگاه خرگیل

دوره برگشت Return period (year)	ضرایب	معادلات
۲	$R^T = 0.9936$	$y = 91/8 + (-39/2) \ln(x) + 5/7 (\ln(x))^T + (-0.28) (\ln(x))^T$
۳	$R^T = 0.9931$	$y = 129/4 + (-56/46) \ln(x) + 8/38 (\ln(x))^T + (-0.42) (\ln(x))^T$
۵	$R^T = 0.9956$	$y = 187/4 + (-85/1) \ln(x) + 13/2 (\ln(x))^T + (-0.7) (\ln(x))^T$
۱۰	$R^T = 0.9986$	$y = 285/8 + (-136/38) \ln(x) + 22/24 (\ln(x))^T + (-1/23) (\ln(x))^T$
۲۵	$R^T = 0.9984$	$y = 1028/9 (x)^{-1/96}$
۵۰	$R^T = 0.99454$	$y = 610/8 + (-312/61) \ln(x) + 54/344 (\ln(x))^T + (-3/177) (\ln(x))^T$
۱۰۰	$R^T = 0.9884$	$y = 798/5 + (-416/43) \ln(x) + 73/54 (\ln(x))^T + (-4/36) (\ln(x))^T$
۲۰۰	$R^T = 0.9805$	$y = 1019/5 + (-539/5) \ln(x) + 96/4 (\ln(x))^T + (-5/8) (\ln(x))^T$

زمان = X

شدت بارندگی = Y

جدول ۶. معادلات برآورد شدت بارندگی با مدت‌های متفاوت در ایستگاه استور

۴. نتیجه گیری

با تجزیه و تحلیل رگبارهای سه ایستگاه رشت، خرگیل و استور مشخص شد که با افزایش دوره برگشت، احتمال وقوع رگبارهای با شدت بیشتر افزایش می‌یابد نتایج بدست آمده بعد از برازش داده‌های رگباری با توزیعهای مختلف نشان می‌دهد که مقدار حداکثر و حداقل رگبار برای دوره برگشت ۲۰۰ ساله در ۱۵ دقیقه به ترتیب برابر با ۱۵۱/۶۸، ۱۱۲/۸۵، ۱۵۴/۷۷، ۱۳/۶۸، ۱۰/۲۱، ۲/۵۶ می‌باشد اکثر رگبارها از توزیع گامبل حد تیب یک پیروی می‌کند البته بارشهای رگباری ایستگاه استور با دوره برگشت ۱۰۰، ۵۰ و ۲۰ ساله با توزیع لوگ پیرسون تیب سه برازش بهتری نشان می‌دهد نسبت بین بارش ۱۵ به ۳۰ دقیقه در ایستگاه استور نسبت به دو ایستگاه دیگر شرایط آب و هوایی خشک آن را تأیید می‌نماید همچنین معادلات بدست آمده از طریق نرم‌افزار smada نشان‌دهنده ضریب همبستگی بالا بین شدت و مدت رگبار است که در تمامی موارد ضریب همبستگی بیش از ۰/۹۹+ بوده و در مجموع معادلات از نوع لگاریتمی درجه ۲ و ۳ می‌باشند این معادلات از لحاظ زمانی و مکانی متغیر هستند. ترسیم منحنی‌های شدت و مدت و فراوانی (IDF) با استفاده از معادلات مورد نظر نشان داد که با توجه به دوره برگشت طرح و مدت سیلاب، منحنی‌ها از لحاظ مکانی متفاوت بوده، باید منحنی‌های متناسب با شرایط آب و هوایی محلی ترسیم گردد. این مسئله علی‌الخصوص در دفع آبهای حوضه شهری و غیرشهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و برای برنامه‌ریزیان سازه‌های مختلف شهری کمک شایانی جهت طراحی اصولی و ممانعت از تخریب یا آبرفتگی سازه‌های شهری خواهد نمود.

۵. منابع

۱. علیزاده. امین، (۱۳۷۶)، اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ نهم، ص ۱۷۳.
۲. مهدوی . محمد، (۱۳۷۴)، هیدرولوژی کاربردی ، انتشارات دانشگاه تهران، جلد اول، چاپ دوم، ، ص ۲۰۵ - ۲۰۲ .
3. Chow. V. T., et al, 1988, *applied Hydrology, MC Graw – hill series in water resources and Environmental Engineering, MC Grow Hill book co. pp 454 – 459.*
4. Danil. E. I., et al, 2005, *Hydrologic Modeling for the determination of design discharges in ungauged basins, global NEST Journal, Vol 7, No 3, pp 296 – 305, September, printed in Greece.*
5. James. C. Y., *Hydrologic Modeling Consistency and Sensitivity to watershed size, professor civil Engineering, university of Colorado.*
6. Lands berg .H. D, 1981, *urban climatology, copy Right by Academic press. INC. (London) LTD. pp 211 – 212.*
7. Osman Akan. A. and Robert J. Hough Talen, 2003, *urban Hydrology, Hydraulics, and stormwater Quality: engineering applications and computer modeling , published by John Wiley & Sons , Inc, Hoboken, New Jersey.*
8. Veneziano. D., et al, *Marginal Methods of IDF Estimation in Scaling and Non Scaling Rain fall, submitted to water Resources Research, June, 2007.*

