بررسی شدت و یکنواختی بارش در شبیه‌ساز باران و فرسایش مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

مجید محمودآبادی و محمود عربخدری

به ترتیب کارشناس ارشد و دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه تهران(mmahmoodabadi@yahoo.com) و مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

مقدمه

با توجه به وضعیت حاد و بحرانی فرسایش در ایران، انجام فعالیت های گسترده ای از دیدگاه های تحقیقات و اجرا ضروری است. در این راستا، در سال‌های اخیر شبیه‌سازی باران به‌طور وسیعی در شناخت فرسایش خاک و فرایندهای مربوط به آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهمترین مزایای استفاده از شبیه‌سازهای باران سرعت در عمل، کارایی، قابلیت کنترل و انعطاف‌پذیری بیشتر نسبت به بارانهای طبیعی است(۳). اخیراً پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری شبیه‌ساز بارانی، طراحی کرده که با توجه به خصوصیات ویژه ای که دارد از نظر فعالیتهای تحقیقاتی و آموزشی حائز اهمیت است. از جمله قابلیتهای آن می‌توان به تولید باران از ارتفاع ۸ متری و برخورد قطرات به سطح فلوم با سرعت حد و زاویه برخورد عمودی، توانایی در تولید مجدد الگوی بارش، امکان تعویض و افزایش نازلها، شیب‌پذیری فلوم با طول ۶ متر–که بزرگترین فلوم شبیه ساز فرسایش در کشور است– اشاره کرد. مجموعهٔ این ویژگیها و قابلیتها، آزمایشگاه شبیه‌ساز باران و فرسایش این پژوهشکده را به عنوان کاملترین و بهترین شبیه‌ساز باران در کشور مطرح می‌سازد. با استفاده از این شبیه‌ساز و به علت تحت فشار بودن سیستم، می‌توان شدتهای متفاوتی از باران را با توجه به شرایط اقلیمی کشور تولید نمود. شبیه‌سازهای تحت فشار کاربردهای متنوع و دامنهٔ تغییر شدت بیشتری نسبت به شبیه‌سازهای از نوع مولد قطره دارند. در این شبیه‌سازها شدت باران با قطر منفذ نازلها، فشار هیدرولیکی، فاصله بین نازلها و حرکت آنها تغییر می‌کند(۱). نتایج اندازه‌گیری قطر قطراتی‌که به سرعت حد خود رسیده باشند، نشان از همبستگی بالای انرژی باران با شدت آن دارد(۲). لذا، دستیابی به شدت‌های نزدیک به باران طبیعی، قابلیت شبیه‌سازی انرژی جنبشی باران را نیز میسر می‌سازد. در این تحقیق شدت و یکنواختی بارش سیتم مذکور در فشارهای مختلف باران بررسی شده است.

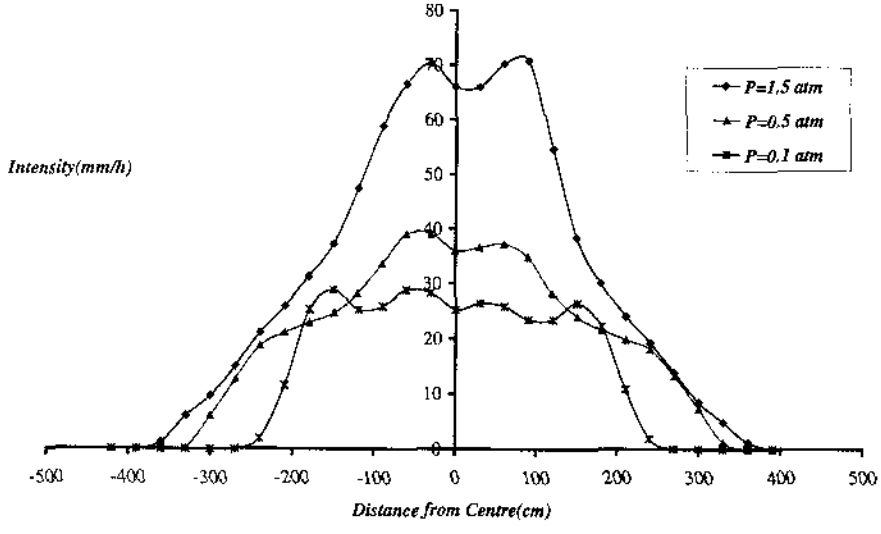
مواد و روش‌ها

صفحه ریزش شبیه‌ساز دارای ۶ عدد نازل متحرک از نوع BEX-S30W است که روی ریلی به طول ۶ متر نصب شده‌اند. در مرحله اول برای تعیین شدت و توزیع آن در قاعده مخروط بارش هر نازل، از ظروف استوانه‌ای لبه‌تیز با سطح مقطع ۱۰۰ سانتیمتر مربع با فواصل ۳۰ سانتیمتر بین مراکز آنها در تراز ارتفاعی فلوم استفاده شد. با اعمال بارش در سه فشار ۰٫۱، ۰٫۵ و ۱٫۵ اتمسفر و اندازه‌گیری آب جمع‌شده در ظروف در مدت ۱۰ دقیقه، توزیع شدت در راستای طول فلوم بدست آمد. این آزمایش‌ها در مورد هر ۶ نازل بطور جداگانه تکرار شد. برای هر بارش پارامترهای آماری شامل دامنه، میانگین، واریانس، ضریب تغییرات و همچنین ضریب یکنواختی کریستین سن (Christiansen Coefficient: C.C) محاسبه گردید(۴). در مرحله بعد، بررسی شدت و یکنواختی بارش در سطح فلوم برای ترکیب نازل‌ها در دو گام تئوری و عملی صورت گرفت. مرحله تئوری با استفاده از نتایج حاصل از مرحله قبل و ترکیب نمودن آنها در محیط Excel انجام شد. بدین صورت که در هر فشار، توزیع شدت روی قطر مخروط بارش هر تک‌نازل، به صورت ستونی از داده ها با ستون مربوط به توزیع شدت سایر نازلها در همان فشار ترکیب و فاصلهٔ نازلها طوری تنظیم شد که با تداخل مخروطهای بارش بیشترین یکنواختی نسبی در طول ۶ متر فلوم حاصل گردد. در این مرحله، از سه آرایش شامل فاصله مساوی بین نازل‌ها، تغییر فاصله نازل‌ها تا رسیدن به ضریب یکنواختی حداکثر، و چیدن نازل‌ها به صورت جفتی استفاده گردید. بنابراین، برای هر ترکیب از نازل‌ها بسته به فشار آب، تعداد نازل‌های فعال، فاصله و آرایش آنها، شدت‌های تئوری محاسبه شد. از بین این ترکیب‌ها با توجه به شدت‌های مطلوب و همچنین مقادیر C.C بهینه و با توجه به پارامترهای آماری، ترکیب‌های نهایی انتخاب شد. در گام بعد با توجه به نتایج مرحله تئوری، ترکیبهای منتخب بارش به‌صورت عملی نیز ایجاد و نتایج این دو با یکدیگر مقایسه و بررسی گردید.

نتایج و بحث

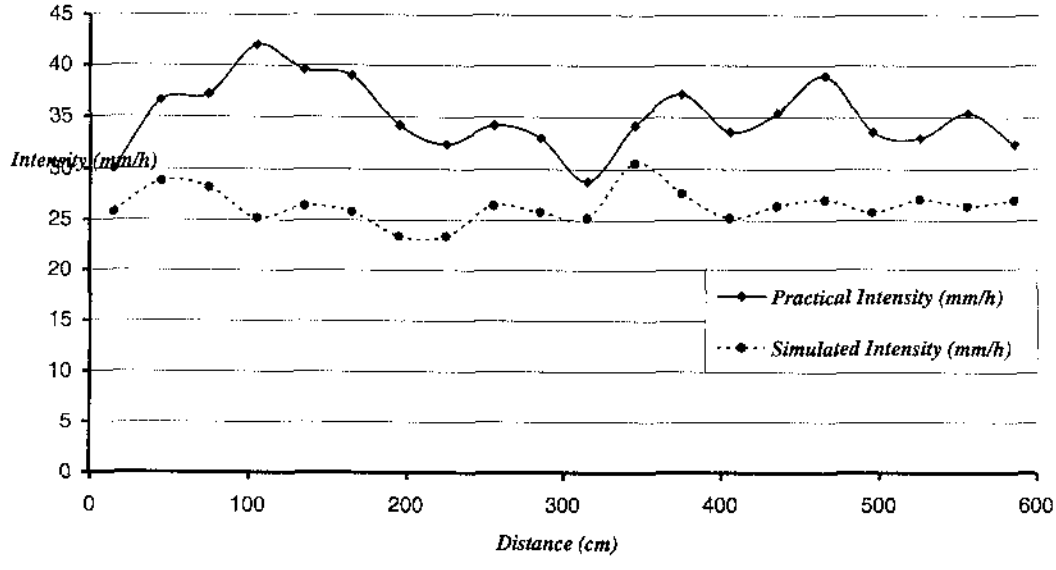
نتایج نشان داد که توزیع شدت بارش هر ۶ نازل با یکدیگر تقریباً مشابه است. شکل ۱ توزیع شدت بارش را برای یکی از نازل‌ها در سه فشار، از مرکز قاعده مخروط بارش در راستای طول فلوم نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می شود با افزایش فشار آب، میانگین شدت و اوج مخروط بارش که در مرکز آن قرار دارد، نیز افزایش می‌یابد. از طرفی با افزایش فشار، قطر مخروط بارش در تراز ارتفاعی فلوم از ۵ به ۷٫۵ متر افزایش یافت. همچنین مخروطهای بارش دو اوج دارند و شدت در مرکز قاعده کمی افت نشان می‌دهد. به‌علاوه، از بین سه فشار مورد آزمایش فشار متوسط ۰٫۵ اتمسفر برای تک نازل بالاترین ضریب یکنواختی را بدست داد. نتایج مرحله تئوری توزیع بارش (محاسباتی با EXCEL) نشان داد که در ترکیب نازل‌ها هم، بهترین مقادیرC.C در فشارهای متوسط حاصل می‌شود هرچند، رسیدن به ضریب یکنواختی ۱۰۰٪ میسر نیست. از طرفی، برای نیل به شدت‌های بالا، آرایش چیدن نازل‌ها به صورت جفتی بهتر از فاصله مساوی بین آنها جواب داد. همچنین الگوی توزیع بارش در مرحله

عملی تقریباً مشابه مرحله تئوری بود ولی نسبت به آن افزایش نسبی نشان داد. شکل ۲ برای نمونه، توزیع شدت حاصل از ترکیب دو نازل را با فاصله ۴۲۰ سانتیمتر از یکدیگر در فشار ۰٫۱ اتمسفر در دو حالت تئوری و عملی نشان می‌دهد. این توزیع برای ترکیب ۲ نازل در مرحله تئوری، بهترین یکنواختی در سطح فلوم را نشان داده بود. برای ترکیبهای مختلف نازلها، مقادیر شدت تئوری از ۲۵ تا ۱۱۰ و مقادیر عملی بین ۳۵ تا ۱۲۵ میلیمتر در ساعت قابل تغییر و مقادیر C.C در هر دو حالت، بیشتر از ۹۰٪ بود. بنظر می‌رسد که در ترکیب مخروطهای بارش بصورت تئوری، اثرات متقابل و احتمال برخورد قطرات به یکدیگر را نمی‌توان کنترل و شبیه‌سازی کرد حال آنکه، در عمل برخورد قطرات به یکدیگر باعث سقوط آنها و افزایش شدت اندازه‌گیری شده می‌گردد.



(۱)

شکل(۱) توزیع شدت بارش در شدت‌های مختلف با فاصله از مرکز قاعده مخروط بارش درراستای طول فلوم



شکل(۲) نمودار شدت بارش در دو حالت شبیه سازی و عملی

منابع مورد استفاده

1. Blanquies, J., M. Scharff, and B. Hallock. 2003. The design and construction of a rainfall simulator. Int. Erosion Control Asso.(IECA),34th annual conference and expo. Las Vagas, Nevada.

2. Kinnell, P. I.A. 1981. Rainfall intensity-kinetic energy relationships for soil loss prediction. *Soil Sci. Soc. Am., J.* 45: 153-155.
3. Meyer, L. D. 1994. Rainfall simulators for soil conservation research. In Lal, R. Soil erosion research methods(ed). Soil and water Conserv. Soc. Ankeny, Iowa. 83-103
4. Solomon, K. 1979. Variability of sprinkler coefficient of uniformity test results. Trans. ASAE. 1078-1080-1086.