۱۳۷۹ /۵/ ۱۵

مرکز اطلاعات علمی ایران

بسم ا... الرحمن الرحیم

تبیین الگوی زمانی بارندگی و بررسی تأثیر گام زمانی بارندگی بر هیدروگراف خروجی حوزه

توسط

محمدرضا قهرائی

پایان نامه

ارائه شده به دانشکدهٔ تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم
برای اخذ درجهٔ کارشناسی ارشد

در رشتهٔ

مهندسی عمران - سازه‌های هیدرولیکی

از

دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

7636

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیتهٔ پایان نامه با درجهٔ : **عالی**

امضاء اعضاء کمیتهٔ پایان نامه:

دکتر محمد جواد عابدینی، استادیار مهندسی راه و ساختمان (رئیس کمیته) .....

دکتر حمید سیدیان، استادیار مهندسی راه و ساختمان .....

دکتر پرویز منجمی، استادیار مهندسی راه و ساختمان .....

دکتر ناصر طالب بیدختی، دانشیار مهندسی راه و ساختمان.....

اردیبهشت ۱۳۷۹

۳۱۲۱۵

تقـــدیم به:

پدر و مادرم که هدایتگر زندگانیم بودند

و

دوست و همسرم آن نادرهٔ وجود

۳۱۲۱۶

سپاسگزاری

مجموعهٔ حاضر حاصل راهنمائیها و کمکهای بیدریغ اساتیدی است که در انجام این پروژه همواره مشوق و راهگشای اینجانب بوده‌اند.

در اینجا خود را موظف می دانم که از استاد و سرور گرانقدرم آقای دکتر محمد جواد عابدینی که در راستای انجام این پایان نامه با نقطه نظرات و پیشنهادات خود راهنمای اینجانب بوده‌اند تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از اعضای محترم کمیته آقای دکتر پرویز منجمی، آقای دکتر حمید سیدیان و آقای دکتر ناصر طالب بیدختی که با راهنمائیهای خود در روند پیشرفت پروژه یاریگر اینجانب بوده‌اند کمال تشکر را دارم. از آقای افشین فیاض موقر که در مسائل فنی این پروژه اینجانب را یاری نموده و همچنین از سایر دوستانی که در این راستا یاری دهندهٔ اینجانب بوده‌اند قدردانی می‌نمایم.

در خاتمه از زحمات بیدریغ پدر و مادر عزیزم و همسر مهربانم که همواره مشوق و پشتیبان من در همهٔ امور زندگیم بوده‌اند سپاسگزاری می‌کنم.

چکیده

تبیین الگوی زمانی بارندگی و بررسی تأثیر گام زمانی بارندگی بر هیدروگراف خروجی حوزه

توسط

محمدرضا قهرایی

آمار بارندگی یکی از مهم ترین پارامترهای مـورد نیـاز در آنـالیز و طراحـی سـازه‌های هیدرولیکی و مطالعات هیدرولوژیکی محسوب می‌گردد. آمار بارندگی در هر حـوزهٔ آبریـز معمولاً به دو صورت جمع آوری می‌گردد. یکی با استفاده از بـاران سـنجهای معمولـی و دیگری باران سنجهای ثبات. در ایستگاههای باران سنج معمولی تنهـا عمـق بـارندگی در یک دورهٔ ۱۲ ساعته و یا ۲۴ ساعته ثبت گردیده در حالیکه در ایسـتگاههای بـاران سـنج ثبات، تغییرات عمق بارندگی بر حسب زمان نیز ثبت و جمع آوری می‌گردد. تعـداد بـاران سنجهای ثبات در مقایسه با باران سنجهای معمولی بسـیار انـدک می‌باشـد. از طرفـی در اکثر پروژه‌های منابع آب، داشتن آمار بارندگی با فواصل زمانی بلند مدت تکافوی نیازهای اولیهٔ مطالعات را نمی‌کند. ازاینرو دسترسی به آمار تغییرات بارندگی بـر حسـب زمـان، در مناطق فاقد باران سنج ثبات، شدیداً احساس می‌شود. به منظور ارائهٔ راه حلی بـرای غلبـه بر این کمبود، انجام این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیـق ضمـن ارائـهٔ مدل ریاضی تجزیهٔ زمانی بارندگی و با بهره گیری از آمار بارندگی تعدادی از ایستگاههای باران سنج ثبات در سطح استان فارس، امکان تعیین پارامترهای مدل بـرای بـارندگی بـا تداومهای مختلف در هر یک از ایستگاهها میسر گردیـد. همچنیـن بـه منظـور تصدیـق و ارزیابی مدل حاصله از روشهای کمی و کیفی مختلفی استفاده شده است.

پس از تثبیت مدل، امکان بررسی توزیع زمانی و نهایتاً الگوی زمانی بارندگی در هر یک از ایستگاهها به ازای تداومهای مختلف فراهم آورده شد. در ادامه به منظور بررسی تأثیر کاهش گام زمانی بارندگی بر رواناب خروجی یک حوزه، با استفاده از روش SCS آمار بارندگی خام در حوزهٔ معرف مسیل پلنگان به مازاد تبدیل گشته و سپس با ترکیب آن با هیدروگراف واحد SCS، هیدروگراف ناشی از الگوهای زمانی مختلف حاصل شد.

نتایج نشان می‌دهد که کاهش گام زمانی بارندگی، تأثیر چشمگیری بر پیک هیدروگـراف خروجی حوزه دارد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست جداول	**یازده**
فهرست اشکال	**سیزده**
فصل اول: مقدمه	**۱**
۱-۱- مقدمه	۱
فصل دوم: تاریخچه و مروری بر تحقیقات	**۷**
۲-۱- مقدمه	۷
۲-۲- اندازه گیری باران	۸
۲-۳- مطالعات تجزیهٔ زمانی	۹
۲-۳-۱- روش هوف	۹
۲-۳-۲- مطالعات بل	۱۱
۲-۳-۳- مدل والنسیا و شاک	۱۴
۲-۳-۴- روش پیلگریم	۱۶
۲-۳-۵- مدل مجیا و راسل	۲۰
۲-۳-۶- تحقیقات انجمن حفاظت خاک آمریکا (SCS)	۲۰
۲-۳-۷- مطالعات تائو و دلور	۲۲
۲-۳-۸- مدل لین	۲۴
۲-۳-۹- تحقیقات وولهایسر	۲۴
۲-۳-۱۰- مطالعات تکمیلی وولهایسر	۲۶
۲-۳-۱۱- مدلهای اورمسبی	۲۸

عنوان	صفحه
۲-۳-۱۱-۱- مدل تجزیهٔ زمانی مجزا	۲۹
۲-۳-۱۱-۲- مدل تجزیهٔ زمانی پیوسته	۳۰
۲-۳-۱۲- مطالعات گلاسبی	۳۴
۲-۳-۱۳- مطالعات کوپرتویت	۳۷
۲-۴- تأثیر گام زمانی بارندگی بر فرایندهای هیدرولوژیکی	۴۰
۲-۴-۱- تاثیر فواصل زمانی بارندگی بر مدل ANSWERS	۴۰
۲-۴-۲- تأثیر فواصل زمانی بارندگی بر مدل CREAMS	۴۲
۲-۵- جمع بندی و نتیجه گیری	۴۳
فصل سوم: مفاهیم و تکنیکهای آماری در شبیه سازی سریهای زمانی	**۴۵**
۳-۱- مقدمه	۴۵
۳-۲- شبیه سازی سریهای زمانی	۴۶
۳-۳- حفظ شاخصهای آماری در شبیه سازی هیدرولوژیکی	۴۷
۳-۴- تکنیکهای اساسی تخمین پارامترها	۴۸
۳-۵- روش گشتاورها	۵۰
۳-۶- استاندارد نمودن متغیرهای سری زمانی	۵۱
۳-۷- تستهای آماری	۵۲
۳-۷-۱- فاصلهٔ اطمینان	۵۲
۳-۷-۲- آزمون نیکو برازش X^2	۵۴
۳-۷-۳- آزمون نیکوبرازش K-S	۵۵

عنوان	صفحه
فصل چهارم: معرفی مدل و روش تحقیق	**۵۷**
۴-۱- مقدمه	۵۷
۴-۲- معرفی مدل تجزیهٔ زمانی	۵۷
۴-۳- مدل اساسی تجزیهٔ زمانی	۵۹
۴-۳-۱- حفظ میانگین در مدل اساسی تجزیهٔ زمانی	۶۱
۴-۳-۲- تخمین پارامترهای مدل اساسی تجزیهٔ زمانی بارندگی	۶۲
۴-۳-۳- حفظ مجموع آمارهای تولید شده	۶۵
۴-۴- تئوری اعداد تصادفی	۶۷
۴-۵- بررسی تأثیر گام زمانی بارندگی بر رواناب حوزه	۶۹
۴-۵-۱- هیدروگراف واحد مصنوعی SCS	۷۰
۴-۵-۲- تبدیل باران خام به باران مازاد با روش SCS	۷۲
۴-۵-۳- محاسبهٔ هیدروگراف خروجی حوزه	۷۳
فصل پنجم: کاربرد مدل تجزیهٔ زمانی بارندگی	**۷۴**
۵-۱- مقدمه	۷۴
۵-۲- جمع آوری و پردازش آمار بارندگی در استان فارس	۷۴
۵-۳- بررسی توزیع زمانی بارندگی در استان فارس	۷۶
۵-۴- نتایج توزیع زمانی بارندگی در ایستگاه شیراز	۷۸
۵-۴-۱- واسنجی مدل برای ایستگاه باران سنج شیراز	۷۸
۵-۴-۱-۱- بحث پیرامون نتایج	۷۹
۵-۴-۲- ارزیابی و تصدیق مدل در ایستگاه شیراز	۸۰
۵-۴-۲-۱- آزمون X^2 بر روی نتایج حاصل از شبیه سازی	۸۲
۵-۴-۲-۲- مقایسهٔ توزیع فراوانی نتایج با آمار موجود	۸۴

عنوان	صفحه
۵-۴-۲-۳- بحث پیرامون نتایج	۸۷
۵-۴-۳- بررسی حساسیت مدل تجزیهٔ زمانی به عدد تصادفی اولیه	۸۷
۵-۴-۴- تعیین الگوی زمانی بارندگی در ایستگاه شیراز	۸۹
۵-۴-۳-۱- بحث پیرامون نتایج	۹۱
۵-۵- مقایسهٔ نتایج مدل تجزیهٔ زمانی و روش پیلگریم	۹۲
۵-۶- بررسی تأثیر فواصل زمانی بارندگی بر سایر سیستمهای هیدرولوژیکی	۹۵
۵-۶-۱- مثال: بررسی تأثیر کاهش گام زمانی بارندگی بر رواناب حاصله	۹۶
۵-۶-۲- بحث پیرامون نتایج	۱۰۰
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات	**۱۰۲**
۶-۱- نتیجه گیری	۱۰۲
۶-۲- پیشنهادات	۱۰۴
پیوست (۱): معرفی برنامه‌های کامپیوتری	**۱۰۶**
پ-۱-۱- مقدمه	۱۰۷
پ-۱-۲- برنامهٔ کامپیوتری DISAGG	۱۰۷
پ-۱-۲-۱- معرفی داده‌های ورودی به برنامه برای واسنجی مدل	۱۰۷
پ-۱-۲-۲- معرفی داده‌های ورودی به برنامه برای کاربرد مدل	۱۰۹
پ-۱-۲-۳- روش اجرای برنامه	۱۰۹
پ-۱-۲-۴- معرفی فایلهای خروجی برنامه	۱۱۰

عنوان	صفحه
پ-۱-۳- معرفی برنامهٔ کامپیوتری SCSUH	۱۱۰
پ-۱-۳-۱- روش اجرای برنامه	۱۱۱
پ-۱-۳-۲- معرفی فایل خروجی برنامه	۱۱۱
پیوست (۲): بررسی توزیع زمانی بارندگی در سایر ایستگاهها	**۱۱۲**
پ-۲-۱- مقدمه	۱۱۳
پ-۲-۲- ایستگاه باران سنج ثبات برغان	۱۱۳
پ-۲-۲-۱- واسنجی مدل برای ایستگاه برغان	۱۱۳
پ-۲-۲-۲- تصدیق و ارزیابی مدل برای ایستگاه برغان	۱۱۴
پ-۲-۲-۳- تعیین الگوی زمانی بارندگی ایستگاه برغان	۱۱۸
پ-۲-۳- ایستگاه باران سنج ثبات بختاجرد	۱۱۹
پ-۲-۳- ایستگاه باران سنج ثبات بختاجرد	۱۱۹
پ-۲-۳-۱- واسنجی مدل برای ایستگاه بختاجرد	۱۱۹
پ-۲-۳-۲- تصدیق و ارزیابی مدل برای بختاجرد	۱۱۹
پ-۲-۳-۳- تعیین الگوی زمانی بارندگی بختاجرد	۱۲۳
پ-۲-۴- ایستگاه باران سنج ثبات خرامه	۱۲۴
پ-۲-۴-۱- واسنجی مدل برای ایستگاه خرامه	۱۲۴
پ-۲-۴-۲- تصدیق و ارزیابی مدل برای ایستگاه خرامه	۱۲۵
پ-۲-۴-۳- تعیین الگوی زمانی بارندگی ایستگاه خرامه	۱۲۸
مراجع	**۱۲۹**
الف- مراجع فارسی	۱۲۹
ب- مراجع انگلیسی	۱۳۰

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱): مشخصات حوزه‌های آبریز ششگانهٔ ایران	۴
جدول (۲-۱): مقایسهٔ نتایج بدست آمده برای رابطهٔ عمق و زمان تداوم در آمریکا و استرالیا	۱۳
جدول (۲-۲): نمومه ای از محاسبات تعیین الگوی زمانی بارندگی با روش پیلگریم	۱۹
جدول (۲-۳-الف): نتایج تست آماری با مدل هاستینگز	۲۸
جدول (۲-۳-ب): نتایج تست آماری با مدل مک کردی	۲۸
جدول (۲-۴): شرایط تیپهای مختلف بارندگی در مدل اورمسبی	۳۲
جدول (۲-۵-الف): مقایسهٔ پارامترهای آماری مدل و اطلاعات مشاهده ای در ایستگاه ۲۱۳۴۹۵	۳۳
جدول (۲-۵-ب): مقایسهٔ پارامترهای آماری مدل و اطلاعات مشاهده ای در ایستگاه ۲۱۲۵۹۵	۳۳
جدول (۴-۱): نسبتهای هیدروگراف واحد SCS	۷۲
جدول (۵-۱): موجودیت آمار بارندگی در ایستگاههای مرد مطالعه	۷۵
جدول (۵-۲): فراوانی بارندگی با تداومهای مختلف در ایستگاههای مورد مطالعه	۷۶
جدول (۵-۳): نتایج آزمون X^2 بر روی نتایج حاصل از شبیه سازی بارندگی با تداوم ۴۵ دقیقه ای	۸۳
جدول (۵-۴): نتایج آزمون X^2 بر روی نتایج حاصل از شبیه سازی بارندگی با تداوم ۹۰ دقیقه ای	۸۴

عنوان	صفحه
جدول (۵-۵): مقایسهٔ توزیع فراوانی عمق بارندگیها با تداوم ۴۵ دقیقه ای	۸۵
جدول (۵-۶): مقایسهٔ توزیع فراوانی عمق بارندگیها با تداوم ۹۰ دقیقه ای	۸۵
جدول (۵-۷): الگوی زمانی بارندگی در ایستگاه شیراز	۹۱
جدول (۵-۸): مراحل تعیین الگوی زمانی بارندگی در ایستگاه شیراز با روش پیلگریم	۹۳
جدول (۵-۹): آمار مورد استفاده در تعیین توزیع زمانی بارندگی با فواصل اطمینان	۹۴
جدول (۵-۱۰): نتایج بدست آمده برای توزیع زمانی هر دو مدل	۹۴
جدول (۵-۱۱): مراحل تبدیل بارندگی خام به مازاد	۹۷
جدول (۵-۱۲): بارندگی مازاد به ازای گامهای زمانی مختلف	۹۸
جدول (۵-۱۳): مقادیر دبی پیک هیدروگراف بازای گام زمانی	۱۰۰
جدول (پ-۲-۱): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در برغان	۱۱۵
جدول (پ-۲-۲): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در برغان	۱۱۶
جدول (پ-۲-۳): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در بختاجرد	۱۲۱
جدول (پ-۲-۴): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در بختاجرد	۱۲۱
جدول (پ-۲-۵): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در خرامه	۱۲۶
جدول (پ-۲-۶): نتایج آزمون X^2 برای بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در خرامه	۱۲۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): نقشهٔ راهنمای حوزه های آبریز ایران	۳
شکل (۲-۱): توزیع زمانی احتمالی بارندگیهای دستهٔ اول	۱۰
شکل (۲-۲): هیستوگرام احتمال وقوع ۹۰٪ و ۵۰٪ بارندگیهای دستهٔ اول	۱۱
شکل (۲-۳): روابط عمق بارندگی و تداوم در مدل بل	۱۲
شکل (۲-۴): روابط عمق - دورهٔ بازگشت - تداوم در روش بل	۱۴
شکل (۲-۵): منحنی جرم بارندگیها در مدل پیلگریم	۱۸
شکل (۲-۶): منحنی طبقه بندی و توزیع زمانی در روش SCS	۲۱
شکل (۲-۷): رواناب مشاهده‌ای و تولید شده در مدل تائو و دلور	۲۳
شکل (۲-۸): توزیع عمق و تداوم بارندگی در مطالعات وولهایسر	۲۶
شکل (۲-۹): شکل شماتیک مدل تجزیهٔ زمانی مجزا	۳۰
شکل (۲-۱۰): شکل شماتیک مدل تجزیهٔ زمانی پیوسته	۳۲
شکل (۲-۱۱): هایتوگراف بارندگی ۱۷ روزه در مدل گلاسبی	۳۵
شکل (۲-۱۲): هیستوگرام توزیع فراوانی بارندگی ۱۷ روزه در مدل گلاسبی	۳۶
شکل (۲-۱۳): هایتوگراف بارندگی ۱۲ ساعته در روش کوپرتویت	۳۹
شکل (۲-۱۴): میانگین عمق بارندگیها با فواصل ۵ دقیقه ای در تحقیق کوپرتویت	۳۹
شکل (۲-۱۵): واریانس عمق با فواصل ۵ دقیقه‌ای در تحقیق کوپرتویت	۳۹
شکل (۲-۱۶): تأثیر فواصل زمانی بارندگی بر روی مدل	۴۱

ANSWERS

عنوان	صفحه
شکل (۲-۱۷): تأثیر فواصل بارندگی بر روی مدل CREAMS	۴۳
شکل (۵-۱): عمق متوسط تجمعی بارندگی با تداوم ۴۵ دقیقه	۸۱
شکل (۵-۲): عمق متوسط تجمعی بارندگی با تداوم ۹۰ دقیقه	۸۱
شکل (۵-۳): توزیع تجمعی فراوانی بارندگی با تداوم ۴۵ دقیقه	۸۶
شکل (۵-۴): توزیع تجمعی فراوانی بارندگی با تداوم ۹۰ دقیقه	۸۶
شکل (۵-۵): تغییرات الگوی زمانی بارندگی ۴۵ دقیقه ای به ازای اعداد اولیهٔ مختلف	۸۸
شکل (۵-۶): تغییرات الگوی زمانی بارندگی ۹۰ دقیقه ای به ازای اعداد اولیهٔ مختلف	۸۹
شکل (۵-۷): الگوی زمانی بارندگیهای ۴۵و۷۵و۱۰۵و۱۳۵و۱۶۵ دقیقه ای در ایستگاه شیراز	۹۰
شکل (۵-۸): الگوی زمانی بارندگیهای ۶۰ و ۹۰ و ۱۲۰و ۱۵۰و ۱۸۰ دقیقه ای در ایستگاه شیراز	۹۰
شکل (۵-۹): مقایسهٔ روش پیلگریم و تجزیهٔ زمانی با آزمون فاصلهٔ اطمینان	۹۵
شکل (۵-۱۰): هیدروگراف خروجی حوزه بازای گام زمانی ۳۰ دقیقه	۹۹
شکل (۵-۱۱): هیدروگراف خروجی حوزه بازای گام زمانی ۱۶۵ دقیقه	۹۹
شکل (۵-۱۲): تغییرات پیک هیدروگراف بازای گامهای زمانی مختلف	۱۰۰
شکل (پ-۲-۱): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در ایستگاه برغان	۱۱۴
شکل (پ-۲-۲): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در ایستگاه برغان	۱۱۵

عنوان	صفحه
شکل (پ-۲-۳): توزیع فراوانی تجمعی بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در ایستگاه برغان	۱۱۷
شکل (پ-۲-۴): توزیع فراوانی تجمعی بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در ایستگاه برغان	۱۱۷
شکل (پ-۲-۵): الگوی زمانی بارندگیهای ۴۵و۷۵و۱۰۵و۱۳۵و۱۶۵ دقیقه ای در ایستگاه برغان	۱۱۸
شکل (پ-۲-۶): الگوی زمانی بارندگیهای ۶۰ و۹۰ و۱۲۰و۱۵۰و۱۸۰ دقیقه ای در ایستگاه برغان	۱۱۸
شکل (پ-۲-۷): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۰
شکل (پ-۲-۸): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۰
شکل (پ-۲-۹): توزیع فراوانی تجمعی بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۲
شکل (پ-۲-۱۰): توزیع فراوانی تجمعی بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۳
شکل (پ-۲-۱۱): الگوی زمانی بارندگیهای ۴۵و۷۵و۱۰۵و۱۳۵و۱۶۵ دقیقه ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۳
شکل (پ-۲-۱۲): الگوی زمانی بارندگیهای ۶۰ و۹۰ و۱۲۰و۱۵۰ دقیقه ای در ایستگاه بختاجرد	۱۲۴
شکل (پ-۲-۱۳): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۴۵ دقیقه‌ای در ایستگاه خرامه	۱۲۵
شکل (پ-۲-۱۴): عمق متوسط تجمعی بارندگیهای ۹۰ دقیقه‌ای در ایستگاه خرامه	۱۲۶