



ISSN 2251-7480

بررسی پارامترهای مؤثر بر جریان سطحی و پهنه‌بندی مکانی منابع آب حوضه زاگرس مرکزی

ناصر شمس کیا^{۱*}، حسین صدقی^۲، مهرداد اسفندیاری^۳

^{۱*} دانش آموخته مهندسی منابع آب؛ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی؛ واحد علوم و تحقیقات؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ تهران؛ ایران
نویسنده مسئول مکاتبات: shamskia58@gmail.com

^۲ استاد؛ گروه علوم و مهندسی منابع آب؛ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی؛ واحد علوم و تحقیقات؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ تهران؛ ایران

^۳ استادیار؛ گروه خاک شناسی؛ دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی؛ واحد علوم و تحقیقات؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ تهران؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۱۶

چکیده

جریان رواناب در حوضه‌های آبریز تحت تأثیر پارامترهای مختلفی است که از جمله می‌توان به میزان بارش، ارتفاع، تبخیر، دما، عوامل اقلیمی، شبکه زهکشی، توپوگرافی و زمین شناسی حوضه اشاره کرد. به دلیل وابستگی برخی از این پارامترها بر یکدیگر، میزان تأثیر آنها بر جریان رواناب، در حوضه‌ها و مناطق مختلف متفاوت می‌باشد. در این مطالعه به ارزیابی آماری و تحلیل پارامترهای مؤثر بر رواناب و پهنه بندی مکانی منابع آبهای سطحی در حوضه آبریز زاگرس مرکزی، پرداخته شده است. نتایج این مطالعه با به کارگیری تحلیل‌های آماری و روش رگرسیون چند متغیره برای پارامترهای ذکر شده، یک ارتباط توزیع لگاریتمی جریان سطحی با متغیرهای دما و ارتفاع با قدرت مدل R^2 بین ۰/۷۹۵ تا ۰/۸۵۱ را نشان می‌دهد. برای ۸۰ ایستگاه منتخب داخل محدوده و با همبستگی ۰/۹۲۳ توزیع جریان بصورت لگاریتم دبی نسبت به لگاریتم بارش و متغیر ارتفاع در سطح ۹۵٪ ارتباط معنی‌دار و قابل قبولی را نشان می‌دهد. بررسی عوامل تأثیرگذار در ایجاد رواناب و اثر متغیرهای فوق در نقشه پهنه بندی تهیه شده، که براساس تأثیر شاخص وزنی هر کدام از متغیرها و از طریق نرم افزار ArcGIS انجام گردید، تغییر مکان و جابجایی بسیار زیادی از مناطق مناسب و دارای پتانسیل آب، از جنوب محدوده مورد مطالعه به سمت شمال و شرق حوضه را نشان می‌دهد. همچنین، بین پارامترهای هیدرولوژیکی و تعیین مکانهای مناسب منابع آب، با روش تحلیل آماری رگرسیون چند متغیره، روش لاجستیک و روش تعیین شاخص وزنی متغیرها، انطباق تقریبی وجود دارد.

کلید واژه‌ها: بارش - رواناب؛ پارامترهای هیدرولوژی؛ پهنه‌بندی منابع آب؛ رگرسیون چند متغیره

مقدمه

(1988, Viessman Jr, W., and Lewis, G. L. 1996).
سینگ (۱۹۸۸) توجه به اطلاعات و مقادیر توزیع مکانی - زمانی بارندگی، مقادیر نفوذ و پارامترهای دیگر جهت بدست آوردن رواناب مستقیم حاصل از بارندگی بر روی یک حوضه را، امری ضروری دانسته که به جهت برقراری رابطه بین بارندگی و رواناب در یک حوضه آبریز انجام می‌گیرد. Mc.Cuen و همکار (2003) در تجزیه و تحلیل فراوانی جریانهای فصلی در جلگه‌های ساحلی، عنوان

در مورد رابطه بین بارش و جریان‌های سطحی مطالعات متعددی انجام شده است. این تحقیقات در زمینه تجزیه و تحلیل هیدروگراف رواناب و مقادیر بارش در مناطق مختلف و با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر ارتفاع و شیب حوضه، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی منطقه و استفاده از روشهای استوکاستیکی صورت گرفته که منجر به کسب تجربیات ارزنده و مفیدی گردیده است (Chaw et al.,).

بر اساس مدل بارش- رواناب منطقه‌بندی شده، پیش‌بینی و ارزیابی نموده و نشان دادند که با افزایش مساحت حوضه آبریز پیش‌بینی رواناب در حوضه‌ها نیز افزایش می‌یابد. این احتمال با افزایش ارتفاع حوضه در مدل بارش- رواناب بیشتر می‌گردد، درحالی که وابستگی رواناب بر روی ویژگی‌های آب و هوایی ضعیف‌تر است. Wright و همکاران (۲۰۱۴)، سیلاب را محصول عوامل بارش متنوع مکانی و زمانی پیچیده، خواص ناهمگون سطح زمین و ساختار شبکه زهکشی دانسته و دوره‌های زمانی برگشت دبی اوج را برای تمام نقاط در امتداد شبکه زهکشی، امکانپذیر ارزیابی می‌نمایند.

باتوجه به گزارش‌های تحقیقاتی وزارت نیرو در دوره‌های مختلف (۱۳۷۲-۱۳۸۵)، در زمینه حوضه آبریز کارون در زاگرس، بررسی‌های متعددی توسط بسیاری از محققان و پژوهشگران دانشگاهی بصورت موردی و در قالب طرح‌های مطالعاتی، صورت گرفته‌است. این بررسی‌ها در رابطه با پدیده‌های هیدرولوژیکی و جریانهای سطحی، حجم آبدهی و رواناب حوضه‌های کرخه و کارون، هیدروگراف‌های سیلاب در زیرحوضه کارون تا پل شالو و رژیم هیدرولوژیکی حوضه آبریز مورد بررسی، مدل‌های توزیع مکانی بارش در طی رگبارهای مولد سیلاب در حوضه آبریز کارون علیا، محاسبه میزان رسوب‌دهی و پیش‌بینی آن در رواناب حاصل از بارندگی‌های منفرد و همبستگی بین تخمین رسوب تولید شده و بارندگیها انجام شده است. ابریشم‌چی و همکاران (۱۳۸۴) در بررسی جریان سالانه رودخانه‌های حوضه‌های آبریز کرخه-کارون و دز، براساس آمار هیدرومتری ایستگاه‌های موجود، یک مدل استوکاستیکی سالانه منطقه‌ای را بر مبنای سری‌های زمانی ارائه داده‌اند. قنبرپور (۱۳۸۶) با بررسی رواناب در تعدادی از زیر حوضه‌های آبریز دز و کارون و در مقاطع زمانی ماهانه-دوماهه و فصلی، نشان داده است که الگوی استوکاستیک رواناب در مقاطع فوق وابستگی زیادی با مساحت حوضه آبریز ندارد. جلال کمالی و صدقی

نموده‌اند که در طراحی‌های هیدرولوژی، تحقیق بر روی دبی‌های فصلی باید انجام گیرد و توصیه‌هایی برای تجزیه و تحلیل فراوانی وقوع سیلهای فصلی در مکانهای دارای آمار و فاقد آمار ارائه نموده‌اند. Vogel و Sankarasubramanian در سال ۲۰۰۰ یک ارتباط لگاریتم خطی در ارتباط با ویژگی‌های اندازه‌های مکانی جریانهای سطحی سالانه براساس اندازه‌گیری دبی جریان متوسط سالانه رودخانه ارائه داده‌اند. Abi-Zeid و Bobée (۲۰۰۴)، با استفاده از آمارهای ناقص رخدادها و افزایش جریان آب در رودخانه‌ها، ضمن بررسی جریانهای سطحی بر روی ۱۰ رودخانه بزرگ کانادا در محدوده وسیع، یک مدل استوکاستیکی از جریانهای کم با فرآیندهای متناوب نقطه‌ای یافته‌ها را ارائه داده‌اند. Najafi (2003) برای مدل سازی بارش مازاد و تبدیل آن به رواناب در یک حوضه آبریز سعی کرده است یک مدل مفهومی فیزیوگرافیک توزیع شده ارائه نماید. بسیاری از محققین از جمله Fervert et al., (1989), Luk و Ball (1998), Karvonen et al., (1999) از تجزیه و تحلیل‌های سریهای زمانی (شامل سریهای زمانی کیفی یا کمی و پیوسته یا گسسته) در زمینه هیدرولوژی استفاده کرده و بر اساس آن مدلها و شبیه‌سازی‌هایی را از طریق قوانین احتمالاتی و توسط روابط پدیده شناختی و بر مبنای روشهای استوکاستیکی ارائه نموده‌اند. در زمینه تجزیه و تحلیل‌های استوکاستیکی هیدروگراف منابع آب سطحی و زیرزمینی با استفاده از سریهای زمانی، می‌توان به تحقیقاتی که توسط Sanso et al. (۱۹۹۹) و Sajikumar (۱۹۹۹)، Beighlay و Mc Cen (۲۰۰۳) و Vogel و Stedinger (۱۹۹۸) و Durrans S.R. (۲۰۰۴) R. Pitt صورت گرفته است، اشاره کرد. Gabellani et al., (۲۰۰۷) حداقل بارش مورد نیاز برای پیش‌بینی سیلاب و تأیید حساسیت دبی اوج برای تعیین محدوده قدرت بارندگی را تخمین و ارزیابی نمودند. Viglione و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از سری‌های زمانی رواناب روزانه، مقدار رواناب را برای تعداد زیادی حوضه آبریز و

ارتفاع، ابتدا از روشهای درون‌یابی برای تعمیم داده‌ها به تمام منطقه استفاده شد و سپس این داده‌ها مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. این روش در شبیه‌سازی مدل بر اساس محدود بودن تغییرات به دامنه مشاهدات در همه سیستمها و مناطق بویژه در مورد توزیع مکانی بارش، دما و تبخیر به‌کار گرفته می‌شود. روشهای درون‌یابی شامل فرآیند پیش‌بینی مقادیر نامعلوم با استفاده از مقادیر معلوم در نقاط همسایه است که این نقاط ممکن است بطور منظم یا نامنظم پراکنده شده باشند (در کلیه داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه، نقاط بصورت نامنظم پراکنده شده‌اند). به منظور وزندهی به عوامل و متغیرهای مورد نظر در پهنه بندی از روش تحلیل‌های آماری استفاده شده‌است. اساسی‌ترین تحلیل‌های آماری که بر مبنای وزن دهی و تأثیر عوامل صورت گرفته‌است شامل: تحلیل جداول متقاطع، میانگین‌گیری وزنی براساس واحدهای منطقه‌ای و تحلیل‌های رگرسیونی یک یا چند متغیره می‌باشد. شکل ۱ موقعیت و محدوده حوضه آبریز کارون را نشان می‌دهد.

برای پیش‌بینی مقدار یک متغیر وابسته، هنگامی که مقدار بخصوصی برای متغیر دیگر داده شده باشد، از معادلات رگرسیون استفاده می‌شود. چنانچه خط رگرسیون بخوبی بر داده‌ها برازش گردد (نیکویی برازش)، میتوان از معادله آن جهت پیش‌بینی متغیر وابسته استفاده نمود، مشروط بر آنکه در قلمرو اعداد موجود در داده‌ها بوده و از آن خارج نگردد، هنگامی که همبستگی خطی معنی‌داری وجود ندارد، نمیتوان از معادله رگرسیون برای پیش‌بینی استفاده کرد (Triola, 2008). چنانچه r یا ضریب همبستگی خطی، بین $+1$ تا -1 باشد، هرچه مقدار r به $+1$ یا -1 نزدیک‌تر باشد خط رگرسیون بر داده‌ها برازنده‌تر است و اگر r نزدیک به صفر باشد، همبستگی خط رگرسیون ضعیف خواهد بود و برازشی بین داده‌ها وجود ندارد.

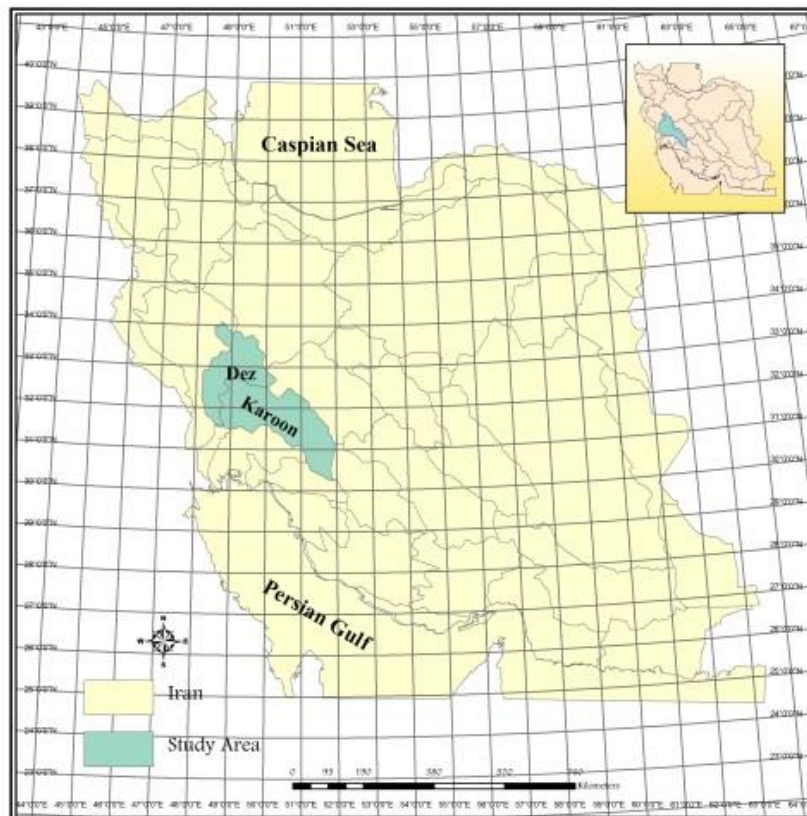
(۱۳۸۷) براساس یک روش استوکاستیک مدل‌سازی بر مبنای تخمین برگشتی پارامترها با استفاده از اجازه تغییر زمانی پارامترها (صافی) در سیستم معادلات، رفتار حوضه را براساس پالس ورودی بارش و نحوه تبدیل بارش به رواناب برای دو واقعه بارش تفسیر نموده‌اند. رستمی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از آمار ۲۶ ایستگاه آب سطحی حوضه دز، اقدام به تحلیل ایستگاهی و منطقه‌ای سیلاب با روش گشتاور خطی نموده‌اند. همچنین پژوهشهای مشابه دیگری نیز در قالب پایان‌نامه و گزارش‌های مطالعاتی انجام شده‌است.

هدف از تحقیق حاضر، بررسی جریانهای سطحی فراگیر آب در منطقه زاگرس مرکزی (حوضه کارون بزرگ) و پهنه‌بندی مناطق دارای پتانسیل منابع آب و نیز ارائه یک طرح جامع در زمینه پهنه‌بندی حوضه‌های هیدرولوژی مناطق تولید آب در محدوده زاگرس مرکزی است. در این پژوهش سعی بر آن است که با بررسی مهمترین عوامل کمی تأثیرگذار بر روی جریان سطحی در حوضه و بر اساس داده‌های هیدرولوژیکی موجود، به پهنه بندی مناطق بالقوه تولید منابع آب پرداخته شده و نتایج آن در قالب روابط همبستگی و نقشه پهنه‌بندی ارائه گردد.

مواد و روشها

منطقه مطالعاتی و داده‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از حوضه آبریز اصلی خلیج فارس است که در داخل ارتفاعات زاگرس میانی قرار گرفته و در مختصات جغرافیایی 48° و $10'$ تا 51° و $54'$ طول شرقی و 30° و $20'$ تا 34° و $5'$ عرض شمالی واقع شده است. مساحت منطقه تا حد اتصال دو رودخانه دز و کارون و ابتدای دشت خوزستان بالغ بر 61300 کیلومتر مربع و محیط آن 8012 کیلومتر مربع می‌باشد. به منظور مدل‌سازی مجموعه نقاط و ایستگاه‌های بارش، رواناب و پارامترهای دیگر در منطقه و دستیابی به توزیع مکانی داده‌های مربوط به متغیرهای بارش، دبی، دما، تبخیر و



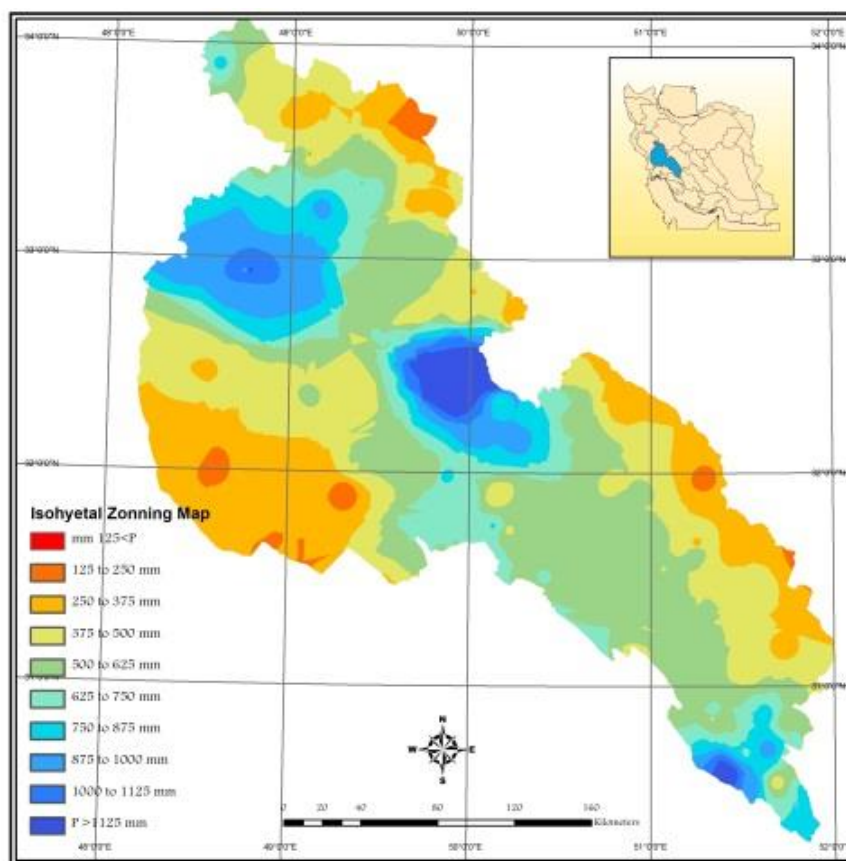
شکل ۱. موقعیت منطقه و محدوده حوضه‌های آبریز اصلی

هریک از ایستگاه‌ها اطلاعات مربوط به پنج پارامتر دما، میزان بارش، میزان تیخیر، ارتفاع منطقه‌ای ایستگاه و دبی جریان، مورد مطالعه قرار گرفتند. به دلیل نقصان و کمبود داده‌های روزانه یا عدم اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات در برخی ایستگاه‌ها، این ایستگاه‌ها از فهرست ایستگاه‌های مورد بررسی حذف گردیده و تنها از ایستگاه‌هایی که دارای داده‌های قابل اعتماد و پیوستگی اطلاعات بخصوص در دو و سه دهه اخیر بودند، استفاده شد. به منظور آماده‌سازی داده‌ها و انتقال به نرم‌افزارهای آماری مورد استفاده (Excel, Spss) و وارد کردن داده‌ها به سیستم نرم‌افزار ArcGIS در تحلیل‌های آماری، از میانگین وزنی هر عامل مستقل در نواحی نمونه‌گیری با در نظر گرفتن فرضیات راجع به میانگین‌گیری آماری و ساده‌انگاری در مقیاس زمانی داده‌ها استفاده شد.

معرفی داده‌ها

ایستگاه باران سنجی موجود در بازه زمانی ۳۵ تا ۴۵ ساله در حوضه آبریز زاگرس مرکزی تعداد ۲۲۶ ایستگاه و تعداد ۱۶۵ ایستگاه هیدرومتری و دبی جریان سطحی آب که دارای اطلاعات چندین ساله بودند. پایگاه داده‌های مورد استفاده در این تحقیق براساس داده‌های روزانه ثبت شده در ۱۶۷ ایستگاه هواشناسی منطقه بدست آمده است. از این تعداد، ۹۷ ایستگاه که دارای داده‌های بهتر و مشترک با ایستگاه‌های هیدرومتری بودند، مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته‌اند. ۸۷ ایستگاه در داخل حوضه کارون بزرگ قرار گرفتند. میانگین بارش سالانه به منظور توزیع مکانی بارش به روش درون‌یابی برای کل ایستگاه‌های استفاده شده برابر با $۵۴۴/۷$ میلیمتر برای دوره آماری ۳۵ تا ۴۵ ساله محاسبه شده است.

براساس تعداد ایستگاه‌های موجود در منطقه، داده‌های ماهانه و سالانه بر مبنای داده‌های روزانه بدست آمده‌اند. در



شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی باران در حوضه کارون و دز

شماره ۴ پارامتر ارتفاع برای مقایسه و تأثیر احتمالی بر مقادیر بارش و حداکثر دبی جریان نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، روند تغییرات بارش سالانه و دبی متوسط جریان در برخی از نواحی و ایستگاه‌ها کاملاً بدون ارتباط و مخالف یکدیگر هستند. به بیان دیگر، با افزایش میزان بارش در برخی از ایستگاه‌های حوضه، میزان دبی متوسط جریان، کاهش یافته و از الگوی متفاوتی پیروی می‌کند. براین اساس، چنین به نظر می‌رسد که در این ایستگاه‌ها فاکتورهایی مؤثرتر از میزان بارش بر جریان رواناب مؤثر هستند. بنابراین، لازم است به بررسی ارتباط سایر پارامترهای مؤثر بر میزان رواناب، در حوضه پرداخته شود. شکل ۵ تغییرات کلیه پارامترهای مورد بررسی در ایستگاه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

دستیابی به توزیع مکانی بارش، دبی جریان و دیگر پارامترها، بر اساس داده‌های نقطه‌ای در ایستگاه‌های باران‌سنجی و مبتنی بر روش درون‌یابی و یا برون‌یابی صورت گرفته است. شکل ۲ نقشه پهنه‌بندی باران در حوضه کارون و دز را نشان می‌دهد. همچنین اطلاعات مربوط به ۲۸ ایستگاه اصلی مورد استفاده در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

پردازش داده‌ها

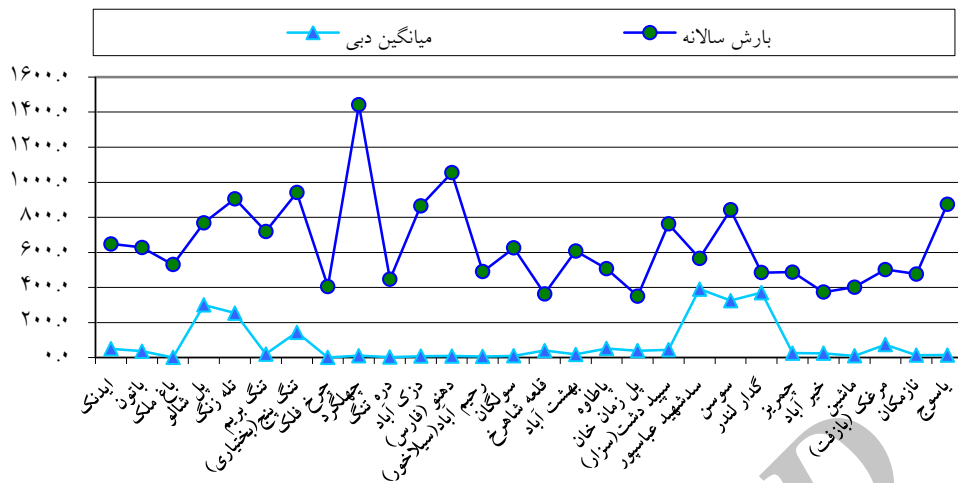
میزان بارش، یکی از مهمترین پارامترهای مؤثر بر تشکیل و جریان رواناب تلقی می‌شود. به منظور بررسی ارتباط نسبی بین بارش و رواناب، پارامترهای میزان بارش سالانه و متوسط دبی جریان سالانه در هر ایستگاه مورد مقایسه قرار گرفتند. بعنوان نمونه در شکل ۳ وضعیت پراکندگی میانگین سالانه بارش و دبی جریان برای ۲۸ ایستگاه منتخب نشان داده شده است. همچنین در شکل

جدول شماره ۱. ایستگاه‌های اصلی مشترک دارای داده‌های بارش، دبی، دما و تبخیر در منطقه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع m	بارش سالانه mm	حداکثر دبی m3	میانگین دبی m3	تبخیر mm	دما °C
ایدنک	۵۰-۲۵	۳۰-۵۷	۵۶۰	۶۴۹	۷۴۵	۵۰/۵	۲۳۴/۱	۲۳
باتون	۵۱-۲۰	۳۰-۱۵	۷۴۰	۶۲۸	۶۳۷	۳۶/۴	۲۰۶/۱	۲۱/۷
باغ ملک	۴۹-۵۳	۳۱-۳۲	۶۷۵	۵۳۰	۱۸	۰/۶	۱۶۲/۸	۲۱
بهشت آباد	۵۰-۳۸	۳۲-۰۲	۱۶۷۰	۶۰۸	۱۳۵	۱۸	۳۱۷	۱۳/۴
پاناوه	۵۱-۱۶	۳۰-۵۷	۱۵۴۰	۵۰۷	۴۳۰	۵۱/۹	۱۷۹/۳	۱۶/۲
پل زمان خان	۵۰-۵۴	۳۲-۳۰	۱۸۸۰	۳۵۰	۲۰۴	۳۹/۱	۱۵۹/۲	۱۳/۱
پل شالو	۵۰-۰۸	۳۱-۴۵	۷۰۰	۷۶۹	۱۶۰۷	۳۰۰/۸	۲۵۴/۸	۲۲/۳
تله زنگ	۴۸-۴۶	۳۲-۴۹	۴۸۰	۹۰۶	۱۸۶۸	۲۵۳/۷	۲۳۶/۴	۲۴/۳
تنگ بریم	۵۱-۱۴	۳۰-۱۹	۷۵۰	۷۲۰	۲۳۲	۲۰/۴	۱۹۶	۲۱
تنگ پنج	۴۸-۴۶	۳۲-۵۶	۶۰۰	۹۴۲	۸۵۷	۱۴۴	۲۲۲/۳	۲۴/۵
چرخ فلک	۵۰-۰۳	۳۲-۵۲	۲۴۹۰	۴۰۶	۶	۰/۶	۱۶۱/۵	۹/۸
چم ریز	۵۱-۰۶	۳۰-۲۸	۱۸۰	۴۸۸	۸۱	۲۶	۱۶۴/۲	۱۴/۴
چلگرد	۵۰-۰۸	۳۲-۲۷	۲۴۰۰	۱۴۴۲	۳۲	۱۰/۶	۱۳۰/۶	۹/۳
خیر آباد	۵۰-۲۴	۳۰-۳۱	۳۸۰	۳۷۳	۳۲۵	۲۴/۳	۲۱۱/۶	۱۳/۶
دره تنگ	۴۸-۱۶	۳۳-۵۶	۱۸۰۰	۴۴۷	۱۵	۳/۲	۱۶۳/۸	۱۲/۸
دزک آباد	۵۰-۲۰	۳۲-۱۴	۲۱۵۰	۸۶۶	۱۴۷	۸/۷	۱۶۳/۷	۱۰/۵
دهنو(فارس)	۵۰-۵۲	۳۰-۵۹	۱۳۸۳	۱۰۵۴	۱۴۰	۹/۲	۲۲۳/۵	۱۹/۳
رحیم آباد	۴۸-۴۸	۳۳-۴۷	۱۴۹۰	۴۹۰	۳۶	۶/۱	۲۰۴/۳	۱۴/۲
سپیددشت(سزار)	۴۸-۵۳	۳۳-۱۳	۹۷۰	۷۶۳	۱۱۹	۴۵	۲۷۸	۲۰
سد ش. عباسپور	۴۹-۳۶	۳۲-۰۴	۸۲۰	۵۶۶	۱۵۸۴	۳۹۰/۴	۲۲۱/۷	۲۲/۳
سوسن	۴۹-۵۲	۳۱-۵۹	۶۰۰	۸۴۳	۱۹۴۶	۳۲۵	۲۱۰/۹	۲۱/۶
سولگون	۵۱-۱۵	۳۱-۳۸	۲۱۵۰	۶۲۶	۱۰۲	۱۰/۳	۱۸۱	۱۱/۴
قلعه شاهرخ	۵۰-۲۸	۳۲-۳۹	۲۱۰۰	۳۶۳	۲۵۶	۳۹/۹	۱۲۵/۳	۹/۳
گدارلندر	۴۹-۲۳	۳۲-۰۲	۲۶۰	۴۸۵	۲۰۰۷	۳۷۰/۳	۲۴۸/۵	۲۵/۵
ماشین	۴۹-۴۳	۳۱-۲۳	۳۵۰	۴۰۲	۳۱۸	۱۰/۱	۲۵۴/۹	۲۳/۹
مرغک(بازفت)	۵۰-۲۸	۳۱-۳۹	۸۶۰	۵۰۲	۶۸۲	۷۳/۷	۲۱۵/۶	۲۰
نازمکان	۵۰-۴۴	۳۰-۳۸	۶۵۰	۴۷۷	۱۷۱	۱۳/۵	۲۰۴/۵	۲۲/۲
یاسوج	۵۱-۳۶	۳۰-۳۹	۱۸۲۱	۸۷۴	۱۳۲	۱۴/۷	۱۷۱	۱۴/۱

جدول شماره ۲. مقایسه آمارهای توصیفی در تجزیه و تحلیل‌های انجام شده

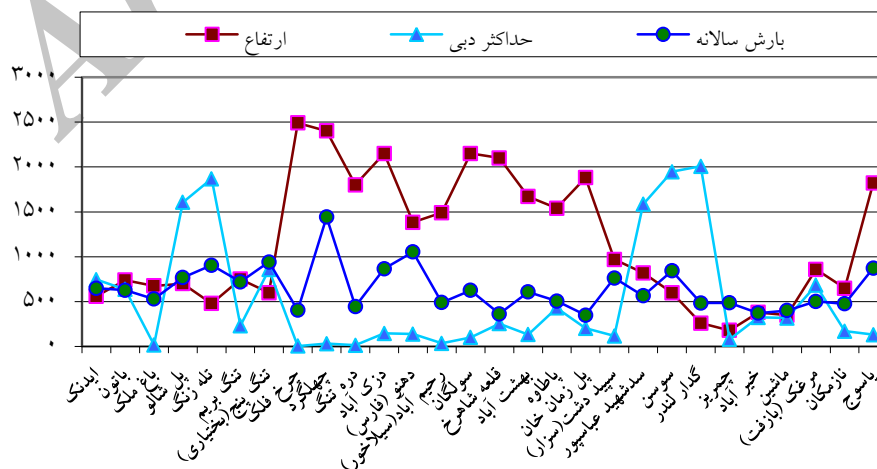
آمار توصیفی	۲۸ ایستگاه مشترک	۸۰ ایستگاه	۹۷ ایستگاه	۲۲۶ ایستگاه
میانگین بارش (mm)	۶۴۵/۵	۵۶۹/۵	۵۵۴/۲	۵۴۴/۷
حداقل مقدار	۳۵۰/۳	۱۳۳/۳	۱۰۱/۴	۱۰۱/۴
حداکثر مقدار	۱۴۴۱/۶	۱۴۶۴/۶	۱۴۶۴/۶	۱۴۶۴/۶
انحراف معیار (δ)	۲۵۰/۳	۲۵۶/۱	۲۶۴/۳	۲۴۸



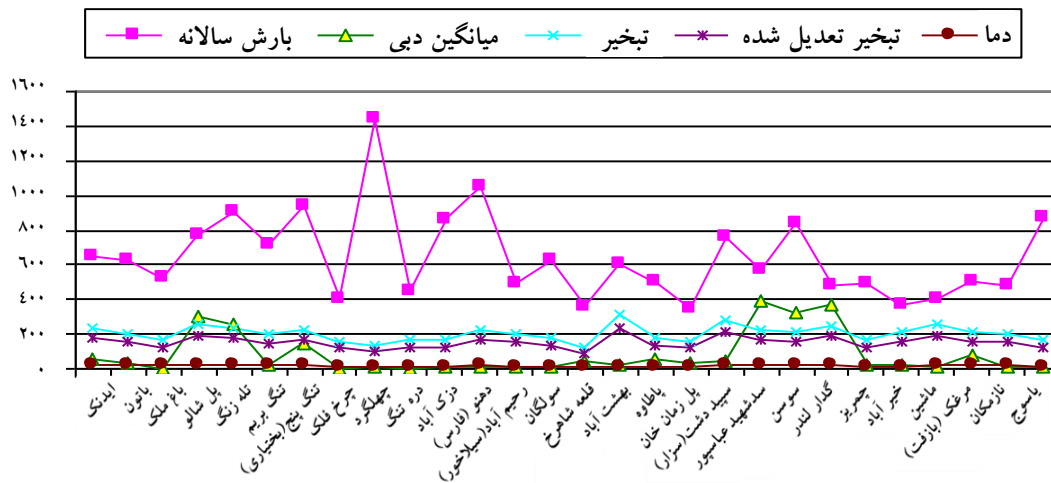
شکل ۳. وضعیت پراکندگی میانگین مقادیر سالانه بارش و دبی در ایستگاه‌های منتخب

مورد بررسی ایجاد شود. این تابع، اگرچه می‌تواند ارتباطی دقیق بین پارامترهای مؤثر بر رواناب را بیان نماید، اما از نظر سهولت کاربرد چندان ثابت نیست، زیرا مدل‌سازی جریان رواناب در حوضه نیازمند پارامترهای متعدد دیگری نیز هست که ممکن است همواره در دسترس نباشند. به عبارت دیگر، این مدل‌سازی به پارامترهای خاصی نیاز دارد که ماهیت داده‌های کمی را ندارد. بنابراین، به منظور کاهش تعداد پارامترهای مدل مورد بررسی، لازم است ارتباط مشخصی بین تعدادی از پارامترهای مورد نظر وجود داشته باشد.

بطوری که در شکل ۵ دیده می‌شود، افزایش و کاهش میزان دبی جریان در ایستگاه‌ها لزوماً ارتباط مستقیمی با تغییرات تک تک پارامترهای مورد مطالعه ندارد. این درحالی است که برخی متغیرها نسبت به یکدیگر دارای ارتباط معکوس هستند. نظیر این ارتباط در شکل ۶ نشان داده شده است. به بیان دیگر، میزان تغییرات دبی جریان در ایستگاه‌ها را می‌توان تابعی از تغییرات کلیه پارامترهای مورد مطالعه دانست. لذا به منظور مدل‌سازی رواناب در منطقه مورد نظر باید تابعی بین جریان رواناب در ایستگاه‌ها و هر یک از پارامترهای



شکل ۴. وضعیت پراکندگی میانگین مقادیر سالانه بارش و دبی و ارتفاع در ایستگاه‌های منتخب



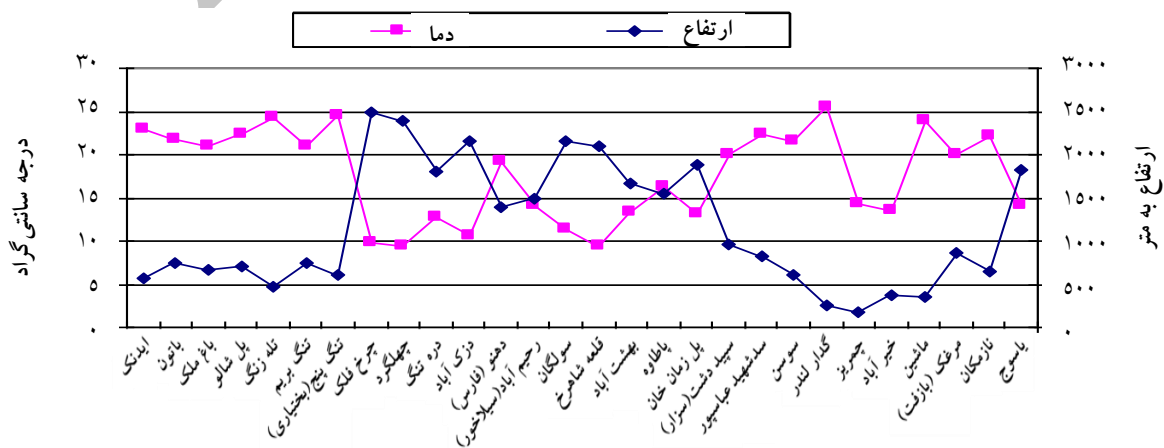
شکل ۵. وضعیت پراکنندگی میانگین مقادیر سالانه دما، بارش، تبخیر و میانگین دبی در ایستگاه‌های منتخب

میزان بارش و ارتفاع برقرار و بیان نمود. بدین منظور از روش رگرسیون چند متغیره برای بیان این رابطه استفاده شده است. شکلهای ۸ تا ۱۰ هیستوگرام فراوانی تغییرات دبی و بارش را نشان می‌دهند. برای ارتباط بین دبی جریان، ارتفاع و میزان بارش، روابط غیرخطی با بکارگیری رابطه رگرسیون چند متغیره بدست می‌آید. بر اساس داده‌های فوق، همبستگی بین دما و جریان سطحی و نیز ارتباط بین متغیر دما و ارتفاع بسیار قوی است. همچنین دما و جریان سطحی، به صورت لگاریتمی همبستگی قوی را نشان می‌دهند؛ به طوریکه مقدار $R^2 = 0.832$ نشان دهنده همبستگی بین لگاریتم دما و متغیر وابسته لگاریتم جریان سطحی است.

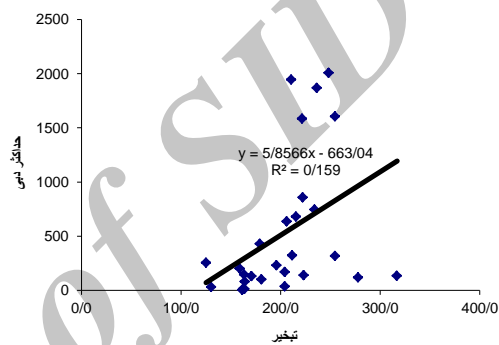
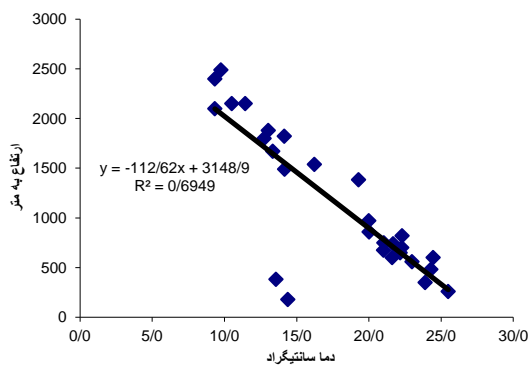
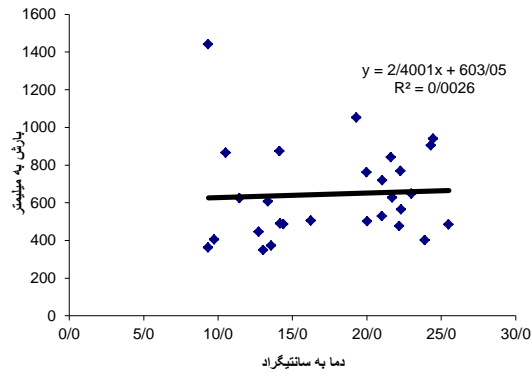
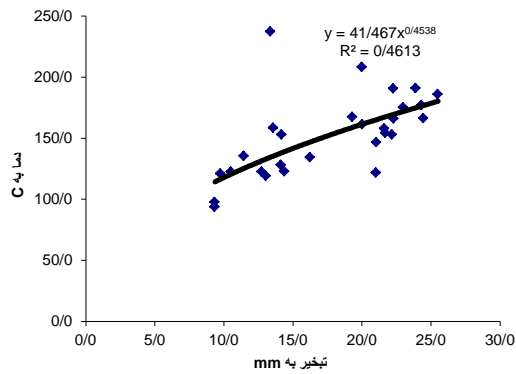
جهت بررسی ارتباط احتمالی پارامترهای دما، ارتفاع، میزان بارش و تبخیر با یکدیگر، تغییرات این پارامترها نسبت به یکدیگر و در قالب شکلهای ۷- الف تا ۷- د مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. همان گونه که در این شکلهای نشان داده شده‌است، ارتباط کاملاً مشخصی بین ارتفاع و دما وجود دارد. علاوه براین، بین پارامتر تبخیر و دما، ارتباط نسبتاً مشخص و معنی‌داری وجود دارد. اما هیچ گونه ارتباط معنی‌داری بین میزان بارش و سایر پارامترهای فوق دیده نمی‌شود. براین اساس، می‌توان دو پارامتر دما و میزان تبخیر را برحسب ارتفاع نشان داد.

مدل‌سازی

جهت مدل‌سازی رواناب یا جریان سطحی در حوضه آبریز، می‌توان رابطه‌ای را برحسب دبی جریان سالیانه،



شکل ۶. مقایسه مقادیر ارتفاع با دما در ایستگاه‌های منتخب

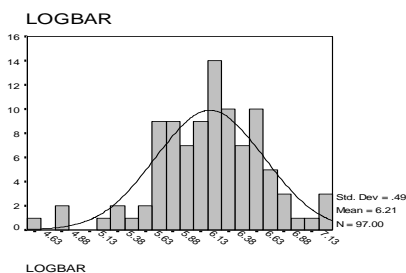


شکل ۷. رابطه و همبستگی مقادیر دما و تبخیر با ارتفاع و بارش متوسط سالانه در ۲۸ ایستگاه

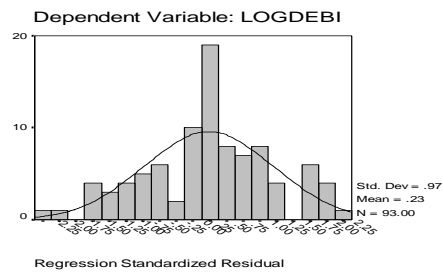
(۲) $\ln y = 1.082 x_1 - 0.387 x_2$ با $R^2 = 0.645$
 $y =$ مقدار لگاریتم جریان سطحی و x_1 و x_2 به ترتیب مقادیر بارش و دبی مشاهده‌ای است.
 شکلهای شماره ۸، ۹ و ۱۰ منحنی فراوانی تغییرات دبی و بارش را نشان می‌دهد. همچنین شکلهای شماره ۱۱ و ۱۲ منحنی برازش و پراکنش متغیر وابسته جریان سطحی (دبی) را نسبت به مقادیر مشاهده‌ای و مورد انتظار نشان می‌دهد.

معادله همبستگی بدست آمده در سطح اعتماد ۹۵٪ معنی دار است. ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۱۲ می‌باشد که نشان‌دهنده ارتباط مناسب و مؤثر بین متغیرها است. طبق بررسیهای انجام گرفته بر روی داده‌های بارندگی و جریان سطحی که به ترتیب در ۹۷ و ۸۷ ایستگاه به عمل آمد، بر اساس مقادیر بارش، دبی مشاهده‌ای و ارتفاع و با در نظر گرفتن جریان سطحی بعنوان متغیر وابسته، دو مدل زیر مشخص گردید:

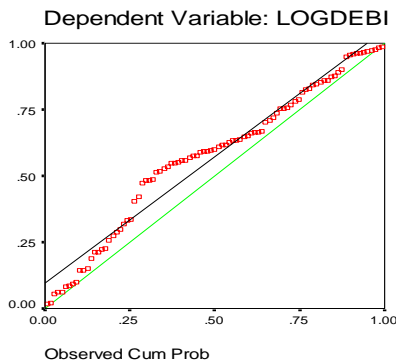
(۱) $\ln y = 0.770 x_1$ با $R^2 = 0.593$



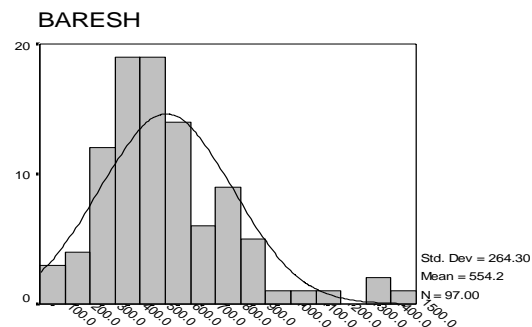
شکل ۹. هیستوگرام فراوانی متغیر لاگ بارش در ۹۷ ایستگاه



شکل ۸. هیستوگرام فراوانی متغیر لاگ دبی در ۹۳ ایستگاه



شکل ۱۱. نمودار نرمال p-p خط رگرسیون لاگ دبی در ۹۷ ایستگاه



شکل ۱۰. هیستوگرام نرمال فراوانی متغیر بارش در ۹۷ ایستگاه

و پراکنش متغیر وابسته را نسبت به مقادیر مورد انتظار نشان می‌دهد. در اینجا به دلیل افزایش ضریب تعیین، از بکارگیری ضریب ثابت یا مقدار **b** در مدل صرف نظر شده است. مدل لگاریتم جریان سطحی نسبت به لگاریتم بارش و ارتفاع در ۹۷ ایستگاه مورد بررسی در جدول ۳ آمده است.

با وارد کردن لگاریتم بارش، مدل بصورت زیر تعریف می‌گردد:

مدل اول:

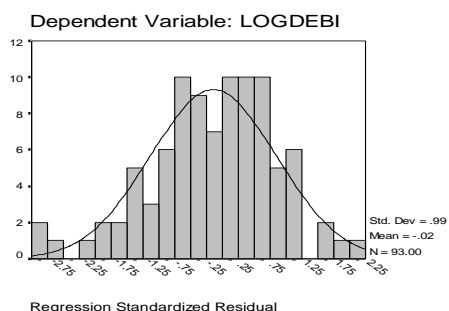
$$\text{Ln } Y = 0.80 \ln x1 \quad \text{با} \quad R^2 = 0.640 \quad (3)$$

شکلهای شماره ۱۳، ۱۴ و ۱۵ به ترتیب منحنی فراوانی لگاریتم دبی، توزیع احتمالی رگرسیون استاندارد

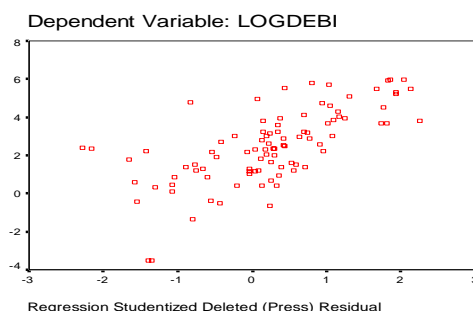
جدول ۳. خلاصه مدل لاگ دبی نسبت به لاگ بارش و ارتفاع در ۹۷ ایستگاه

مدل	R	R ² (a)	R ² اصلاح شده	خطای استاندارد برآورد
۱	(b) ۰/۸۰۰	۰/۶۴۰	۰/۶۳۶	۱/۸۸۷۲۵
۲	(c) ۰/۸۹۶	۰/۸۰۳	۰/۷۹۸	۱/۴۰۵۴۶

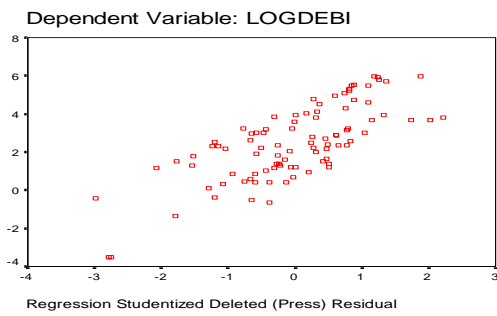
- a Model Summary(d,e)
 b Predictors: LOGBAR
 c Predictors: LOGBAR, HEIGHT
 d Dependent Variable: LOGDEBI
 e Linear Regression through the Origin



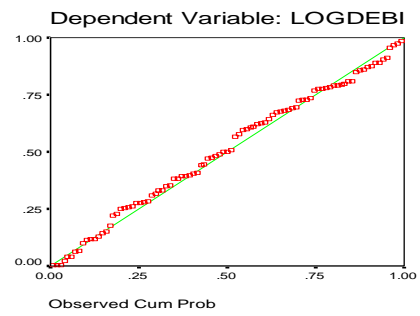
شکل ۱۳. هیستوگرام فراوانی متغیر لاگ دبی در ۹۷ ایستگاه



شکل ۱۲. نمودار پراکنش لاگ دبی در ۹۷ ایستگاه

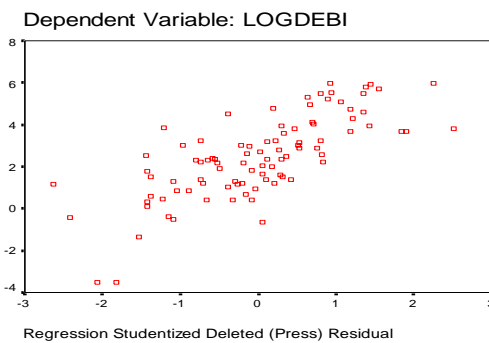


شکل ۱۵. نمودار پراکنش متغیر وابسته لاگ دبی



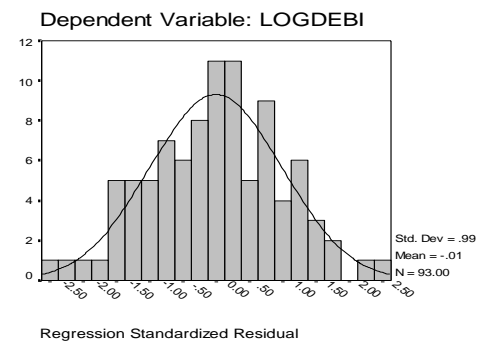
شکل ۱۴. نمودار نرمال p-p خط رگرسیون لاگ دبی در

ایستگاه ۹۷



شکل ۱۷. نمودار پراکنش متغیر وابسته لاگ دبی در مدل دوم در ۹۷

ایستگاه



شکل ۱۶. هیستوگرام فراوانی متغیر لاگ دبی در ۹۳ ایستگاه با مدل دوم

در حالت ضریب استاندارد شده از طریق نرم افزار، روابط به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln y_1 = \ln 0.8 x_1 \quad (5)$$

$$\ln y_2 = \ln 3.274 x_1 - 2.505 x_2 \quad (6)$$

$$\ln y_3 = \ln 0.403 x_1 \quad (7)$$

$$\ln y_4 = \ln 1.650 x_1 - 1.137 x_2 \quad (8)$$

شکلهای شماره ۱۶ و ۱۷ به ترتیب منحنی هیستوگرام لگاریتم دبی و نمودار پراکنش مقادیر لگاریتم دبی را نشان می‌دهد

مدل دوم:

$$\ln Y = 1.486 \ln \text{Baresh} - 0.796 \ln \text{Height} \quad (9)$$

در این مدل $R^2 = 0.803$ و $r = 0.896$ برازش شده است.

در مرحله بعد، با وارد کردن لگاریتم ارتفاع به مدل نتایج زیر حاصل شده است، بصورتی که با مشخص شدن $R^2 = 0.640$ و $R = 0.80$ در مدل اول و $R = 0.795$ و $R = 0.891$ در مدل دوم، نشان می‌دهد که در دو حالت اخیر، ضریب تعیین با توجه به مقادیر بالای R درست ارزیابی می‌شود. معادله برآورد رابطه دبی جریان در ۹۷ ایستگاه محدوده مورد بررسی بصورتی که در جدول ۴ آمده است، خلاصه شده است.

جدول ۴. خلاصه مدل لاگ دبی نسبت به لاگ بارش و لاگ ارتفاع در ۹۷ ایستگاه

مدل	R	R ² (a)	R ² اصلاح شده	خطای استاندارد برآورد
۱	(b) ۰/۸۰۰	۰/۶۴۰	۰/۶۳۶	۱/۸۸۷۲۵
۲	(c) ۰/۸۹۱	۰/۷۹۵	۰/۷۹۰	۱/۴۳۲۹۱

Model Summary(d,e)

a

b Predictors: LOGBAR

c Predictors: LOGBAR, LOGHEIGHT

d Dependent Variable: LOGDEBI

e Linear Regression through the Origin

جدول ۵. خلاصه مدل لاگ دبی نسبت به لاگ بارش و ارتفاع در ۸۰ ایستگاه داخل محدوده

مدل	R	R ² (a)	R ² اصلاح شده	خطای استاندارد برآورد
۱	(b) ۰/۸۵۹	۰/۷۳۸	۰/۷۳۴	۱/۶۱۲۵۶
۲	(c) ۰/۹۲۳	۰/۸۵۱	۰/۸۴۷	۱/۲۲۲۳۷

a
b Predictors: LOGBAR
c Predictors: LOGBAR, HEIGHT
d Dependent Variable: LOGDBM
e Linear Regression through the Origin

۹۵٪ اعتماد، هیچ رابطه معنی داری با مقدار همبستگی خوب مشاهده نشد.

همانطور که در جدول ۵ ملاحظه می‌گردد، مقدار ضریب تعیین R² در مدل اول برابر با ۰/۷۳۸ و همبستگی برابر با ۰/۸۵۹ و در مدل دوم R² = ۰/۸۵۱ و ضریب همبستگی برابر با ۰/۹۲۳ برای رابطه بارش با دبی متوسط جریان است. بنابراین به نظر می‌رسد واسنجی مدل درست ارزیابی شده است، بطوریکه در جدول ANOVA نیز مقادیر آزمون F محاسبه شده بیشتر از F استاندارد است و مدل پذیرفته شده است.

در ایستگاه‌های مشترک که دارای مقادیر بارش، دبی، ارتفاع، دما و تبخیر می‌باشند، معادله و مدل رگرسیون به دو حالت نرم‌افزاری مختلف تعیین گردیده است. لازم به ذکر است که در هر دو حالت، هیچگونه ارتباط مشخصی بین مقادیر متغیرهای مستقل با متغیر تعریف شده دبی مشاهده ای وجود ندارد، ولی چنانچه در توزیع لگاریتمی دبی، متغیر وابسته را در نظر بگیریم، مقادیر همبستگی پیرسون بین متغیرها وجود دارد که در جدول شماره ۶ بصورت زیر برآورد شده است:

جدول شماره ۶. مقادیر ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرها

متغیر	درجه حرارت	تبخیر	بارش	ارتفاع	لاگ دبی حداکثر
درجه حرارت	۱	۰/۵۹۸	۰/۰۵۱	-۰/۸۳۴	۰/۶۶۳
تبخیر	۰/۵۹۸	۱	۰/۰۰۷	-۰/۵۱۳	۰/۴۷۴
بارش	۰/۰۵۱	۰/۰۰۷	۱	۰/۱۵۴	۰/۰۸۲
ارتفاع	-۰/۸۳۴	-۰/۵۱۳	۰/۱۵۴	۱	-۰/۵۹۱
لاگ دبی حداکثر	۰/۶۶۳	۰/۴۷۴	۰/۰۸۲	-۰/۵۹۱	۱

لازم به ذکر است که در آزمون ANOVA مقادیر و معادله دو مدل اخیر قابل پذیرش است، بطوریکه در سطح خطای $\alpha=0/05$ مقدار F بدست آمده و با مقدار $F_s < F_c$ $\text{sig} = 0$ بشدت معنی دار می‌باشد و چون مقدار $F_s < F_c$ است، در نتیجه مدل پذیرفته شده است. مدل فوق برای ۹۷ ایستگاه نشان می‌دهد که توزیع جریان سطحی یا رواناب در منطقه بصورت توزیع لگاریتمی و تابع توزیع لگاریتمی مقادیر بارش و تغییرات ارتفاع است؛ هرچند به نظر می‌رسد این مدل تنها با بعضی از ایستگاه‌های منتخب انطباق دارد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری در ۸۰ ایستگاه که دارای داده‌های مشترک بارش، دبی جریان و ارتفاع در محدوده مورد مطالعه هستند، و نیز بررسی روند در حالت متغیر دبی جریان با متغیرهای مستقل، در سطح $\alpha=0/05$ و با $\text{sig} = 0$ که در چند مرحله واسنجی گردید، نشان می‌دهد که تابع دبی جریان نسبت به مقادیر بارش و ارتفاع، روند و رابطه غیرخطی داشته و بهترین حالت مدل تابع در توزیع لگاریتمی دبی جریان نسبت به لگاریتم بارش دارای پاسخی قابل قبول است. در بقیه حالات در سطح

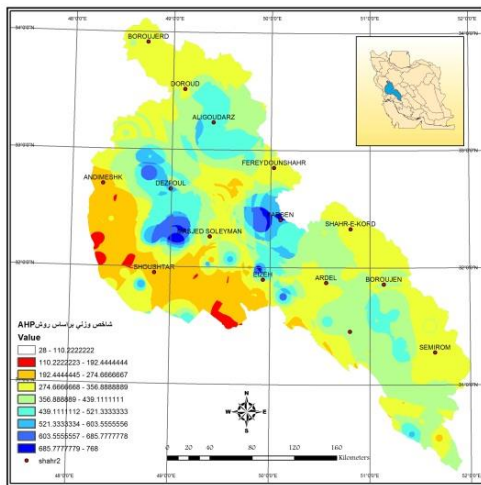
بارش و متغیر ارتفاع در سطح ۹۵٪ قابل قبول می‌باشد. همچنین برای ۲۸ ایستگاه مشترک و منتخب با متغیرهای فوق، رابطه‌ای قوی بین متغیرهای وارد شده به مدل، نسبت به متغیر وابسته دبی جریان محاسباتی دیده نمی‌شود. همانطور که پیشتر بیان شد، در روش رگرسیون خطی و چند متغیره و همچنین روش رگرسیون لاجستیک، متغیر ارتفاع دارای کمترین همبستگی با متغیرهای دیگر بویژه بارش و دبی جریان است، ولی با دما رابطه و همبستگی معکوس و قوی را از خود نشان می‌دهد. برای نشان دادن مناطق تأثیرگذار در تشکیل جریان سطحی و ارتباط با متغیرهای مستقل دیگر، اقدام به تهیه نقشه و تعیین مناطقی با پتانسیل مناسب، با توجه به ارزش وزنی داده شده به متغیرها، براساس تلفیق داده‌ها گردید. به منظور تجزیه و تحلیل و جمع بندی داده‌ها و تهیه نقشه‌های مکان یابی با ارزش وزنی نسبی از روش ترکیب خطی وزن دار استفاده شد. این روش از جمله روشهای متداول در ارزیابی چند متغیره‌ای است که کاربرد گسترده‌ای در محیط GIS دارد.

با توجه به ایجاد لایه‌های اطلاعاتی و ارزش وزنی داده شده به متغیرها، بر مبنای نسبت تأثیر، به نظر می‌رسد که عامل ارتفاع، در تغییر مکان مناطق، با ویژگی پتانسیل یابی منابع آب بیش از حد معمول تأثیرگذار بوده است. این موضوع، اثر خود را در نقشه تلفیقی تهیه شده در نرم افزار ArcGIS به شدت و در پنج بخش از منطقه شرقی حوضه و در راستای جهت‌گیری ارتفاعات در رشته کوه‌های زاگرس نشان داده است. در مجموع می‌توان گفت که در مناطق مرتفع زاگرس، با در نظر گرفتن و توأم بودن دو عامل مؤثر تصمیم‌گیری یعنی بارش با ارتفاع، این عوامل یا متغیرها در تشدید دبی جریان مشاهده ای و برآورد مکانی منابع آب تأثیر بسزایی داشته‌اند.

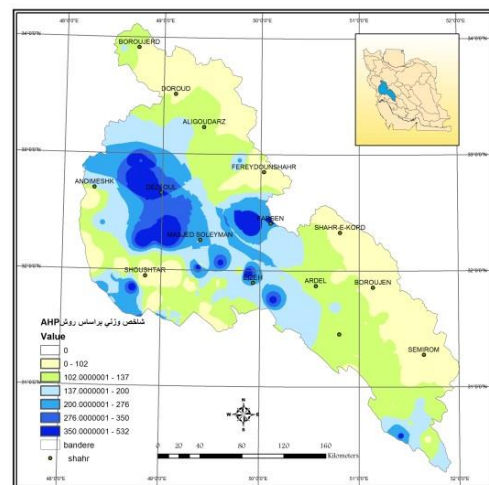
بررسیهای آماری معادله خط رگرسیون چند متغیره برای داده‌های فوق الذکر به روش Enter در نرم افزار نشان می‌دهد که بر اساس مقادیر توزیع لگاریتم حداکثر دبی جریان مشاهده‌ای نسبت به مقادیر متغیرهای مستقل دما، تبخیر، بارش و ارتفاع تنها دو متغیر در مدل تأثیرگذار بوده و وارد شده است، بصورتی که ضریب تعیین R^2 دارای مقدار بالا و به ترتیب برای مدل اول ۰/۹۴۹ و برای مدل دوم ۰/۹۵۶ بدست آمده است.

نتایج و بحث

با توجه به روشهای بکار رفته در مدل‌سازی و تبیین ارتباط بین متغیرها در تعیین مکان‌های مناسب منابع آب زاگرس مرکزی، به نظر می‌رسد، در مورد متغیرهای کمی مستقل، مانند دبی جریان، بارش، درجه حرارت، تبخیر و ارتفاع، می‌توان از روشهای آماری، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و ارزیابی متغیر تابع و وابسته بهره جست. در صورت وجود داده‌های مورد نیاز و متغیرها در هر ایستگاه، روشهای آماری مانند روش رگرسیون خطی و غیرخطی چند متغیره و روش رگرسیون لاجستیک، سریعتر و زودتر به نتیجه می‌رسد. در این تحقیق، براساس روش مدل‌سازی و همبستگی متغیرها در سطح ۹۵٪ اعتماد، مدل توزیع جریان و پتانسیل آب، معرف توزیع لگاریتم جریان سطحی در ارتباط با متغیر دما است، و نسبت به متغیر ارتفاع دارای ارتباط متوسط و با متغیر بارش و متغیرهای دیگر دارای ارتباط بسیار ضعیف و بدون همبستگی است. براساس داده‌های ۹۷ ایستگاه مورد استفاده در کل منطقه و ۸۷ ایستگاه مشترک دبی و بارش، سه مدل معرفی شده است. از میان این سه مدل، مدل با قدرت ۰/۷۹۵ (کای اسکوتر) و با توزیع $\ln y = \ln x_1 - 1.137x_2 + 1.650$ تأیید گردیده است. برای ۸۰ ایستگاه داخل محدوده و با همبستگی ۰/۹۲۳، توزیع جریان سطحی یا رواناب، بصورت لگاریتم دبی نسبت به لگاریتم



شکل ۱۹. نقشه تلفیقی بارش، رواناب، دما و تبخیر



شکل ۱۸. نقشه تلفیقی بارش، رواناب

بارش و همچنین مناطق و مکانهای با پتانسیل منابع آبی را نشان می‌دهند.

نتیجه گیری

به جهت مدلسازی رواناب و تعیین رابطه بین رواناب منطقه کارون علیا در زاگرس مرکزی و پارامترهای دما، ارتفاع، تبخیر و بارش، ابتدا از داده‌های موجود در ۱۶۷ ایستگاه و سپس در ۹۷ و ۸۷ ایستگاه هواشناسی و هیدرومتری مشترک استفاده شد. بدین منظور، داده‌های روزانه ثبت‌شده در ایستگاه‌های مورد نظر در بازه زمانی ۳۵ تا ۴۵ سال متوالی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور کاهش پراکندگی، داده‌های روزانه به داده‌های ماهانه و سالانه تبدیل شدند. بررسی اولیه داده‌های سالانه، نشان‌دهنده ارتباط معنی‌دار بین سه پارامتر دما، ارتفاع و جریان سطحی می‌باشد. ضریب تعیین به دست آمده برای متغیرها در مدل تحلیلی برابر با ۰٫۸۳۲ است. بر این اساس، با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره دو مدل برای جریان رواناب در منطقه زاگرس مرکزی ارائه شد. در مدل اول مقدار ضریب تعیین $R^2 = 0.795$ می‌باشد و در مدل دوم $R^2 = 0.851$ است که نشان دهنده همبستگی بسیار مطلوبی است و ارتباط لگاریتمی بین متغیر تابع رواناب یا جریان سطحی قابل انتظار با متغیر بارش و متغیر ارتفاع ایجاد می‌کند. با تلفیق دو ویژگی بارش و

با وارد نمودن دو عامل تصمیم‌گیری دما و تبخیر بعنوان دیگر متغیرها، برای تعیین مکان پتانسیلهای آب، مکانهای جدید شامل: منطقه الیگودرز و ایستگاه‌های دشت ورزن و سپید دشت سزار و بخش شرقی حوضه کارون در منطقه فارسان، ایستگاه‌های چهلگرد و گوشه پل، بعنوان منابع و مکانهای پتانسیلهای آبی تقویت می‌گردد.

تحلیل عوامل مؤثر در ایجاد رواناب و متغیرهای تأثیرگذار مانند بارش، دما و اضافه کردن اثر بارش، ارتفاع و تبخیر در نقشه پهنه‌بندی که براساس تأثیر وزنی هر کدام از متغیرها و از طریق نرم افزار ArcGIS انجام گردید، بیانگر آن است که تغییر مکان و جابجایی بسیار زیادی در مناطق مناسب و دارای پتانسیل آب انجام می‌گیرد، بصورتی که دامنه گسترش این مناطق، از جنوب حوضه بزرگ کارون به سمت شمال و شرق حوضه حرکت می‌نماید. در کل، سه منطقه به ترتیب در جنوب دز شامل: منطقه تله زنگ و بختیاری، منطقه غرب کارون شامل: منطقه پل لالی، و شرق کارون شامل: ناحیه فارسان و منطقه ایزه آشکار می‌باشد. در این نقشه تأثیر ارتفاع بصورت بسیار منفی و کاهنده آشکار شده است. دو شکل ۱۸ و ۱۹ پراکندگی و مناطق مناسب رواناب و

محدوده شرق کارون شامل ایذه، پل شالو، ناحیه گوشه پل و فارسان. بنابراین میتوان این سه منطقه را به لحاظ مناطق دارای پتانسیل آب، بهترین مناطق تولید مکانی آب در محدوده زاگرس مرکزی به شمار آورد. همچنین ارتباط مناسب رواناب با متغیرهای ذکر شده در منتهی الیه جنوب شرقی کارون در دشت روم و سپیدار پتانسیل آبی مناسبی را نشان می‌دهند.

دبی جریان مشاهده ای و پارامترهای موجود که بر جریان رواناب اثر می‌گذارند و همچنین تهیه نقشه و تعیین مناطقی با پتانسیل مناسب، براساس ارزش وزنی داده شده به متغیرها و تلفیق داده‌ها، مشاهده می‌شود که اثر تجمع عوامل فوق بصورتی است که می‌توان سه منطقه کلی را در حوضه آبریز کارون شناسایی کرد: ۱) بخش جنوب غرب در حوضه دز (تله زنگ)، ۲) محدوده شمال غربی حوضه کارون در ناحیه شوشتر، پل لالی و گتوند ۳)

فهرست منابع

ابریشم چی، ا، تجریشی، م، چهره نگار، ب. ۱۳۸۴. مدل‌های استوکاستیک منطقه‌ای جریان سالانه حوزه‌های آبریز غرب ایران. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۱ (۱): ۴۸-۵۷.

جلال کمالی، ن، صدقی، ح. ۱۳۸۷. مدل‌سازی اطلاعات محور سببی فرآیند پویای بارش-رواناب در حوضه کارون علیا. مجله دانش نوین کشاورزی، ۴ (۱): ۲۷-۴۰.

رستمی، ر، صدقی، ح، معتمدی، ع. ۱۳۸۸. تحلیل سیلاب حوضه‌ی دز. مجله مهندسی آب، ۲ (۱): ۶۱-۷۰.

صدقی، ح. ۱۳۷۱. ارزیابی و برآورد ابعاد حداکثر بارش سیلاب محتمل حوضه آبریز کارون در پل شالو به عنوان معیار طراحی سد کارون ۳، شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران، ۲۰۰ ص.

قنبرپور، م، ر. ۱۳۸۶. بررسی الگوهای استوکاستیک رواناب در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف در برخی حوضه‌های آبریز جنوب غرب ایران. مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۳ (۱): ۳۶-۴۴.

- Abi-Zeid, I., and Bobée, B. 2004. The stochastic modeling of low flows by the alternating point processes approach: methodology and application. *Journal of hydrology*, 285(1): 41-61.
- Ball, E. J., and Luk, K.c. 1998. Modeling spatial variability of rainfall over a catchment, *Journal of Hydrological Engineering*, 3(2): 122-130.
- Chow, V. T., Maidment, D. R. and Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*, New York, Mc Graw Hill Pub. p. 572
- Durrans, S. R., and Pitt, R. 2004. Maximum likelihood estimates for coarsely resolved precipitation Data, *Journal of Hydrologic Engineering*, 9:13-27.
- Fervert, D. K., Cowan, M. S. and Lane, W. L. 1989. Use of stochastic hydrology in reservoir Operation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, ASCE, 115(3): 334-343.
- Gabellani, S., Boni, G., Ferraris, L., Von Hardenberg, J., and Provenzale, A. 2007. Propagation of uncertainty from rainfall to runoff: A case study with a stochastic rainfall generator. *Advances in water resources*, 30(10): 2061-2071
- Karvonen T., Koivusalo H., Jauhainen M., Palko J. and Wepling K. 1999. A hydrological model for predicting runoff from different land use areas, *Journal of Hydrology*, 217: 253-265.
- Mc.Cuen R. H. and Snyder, W. M. 1986. *Hydrologic modeling: Statistical methods and applications*, Englewood and Cliffs, N.J.; Prentice- Hall Inc, 569 pp.
- Mc.Cuen, R. H., and R. E. Beighley 2003. Seasonal flow frequency analysis, *Journal of Hydrology*, 279:43-56.
- Najafi M. R., 2003. Watershed modeling of rainfall excess transformation into runoff, *journal of Hydrology*, 270(3-4): 273-281.
- Sajikumar N. and Thandaveswara, P. S. 1999. A non-linear rainfall- runoff model using an artificial neural network; *Journal of Hydrology*, 216: 32-35.
- Sanso, B., and Guenni, L. 1999. A stochastic model for tropical rainfall at a single location. *Journal of hydrology*, 214(1), 64-73.
- Singh V. P., 1982. *Applied modeling in catchments hydrology*, Littleton, Colo; Water Resources Publication.
- Singh, V. P. 1988. *Hydrologic systems. v. 1. Rainfall-runoff modeling*. Prentice Hall PTR, 960 pages.
- Triola, M. F. 2008. *Elementary statistics with multimedia study guide*. Pearson Addison Wesley. 912 pp.

- Viglione A, . Parajka, J. Rogger, J. L. Salinas, G. Laaha, Sivapalan, M. and Blöschl, G. 2013. Comparative assessment of predictions in ungagged basins-part 3: Runoff signatures in Austria; *Hydrological Earth System Sciences*; 17: 2263-2279.
- Vogel R. M., and Stedinger, J. R., 1988. The value of stochastic stream flow models in Over year Reservoir Design Applications, *Water reservoir Research*. 24(9): 1483- 1490
- Vogel R. M., and Sankarasubramanian, A. 2000. Spatial scaling properties of annual stream flow in the United States , *Hydrological Sciences Journal*,45(3): 465-476.
- Viessman Jr, W., and Lewis, G. L. 1996. *Introduction to Hydrology*, HarperCollins College Publishers. New York. 760 PP.
- Wright, D. B., Smith, J. A., and Baeck, M. L. 2014. Flood frequency analysis using radar rainfall fields and stochastic storm transposition. *Water Resources Research*, 50(2): 1592-1615.

Archive of SID



ISSN 2251-7480

Investigating effective parameters of surface flow and water resources spatial zoning in central Zagross, Iran

Naser Shamskia^{1*}, Hossein Sedghi², Mehrdad Esfandiari³

1*) PhD., Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author email: shamskia58@gmail.com

2) Professor, Department of sciences and Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3) Assistant Professor, Department of Soil sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 26-01-2016

Accepted: 04-04-2016

Abstract

Various parameters, such as rainfall, region height, evaporation rate, temperature, climate factors, drainage, topography and geology of the basin effect runoff in watersheds. Due to the interrelation of some of the mentioned parameters, their quality and effect on runoff may be different for each region. This paper presents a statistic assessment of the parameters that are effective on runoff and spatial zoning of surface water resources in central Zagross, west of Iran. The results showed a relationship between logarithmic distribution of surface runoff, and temperature and height variables with a 0.795 - 0.851 R^2 coefficient of determination, applying statistical analysis and multi-variable regression method for the parameters. Considering 80 selected stations of the studying area with a correlation of 0.923, the runoff distribution in the form of discharge logarithm related to rain logarithm and height variable with confidence level of 95% showed meaningful and acceptable relation. The zoning plan was prepared through ArcGIS software on the basis of weighting effect index of each variable. The analysis of factors which affect runoff formation, and also analysis of the effect of the mentioned variables on preparing zoning plan showed tremendous movement of potentially appropriate water resources regions from south towards north and east of the studying area. Furthermore, there was approximate correspondence between hydrological parameters and determination of suitable water resources location, and statistic multi-variable regression analysis, logistic and weighting index determination of variables methods.

Keywords: hydrological parameters, multi-variable regression, rainfall-runoff, water resources zoning