پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، دورهٔ ۴۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵
ص. ۵۶۷-۵۵۷

زمان در سیستم‌های ژئومرفیک

محمدحسین رامشت ـ استاد دانشکدهٔ علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان
مژگان انتظاری ـ استادیار دانشکدهٔ علوم جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه اصفهان
سوسن دلسوز * ـ دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۸/۹ تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۲/۱

چکیده

یکی از مفاهیم بنیادین در ژئومرفولوژی، که بسیاری از نظریه‌پردازی‌ها بر اساس آن استوار شده، مفهوم زمان است. مفاهیمی چون یونیفورمی تاریانیسم[1]، دور جغرافیایی[2]، و ارگودیسیتی[3] از نظریه‌هایی هستند که سعی در بیان نحوهٔ تحولات ارضی در بستر زمان دارند. ولی مبنای کار همهٔ آن‌ها بر مفهوم زمان رخدادی[4] استوار است. سازگارنبودن مفهوم زمان نجومی[5] با بسیاری از رخدادها و فرایندهای طبیعی سبب شده تا ژئومرفولوژیست‌ها به مفهوم زمان رخدادی بیشتر توجه کنند. با توجه به اینکه به مفهوم زمان در ادبیات ژئومرفولوژی کمتر توجه شده، ضمن ارائهٔ دقیقی از معنی و مفهوم این واژه در ژئومرفولوژی، کاربرد آن در مباحث زمین‌ریخت‌شناسی تبیین شد و با اتکا به یک آزمون آزمایشگاهی رابطهٔ زمان استمرار شوک با زمان لختی، زمان واکنش، و زمان پاسخ در یک سیستم محیطی استخراج شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد سیستم‌ها به هر شوکی با هر استمرار زمانی واکنش نشان نمی‌دهند. افزایش زمان استمرار شوک با زمان واکنش سیستم رابطه‌ای دوال دارد. هرگاه زمان استمرار شوک با زمان واکنش برابر شود، زمان تأخیری برابر صفر می‌شود و زمان تأخیری با میزان شدت شوک رابطهٔ معکوس دارد.

کلیدواژه‌ها: زمان، ژئومرفولوژی، فضا، مکان، هویت مکانی.

مقدمه

پیچیدگی پدیدهٔ زمان و مفهوم آن همواره مانعی است برای شناخت ماهیت و مقولات مرتبط با آن. زمان از جمله پدیده‌های مهمی است که دربارهٔ ماهیت آن بحث‌های مفصلی، به‌ویژه در حوزهٔ فلسفه و فیزیک، وجود دارد. خورشید، زمین، و چرخش آن‌ها را باید عامل اصلی در تعریف مفهوم زمان نجومی تلقی کرد. تأثیر این گردش بیست‌وچهارساعته در زندگی موجودات بخش مهمی از فعالیت‌های زیستی آن‌ها را شکل می‌دهد. حال این پرسش مطرح است که اگر فقط قدری از سطح کرهٔ خاکی فاصله بگیریم، آنجا که دیگر روز و شب معنی پیدا نمی‌کند، آن وقت تکلیف زمان چه می‌شود؟

---

* نویسندهٔ مسئول: ۰۹۱۳۲۲۶۰۲۳۲
E- mail: susandelsooz@yahoo.com

1. uniformi tarianism
2. geographical cycle
3. ergodisity
4. statistical
5. astronomical tim

حتی همین سؤال در مورد عرض‌های بیش از ۷۰ درجه نیز صدق می‌کند. این پرسش عمیق ما را با مفاهیم دیگری آشنا می‌سازد که از آن جمله مفهوم زمان رخدادی است.

از دیدگاه ژئومرفولوژیست‌ها، زمان از آن جهت دارای اهمیت است که تغییر و تحول یک چشم‌انداز با آن بیان می‌شود. به عبارت دیگر، زمان ابزاری برای بیان وقوع و نحوهٔ یک رخداد یا تحول آن به‌شمار می‌آید و در این میان نحوه و میزان تغییر پدیده جزو اساسی‌ترین اهداف بررسی‌های زمانی تعریف می‌شود. برای ژئومرفولوژیست‌ها، تحول و تغییر یک چشم‌انداز در بستر زمان می‌تواند در قالب مدل‌های متفاوت بررسی و ارزیابی شود. بدین سبب، مفهوم زمان را می‌توان مادر طرح نظریه‌ها و برداشت‌های عمده در ژئومرفولوژی تعبیر کرد. شاید به‌صراحت بتوان گفت سه محور عمدهٔ فکری- یعنی دیدگاه تاریخی، دیدگاه تصادفی، و دیدگاه سیستمی- در ژئومرفولوژی به‌نحوی زاییدهٔ برداشت‌های متفاوت از مفهوم زمان و به‌کارگیری آن در تحلیل‌های ژئومرفولوژی بوده است. از سوی دیگر، همواره این سؤال مطرح بوده است که چرا ژئومرفولوژیست‌ها از به‌کاربردن زمان نجومی در تحقیقات خود اجتناب کرده‌اند. اگر نیم نگاهی به تعبیر محققانی چون دیلتای، ورف، و دیویس بیندازیم، آن‌گاه می‌توان به این مفهوم نزدیک شد که شاید مفهوم زمان به منزلهٔ یک متغیر واقعی وجود نداشته باشد و این مفهوم بیشتر مفهومی خودساخته برای بیان تغییرات در نزد ژئومرفولوژیست‌ها یا سرعت در نزد فیزیک‌دانان بوده است.

دربارهٔ مفهوم زمان فلاسفه، حکما، و دانشمندان به تشریح انگاره‌های متعددی پرداخته‌اند؛ مهم‌ترین‌ترین آن‌ها به شرح ذیل است:

ارسطو (۳۸۴ ق م - ۳۲۳ ق م) زمان و حرکت را به یکدیگر وابسته می‌داند و، در عین وابستگی شدید، از یکدیگر متمایز می‌داند (فرشاد، ۱۳۸۱: ۱۷۳ - ۲۱۱).

ابن سینا (۳۵۹ - ۳۷۰ ق) در کتاب الاشارات و التنبیهات، در بخش الهیات، و در کتاب شفا، بخش طبیعیات، دربارهٔ زمان به‌تفصیل بحث کرده است. به نظر وی، زمان از نظر استخوان‌بندی تفاوت عمده‌ای با نظر ارسطو ندارد. او زمان را از نظر کمی متصل ناپایدار و مقدار حرکت فلک دانسته است (مطهری، ۱۳۷۹: ۱۸۱).

چارلز داروین (۱۸۸۱) نیز از جمله زیست‌شناسانی است که به طرح تحلیل‌های مباحث ژئومرفولوژی در حوزهٔ زمان پرداخته و با طرح مفاهیم استدراج[1] و سوبسیدانس[2] نحوهٔ عملکرد فرایندها را تبیین کرده است. وی تغییر در بستر زمان را شامل چهار الگوی متفاوت می‌داند و معتقد است که نمی‌توان یک مدل برای تحول تاریخی پدیده‌های ذی‌حیات تدوین کرد. وی برای زمان به خودی خود ارزشی قائل نیست (کندی، ۱۹۹۲: ۲۴۱).

ویلیام موریس دیویس (۱۸۹۹)، که ژئومرفولوژی را در قالب یک مدل زمانی تبیین کرده است، با طرح نظریهٔ دور جغرافیایی[3] به تشریح تغییر در بستر زمان می‌پردازد و زمان را عامل تغییر سطوح ارضی و فرایندی جبری قلمداد می‌کند. وی، با اتکا به سه عامل فرم، فرایند، و توالی، به تحلیلی تاریخی دربارهٔ تغییرات سطوح ارضی مبادرت می‌کند و بر اساس مفهوم زمان سه مرحلهٔ فرسایشی با نام جوانی، رسیدگی، و پیری را معنا می‌کند و بدین ترتیب از کمند زمان نجومی می‌گریزد (سک، ۱۹۹۲: ۲۵۳). جیلبرت (۱۹۱۷) از دیگر ژئومرفولوژیست‌هایی است که، با ابداع تحلیل سیستمی، سعی

1. gradual
2. subsidence
3. geographical cycle

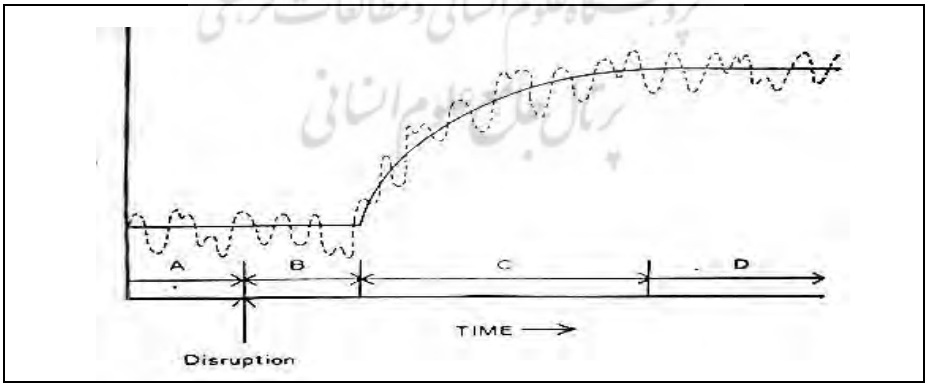
کرد فرایند ها را بدون درنظرگرفتن زمان تحلیل کند؛ بـدین وسـیله از زمـان بـه منزلـهٔ عامـل تـاریخی در تحلیـل‌هـای ژئومرفیک تبری جست (کندی، ۱۹۹۲: ۲۴۳). آلبرت اینشتین (۱۹۵۵) زمان و مکـان را بـه یکـدیگر مـی‌دوزد و سـاختار تاروپودی چهاربُعدی به نام فضا- زمان را تعریف می‌کند. اینشتین ثابت کرد که جهان فقط از سـه بُعـد فضـایی تشـکیل نشده و زمان صرفاً یک پارامتر در حال تغییر نیست؛ بلکه زمان نیز بُعد چهارم عالم به‌شمار می‌آید (راسل، ۲۰۰۱: ۶۹).

شوم (۱۹۶۵) در مطالعه‌ای در بحث علیت و فضا دربارهٔ زمان بحث کرده است. تورنه (۱۹۸۸)، در کتاب خود، مباحث مهم و جالبی در حوزهٔ فضا و مفهوم آن مطرح کرده است. وی سعی نموده مفهـوم زمـان در فضـا و مقیـاس را مطـرح و دربارهٔ آن بحث کند. هاوکینگ (۱۹۹۰)، نویسندهٔ کتاب *تاریخچهٔ زمان*، از انفجار بزرگ تا سیاه‌چاله‌ها سخن به میان آورده و با تمسک به اگوستین قدیس بیان می‌کند که زمان پدیده‌ای است کـه بـا خلـق ایـن عـالم بـه وجـود آمـده و قبـل از به‌وجودآمدن این جهان مفهوم زمان وجود نداشته است (هاوکینـگ، ۱۳۶۹: ۲۴). المدرسـی (۱۳۹۱) نیـز در قلمـرو زمـان مبحث ارگودیسیتی را مطرح کرده است.

هدف از این مطالعه، که حاصل یک کار پژوهشی در دانشگاه اصفهان است، بیان رابطه بین مفاهیم گوناگون زمـان در یک سیستم ژئومرفیک با یکدیگر است.

مواد و روش‌ها

تجربه‌پذیرکردن زمان و مفاهیم آن مستلزم ساخت یک مدل تجربی بود تا بتوان مفاهیم زمانی چون زمـان پاسـخ، زمـان تأخیر، زمان واکنش، زمان لختی، و ارتباط آن با شوک‌هایی با شدت متفاوت را ارزیابی کرد (گراف، ۱۹۷۷). بنابراین، برای بررسی این روابط مدلی از یک حوضهٔ آبریز دست‌ساز در آزمایشگاه صحرایی ژئومرفولوژی دانشگاه اصفهان طراحی شد و با نصب سیستم بارش مصنوعی، که قادر به ایجاد بارش‌هایی با شدت‌های گوناگون بود، شرایط برای اندازه‌گیـری زمـان استمرار شوک‌ها و ثبت زمان تأخیر، زمان واکنش، و زمان لختی فراهم آمد.[۱]



شکل ۱. زمان در مراحل مختلف از شوک تا پاسخ (اقتباس از: گراف، ۱۹۷۷)

a: زمان شوک؛ b: زمان تأخیر؛ c: زمان واکنش؛ d: زمان لختی = (زمان پاسخ)

۱. مدل تدارک‌شده (حوضهٔ آبریز) در زمینی به شکل مستطیل با ابعاد طولی ۲۱۵ و عرض ۱۶۲ سانتی‌متر به اجرا درآمـد. پـس از ساخت مدل، برای اندازه‌گیری شدت بارش‌ها، یک سیستم باران مصنوعی تعبیه شد؛ بدین وسیله، شدت و زمان بارش‌ها کنتـرل و ارزیابی شد.

برای دقت و اجتناب از هر گونه تکرار و ایجاد خطاهای هم‌خطی، زمان استمرار شوک‌های بارشی برای سیستم طراحی‌شده اعداد اصم از ۳ تا ۱۰۱ انتخاب شد؛ بدین معنی که زمان استمرار شوک‌ها متغیر، شدت ثابت، و در ازای هر شوک بارشی نسبت به اندازه‌گیری زمان تأخیر، زمان واکنش، و زمان پاسخ اقدام شد. این عملیات در سه مرحلهٔ جداگانه برای شوک‌های بارشی با شدت یک لیتر در دقیقه، ۳/۸ لیتر در دقیقه، و ۶ لیتر در دقیقه انجام شد و طول مدت بارش بر اساس جدول‌های ۱ و ۲ و ۳ با ارقام اصم تکرار شد. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق داده‌های کمّی اسکالر زمانی با حد صفر ریاضی است که طی سه مرحلهٔ جداگانه در مدل طراحی و به اجرا گذارده شده است.

جدول ۱. اعداد برداشت‌شده از حوضهٔ مدل‌شده در آزمایشگاه صحرایی دانشگاه اصفهان، آذر ۱۳۹۳
مرحلهٔ نخست (شدت بارش یک لیتر در دقیقه)

ردیف	Shook Time *۱	Delay Time *۲	Rea. Time *۳	Relax *۴.Time	Resp Time*5	ردیف	۱Shook.	Delay ۲	Rea.t ۳	Relax.T ۴	Resp. T ۵
۱	۳	۰	۰	۰	۰	۱۵	۵۳	−۲۲	۳۱	۳۹۵	۴۲۶
۲	۵	۰	۰	۰	۰	۱۶	۵۷	−۲۶	۳۱	۳۰۸	۳۳۹
۳	۷	۰	۰	۰	۰	۱۷	۵۹	−۲۹	۳۰	۳۵۳	۳۸۵
۴	۱۱	۳۹	۵۰	۱۷۰	۲۲۰	۱۸	۶۱	−۳۱	۳۰	۴۰۰	۴۳۰
۵	۱۳	۳۱	۴۴	۳۰۷	۳۵۱	۱۹	۶۷	−۳۷	۳۰	۴۶۷	۴۹۷
۶	۱۷	۱۵	۳۲	۲۶۰	۳۹۲	۲۰	۷۱	−۴۳	۲۹	۶۰۰	۶۲۹
۷	۱۹	۱۴	۳۳	۲۸۹	۳۲۲	۲۱	۷۳	−۴۳	۳۰	۶۰۸	۶۳۸
۸	۲۳	۹	۳۲	۲۸۹	۳۲۳	۲۲	۷۹	−۵۱	۲۹	۶۰۸	۶۳۷
۹	۲۹	۴	۳۳	۳۱۶	۳۴۹	۲۳	۸۳	−۵۳	۳۰	۶۱۰	۶۴۰
۱۰	۳۱	۱	۳۰	۳۵۵	۳۸۵	۲۴	۸۷	−۵۷	۳۰	۶۱۱	۶۴۱
۱۱	۳۷	−۷	۳۰	۳۵۸	۳۸۸	۲۵	۸۹	−۶۰	۲۹	۶۱۵	۶۴۴
۱۲	۴۳	−۱۳	۳۰	۳۵۹	۳۸۹	۲۶	۹۱	−۶۳	۲۹	۶۱۷	۶۴۷
۱۳	۴۷	−۱۷	۳۰	۳۵۹	۳۸۹	۲۷	۹۷	−۶۷	۲۹	۶۲۱	۶۵۰
۱۴	۵۱	−۲۱	۳۰	۴۰۲	۴۳۲	۲۸	۱۰۱	−۷۱	۳۰	۶۶۶	۶۹۶

زمان استمرار شوک = Shook (shock time)؛ زمان واکنش سیستم = Rea.T(reaction time)؛ زمان لختی = Relax.T(relaxation)؛
زمان تأخیری سیستم = Delay time یا Memory time؛ زمان پاسخ سیستم = Resp.T(response

جدول ۲. اعداد برداشت‌شده از حوضهٔ مدل‌شده در دانشگاه اصفهان، دی ۱۳۹۳. طرح شوک و بازتاب آن آزمایش ۲ (شدت بارش ۳/۸ لیتر در دقیقه)

ردیف	Shook. ۱T	DeLa ۲y	Rea. ۳T	Relax. ۴T	Resp.T ۵	ردیف	shookT ۱	dela ۲y	Rea. ۳T	Relax. T ۴	Resp. ۵T
۱	۱	۰	۰	۰	۰	۷	۴۷	−۲۷	۲۰	۱۳۹	۱۵۹
۲	۳	۰	۰	۰	۰	۸	۵۹	−۴۱	۱۸	۱۶۵	۱۸۳
۳	۵	۰	۰	۰	۰	۹	۷۳	−۵۵	۱۸	۱۷۰	۱۸۸
۴	۷	۲۵	۳۲	۶۳	۹۵	۱۰	۸۹	−۷۲	۱۷	۲۰۵	۲۲۲
۵	۱۳	۸	۲۱	۷۴	۹۵	۱۱	۱۰۱	−۸۴	۱۷	۲۵۳	۲۷۰
۶	۲۹	−۸	۲۱	۱۱۲	۱۳۳	۱۲					

جدول ۳. اعداد برداشت‌شده از حوضهٔ مدل‌شده در دانشگاه اصفهان، دی ۱۳۹۳. طرح شوک و بازتاب آن آزمایش ۳ (شدت بارش ۶ لیتر دقیقه)

ردیف	Shook. ۱T	Delay. ۲T	Rea. ۳T	Relax.T ۴	Resp. ۵T	ردیف	shook .۱T	Dealy. ۲T	Rea. ۳T	Relax. ۴T	Resp. ۵T
۱	۱	۵۶	۵۷	۴۶	۱۰۳	۷	۱۵	−۴	۱۱	۲۲۶	۲۳۷
۲	۳	۱۱	۱۳	۹۶	۱۰۹	۸	۳۰	−۱۹	۱۱	۲۷۴	۲۸۵
۳	۵	۶	۱۱	۱۰۸	۱۱۹	۹	۵۹	−۸۴	۱۱	۲۷۴	۲۸۵
۴	۷	۴	۱۱	۱۲۹	۱۴۰	۱۰	۱۰۱	−۹۰	۱۱	۳۷۴	۳۸۵
۵	۹	۲	۱۱	۱۹۲	۲۰۳	۱۱					
۶	۱۱	۰	۱۱	۲۱۰	۲۲۱	۱۲					

جدول‌های به‌دست‌آمده مجموعاً شامل ۲۶۰ داده است و اندازه‌گیری و محاسبات مربوط به آن در طی سه ماه به‌انجام رسید. سپس، با تفکیک ارقام، نسبت به رابطه‌سنجی زمان استمرار شوک‌ها با عناصر زمانی دیگر بر اساس جدول‌های ماتریسی ۴ و ۵ و ۶ و با هفت مدل رابطه‌سنجی تست و نتایج نهایی استخراج شد.

جدول ۴. ماتریسی ارزیابی شوک بارش یک لیتر در دقیقه با عناصر زمانی دیگر

زمان پاسخ	زمان لختی	زمان واکنش	زمان تأخیری	زمان شوک	
خطی مستقیم	خطی مستقیم	معکوس مشروط درجهٔ دوم	معکوس مشروط درجهٔ دوم	۰	زمان شوک
معکوس مشروط درجهٔ دوم	معکوس مشروط درجهٔ دوم	معکوس مشروط درجهٔ دوم	۰		زمان تأخیری
رابطه ندارد	رابطه ندارد	۰			زمان واکنش
خطی معکوس	۰				زمان لختی
۰					زمان پاسخ

جدول ۵. ماتریسی ارزیابی شوک بارش ۳/۸ در دقیقه با عناصر زمانی دیگر

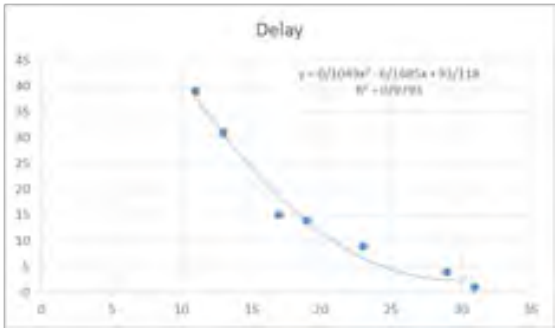
زمان پاسخ	زمان لختی	زمان واکنش	زمان تأخیری	زمان شوک	
خطی مستقیم	خطی مستقیم	رابطه ندارد	خطی معکوس	۰	زمان شوک
خطی معکوس	خطی معکوس	درجهٔ دوم	۰		زمان تأخیری
درجهٔ دوم	درجهٔ دوم	۰			زمان واکنش
خطی مستقیم	۰				زمان لختی
۰					زمان پاسخ

جدول ۶. ماتریسی ارزیابی شوک بارش ۶ لیتر در دقیقه با عناصر زمانی دیگر

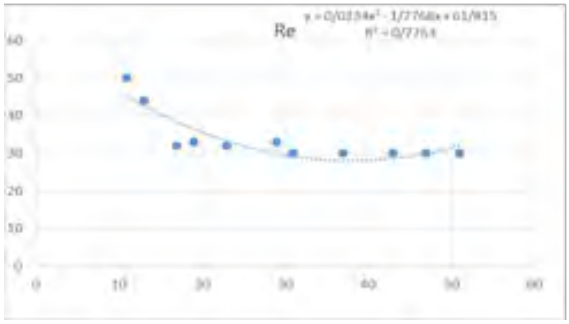
زمان پاسخ	زمان لختی	زمان واکنش	زمان تأخیری	زمان شوک	
درجهٔ دوم	لگاریتمی	رابطه ندارد	درجهٔ دوم	۰	زمان شوک
خطی معکوس	خطی معکوس	رابطه ندارد	۰		زمان تأخیری
رابطه ندارد	رابطه ندارد	۰			زمان واکنش
خطی مستقیم	۰				زمان لختی
۰					زمان پاسخ

یافته‌های پژوهش

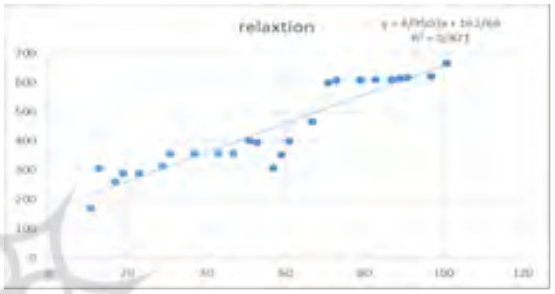
با توجه به جدول‌های ماتریسی ۱ و ۲ و ۳، بین زمان استمرار شوک در سه حالت با شدت‌های یک لیتر، سه و هشت دهم لیتر، و شش لیتر رابطه‌سنجی انجام پذیرفت. پس از تست هفت مدل برآوردی، سی حالت گوناگون به شرح ذیل به‌دست آمد؛ هفت مورد از سی حالت رابطه‌سنجی معنادار نبود و ۲۳ رابطهٔ معنادار به‌دست آمد.



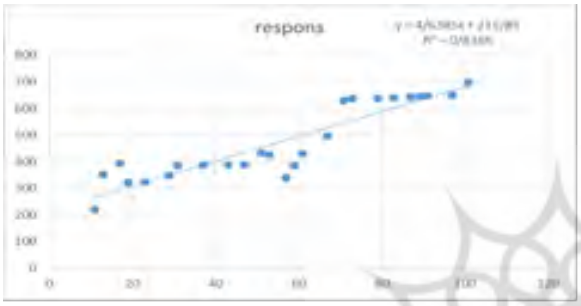
رابطهٔ استمرار زمان شوک (x=shook time) با زمان تأخیر (y=Dealy time)



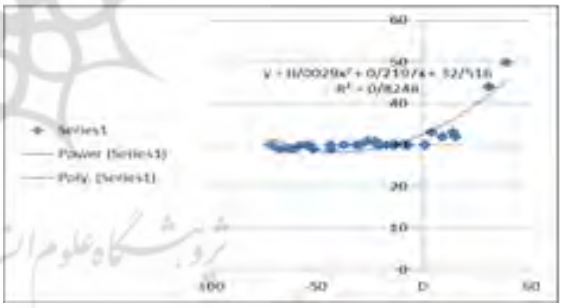
رابطهٔ بین زمان استمرار شوک (x=shook time) با زمان واکنش (y=reac .time)



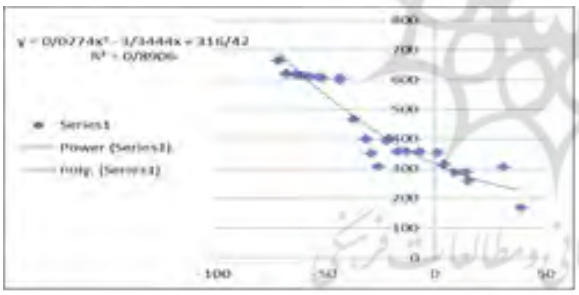
الگوی رابطهٔ زمان استمرار شوک (x=shook time) با زمان لختی (y=relax .time)



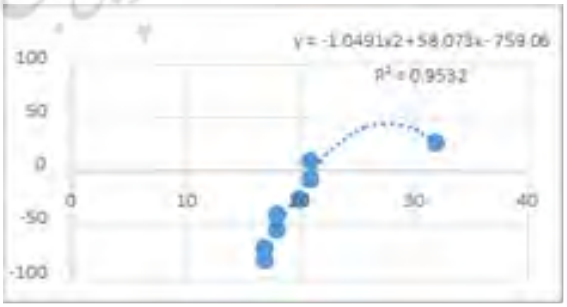
رابطهٔ زمان استمرار شوک (x=shook time) با زمان پاسخ (y =respons .time)



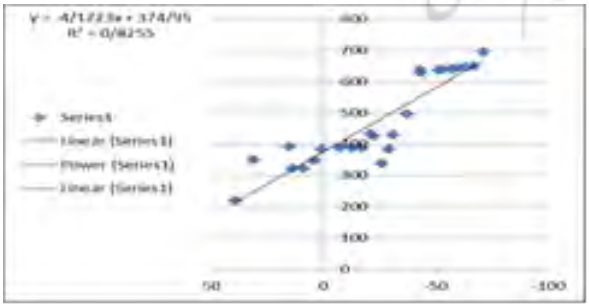
(x=Dealy) با زمان لختی (y=relax.time)



رابطهٔ زمان تأخیر (x=Dealy) با زمان لختی (y=relax.time)

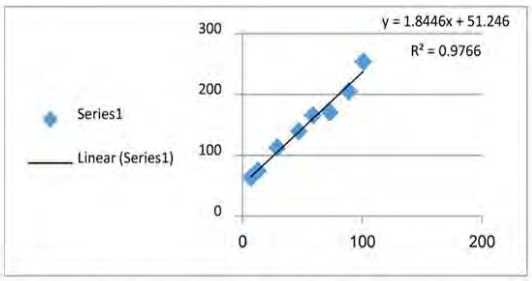


رابطهٔ زمان تأخیر (x=Dealy) با زمان پاسخ (y=response.time)

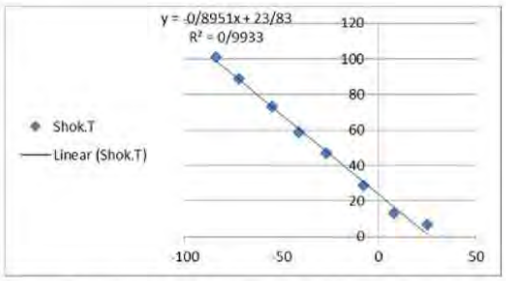


رابطهٔ زمان لختی (x=relax) با زمان پاسخ (y=response.time)

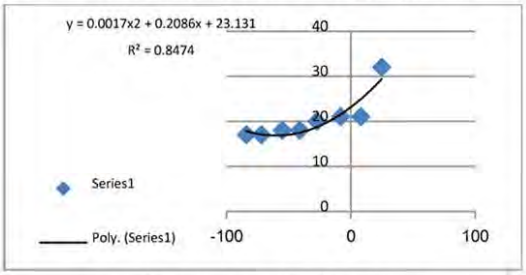
شکل ۲. رابطهٔ بارش با شدت یک لیتر در دقیقه



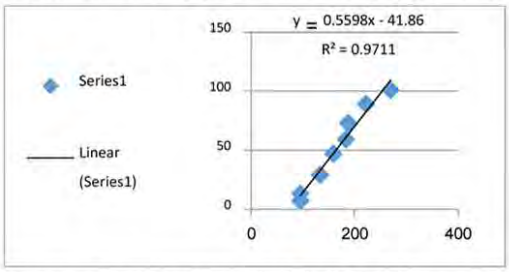
رابطه استمرار زمان شوک (x=shook time) با زمان لختی (y=relax. time)



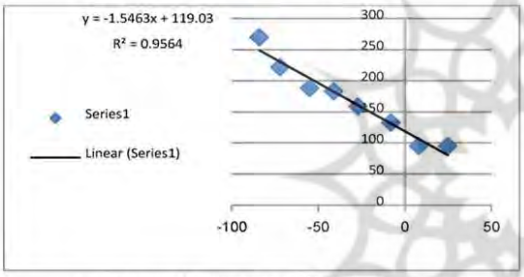
رابطه استمرار زمان شوک(x=shook time) با زمان تاخیر (y=Dealy time)



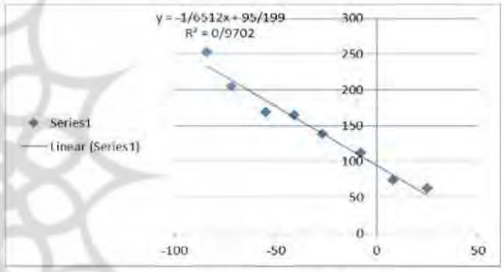
رابطه زمان تاخیر (x=Dealy) با زمان واکنش (y= reac.time)



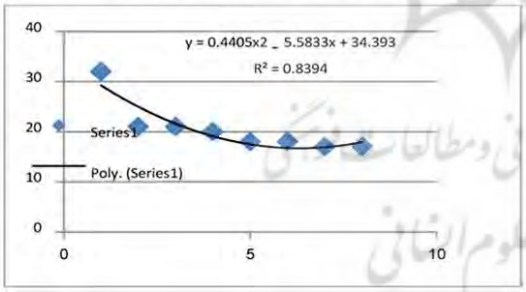
رابطه بین زمان استمرار شوک(x=shook time) با زمان پاسخ (y=respons .time)



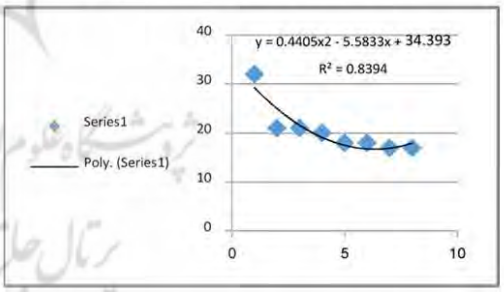
زمان تاخیربا(x=Dealy) زمان پاسخ (y= response .time)



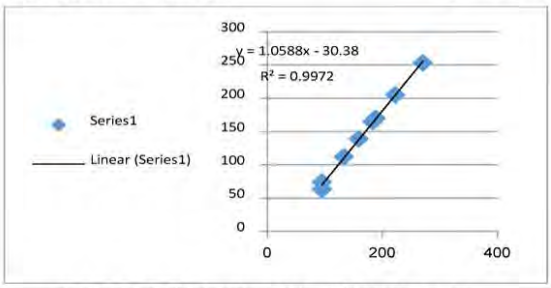
زمان تاخیر (x=Dealy) با زمان لختی (y= relax.time)



زمان واکنش(x= reac) با زمان پاسخ (y= response .time)

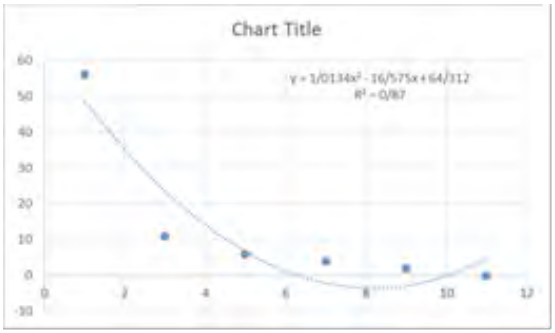


زمان واکنش (x= reac) با زمان لختی (y= relax .time)

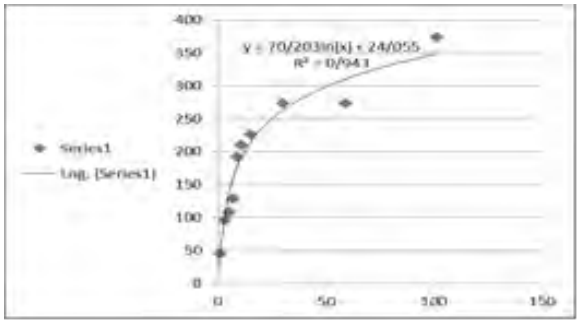


رابطه زمان لختی(x=relax) با زمان پاسخ (y= response.time)

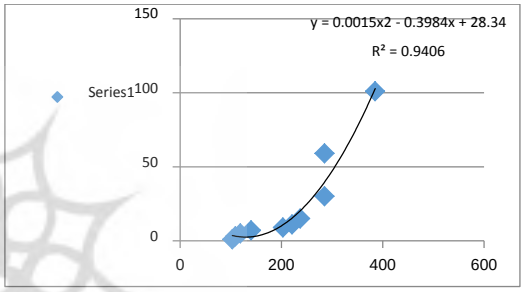
شکل ۳. رابطهٔ بارش با شدت ۳/۸ لیتر در دقیقه



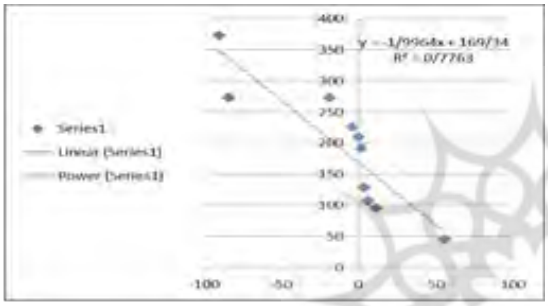
رابطهٔ زمان استمرار شوک (x=shook time)
با زمان تأخیر (y=Delay time)



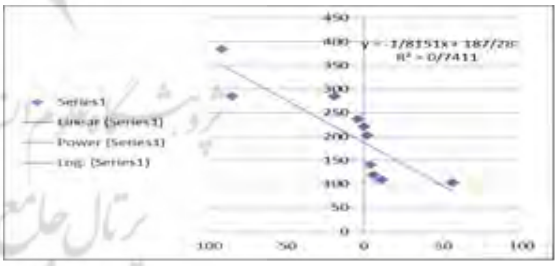
رابطهٔ زمان شوک (x=shook time)
با زمان لختی (y =relax. time)



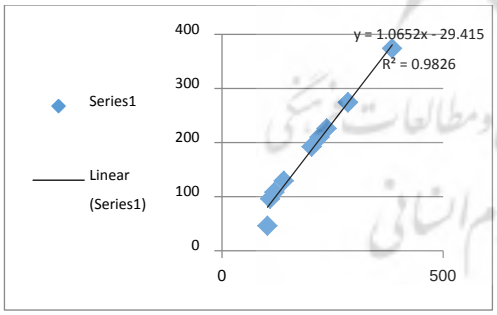
رابطهٔ زمان شوک (x=shook time) با زمان پاسخ
(y=respons .time)



رابطهٔ زمان تأخیر (x=Delay) با زمان لختی (y= relax.time)



رابطهٔ زمان تأخیر (x=Dealy) با زمان پاسخ
(y= response .time)



رابطهٔ زمان لختی (x=relax) با زمان پاسخ
(y= response.time)

شکل ۴.رابطهٔ بارش با شدت ۶ لیتر در دقیقه

بحث و نتیجه‌گیری

سیستم‌های ژئومرفیک و تغییر رفتار و حالات آن‌ها با یک متغیر زمانی تبیین‌پذیر نیست، لاجرم، مفاهیم متعددی برای بیان آن‌ها به‌کار گرفته می‌شود. این وظیفه، که به عهدهٔ متغیر زمان گذارده شده، با مفاهیم متفاوت زمان شوک، زمان

تأخیر، زمان پاسخ، زمان واکنش، و زمان لختی بیان می‌شود؛ موضوع بااهمیت در این مقوله روابط این متغیرها با یکدیگر است، زیرا این روابط از یک سو می‌تواند بیانگر حالات مختلف سیستم باشد و از سوی دیگر تخمین و پیش‌بینی رفتار آن باشد. با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده، می‌توان نتایج کلی را، که بیانگر رابطهٔ زمان استمرار شوک و مفاهیم دیگر زمانی در یک سیستم طبیعی است، به شرح ذیل تبیین کرد:

آنچه از فاز یک، دو، و سه آزمون آزمایش صحرایی با شدت شوک یک لیتر، ۳٫۸، و ۶ لیتر در دقیقه به‌دست آمد نشان می‌دهد روابط زمان استمرار شوک با مفاهیم دیگر زمان بیشتر بر روابط پیچیده و درجهٔ دوم استوار شده و صدق این روابط مشروط و تا حد معیّنی است. با این وصف، می‌توان قاعدهٔ کلی برای هر سیستم با هر شوک وارده‌ای را این‌گونه ارزیابی کرد و در گزارهٔ خبری زیر خلاصه کرد:

* سیستم‌ها به هر شوکی واکنش نشان نمی‌دهند. به عبارت دیگر، اگر زمان استمرار شوک‌ها از حد خاصی کمتر باشد، سیستم در برابر آن هیچ واکنشی نشان نخواهد داد و این گزاره در همهٔ پنج ستون زمانی مصداق دارد (زمان شوک، تأخیر، واکنش، لختی، و پاسخ)؛

* زمان استمرار شوک در زمان واکنش سیستم مؤثر است؛

با توجه به جدول ۱ و مقایسهٔ ردیف‌های ۴ تا ۱۰، می‌توان تأثیر زمان استمرار شوک را با زمان واکنش استنباط کرد، بدین نحو که:

ـ با افزایش زمان استمرار شوک زمان واکنش سیستم کوتاه‌تر می‌شود؛

ـ افزایش زمان استمرار شوک با زمان واکنش سیستم‌ها رابطه‌ای دوال دارد؛ بدین معنی که به ازای هر کاهش تغییر در یکی، دیگری با افزایش روبه‌رو می‌شود؛

ـ هر گاه در نقطه‌ای زمانی، زمان استمرار شوک با زمان واکنش سیستم برابر شود، دیگر رابطهٔ دوال برقرار نمی‌شود و افزایش زمان شوک در تغییر زمان واکنش تأثیری ندارد (این گزاره را می‌توان در تغییرات اعداد به‌دست‌آمده از ردیف دهم ستون سوم جدول ۱ مشاهده کرد و همان‌طور که دیده می‌شود تغییر نزدیک به صفر دارد).

* هرگاه زمان استمرار شوک با زمان واکنش برابر شود، زمان تأخیری برابر صفر می‌شود؛

* زمان تأخیر با میزان شدت شوک رابطهٔ معکوس دارد (شوک با شدت یک لیتر در دقیقه ۳۰ ثانیه، شوک با شدت ۳٫۸ لیتر بر دقیقه ۲۰ ثانیه، و شوک با شدت ۶ لیتر بر دقیقه ۱ ثانیه ارزیابی تجربی شد)؛

* اگر زمان استمرار شوک زیاد شود، زمان تأخیری کم می‌شود (ستون ۱ و ۲).

با توجه به نتایج، می‌توان علت اجتناب ژئومرفولوژیست‌ها از به‌کاربردن زمان نجومی را دریافت، زیرا حالات گوناگون تغییر در سیستم‌های محیطی پدیده‌ای نیست که بتوان آن‌ها را با زمان نجومی مشخص کرد، لاجرم، در هیچ یک از مدل‌های پیشکسوتان ژئومرفولوژی دربارهٔ زمان نجومی صحبتی نشده است.

منابع

المدرسی، سید علی؛ عباسی، علیرضا و معیری، مسعود (۱۳۹۱). ارگودیسیتی در ژئومرفولوژی، مجلهٔ جغرافیا و توسعه، ۱۰(۲۷): ۵۱ ـ ۶۲.

دیلتای، ویلهایم (۱۳۳۸). مقدمه‌ای بر علوم انسانی، ترجمهٔ منوچهر صانعی دره‌بیدی، تهران: ققنوس.

فرشاد، مهدی (۱۳۸۱). حرکت مکانی از طبیعیات ارسطویی، ۶(۳): ۱۷۳ ـ ۲۱۱.

مقیمی، ابراهیم (۱۳۸۶). مفهوم زمان و نمادهای آن در جغرافیا، مجلهٔ نور، ۳۲۰ ـ ۳۴۰.

مطهری، مرتضی (۱۳۷۱). حرکت و زمان در فلسفهٔ اسلامی، ج ۲، تهران: حکمت تهران.

هاوکینگ، استیون ویلیام (۱۳۶۹). تاریخچهٔ زمان، ترجمهٔ محمدرضا محجوب، تهران: شرکت سهامی انتشار.

ALMudarres, Seid Ali; Abbasi, AliReza and Moayyeri, M. (2012**). Ergodicity in geomorphology,** *Journal of Geography and Development*, 10(27): 51-62.

Dilthey, Wilhelm (1959). *Introduction to the Humanities*, Translated, Manuchehr Sanei dare bide, Gognus Publications.

Davis, W.M. (1899). **The geographical cycle,** *Geog J*., 14(5):481-504.

Farshad, M. (2009). **Moves from the Aristotelian physics**, the sixth issue of 1388, P. 27.

Gilbert, G.K. (1917). *Hydrulic mining debris in the sierra Nevada*: US Geological surrey professional, Vol.105, p.154.

Graf, W.L. (1977). **The rate law in fluvial geomorphology**, *Am J Sci*, 277(2): 178-191.

Hawking, Stephen.Wiliam (1988)**.** *Brief History of Time*, Translated by Mohammad Reza Mahjoub, Sahamy company Publication.

Kennedy, Barbara (1992). **Hutton to Horton: views of sequence, progression and equilibrium in geomorphology**, *Geomorphology*, 5(3-5):231-250. 31:167-178.

Moqimi, Abrahim (2013). **Paper light of the concept of time and its symbols in geographic**, 157 period, *Journal of the faclty of literaature and humanities*.

Motahari, M. (1992)**.** *Motion and the time in Islamic philosophy*, Wisdom Publications, Tehran, Vol. II, P. 181.

Russell, Bertrand (2001). **ABC of Relativity**, *Journal Routledge*, P. 69.

Sack, Dorothy (1992). New win in old bottles: *The historiography of a paradigm change Department of Geography*, University of Wisconsin, Madison.

Schumm, S.A. and Lichty, R.W. (1965). **Time, space and causality in geomorphology**, *American Journal of science*, 263: 110-119.

Thorn, C.E. (1988). *AnIntroduction to theorical Geomorphology*, Bostun, P. 52-71.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی