

## پیش بینی احتمال وقوع سیل و حداکثر بارش متحمل زیر حوضه پلدختر با استفاده از روش سری های جزیی

مهدی مهدی نسب<sup>۱\*</sup>، تقی طاوسی<sup>۲</sup>، رضا میرزایی<sup>۳</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۱۷

### چکیده

سیل پدیده‌ای طبیعی است که جوامع بشری آن را به عنوان یک واقعه‌ی اجتناب ناپذیر پذیرفته‌اند. اما رویدادها، اندازه و تکرار سیل ناشی از عوامل متعددی است که بسته به شرایط اقلیمی، طبیعی و جغرافیایی هر منطقه تغییر می‌کند. سالانه در نقاط مختلف دنیا، جان و مال بسیاری از مردم بر اثر سیل به مخاطره می‌افتد و میلیون‌ها تن خاک ارزشمند به وسیله‌ی سیل تخریب می‌شود. سیل یکی از زیان‌بارترین بلاهای طبیعی جهان محسوب می‌شود، بررسی‌های آماری نشان داده است که حدود ۷۰ درصد خسارات بلایای طبیعی در ایران ناشی از سیلابها می‌باشد. در این پژوهش به برآورد احتمال وقوع سیل و حداکثر بارش متحمل در زیر حوضه پلدختر با استفاده از روش سری های جزیی اقدام شده است، تعداد ۲۰ بارش سنگین ۲۴ ساعته بیش از ۴۰ میلیمتر و تعداد ۳۰ سیل با دبی بیش از ۵۰۰ متر مکعب در ثانیه انتخاب گردید. معیار برای انتخاب سیل ها این بوده است که، اولاً سیل متصل به سیل قبلی نباشد. بدین منظور فاصله زمانی بین نقطه اوج دو سیل از یکدیگر، باید حداقل ۳ برابر مدت زمانی باشد که دبی سیل از مرحله شروع تا رسیدن به دبی نقطه اوج هیدروگراف لازم دارد. دوماً مقدار دبی پس از سیلاب اول و قبل از شروع سیل دوم به کمتر از یک سوم دبی اوج سیل اول رسیده باشد. سپس بر اساس روش سری های جزیی به برآورد دبی سیل و حداکثر بارش متحمل ۲۴ ساعته در دوره های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله پرداخته شده است. نتایج نشان داد که هر سال به احتمال ۹۹/۹۹ درصد سیلی با میزان دبی ۶۰۶/۳۲ متر مکعب و بارش ۲۴ ساعته ای به میزان ۴۳/۰۷ میلیمتر در زیر حوضه پلدختر به وقوع می‌پیوندد.

**واژه‌های کلیدی:** سیل، شهرستان پلدختر، سری‌های جزیی، دوره بازگشت، حداکثر بارش متحمل

<sup>۱</sup> - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم آباد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، خرم آباد، ایران

\*نویسنده مسئول: Email: Mehdi\_4531@Yahoo.com

<sup>۲</sup> - دانشیار اقلیم شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، گروه جغرافیا طبیعی، زاهدان، ایران

<sup>۳</sup> - کارشناس ارشد آب های زیرزمینی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، گروه زمین شناسی، تهران، ایران

## مقدمه

افزایش دمای جهانی طی قرن بیستم، تغییرات بارشی-رطوبتی را به دنبال خواهد داشت. زیرا انتظار می‌رود تغییرات دمایی موجب تغییر الگوی چرخش اتمسفری و تغییر ظرفیت رطوبتی و نقطه اشباع شود. اندازه‌گیری و تحلیل بارش نشان می‌دهد که از آغاز تا پایان قرن بیستم بارش خشکی‌ها ۲ درصد فزونی یافته است. اگرچه این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار است. اما نه از مقیاس مکانی و نه در بازه زمانی یکنواخت نیست (۱۲). افزایش بارندگی‌های سنگین حتی همزمان با کاهش مجموع بارندگی قابل رویت است. امروزه به علت عدم توازن مسائل زیست محیطی و تخریب ناشی از فعالیت‌های انسان، مشکلات زیادی در جهت مهار سیلاب‌ها وجود دارد و هر ساله سیلاب‌ها، خسارت‌های زیادی به زمینهای کشاورزی وارد می‌کنند، همچنین تلفات جانی و زیانهای مالی فراوانی به همراه دارند. به همین دلیل، لزوم تحقیق در امور مربوط به پیش‌بینی و کنترل سیلابها احساس و در این زمینه اقدامهایی صورت گرفته است. در طراحی بیشتر سازه‌های آبی از قبیل سرریزها، مجاری فاضلابهای شهری، طرحهای کنترل سیلاب و برنامه‌ریزی مهندسی در حوزه‌های آبخیز، بیشترین بده سیل اهمیت زیادی دارد (۱۳). هر جریان سطحی آب، صرف‌نظر از عامل ایجادکننده آن در صورتی سیل تلقی می‌شود که جریان آب در مقطع رودخانه بیش از جریان عادی باشد، تداوم زمانی آن محدود بوده، جریان آب از بستر طبیعی تجاوز کند، اراضی پست و حاشیه رود را فرا گیرد و خسارات جانی

و مالی به همراه داشته باشد (۸). پیش‌بینی سیلاب از دو دیدگاه هیدرولوژی و دیگری هواشناسی قابل توجه می‌باشد. در دیدگاه هیدرولوژی هدف اصلی از پیش‌بینی سیل، برآورد دبی جریان است که در یک دوره بازگشت مشخص احتمال وقوع آن وجود دارد. برای این منظور روشها و معادله‌های ریاضی زیادی ارائه شده که این نیاز را برآورده می‌سازند، از جمله می‌توان به روش‌های مبتنی بر سطح حوضه، روش‌های مبتنی بر خصوصیات گیتانگاری حوضه، شرایط بارندگی، معادلات عاملی یا ژنتیکی اشاره نمود (۱۶). تحلیل فراوانی وقایع، مجموعه روش‌هایی می‌باشند که با استفاده از قوانین احتمالات به بررسی احتمال تکرار یک پدیده در طول زمان می‌پردازد. هدف از این تحلیل‌ها به دست آوردن دوره بازگشت وقایع و مقدار یک واقعه به ازای دوره برگشت مشخص می‌باشد. از آنجا که پیش‌بینی جریان رودخانه در منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است، محققین طی چندین دهه گذشته روش‌های مختلفی را در این زمینه مورد تحقیق و بررسی قرار داده‌اند، روشهای پیش‌بینی رایج را به طور عمده می‌توان به روش‌های سری‌های زمانی، مدل‌های رگرسیونی و مدل‌های حوضه آبریز تقسیم نمود.

Liong *et al.* (2000) برای پیش‌بینی سیل‌های مخرب بنگلادش، از روش شبکه عصبی استفاده نمودند و نتایج مطالعات آنها روش موردنظر را با آنالیز حساسیت، قابل پذیرش می‌داند. Adamowski (2000) در پژوهشی به مقایسه روش‌های ناپارامتری و گشتاورهای خطی در تحلیل منطقه‌ای سیلاب حوضه‌های

فیزیوگرافی مناطق همگن و دیدگاه هیدرولوژیکی آستانه دبی پیک با تجزیه و تحلیل فصلی فراوانی منطقه‌ای سیلاب نمودند، و روش مبتنی بر پایه تجزیه و تحلیل فصلی فراوانی منطقه‌ای سیلاب را در منطقه‌بندی مناطق همگن را مناسب دانستند.

HijaziZadeh and SalehiPake (2002) با استفاده از آمار دبی حداکثر لحظه‌ای و هم زمانی آن با بارش بیشینه ۲۴ ساعته، حداکثر بارش متحمل حوزه آبریز ماملو را در زمان‌های ۷۲، ۴۸، ۲۴ ساعته به ترتیب ۱۲۶/۶، ۱۸۳/۷ و ۲۲۹/۶ میلیمتر را محاسبه کرده‌اند.

Khoshhal *et al.*, (2005) در پژوهشی به کاربرد مدل ترکیبی گامبل در تجزیه و تحلیل فراوانی بارش‌های حداکثر حوضه در کارون شمالی پرداخته‌اند و نتایج نشان‌دهنده دقت بیشتر روش مذکور نسبت به روش یک متغیره گامبل می‌باشد.

Negaraesh *et al.*, (2011) در پژوهشی به بررسی شدت سیل خیزی رودخانه کشکان پرداخته‌اند و به این نتیجه دست یافته‌اند که با وجود ثبات میانگین بارش سالانه، ضریب رواناب سالانه دارای روند افزایشی، پرشیب و معنی‌دار می‌باشد. مقایسه میانگین دهه اول و دهه دوم دوره بیست و نه ساله نشان داد که ضریب رواناب سالانه در دهه دوم ۵۷ درصد نسبت به دهه اول افزایش یافته است.

واقع در استانهای انتاریو و کبک کانادا پرداخت. وی در پژوهش خود، از داده‌های حداکثر سالیانه و سری‌های جزئی سیلاب استفاده کرد. او در نخستین گام، حوضه‌های مورد بررسی را بر اساس شکل تابع تجمعی و زمان وقوع سیل به ۹ ناحیه همگن تقسیم نمود، به طوری که نواحی همگن مکانیسم تولید سیلاب مشابه داشتند. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده ناکارآمدی مدل‌های ناپارامتری در جداسازی مکانیسم‌های مختلف سیلاب و در پی آن ضعف در تعیین نواحی همگن می‌باشد.

Foody *et al.*, (2004) در منطقه‌ای در غرب مصر از مدل HEC-HMS به منظور برآورد دبی حداکثر سیل زیرحوضه‌ها استفاده نمودند: نتایج اجرای مدل نشان‌دهنده این بود که دو زیرحوضه در معرض دبی پیک بیش از ۱۱۵ مترمکعب در ثانیه بوده و به عنوان مناطق حساس محسوب می‌شوند.

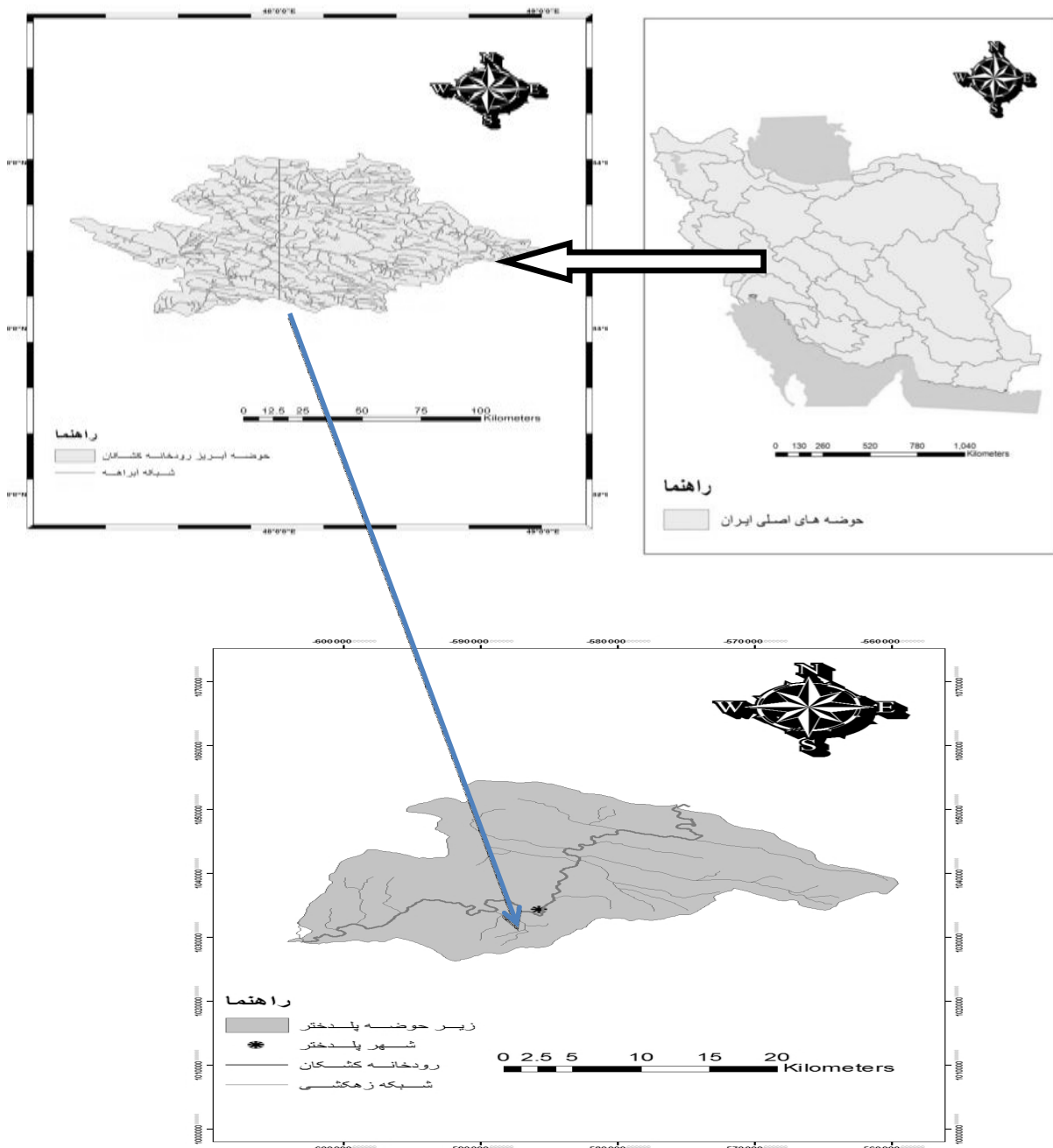
Kumar and Chatterjee (2005) با استفاده از آزمون‌های ناهمنوایی و ناهمگنی، نمودار نسبت های گشتاورهای خطی و آزمون نیکوئی برازش معرفی شده توسط هاسک ینگ و وال یس، به تحلیل فراوانی سیلاب منطقه‌ای پرداخت.

نتایج نشان داد تابع توزیع مقادیر حدی تعمیم یافته، بهترین برازش را با آمار سیلاب حوضه آبریز براهماپوترای شمالی هند دارد. او به کمک این تابع و با استفاده از رابطه همبستگی بین ویژگی‌های حوضه و متوسط دبی اوج سالانه به تخمین سیلاب‌های با دوره بازگشت مختلف پرداخت. Ouarda *et al.*, (2006) در حوزه‌های آبخیز استان کبک کانادا، اقدام به منطقه‌بندی مناطق همگن بر اساس دو روش سنتی ترسیم

## مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی حوزه آبریز مورد مطالعه: زیرحوضه پلدختر یکی از ۸ زیرحوضه رودخانه کشکان، به دلیل قرار گرفتن در نزدیکی نقطه خروجی آن حوزه آبخیز به عنوان سیل‌خیزترین زیرحوضه محسوب می‌شود. این زیرحوضه در

عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی و طول ۴۷ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۷ درجه ۵۲ دقیقه شرقی گسترش دارد و یک آبراهه اصلی و چندین آبراهه ادواری شبکه زهکشی این زیرحوضه را تشکیل داده‌اند (شکل ۱).



شکل ۱- پراکنش جغرافیایی زیرحوضه پلدختر در حوزه کشکان و حوزه‌های اصلی کشور

خصوصیات فیزیکی حوضه به مجموعه پارامترهایی گفته می شود که مقایر آنها برای حوزه آبخیز نسبتاً ثابت است و در واقع نشان دهنده وضع ظاهری حوضه می باشند. پارامترهای فیزیکی از این نظر حائز اهمیت می باشند که میان آنها و رواناب حاصل از بارش های جوی روابطی وجود دارد. بنابراین مهمترین پارامترهای مورد نیاز با استفاده از GIS محاسبه گردید (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی زیر حوضه پلدختر

مقادیر	طول آبراهه اصلی Km	خصوصیات فیزیکی
۷۴۹/۸۹	ضریب فشردگی	مساحت $Km^2$
۱۳۰	ارتفاع متوسط به متر	محیط km
۰/۷۲	زمان تمرکز به ساعت	تراکم زهکشی $Km/Km^2$
۲۶/۹۳	ضریب فرم	شیب متوسط به درصد
۵۲		
۱/۳۳		
۹۹۹		
۶		
۰/۲۲		

داده ها و روش شناسی:

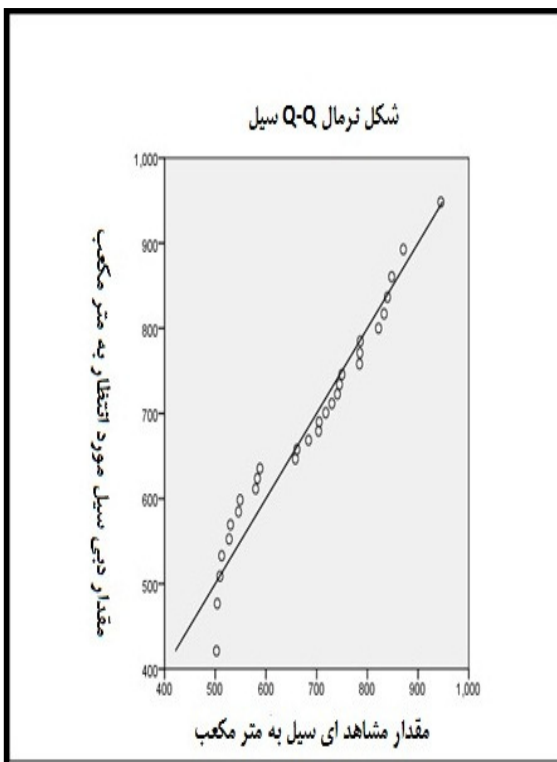
(همگنی داده ها و بازسازی داده ناقص و آزمون کفایت داده ها) بر روی این داده ها صورت گرفت. سپس جهت تعیین بهترین تابع توزیع احتمال برای بارش و سیل ها در نرم افزار SPSS از آزمون تست کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. در این آزمون داده های مورد استفاده از توزیع نرمال تعبیت نموده اند (جدول ۲). جهت انتخاب بهترین برازش تابع توزیع احتمال برای داده های دبی و بارش از روش گرافیکی (Q-Q) استفاده گردید. در نمودارهای (Q-Q) محور افقی چندک های مشاهداتی و محور عمودی چندک های توزیع را نشان می دهد. بر اساس روش گرافیکی نیز، داده های مورد استفاده از توزیع نرمال تعبیت می کنند (شکل های ۲ و ۳).

جهت انجام این تحقیق از داده های ۳۰ سیل شدید روزانه بیش از  $500 m^2$  و تعداد ۲۰ بارش شدید ۲۴ ساعته بیش از  $40 mm$  در طی دوره آماری ۱۳۹۰-۱۳۶۰، در زیر حوضه پلدختر استفاده شده است. در این پژوهش سیل های انتخاب شدند که اولاً سیل متصل به سیل قبلی نباشد (بدین منظور فاصله زمانی بین نقطه اوج دو سیل از یکدیگر، باید حداقل ۳ برابر مدت زمانی باشد که دبی سیل از مرحله شروع تا رسیدن به دبی نقطه اوج هیدروگراف لازم دارد) دوماً مقدار دبی پس از سیلاب اول و قبل از شروع سیل دوم به کمتر از یک سوم دبی اوج سیل اول رسیده باشد. ابتدا داده های مورد نظر از بانک اطلاعات رایانه ای و دفاتر آمار سازمان آب منطقه ای استان لرستان گردآوری شد و در نرم افزار SPSS آزمون های آماری

جدول ۲- محاسبه توزیع نرمال داده های انتخابی بر اساس تست کولموگروف اسمیرنوف

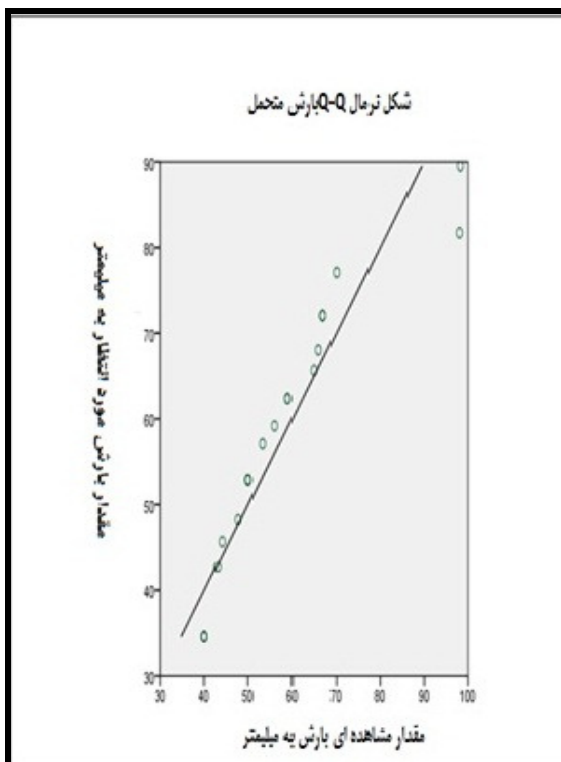
	حداکثر بارش	
	سیل	متحمل
تعداد داده ها	۳۰	۲۰
میانگین داده ها	۶۸۴/۷۱	۵۸/۱۵
انحراف معیار داده ها	۱۲۹/۱۶	۱۶/۷۸
مطلق ترین	-/۱۳۹	-/۱۴۹
مثبت انتهایی	-/۱۳۹	-/۱۴۹
اختلاف منفی	-/۰۹۲	-/۱۴۰
احتمال وقوع کولموگروف اسمیرنوف	-/۷۶۴	-/۶۶۷
سطح معناداری ۹۹ درصد	-/۶۰۴	-/۷۶۵

آزمون داده ها: توزیع نرمال است.



شکل ۳- نمودار Q-Q دبی سیلابی پلدختر

این رابطه می توان حداقل تعداد داده های لازم در سطح اعتماد مورد نظر به دست آورد:



شکل ۲- نمودار Q-Q بارش ۲۴ ساعته پلدختر

برای سنجش میزان کفایت داده ها، مارکوس رابطه شماره ۱ را ارائه نمود (۷). که بر اساس

رابطه (۱)

$$N=(4.3t\log R)^2+6$$

(۱) حداقل ۹ سال می باشد که در این پژوهش بازه زمانی داده ها ۳۰ می باشد.

بر اساس آزمون یک دامنه T تست به احتمال ۹۵ درصد حداقل و حداکثر دبی سیلاب به ترتیب ۷۳۲/۹۴ و ۶۳۶/۴۸ متر مکعب و بارش متحمل ۲۴ ساعته ۶۶/۰۱ و ۵۰/۲۹ میلیمتر می باشد(جدول ۳).

که در این رابطه، N= حداقل تعداد داده های لازم، T= مقدار تی استیودنت و R= نسبت مقدار عددی متغیر مورد نظر در دوره بازگشت می باشد. نتایج کفایت دوره آماری داده ها مورد مطالعه در حوضه کشکان بر اساس رابطه

جدول ۳= نتایج حاصل از آزمون یک دامنه T تست دبی سیلابی و حداکثر بارش متحمل ایستگاه پلدختر

	آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری ۹۹ درصد	میانگین اختلاف	احتمال وقوع در سطح ۹۵ درصد	
					کمینه	بیشینه
سیل	۲۹/۰۳۵	۲۹	۰/۰۰۰	۶۸۴/۷۱	۶۳۶/۴۸	۷۳۲/۹۴
حداکثر بارش متحمل	۱۵/۴۹	۱۹	۰/۰۰۰	۵۸/۱۵	۵۰/۲۹	۶۶/۰۱

بارندگی با زمان تداوم پانزده دقیقه تا بیست ساعت با دوره بازگشت های ۲ تا ۱۰۰ سال می باشد از رابطه (۱) استفاده نموده و ضمناً جهت محاسبه بارندگی یک ساعته با دوره بازگشت ۱۰ سال از رابطه (۲) استفاده شده است.

با توجه به عدم وجود ایستگاه باران سنج ثبات در حوزه آبخیز مورد مطالعه و همچنین بدلیل عدم وجود ایستگاه هیدرومتری در آن تخمین ارتفاع بارشهای کوتاه مدت مشکل به نظر می رسد. بنابراین برای بدست آوردن شدت بارندگی در حوضه مورد مطالعه از روش قهرمان که روش مناسبی برای تخمین مقدار

$$P^t = (0.4525 + 0.2472) \times \ln(T - 0.6) \times (0.371 + (0.6184 \times t^{0.44})) \times P_{10}^1 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$P_{10}^1 = 0.8 \times X^{1.1374} \times Y^{-0.3072} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$P_{10}^1$ : بارندگی یک ساعته با دوره بازگشت ده

که در این روابط

سال

T: دوره بازگشت به سال

X: متوسط ماکزیمم بارندگی ۲۴ ساعته بر

t: مدت دوام بارندگی بر حسب ساعت

حسب میلی متر

P: مقدار بارندگی با دوام t ساعت و دوره T

y: متوسط بارندگی سالانه بر حسب میلی متر

سال بر حسب میلی متر

$$I = \frac{P}{t} \quad \text{رابطه (۴)}$$

با در نظر گرفتن توزیع اکسپونانسیل، مقدار  $\beta$  از رابطه (۵) بدست می آید.

$$\beta = q_i - q_0 = \sum_{i=1}^N \frac{(q_i - q_0)}{M} \quad \text{رابطه (۵)}$$

مقدار متغیر مورد بررسی با دوره بازگشت مورد نظر بر اساس رابطه (۶) بدست می آید:

$$Q_{tr} = q_0 + \beta \ln \lambda + \beta \ln T \quad \text{رابطه (۶)}$$

مقادیر متوسط عناصر مورد بررسی را با رابطه (۷) برآورد نمود:

$$Q = q_0 + \beta \ln \lambda + 0/5772(\hat{\alpha}) \quad \text{رابطه (۷)}$$

### نتایج

برآورد شده منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی (IDF Cures) که رابطه بین شدت بارندگی و زمان تداوم رگبار را برای دوره بازگشت‌های مختلف نشان می‌دهد برای حوضه پلدختر رسم گردیده است (شکل ۴).

در طراحی کلیه سازه‌های هیدرولیکی و آبخیزداری دانستن مجموعه‌ای از اطلاعات مربوط به بارندگی ضروری است. منحنی‌های IDF احتمال عدم تجاوز (دوره بازگشت به سال) مقادیر بیشینه بارندگی را در طول یک دوره زمانی نشان می‌دهد (۱۵). شدت بارشهای کوتاه‌مدت در زمانهای مذکور (رابطه ۲ تا ۳) برآورد گردید (جدول ۴). با توجه به شدتهای

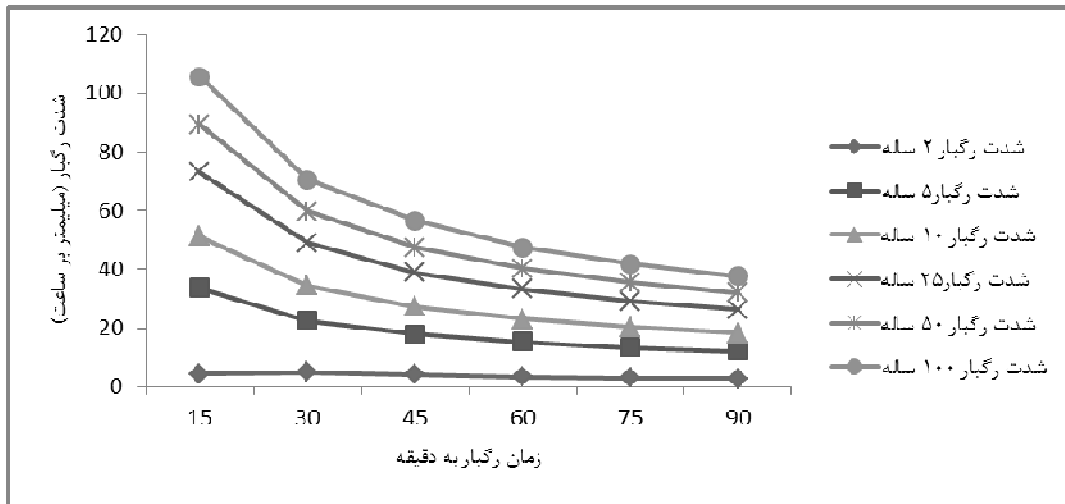
جدول ۴- مقدار - شدت و فراوانی رگبارهای کوتاه مدت زیر حوضه پلدختر

زمان تداوم به دقیقه	ارتفاع بارندگی (میلیمتر) با دوره بازگشت مختلف						شدت رگبار (میلیمتر بر ساعت) با دوره بازگشت مختلف					
	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰	۲	۵	۱۰	۲۵	۵۰	۱۰۰
۱۵	۱/۱	۸/۴	۱۲/۸	۱۸/۳	۲۲/۳	۲۶/۴	۴/۴	۳۳/۶	۵۱/۲	۷۳/۲	۸۹/۲	۱۰۵/۶
۳۰	۲/۵	۱۱/۳	۱۷/۲	۲۴/۵	۲۹/۹	۳۵/۳	۵	۲۲/۶	۳۴/۴	۴۹	۵۹/۸	۷۰/۶
۴۵	۳/۰۷	۱۳/۵	۲۰/۴	۲۹/۲	۳۵/۶	۴۲/۰۴	۴/۰۹	۱۸	۲۷/۲	۳۸/۹	۴۷/۴	۵۶/۵
۶۰	۳/۴	۱۵/۳	۲۳/۱	۳۳/۰۳	۴۰/۳	۴۷/۵	۳/۴	۱۵/۳	۲۳/۱	۳۳/۰۳	۴۰/۳	۴۷/۵
۷۵	۳/۸	۱۶/۸	۲۵/۴	۳۶/۳	۴۴/۳	۵۲/۳	۳/۰۴	۱۳/۴	۲۰/۳	۲۹	۳۵/۴	۴۱/۸
۹۰	۴/۱	۱۸/۲	۲۷/۵	۳۹/۳	۴۸	۵۶/۶	۲/۷	۱۲/۱	۱۸/۳	۲۶/۲	۳۲	۳۷/۷

از شدت آن کاسته می‌شود. در مدت زمان ۹۰ دقیقه بارشی با ارتفاع  $mm$  ۴/۱ در دوره بازگشت ۱۰۰ سال، در شهرستان پلدختر شدت بارش  $mm$  ۳۷/۷ می‌باشد.

نتایج منحنی‌های شدت و مدت بارش با مدت دوام ۹۰ دقیقه‌ی در شهرستان پلدختر بر اساس رابطه (۲) نشان می‌دهد که با افزایش مدت بارش، ارتفاع بارش هم زیاد می‌شود، ولی





شکل ۴- شدت رگبارهای ۱۵ دقیقه ای تا ۹۰ دقیقه ای زیر حوضه پلدختر

اردیبهشت اتفاق افتاده که این امر به دلیل شرایط حرارتی این سه ماه است که منجر به ریزشهای جوی از نوع مایع و هم چنین ذوب شدن برفها می باشد. بیشترین مقدار دبی مربوط به تاریخ ۱۰ فروردین ۱۳۷۶ به میزان  $945 m^2$  بوده است. دبی متوسط سیلاب حوضه پلدختر بر اساس رابطه (۷) میزان  $606/32 m^2$  بر آورد گردید.

بحث رواناب و رابطه «بارش، رواناب» از مهمترین و اساسی ترین موضوع در هیدرولوژی آبهای سطحی می باشد. زیرا که برآورد رواناب حاصل از بارشهای جوی پایه و مبنای مطالعات بسیاری از طرحهای مختلف توسعه و بهره برداری از منابع آب را تشکیل می دهد. نتایج توزیع فراوانی زمانی سیلابها نشان داد که از بین ۳۰ سیلاب مورد بررسی تعداد ۱۹ سیل  $63/3$  درصد در ماههای اسفند، فروردین و

$$Q = 500 + 184/2 \ln(1) + 0/5772(184/2) = 606/32 m^2 \quad \text{رابطه (۷)}$$

جدول ۵- تجزیه و تحلیل احتمال وقوع سیلابهای بیش از دبی مبنا  $500 m^2$  در بازه های زمانی مختلف بر اساس روش سری های جزئی

درصد احتمال وقوع	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۹۰	۹۹/۹۹
دوره بازگشت به سال	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	۱
$\ln T$	۵/۲۹۸	۴/۶۰۵	۳/۹۱۲	۳/۲۱۸	۲/۳۰۲	۱/۶۰۹	۰/۶۹۳	۰
$\beta \times \ln T$	۹۷۵/۹	۸۴۸/۲	۷۲۰/۵	۵۹۲/۹	۴۲۴/۱	۲۹۶/۴	۱۲۷/۶	۰
دبی پیش بینی شده $m^2$	۱۴۷۵/۹۵	۱۳۴۸/۲۷	۱۲۲۰/۵	۱۰۹۲/۹	۹۲۴/۱۳	۷۹۶/۴۵	۶۲۷/۶	۶۰۶/۳۲
$\gamma = 1$	$\beta = 184.2$							
$Q_0 = 500 m^2$ $N = 30$	$Q = 606.32 m^2$					$M = 30$	$\ln \lambda = 0$	

بودن سرریزهای اضطراری سدها، پلها و شبکه زهکشی شهری بر پایه آن طراحی می‌شوند. بیشترین بارش محتمل با حداکثر ارتفاع بارش، ممکن است که از لحاظ هواشناسی برای یک مدت زمان مشخص در یک منطقه خاص امکان ریزش داشته باشد دو روش هواشناسی و آماری در محاسبه PMP ۲۴ ساعته وجود دارد. نبود آمار کامل هواشناسی مانند نقطه شبنم، سرعت باد و درجه حرارت، تمایل به استفاده از روش آماری را افزایش داده است.

پیش‌بینی احتمال وقوع سیل‌های بالاتر از دبی مبنا  $m^2$  ۵۰۰ در بازه‌های زمانی مختلف (جدول ۵) نمایانگر احتمال وقوع ۹۹/۹۹ درصد هر سال سیلی، به میزان دبی  $m^2$  ۶۰۶/۳۲ می‌باشد و هر ۵ سال یکبار سیلی با دبی لحظه‌ای ۷۹۶/۴۵ متر مکعب، به احتمال ۵۰ درصد در زیر حوزه پلدختر حادث می‌شود. حداکثر بارش متحمل، مقدار بارشی است که امکان وقوع آن در یک ایستگاه یک منطقه یا یک حوضه آبریز وجود دارد.

حداکثر بارش‌های متحمل از این نظر حائز اهمیت هستند که تاسیسات هیدرولیک، مهم

جدول ۶- تجزیه و تحلیل احتمال وقوع بارش‌های ۲۴ ساعته بیش از بارش مبنا  $mm$  ۴۰ در بازه‌های زمانی مختلف بر

اساس روش سری‌های جزئی

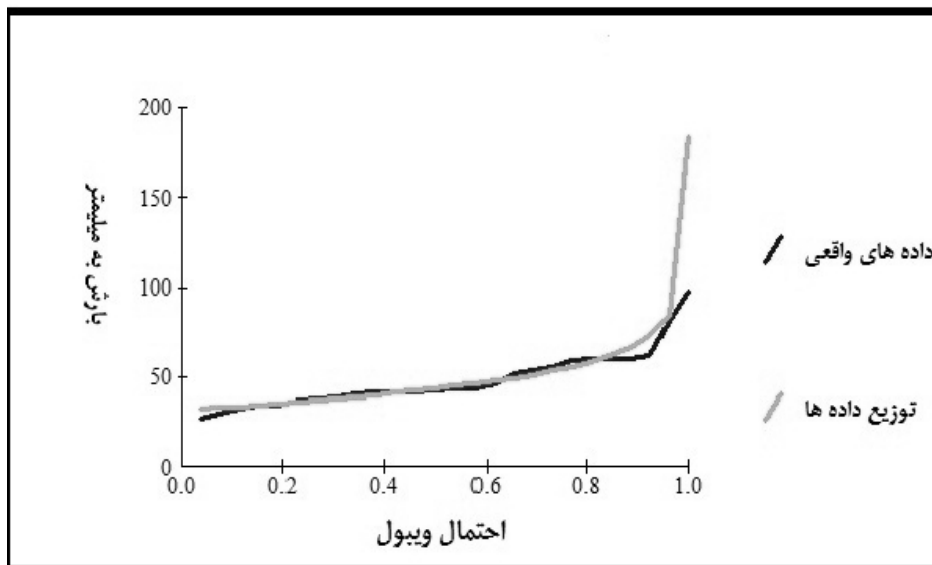
درصد احتمال وقوع	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۹۰	۹۹/۹۹
دوره بازگشت به سال	۲۰۰	۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۰	۵	۲	۱
LnT	۵/۲۹۸	۴/۶۰۵	۳/۹۱۲	۳/۲۱۸	۲/۳۰۲	۱/۶۰۹	۰/۶۹۳	۰
$\beta \times LnT$	۱۰۰/۶	۸۷/۴	۷۴/۲	۶۱/۱	۴۳/۷	۳۰/۵	۱۳/۱	۰
حداکثر بارش ۲۴ ساعته $mm$	۱۳۲/۷	۱۱۹/۵	۱۰۶/۳	۹۳/۲	۷۵/۸	۶۲/۶	۴۵/۲	۴۳/۰۷
$\gamma = 0.66$	$\beta = 18.99$							
$pmp_{\sigma} = 40mm$ $N = 30$	M=20 PMP=43.07 $mm$						$Ln\lambda = -0.415$	

افزایش دوره بازگشت احتمال وقوع کم می‌شود، ولی هر ۱۰۰ سال یکبار در حوضه پلدختر بارش ۲۴ ساعته‌ای به میزان  $mm$  ۵/۱۹ ریزش می‌کند. به منظور بررسی احتمالی وقوع ریزش‌های جوی (حداکثر بارش ۲۴ ساعته) آنالیز جامع فراوانی برای آمار ایستگاه مبنای منطقه یعنی ایستگاه پلدختر انجام گردید. بدین ترتیب که پس از ورود داده‌های حداکثر بارش ۲۴ ساعته در دوره آماری مورد نظر به

در طی دوره مورد مطالعه حداکثر بارش ۲۴ ساعته مربوط به دو تاریخ ۱۵ بهمن ۸۴ به میزان  $mm$  ۹۸ و تاریخ ۲۷ فروردین ۸۸ به میزان  $mm$  ۹۸/۲ بوده است. پیش‌بینی احتمال وقوع بارش‌های متحمل ۲۴ ساعته بالاتر از بارش متحمل مبنا  $mm$  ۴۰ در بازه‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد (جدول ۶) که به احتمال ۹۹/۹۹ درصد هر سال بارشی به میزان  $mm$  ۴۳/۰۷ ریزش می‌کند. هر چند با

برنامه کامپیوتری Hyfa ( Hydrology Frequency Analysis) با استفاده از این برنامه و از روش گشتاورها (Moments) و حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood) به کمک آمار حداقل متوسط انحراف نسبی، بهترین توزیع احتمالی از میان هفت توزیع احتمالی نرمال (N)، لوگ نرمال دو پارامتری (LN II) ، گامای دو پارامتری (GA II) و پیرسون تیپ سه (P III)، لوگ پیرسون تیپ سه (LP III) و گامبل (GAM)، در دوره بازگشتهای مختلف ( ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ ساله ) لوگ پیرسون تیپ سه تعیین گردید (شکل ۵).

برنامه کامپیوتری Hyfa ( Hydrology Frequency Analysis) با استفاده از این برنامه و از روش گشتاورها (Moments) و حداکثر درست نمایی (Maximum Likelihood) به کمک آمار حداقل متوسط انحراف نسبی، بهترین توزیع احتمالی از میان هفت توزیع احتمالی نرمال (N)، لوگ نرمال دو پارامتری



شکل ۵- نمودار توزیع داده‌ها مشاهده شده و برآورد شده حداکثر بارش ۲۴ ساعته بر اساس توزیع پیرسون تیپ ۳

پیشرفته مدیریت بر مبنای ریسک انجام می شود. مسائل اصلی در مدیریت ریسک شامل شناخت علمی پدیده‌ها، استاندارد کردن یافته های علمی، دیدبانی و نظارت و مراقبت پدیده ها و تعیین روش‌های عکس‌العملی و ایجاد بسترهای قانونی برای استفاده از یافته‌های علمی و در نهایت هماهنگی بین سازمانها و ارگانهای مرتبط با مخاطرات طبیعی می‌باشند. تحلیل فراوانی یکی از روش‌های مناسب برای برآورد مقادیر سیلاب محسوب می‌شود. در صورتی که شرایط لازم، از قبیل وجود آمار کافی و امکان برآزش تابع توزیع مناسب وجود

### بحث و نتیجه گیری

متأسفانه مدیریت در کشور ما و اغلب کشورهای در حال توسعه به دلیل عدم شناخت کافی نسبت به خدمات و سرویس‌های آب و هوایی، مدیریت بحران است. در این جوامع همیشه صبر می‌کنند تا حادثه رخ دهد، بعد مدیریت بحران آغاز می‌گردد. در این روش مدیریت، پرداخت خسارات و کمک‌رسانی بلاعوض در سرلوحه فعالیتها قرار می‌گیرد. ویژگی مهم مدیریت بحران، عدم هرگونه اقدام قبل از وقوع بحران است و تمام فعالیتها پس از آن انجام می‌گردد. ولی در کشورهای

بارش ۲۴ ساعته‌ای به میزان  $mm$  ۱۳۲/۷ حادث می‌شود. نتایج توزیع فراوانی زمانی سیلابها نشان داد که از بین ۳۰ سیلاب مورد بررسی، تعداد ۱۹ سیل (۶۳/۳ درصد) در ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت اتفاق افتاده، بنابراین انتظار می‌رود که در آینده سیلاب های شدیدتری بوقوع بپیوندد. زیرا بر اساس بررسی پراکنش ماهانه بارش در زیر حوضه پلدختر بیانگر این نکته است که بارش منطقه به سمت تمرکز در اواخر دوره سرد سال می‌رود. زمانی که به دلیل شرایط حرارتی، ریزش‌های جوی عموماً از نوع مایع بوده و تبدیل به سیلاب‌های شدید می‌شود. نتایج این پژوهش با مطالعات (۱،۲،۴ و ۱۱) که به برآورد حداکثر بارش متحمل و سیلاب‌های شدید در دوره‌های بازگشت مختلف پرداخته‌اند، یکسان ولی از لحاظ استفاده از روش سری‌های جزئی منحصر به فرد و دارای نوآوری می‌باشد.

داشته باشد، با این روش می‌توان به نتایج مطلوب دست یافت این روشها دارای طیف وسیع: استفاده از آمار ریاضی تا روشهای مربوط به ایجاد همبستگی بین داده‌ها و بهره‌گیری از روابط بین بارندگی و رواناب می‌شود. روش‌های آماری جهت برآورد داده‌های انتهایی از متداول ترین و قابل اطمینان‌ترین روش‌ها محسوب می‌شوند. منظور از مقادیر انتهایی حداکثرها و حداقلها مشاهده شده یک متغیر در مدت زمان می‌باشد. روش‌های آماری به خصوص در مواقعی که داده‌های مربوط به بارش یک ناحیه به اندازه کافی و مناسب باشند، به عنوان یک روش ساده و سریع بکار برده می‌شوند. انتخاب مناسب‌ترین توزیع احتمالی تواتر بارندگی در دوره بازگشتهای مختلف برای ایستگاه پلدختر، لوگ پیرسون تیپ ۳ می‌باشد. نتایج تجزیه و تحلیل بر اساس روش سری‌های جزئی نشان می‌دهد که ۲۰۰ سال یکبار در حوضه پلدختر سیلی با دبی  $m^3$  ۱۴۷۵/۹۵ اتفاق می‌افتد و

## References

- 1- Adamowski, K., 2000. "Regional analysis of annual maximum and partial duration flood data by nonparametric and l-moment methods", Journal of Hydrology, 229, 219-231.
- 2- Foody, G.M., E.M. Ghoneim, W.N. Arnell, 2004. Predicting Location Sensitive to Flash Flooding in Arid Environment, Journal of Hydrology, 292: 48-58.
- 3- Hijazi Zadeh, Z., T. Salehi Pake, 2002. Estimating maximum sustained rainfall in the catchment Bryzmamlv, Journal of humanities literature, 58-51.
- 4- Khoshhal, J., h. A. Ghayur, d. Rahimi, 2005. The Gumbel Mixed Model Applied to Analysis for Frequency Maximum Precipitations in North Karun Basin, Geography and Development, Third Year, Serial No. 5, 68-53.
- 5- Kumar, R., C. Chatterjee, 2005. Regional flood frequency analysis using L-Moments for North Brahmaputra region of India, Journal of Hydrologic Engineering, 10, 1-7
- 6-Liong, Sh., WE. Lim, T. Kojiri, T. Hori, SY. Liang, WH. Lim, M. Anderson, N. Peters, D.Walling, 2000. Advance Flood Forecasting for Flood Stricken Bangladesh with a Fuzzy Reasoning Method, Japan Society of Hydrology and Water Resources.
- 7- Mahdavi, M., 2007. Applied Hydrology, Vol 2, Tehran University Publications, Edition 6.

- 8- MohammadPour, R., T. Sabzwari, 2007. Flood zonation using GIS (design studies QAREAGHAJ part of the river in the province), the first urban GIS Conference.
- 9- Negaresh, h., T. Tavosi, M. Mehdi Nasab, 2011. Assessing the severity of flooding Kashkan River catchment, Journal of physical geography, fourth year, Serial No. 13, Fall, 58-49.
- 10- Ouarda, T.B.M.J., J.M.Cunderlik, A. St-Hilaire, M. Barbet, P. Bruneau, B. Bobée, 2006. Data-based comparison of seasonality-based regional flood frequency methods, Journal of Hydrology, Article in Press.
- 11-Rezaei Pzhnd, H., b. Ghareman, 2006. Estimating of maximum sustained 24-hour rainfall stations were provided by the North Khorasan, Iran Water Resources Research, second year, 53-43.
- 12- Salinger.M., G. James. 2005. Climate variation and change: Past, Present and Future, An Overview . Climatic Change 70: 9-29.
- 13- Silviera, L.F., Charbonnier and L. Genta, 2000. The Antecedent Soil Moisture Condition. Hydrological Sciences Journal. 45(3): 3-12.
- 14-Tajbakhsh, M., b. Ghareman, 2009, Estimating maximum sustained 24-hour rainfall statistical methods in the North East of Iran, Journal of Soil and Water Conservation Research, Volume XVI, Number One,141-123.
- 15- Vaskov, I., 1993. Rainfall analysis and regionalization computing intensity duration frequency curves, Universidad polytechnic devalencia 95- 109.
- 16- Yazdani, M.R., 2000. Determination of maximum flood discharge from small watersheds using the SCS graphical M.S Watershed, Supervisor doctor Mohammad Mahdavi, Department of Natural Resources, Tarbiat Modarres University, Tehran, p 120.