

تخمین بارش نقطه ای در مناطق خشک و تعیین دامنه تغییرات آن

رفعت زارع بیدکی^۱، محمد مهدوی^۲ و حسن احمدی^۳

تاریخ دریافت: 1386/7/18 – تاریخ پذیرش: 1386/11/24

چکیده

در بوم شناسی و مدیریت مرتع آگاهی از میزان بارش بسیار ضروری است. کمبود ایستگاههای باران سنجی و اندازه گیری باران در نقاطی محدود، چاره جویی در رفع این نقصان را هشدار داده است. برای برآورد بارش در نقاط فاقد آمار از راههای مختلف مثل روش همبستگی بین ایستگاهها، روش نسبت نرمال، استفاده از ایستگاههای معرف و روش محور مختصات استفاده می شود. طبق اصل وجود ساختار مکانی بین بارش نقطه ای در نقاط مختلف هر چه فاصله دو نقطه از یکدیگر کمتر باشد، اختلاف بارش رسیده به آنها کمتر است. هدف از این پژوهش یافتن رابطه ای بین فاصله دو نقطه و مقدار بارش رسیده به آنهاست تا بتوان از طریق این رابطه مقدار بارش را در نقاطی که بارندگی در آنها اندازه گیری نمی شود، تخمین زد. برای رسیدن به این رابطه از آمار ایستگاههای بارانسنجی موجود در حوزه آبخیز دریاچه نمک استفاده شده است. در این پژوهش فاصله هر بارانسنج از بقیه باران سنجهای موجود در حوزه محاسبه شده و سپس مقدار بارش ماهانه هر باران سنج از مقدار متناظر آن در ایستگاههای دیگر کسر شده و اختلاف بارش بین دو بارانسنج به دست آمده است. بیشترین و کمترین مقدار اختلاف به دست آمده به ترتیب حد بالا و پایین اختلاف بارش بین دو نقطه هستند. سپس بین حدود اختلاف بارش بین دو نقطه و فاصله آن دونقطه بهترین منحنی برازش داده شده است. این منحنیها و معادلات مربوطه در سه سطح اعتماد 80، 90 و 95 درصد محاسبه و رسم شده است. با استفاده از نتایج این پژوهش می توان مقدار بارش یک نقطه را با داشتن بارندگی نقاط دیگر حوزه و فاصله نقطه مورد نظر از آنها در سطح اعتماد معین به صورت حدود بالا و پایین برآورد نمود.

واژه های کلیدی: بارندگی، تغییرات مکانی، حد بالای تغییرات، حدپائین تغییرات، حوزه آبخیز دریاچه نمک.

1- دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

2- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

3- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

مقدمه

توزیع بارندگی در سطح کره زمین به عوامل جوی و فرا منطقه‌ای وابسته بوده و با توجه به عرض جغرافیایی تغییر می‌کند. در روشهای رایج برآورد بارش نقطه‌ای فقط مقدار بارش نقاط مورد بررسی بوده و توجهی به موقعیت نقاط نمی‌شود. اما باید علاوه بر مقدار بارش موقعیت مکانی آنها نیز مد نظر قرار گیرد. بعضی از پژوهشگران در بررسیهای خود مقدار بارش را با روابط مکانی مورد بررسی قرار داده‌اند. لیناکر و گیرتز^۱ (1998) روابط مکانی داده‌های بارندگی را مورد بررسی قرار دادند و مقدار بارندگی روزانه را به مقدار بارندگی همزمان در مکانهای دیگر، با فواصل مختلف، مربوط کرده و ضریب همبستگی بارندگی روزانه را برای فواصل مختلف به دست آوردند. آنها نتیجه گرفتند که ضریب همبستگی بارندگی روزانه با افزایش فاصله کاهش می‌یابد به طوری که این ضریب تا فاصله 200 کیلومتر تقریباً 0/7 و برای فاصله 400 کیلومتر 0/4 است. با این وجود کاهش ضریب همبستگی با فاصله، بسیار نامتقارن است و در جهات گوناگون تغییر می‌کند مثلاً برای چند جفت از نقاط با فاصله 400 کیلومتر ضریب صفر و برای تعدادی دیگر بالای 0/8 به دست آمد (7).

لوکاس و همکارانش^۲ (1996)، توزیع مکانی رگبارها را با مقایسه نسبت مقادیر رگبارهای مختلف که در هر ایستگاه اندازه گیری شده به مقادیر ایستگاه پایه بررسی

کردند. بدین صورت که ایستگاه واقع در خروجی حوزه را به عنوان ایستگاه پایه در نظر گرفتند و سپس برای هر رگبار مقادیر اندازه گیری شده در ایستگاه‌های دیگر را بر مقدار به دست آمده در ایستگاه واقع در خروجی حوزه تقسیم کردند تا این نسبت به دست آید. در این تحقیق فرض شده است که باران همگن می‌باشد. به منظور بدست آوردن مقدار عددی تغییرات مکانی، از ضریب همبستگی (r) که همبستگی آماری بین سری‌های بارندگی در هر ایستگاه با بارندگی ایستگاه پایه را نشان می‌دهد، استفاده شده است. ضریب همبستگی مکانی یا $r(d)$ تابعی از فاصله است و اینچنین بیان می‌شود:

$$r(d) = r(0) \exp\left(-\frac{d}{d_0}\right) \quad (1)$$

d = فاصله بین ایستگاه i و j ،

d_0 = شعاع همبستگی (فاصله‌ای که در آن همبستگی e برابر کاهش می‌یابد)،

$r(0)$ = مقدار تابع همبستگی در فاصله صفر (از نظر تئوری برابر 1 است ولی به خاطر خطاهای تصادفی در اندازه‌گیری‌ها، کمتر از 1 است) (8).

بلانی و همکارانش^۳ (2006) از داده‌های بارش 125 ایستگاه در نوادا برای میانمایی مکانی بارش ماهانه در طول مدت 1960 تا 2006 استفاده کردند. روش میانمایی مکانی که برای بارش ماهانه به کار رفت یک رگرسیون چند متغیره بین مقدار بارش و موقعیت و ارتفاع ایستگاه بود. آنها نتیجه گرفتند که تراکم ایستگاه‌ها، اختلاف ارتفاع

1 -Liace & Geerts

2 -Loukas et.al.

3- Blainey et al.

مرداد کمترین مقدار بارش را دارند. دامنه تغییرات بارندگی سالانه بین 100 تا 1000 میلیمتر بوده و با توجه به فاصله کم البرز تا دریاچه نمک تغییرات بارندگی نسبت به ارتفاع زیاد بوده که گویای باران‌های نوع کوهستانی است (2).

روش تحقیق

در این پژوهش از آمار بارندگی ماهانه ایستگاه‌های باران سنجی وزارت نیرو (200 ایستگاه) و سازمان هواشناسی کشور (150 ایستگاه) واقع در محدوده حوزه استفاده شده است. طول دوره آماری موجود برای هر ایستگاه متفاوت و از چند سال تا 33 (1345-1378) سال برای ایستگاه‌های مختلف تغییر می‌کند، که از تمام آمار موجود برای این تحقیق استفاده شده است.

با استفاده از طول و عرض جغرافیایی هر ایستگاه (به عنوان یک نقطه) و با استفاده از رابطه (2) فاصله هر نقطه از بقیه نقاط به دست می‌آید.

(2)

$$D = R \cos^{-1} [\sin \varphi_1 \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos (\lambda_1 - \lambda_2)]$$

که در آن

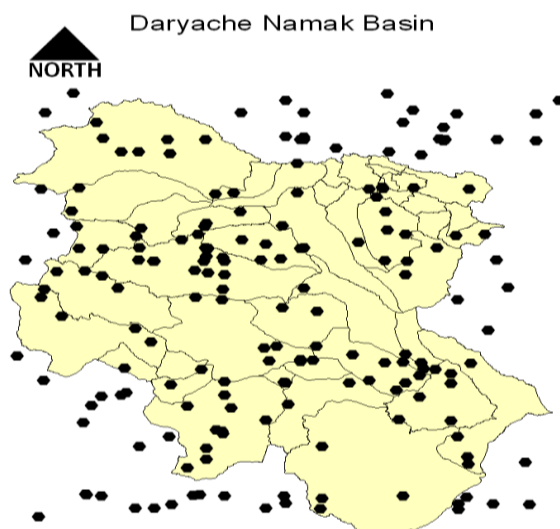
D فاصله دو نقطه به کیلومتر، R شعاع کره زمین معادل 6378 کیلومتر، φ_1 و φ_2 عرض جغرافیایی نقطه 1 و 2، λ_1 و λ_2 طول جغرافیایی نقطه 1 و 2، می‌باشند (6).

بین ایستگاه‌ها و اختلاف بارش بین آنها اثر زیادی بر بارش میانمایی شده دارد و مدل‌های با دقت زیاد برای میانمایی بارندگی در جایی مثل غرب آمریکا که شبکه ایستگاه‌های هواشناسی خیلی پراکنده است، بسیار مفید است (5).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دریاچه نمک، از $1^{\circ} 33'$ تا $32^{\circ} 36'$ عرض شمالی و $7^{\circ} 48'$ تا $29^{\circ} 52'$ طول شرقی در قسمت مرکزی ایران متمایل به شمال غربی ایران گسترده شده است. وسعت این حوزه 91460 کیلومتر مربع می‌باشد و بر اساس شرایط توپوگرافی به هفت زیر حوزه تقسیم می‌شود. حد اکثر ارتفاع در آن 4375 متر در ارتفاعات البرز و حد اقل آن 753 در دریاچه نمک است (2). حوزه آبخیز دریاچه نمک تحت تاثیر توده‌های هوایی قطبی بری، قطبی دریایی، تروپیکال بری، بری شمالی و تروپیکال دریایی است (4). در شمال حوزه، رشته کوه‌های البرز و در غرب حوزه، رشته کوه‌های زاگرس مانع عبور هوای مرطوب و رسیدن آن به حوزه می‌شوند. آب و هوا در حوزه آبخیز دریاچه نمک به شدت متأثر از ارتفاع است و رژیم بارندگی حوزه شکل عمومی رژیم بارش‌های مدیترانه‌ای با ریزش متمرکز در زمستان و خشکی منطبق بر تابستان را دارا می‌باشد (3). توزیع بارندگی در ماه‌های سال به نحوی است که ماه‌های بهمن و اسفند بیشترین مقدار و ماه‌های تیر و



شکل 1: پراکنش ایستگاه‌ها در منطقه مورد مطالعه

کدام از ایستگاه‌های موجود در شعاع 100 کیلومتری آن ایستگاه کسر شده، تا اختلاف بین بارندگی‌های ماهانه ایستگاه‌های مختلف با توجه به فاصله هر دو ایستگاه از یکدیگر به دست آید. اختلاف بارش ماهانه هر دو ایستگاه به ازای مقدار فاصله بین آن دو و مقدار بارش ایستگاه مبنا ثبت می‌شود. مقدار بارش در ایستگاه مبنا متغیر است، ولی با توجه به مقدار بارش منطقه مقادیر مشخصی به دلخواه انتخاب شده است و اختلاف اعداد متناظر بارش در برابر فاصله، فقط در ازای این مقادیر بررسی می‌شود. این مقادیر مشخص 5، 10، 25، 50، 75 و 100 میلیمتر در نظر گرفته شده‌است. هنگامی که میزان اختلاف بدست آمده در هر فاصله معین و برای مقادیر ذکر شده 5، 10 و ... به دست آمد. این اعداد در دو دسته کمتر از بارش ایستگاه مبنا و بیشتر از بارش ایستگاه مبنا، جدا و هر دسته به

طبق نوشته زیلتسوا¹ (1999)، در عرضهای متوسط شعاع همبستگی باران، یا فاصله ای که در آن مقادیر بارندگی نقطه ای همبستگی معنی داری با هم دارند، 50 تا 100 کیلومتر است (9). لذا با توجه به عرض جغرافیایی منطقه، حداکثر فاصله بین دو ایستگاه برای انجام آنالیزهای این پژوهش 100 کیلومتر در نظر گرفته شده است. بدین صورت که هر بار یک ایستگاه به عنوان ایستگاه مبنا² در نظر گرفته و ایستگاه‌های موجود در شعاع 100 کیلومتری آن مشخص شده است. به طور متوسط 90 تا 130 ایستگاه در شعاع 100 کیلومتری هر ایستگاه در منطقه وجود دارد. سپس هر بار آمار بارندگی ماهانه یک ایستگاه از آمار متناظر هر

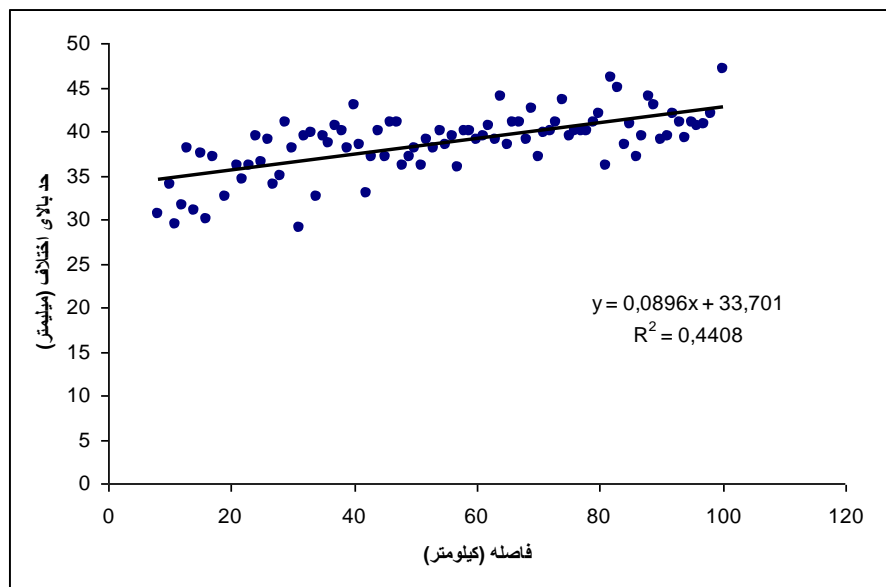
1 - Zhiltsova

2- ایستگاه مبنا، ایستگاهی است که مقدار بارش آن مشخص است.

فاصله هر نقطه را می‌توان از آن تعیین نمود و با استفاده از مقدار فاصله و مقدار بارش ایستگاه مبنا بارش را در نقطه مورد نظر تخمین زد.

تغییرات و فاصله دو نقطه، همچنین حد پایین تغییرات و فاصله دو نقطه در دستگاه مختصات مشخص شده و معادلات مربوط به هر خط نیز ارائه شده است. معادلات به دست آمده با توجه به ضریب همبستگی (r) و درجه آزادی مربوطه، طبق آزمون T- student معنی دار است.

صورت صعودی مرتب شده است. سپس با محاسبه احتمال وقوع تجمعی، اعداد با احتمال وقوع 80٪، 90٪ و 95٪ برای هر مقدار فاصله از جدول استخراج شده و در رسم نمودار مورد استفاده قرار گرفته است. اعداد بیشتر از بارش ایستگاه مبنا حد بالا و اعداد کمتر از بارش ایستگاه مبنا حد پایین تغییرات هستند. بهترین خط برازش یافته بین حد بالای



شکل 2: نمایش مقادیر بالای اختلاف (میلیمتر) در برابر فاصله نقطه از ایستگاه مبنا (کیلومتر)

جدول 1: درجات همبستگی و معادلات بهترین خط برازش یافته برای مقادیر بارش و سطوح اعتماد مختلف.

سطح معنی داری	تعداد داده n	درجه همبستگی (r)	معادله خط بهترین برازش	حدود اختلاف	سطح اعتماد	بارش ایستگاه مبنا
5 میلیمتر	89	0.253	$Y=0.0921x+48.764$	حد بالای اختلاف	95٪	
	89		$Y=5$	حد پایین اختلاف		
	89	0.5084	$Y=0.1811x+26.07$	حد بالای اختلاف	90٪	
	89		$Y=5$	حد پایین اختلاف		
	90	0.5493	$Y=0.1186x+16.303$	حد بالای اختلاف	80٪	
	90		$Y=5$	حد پایین اختلاف		

ادامه جدول 1: درجات همبستگی و معادلات بهترین خط برازش یافته.....

سطح معنی‌داری	تعداد داده n	درجه همبستگی (r)	معادله خط بهترین برازش	حدود اختلاف	سطح اعتماد	بارش ایستگاه مبنا	
0.01	83	0.4626	$Y=0.1132x+65.445$	حد بالای اختلاف	٪95	10 میلیمتر	
	83		$Y=10$	حد پایین اختلاف			
	85	0.2810	$Y=0.1463x+40.672$	حد بالای اختلاف	٪90		
	85		$Y=10$	حد پایین اختلاف			
0.01	86	0.487	$Y=0.1633x+22.531$	حد بالای اختلاف	٪80		
86		$Y=10$	حد پایین اختلاف				
0.05	87	0.2504	$Y=0.1431x+72.634$	حد بالای اختلاف	٪95		25 میلیمتر
0.01	88	0.3257	$Y=0.0088x+24.107$	حد پایین اختلاف			
0.01	88	0.284	$Y=0.1234x+52.477$	حد بالای اختلاف		٪90	
0.01	89	0.394	$Y=0.0272x+21.363$	حد پایین اختلاف			
0.01	89	0.3426	$Y=0.0975x+34.346$	حد بالای اختلاف	٪80		
0.01	88	0.5061	$Y=0.0366x+16.842$	حد پایین اختلاف			
0.05	90	0.2571	$Y=0.1554x+74.07$	حد بالای اختلاف	٪95	50 میلیمتر	
0.01	92	0.4101	$Y=0.0523x+40.668$	حد پایین اختلاف			
0.01	90	0.2821	$Y=0.0971x+56.624$	حد بالای اختلاف			٪90
0.01	92	0.5867	$Y=0.0778x+34.441$	حد پایین اختلاف			
0.01	91	0.384	$Y=0.0996x+37.397$	حد بالای اختلاف	٪80		
0.01	92	0.72	$Y=0.0925x+26.925$	حد پایین اختلاف			
0.01	48	0.434	$Y=0.2774x+78.316$	حد بالای اختلاف	٪95		75 میلیمتر
0.01	48	0.3821	$Y=0.0579x+63.296$	حد پایین اختلاف			
0.1	48	0.2423	$Y=0.1236x+66.621$	حد بالای اختلاف		٪90	
0.01	48	0.4942	$Y=0.0749x+55.461$	حد پایین اختلاف			
0.01	48	0.391	$Y=0.1296x+42.129$	حد بالای اختلاف	٪80		
0.01	48	0.5842	$Y=0.1251x+43.186$	حد پایین اختلاف			
0.01	40	0.3914	$Y=0.2858x+89.118$	حد بالای اختلاف	٪95	100 میلیمتر	
0.1	40	0.292	$Y=0.057x+84.442$	حد پایین اختلاف			
0.05	40	0.3113	$Y=0.1697x+75.826$	حد بالای اختلاف			٪90
0.05	40	0.392	$Y=0.0795x+73.917$	حد پایین اختلاف			
0.1	40	0.227	$Y=0.0782x+54.085$	حد بالای اختلاف	٪80		
0.01	40	0.75	$Y=0.1698x+56.085$	حد پایین اختلاف			

بحث و نتیجه گیری

هدف از این پژوهش به دست آوردن رابطه‌ای بین فاصله دو نقطه از یکدیگر و

ماهانه نقطه مورد نظر تخمین زده می شود. برای بالا بردن اطمینان، می توان بارش نقطه را با استفاده از تعداد بیشتری نقاط دارای آمار تخمین زد و از آنها میانگین گرفت.

برای مثال چنانچه بارش اردیبهشت ماه ثبت شده در ایستگاهی 75 میلیمتر باشد و مقدار بارش در نقطه ای مد نظر باشد که به فاصله 60 کیلومتری از ایستگاه مذکور قرار دارد، مقدار بارش این نقطه، با ملاحظه سه سطح اعتماد 80، 90 و 95 درصد در محدوده زیر واقع می شود:

با استفاده از شکل های شماره 3 و 4 حد بالای اختلاف در سطح اعتماد 80 درصد، 50 میلیمتر و حد پایین اختلاف در این سطح نیز 50 میلیمتر به دست می آید. در نتیجه بارش در نقطه مذکور بین

$$75+50=125$$

$$75-50=25$$

25 تا 125 میلیمتر تغییر می کند.

با استفاده از شکل شماره 7 و 8 حد بالای اختلاف در سطح اعتماد 95 درصد، 92 میلیمتر و حد پایین اختلاف در این سطح نیز 65 میلیمتر به دست می آید. در نتیجه بارش در نقطه مذکور بین

$$75+92=167$$

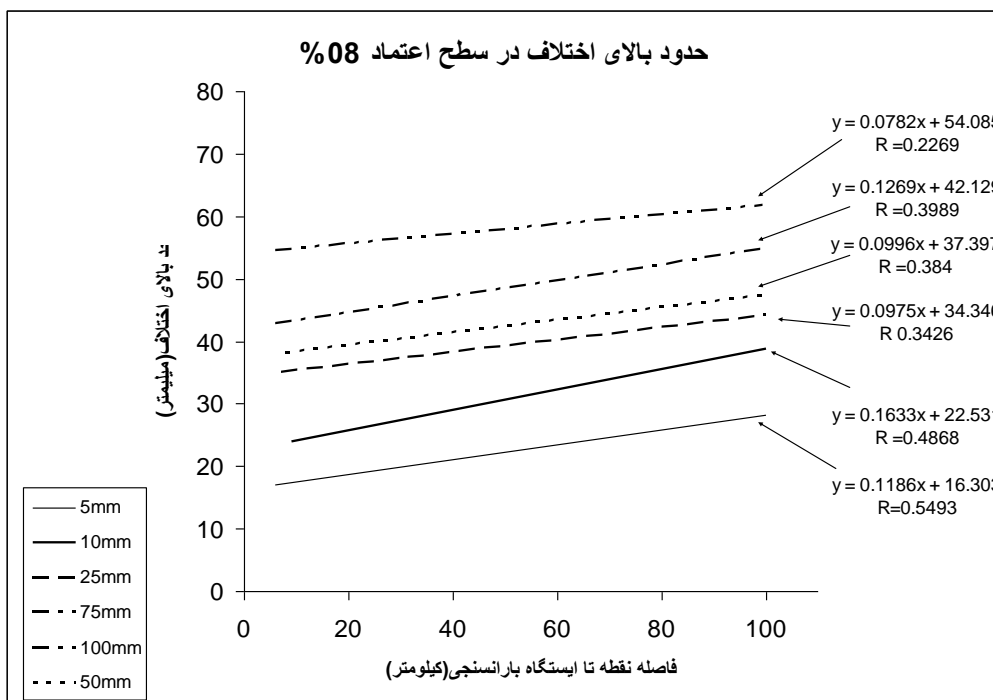
$$75-60=10$$

10 تا 167 میلیمتر تغییر می کند.

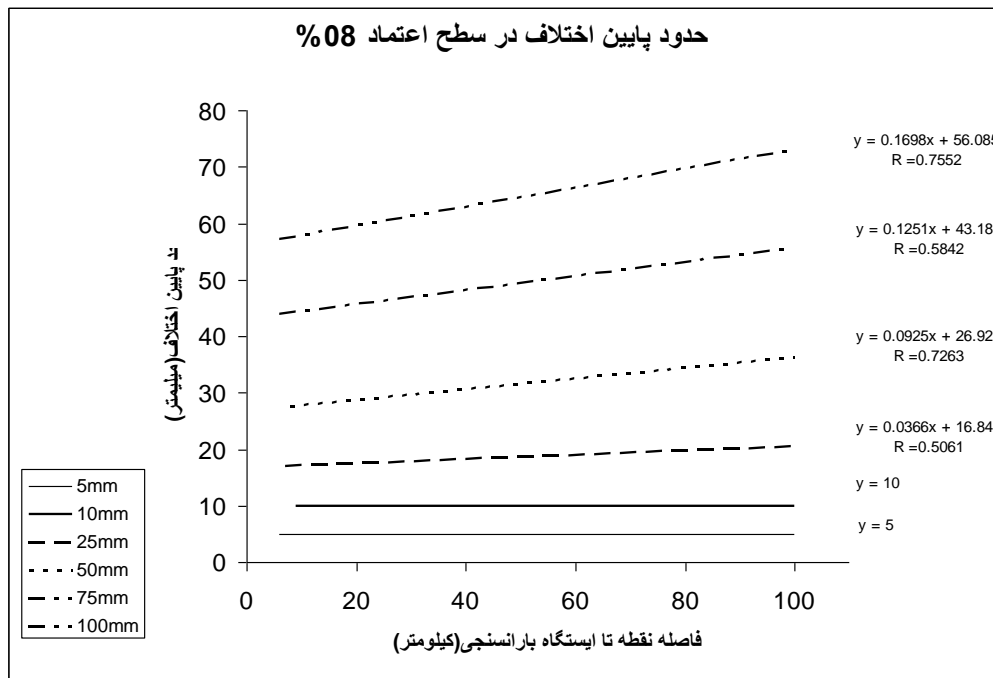
اختلاف بارش بین آن دو نقطه است. اشکال شماره 3 تا 8 نتایج نهایی این تحقیق را نشان می دهد. محور X ها فاصله دو نقطه از یکدیگر، و محور Y ها مقدار اختلاف بارش بین دو نقطه (یا دو بارانسنج)، با فاصله معین را نشان می دهد. اختلاف بارش بین دونقطه به صورت حدود بالا و پایین اختلاف نشان داده شده است.

بدین صورت که بالاترین مقدار اختلافی که بارش یک نقطه با بارش ایستگاه مبنا دارد، به صورت حد بالای اختلاف و کمترین اختلافی که می تواند با بارش ایستگاه مبنا داشته باشد، به صورت حد پایین اختلاف، و به ترتیب در دو نمودار جداگانه آورده شده است. لذا برای تخمین مقدار بارش در یک نقطه بدون آمار در حوزه، باید دو حد بالا و پایین اختلاف بارش با ایستگاه مبنا را با توجه به فاصله نقطه از مبنا و مقدار بارش در ایستگاه مبنا، با استفاده از منحنی یا رابطه مربوطه به دست آورد.

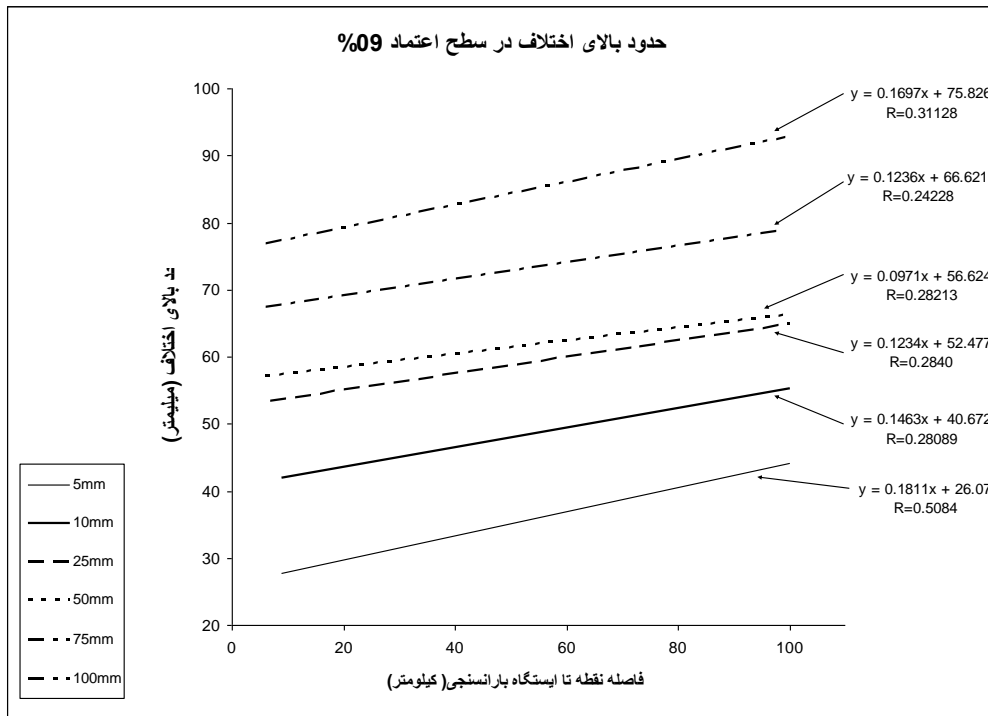
اگر بارش ماهانه یک ایستگاه بارانسنجی "X" میلیمتر باشد، نقطه ای دیگر در فاصله "L" کیلومتری از ایستگاه دارای آمار می تواند بارشی بین "X + Y₁" تا "X - Y₂" داشته باشد. "Y₁" و "Y₂" به ترتیب حد بالا و حد پایین تغییرات بارندگی هستند. با محاسبه میانگین حد بالا و حد پایین، بارش



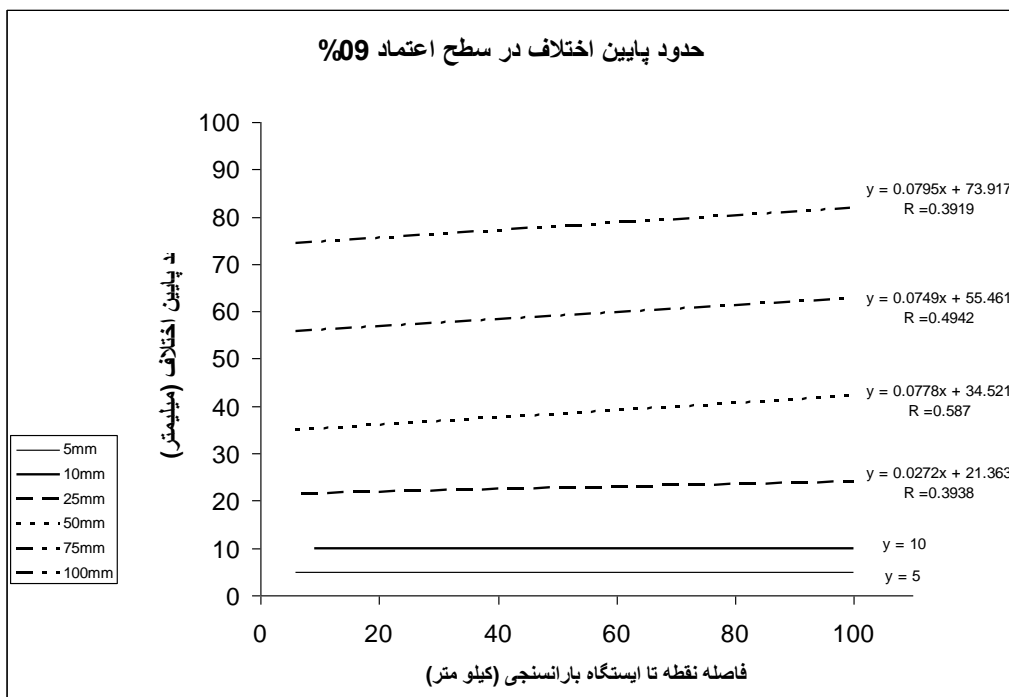
شکل 3: حدود بالای اختلاف در سطح اعتماد 80 درصد.



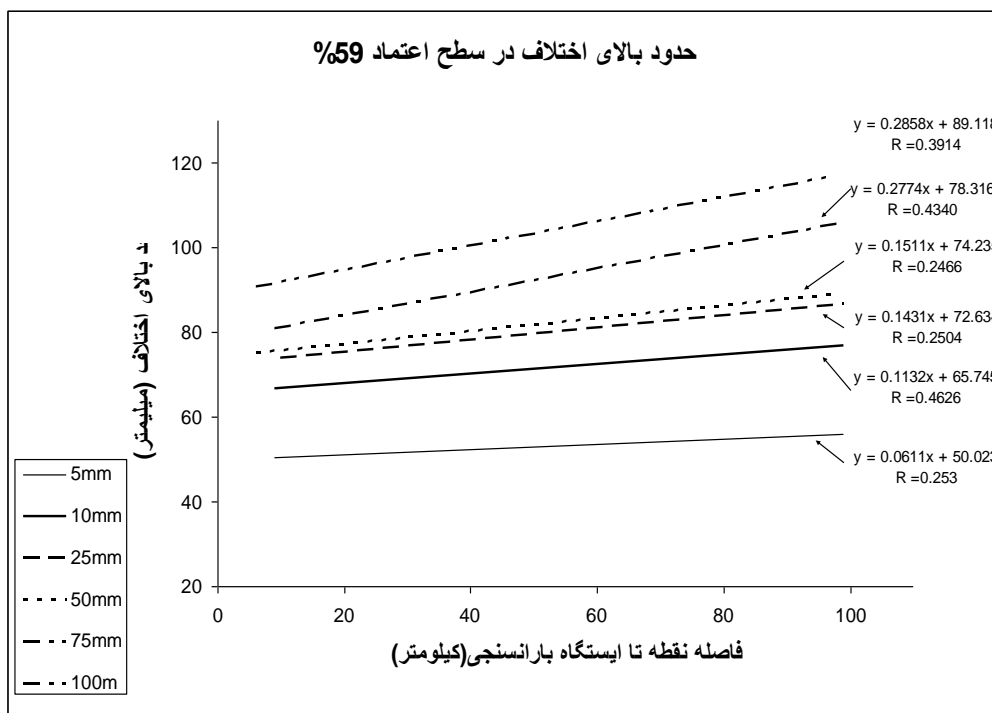
شکل 4: حدود پایین اختلاف در سطح اعتماد 80 درصد.



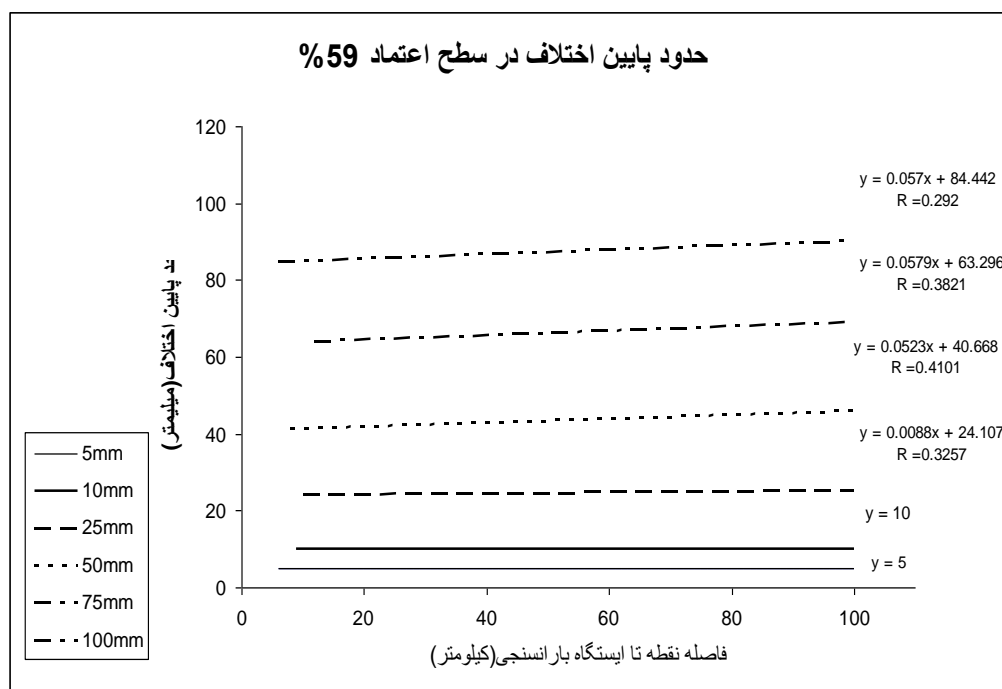
شکل 5: حدود بالای اختلاف در سطح اعتماد 90 درصد.



شکل 6: حدود پایین اختلاف در سطح اعتماد 90 درصد.



شکل 7: حدود بالای اختلاف در سطح اعتماد 95 درصد.



شکل 8: حدود پایین اختلاف در سطح اعتماد 95 درصد

استفاده کرد. مثلا بارش نقطه مورد نظر در این
مثال، با سطح اعتماد 95 درصد، 88.5

البته می توان از این دو حد میانگین
گرفته و به عنوان بارش ماهانه نقطه مورد نظر

شدید، با مشکل مواجه می‌شود. زیرا تغییرات ارتفاع در سطوح پهناور مانند حوزه آبخیز دریاچه نمک بسیار زیاد بوده و مقدار بارش دریافت شده بسته به ارتفاع نقاط تغییر می‌کند. لذا باید به محدوده ارتفاعی نقاط مورد مقایسه نیز توجه شود. برای حل این مشکل باید بارانسنجهای موجود در محدوده‌های ارتفاعی معین را مورد مقایسه قرار داد و یا از آمار مناطق کوچکتر با تغییر ارتفاع کمتر استفاده نمود.

-در مقایسه مقدار گیرش باران سنجها باید به منشاء بارندگی توجه نمود. مقایسه مقادیر بارندگی با منشاء متفاوت نتایج درستی به دست نمی‌دهد.

-برای نشان دادن ارتباط فاصله دو نقطه و بارش رسیده به آنها، بهتر است از آمار مربوط به بارشهای همزمان روزانه یا رگبارهای همزمان که از یک جبهه به وجود می‌آیند استفاده کرد.

-روابط به دست آمده برای یک منطقه برای مناطق دیگر قابل استفاده نیست.

میلیمتر به دست می‌آید. برای بالا رفتن دقت برآورد می‌توان از چند ایستگاه بارانسنجی در اطراف نقطه استفاده کرده و میانگین پاسخها را استفاده کرد. از بررسی اشکال فوق نتایج دیگری حاصل می‌گردد:

- افزایش مقدار اختلاف بارش یک نقطه از ایستگاه مبنا با دور شدن نقطه از ایستگاه مبنا از یک روند تقریباً خطی پیروی می‌کند.

- حدود پایین اختلاف هنگامی که بارش ایستگاه مبنا 5 و 10 میلیمتر است به صورت یک خط راست در می‌آید، زیرا کمترین بارشی که می‌تواند در ایستگاه مجاور اتفاق بیفتد، صفر میلیمتر بوده و بنابراین حاصل تفریق برای فواصل مختلف 5 و 10 میلیمتر است.

- با افزایش سطوح اعتماد، دامنه اختلافات بزرگتر می‌شود.

در خاتمه لازم به یادآوری است، با توجه به وسعت زیاد مراتع ایران و فقدان دستگاه های باران سنجی، بمنظور دستیابی به دقت بیشتر ذکر نکات زیر ضروری می‌نماید.

- تعیین رابطه بین مقدار بارش و فاصله دو نقطه در سطوح وسیع با تغییرات ارتفاعی

منابع

1. Afshin nia, M. 1999. Statistical methods and its application in sciences. Ghods publications.
2. Alijani, B. And M. Kaviani, 1992. Fundamentals of climatology. SAMT publication
3. Blainey, B. J., Webb, R.H. & Margirl, C.S., 2006. Modeling The spatial and temporal variation of monthly and seasonally precipitation on the Nevada Test Site and Vicinity, USGS.

4. Longley, A.P., Good child, F.M. , Magurine, J.D. & Rhina , W.D., 2001. Geographic information system and science, John wiley and sons, LTD, PP : 454
5. Linacre, E. and B., Geerts, 1998. Spatial correlation of rain fall data, WWW.Das . vwyo. Edu / ~ geerts / cwX / note / shapter / spatiayhtml.
6. Loukas, A. & Quick, C.M., 1996. Spatial and temporal distribution of storm precipitation in southwestern British Columbia, Journal of hydrology, 174, p: 37-56.
7. Mosavi, A. 1999. Investigation and determination of hydrologic indices with the help of similar watershed (Case study: salt lake watershed). University of Tehran, M.Sc. thesis in college of Natural Resources.
8. Tehran water regional organisation, water Resources study Deputy. 1998. report on combination of studies of water resources in salt lake watershed. 153p.
9. Zhiltsova, O.V., 1999. Method of variation assimilation of infrared data from meteosat for retrieval of rainfall.