دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی

سال دوازدهم، شماره‌ی 40
زمستان 1391، صفحات 63-46

سارا فاطمی‌قیری[1]
حجت‌الله یزدان‌پناه[2]

ارزیابی روش‌های مختلف میانیابی به منظور برآورد داده‌های بارش استان اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: 1389/07/17 تاریخ پذیرش مقاله: 1390/04/05

چکیده

در بسیاری از تحقیقات و پژوهش‌هایی که به نوعی از داده‌های هواشناسی در آنها استفاده می‌شود، به دلیل نبود ایستگاه هواشناسی در تمام محدوده نیاز به میانیابی و بازسازی داده‌ها می‌باشد. هدف این تحقیق ارزیابی روش‌های مختلف میانیابی به منظور تهیه نقشه‌های همبارش استان اصفهان می‌باشد. بدین منظور از داده‌های نرمال بارش سالانه جهت مقایسه روش‌های میانیابی IDW ,Spiline, Kriging و روش‌های رگرسیونی بارش- ارتفاع، بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی، بارش- طول جغرافیایی و تعیین بهترین روش در تهیه نقشه همبارش سالانه استان اصفهان استفاده شد. شاخص تعیین بهترین روش ریشه حداقل مربعات داده‌های (RMSE) بود که از روی داده‌های میانیابی شده و داده‌های واقعی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که از بین روش‌های فوق روش بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی دارای کمترین خطا و روش کریجینگ بیشترین خطا است.

کلیدواژه‌ها: بارش، میانیابی، زمین آمار، اصفهان.

1- دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشگاه اصفهان. E-mail: sarafatemi16@yahoo.com
2- عضو هیات علمی گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان. E-mail: hojjaty@yahoo.com

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مقدمه

بارش یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی است که نقش بسیار زیادی در بیلان آب و سایر مدل‌های هیدرولوژیکی و اقلیمی دارد. همچنین یکی از پارامترهای مهم در تعیین نوع اقلیم، تعیین وضعیت خشکسالی، سیلاب، آب‌های زیرزمینی و... است. با وجود اینکه در کنار ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی در اکثر مناطق ایران شبکه ایستگاه‌های باران سنجی به طور فشرده‌تری این پارامتر را اندازه گیری می‌کنند ولی با این وجود به دلیل تنوع مکانی و زمانی زیاد بارش و بویژه تغییرپذیری آن در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک غالباً در تهیه نقشه‌های بارش محققان به مشکلاتی بویژه چگونگی میانیابی این داده‌ها و پهنه‌ای کردن داده‌های نقطه‌ای بارش مواجه می‌شوند. این مشکل بویژه در مناطق کوهستانی پیچیده‌تر است، زیرا محدودیت در احداث ایستگاه‌ها از یک طرف و تابع پذیری بارش از ارتفاع از طرف دیگر، مزید بر علت است. اگرچه امروزه روش‌های زمین آماری متعددی از جمله روش‌های پلی گون تی سین، روش‌های میانیابی Kriging, Spiline, IDW و... جهت تهیه نقشه‌های همبارش از روی داده‌های نقطه‌ای ایستگاه‌ها ارائه شده است (Goovaerts, 2000)، ولی انتخاب روش مناسب جهت تهیه نقشه‌های همباران از مسائل اساسی در تهیه این نوع نقشه‌ها است (Kieffer, 2002). روش‌های زمین آماری امروزه یک روش رایج در تهیه نقشه‌های توزیع فضایی میانگین بارش سالانه و بارش‌های سنگین است (Hevesi. et al, 1992) ولی گاهاً این مدل نسبت به سایر روش‌های اقلیمی از جمله روابط رگرسیونی بین بارش و عوارض جغرافیایی خطای بیشتری را تولید می‌کند (Chang, 1991). امروزه کاربرد GIS در تهیه نقشه‌های اقلیمی بسیار رایج شده است (Shi, 2004; Lim, 2005; Mutua, 2006).

مطالعات اخیر اقلیم شناسان در مورد انتخاب بهترین روش میانیابی و تهیه نقشه‌های اقلیمی نشان می‌دهد که انتخاب نوع میانیابی بستگی به شرایط جغرافیایی منطقه دارد و برای هر منطقه بایستی به طور جداگانه بررسی شود (Ninyerola and Pons , 2000 و ؛Vicente- Serrano, 2003). در مورد انتخاب بهترین روش میانیابی در داخل کشور مطالعات اندکی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به اخباری و همکاران (1380)، حجام و همکاران (1385)، انصافی مقدم (1388)، عساکره (1387) و ... اشاره کرد. عساکره (1387)، در تحقیقی با عنوان کاربرد روش کریجینگ در میانیابی بارش، این روش را روشی دقیق و پرکاربرد معرفی کرده است. غیاثی و همکاران (1382)، در بررسی روش‌های مختلف میانیابی در تخمین داده‌های بارندگی ماهیانه در ناحیه ایران مرکزی به این نتیجه رسیده‌اند که روش TPSS با توان 2 و با متغیر کمکی ارتفاع، مناسب‌ترین روش برای تولید داده‌های بارندگی ماهیانه است. در خارج از کشور مطالعات متعددی در این زمینه انجام گرفته است که اغلب آنها کاربردهای GIS و روش‌های زمین آماری در تهیه نقشه‌های همباران را ارائه کرده‌اند (Angulo, (2009; مقایسه‌ای بین روش‌های متعدد تهیه نقشه بارش با استفاده از شاخص‌های فرسایشی انجام داده است. (2008) L´opez- Vicente, به شناسایی دوره‌های فرسایش با استفاده از عوامل RUSLE در رشته کوه‌های مرکزی پیرنه در اسپانیا پرداخته است. Beguer و همکاران (2006)؛ روشی مبنی بر تحلیل مقدار نهایی و روش‌های میانیابی فضایی ارائه کرده است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

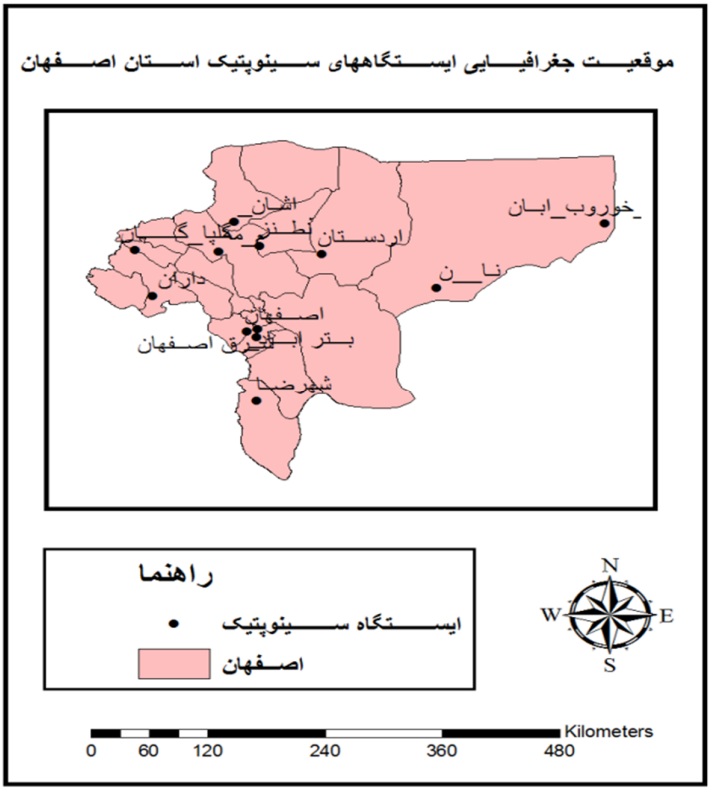
هدف از انجام این تحقیق یافتن بهترین روش تهیه نقشه همباران سالیانه استان اصفهان از روی داده‌های نقطه‌ای ایستگاه‌های موجود در شبکه ایستگاه‌های هواشناسی استان اصفهان است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش استان اصفهان است که با مساحت 107027 کیلومترمربع در ایران مرکزی واقع شده است. موقعیت جغرافیایی آن بین عرض‌های 30 درجه و 42 دقیقه تا 34 درجه و 30 دقیقه شمالی و بین 49 درجه و 40 دقیقه تا 55 درجه و 30 دقیقه طول شرقی قرار دارد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور برآورد بهترین روش میانیابی از داده‌های نرمال میانگین بارش سالانه 20 ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی موجود (از بدو تأسیس تا سال 2005) در استان اصفهان استفاده شد. شکل 1 موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی استان را نشان می‌دهد، داده‌های بارش نرمال بلند مدت موجود در ایستگاه از سایت هواشناسی کشور استخراج شده است.



شکل شماره 1- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه استان اصفهان (ترسیم: نگارندگان)

در این پژوهش سعی شده برای استان اصفهان با استفاده از نرم افزار (GIS) و داده‌های نقطه‌ای بارش بهترین روش میانیابی و تهیه نقشه همباران استان از بین روش‌های متداول زمین آماری (IDW, Spiline و Kriging) و روش‌های

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

اقلیمی تعیین گردد. به منظور تعیین دقت هر یک از روش‌های به کار گرفته شده در این تحقیق ابتدا از بین 20 ایستگاه استان اصفهان یک ایستگاه حذف و با داده‌های 19 ایستگاه دیگر نقشه همبارش تهیه گردید. سپس داده میانیابی شده ایستگاه حذف شده به روش مورد نظر در داخل نقشه استخراج گردید و با داده واقعی آن ایستگاه مقایسه شد. از آنجا که 20 ایستگاه در منطقه مورد مطالعه موجود بود، این کار برای هر روش 20 بار تکرار شد. در واقع با حذف تک تک ایستگاه‌ها نقشه جدیدی در هر روش تهیه گردید که مجموعاً تعداد 100 نقشه جداگانه تهیه شد. نهایتاً ماتریسی شامل داده‌های واقعی ایستگاه و داده‌های برآورد شده بارش در هر روش تهیه شد که در بخش نتایج به آن اشاره می‌شود. به دلیل حجم بالای نقشه‌های تهیه شده به روش‌های مختلف مذکور در ادامه به عنوان مثال یکی از نقشه‌های تهیه شده در هر روش که در آنها ایستگاه شرق اصفهان حذف شده ارائه می‌گردد، ولی همانگونه که ذکر شد این نقشه‌ها در هر روش برای تمامی ایستگاه‌ها موجود است.

در اینجا روش‌های میانیابی به کار گرفته شده به طور اختصار توضیح داده می‌شود:

روش‌های میانیابی بر اساس داده‌های نقطه‌ای و توابع ریاضی موجود نسبت به برآورد نقاط فاقد ایستگاه به کمک توابع میانیابی و برون یابی عمل می‌کند. در حالی که در روش‌های مدل سازی چند متغیره ابتدا قانونمندی موجود در منطقه با در نظر گرفتن بارش و عوارض جغرافیایی (x , y , z) تعیین می‌شود و سپس نسبت به تهیه نقشه اقدام می‌گردد که مسلماً در مورد روش دوم دقت بالاتری دارد چرا که پارامترهایی مثل بارش شدیداً متأثر از ارتفاع منطقه می‌باشد.

روش‌های زمین آماری

روش زمین آمار بر پایه روش‌های ریاضی است و نقش عوامل اقلیمی مؤثر (مانند طول جغرافیایی) در پارامترهای اقلیمی را در نظر نمی‌گیرد در حالی که در روش اقلیمی می‌توان متغیرهای مختلفی را در نظر گرفت و نقش آنها را در عناصر اقلیمی نشان داد.

روش IDW[3]: این روش مبین روش میانیابی است که بر اصل فاصله معکوس استوار است (انصافی مقدم و رفیعی امام، 1388) و در این روش فرض بر این است که نقاط نمونه‌ای شما از مکان تأثیر می‌پذیرند. در واقع نقاط نمونه‌ای اثر وزنی دارند. به بیان دیگر پیکسل‌های نزدیک به نقاط نمونه اثر بیشتری نسبت به پیکسل‌های دورتر از این نقاط می‌گیرند. پس این روش در شرایطی مناسب است که با افزایش فاصله از نقاط نمونه‌ای شما، وزن سلول‌ها کاهش یابد (اخباری و همکاران، 1380).

- روش Spiline: این روش میانیابی بهترین روش برای سطوحی است که تغییرات آنها تدریجی است (ارتفاع، عمق آب، آلودگی). اگر تغییرات زیادی در فاصله افقی کم داشته باشید Spiline روش مناسبی برای میانیابی نیست چرا که ارزش‌های تخمین زده شما را بیش از مقدار واقعی نشان می‌دهد (اخباری و همکاران، 1380).

3- inverse distance weighted

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- روش Kriging: در این روش فرض بر این است که فاصله و جهت بین نقاط نمونه بر روی همبستگی مکانی تأثیر می‌گذارد. این روش وقتی بهترین کارایی را دارد که از وجود همبستگی فاصله‌ای یا چولگی جهتی داده‌ها آگاه بود. از این روش اغلب در علوم نفت و زمین شناسی استفاده می‌کنند (اخباری و همکاران، 1380).

روش میانیابی اقلیمی

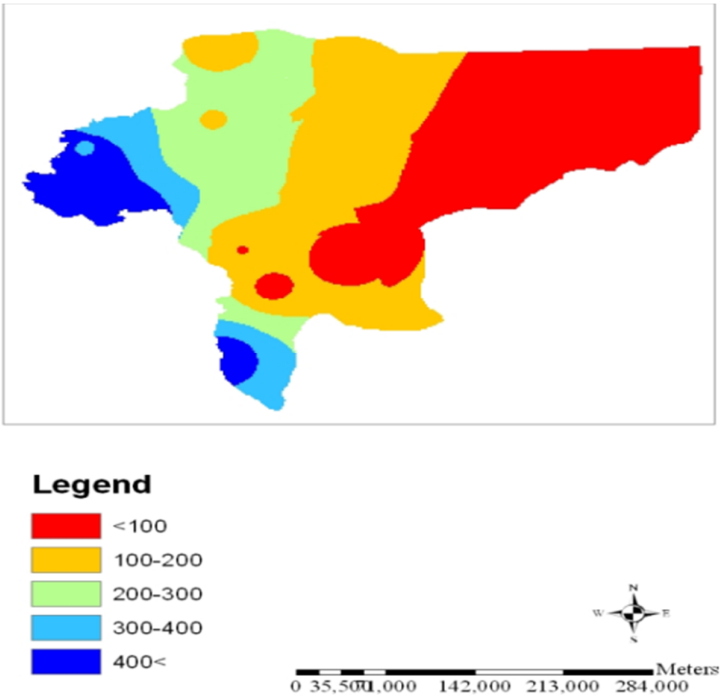
یکی از روش‌های متداول در تهیه نقشه‌های اقلیمی استفاده از روابط موجود بین پارامترهای اقلیمی و عوارض جغرافیایی (ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی) است.

نتایج و بحث

به طور کلی به دو روش می‌توان نقشه‌های اقلیمی را تهیه کرد:

1- نقشه‌های حاصل از روش میانیابی به کمک روش‌های ریاضیIDW, Spiline و Kriging به شرح زیر است:

الف- روش IDW: به کمک روشIDW ، 20 نقشه جداگانه که در هر یک از این نقشه‌ها یکی از ایستگاه‌ها حذف شده بود، به دست آمد که به دلیل کثرت نقشه‌ها، فقط برای نمونه شکل شماره 9 نقشه بارش تهیه شده به روش IDWبا حذف ایستگاه شرق اصفهان ترسیم شده است.

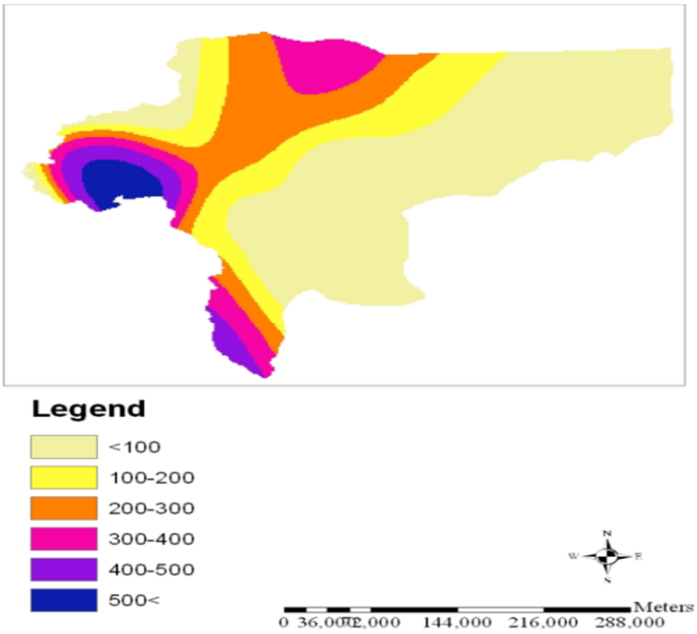


شکل شماره 9- نقشه همبارش استان اصفهان به روش IDW

ب- روش Spiline: با استفاده از روشSpiline نیز میانیابی داده‌های بارش با حذف هر ایستگاه انجام گرفت (یک ایستگاه حذف و با 19 ایستگاه دیگر نقشه تهیه شد) و 20 نقشه تهیه گردید. از روی نقشه‌های به دست آمده میزان

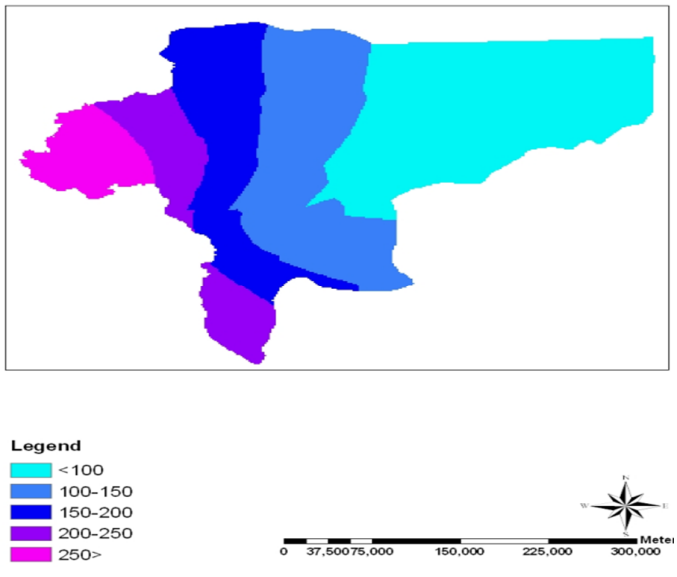
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بارش برای ایستگاه حذف شده برداشت شد و با مقدار واقعی آن مقایسه شد. در شکل شماره 10 نقشه همبارش استان اصفهان با حذف ایستگاه شرق اصفهان به روش Spiline آورده شده است.



شکل شماره 10: نقشه همبارش استان اصفهان به روش Spiline

روش Kriging: همانند روش‌های قبل با روشKriging نیز میان یابی انجام گرفت و 20 نقشه تهیه گردید و داده‌های بارش برداشت شد. در شکل شماره 11 برای نمونه نقشه همبارش استان اصفهان به روش Kriging با حذف ایستگاه شرق اصفهان آمده است.



شکل شماره 11- نقشه همبارش استان اصفهان به روش Kriging

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تهیه نقشه‌های اقلیمی به روش‌های اقلیمی

از آنجا که اغلب پارامترهای اقلیمی و بویژه بارش و دما شدیداً متأثر از شرایط جغرافیایی منطقه است لذا توصیه می‌شود در تهیه نقشه‌ها به ویژه از روابط رگرسیونی بارش و عوارض جغرافیایی (ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی) استفاده شود. (Begueria, 2006) بدین منظور پس از تهیه ماتریس اولیه شامل ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌ها به همراه بارش سالانه در محیط نرم‌افزار SPSS ماتریس همبستگی این پارامترها محاسبه گردید. جدول شماره 1 همبستگی بین این عوامل (بارش، ارتفاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی) را نشان می‌دهد. هدف از تهیه لایه‌های اطلاعاتی به کمک این روش، مقایسه آن با نقشه‌های به دست آمده از روش‌های زمین آماری است.

جدول 1: همبستگی بین بارش، ارتفاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی

Correlations

		بارش	ارتفاع	عرض	طول
بارش	Pearson Correlation	1	.807**	-.086	-.659**
	Sig. (2-tailed)		.000	.719	.002
	N	20	20	20	20
ارتفاع	Pearson Correlation	.807**	1	-.475*	-.691**
	Sig. (2-tailed)	.000		.034	.001
	N	20	20	20	20
عرض	Pearson Correlation	-.086	-.475*	1	.056
	Sig. (2-tailed)	.719	.034		.816
	N	20	20	20	20
طول	Pearson Correlation	-.659**	-.691**	.056	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.001	.816	
	N	20	20	20	20

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**** در سطح 1٪ضریب همبستگی معنی دار است.**

همانگونه که در جدول شماره 1 مشاهده می‌شود بارش با طول جغرافیایی و ارتفاع در سطح 1٪ رابطه معنی دار دارد و با عرض جغرافیایی حتی در سطح 5٪ معنی دار نیست. این بدین معناست که بارش استان متأثر از تغییرات ارتفاع و طول جغرافیایی است. با توجه به تأیید وجود همبستگی بارش با ارتفاع و طول جغرافیایی نسبت به یافتن روابط رگرسیونی بین آنها و تهیه نقشه‌های جداگانه بر اساس این روش‌ها به شکل زیر اقدام شد.

- روش همبستگی بارش و طول جغرافیایی

همانگونه که در جدول شماره 1 مشاهده می‌شود بین بارش و طول جغرافیایی ضریب همبستگی معادل با. 65/- است که در سطح 1٪ معنی دار است و مبین رابطه معکوس بین بارش و طول جغرافیایی است. در واقع هر چه به سمت شرق استان برویم بارش کاهش می‌یابد. رابطه رگرسیونی بین بارش (p) و طول جغرافیایی (x) به شرح زیر به دست آمد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

P=3092. 7- 65. 04X
r= -.659

- روش همبستگی بارش و ارتفاع

جدول شماره 1 نشان می‌دهد که بین بارش و طول جغرافیایی همبستگی. 81/ قرار است که در سطح 1٪ معنی دار است و این نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع در استان اصفهان بارش نیز افزایش می‌یابد. در نرم افزار Spss معادله بین بارش (p) و ارتفاع (z) به شرح زیر به دست آمد:

P=-137.492+.197z
r=. 81

- روش همبستگی بارش، طول جغرافیایی و ارتفاع

جدول شماره 1 رابطه بین بارش، ارتفاع و طول جغرافیایی را نشان می‌دهد. ضریب همبستگی این رابطه 82/. و معادله رگرسیون آن به شرح زیر به دست آمد:

P=768. 8- 16. 43X +. 165z
r=. 82

به کمک رابطه بالا می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع و کاهش طول جغرافیایی در استان اصفهان بارش افزایش می‌یابد.

پس از تهیه نقشه‌ها در هر روش نسبت به برداشت داده‌های برآورد شده اقدام شد بدین صورت که با توجه به طول و عرض جغرافیایی هر ایستگاه و تعیین محل آن روی نقشه جدید (که با روش‌های مورد نظر تهیه گردیده بود) داده بارش خوانده شده و مقدار آن در جدولی یادداشت گردید تا بتوان مقادیر به دست آمده این روش‌ها را باهم و با داده واقعی مقایسه کرد. در جدول شماره 2 مقادیر برداشت شده ارائه گردیده است.

جدول شماره 2- مقایسه داده‌های بارش واقعی و برآورد شده به روش‌های میانیابی و اقلیمی ایستگاه‌های مختلف استان اصفهان

نام ایستگاه	بارش واقعی	روش کار با invers	روش کار با spiline	روش کار با kriging	بارش- طول جغرافیایی- ارتفاع	بارش- طول جغرافیایی	بارش- ارتفاع
اردستان	8/115	2/139	9/261	/6188	3/117	7/165	2/109
اصفهان	8/122	4/121	4/115	9/122	8/175	6/197	9/167
خور و بیابانک	3/86	9/97	2/86	8/112	20	17	9/28
داران	8/321	348	6/251	2/389	2/319	5/270	6/313
شهرضا	94	1/94	1/94	3/183	6/221	1/188	226
شرق اصفهان	6/107	7/121	7/103	9/112	8/171	4/186	4/166
کاشان	4/138	191	104	3/195	5/85	4/209	56
کبوترآباد	3/108	9/122	2/118	7/113	8/171	187	8/166
گلپایگان	7/273	9/352	4/372	8/330	2/251	275	8/230
میمه	7/163	7/198	7/274	9/202	9/254	6/225	5/252
نایین	7/98	2/106	7/103	8/199	4/140	777/	6/167
نطنز	3/195	9/161	2/195	9/158	194	2/184	4/194

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

آران	3/128	8/193	52/70	1/224	77	7/207	5/46
چوپانان	15/83	1/103	2/102	2/112	9/26	1/94	5/42
مبارکه	8/137	7/124	9/111	2/138	8/180	136	4/195
خوانسار	8/374	2/271	2/286	1/212	7/321	3/273	6/315
فریدون شهر	6/514	2/232	1/292	9/270	5/356	285	353
ورزنه	5/79	3/140	2/29	1/123	6/110	4/144	7/108
نجف آباد	5/149	1/138	3/198	4/202	197	4/214	3/187
سمیرم	342	5/150	7/183	5/183	2/296	201	4/310

مقایسه داده‌های برآورد شده و داده‌های واقعی در هر یک از روش‌ها

جهت تعیین اینکه آیا داده‌های برآورد شده در هر روش با داده‌های واقعی تفاوت معنی دار دارند یا خیر از آزمون t جفت شده[4] استفاده شد. در این حالت برای آزمون فرض $H_0: \mu_1 - \mu_2$ می‌توان از آماره زیر استفاده کرد:

$$T_\circ = \frac{\bar{D}}{S_D/\sqrt{n}}$$

که در آن، $\bar{D} = \bar{X}_1 - \bar{X}_2$ اختلاف میانگین‌های داده‌های جفتی است که برابر میانگین اختلاف است و S_D انحراف معیار اختلافات است. آماره فوق تحت فرض $H_0: \mu_1 - \mu_2$ دارای توزیع t با d= n -1 درجه آزادی است. نتایج آزمون جفت شده نشان داد که تفاوت معنی داری بین داده‌های واقعی و داده‌های به دست آمده به روش‌های IDW, Spiline, Kriging و روش‌های رگرسیونی (بارش- ارتفاع)، (بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی)، (بارش- طول جغرافیایی) وجود ندارد. اگرچه با توجه به این آزمون می‌توان نتیجه گرفت که در سطح 5٪ تفاوت معناداری بین داده‌های واقعی و داده‌های برآورد شده در روش‌های مذکور وجود ندارد ولی یکی از این روش‌ها نسبت به دیگری برتری نسبی دارد.

جدول شماره 3- آزمون t جفت شده

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	REAL - INV	-3.1790	62.72245	14.02517	-32.5340	26.1760	-.227	19	.823
Pair 2	REAL - SPLINE	-14.9915	85.10763	19.03065	-54.8231	24.8401	-.788	19	.441
Pair 3	REAL - PXZ	-14.6936	78.68518	17.59454	-51.5194	22.1322	-.835	19	.414
Pair 4	REAL - PX	-17.4902	71.05792	15.88903	-50.7463	15.7660	-1.101	19	.285
Pair 5	REAL - PZ	-17.2158	73.73410	16.48745	-51.7245	17.2928	-1.044	19	.310
Pair 6	REAL - KRIG	-21.5690	68.40651	15.29616	-53.5842	10.4462	-1.410	19	.175

4- Paired Sampel T Test

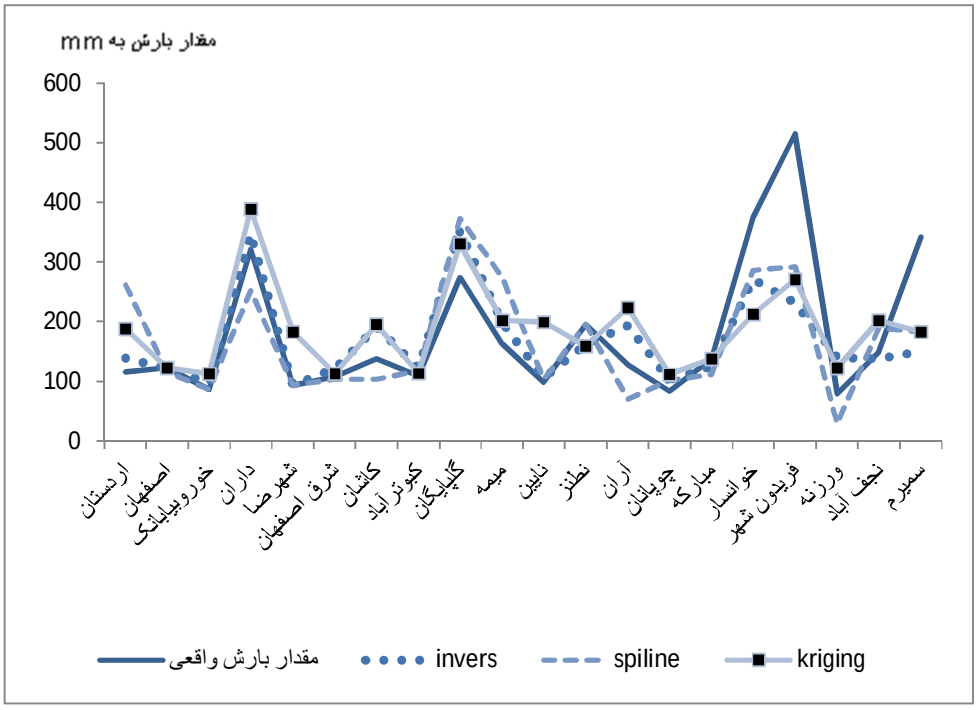
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جهت تعیین بهترین روش از شاخص حداقل مربعات خطا RMSE استفاده شد که در رابطه زیر نشان داده شده است:

$$RMSE=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(oi-ei)^2/n}$$

Oi = مقدار واقعی بارش ایستگاه، ei = مقدار بارش برآورد شده ایستگاه حذف شده در هر روش، n = تعداد ایستگاه‌ها

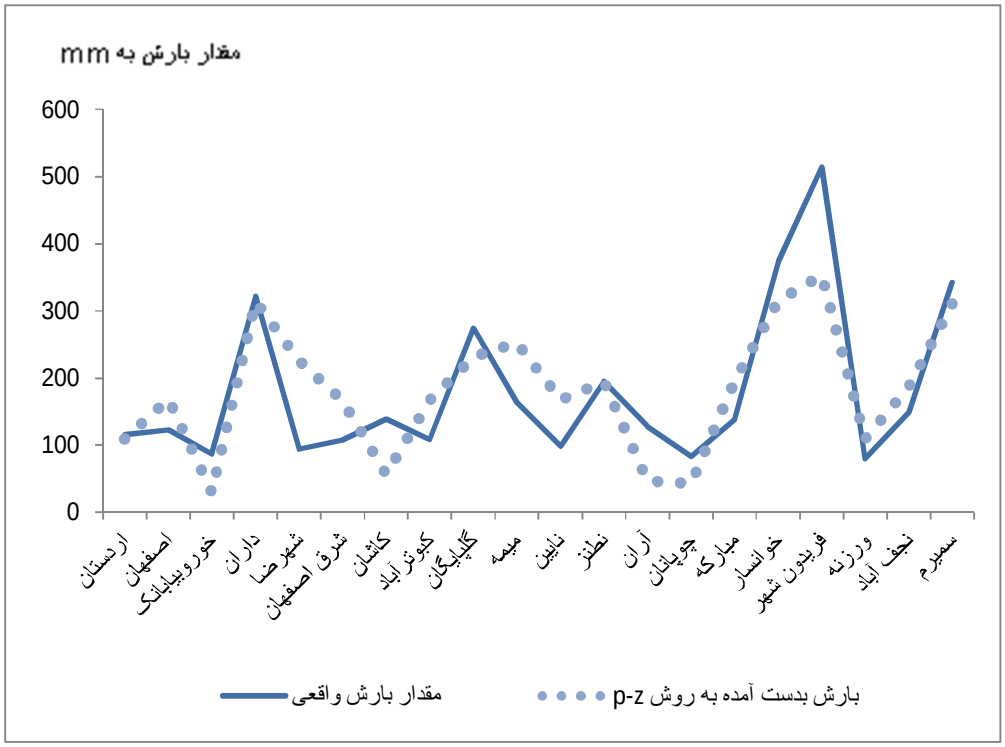
همانگونه که در شکل شماره 2 مشاهده می‌شود مقادیر برآورد شده بارش به سه روش زمین آماری IDW , Spiline Kriging با داده‌های واقعی نشان داده که از بین آنها روش Spiline بهتر است.



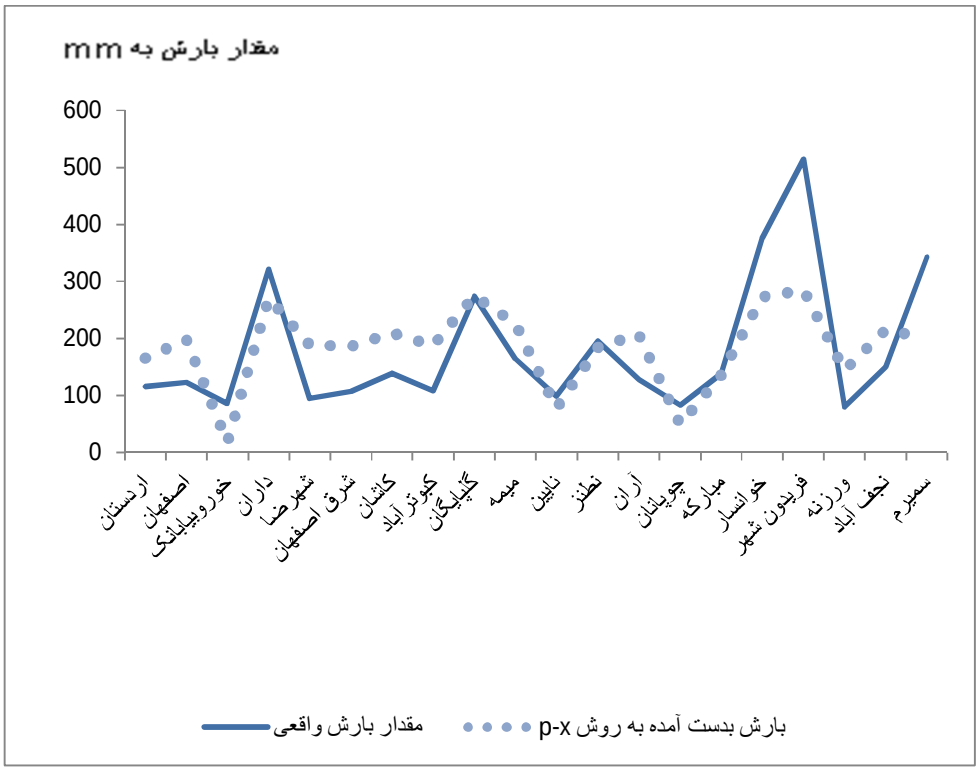
شکل شماره 2- نمودار تفاوت داده‌های واقعی بارش با داده‌های به دست آمده از روش‌های Spilin, IDW, Kriging

به منظور مقایسه میزان بارش واقعی استان اصفهان با هر یک از روش‌های رگرسیونی (بارش- ارتفاع)، (بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی)، (بارش- طول جغرافیایی) شکل‌های شماره 3، 4 و 5 تهیه شده‌اند. با مقایسه این نمودارها می‌توان نتیجه گرفت که روش رگرسیونی بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی بیشترین مطابقت با داده‌های واقعی استان را نشان می‌دهد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

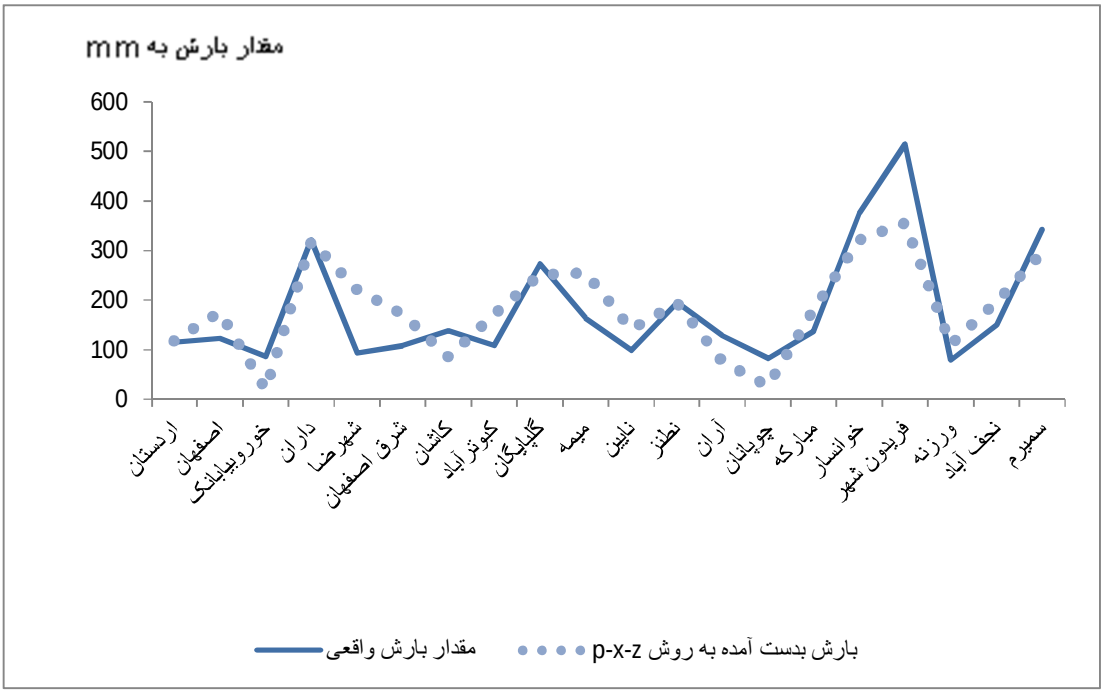


شکل شماره 3- نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به روش اقلیمی (بارش و ارتفاع p- z)



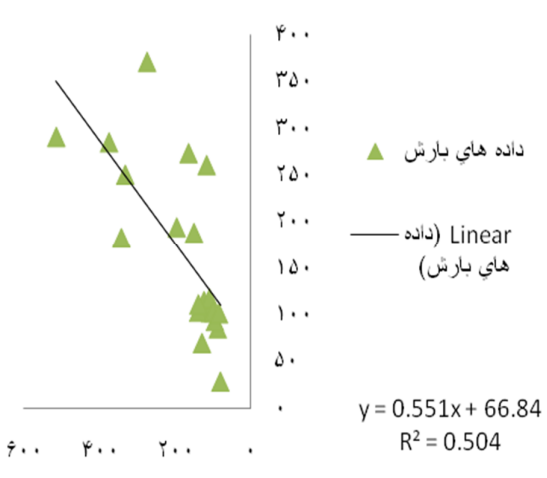
شکل شماره 4- نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به روش اقلیمی (بارش و طول جغرافیایی p- x)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

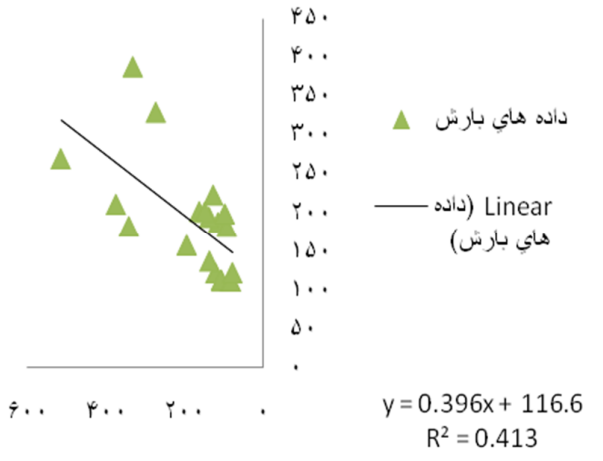


شکل شماره 5- نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به روش اقلیمی (بارش و طول جغرافیایی و ارتفاع p- x- z)

شکل‌های شماره 6، 7 و 8 میزان بارش واقعی استان اصفهان و بارش‌های برآورد شده با کمک روش‌های زمین آماری را نشان می‌دهند. شکل شماره 6 میزان بارش واقعی و بارش برآورد شده به روش Spiline را، شکل شماره 7 میزان بارش واقعی و بارش برآورد شده به روش Kriging و شکل شماره 8 میزان یارش واقعی و بارش برآورد شده به روش IDW را نشان می‌دهد. با مقایسه این سه شکل می‌توان دریافت که از بین روش‌های اقلیمی روش ineSpil بهترین روش برای برآورد داده‌های بارش این استان است.

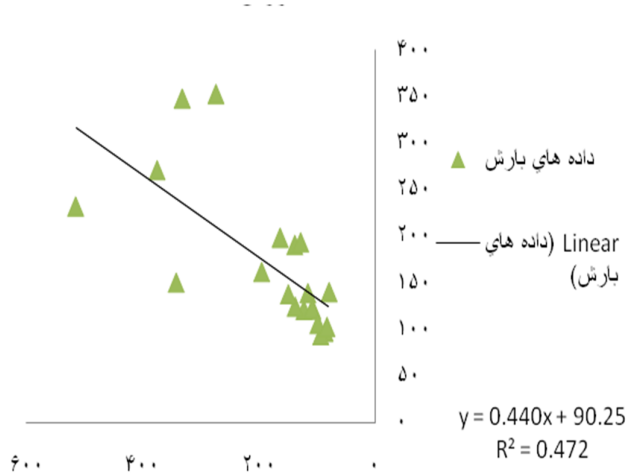


شکل شماره 6: نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به کمک (GIS) روش Spiline



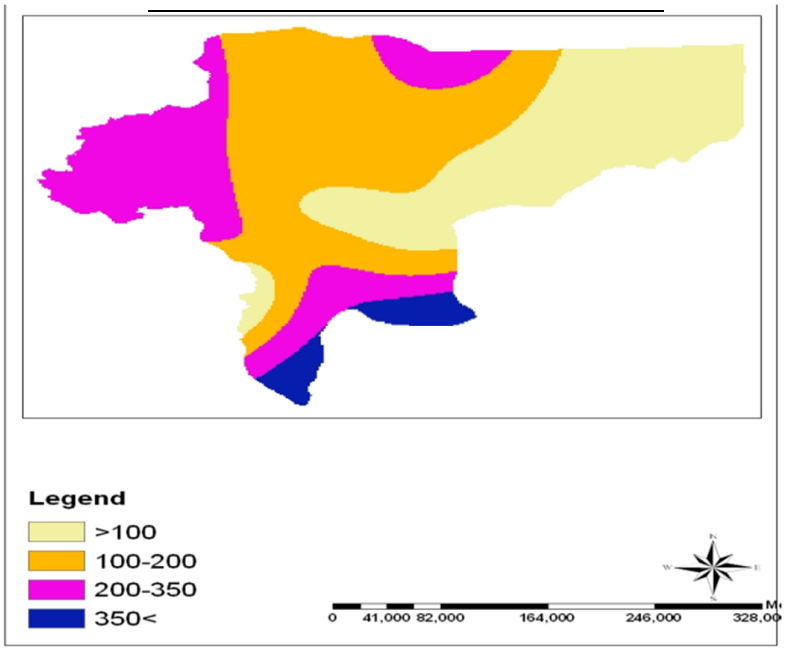
شکل شماره 7: نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به کمک (GIS) روش Kriging

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل شماره 8- نمودار مقایسه بارش واقعی و بارش به دست آمده به کمک GIS روش IDW

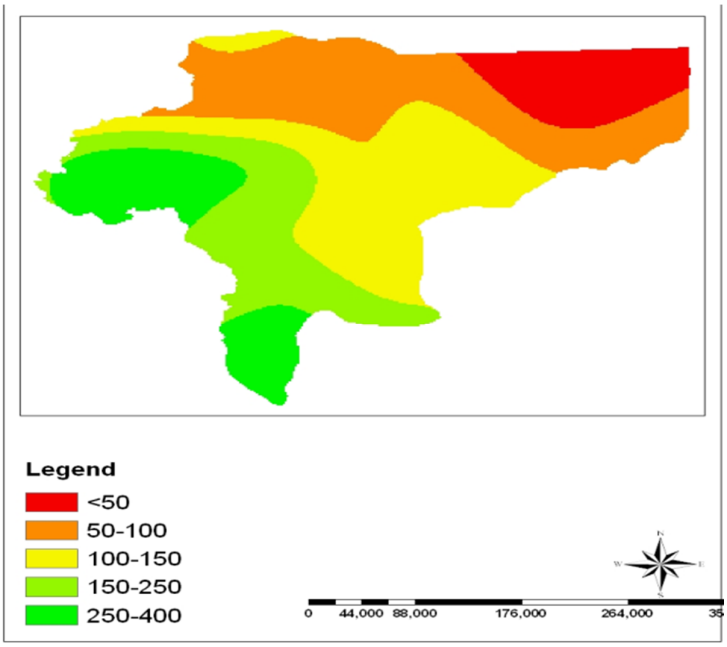
الف- روش همبستگی بارش و طول جغرافیایی: با اعمال معادله به دست آمده به روش همبستگی بارش و طول جغرافیایی (جدول 1) روی نقشه DEM استان اصفهان نقشه هم مقدار بارش تهیه شد و مقدار بارش هر ایستگاه از روی نقشه برداشت شد و با داده‌های واقعی بارش مقایسه گردید (شکل شماره 12).



شکل شماره 12- نقشه همبارش استان اصفهان به روش همبستگی بارش و طول جغرافیایی

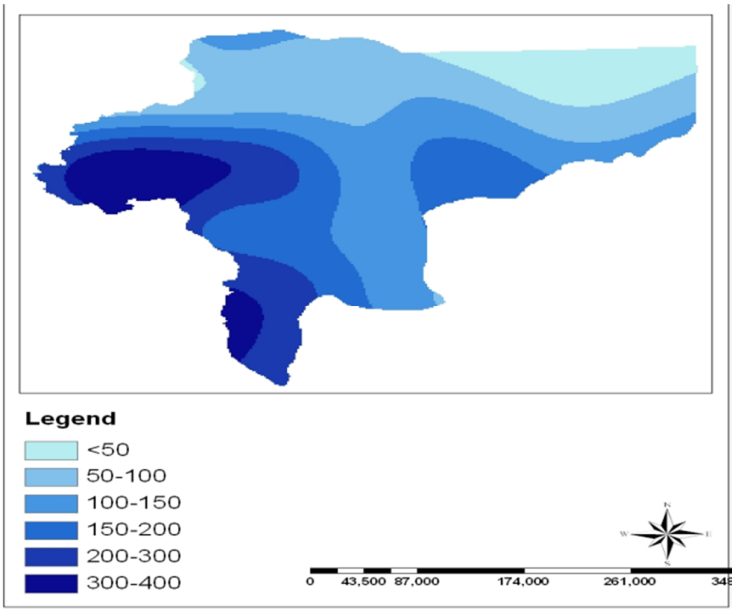
ب- روش همبستگی بارش و ارتفاع: در محیط GIS با اعمال معادله به دست آمده روش همبستگی بارش و ارتفاع روی نقشه DEM استان اصفهان نقشه این همبستگی ترسیم و مقادیر بارش برای هر ایستگاه از روی آن برداشت شد و اعداد به دست آمده با داده‌های واقعی بارش مقایسه گردید. (شکل شماره 13).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل شماره 13- نقشه همبارش استان اصفهان به روش همبستگی بارش، ارتفاع

ج- روش همبستگی بارش، ارتفاع و طول جغرافیایی : همانند روش قبل بعد از تهیه معادله به روش همبستگی بارش، ارتفاع و طول جغرافیایی و اعمال این معادله روی نقشه DEM استان اصفهان نقشه هم مقدار بارش این استان تهیه شد (شکل شماره 14). با استفاده از نقشه‌های به دست آمده داده‌های بارش برای هر ایستگاه برداشت شد. با مقایسه داده‌های واقعی بارش و داده‌های برداشت شده به این روش نتایج جالبی به دست آمد و این روش بیشترین شباهت بین داده‌های واقعی و داده‌های برداشت شده وجود دارد.



شکل شماره 14- نقشه همبارش استان اصفهان به روش همبستگی بارش، ارتفاع و طول جغرافیایی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جهت تعیین بهترین روش از شاخص حداقل مربعات خطا RMSE استفاده شد. نتایج نشان داد که خطای به دست آمده به روش کریجینگ 90/1، خطای محاسبه شده به روش اسپیلاین 84/2، خطای به دست آمده به روش (IDW) 86/2، خطای به دست آمده به روش بارش و طول جغرافیایی 85/4، خطای محاسبه شده به روش بارش، طول جغرافیایی و ارتفاع 65/5 و خطای به دست آمده به روش بارش و ارتفاع 69/2 به دست آمد. با توجه به این خطاها می‌توان دریافت بهترین روش برای میان بابی برای بارش استان اصفهان میان یابی به کمک بارش، طول جغرافیایی و ارتفاع است و پیشنهاد می‌شود این سه شاخص با هم در نظر گرفته شوند.

با مقایسه مقادیرRMSE در می‌یابیم که روش رگرسیونی بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی بیشترین مطابقت با داده‌های واقعی استان را نشان می‌دهد، چرا که مقدار خطای ایجاد شده در تولید نقشه به این روش حداقل مقدار می‌باشد.

همچنین می‌توان دریافت که از بین روش‌های زمین آماری روش Spiline بهترین روش برای برآورد داده‌های بارش این استان است.

نتیجه‌گیری

در بسیاری از تحقیقات و پژوهش‌هایی که به نوعی از داده‌های هواشناسی استفاده می‌شود، به دلیل نبود ایستگاه هواشناسی در تمام محدوده نیاز به میانیابی و بازسازی داده‌ها است. به منظور برآورد بهترین روش میانیابی از داده‌های نرمال میانگین بارش سالانه 20 ایستگاه سینوپتیک و کلیماتولوژی موجود در استان اصفهان استفاده شد. عساکره (1384) در تحقیقی با عنوان تغییرات زمانی- مکانی بارش استان اصفهان در دهه‌های اخیر، نقش طول جغرافیایی و ارتفاع در توجیه بارش را شایان توجه تر از عرض جغرافیایی می‌داند و نتایج تحقیق ایشان مؤید نتایج این تحقیق است. انصافی مقدم و رفیعی امام (1388) در پهنه‌بندی خشکسالی‌های اقلیمی با استفاده از میانیابی معکوس فاصله (IDW) در حوضه دریاچه نمک، بهترین روش میانیابی را، میانیابی از روش معکوس فاصله دانسته‌اند و چنین ذکر کرده‌اند از آنجایی که پیکسل‌های نزدیک به نقاط نمونه گیری اثر بیشتری نسبت به پیکسل‌های دورتر از این نقاط دارند پس این روش را مناسب دیده‌اند این در حالی است که ممکن است پیکسلی دورتر از نقطه نمونه وجود داشته باشد که اثر زیادی روی منطقه داشته باشد و از نظر میکروکلیمایی شرایط خاصی بر آنجا حاکم کند. پس باید برای تمام مناطق مطالعاتی ابتدا روش‌های میانیابی را مقایسه کرده و بهترین را برگزید. به نظر چانگ (1991): روش‌های زمین آماری امروزه یک روش رایج در تهیه نقشه‌های توزیع فضایی میانگین بارش سالانه و بارش‌های سنگین هستند ولی گاهاً این مدل نسبت به سایر روش‌های اقلیمی از جمله روابط رگرسیونی بین بارش و عوارض جغرافیایی خطای بیشتری را تولید می‌کند و نتایج کار ایشان مؤید این تحقیق است. در این تحقیق سعی شده از بین روش‌های ریاضی میانیابی مانند IDW, Spiline و Kriging و روش‌های اقلیمی (ارتفاع، طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی) بهترین روش تهیه نقشه همباران برای استان اصفهان انتخاب شود. جهت نیل به اهداف این پژوهش از روش‌های میانیابی برای برآورد داده‌های استان اصفهان استفاده شد. در بین روش‌های میانیابی زمین آماری روش Spiline با داشتن کمترین خطا و از بین روش‌های رگرسیونی بین عوامل اقلیمی و عوارض

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جغرافیایی روش همبستگی بین بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی با داشتن کمترین خطا برای میانیابی داده‌های بارش این استان پیشنهاد می‌گردد و از میان این دو روش کلی (روش زمین آماری و روش اقلیمی)، روش بارش، طول جغرافیایی و ارتفاع بهتر است زیرا این روش خطای کمتری نسبت به دیگری دارد.

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی برای میانیابی داده‌های بارش استان اصفهان از روش همبستگی بین بارش- ارتفاع- طول جغرافیایی استفاده شود. همچنین برای استان‌های مختلف انواع روش‌های میانیابی انجام گیرد و از بین آنها بهترین روش انتخاب شود تا نتایج کار با واقعیت بیشترین تطبیق را دارا باشد و نتایج تحقیق با اطمینان بیشتری مورد استفاده قرار گیرد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

منابع

1- اخباری، تقی؛ و همکاران، (1380)، «بررسی روش‌های میانیابی برای تعیین حداقل خطای تخمین مطالعه موردی: درجه حرارت و تبخیر»، ***مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی***، شماره 8، صص 63- 78.

2- انصافی مقدم، طاهره و عمار رفیعی امام، (1388)، «پهنه‌بندی خشکسالی‌های اقلیمی با استفاده از میانیابی معکوس فاصله (IDW) (مطالعه موردی: حوضه دریاچه نمک)»، ***فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران***، جلد 16، شماره 2، ص 283.

3- حجام، سهراب؛ محمدحسین، مهدیان و مهیار مهدی‌زاده، (1385)، «کارایی روش‌های زمین آماری در پهنه‌بندی اقلیمی حوضه آبریز دریاچه ارومیه»، ***مجله فیزیک زمین و فضا***، جلد 32، 103- 116 4- خردمند نیا، منوچهر؛ (1387)، آمار استنباطی در علوم رفتاری، تهران، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ اول، ص 84.

4- عساکره، حسین؛ (1384)، «تغییرات زمانی- مکانی بارش استان اصفهان در دهه‌های اخیر»، ***مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان***، جلد هجدهم، شماره 1، صص 91- 116.

5- عساکره، حسین؛ (1387)، «کاربرد روش کریجینگ در میانیابی بارش مطالعه موردی: میانیابی بارش در ایران زمین»، ***جغرافیا و توسعه***، شماره 12، صص 25- 42.

6- غیاثی، نجفقلی؛ سید محمود، موسوی‌نژاد و محمدحسین مهدیان، (1382)، «بررسی روش‌های مختلف میانیابی در تخمین داده‌های بارندگی ماهیانه در ناحیه مرکزی ایران»، ***مجله علوم و فنون کشاورزی***، سال هفتم، شماره اول، ص 33.

7- A, Kieffer Weisse & P Bois. (2002), "A comparison of methods for mapping statistical characteristics of heavy rainfall in the French Alps: The use of daily information", ***Hydrologicai Sciences- Journal- des Sciences Hydrologiques***, 47(5), 739- 752 .

8- Beguer´ıa, S. and Vicente- Serrano, S. M. (2006), "Mapping the hazard of extreme rainfall by peaks over threshold extreme value analysis and spatial regression techniques", ***J. Appl. Meteorol***. , 45, 108- 124.

9- Chang, T. 1. (1991), "Investigation of precipitation droughts by use of Kriging method", ***Drai. Engng***. 117(6), 935- 943.

10- Creutin, J. D. & Obled, C. (1982), "Objective analysis and mapping techniques for rainfall fields: an objective comparison", ***Wat. Resout: Res***. 18(2), 413^31 .

11- Dingman, S. L., Seely- Reynolds, D. M. & Reynolds, R. C, III (1988) Application of Kriging to estimating mean annual precipitation in a region of orographic influence", ***Wat. Resour, Bul***, 24(2), 329- 339.

12- Goovaerts, P. (2000), "Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall", ***J. Hydrol*** 228, 113- 129 .

13- Hevesi, J. A. , Istok, J. D. & Flint, A. L. (1992), "Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part I: structural analysis", ***Appl. Me***, 31(7), 661- 676.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

14- Lim, K. J. , Sagong, M. , Engel, B. A. , Tang, Z. , Choi, J. , and Kim, K. (2005), "GIS- based sediment assessment tool", ***Catena***, 64, 61- 80.
15- L´opez- Vicente, M., Navas, A., and Mach´ın, J. (2008), "Identifying erosive periods by using RUSLE factors in mountain fields of the Central Spanish Pyrenees, ***Hydrol. Earth Syst***. Sci., 12, 523- 535.
16- M. Angulo- Mart´ınez, M. L´opez- Vicente, S. M. Vicente- Serrano, and S. Beguer´ıa, (2009), "Mapping rainfall erosivity at a regional scale: a comparison of interpolation methods in the Ebro Basin (NE Spain)", ***Hydrol. Earth Syst. Sci***. 1907- 1920.
17- Mutua, B. M., Klik, A., and Loiskandl, W. (2006), "Modeling soil erosion and sediment yield at a catchment scale: the case of masinga catchment, Kenya", ***Land Degr, Dev***, 17, 557- 570.
18- Shi, Z. H. , Cai, C. F. , Ding, S. W. , Wang, T. W. , and Chow, T. L. (2004), "Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with GIS", ***Catena***, 55, 33- 48.
19- Vicente- Serrano, S. M., Saz- S´anchez, M. A., and Cuadrat, J. S. (2003), "Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature", ***Climate Res***., 24, 161- 180.
20- Ninyerola, M., Pons, X., and Roure, J. M. (2000), "A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques", ***Int. J. Climatol***., 20, 1823- 1841.
21- Tabios, G. Q., II & Salas, J. D. (1985), "A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation", ***Wat Resour. Bull***, 21(3), 365- 380.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]