

## پیش بینی بارندگی سالانه استان خوزستان از روی زمان وقوع رگبارهای پاییزه

محمد مهدی قاسمی و علیرضا سپاسخواه<sup>۱</sup>

### چکیده

وسعت مراتع و هم‌چنین راهکارهایی که برای توسعه کشاورزی استان خوزستان به صورت افزایش سطح زیر کشت دیم و آبی پیشنهاد شده همگی به میزان بارندگی بستگی دارد، بنابراین وجود مدل‌هایی به منظور پیش بینی بارندگی برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی لازم به نظر می‌رسد. بنابراین در این پژوهش با استفاده از آمار دراز مدت بارندگی روزانه ۱۵ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه ارتباط بین زمان وقوع رگبارهای زودرس پاییزه با بارندگی سالانه بررسی شد.

نتایج حاکی از آن است که این ارتباط معکوس بوده و هرچه شروع بارندگی‌ها به تأخیر یافتد در نتیجه مقدار بارندگی سالانه کاهش می‌یابد. برای افزایش ضریب تعیین مدل‌ها از متغیرهای اقلیمی مانند میانگین دراز مدت بارندگی، دمای سطح آب خلیج فارس و مشخصه‌های جغرافیایی ایستگاه‌ها استفاده گردید که به جز میانگین دراز مدت بارندگی و ارتفاع ایستگاه‌ها، دیگر متغیرها ضریب تعیین مدل‌های ارائه شده را به طور معنی داری افزایش ندادند. مدل ساده نهایی چنین می‌باشد:  $P_a = 184.787 - 1.89It_{42.5} + 0.855P_m$  و  $R^2 = 0.704$  که در این رابطه،  $P_a$  کل بارندگی سالانه (میلی‌متر)،  $t_{42.5}$  زمان وقوع ۴۲/۵ میلی‌متر باران از ابتدای پاییز (روز)،  $P_m$  میانگین دراز مدت بارندگی ایستگاه (میلی‌متر) می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پیش بینی بارندگی سالانه، استان خوزستان، مدل رگرسیون

### مقدمه

خشک نمایان‌تر است. برای مثال وسعت مراتع و دیم کاری‌ها به میزان، نوع و چگونگی باران‌ها بستگی دارد(۶).

ریس و همکاران(۱۲) رژیم‌های بارندگی ۱۰ ساله در مناطق مختلف بلوچستان پاکستان را بررسی کرده و براساس محاسبه احتمال روزهای بارانی در هر ماه و حداقل بارندگی روزانه در طول دوره رشد، احتمال موفقیت کشت برخی از

رشد روز افزون جمعیت و در نتیجه احتیاج بیشتر به غذا و به دنبال آن توسعه کشاورزی، از مسائلی هستند که بشر سعی بر حل آنها داشته است و راهکارهایی برای آنها ارائه نموده است. هر کدام از این راهکارها به گونه‌ای متأثر از شرایط کم آبی و پرآبی می‌باشد. البته این موضوع در اقلیم‌های خشک و نیمه

۱. به ترتیب کارشناس ارشد و استاد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

کیلومتر مربع است. دامنه تغییرات ارتفاع استان از صفر تا نزدیک ۴۰۰۰ متر نوسان دارد و استان را به دو بخش جلگه‌ای به مساحت حدود ۴۱۰۰۰ کیلومتر مربع و کوهستانی به مساحت بیش از ۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع تقسیم کرده است<sup>(۱)</sup>. استان خوزستان از نظر منابع آب به سه بخش حوضه کرخه، دز-کارون و حوضه مارون-زهره تقسیم شده است.

استان خوزستان به علت وجود اختلاف ارتفاع زیاد مناطق مختلف و وجود خلیج فارس از اقالیم متنوع تشکیل شده که وسعت عمده‌ای از آن در نواحی جلگه‌ای، از اقلیم بیابانی و خشک و نیمه خشک تشکیل شده و در ارتفاعات به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ضعیف و نیمه مرطوب تغییر می‌کند. میانگین بارندگی در جنوب غربی استان کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر، ناحیه اهواز بیش از ۲۰۰ میلی‌متر، دامنه‌های شمالی مانند دزفول، گتوند و مسجد سلیمان بیش از ۳۰۰ میلی‌متر، محل سد دز و سد شهید عباسپور بیش از ۵۰۰ میلی‌متر و به طرف ارتفاعات شمال شرقی استان به تدریج افزایش یافته تا به ۱۰۰۰ میلی‌متر می‌رسد. خوزستان از نظر دمایی گرم است که میانگین درجه حرارت آن در تیرماه حدود ۳۰ سانتی‌گراد و در دی ماه حدود ۱۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. از ۶/۷ میلیون هکتار مساحت استان، ۲/۴ میلیون هکتار مناسب فعالیت‌های کشاورزی و بیش از ۳ میلیون هکتار زیر پوشش منابع طبیعی و مستعد احیا می‌باشد و بقیه اراضی حفاظتی و سطوح شهرها و روستاهای و سایر مصارف را تشکیل می‌دهد<sup>(۱)</sup>.

#### داده‌های مورد استفاده

داده‌های روزانه بارندگی از اطلاعات ایستگاه‌های باران‌سنجی وزارت نیرو برای ۱۵ ایستگاه که دارای حداقل ۲۸ سال آمار متواتی و یا امکان تطبیل سال‌های آماری متواتی هر ایستگاه به ۲۸ سال وجود داشت، برای تجزیه و تحلیل استخراج شد<sup>(۵)</sup> و <sup>(۸)</sup>. در جدول ۱ نام و مشخصات جغرافیایی و دوره آماری ایستگاه‌ها ارائه شده است. در هر یک از ایستگاه‌ها و در هر سال آماری طول فاصله زمانی وقوع  $37/5$ ،  $42/5$  و  $47/5$  تا  $56/5$  درجه عرض شمالی و  $22/5$  تا  $29/5$  درجه طول شرقی واقع شده است. مساحت این استان بیش از ۶۷۰۰۰

محصولات دیم در منطقه را ارزیابی کردند. آنها همچنین احتمال وقوع بارش‌های کافی قبل از شروع فصل زراعی را به منظور تأمین رطوبت لازم برای کاشت بذر مورد بررسی و مطالعه قرار دادند.

در برخی از مناطق دنیا با استفاده از آمار بلند مدت بارندگی، تاریخ وقوع نخستین بارش‌ها ارتباط معنی‌داری با بارندگی سالانه داشته و بدین ترتیب بارندگی سالانه قابل پیش‌بینی می‌باشد<sup>(۱۰)</sup>. فارست و دانست<sup>(۹)</sup> حداقل بارش مورد نیاز در ابتدای فصل زراعی به منظور کاشت موفقتی آمیز در چند ناحیه سنگال برای تاریخ‌های مختلف کاشت را ۱۵ تا ۶۰ میلی‌متر ارائه نموده‌اند. شافعی و سپاسخواه<sup>(۳)</sup> طول دوره زمانی وقوع  $37/5$  میلی‌متر باران از اول فصل پاییز را به عنوان باران خیس کننده لایه سطحی خاک، مبنای بررسی‌های خود قرار دادند. مدل‌های ساده پیش‌بینی مقدار باران سالانه برای نواحی غرب و جنوب شرقی ایران توسط سپاسخواه و تقوایی<sup>(۱۲)</sup> و همچنین کریمی و سپاسخواه<sup>(۴)</sup> ارائه شده است.

استان خوزستان نیز با دارا بودن حوضه‌های بزرگی چون کارون، کرخه و دز چه به لحاظ کشاورزی و چه به لحاظ نیروگاه‌های برق آبی که تأمین برق مصرفی کشور را به عهده دارند شدیداً به بارندگی وابسته می‌باشند. حقوقی<sup>(۱)</sup> راه‌کارهایی را برای توسعه استان پیشنهاد داده که همگی با افزایش سطح زیر کشت آبی و دیم میسر می‌باشد. بنابراین لزوم مدل‌هایی برای پیش‌بینی بارندگی مهم به نظر می‌رسد. از این رو در این پژوهش با استفاده از آمار دراز مدت بارندگی روزانه ایستگاه‌های هواشناسی استان خوزستان، مدل‌های ساده برای پیش‌بینی بارندگی سالانه ارائه شد.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان در جنوب غرب کشور در محدوده جغرافیایی  $56^{\circ} ۰۵'$  تا  $۲۹^{\circ} ۰۵'$  عرض شمالی و  $۴۷^{\circ} ۴۲'$  تا  $۲۲^{\circ} ۵۰'$  طول شرقی واقع شده است. مساحت این استان بیش از

$$P_a = 1/(2.715 \times 10^{-5} + 5.268 \times 10^{-5} t_{42.5}) \quad [1]$$

$(R^2 = 0.374, n = 409, SE = 1.74 \times 10^{-3}, P < 0.001)$   
در این معادله  $t_{42.5}$ ، زمان و قوع  $42/5$  میلی‌متر باران از ابتدای پاییز (روز) و  $P_a$  کل بارندگی سالانه (میلی‌متر) می‌باشد.

در ضمن ارتباط بهتر بین زمان و قوع  $42/5$  میلی‌متر بارندگی از ابتدای پاییز و بارندگی سالانه نیز در شکل ۳ به صورت درصد فراوانی برآذش بهتر، ملاحظه می‌گردد. سپس برای این که عوامل دیگری همچون میانگین دراز مدت بارندگی سالانه، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و درجه حرارت فصول مختلف سطح آب خلیج فارس که از میانگین‌گیری ایستگاه‌های موجود حاصل گردید، در مدل به کار برده شود، باید روابط خطی و غیر خطی چند متغیره مورد آزمون قرار گیرد، این کار توسط نرم افزار TC-3D انجام گرفت و نتایج حاصل در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود رابطه چند متغیره خطی ضریب همبستگی بالاتری داشته و در سطح معنی دار بالاتری نیز قرار دارد. بنابراین برای تعیین رابطه متغیرهای مذکور و بارندگی سالانه از رگرسیون چند متغیره خطی استفاده شد که نتایج آن به طور خلاصه در زیر ملاحظه می‌شود:

$$P_a = 184.787 - 1.891 t_{42.5} + 0.855 P_m \quad [2]$$

$(R^2 = 0.704, n = 415, SE = 116.05, P < 0.001)$

$$P_a = 187.932 - 1.891 t_{42.5} + 0.838 P_m - 0.022 EI \quad [3]$$

$(R^2 = 0.704, n = 415, SE = 116.187, P < 0.001)$

$$P_a = 402.713 - 1.894 t_{42.5} + 0.85 P_m - 4.453 Lo \quad [4]$$

$(R^2 = 0.704, n = 415, SE = 116.176, P < 0.001)$

$$P_a = 100.528 - 1.893 t_{42.5} + 0.848 P_m + 2.728 La \quad [5]$$

$(R^2 = 0.704, n = 415, SE = 116.184, P < 0.001)$

$$P_a = 592.912 - 1.8961 t_{42.5} + 0.816 P_m + 0.870 La - 7.624 Lo \quad [6]$$

$+ 0.056 EI$   
 $(R^2 = 0.704, n = 415, SE = 116.443, P < 0.001)$

$$P_a = 373.562 - 2.051 t_{42.5} + 1.084 EI \quad [7]$$

$(R^2 = 0.664, n = 415, SE = 123.685, P < 0.001)$

۴۷/۵ میلی‌متر بارندگی از ابتدای فصل پاییز به همراه بارندگی سالانه و میانگین دراز مدت برای محاسبات بعدی استخراج گردید. لازم به ذکر است که اعداد  $37/5$ ،  $42/5$  و  $47/5$ ، دامنه‌ای برای تعیین مقدار مشخص بارندگی می‌باشد..

داده‌های ماهانه درجه حرارت سطح آب سه ایستگاه خلیج فارس برای سال‌های ۱۹۴۶-۸۷ (سال‌های ۱۳۲۵-۶۶ شمسی) از مجموع جامع اطلاعات جوی اقیانوسی (Comprehensive Oceanic and Atmospheric Data Set COADS) استخراج شد (شکل ۱)، و سپس داده‌های فصلی محاسبه گردید (۷).

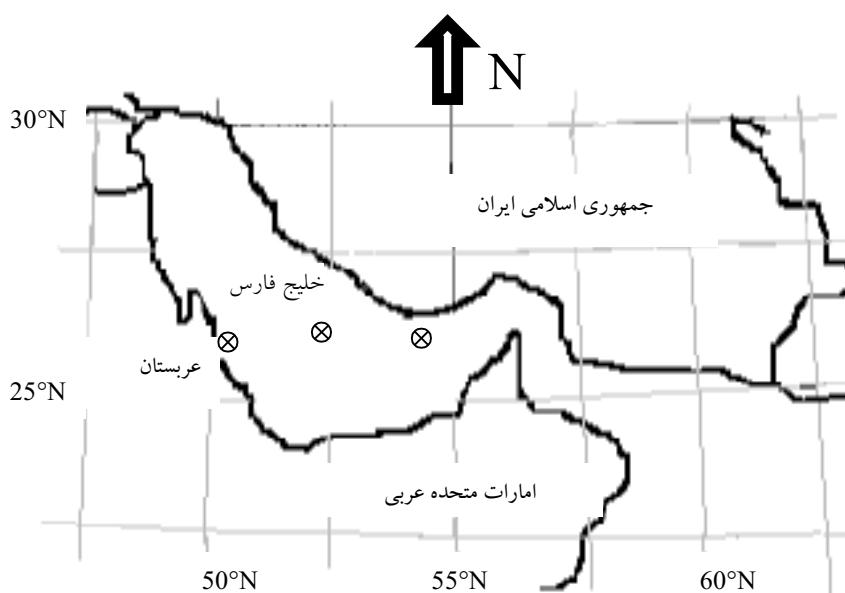
با توجه به این که در بعضی از سال‌ها اطلاعات مفقود شده موجود بود از روش همبستگی بین ایستگاه‌های مجاور، داده‌های بارندگی روزانه بازسازی و تطبیل شدند. سپس آزمون همگنی توسط آزمون توالی و برنامه رایانه‌ای RUNTEST که به همین منظور نوشته شد، انجام گرفت و همگنی داده‌ها محرز گردید. روابط بین بارندگی سالانه به عنوان متغیر وابسته و داده‌های اقلیمی و جغرافیایی به عنوان متغیرهای مستقل تعیین شد، به‌طوری که معنی داری ضرائب معادله‌ها را با آزمون  $t$  و کل معادله را با آزمون  $F$  مورد سنجش قرار داده، سپس ضریب تعیین و خطای معیار محاسبه و معادله‌ها ارزیابی شد.

## نتایج و بحث

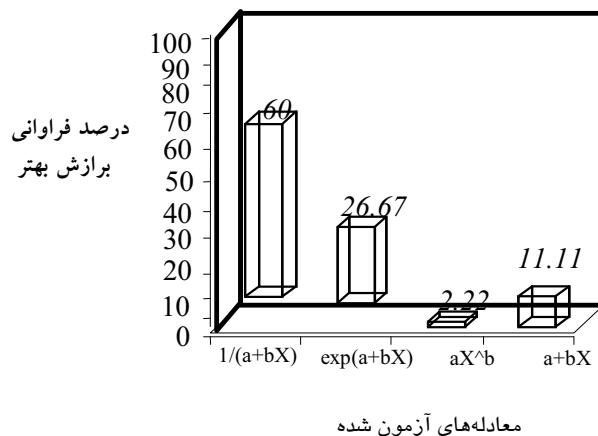
با استفاده از نرم افزار STATGRAPHIC روابط خطی و غیر خطی بین طول فاصله زمانی و قوع هریک از مقادیر  $37/5$ ،  $42/5$  و  $47/5$  میلی‌متر باران از ابتدای پاییز با مقدار بارندگی سالانه در هر ایستگاه بررسی گردید. شکل ۲ درصد فراوانی روابطی که ضریب تعیین بالاتری داشته‌اند را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ارتباط بین بارندگی سالانه و زمان و قوع میزان مشخص بارندگی به وسیله معادله معکوس  $(1/(a+bx))$  بیشترین درصد فراوانی برآذش بهتر را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است که داده‌های پرت توسط نرم افزار مربوطه حذف گردید. رابطه استخراج شده به شکل زیر می‌باشد:

جدول ۱. نام و مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی (منبع ۸)

ردیف.	نام ایستگاه	نام حوضه	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	ارتفاع (متر)	دوره آماری
۱	تله رنگ	دز	۴۸° ۴۶'	۳۲° ۴۹'	۵۰۰	۱۳۴۵-۷۲
۲	گتوند	کارون	۴۸° ۴۹'	۳۲° ۱۵'	۱۰۰	۱۳۳۳-۷۲
۳	شوش دانیال	شاور	۴۸° ۱۴'	۳۲° ۱۲'	۸۰	۱۳۴۵-۷۲
۴	سد شهید عباسپور	کارون	۴۹° ۳۶'	۳۲° ۰۴'	۳۷۰	۱۳۴۵-۷۲
۵	شوشر	کارون	۴۸° ۵۱'	۳۲° ۰۳'	۶۰	۱۳۴۵-۷۲
۶	گدارلندر	کارون	۴۹° ۲۳'	۳۲° ۰۲'	۳۰۰	۱۳۴۵-۷۲
۷	بتوند	شور	۴۹° ۰۸'	۳۲°	۱۰۰	۱۳۴۵-۷۲
۸	حرمله	دز	۴۸° ۳۴'	۳۱° ۵۷'	۴۰	۱۳۴۸-۷۲
۹	دارخزینه	گرگر	۴۸° ۵۸'	۳۱° ۵۴'	۴۵	۱۳۳۶-۷۲
۱۰	مالاثانی	کارون	۴۸° ۵۳'	۳۱° ۳۵'	۲۵	۱۳۴۶-۷۲
۱۱	حمیدیه	کرخه	۴۸° ۲۶'	۳۱° ۲۹'	۳۰	۱۳۳۹-۷۲
۱۲	اهواز	کارون	۴۸° ۴۱'	۳۱° ۲۰'	۲۰	۱۳۴۶-۷۲
۱۳	مشراگه	جراحی	۴۹° ۲۶'	۳۱°	۳۰	۱۳۳۵-۷۲
۱۴	گرگر	جراحی	۴۸° ۵۸'	۳۰° ۴۶'	۱۲	۱۳۵۰-۷۲
۱۵	دهملا	زهره	۴۹° ۴۰'	۳۰° ۳۰'	۲۰	۱۳۴۵-۷۲



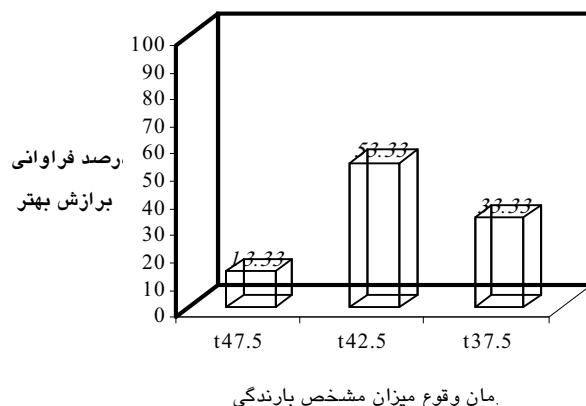
شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌های برداشت درجه حرارت سطح آب در خلیج فارس ( محل ایستگاه‌ها با علامت ⊗ مشخص شده است )



شکل ۲. درصد فراوانی برآذش بهتر معادله‌های آزمون شده

جدول ۲. خروجی نرم افزار TC-3D مربوط به آزمون معادله‌های ساده

رتبه	ضریب تعیین	خطای معیار	آزمون F(فیشر)	نوع معادله
۱	۰/۷۰۴۱	۱۱۶/۰۴۸	۴۹۰/۲۹	$Z=a+bx+cy$
۲	۰/۷۰۰۴	۱۱۶/۰۷۲	۴۹۰/۰۱	$Z=a+bx+c\ln y$
۳	۰/۷۰۰۴	۱۱۶/۰۸۲	۴۸۹/۸۹	$Z=a+bx+cy/\ln y$
۴	۰/۷۰۰۹	۱۱۶/۱۰۰	۴۸۹/۶۷	$Z=a+bx/\ln x+cy$
۵	۰/۷۰۰۸	۱۱۶/۱۱۹	۴۸۹/۴۴	$Z=a+bx/\ln x+cy/\ln y$
۶	۰/۷۰۰۷	۱۱۶/۱۳۸	۴۸۹/۲۱	$Z=a+bx/\ln x+c\ln y$
۷	۰/۷۰۰۵	۱۱۶/۱۷۷	۴۸۸/۷۴	$Z=a+bx+cy^{(0.5)}\ln y$
۸	۰/۷۰۰۴	۱۱۶/۱۹۵	۴۸۸/۵۳	$Z=a+bx\ln x+cy$
۹	۰/۷۰۰۴	۱۱۶/۱۹۸	۴۸۸/۴۹	$Z=a+bx/\ln x+cy^{(0.5)}\ln y$
۱۰	۰/۷۰۰۴	۱۱۶/۲۰۳	۴۸۸/۴۴	$Z=a+bx\ln x+c\ln y$
۱۱	۰/۶۹۷۷	۱۱۷/۳۱۲	۴۷۵/۳۶	$Z=a+bx+c\ln y$
۱۲	۰/۶۷۹۲	۱۲۰/۸۴۴	۴۳۶/۱۱	$Z=a+bx+c/y$
۱۳	۰/۶۷۸۷	۱۲۰/۹۴۰	۴۳۵/۱۰	$Z=a+b\ln x+cy$
۱۴	۰/۶۷۰۸	۱۲۱/۴۸۳	۴۲۹/۳۹	$Z=a+b\ln x+c\ln y$
۱۵	۰/۶۵۸۶	۱۲۴/۶۰۳	۳۹۷/۴۸	$Z=a+b\ln x+c/y$
۱۶	۰/۶۵۴۲	۱۲۵/۴۶۲	۳۸۹/۷۲	$\ln Z=a+b\ln x+cy^2\ln y$
۱۷	۰/۶۵۴۱	۱۲۵/۴۷۹	۳۸۹/۵۶	$\ln Z=a+b\ln x+cy^2$
۱۸	۰/۶۵۴۰	۱۲۵/۴۹۱	۳۸۹/۴۵	$\ln Z=a+b\ln x+cy^{(2.5)}$
۱۹	۰/۶۵۲۸	۱۲۵/۷۰۹	۳۸۷/۳۸	$\ln Z=a+b\ln x+cy^3$



شکل ۳. درصد فراوانی برآذش بهتر زمان وقوع میزان مشخص بارندگی از ابتدای پاییز

مدار ۳۰ درجه، طبیعی به نظر می‌رسد. وجود رابطه معکوس بین طول جغرافیایی و بارندگی شاید به علت بیشتر بودن ایستگاه‌های مورد مطالعه با بارندگی بیشتر در قسمت غرب استان بوده است. به عبارت دیگر شاید عدم توزیع مکانی یکنواخت ایستگاه‌های باران‌سنجی علت این موضوع باشد.

وجود رشته کوه زاگرس و نیز تأثیر بیشتر جبهه‌های مدیترانه‌ای در قسمت شمال و شمال غرب، موجب ریزش بارندگی زیادتری نسبت به مناطق جنوبی می‌گردد. در صورتی که خلیج فارس بر بارندگی مناطق جنوبی مؤثر است (۲).

ارتفاع نیز ارتباط مستقیمی با بارندگی نشان داده است که با توجه به طبیعت منطقه، صحیح به نظر می‌رسد. همان‌طوری که در مدل‌ها دیده می‌شود درجه حرارت سطح آب در بیشتر حالات رابطه معکوس با بارندگی داشته است. قبل "نیز نظام السادات و همکاران (۱۱) هم‌بستگی منفی و معنی داری را بین بارندگی زمستانه و دمای سطح آب زمستانه خلیج فارس در سطح استان‌های جنوب و جنوب غرب کشور (فارس، خوزستان و بوشهر) بیان کرده‌اند. البته در مدل‌های ارائه شده ضرائب درجه حرارت در سطح  $0/05^{\circ}$  معنی دار نمی‌باشد و ورود آن در معادله تغییر چندانی نیز در ضریب تعیین معادلات به وجود نیاورده است. بنابراین معادله ۲ با توجه به کمتر بودن متغیرها و بالاتر بودن ضریب تعیین آن، برای برآورده بارندگی سالانه پیشنهاد می‌شود هر چند که در صورت وجود

$$P_a = 169.8 - 1.782t_{42.5} + 0.891P_m - 0.198SST_{fall} \quad [8]$$

$$(R^2 = 0.72, n = 328, SE = 112.47, P < 0.001)$$

$$P_a = 169.8 - 1.782t_{42.5} + 0.891P_m - 0.198SST_{summer} \quad [9]$$

$$(R^2 = 0.72, n = 328, SE = 115.33, P < 0.001)$$

$$P_a = 169.8 - 1.782t_{42.5} + 0.891P_m - 0.198SST_{spring} \quad [10]$$

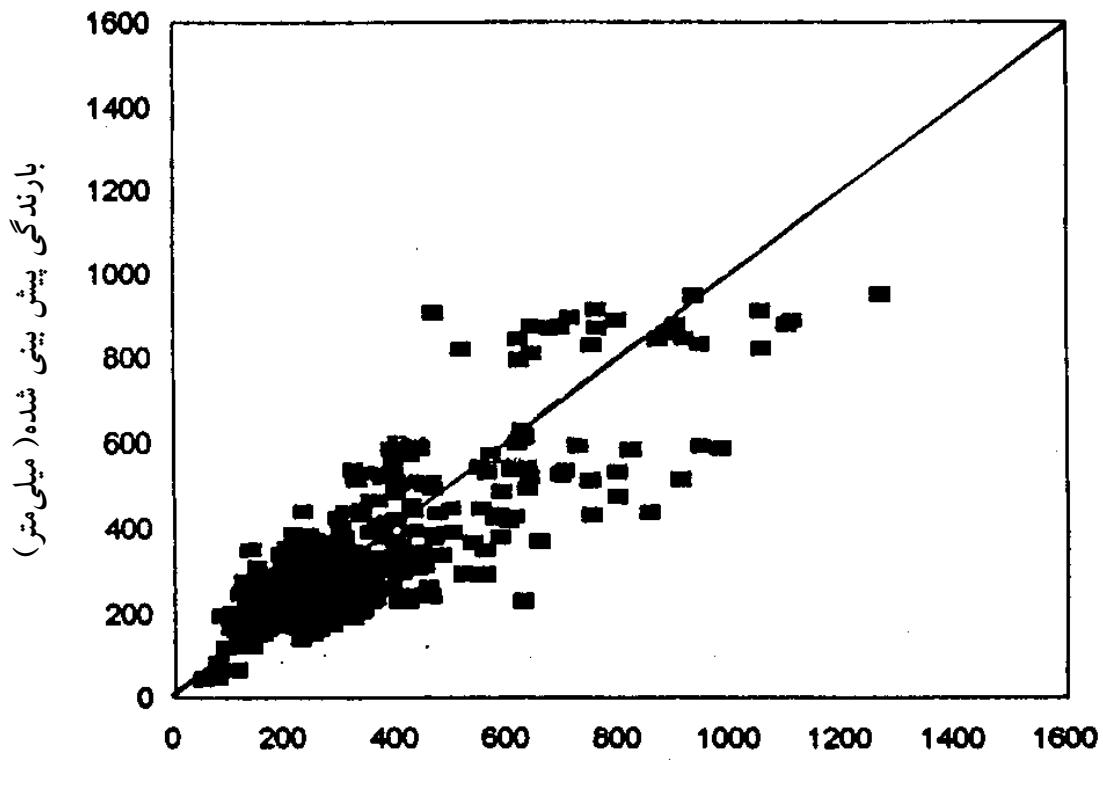
$$(R^2 = 0.72, n = 328, SE = 115.441, P < 0.001)$$

$$P_a = 169.8 - 1.782t_{42.5} + 0.891P_m - 0.198SST_{winter} \quad [11]$$

$$(R^2 = 0.72, n = 328, SE = 115.467, P < 0.001)$$

در روابط بالا  $P_a$  کل بارندگی سالانه (میلی‌متر)،  $t_{42.5}$  زمان وقوع ۴۲/۵ میلی‌متر باران از ابتدای پاییز (روز)،  $P_m$  میانگین دراز مدت بارندگی ایستگاه (میلی‌متر)،  $El$  ارتفاع ایستگاه مورد نظر از سطح دریا (متر)،  $La$  بهتریب طول جغرافیایی و عرض جغرافیایی محل (اعشاری)،  $SST_{fall}$ ،  $SST_{summer}$ ،  $SST_{spring}$  و  $SST_{winter}$  بهتریب دمای سطح آب بر حسب درجه سانتی‌گراد در پاییز، بهار، تابستان و زمستان خلیج فارس می‌باشد.

نکته جالب توجه در این مدل‌ها رابطه معکوس بین زمان وقوع ۴۲/۵ میلی‌متر باران از ابتدای پاییز و بارندگی سالانه است، یعنی هر چه طول فاصله زمانی ۴۲/۵ میلی‌متر باران از ابتدای پاییز به تأخیر بیفتند بارندگی سالانه نیز کمتر خواهد شد. در مدل‌های ارائه شده رابطه بین بارندگی سالانه و عرض جغرافیایی مستقیم است که با توجه به منطقه و با دور شدن از

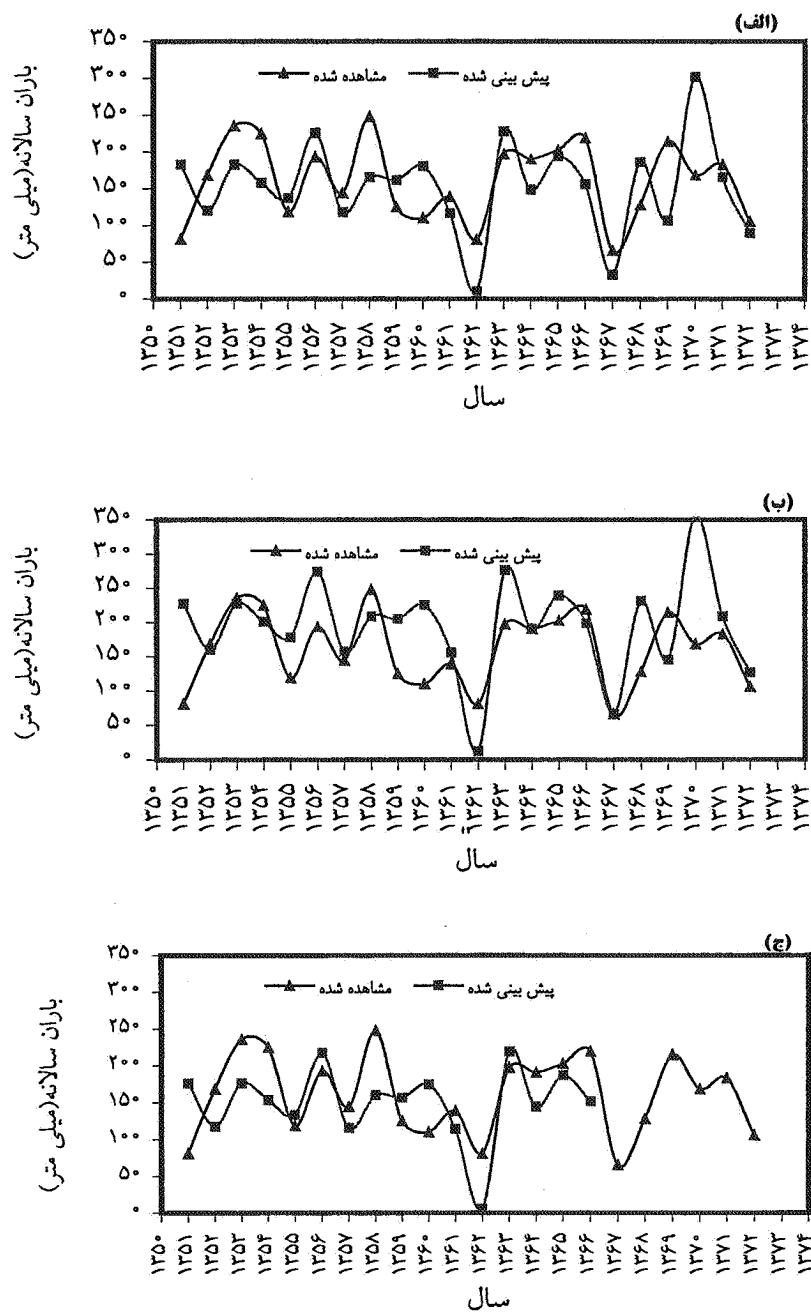


شکل ۴. نمودار یک به یک مقادیر بارندگی مشاهده شده و پیش‌بینی شده از معادله [۲]

ایستگاه دارخوین که از آمار آن برای ارائه مدل استفاده نشده بود به کار گرفته شد. نتیجه مدل‌های ۲، ۷ و ۸ در شکل‌های ۵-الف تا ۵-ج ملاحظه می‌گردد. در شکل ۵-ج به دلیل در اختیار نداشتن داده‌های دمای سطح آب در سال‌های ۱۳۶۷-۷۲، تخمین بارش سالانه در این دوره انجام نشده است. هر چند در بعضی از سال‌ها، مدل‌ها تخمین قابل قبولی را ارائه ننموده است ولی روند تغییرات را تا اندازه‌ای نشان می‌دهند. بنابراین پیشنهاد می‌شود که با گردآوری اطلاعات بیشتری که بر بارندگی مؤثر می‌باشد، ضریب تعیین مدل‌ها را افزایش داده تا پیش‌بینی‌ها با خطای کمتری ارائه شود.

بقیه متغیرها از مدل‌های دیگر حسب شرایط می‌توان استفاده کرد. شکل (۴) نمودار یک به یک مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی باران سالانه حاصل از معادله ۲ برای ایستگاه‌هایی که قبل از تعیین مدل استفاده شده را نشان می‌دهد.

معادله ۲ تا اندازه‌ای مشابه معادله‌های ارائه شده برای ایستگاه‌های جنوب و غرب می‌باشد (۱۳). ولی در آنها مدت بارش برای ریزش  $47/5$  میلی‌متر استفاده شده و ضرایب معادله‌ها نیز قدری متفاوت است و تقریباً بینابین ضرایب معادله‌های منطقه غرب و جنوب قرار می‌گیرد. برای بررسی مدل‌ها و چگونگی پیش‌بینی باران سالانه در آنها، مدل‌ها برای



شکل ۵. مقادیر مشاهده‌ای و پیش‌بینی شده بارندگی سالانه الف- مدل (۲) ب- مدل (۷) ج- مدل (۸)

## منابع مورد استفاده

۱. حقوقی، م. ۱۳۷۴. خوزستان و ظرفیت‌های توسعه کشاورزی آن. فصل نامه آب و توسعه ۴: ۲۵-۱۷.
  ۲. خلیلی، ع. ۱۳۷۰. طرح جامع آب کشور. مهندسین مشاور جامع آب، بخش ۱، ۴۴۲ صفحه.
  ۳. شافعی، ف. و ع. سپاسخواه. ۱۳۷۴. مدلی ساده جهت پیش‌بینی بارندگی سالانه استان فارس. سمینار کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
  ۴. کریمی، ش. و ع. سپاسخواه. ۱۳۷۷. ارائه مدلی ساده جهت پیش‌بینی بارندگی سالانه در استان کرمان. سمینار منتشر نشده کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
  ۵. گزارش اطلس منابع آب کشور. ۱۳۶۹. هیدرولوژی. جلد اول، انتشارات وزارت نیرو، تهران.
  ۶. گوپتا، یو. اس. ۱۳۷۶. به زراعی و به نژادی در زراعت دیم (ترجمه ع. کوچکی). انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
  ۷. نظام السادات، س. م. ج. و م. م. قاسمی. ۱۳۷۷. تجزیه و تحلیل ویژگی‌های آماری دمای سطح آب خلیج فارس و دریای عمان در سال‌های ۱۹۵۶-۷۸. مجله اقیانوس‌شناسی ۲ و ۳: ۲۱-۳۳.
  ۸. وزارت نیرو. ۱۳۷۲. سالنامه‌های هواشناسی سال ۱۳۷۲-۱۳۳۵. انتشارات وزارت نیرو، تهران.
9. Forest, F. and C. Doncette. 1982. Situation bilan hydrique de l'arachide en vue d'une meilleure adaptation dette culture aux conditions tropicales. In: Actes Symposium International Sur la Production Arachidie're l'arachidie et ses d'érives, jun 1982, Bandjud.
10. Huda, A. K. S. 1994. Management strategies to minimize climatic risk to wheat production in low rainfall areas of Southern Australia. Agric. For. Meteorol. 59:125-147.
11. Nazemosadat, M. J., I. Cordery and S. S. Eslamian. 1995. The impact of the Persian Gulf sea surface temperature on Iranian rainfall. The Regional Conference on Water Resource Management, Isfahan, Iran. 809-819.
12. Rees, D. J., A. Samiullah, E. Rehman, C. H. R. Kidd, J. D. H. Keatinge and S. H. Reza. 1990. Precipitation and temperature regimes in upland Balochestan: The influence on rain-fed crop production. Agric. For. Meteorol. 52:381-396.
13. Sepaskhah, A. R. and A. R. Taghvaei. 2000. A simple model for prediction of annual precipitation in the southern and western provinces of I. R. of Iran. Iran Agric. Res. (Submitted).