پژوهشهای جغرافیائی ـ شماره ٤٦، زمستان ١٣٨٢
صص ١٤٣ـ١٣١

ارتباط خشکسالی‌های اخیر و منابع آب زیرزمینی در دشت قزوین

دکتر قاسم عزیزی ـ استادیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران*

پذیرش مقاله: ۸۲/۵/۲۵

چکیده

خشکسالی از جمله ناهنجاری‌های اقلیمی است که بُروز آن سبب تأثیرات زیادی در زندگی انسان و دیگر جانداران می‌گردد و معمولاً به سه نوع اقلیمی، هیدرولوژیک و کشاورزی تقسیم می‌شود. هدف از این مقاله بررسی ارتباط بین خشکسالی‌های اقلیمی و هیدرولوژیک است. به منظور بررسی شدّت خشکسالی و ارتباط بین خشکسالی‌های اقلیمی و هیدرولوژیک، از داده‌های بارش و آبهای زیرزمینی دشت قزوین استفاده شده است. شدّت و تداوم خشکسالی‌ها با بکارگیری روش‌های متداول محاسبه و بررسی شده و بر اساس نتایج بدست آمده ارتباط آبهای زیرزمینی و خشکسالی‌های اقلیمی ارزیابی گردیده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که تعداد ناهنجاریهای منفی بارش طیّ دوره بیش از تعداد ناهنجاریهای مثبت بوده و تأثیر فعّالیّت‌های انسانی در ناهنجاری‌های منفی آبهای زیر زمینی بسیار چشمگیر است. خشکسالی در آبهای زیرزمینی با دو الی سه ماه تأخیر نسبت به خشکسالی‌های اقلیمی بروز می‌کند و بطور متوسط طی دورهٔ مطالعاتی در هر سال ۲۵ سانتی متر سطح آب زیرزمینی افت داشته است.

واژگان کلیدی: ***خشکسالی اقلیمی، خشکسالی هیدرولوژیک، آبهای زیرزمینی، قزوین***

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

در میان عناصر اقلیمی، بارش بیشترین نوسان را دارد. این مسئله به ویژه در کشور ایران که بارش متوسط سالیانهٔ آن حدود ۲۵۰ میلی متر است، اهمیّت بیشتری دارد. به همین خاطر مشاهدهٔ خشکسالی با شدّت‌های مختلف و ترسالی‌های مخرّب در ایران امری طبیعی و تقریباً متداول می‌باشد. این بی‌نظمی‌ها و نوسانات زیاد در بارش سالیانه باعث خسارات زیادی است که هر ساله رخ می‌دهد، یعنی در سالهای مرطوب و پرباران سیلابهای مخرّب سبب تخریب سکونتگاه‌ها، زمین‌های کشاورزی، پل‌ها، جادّه‌ها، تأسیسات و از همه مهمتر تلفات انسانی می‌شود. خشکسالی‌ها نیز سبب کاهش تولید محصولات کشاورزی، تلف شدن دامها، تخریب مراتع، فرسایش خاک و افت سطح آبهای زیرزمینی می‌گردد (عزیزی، ۱۳۷۸). به عنوان مثال در خشکسالی سال ۷۸ـ۱۳۷۷ متوسط بارش سالیانهٔ ایران ۲۶ درصد کمتر از بارش متوسط دورهٔ سی ساله و در مقایسه با بارش سال قبل (۷۷ـ۱۳۷۶) حدود ۴۱ درصد کمتر بود، در نتیجه در این خشکسالی ۷۰ درصد محصولات دیم و ۱۰ درصد محصولات آبی صدمه دیده و تولید

* E-mail: ghazizi@ut.ac.ir

گندم حدود ۲/۴ میلیون تن و تولید برنج حدود چهارصد هزار تن کاهش یافت(خبرنامه اقلیم، ۱۳۷۸).

در این مقاله ارتباط نوسان سطح آب‌های زیرزمینی دشت قزوین با خشکسالی‌ها و به خصوص خشکسالی‌های ۷۹-۱۳۷۷ بررسی شده است. دشت قزوین (شکل شمارهٔ ۱) با ۴۲۲۰ کیلومتر مربع مساحت و ۳۰۰ متر ضخامت متوسط آبرفت، حدود ۱/۲ میلیارد متر مکعب در سال پتانسیل برداشت آب دارد (ملکی، ۱۳۸۰). این پتانسیل قابل توجّه، سبب اهمّیّت دشت قزوین به عنوان یک مرکز مهمّ کشاورزی، صنعتی و مسکونی شده است. در حال حاضر سالیانه حدود ۱/۴ میلیاردمتر مکعب آب از این دشت برداشت می گردد. این حجم برداشت باعث افت مخزن دشت به میزان ۲۰۰ میلیون مترمکعب در سال شده است. کمتر از ۱۰ درصد از آب برداشتی در بخش‌های شرب و صنعت و حدود ۹۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. شواهد بدست آمده از حفاری‌های زاغه، قبرستان و سگزآباد تائید کننده سکونت انسان از ۵۵۰۰ سال قبل از میلاد در این دشت می‌باشد (فاضلی، ۲۰۰۱). در ارتباط با خشکسالی‌های ایران فرج‌زاده (۱۳۷۴) ضمن بررسی شاخص خشکسالی در ایران، پهنه‌های هم ارزش از نظر خشکسالی را ارائه نمود. غیور (۱۳۷۵) شدت، فراوانی و وسعت خشکسالی‌های ایران را مورد مطالعه و بررسی قرار داد. عزیزی (۱۳۷۸). به بررسی و مطالعهٔ ارتباط خشکسالی‌های ایران و النینو نوسان جنوبی[1] پرداخته است. از نمونه کارهای دیگر که در ارتباط بامنابع آب زیرزمینی وبارش می‌باشد، می‌توان به کارهای ماتر[2] (۷۹ و ۱۹۷۲) اشاره نمود. همینطور استرکامپ[3] و همکاران (۱۹۹۵) به منظور برآورد میزان شارژ مجدد[4] آبهای زیرزمینی در حوضه های بدون باران سنج در کشور عمان و ابوظبی روش موازنه آب[5] را بسط داده‌اند. مطالعات انجام شده عمدتاً شامل پایان‌نامه‌های دانشجویی(اربابی ۱۳۸۰)وهمینطور گزارشات مؤسّسات وابسته به وزارت نیرو برمی‌گردد. گاهی در این گزارش‌ها به مسئلهٔ خشکسالی نیز پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

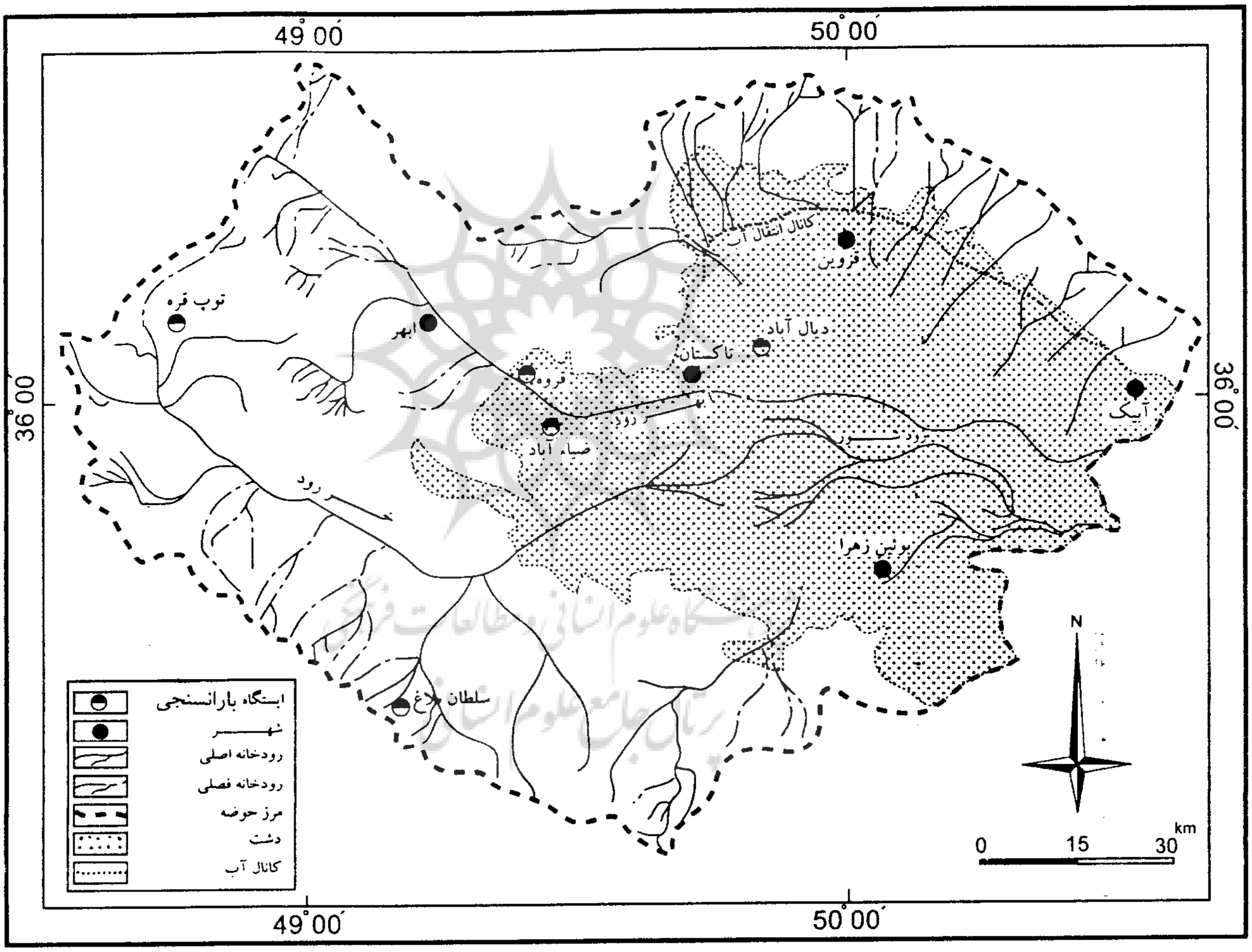
به منظور بررسی رابطهٔ خشکسالی و منابع آب زیرزمینی، داده‌های بارش سالیانه و ماهیانهٔ دشت قزوین و همین طور داده‌های هیدروگراف سالانه و ماهانهٔ دشت مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های بارش درپنج ایستگاه (شکل شمارهٔ ۱) باران سنجی دشت (ایستگاه‌های: سلطان بلاغ (۲۳۰۰ متر)، توپقره (۱۸۵۰ متر)، دیالآباد (۱۲۴۰متر)، ضیاءآباد (۱۳۷۰ متر) و قروه (۱۴۳۰متر)) برای دورهٔ آماری (۱۳۸۰- ۱۳۴۶) مورد استفاده قرار گرفته است. دشت قزوین از داده‌های هیدروگراف سالانه و همین طور ماهانه نیز برخوردار است که به ترتیب داده‌های مذکور برای دورهٔ آماری (۱۳۷۹- ۱۳۴۴) و (۱۳۷۷- ۱۳۶۸) قابل دسترس بوده است و در محاسبات و تحلیل‌ها بکار گرفته شده است. برای تجزیه و تحلیل خشکسالی‌ها در ایستگاه‌های باران‌سنجی دشت و تعیین شاخص خشکسالی از رابطهٔ (۱) استفاده شده است.

1- ENSO
2- Mather
3- Ostekamp
4- recharge
5- water-balance approach

رابطهٔ (۱)
$$\%\Delta P = \frac{P_1 - \overline{P}}{\overline{P}} \times 100$$

که در این رابطه $\%\Delta P$ درصد انحراف از میانگین بارش و Pi بارش هر سال یا ماه مورد نظر و $\overline{P}$ بارش میانگین دوره می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبات عمدتاً به صورت گرافیکی ارائه گردیده است. همین طور برای مطالعهٔ ارتباط خشکسالی‌ها با نوسان سطح آب زیرزمینی و انجام محاسبات و تحلیل‌های لازم از روش‌های همبستگی، رگرسیون خطی و توان گرافیکی و محاسباتی نرم افزارهای آماری[1] استفاده شده است.

شکل ۱ـ نقشهٔ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه و دشت قزوین



یافته های تحقیق وبحث

در بررسی بارش‌های منطقه با تأکید بر پنج ایستگاه باران سنجی مشخص شد که بارش متوسط سالانهٔ دشت ـ که باروش میانگین وزنی محاسبه شده است، حدود ۳۲۵ میلی‌متر است. در سالهای پرباران مقدار بارش به حدود ۵۸۰ و در سالهای کم باران به حدود ۱۹۰ میلی‌متر می‌رسد، یعنی نسبت سال خشک به سال مرطوب تقریباً $\frac{۱}{۳}$ می‌باشد. این نسبت نشان می‌دهد که نوسان بارش سالیانه قابل توجه است. همچنین در سالهای اخیر خصوصاً از سال ۱۳۶۸ به

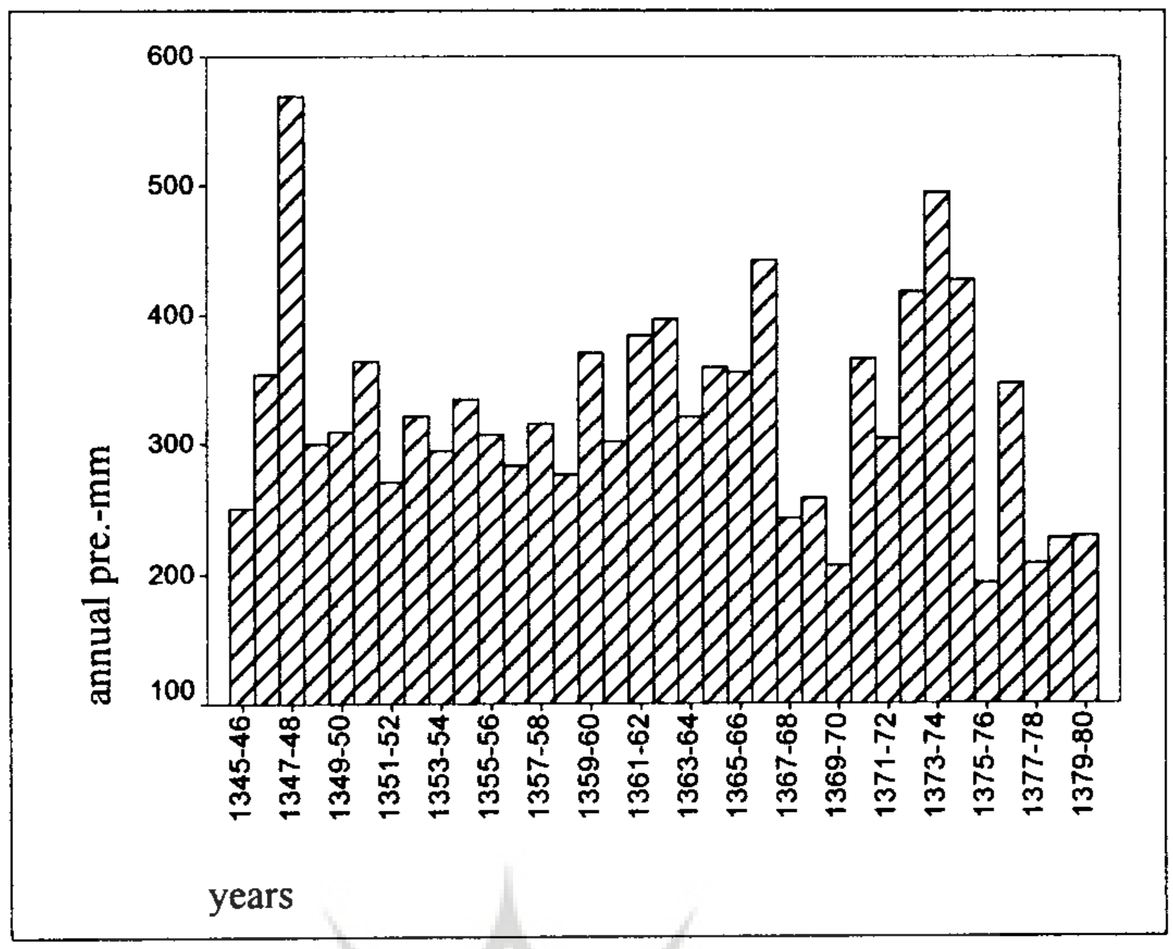
1- Excel. SPSS. Minitab

بعد بارش بسیار متغییر بوه است (شکل شمارهٔ ۲). از طرف دیگر در بررسی انجام گرفته برروی روند بارش سالانه مشخص گردید که نشانه‌هایی از روند منفی در بارش سالیانه بچشم می‌خورد، یعنی به طور متوسط طیّ دورهٔ ۳۵ ساله، هر سال به طور متوسط ۱/۳ میلی متر کاهش داشته است (شکل شمارهٔ ۳). هر چند روند مذکور از همبستگی قوی برخوردار نیست ($r = 0.16$)، ولی طیّ دورهٔ ۳۵ ساله حدود ۴۴ میلی‌متر کاهش بارندگی را توجیه می‌کند. شکل شمارهٔ (۴) نیز این پدیده را تا حدودی مشخص می‌کند. این شکل اختصاص به نمایش سالهای خشک و تر دارد. در این شکل درصد انحراف از میانگین با استفاده از رابطهٔ (۱) محاسبه و نمایش داده شده است و ستون های بالای صفر، سالهای‌تر و پایین صفر سالهای خشک را نشان می‌دهد. در این شکل مشخص می شود که ضمن افزایش نوسانات بارش، شدت و فراوانی خشکسالی‌های بطور قابل توجّهی افزایش یافته اند. طیّ دورهٔ ۳۵ ساله، ۲۰ سال از شرایط خشکسالی با شدّت‌های مختلف و تنها ۱۵ سال از شرایط ترسالی برخوردار بوده است. واقع شدن دشت قزوین در حدود عرض ۳۶ درجهٔ شمالی، شرایط آب و هوایی خاصّی را بوجود می‌آورد. از ویژگی‌های بارز این دشت وجود دو دورهٔ بارشی کاملاً متفاوت طیّ سال است. یک دورهٔ مرطوب که از اکتبر شروع می شود و تا اواخر ماه مه ادامه دارد. و دوره خشک و گرمی که در بقیه سال به چشم می‌خورد گرمترین ماههای سال ژوئن تا سپتامبر است که متوسط دمای روزانه در این ماهها بیش از۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و سردترین ماههای سال دسامبر تا مارس با متوسط دمای روزانه کمتر از ۱۰ درجهٔ سانتی گراد است. بدین صورت مشخص می شود که دشت قزوین یک دورهٔ سرد و مرطوب و یک دورهٔ گرم و خشک دارد. انطباق فصل خشک با دورهٔ رویش گیاهان زراعی، مصرف آب به منظور جبران نیاز آبی گیاهان را ضروری می‌کند. این کمبود عمدتاً از منابع آب زیرزمینی جبران می‌شود. وجود زمین های مستعد و قابل کشت و ضریب اطمینان بالای آب زیرزمینی و همینطور نوسان بارش سالانه سبب توجّه خاص کشاورزان به استفاده از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق شده است. این توجّه افزایش تعداد چاه‌ها تا حدود ۵ برابر طیّ سه دههٔ گذشته را موجب گردیده است (شکل شمارهٔ ۵).

افزایش تعداد چاه‌ها و گسترش کشت آبی در دشت، برداشت بیشتری از منابع آب زیرزمینی را بدنبال داشته است. افزایش برداشت، تعادل بین ورودی و خروجی دشت را بر هم زده و منفی شدن بیلان آب و کاهش ذخیره مخزن را سبب گردیده است (شکل شمارهٔ ۶). کاهش ذخیرهٔ آب دشت یک روند منفی کاملاً مشخّصی را نمایان می‌کند؛ به طوری که همبستگی افت سطح آب زیرزمینی دشت با زمان حدود ۰/۹۶- می‌باشد و براساس این ارتباط، سالیانه حدود ۲۵ سانتی متر افت سطح آب رخ داده است (شکل شمارهٔ ۷). افت مذکور در دورهٔ خشکسالی سالهای اخیر بسیار قابل توجّه و نگران کننده است. در دورهٔ سه سالهٔ خشکسالی‌های اخیر (۱۳۷۹-۱۳۷۷) افت سطح آب حدود ۶ متر و به طور متوسط ۲ متر در سال بوده است.

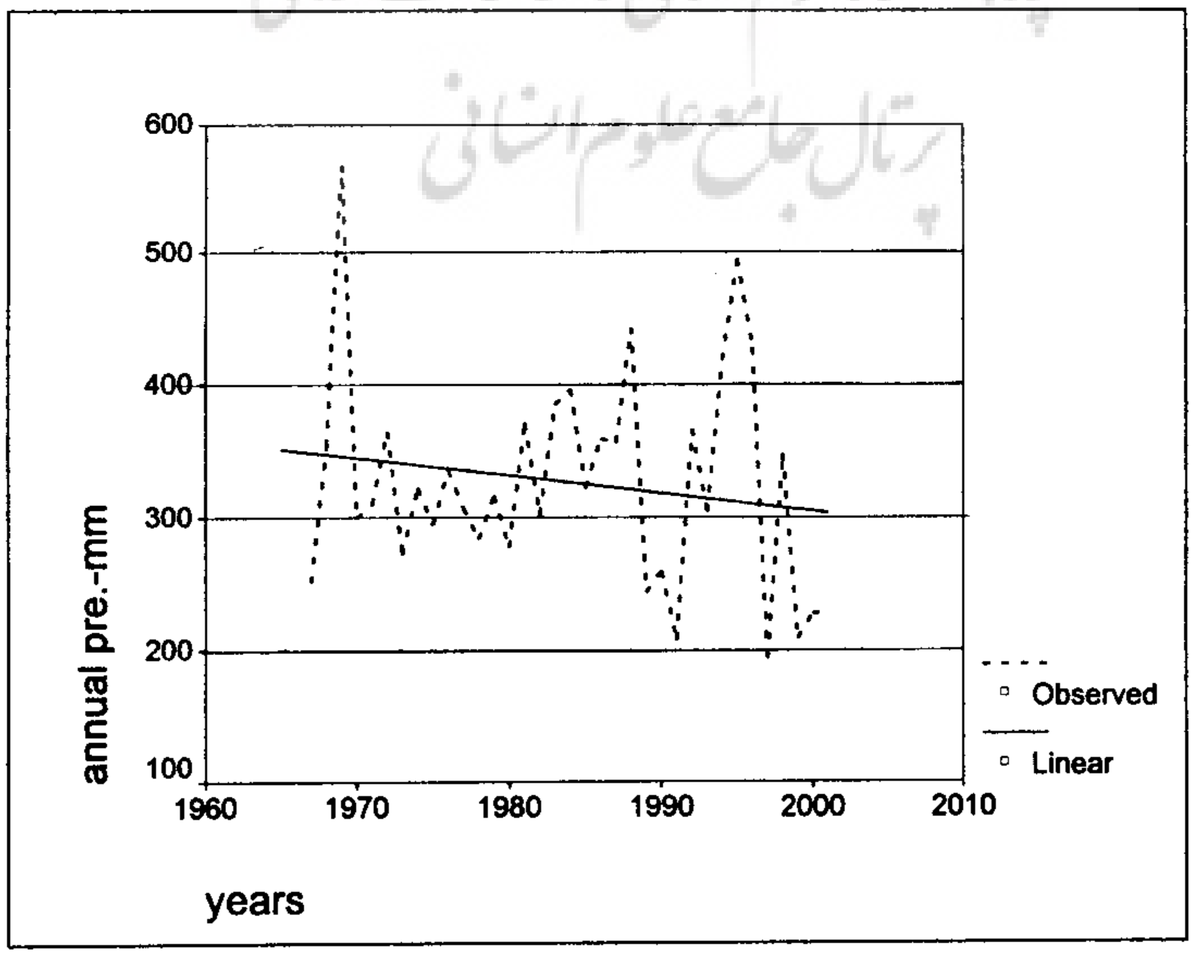
اگر به میزان انحراف سطح آبهای زیرزمینی از متوسط ماهانهٔ سطح آب در یک دورهٔ یازده ساله (۱۳۷۹ـ ۱۳۶۸) توجه شود (شکل شمارهٔ ۸)، تأثیر خشکسالی‌های اخیر (شکل شمارهٔ ۹)، در افت سطح آب زیرزمینی دشت آشکارتر می‌گردد. در مقایسه و بررسی شکل شمارهٔ (۸) با شکل شمارهٔ (۱۰) به خوبی آشکار می‌گردد، که بارش‌ها از سال ۱۳۷۴ به طور چشمگیری کاهش یافته است. این کاهش بارش همراه با افزایش مداوم تعداد چاه ها و حجم برداشت از

شکل ٢ـ نوسان سالانه بارش در دشت قزوین

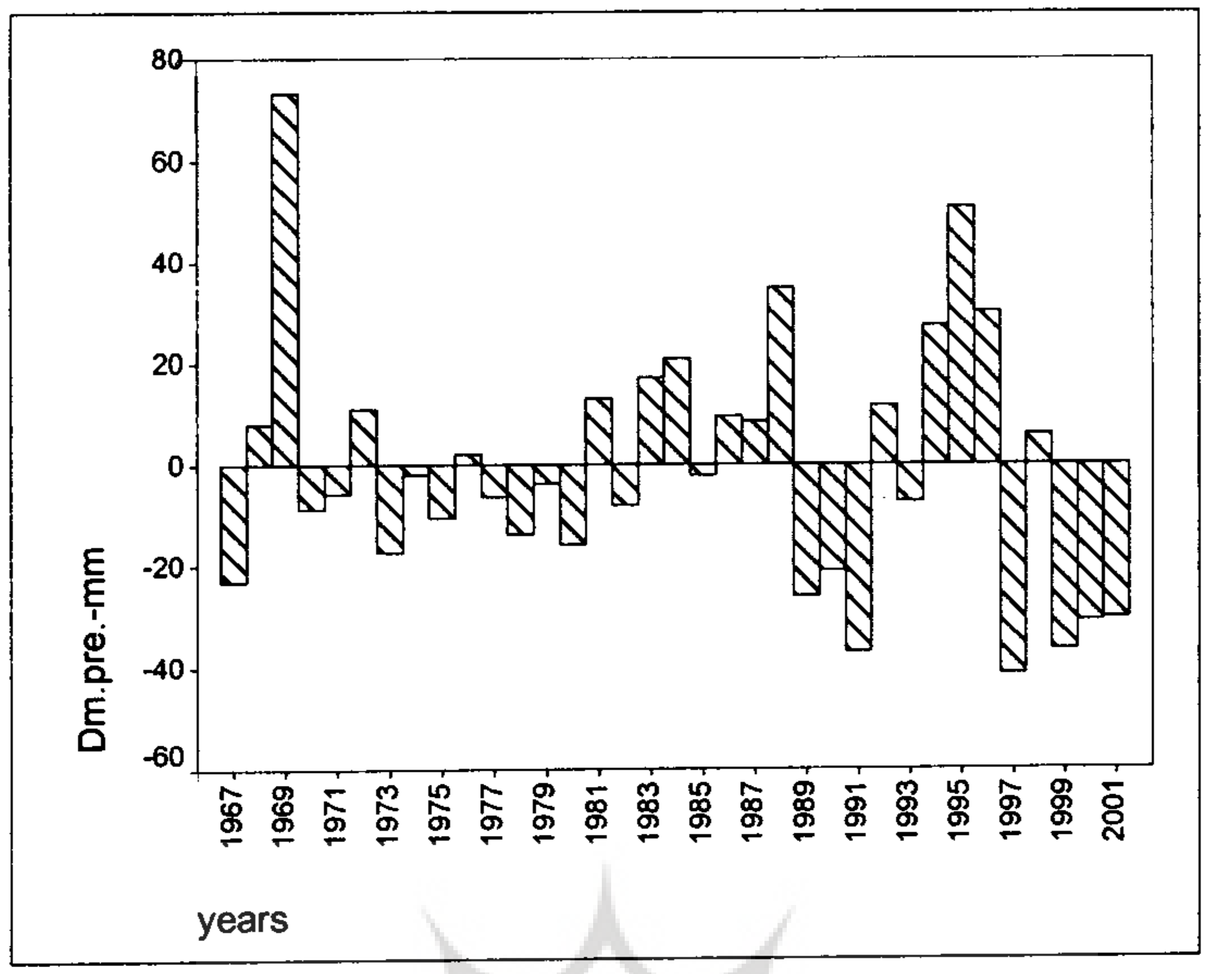


شکل ٣ـ رگرسیون خطی بین بارش و زمان (روند منفی بارش قابل مشاهده است)

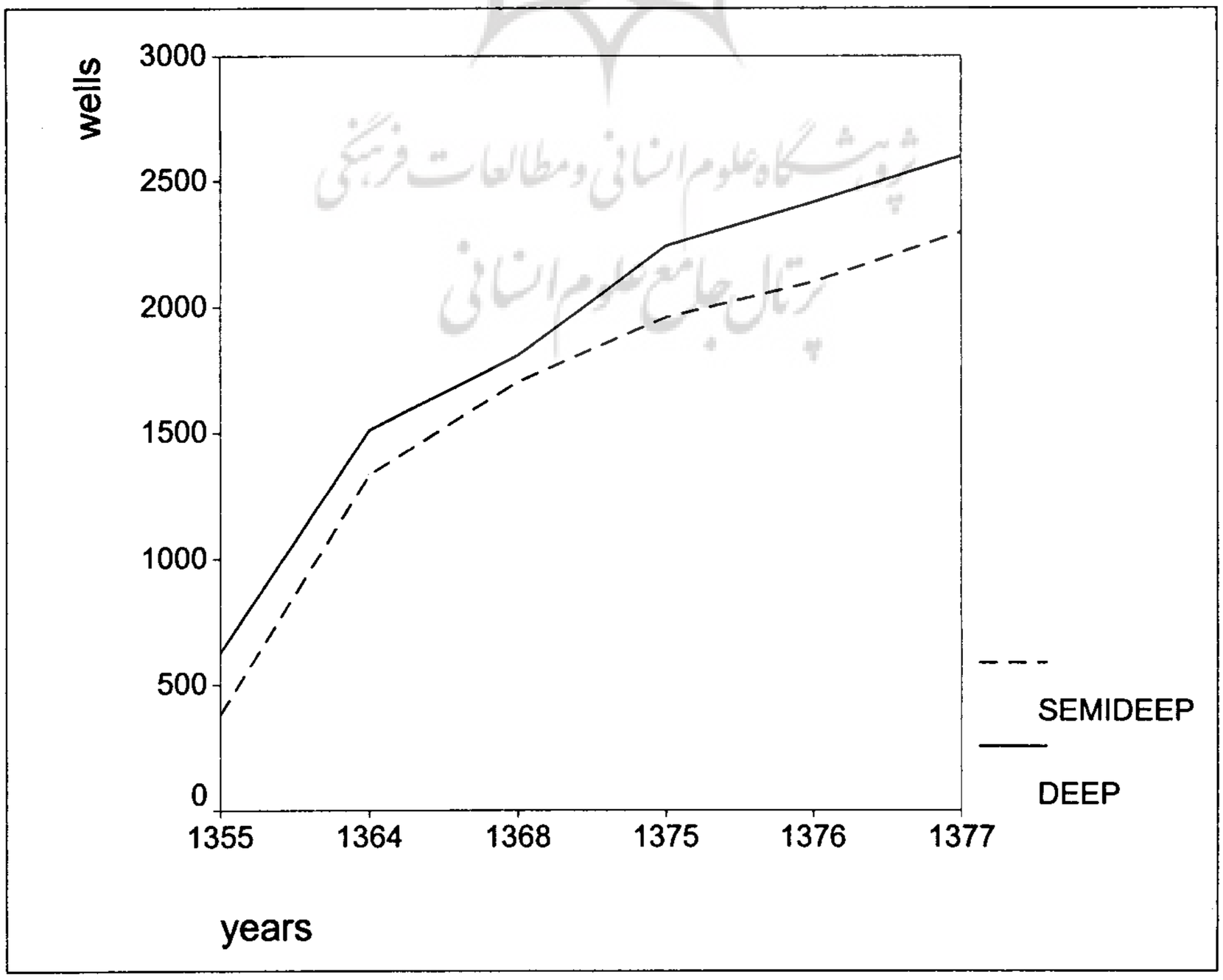
```
Independent:  YEARS
  Dependent Mth    Rsq  d.f.       F  Sigf       b0       b1
   preci.   LIN   .027    33     .91  .347  2928.63 -1.3118
```



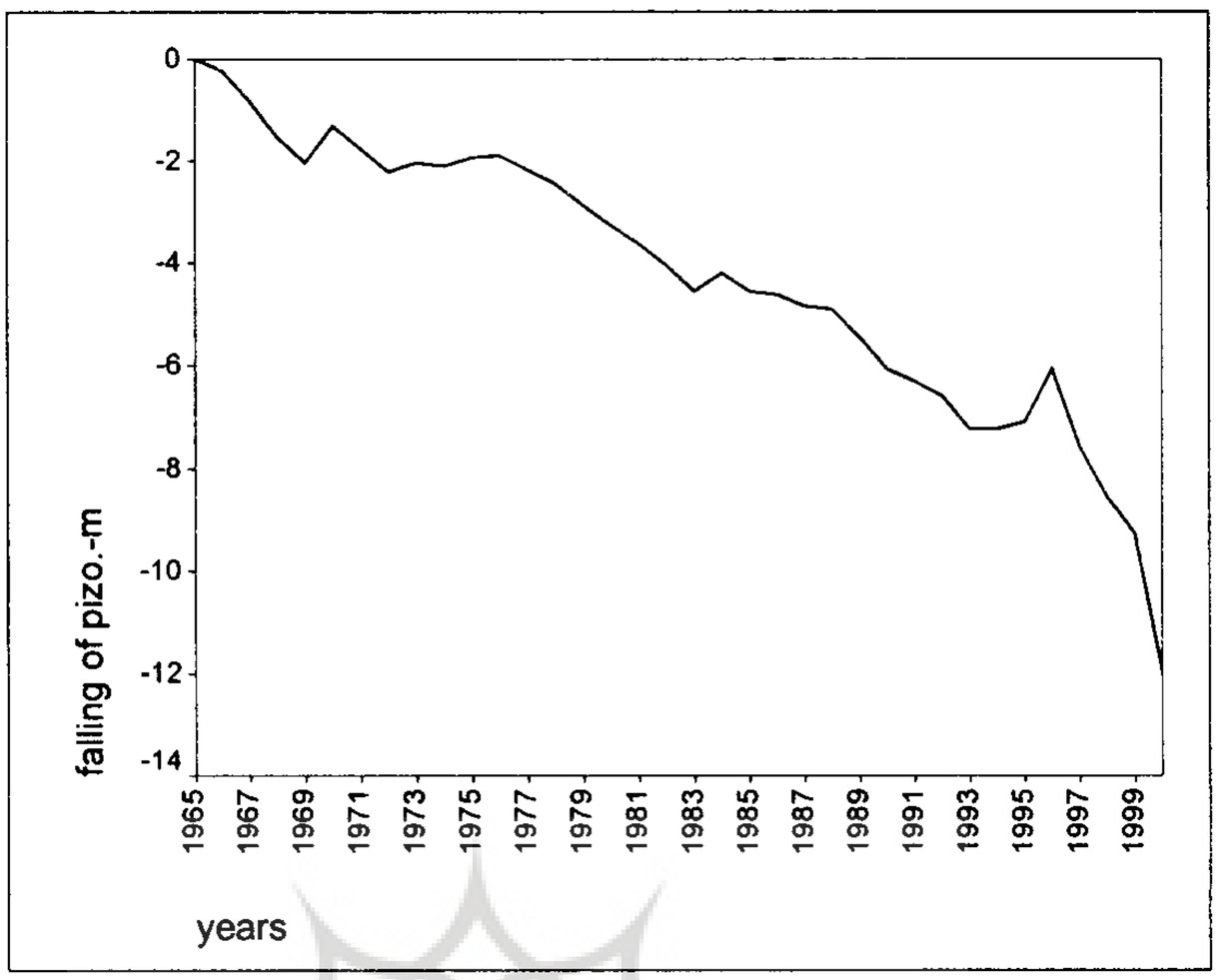
شکل ٤ـ شدت خشکسالی‌ها و ترسالی‌های اقلیمی به درصد



شکل ٥ـ تغییرات فراوانی چاه‌های عمیق و نیمه عمیق دشت قزوین در طی دوره

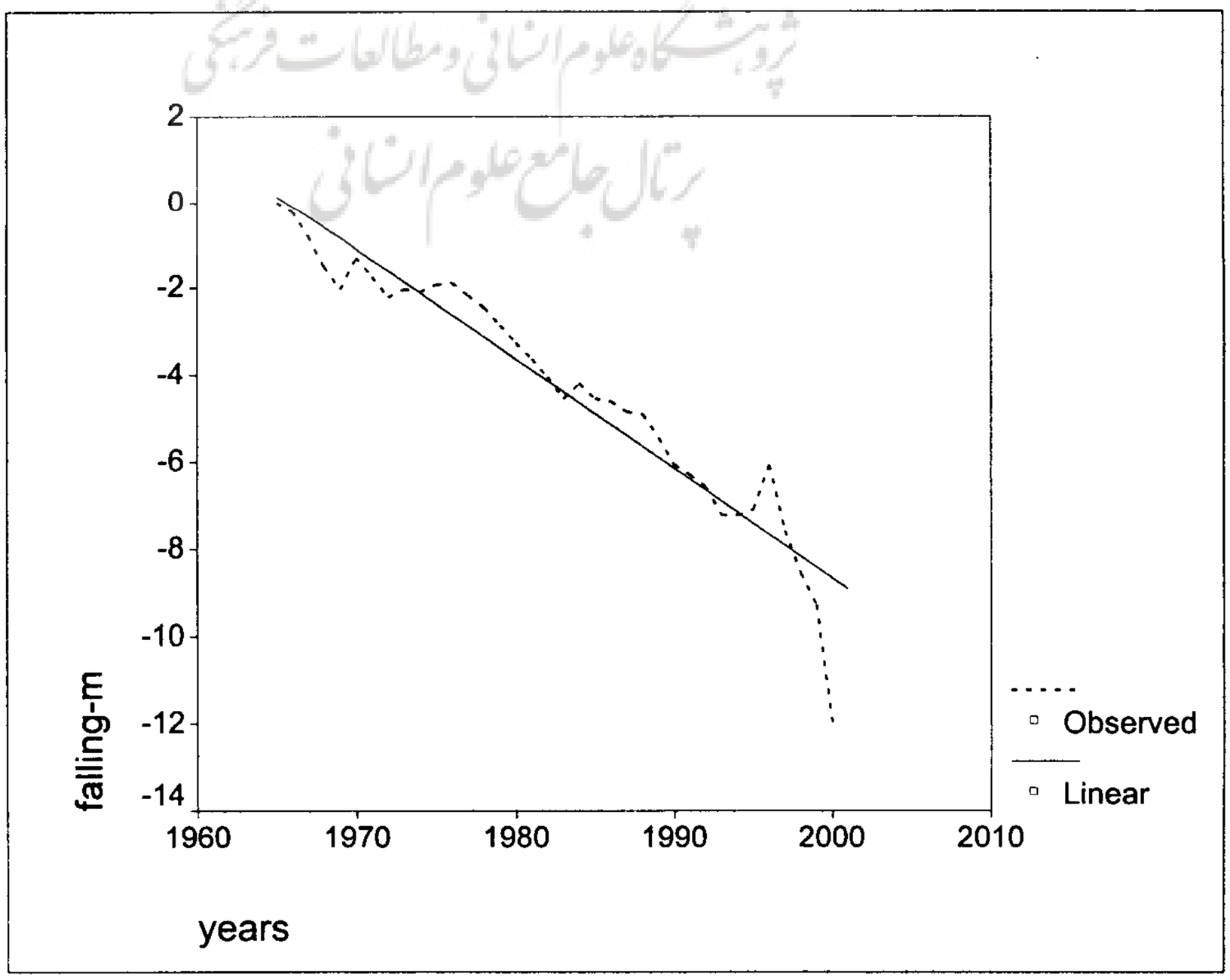


شکل ٦ـ سری زمانی افت سطح آب زیرزمینی دشت قزوین (٢٠٠٠ـ١٩٦٥)

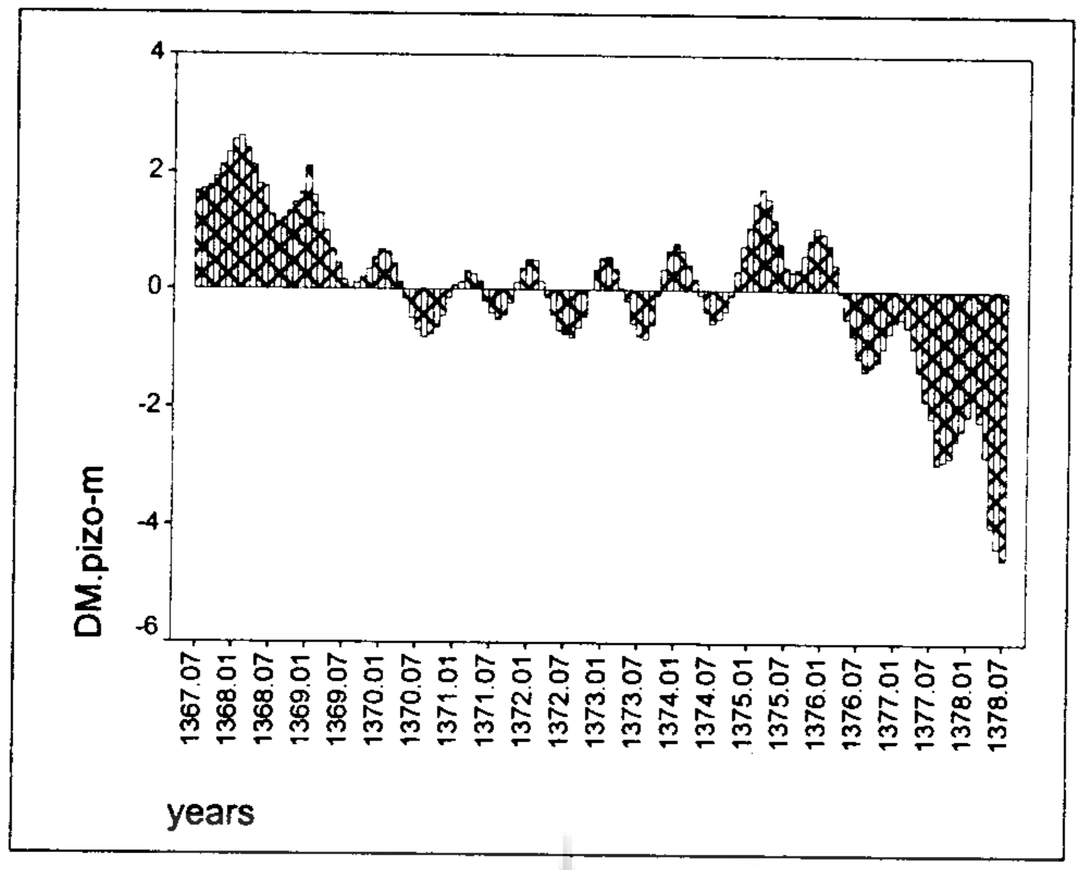


شکل ٧ـ رگرسیون خطی بین سطح آب زیرزمینی و زمان

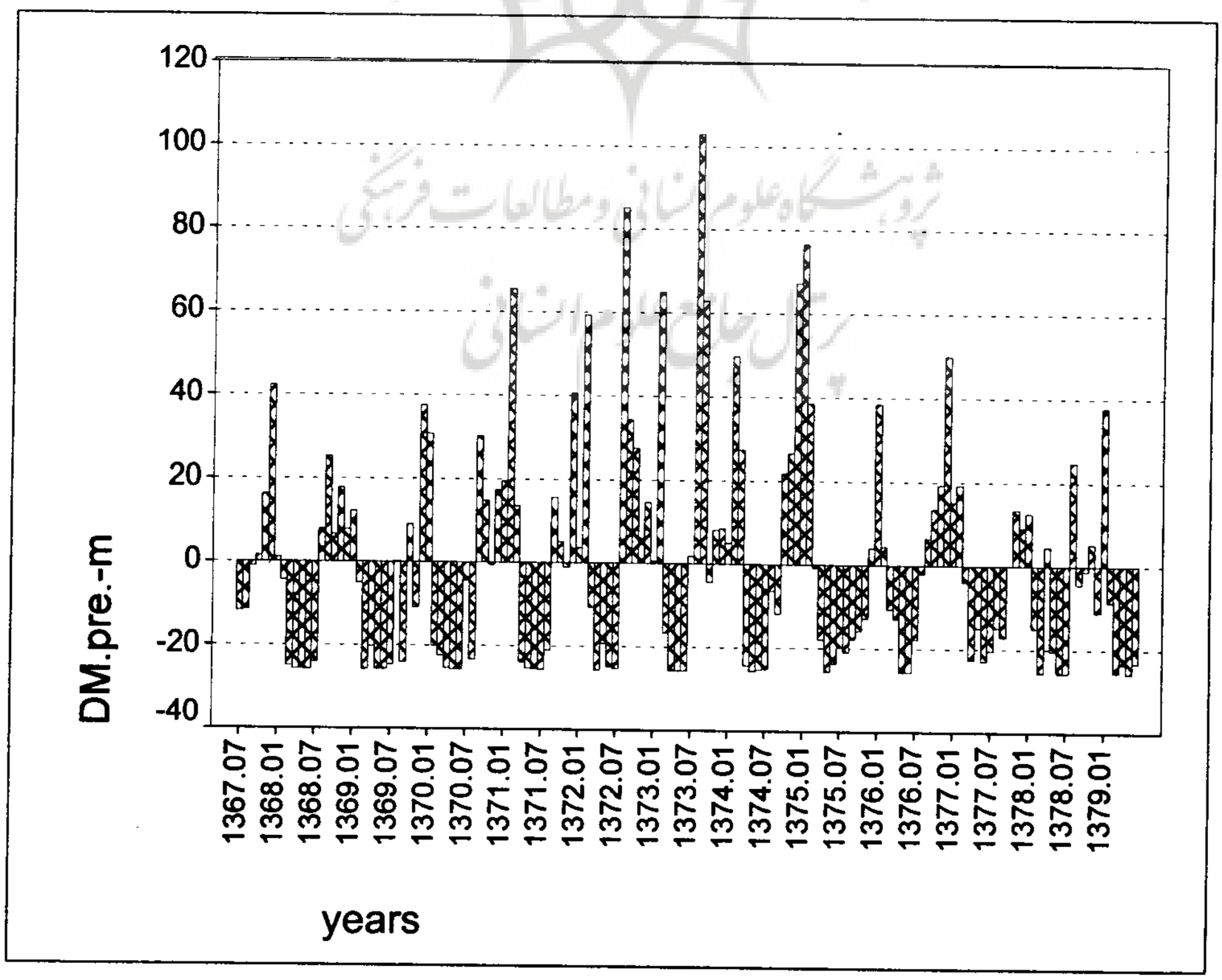
```
Independent:  YEARS
  Dependent Mth    Rsq  d.f.       F   Sigf       b0       b1
   Dp.      LIN   .919    34  385.40   .000  495.317   -.2520
```



شکل ۸ـ انحراف از متوسط سری ماهانه سطح آب دشت قزوین در ابتداء و انتهای دوره آماری (۱۳۷۸ـ۱۳۶۷)



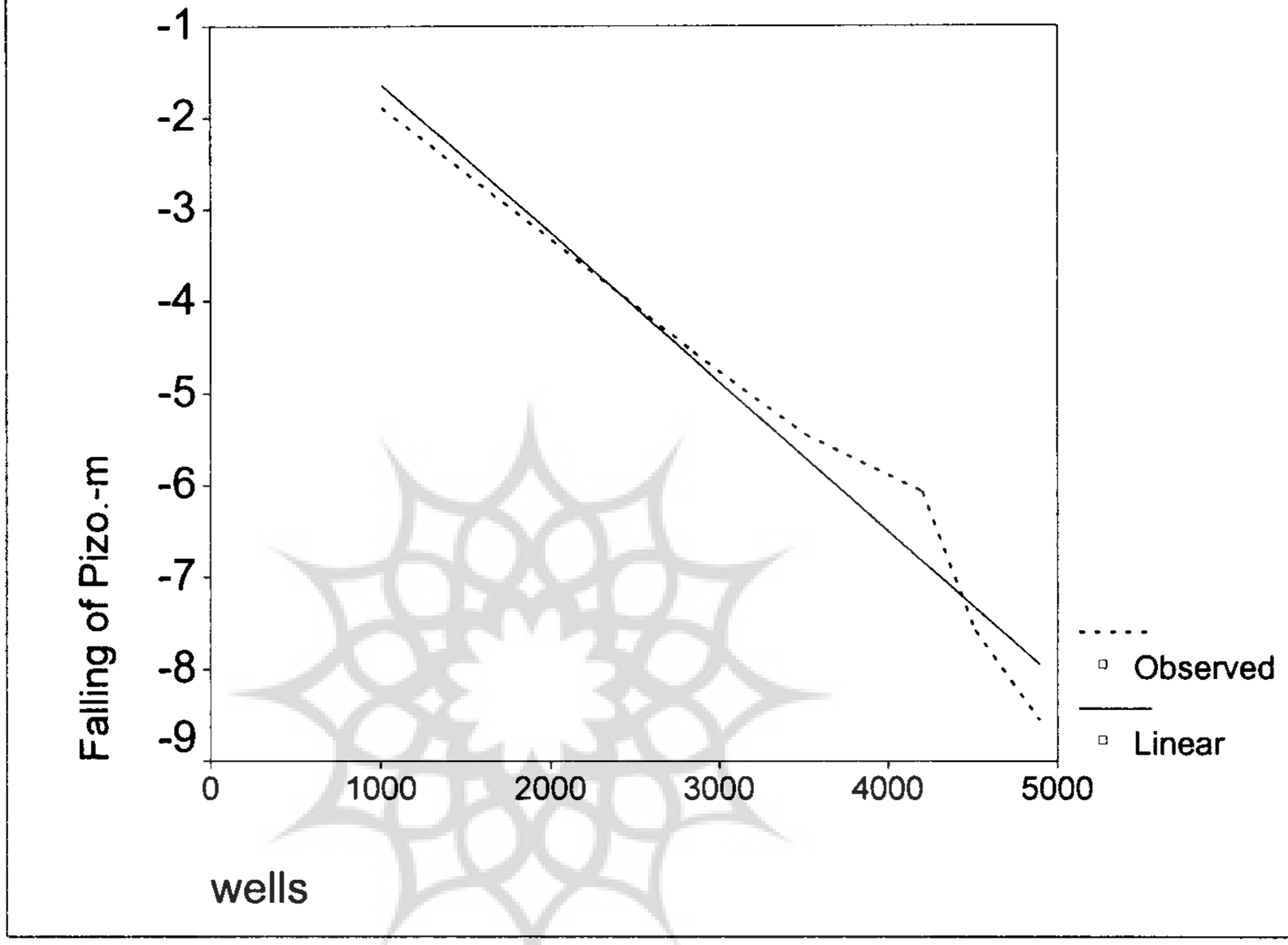
شکل ۹ـ انحراف از متوسط سری ماهانه بارش دشت قزوین در ابتدا و انتهای دورهٔ آماری (۱۳۷۸ـ۱۳۶۷)



شکل ١٠ـ رگرسیون خطی بین افزایش تعداد چاه‌ها و کاهش سطح آب زیرزمینی دشت قزوین

Independent:No.of wells

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1
DP	LIN	.959	4	93.92	.001	-.0106	-.0016



آب زیرزمینی می‌تواند دلیل خوبی برای تداوم افت سطح آب زیرزمینی دشت از سال ١٣٧٥ به بعد باشد. برای توجه بیشتر به این موضوع شکل شمارهٔ (١٠) تهیه و ارائه شده است. این شکل، ارتباط خطّی افت سطح آب زیرزمینی و افزایش تعداد کلّ چاه‌های عمیق و نیمه عمیق را نمایش می دهد. این ارتباط یک همبستگی معکوس با ضریب حدود ٠/٩٩ را ارائه می کند که بسیار قابل توجّه است. رابطهٔ (٢) ارتباط خطّی مذکور را نشان می‌دهد.

رابطهٔ (٢) $DH=-0.0106-0.0016NW$

که DH افت سطح آب زیرزمینی به متر و NW تعداد کلّ چاه‌های عمیق و نیمه عمیق است. براساس رابطهٔ فوق به ازای حفر هر چاه، ١/٦ میلی متر سطح آب زیرزمینی دشت قزوین کاهش یافته است.

به منظور تعیین کمّی ارتباط بارش های ماهانهٔ و نوسان ماهانه سطح آب زیرزمینی دشت، ضرایب همبستگی بین بارش ماهانه و نوسان ماهانهٔ سطح آب در جدول شمارهٔ (١) نشان داده شده است. این ضرایب همبستگی ضمن آنکه ارتباط مستقیم بارش و سطح آب را نمایان می‌کند، ولی در مورد ارتباط همزمان بارش و سطح آب زیرزمینی از سطح اطمینان پایینی برخوردار است. ضعف ضریب همبستگی همزمان بین بارش و سطح آب عمدتاً به دو دلیل است. اوّل اینکه نفوذ آب ناشی از بارش و ذوب برفها به عمق زمین و رسیدن در سطح آبهای زیرزمینی با تأخیر زمانی همراه است؛ به طوری که حدّاکثرهای منحنی هیدروگراف دشت در ماه‌های آوریل و مه مشاهده می‌شود. ولی حدّاکثر

بارش در ماه‌های مارس و آوریل رخ می‌دهد. یعنی حدّاکثر سطح آب زیرزمینی نسبت به حدّاکثر بارش، دو ماه تأخیر زمانی دارد. دوّم اینکه هم مقدار بارش ماهانه و هم مقدار برداشت از آب زیرزمینی آهنگ منظّمی ندارد. به عنوان مثال در سالهایی که دورهٔ گرما دیرتر شروع می‌شود، تأخیر حداکثر سطح آب تا اواخر ماه مه هم می‌رسد. در همین جدول ضرایب همبستگی بین سطح آب زیرزمینی و بارش‌های یک تا پنج ماه قبل نیزبه ترتیب ارائه شده است.این ضرایب نشان می‌دهند که بارش سه ماه قبل ـ خصوصاً دو ماه قبل ـ بالاترین همبستگی را با سطح آب زیرزمینی دارا می باشد. این ضریب همبستگی در سطح اطمینان یک درصد معنادار است. رابطهٔ (۳) ارتباط خطّی بارش دو ماه قبل و سطح آب زیرزمینی را نشان می‌دهد. در این رابطه Pizo سطح آب زیرزمینی و P_2L بارش دو ماه قبل می باشد.

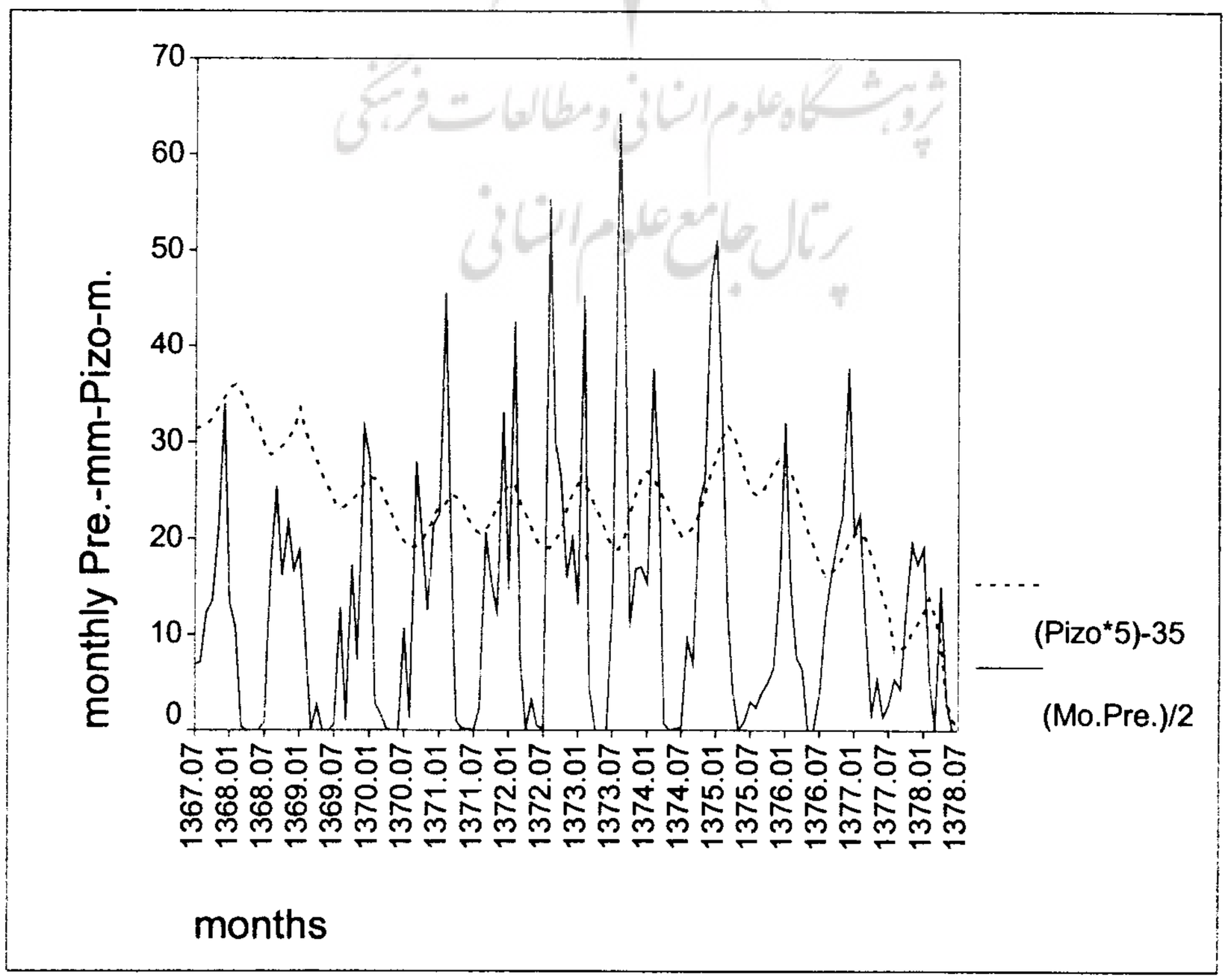
جدول ۱ـ ضرایب همبستگی بین بارش های ماهانه و سطح آب زیرزمینی

بارش‌ماهانه / ضرایب‌سطح	همزمان	یکماه قبل	دوماه قبل	سه ماه قبل	چهارماه قبل	پنج ماه قبل
ضریب همبستگی	0.106	0.183*	0.231**	0.223*	0.177*	0.061
سطح اطمینان	0.224	0.036	0.008	0.027	0.044	0.497

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

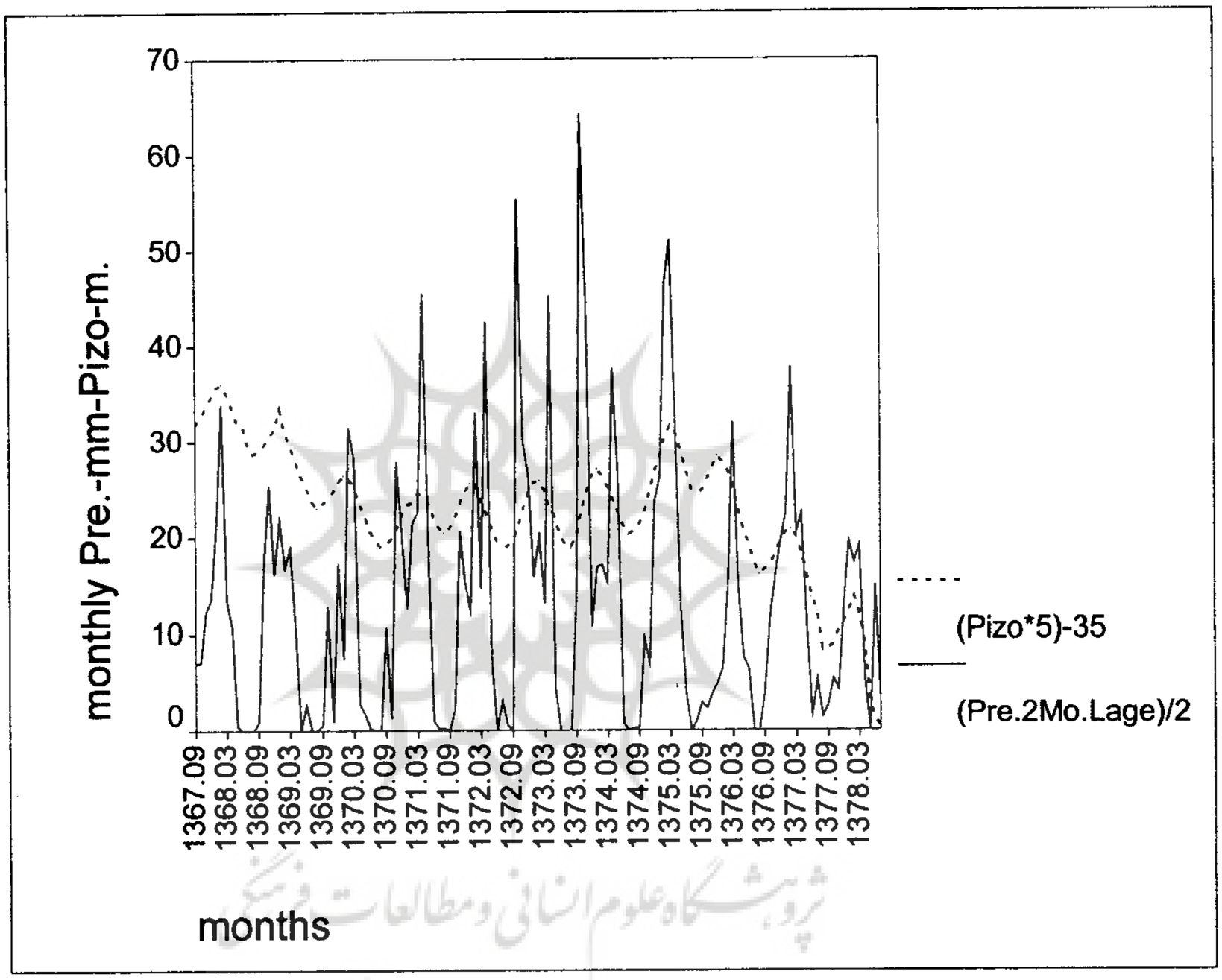
$$Pizo=1211.274+0.0113PL_{-2} \qquad \text{رابطهٔ (۳)}$$

شکل ۱۱ـ ارتباط بارش ماهانه و هیدروگراف ماهانه دشت قزوین (جهت سهولت مقایسه ارتفاع سطح آب زیرزمینی بصورت (Pizo*5)-35 و ارتفاع بارش بصورت mo.pre)/2 اصلاح شده است).



اشکال شمارهٔ (١١) و (١٢) نیز به ترتیب ارتباط گرافیکی بارش ماهانهٔ همزمان و دو ماه قبل با سطح آب زیرزمینی را نشان می دهد. یادآوری می شود که جهت ساده شدن مقایسه، مجموع بارش‌های ماهانه بر دو تقسیم و رقوم ارتفاع سطح آب زیرزمینی ابتدا در ۵ ضرب و سپس منهای ۳۵ شده است.

شکل ١٢ـ ارتباط بارش دو ماه قبل و هیدروگراف ماهانه دشت قزوین (جهت سهولت مقایسه ارتفاع سطح آب زیرزمینی بصورت (Pizo*5)-35 و ارتفاع بارش بصورت (mo.pre)/2 اصلاح شده است).



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری نهایی

منابع آب زیرزمینی دشت قزوین از نظر رفتار و سیکل سالانه تحت تأثیر سیکل و رژیم بارش منطقه می‌باشد. این تأثیرپذیری یک تأخیر دو ماهه را نمایان می‌کند؛ یعنی در حالیکه حداکثر بارش در ماه‌های مارس و آوریل دریافت می شود، حداکثر تراز آب زیرزمینی دشت در ماه‌های آوریل و مه رخ می‌دهد. در سال های پر باران که طول دورهٔ بارش افزایش می‌یابد و به عبارت دیگر دورهٔ گرم با تأخیر شروع می‌شود، بالاترین تراز آب زیرزمینی دشت در ماه ژوئن مشاهده می‌گردد. نقش عامل انسانی در افت سطح آب زیرزمینی بسیار مشهود و آشکار است؛ به طوری که ارتباط و همبستگی افت سطح آب و تعداد چاه‌های حفر شده به ۰/۹۹ می‌رسد. البته در خشکسالی‌ها این افت بسیار شدیدتر می‌شود. شدّت روند کاهش سطح آب دشت به طور متوسط طیّ دورهٔ ۳۵ ساله، ۲۵ سانتی‌متر در سال بوده است؛ هر چند میزان افت تنها در دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۷ به بیش از چهارمتر می‌رسد. این در حالی است که طرح توسعهٔ نیروگاه شهید رجایی در سالهای اخیر با توجّه به نیازآبی قابل ملاحظه‌ای که دارد، می‌تواند به تشدید این

مسئله کمک کند. در نهایت اینکه اگر استفاده از منابع آب دشت قزوین محدود و متوازن نشود، دیر نیست که این دشت با سابقهٔ سکونت چند هزار ساله، فاقد مهمترین عامل حیات خود شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از نتایج طرح شماره۳۱۳/۳/۷۸۳ می باشد که با مساعدت معاونت پژوهشی دانشگاه تهران در دانشکده جغرافیا تهیه و اجرا شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱ـ اربابی،آزاده، ۱۳۸۰، «تأثیرخشکسالی برروی منابع آبهای زیرزمینی دشت قزوین» پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا،دانشگاه تهران.

۲ـ عزیزی، قاسم، ۱۳۷۸، «النینو و دوره های خشکسالی ـ ترسالی در ایران» پژوهش های جغرافیایی، شماره ۳۸، موسسه جغرافیای دانشگاه تهران، صص ۸۴-۷۱.

۳ـ غیور، حسنعلی، ۱۳۷۵، «شدت، مساحت و فراوانی خشکسالی در ایران» فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۵، مشهد .

۴ـ فرجزاده اصلی، منوچهر، ۱۳۷۴، «پیش بینی خشکسالی در ایران» رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۵ـ مرکز ملی اقلیم شناسی، ۱۳۷۷، خبرنامه اقلیم، شماره ۱۸، مشهد .

۶ـ ملکی، یداله، ۱۳۸۰، «گزارش منابع آب دشت قزوین» وزارت نیرو، تهران.

7- Fazeli, N.H., (2001). An investigation of craft specialization and cultural complexity of the late Neolithic and Chalcolithic period in the Tehran plain, PhD dissertation, University of Bradford.

8- Mather R.John, et al. (1972). the influence of the climatic water balance of conditions in the estuarine environment. Elmer, New Jersey.

9- Mather, R. John, et al. (1979).Use of the climatic water budget in selected En. Water problems. Department of Geography, University of Delaware, Newark - Delaware.

10- National center of climatology, (1999). climatic bulletin, no.18. Mashed. Iran.

11- Osterkamp, W.R., et al. (1995). Techniques of ground water recharge estimates in arid/ semi arid areas, with examples from Abu Dhabi, J. of Arid Environment, vol. 31 pp. 349 - 369.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی