

## ال نینو و دوره‌های خشکسالی - ترسالی در ایران

دکتر قاسم عزیزی - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران

### چکیده

در این مقاله ال نینو و دوره‌های خشکسالی - ترسالی ایران بررسی شده است. ابعاد مطالعه به بارش‌های ایران و ارتباط آنها با ال نینوی نوسان جنوبی محدود می‌شود. بنابراین بی‌هنجاری‌ها و همینطور تغییرات سالانه و درون سالی (ماهانه، فصلی) بارش در ایران و ارتباط آنها با شاخص نوسان جنوبی مطالعه و بررسی شده و اجمالا نتایج زیر حاصل گشته است: ارتباط نسبتاً قوی‌ای بین بارش سالانه ایران و شاخص نوسان جنوبی (SOI) وجود دارد. این ارتباط با ضریب همبستگی  $0.37$  - که در سطح  $5$  درصد معنادار است، مشخص می‌شود. از  $29$  ایستگاه انتخابی جهت مطالعه بارش، ایستگاه قزوین از بالاترین ضریب همبستگی بین بارش سالانه و شاخص نوسان جنوبی همزمان آن برخوردار بوده است. در حالیکه این ضریب برای ایستگاه بیرجند  $0.05$  می‌باشد. در بررسی ماهانه ارتباط نیز مشخص گردید که بالاترین ضریب همبستگی بارش ماهانه ایران و شاخص نوسان جنوبی همزمان آن، در ماه اکتبر دیده می‌شود.

واژگان کلیدی: ال نینو، نوسان جنوبی، خشکسالی، بارندگی ایران.

### مقدمه

وجود دوره یا سالهایی که طی آن بارشی کمتر یا بیشتر از میانگین ثبت می‌شود، یک خصیصه شناخته شده در اقلیم قریب به اتفاق مناطق کره زمین می‌باشد و از آنجا که شرایط اقلیمی هر منطقه تابع متغیرهای زیادی است و این متغیرها هر ساله از شرایط و مقدار ثابتی برخوردار نیستند، وجود نوسان در بارش مناطق مختلف را می‌توان امری بدیهی و اجتناب‌ناپذیر بحساب آورد. اقلیم کره زمین در درجه اول متأثر از شرایط و ویژگیهای لایه تحتانی جو یا لایه وردسپهر<sup>(۱)</sup> می‌باشد و ویژگیهای این لایه نیز متأثر از فعالیت خورشیدی و همینطور دو لایه متفاوت محصورکننده آن یعنی استراتوسفر<sup>(۲)</sup> در بالا و لیتوسفر<sup>(۳)</sup> در پایین می‌باشد. در بین لایه‌های مذکور نقش آنها یا همان لایه هیدروسفر بسیار قابل توجه است؛ بطوریکه تغییر اندکی در دمای آب اقیانوسها و دریاها سبب تغییرات قابل توجهی در گردش عمومی جو و به تبع آن شرایط اقلیمی کره زمین می‌گردد. ال نینو نامی است

1- Troposphere

2- Stratospher

3- Lithosphere Hyrosphere

که برای پدیده ناشی از گرم شدن آب در قسمتی از اقیانوس آرام انتخاب شده و تاثیر آن بر ناهنجاریهای اقلیمی در غالب مناطق کره زمین مورد مطالعه و تأکید قرار گرفته است. از آنجا که عنصر اقلیمی بارش در ایران از بیشترین نوسان نسبت به عناصر دیگر همچون تابش و دما برخوردار است و بروز سالهای خشک افراطی و ترسالی‌های شدید از ویژگیهای بارز اقلیم ایران بحساب می‌آید، مطالعه تأثیر پدیده ال‌نینو بر خشکسالی‌ها و ترسالی‌های کشور ضرورت پیدا می‌کند. این ضرورت هنگامی ملموس‌تر می‌شود که دانسته شود در ایران تقریباً هر ساله با خسارات نسبتاً زیاد ناشی از نوسان بارش روبرو هستیم. یعنی در سالهای «تر» با سیل‌های مخرب و خسارات ناشی از آن بر سکونتگاههای شهری و روستایی، زمینهای کشاورزی، پل‌ها و تأسیسات ارتباطی و ... و در سالهای خشک با از بین رفتن محصولات کشاورزی و افت تولید و تلف شدن دامها و تخریب مراتع و فرسایش خاک و ... مواجه می‌شویم. بعنوان مثال در سال زراعی ۷۸-۷۷ که همزمان با خشکسالی بود و خشکسالی آن طی ۳۰ سال گذشته بی سابقه توصیف شده است، بارش دریافتی کشور حدود ۲۶ درصد کمتر از بارش متوسط ۳۰ ساله کشور محاسبه گردیده و نسبت به سال آبی قبل از آن (۷۷-۷۶) حدود ۹/۴۰ درصد کاهش بارندگی وجود داشته و بطور منطقه‌ای این کاهش در حوضه دریاچه ارومیه ۵/۴۷ درصد، در حوضه خلیج فارس ۸/۴۴ درصد، در حوضه دریاچه هامون ۶/۴۳ درصد و در حوضه دریای خزر ۳۳ درصد کاهش را شامل می‌شود (خبرنامه اقلیم، ۱۳۷۸). در خشکسالی سال (۷۸-۷۷) ۷۰ درصد از محصولات دیم و ۱۰ درصد از محصولات آبی کشور آسیب دیده و تولید گندم حدود ۴/۲ میلیون تن و تولید برنج ۴۰۰ هزار تن کاهش داشته است.

با این مقدمه و باتوجه به اهمیت نقش بارش در اقتصاد ملی کشور و جایگاه زیست محیطی آن و با تأکید بر این مسأله که امروزه کشورهای زیادی اقدام به تهیه مقدمات پیش‌یابی پدیده ال‌نینو کرده‌اند و با این فرض که پدیده مذکور بر دوره‌های خشک و مرطوب کشور مؤثر می‌باشد؛ بنظر می‌رسد پژوهشهایی از این قبیل بتواند گامی در جهت شناخت بیشتر ویژگیها و عوامل اقلیمی کشور باشد و همچنین کاهش خسارات ناشی از ناهنجاریهای اقلیمی را سبب گردد.

در مورد ارتباط بارش و ال‌نینوی نوسان جنوبی، تحقیقات زیاد و قابل توجهی در سطح جهانی انجام گرفته است و عموماً در مطالعات از روشهای آماری و خصوصاً محاسبه ضریب همبستگی بین بارش‌های سالانه یا ماهانه و شاخص نوسان جنوبی (SOI) همزمان آن بارش‌ها استفاده شده است. از جمله می‌توان بر تحقیقاتی که اشاره می‌شود تأکید کرد: والکر (۱۹۲۸، ۱۹۲۴ و ۱۹۲۳) طی یک تلاش مستمر، آنالیز همبستگی مشهور خود را بمنظور فراهم نمودن اطلاعات لازم جهت پیش‌بینی موسمی‌های هندوستان ارائه نمود. او مشاهده کرد که در هنگام فاز مثبت نوسان جنوبی (SO) بارش در منطقه اندونزی (که شامل شمال استرالیا نیز می‌شود) و همینطور هندوستان پائین‌تر از بارش نرمال است. بالم و دیگران (۱۹۸۳)، راسموسون و کارپنتر (۱۹۸۳) نیز با مطالعه خشکسالی‌های هندوستان دریافتند که خشکسالی‌های فراگیر هندوستان همزمان با فاز گرم نوسان جنوبی مشاهده می‌شوند؛ یعنی زمانی که دمای سطح آب اقیانوس آرام مرکزی بیش از حد نرمال می‌باشد. راسموسون و دالاس (۱۹۸۳) ارتباط سری زمانی بارش را در نقاط مختلف با فشار سطح زمین در ایستگاههای تاهیتی و داروین مطالعه نمودند. براساس تحقیقات کوین و همکاران (۱۹۷۸) مشخص گردید که خشکسالی‌های اندونزی نیز در ارتباط با ال‌نینو می‌باشد. استرترن (۱۹۸۳) ضمن آنالیز بارش‌های نیمکره جنوبی و ال‌نینوی سال ۱۹۸۲ به نتایجی چند



رسید که از آن جمله خشکسالی فراگیر در استرالیا و ترسالی غیرعادی در جنوب برزیل را می‌توان نام برد. سوپیا (۱۹۸۸) در یک تحقیق مفصل ضمن بررسی بارش‌های سریلانکا در ارتباط با تغییرات گردش جوئی به ارتباط قوی بین شاخص نوسان جنوبی و بارش‌های فصلی سریلانکا پی می‌برد. او مشاهده می‌کند که بارش‌های نیمه گرم سال که شامل موسمی‌های اول سریلانکا یا موسمی‌های جنوب‌غربی می‌شود، همبستگی مثبت با (SOI) دارند و ضریب همبستگی بارش‌های نیمه سرد سال یا موسمی دوم که موسمی شمال‌شرقی نیز گفته می‌شود، با (SOI) منفی می‌باشد.

ژیل و سکی و هالپرت (۱۹۸۷) با بررسی بارش ماهانه ۱۷۰۰ ایستگاه در سطح کره زمین، ارتباط الگوهای بارش و ال‌نینوی نوسان جنوبی را بصورت منطقه‌ای و جهانی مورد مطالعه قرار داده‌اند. آنها ارتباط معناداری بین بارش‌های مناطق مختلف خصوصاً در حوضه اقیانوس آرام، استرالیا، شبه قاره هند، افریقای مرکزی و جنوبی، امریکای جنوبی، مرکز و شمالی با ال‌نینوی نوسان جنوبی ارائه نمودند. البته روابط مذکور در برخی مناطق مستقیم و برخی دیگر معکوس می‌باشد.

کویین (۱۹۹۲)، وتن و دوترفورد (۱۹۹۴) با استفاده از داده‌های بدست آمده از سیل‌های تاریخی رودخانه نیل، رژیم سیلابی نیل را در ارتباط با (ENSO) برای یکدوره ۴۰۰ ساله مورد مطالعه قرار دادند. همچنین مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که جنوب‌شرق و جنوب افریقا از مراکز مهم ارتباط از دور پدیده، (ENSO) بر روی افریقا می‌باشد. (تی سون ۱۹۸۷) نشان داد که در فصل تابستان پیوند معناداری بین بارش، ال‌نینوی نوسان جنوبی و گردش جوئی بر روی افریقای جنوبی وجود دارد. کن و همکاران (۱۹۹۴) نیز به وجود ارتباط قوی بین نوسان جنوبی (SO)، دمای سطح آب اقیانوس آرام و محصول ذرت در زیمبابوه پی بردند. در ایران نیز مدرس‌پور (۱۳۷۵) با بررسی تأثیر رویداد (ENSO) بر بارندگی و دمای ایران، بارش‌ها و دماهای ایران در فصل مونسون (از ماه مه تا اوت)، فصل پاییز (از سپتامبر تا نوامبر)، فصل زمستان (از دسامبر تا فوریه) و بهار (از مارس تا مه) را مورد مطالعه قرار داده است. نتایج حاصل از مطالعه وی بر روی بارش‌های ایران در سالهای وقوع (ENSO) یعنی سالهای ۶۵ و ۶۹ و ۷۲ و ۷۶ و ۸۶ و در سالهای بعد از وقوع (ENSO) یعنی سالهای ۶۶ و ۷۰ و ۷۳ و ۷۷ و ۸۸ بصورت فصلی نشان می‌دهد که مناطق مختلف کشور در فصول مختلف، شرایط یکسانی را همزمان با وقوع ال‌نینو تجربه نمی‌کنند و نوع و میزان تأثیرپذیری نیز از فصلی به فصل دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت است؛ مگر اینکه سال بعد از وقوع ال‌نینو، بارش‌ها در سراسر ایران زیر میانگین و دماها بالای میانگین بوده‌اند. نتایج فوق با استفاده از بررسی ۱۵ ایستگاه حاصل شده است. خوش اخلاق (تیرماه ۱۳۷۷) در مطالعه‌ای که روی خشکسالیهای فراگیر ایران با استفاده از تحلیلی سینوپتیکی انجام داده است، در خلال بررسی ارتباط پدیده انسو و خشکسالیهای ایران به انطباق زمانی برخی ترسالیهای ایران با پدیده ال‌نینو و همینطور برخی خشکسالی‌های ایران با پدیده لانینو اشاره می‌کند و میزان ضریب همبستگی بین بارش‌های ماهانه ایران و شاخص نوسان جنوبی را ۰/۲۳۶- بدست می‌آورد. همچنین خوش اخلاق (۱۳۷۷) تحت عنوان پدیده انسو و تأثیر آن با رژیم بارش ایران، ضریب همبستگی بارش سی ساله ایستگاههای منتخب در سطح کشور را با متوسط سالانه (SOI) برای حدود ۸۴ درصد از ایستگاهها، منفی بدست می‌آورد. یعنی همزمان با دوره وقوع پدیده ال‌نینو، بارش‌های ایران در ۸۴ درصد ایستگاهها، بیش از حد میانگین بوده است. نامبرده همچنین ضریب همبستگی سریهای پیوسته ماهانه بین تغییرات شاخص نوسان جنوبی و



شاخص استاندارد بارش ایستگاههای منتخب را در یک دوره ۳۶۰ ماهه برابر ۱۱/۰- بدست می‌آورد. ناظم السادات (۱۳۷۸) به بررسی تأثیر پدیده‌النینو نوسان جنوبی با بارندگیهای پاییزه ایران پرداخته و ضمن بدست آوردن ضریب همبستگی منفی بین بارش پاییزه و شاخص نوسان جنوبی در غالب ایستگاهها، خاطر نشان می‌کند که وقوع النینو در بیشتر موارد مبین افزایش بارندگی پاییزه ایران می‌باشد و همینطور میزان بارندگی پاییزه در محدوده‌استانهای آذربایجان شرقی و غربی، کردستان، زنجان، اردبیل، مرکزی، سمنان و تهران بیش از سایر مناطق متأثر از (ENSO) است و در این مناطق ضرایب همبستگی از پایداری زمانی کافی برخوردار بوده‌اند.

### مواد و روشها

داده‌های ماهیانه و سالیانه بارش ۲۹ ایستگاه منتخب برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۹۵ - ۱۹۶۶) و مقادیر متناظر شاخص نوسان جنوبی بعنوان داده‌های پایه، مورد استفاده قرار گرفته است. دوره آماری و ایستگاههای منتخب به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که هم کمترین نبود آماری را شامل شوند و هم حتی الامکان پهنه سرزمین ایران را پوشش دهند. فایل داده‌های مورد استفاده به تفکیک ماههای سال در یک دوره ۳۰ ساله در محیط نرم‌افزار آماری (SPSS) تشکیل گردیده و ضمن انجام محاسبات لازم توسط نرم‌افزار مذکور، سعی شده است تا عمده نتایج بصورت گرافیکی استخراج گردد. در تحلیل داده‌ها و کشف روابط، عمدتاً روش همبستگی مورد استفاده قرار گرفته است؛ بدین ترتیب که همبستگی‌های بین بارش ماهانه و مقادیر ماهانه شاخص نوسان جنوبی در دوره آماری بطور همزمان و با تأخیر یک ماهه و دو ماهه محاسبه شده و مجموع بارش سالیانه ایران نیز با شاخص‌های سالانه نوسان جنوبی از طریق همبستگی مورد آزمون قرار گرفته است. با این فرض که بدلیل بعد مسافت بین محدوده ایران و موقعیت مکانی النینو، تأثیر همزمان ممکن است مشاهده نگردد. تأخیرهای یک ماهه و دو ماهه مورد آزمایش واقع شده‌اند. همینطور انحراف از میانگین بارش سالیانه ایستگاههای مورد مطالعه در سالهای همراه با پدیده‌النینو (سالهای ۹۳، ۹۱، ۸۷، ۸۶، ۸۲، ۷۶ و ۱۹۶۹) به روش گرافیکی مورد بررسی قرار گرفته و ضمن تشخیص سالهای خشک و مرطوب انطباق آنها با دوره‌های وقوع النینو مشخص گردیده است. برای تعیین سالهای خشک و مرطوب از شاخص آماری تفاضل درصدی و انحراف از میانگین استفاده شده است. بدین صورت که میانگین بارش سالیانه هر ایستگاه در طول دوره آماری، صفر تلقی شده و مقادیر بیش از میانگین، با علامت مثبت و مقادیر کمتر از میانگین، با علامت منفی در نمودارها مشخص می‌باشد.

### یافته‌های پژوهش

جهت تشخیص ارتباط خشکسالی‌ها و ترسالی‌های ایران با پدیده‌النینو، مقایسه همزمان شاخص بارش ایران و شاخص نوسان جنوبی برای داده‌های سالیانه انجام گرفته که مقادیر همزمان سالیانه آنها بشرح (جدول شماره یک) می‌باشد. در این مقایسه، جهت تعیین شاخص خشکسالی از روش تفاضل درصدی (Pi بارش هر سال یا ماه مورد نظر و  $\bar{P}$  میانگین بارش است) استفاده شده است و نتیجه استفاده از روش زیر، بدست آمدن مقادیر منفی برای سالهای خشک و مقادیر مثبت برای سالهای مرطوب و نتیجتاً تعیین خشکسالی‌ها و ترسالی‌هاست.

$$\% \Delta P = \frac{P_i - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100$$



جدول ۱ - مقایسه همزمان شاخص بارش ایران و شاخص نوسان جنوبی

سال	% $\Delta P$	SOI	سال	% $\Delta P$	SOI	سال	% $\Delta P$	SOI
۱۹۶۶	-۲۲/۵	-۲/۶	۱۹۷۶	۱۷	۱/۰۵	۱۹۸۶	۱۰	-۳/۴
۱۹۶۷	-۷	۳/۱	۱۹۷۷	۱۱	-۹/۴	۱۹۸۷	-۲/۵	-۱۱
۱۹۶۸	۹	۳/۶	۱۹۷۸	-۶	-۱/۸	۱۹۸۸	-۱/۶	۷/۵
۱۹۶۹	۲۳	-۵/۵	۱۹۷۹	-۷	-۱/۹	۱۹۸۹	-۱۰	۶
۱۹۷۰	-۱۶	۳/۸	۱۹۸۰	-۲/۵	-۲/۸	۱۹۹۰	-۲۶	-۲/۳
۱۹۷۱	-۱۲	۱۰/۳	۱۹۸۱	۱	۱/۶	۱۹۹۱	۵	-۹
۱۹۷۲	۳۲	-۷	۱۹۸۲	۳۱	-۱۲/۷	۱۹۹۲	۱۵	-۶/۱
۱۹۷۳	-۳۲	۷	۱۹۸۳	-۲۰	-۸	۱۹۹۳	۱۸	-۸/۹
۱۹۷۴	۱۹	۹/۴	۱۹۸۴	-۱/۴	۰/۸	۱۹۹۴	۱۲	-۱۰
۱۹۷۵	۱	۱۳	۱۹۸۵	-۲۲	۰/۷	۱۹۹۵	-۱۶	۰/۳

بررسی اجمالی داده‌های جدول شماره یک، ارتباط نسبتاً معناداری را بین شاخص بارش ایران و شاخص نوسان جنوبی نمایان می‌کند. ضریب همبستگی این دو شاخص برابر  $0/37$  - می‌باشد که نشان دهنده یک همبستگی معکوس با سطح معناداری ۵ درصد می‌باشد. علیرغم همبستگی نسبتاً قوی بین شاخص‌های مذکور در بررسی سال به سال، هماهنگی کاملی بین خشکسالیها و ترسالیها و ال‌نینوی نوسان جنوبی (ENSO) مشاهده نمی‌گردد (شکل شماره ۱). بر اساس شکل مذکور که ارتباط مقادیر استاندارد شده بارش ایران و شاخص نوسان جنوبی را بطور همزمان نشان می‌دهد؛ در سالهای (۹۰ و ۸۷، ۸۳، ۷۸، ۱۹۶۶) با اینکه شاخص نوسان جنوبی منفی می‌باشد و شاخص منفی نوسان جنوبی نمایانگر سال همراه با پدیده ال‌نینو بحساب می‌آید و با توجه به ضریب همبستگی معکوس بین بارش‌های ایران و شاخص مذکور، با این حال شاخص بارش‌های ایران نیز منفی است. یعنی شاخص منفی نوسان جنوبی همراه با خشکسالیهای خفیف تا شدید بوده است. از طرفی در سالهای (۸۱ و ۷۵، ۷۴، ۱۹۶۸) با اینکه شاخص نوسان جنوبی مثبت می‌باشد و نشانه سال همراه با لائینو است؛ با این حال مجموع بارش‌های کشور بالاتر از میانگین بوده و ترسالی خفیف تا شدید را نمایان می‌کند. در بیان علت چنین ناهماهنگی‌هایی می‌توان به مواردی بدین شرح اشاره نمود:

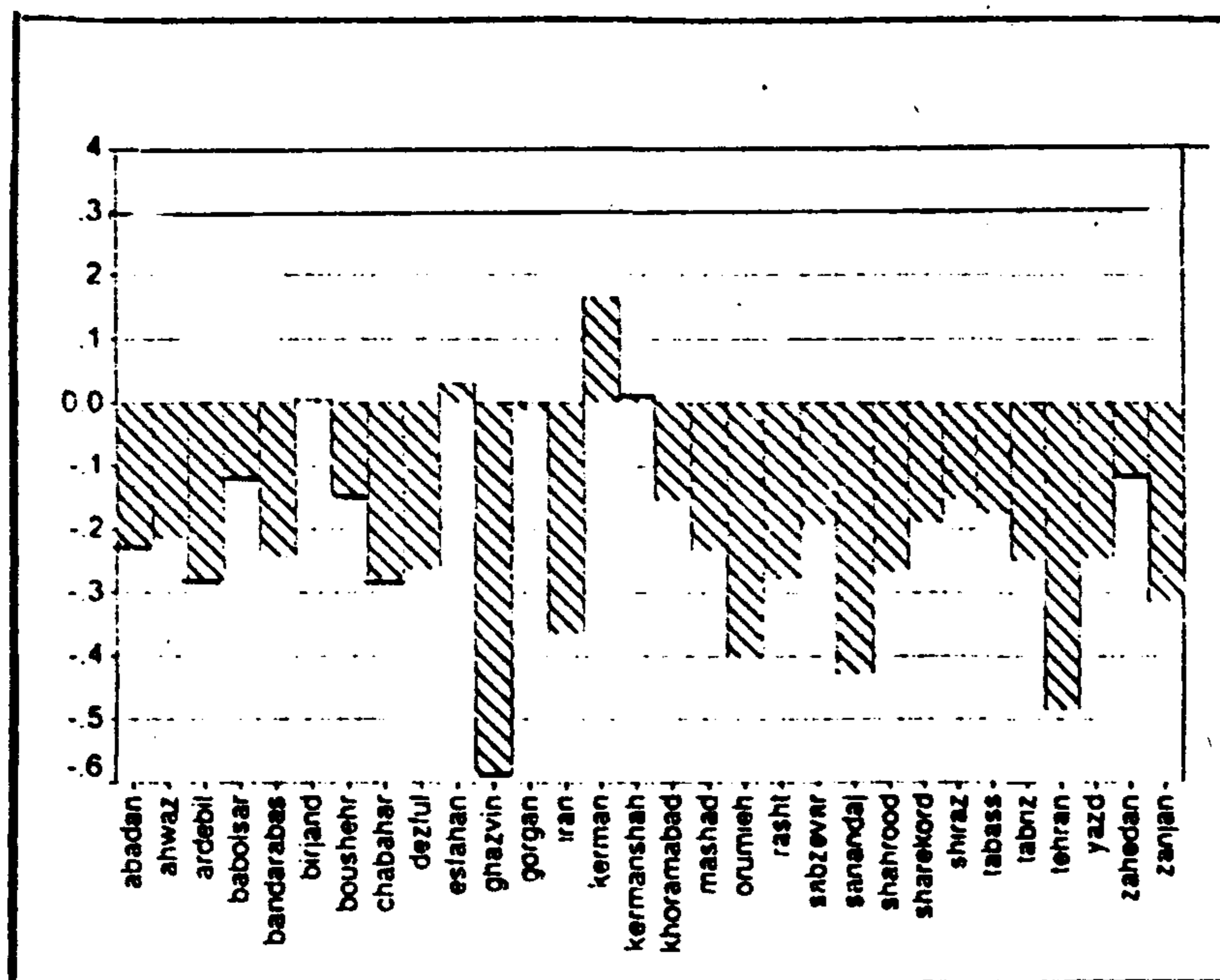
اولاً همیشه شروع پدیده ال‌نینو با شروع سال میلادی همزمان نیست و چه بسا ظهور ال‌نینو که همراه با شاخص منفی نوسان جنوبی است، از ماه آوریل یا حتی ژوئن باشد؛ بطوریکه در طی سال نیمی از شاخص‌های ماهانه نوسان جنوبی مثبت و نیم دیگر منفی باشند. در چنین صورتی با توجه به اینکه بارش‌های ایران بصورت فصلی دریافت می‌شوند، تأثیر آن همزمان با فصل تابستان، یعنی فصل کم بارش کشور ناپیدا می‌ماند.

ثانیاً بارش‌های ایران از متغیرهای متعددی تأثیر می‌پذیرند و یا بعبارت دیگر، عوامل متعددی در بارش‌های ایران مؤثر هستند که آن عوامل ممکن است بعضاً مستقل از پدیده ال‌نینو عمل کنند.

نکته آخر اینکه درجه منفی شدن شاخص نوسان جنوبی که نمایانگر شدت ال‌نینو است، در همه سالهای ال‌نینو یکسان نیست و به همین خاطر سالهای همزمان با پدیده مذکور را معمولاً به سالهای همراه با ال‌نینوی قوی - متوسط و ضعیف تقسیم‌بندی می‌کنند و لذا تأثیر هر یک از شدتهای مختلف ال‌نینو بر مکان‌گزینی و مسیری که جریانها و سیستم‌های جوئی برای استقرار یا حرکت خود انتخاب می‌کنند، یکسان نمی‌باشد و طبعاً تأثیر آنها بر



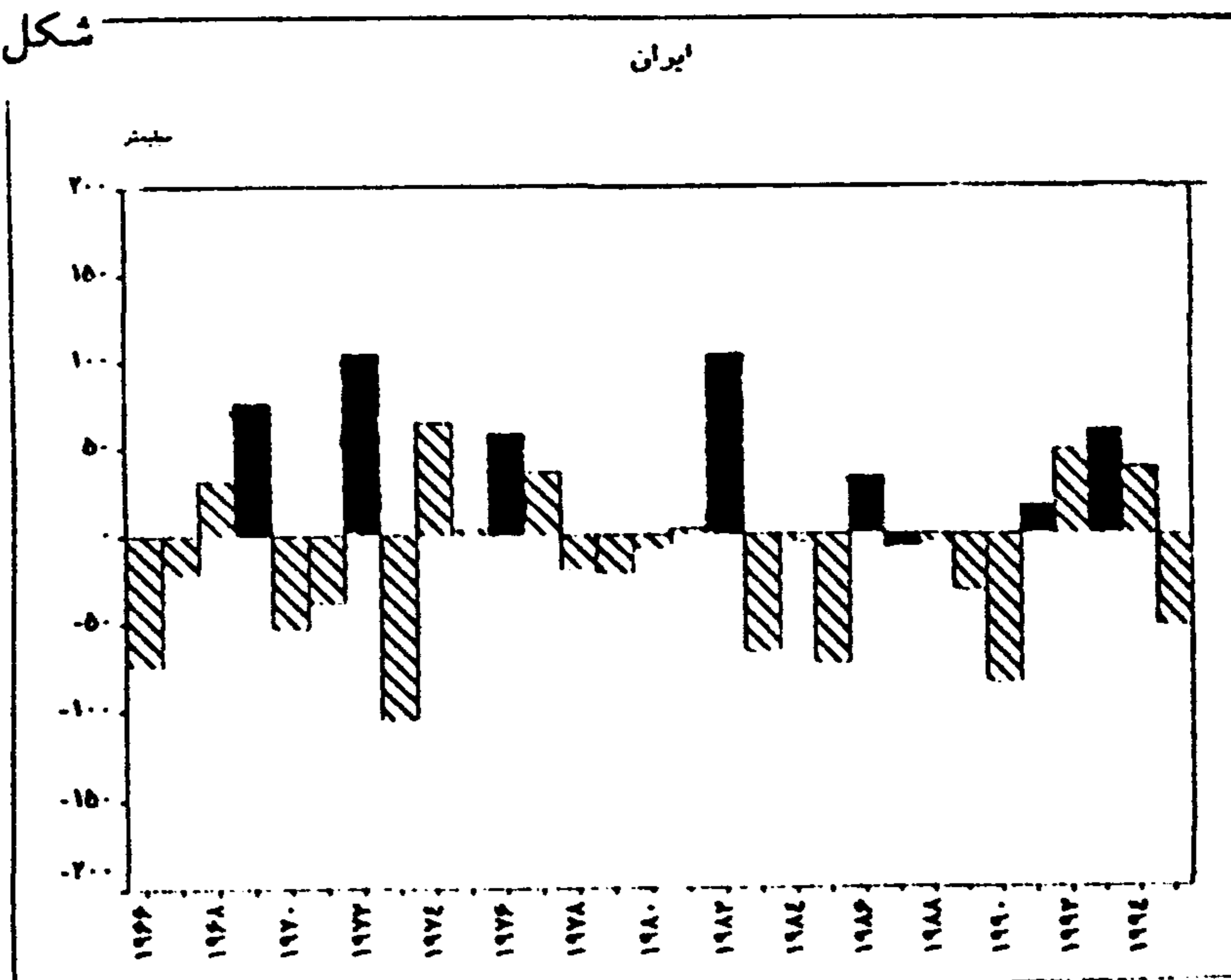
بارش های ایران نیز یکسان نیست. جهت تشخیص جزئی تر ارتباط شاخص بارش های ایران و شاخص نوسان جنوبی، ضریب همبستگی بارش هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه در پهنه ایران با شاخص نوسان جنوبی محاسبه شده و مقادیر آن جهت سهولت بررسی در شکل شماره (۲) ارائه گردیده است. در شکل به خوبی پیداست که بجز ایستگاههای کرمان و کرمانشاه بطور مشخص و همینطور اصفهان و بیرجند به قدر جزئی، بقیه ایستگاهها از ضریب همبستگی معکوس با شاخص نوسان جنوبی برخوردارند و بالاترین ضریب های همبستگی نیز بترتیب متعلق به ایستگاه قزوین ( $-/۵۹$ ) و تهران ( $-/۴۹$ ) می باشد که هر دو در سطح یک درصد معنادار می باشند. ایستگاههای سنندج و ارومیه نیز بترتیب با ضریب همبستگی ( $-/۴۳$ ) و ( $-/۴۰$ ) در سطح ۲ درصد و ۳ درصد معنادار بوده و در رده های بعدی قرار می گیرند. ضریب همبستگی ایستگاههای کرمان، اصفهان، کرمانشاه و بیرجند نیز بترتیب برابر  $۰/۱۶۵$ ،  $۰/۰۳۱$ ،  $۰/۰۰۸$  و  $۰/۰۰۵$  می باشد. در شکل شماره (۳) که بر مبنای انحراف بارش های متوسط ایران از میانگین تهیه شده است، سالهایی که بعنوان سالهای همراه با پدیده ال نینو شناخته می شوند، با رنگ تیره مشخص گردیده است و در نمودار بخوبی مشخص می باشد که به استثنای سال ۱۹۸۶ که متوسط بارش ایستگاههای مورد مطالعه اندکی زیر میانگین است، بقیه سالهای همراه با ال نینو یعنی سالهای (۹۳ و ۹۱، ۸۷، ۸۲، ۷۶، ۷۲، ۱۹۶۹) وضعیت بارشی ایران توأم با ترسالی می باشد.



شکل ۲- ضریب همبستگی بارش سالانه ایستگاههای مورد مطالعه

و شاخص سالانه نوسان جنوبی

شکل ۳- انحراف بارش های ایران از مقدار میانگین در طول دوره آماری (انحراف بارش ها در سالهای ال نینو با رنگ تیره مشخص شده است).

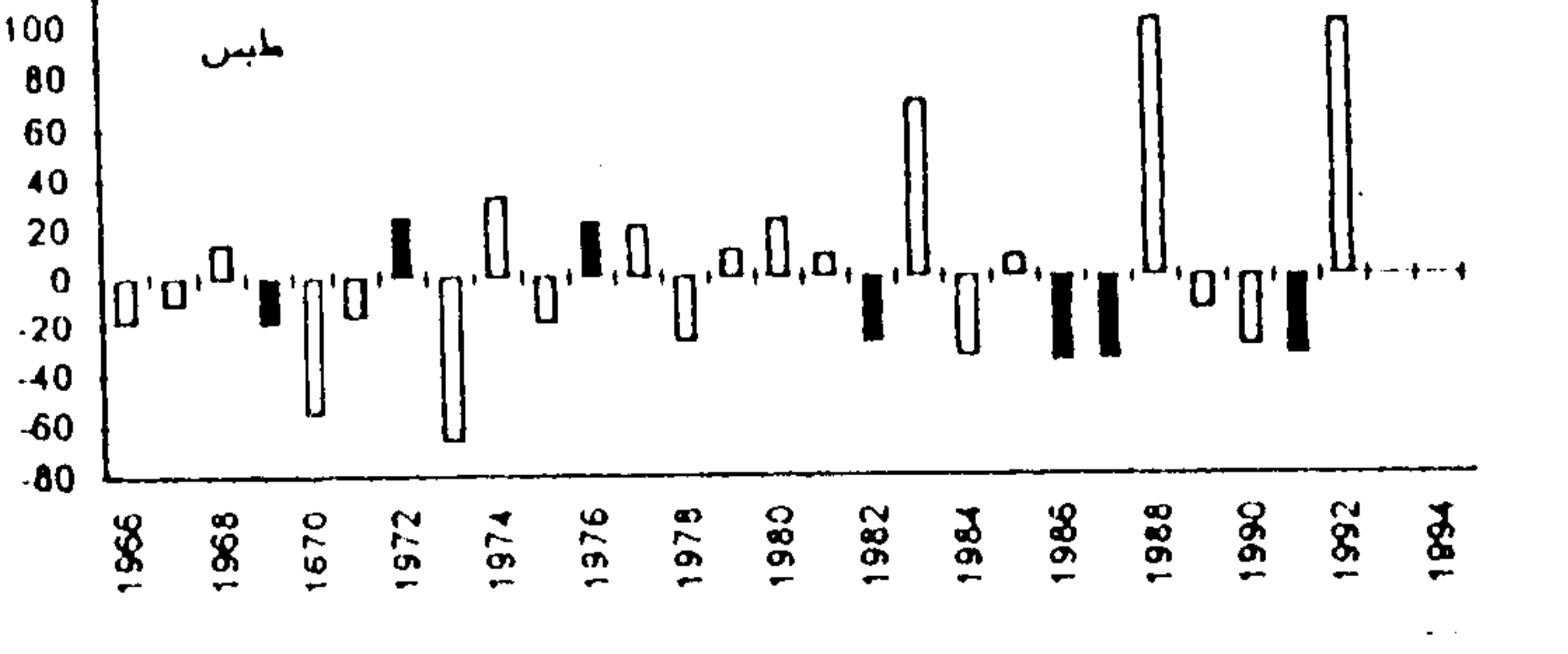
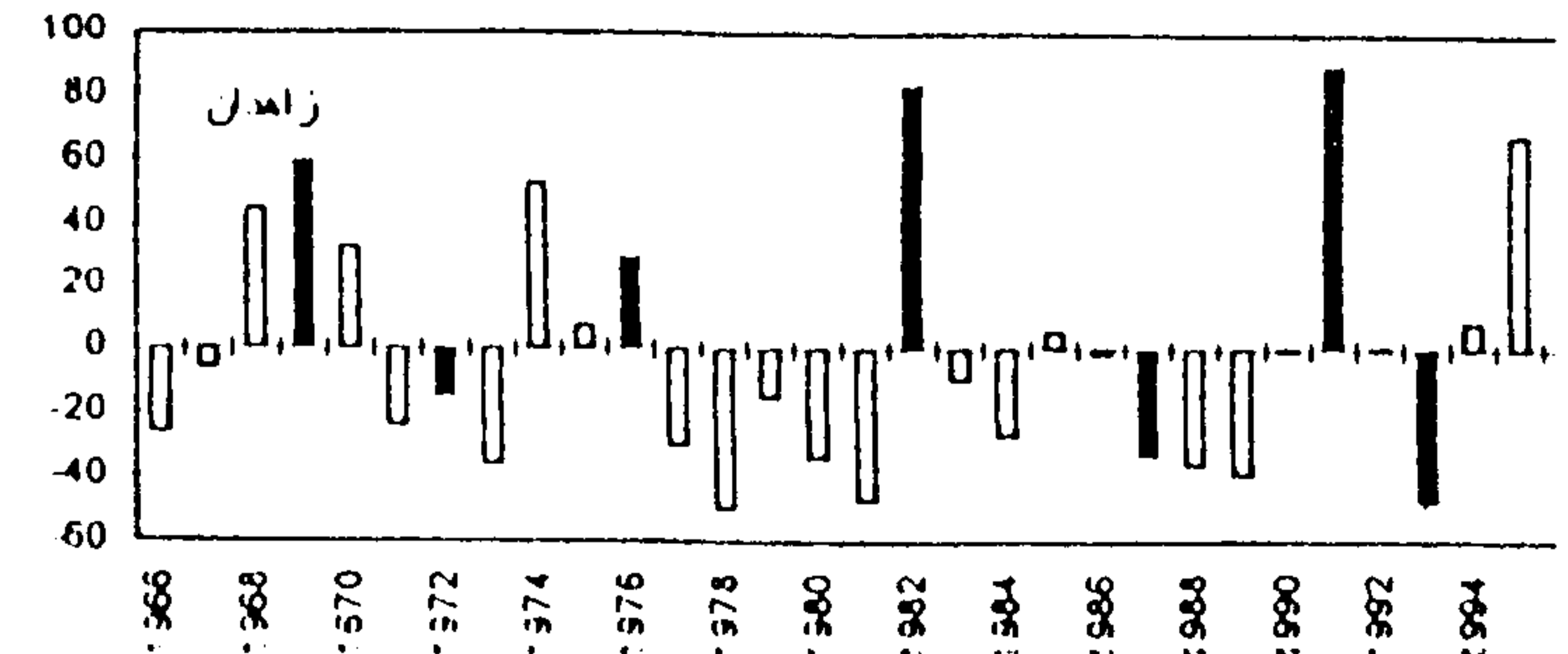
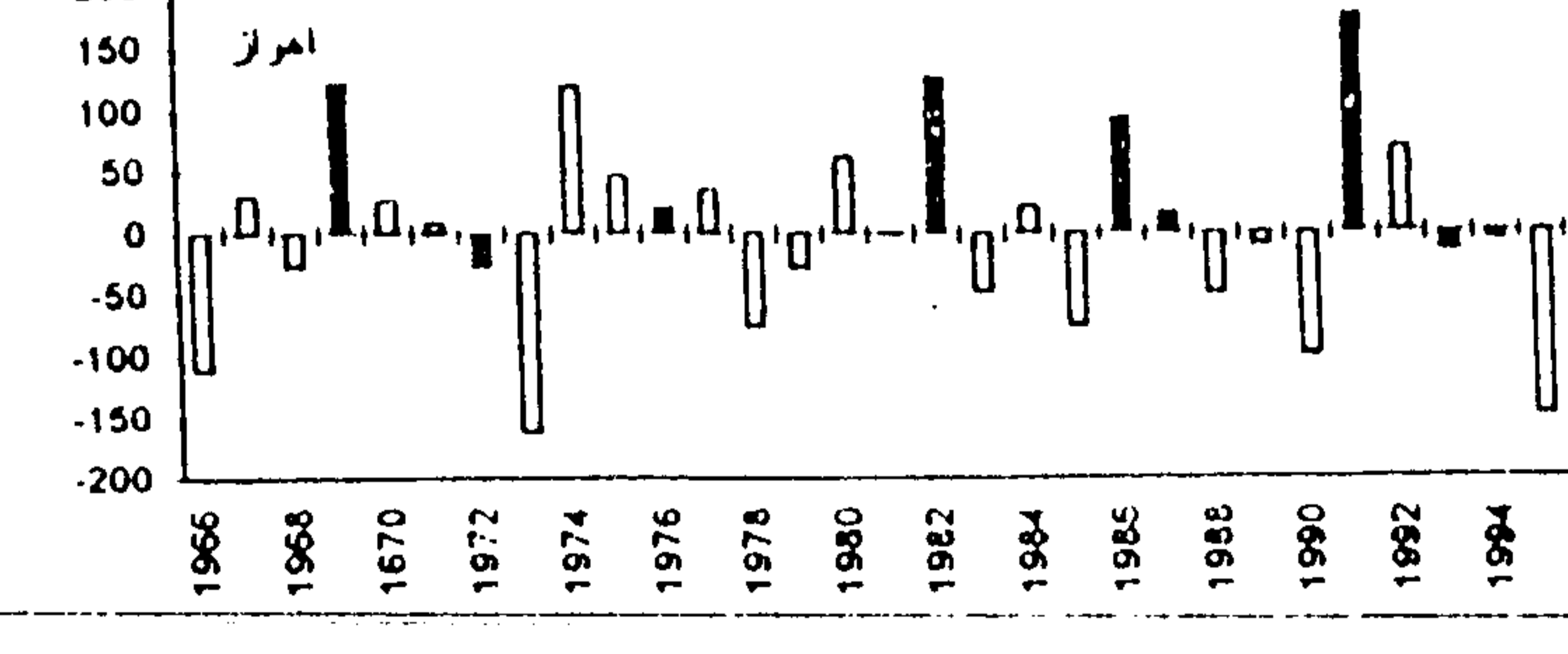
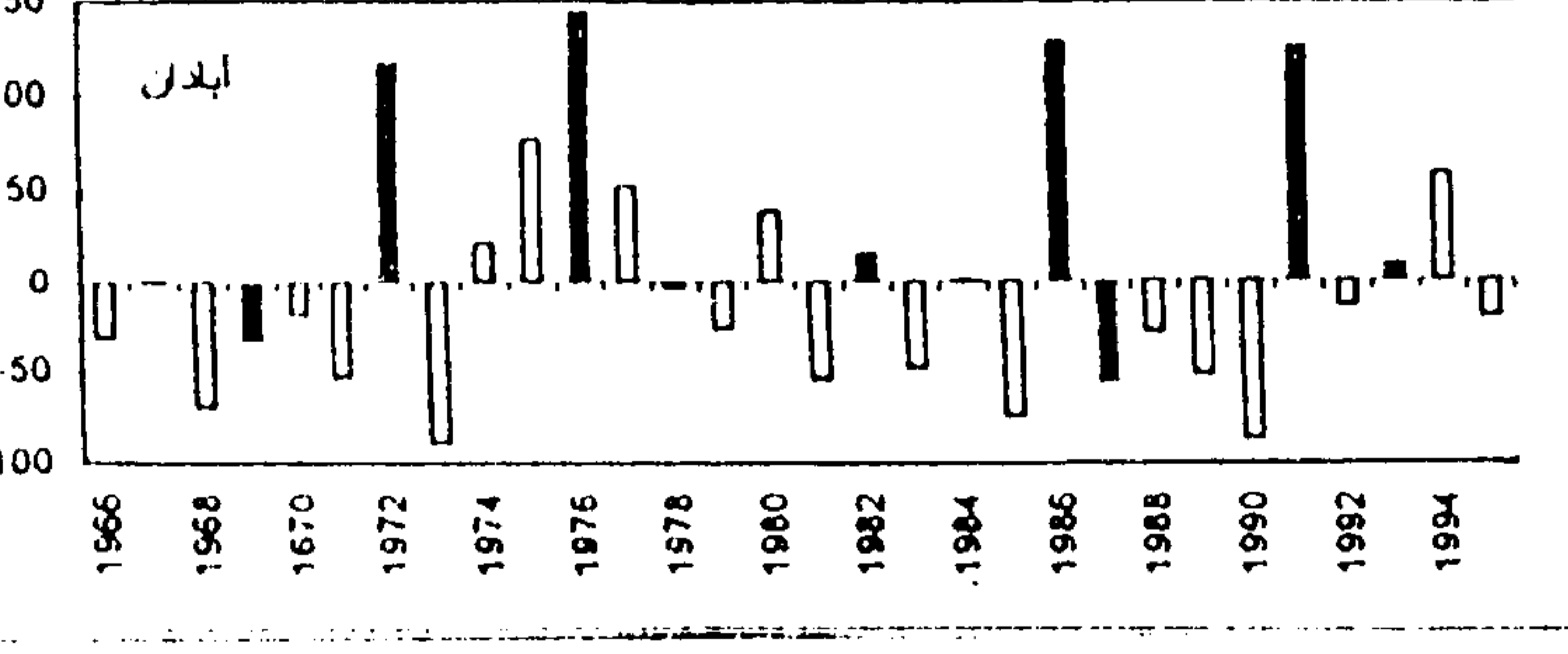
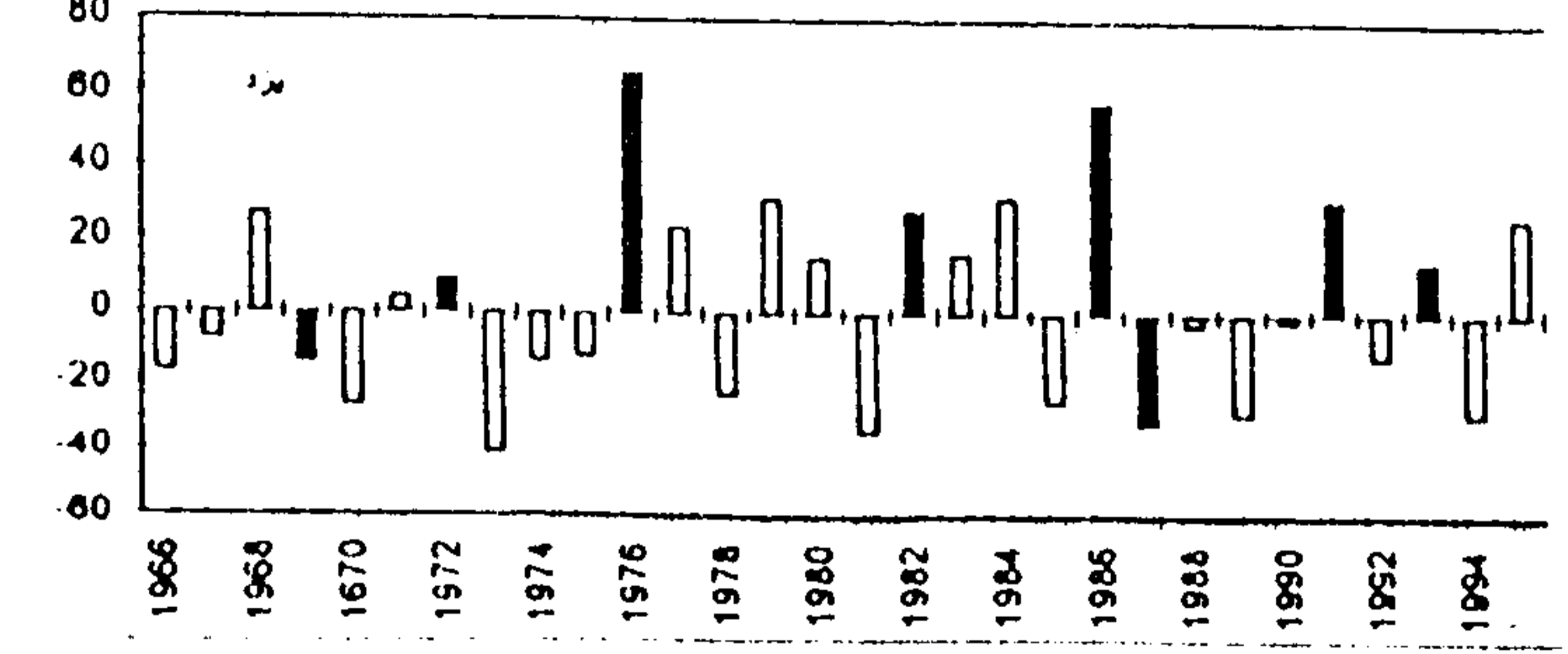
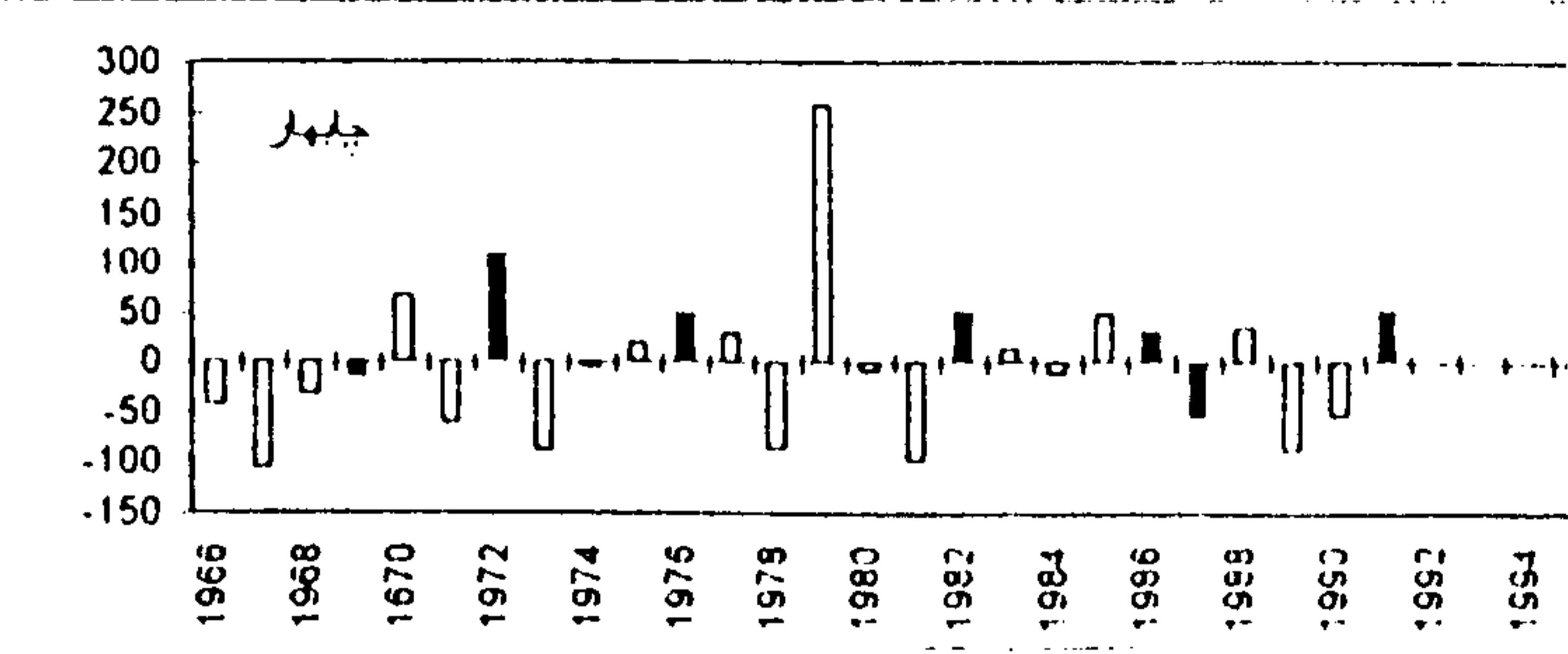
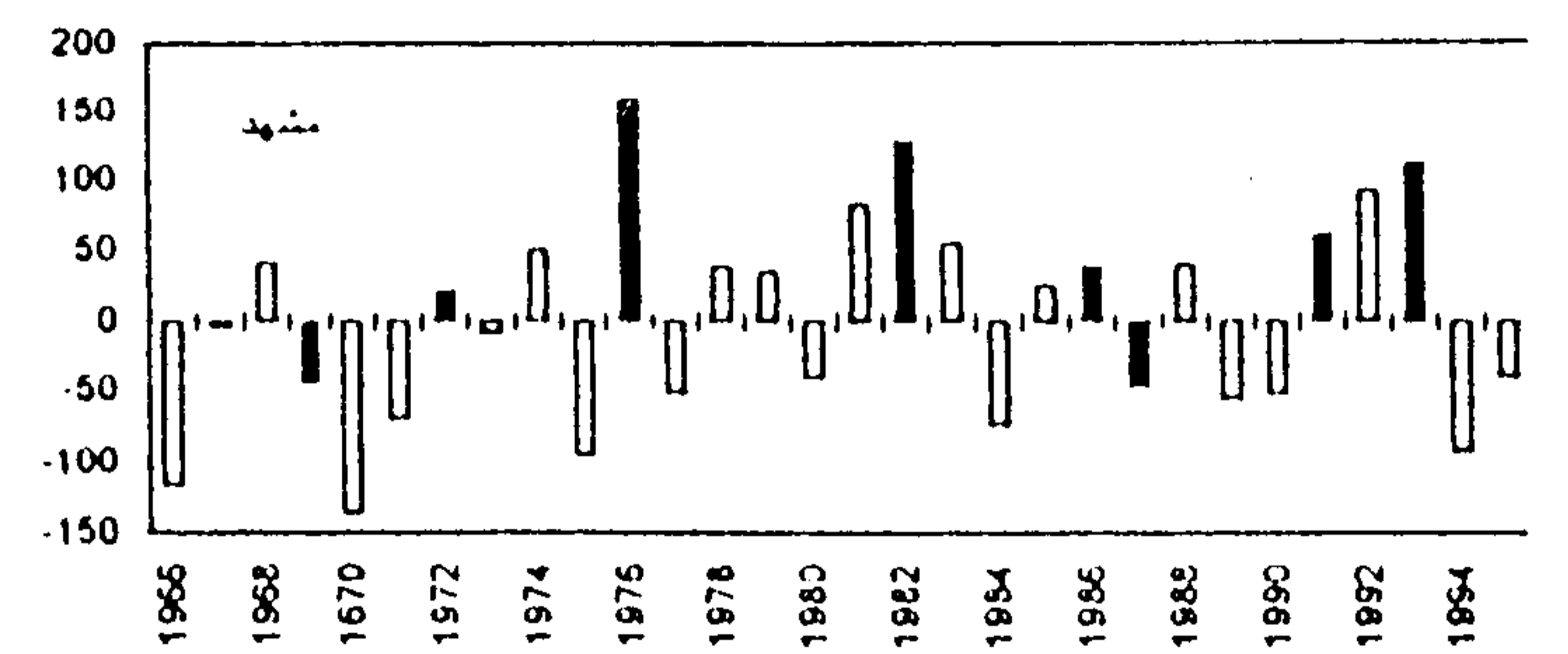
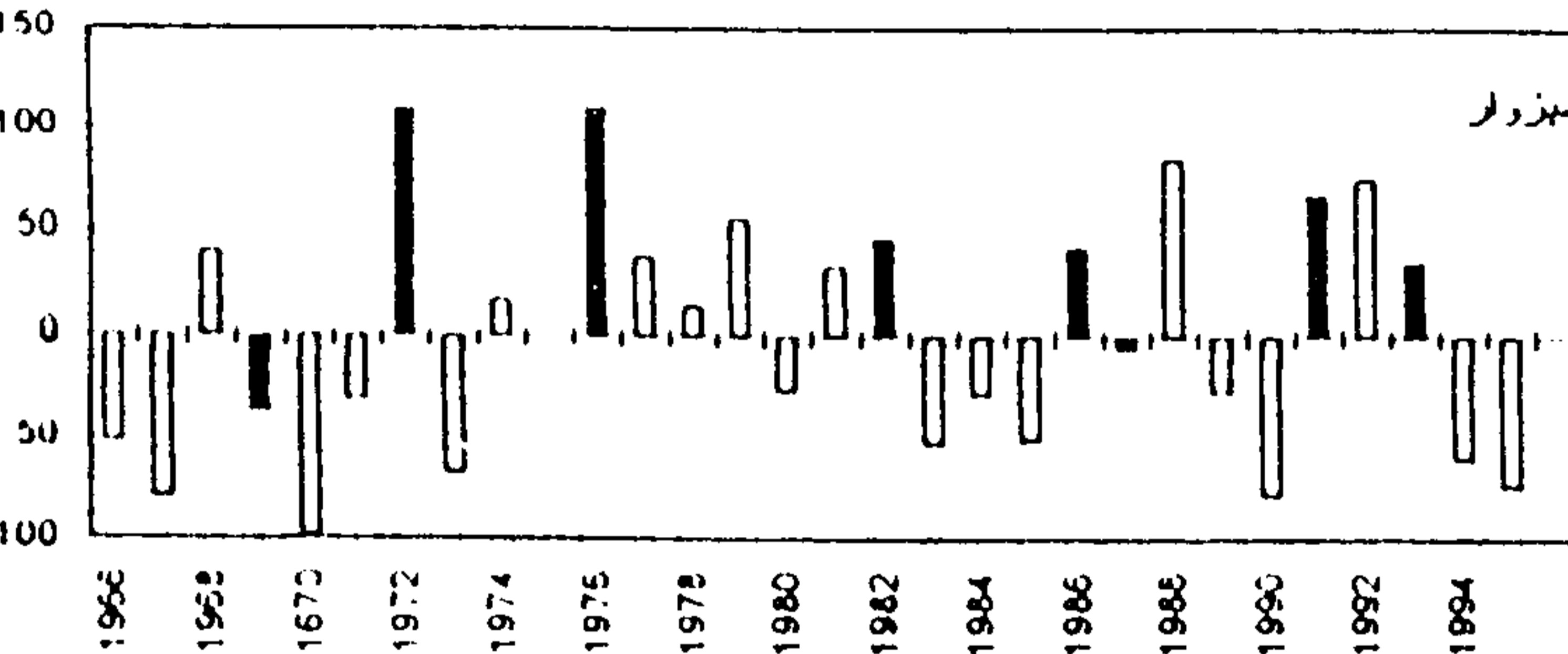
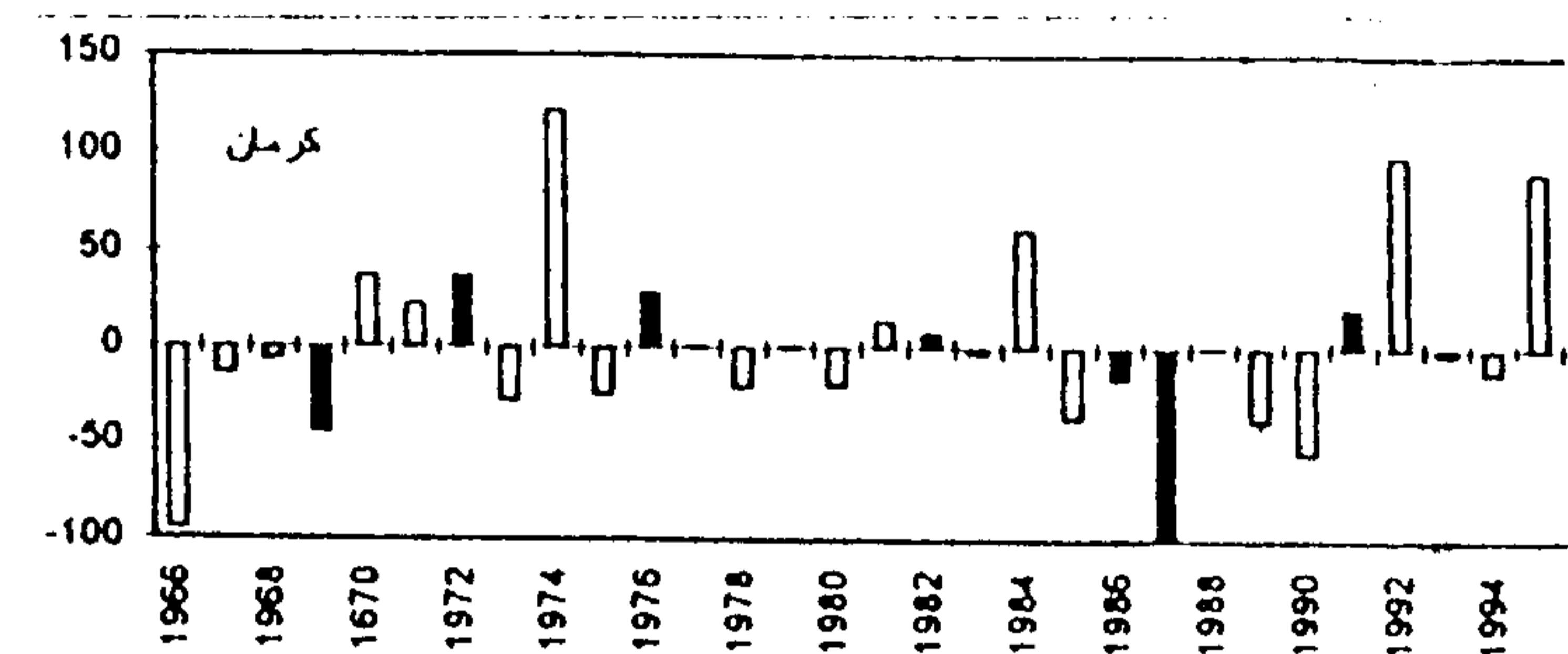
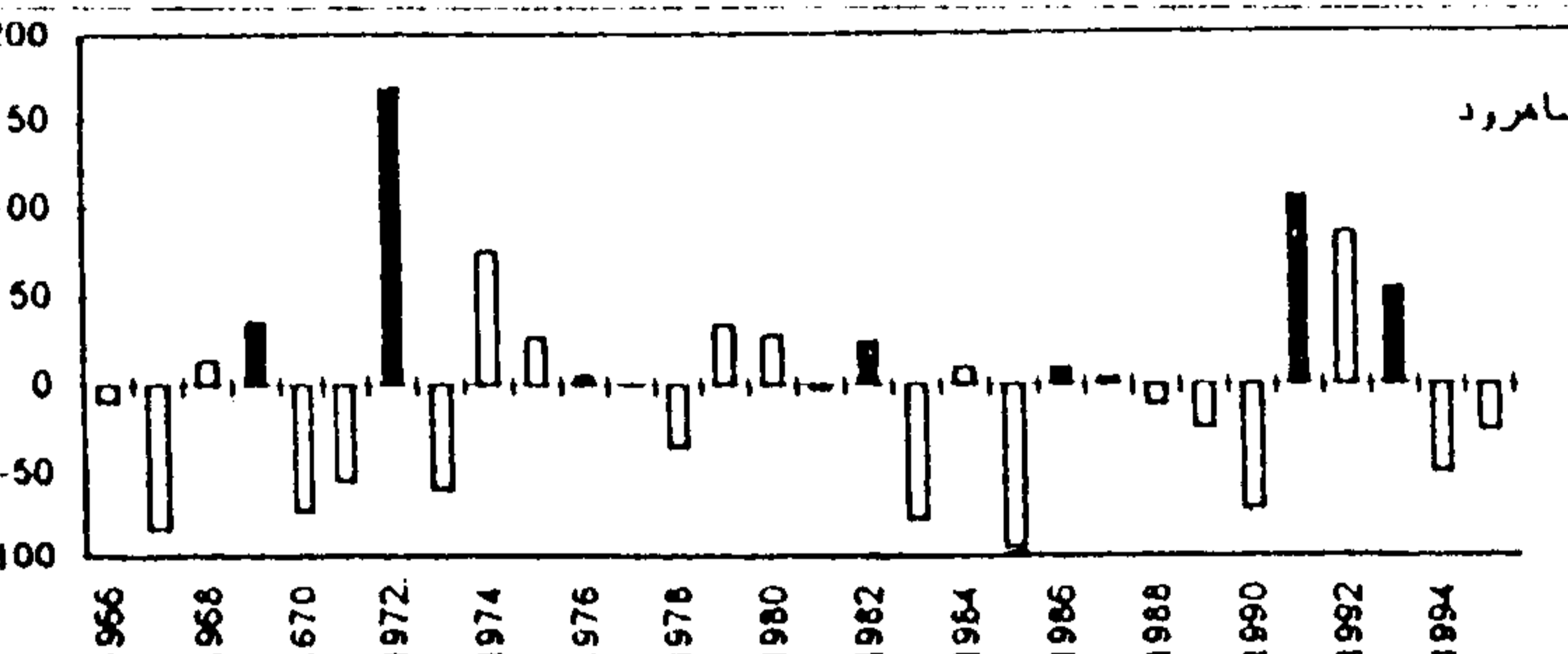
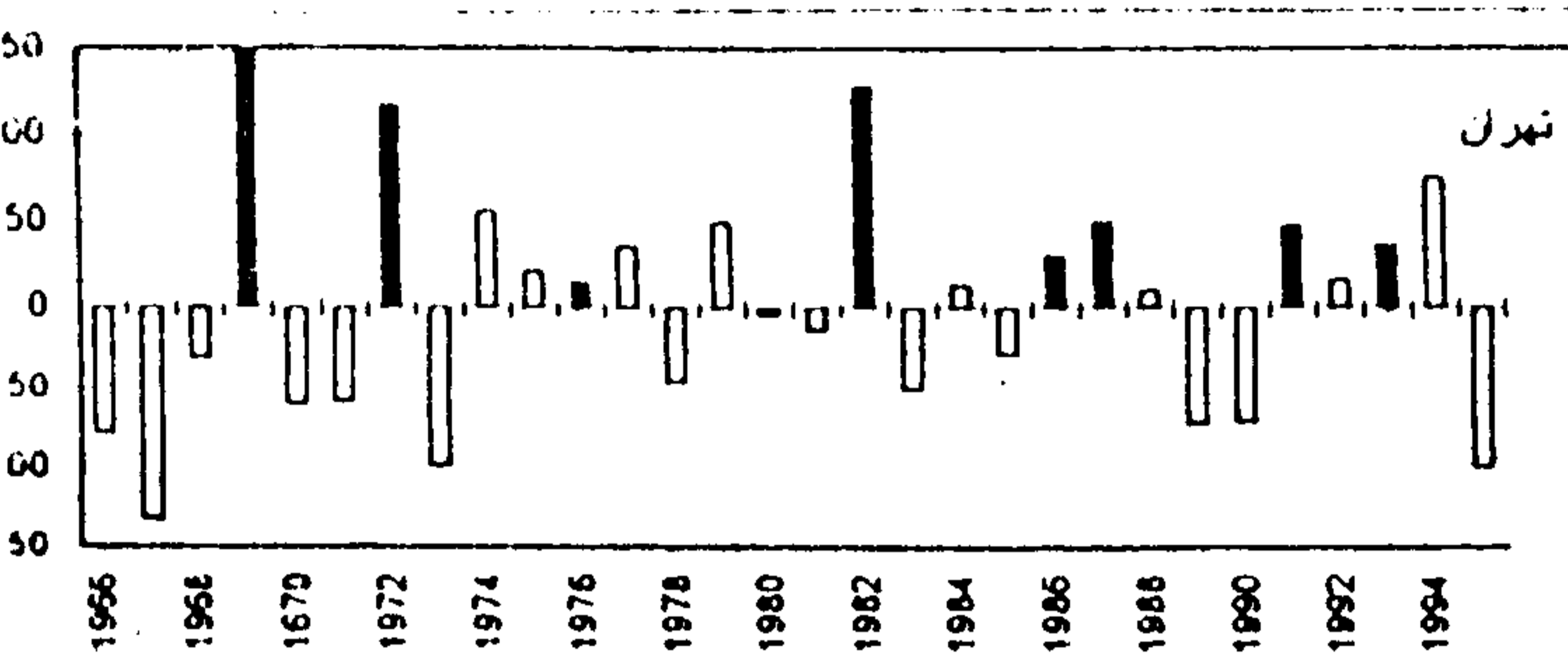
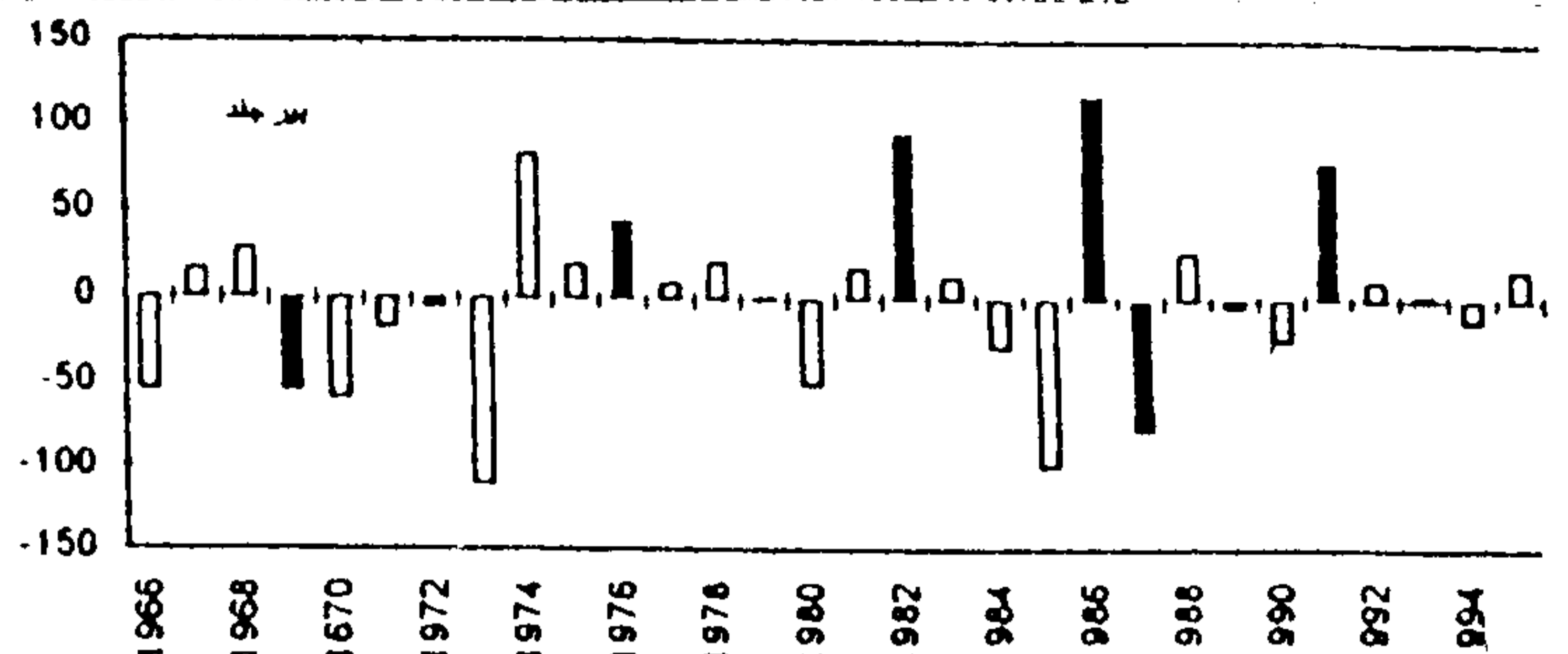
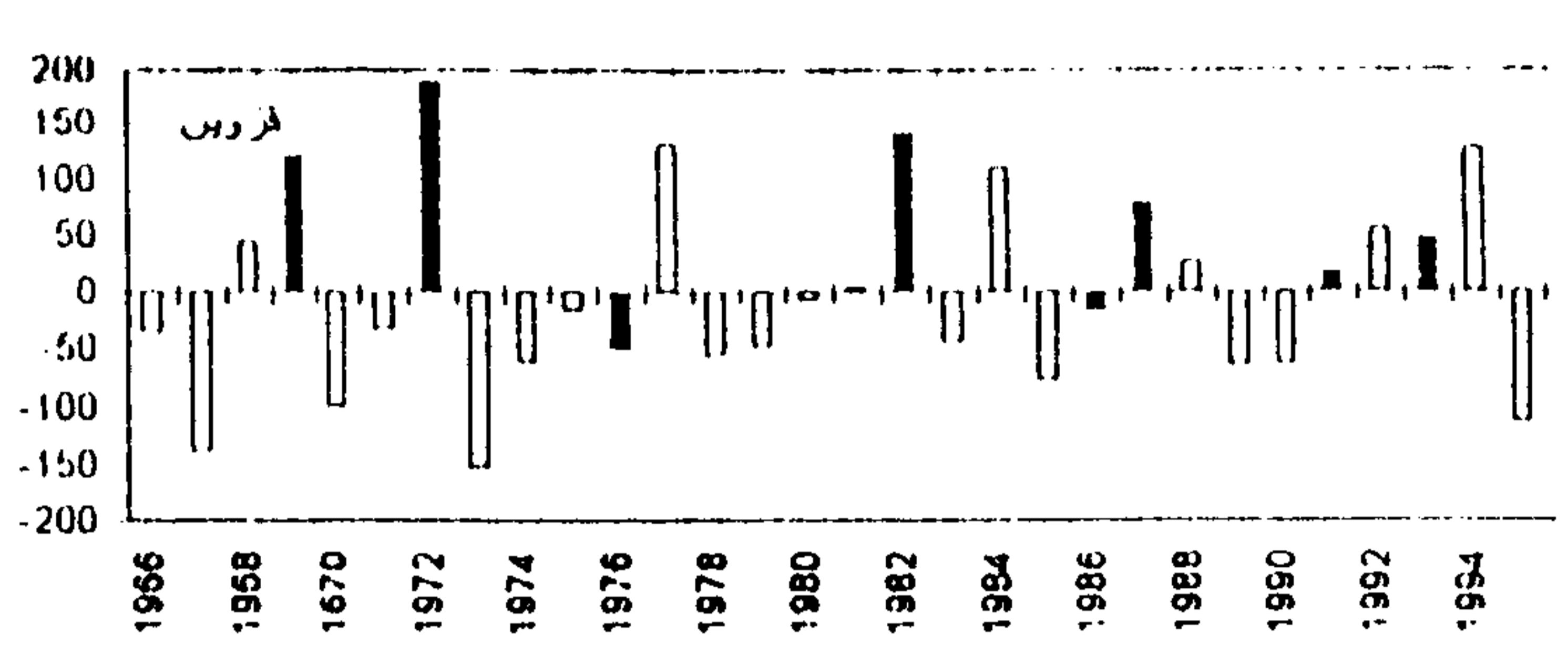
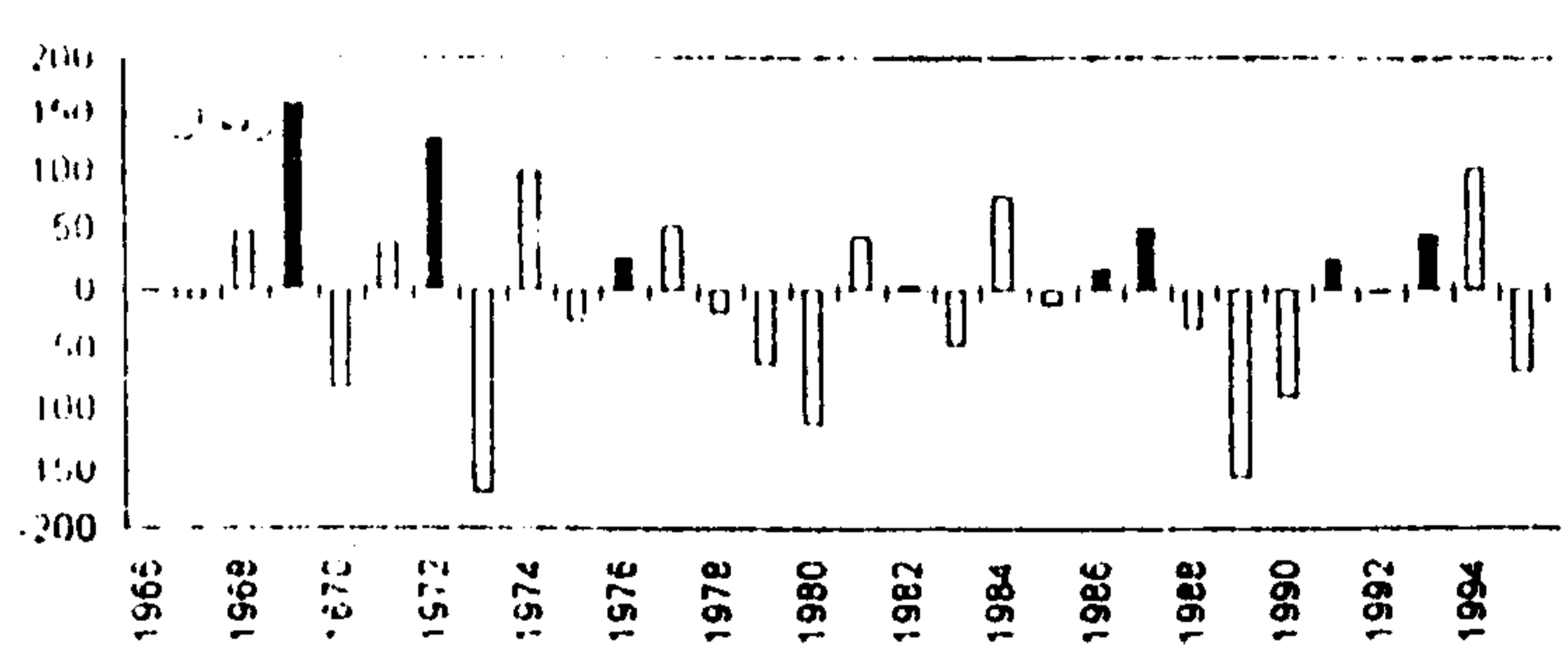




همچنین به منظور بررسی رفتار هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه در سالهای همراه با پدیده‌ال‌نینو اقدام به تهیه و ترسیم مجموعه اشکال شماره (۴ و ۵) شده است. ساختار اشکال فوق نیز همانند شکل شماره (۳) می‌باشد که برای هر یک از ایستگاهها تهیه شده است. هر چند شرایط خشکسالی و ترسالی هر یک از ایستگاهها در اشکال مذکور بخوبی آشکار است؛ با این حال و اجمالاً اشاره می‌شود که ایستگاههای زنجان، تهران، شاهرود و شهرکرد در هر هشت سال همراه با ال‌نینو از شرایط ترسالی برخوردار بوده‌اند و تبریز، سنندج و خرم‌آباد در هفت سال و قزوین، سبزوار، مشهد، شیراز، یزد، اهواز و آبادان در شش سال و رشت، بابلسر، ارومیه، کرمانشاه، اصفهان، بیرجند، بوشهر، بندر عباس و چابهار در پنج سال و اردبیل، کرمان و زاهدان در چهار سال و بالاخره گرگان و طبس نیز بترتیب در سه و دو سال همراه با پدیده‌ال‌نینو از وضعیت بارشی ترسالی برخوردار بوده‌اند. عبارت دیگر، رفتار ایستگاههای مختلف در مناطق مختلف کشور، همزمان با هر ال‌نینو مشابه نبوده است. این مشابهت را حتی در مناطق نسبتاً همگن جغرافیایی کشور مثل سواحل شمالی نیز نمی‌توان مشاهده کرد. در عین حال بیشترین تأثیرپذیری و همینطور مشابهت همگن منطقه‌ای در ایستگاههای دامنه جنوبی البرز و ایستگاههای غربی کشور وجود دارد.

بررسی مجموعه اشکال (۴ و ۵) مشخص می‌کند که در ال‌نینوی سال ۱۹۸۲، حدود ۹۰ درصد از ایستگاههای مورد مطالعه از شرایط ترسالی برخوردار بوده‌اند که بالاترین درصد، در بین سالهای همراه با ال‌نینوی مورد بررسی می‌باشد. همینطور سال ۱۹۷۲ با حدود ۸۶ درصد، سالهای ۱۹۷۶ و ۱۹۹۳ با حدود ۷۶ درصد، سال ۱۹۸۶ با حدود ۶۸ درصد، سالهای ۱۹۶۹ و ۱۹۹۱ با حدود ۵۷ درصد و سال ۱۹۸۷ با حدود ۴۷ درصد پوشش ترسالی در ایستگاههای مورد مطالعه، از نظر رتبه در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از مطالعه شاخص بارش سالانه ایران و هر یک از ایستگاههای مورد مطالعه با شاخص سالانه نوسان جنوبی، ضمن صحنه گذاردن بر تأثیر پدیده‌ال‌نینو بر خشکسالیها و ترسالیهای ایران و غلبه بارز وضعیت ترسالی در سالهای ال‌نینو، ابهامات و سوالاتی را نیز بوجود می‌آورد، که بنظر می‌رسد برای روشن شدن ابهامات و همینطور دریافت پاسخ برای سوالات بوجود آمده، مطالعه سینوپتیکی ارتباط ال‌نینو و بارش‌های ایران ضرورت پیدا کند.

در ادامه بمنظور روشن‌تر و جزئی‌تر شدن ارتباط بارش‌های ایران و پدیده‌ال‌نینو، اقدام به مطالعه ارتباط ماهیانه بارش‌های ایران به تفکیک ایستگاههای مورد مطالعه و شاخص نوسان جنوبی شده است. برای روشن شدن رابطه درون سالی<sup>(۱)</sup> بارش‌های ایران و شاخص نوسان جنوبی ابتدا ضریب همبستگی همزمان بارش هر ماه و شاخص نوسان جنوبی محاسبه شده و سپس همین عمل با تأخیر یک و دو ماهه انجام شده است؛ یعنی یکبار شاخص نوسان جنوبی هر ماه با بارش همان ماه و سپس شاخص نوسان جنوبی هر ماه با بارش ماه بعد و بالاخره در نوبت سوم بارش هر ماه با شاخص نوسان جنوبی دو ماه بعد مورد مطالعه قرار گرفته است. علت بکار بردن چنین شیوه‌ای توجه به فاصله مکانی ایران و خاستگاه اصلی ال‌نینو بوده است و فاصله مکانی زیاد بین ایران و مکان اصلی ال‌نینو، این فرض را تقویت می‌کرد که ممکن است شاخص نوسان جنوبی بطور همزمان بر بارش‌های ایران مؤثر نباشد، بلکه تأثیر آن یک الی دو ماه بعد مشخص شود.



شکل ۴- انحراف بارش‌های ایران از مقدار میانگین در طول دوره آماری (انحراف بارش‌ها در سالهای ال نینو بارنگ تیره مشخص شده است).







نتایج حاصل از بررسی فوق که شامل ضرایب همبستگی همزمان، ضرایب همبستگی تأخیر یک ماهه و ضرایب همبستگی تأخیر دو ماهه می‌باشد، به شرح جدول شماره (۲) آمده است.

نتایج بدست آمده در جدول شماره (۲) مشخص می‌کند که در بین ماههای سال، بیشترین ارتباط و همبستگی بارش و نوسان جنوبی، متعلق به ماه اکتبر و سپس نوامبر می‌باشد. در ماه اکتبر حدود ۹۰ درصد ایستگاهها در حالت همزمان همبستگی معکوس بین بارش و شاخص نوسان جنوبی را نمایان می‌کنند که در ۸۳ درصد موارد، مقدار ضریب همبستگی آنها بین  $(-0/20)$  تا  $(-0/48)$  متغیر می‌باشد. در حالت تأخیرهای یک ماهه و دو ماهه بیش از ۸۶ درصد ایستگاهها از همبستگی معکوس بین  $(-0/20)$  تا  $(-0/58)$  برخوردار می‌شوند. بدین معنا که تأخیرهای یک ماهه و دو ماهه سبب قوی‌تر شدن میزان همبستگی بین بارش‌ها و شاخص نوسان جنوبی در اغلب ایستگاههای مورد مطالعه شده است. نکته قابل توجه اینکه تأخیرهای یک ماهه و دو ماهه برای ماه نوامبر نتیجه معکوسی را نمایان می‌کند و سبب ضعیف‌تر شدن ضرایب همبستگی می‌شود. بررسیها نشان می‌دهد که در ماههای دیگر، ایستگاههای مختلف رفتار مشابهی را نمایان نمی‌کنند و قانونمندی روشنی را ارائه نمی‌دهند.

با توجه به همبستگی‌های بسیار قابل توجه بارش‌های ماه اکتبر و سپس نوامبر با شاخص نوسان جنوبی، اقدام به محاسبه ضریب همبستگی بارش ماهانه ایران (متوسط بارش مجموع ایستگاههای مورد مطالعه) و شاخص نوسان جنوبی در ماههای اکتبر، نوامبر، دسامبر، ژانویه و فوریه گردید و این فرض در نظر گرفته شد که ال‌نینو از طریق تأثیر در گردش عمومی جو و متأثر نمودن سیستم‌های بزرگ جو بر ایران و بارش‌های آن اثر می‌گذارد و ماههای مذکور نیز از جمله ماههایی هستند که ایران، بارش خود را در اغلب مناطق و ایستگاههای مورد مطالعه از طریق جریانات غربی که یک سیستم بزرگ جو و از جمله عناصر اصلی گردش عمومی جو است، دریافت می‌کند. نتایج حاصل از عملیات مذکور نیز بدین شرح می‌باشد که به ترتیب برای ماههای اکتبر تا فوریه ضرایب همبستگی  $(-0/385)$ ،  $(-0/383)$ ،  $(-0/163)$ ،  $(-0/012)$  و  $(0/211)$  بدست آمد. همانطور که مشخص می‌باشد، متوسط بارش ماهانه ایران در ماه اکتبر و نوامبر از همبستگی نسبتاً قوی و معناداری برخوردارند؛ ولی این ضرایب همبستگی در ماههای بعد ضعیف شده تا حدی که برای ماه فوریه به شکل همبستگی مستقیم ظاهر می‌شود که بر خلاف روند کلی است.

### نتیجه‌گیری

با بررسیها و مطالعاتی که بر روی مجموع بارش‌های ۲۹ ایستگاه منتخب در سراسر ایران انجام شد، مشخص گردید که متوسط بارش ۲۹ ایستگاه فوق بعنوان بارش متوسط ایران ارتباط معناداری با شاخص نوسان جنوبی دارد؛ بطوریکه از بررسی بارش‌های ایران در هشت سال همراه با وقوع ال‌نینو، مشخص می‌شود که در هفت سال از آن بارش‌های ایران بیشتر از میانگین ۳۰ ساله بوده و حکایت از ترسالی در این سالها دارد و تنها در سال ۱۹۸۷ بارش متوسط ایران اندکی کمتر از میانگین می‌باشد. از طرف دیگر ضریب همبستگی شاخص بارش‌های ایران و شاخص نوسان جنوبی برابر  $(-0/37)$  می‌باشد که در سطح ۵ درصد معنادار است. با توجه به اینکه شاخص منفی نوسان جنوبی، معرف وقوع ال‌نینو بحساب می‌آید؛ ضریب همبستگی منفی مؤید این مطلب است که در سالهای







وقوع پدیده‌الینو، بارشهای ایران بیش از حد نرمال و میانگین می‌باشد.

در بررسی بارش سالانه ایستگاهها و ارتباط دوره‌های ترسالی و خشکسالی آنها با شاخص نوسان جنوبی نیز که به تفکیک ایستگاههای مورد مطالعه انجام شده است، مشخص گردید که رفتار بارشی ایستگاهها در ارتباط با سالهای الینو کاملاً هماهنگ و مشابه نیست. بعبارت دیگر همه مناطق کشور از الگوی بارشی یکسانی در سالهای الینو برخوردار نیستند و گاهی حتی در سالهای همزمان با پدیده‌الینو شرایط خشکسالی نیز در برخی ایستگاهها دیده می‌شود. در این بین فراگیرترین ترسالی در ایستگاههای منتخب در سالهای همراه با الینو (۱۹۸۲ و ۱۹۷۲) بچشم می‌خورد.

در بررسی ماهانه ارتباط بارش ایستگاههای مورد مطالعه با پدیده‌الینو نیز بالاترین ضریب همبستگی مربوط به ماههای اکتبر و نوامبر می‌باشد. در دو ماه مذکور و خصوصاً در ماه اکتبر، ارتباط معکوس و معناداری بین شاخص نوسان جنوبی و بارشها مشاهده می‌شود. ارتباط معکوس بین بارشهای اکتبر، زمانی که شاخص نوسان جنوبی با یک ماه تأخیر در همبستگی دخالت داده می‌شود، قوی‌تر بنظر می‌آید.

بنظر می‌رسد که تأثیر الینوی نوسان جنوبی بر آب و هوای ایران بطور غیر مستقیم و از طریق متأثر نمودن عناصر گردش عمومی جو صورت می‌گیرد؛ بطوریکه جابجایی هسته گرم آبهای اقیانوس آرام استوایی، جابجایی مشخصی در مکان‌گزینی عناصر گردش عمومی جو را باعث می‌شود و این جابجایی سبب شکل‌گیری نوعی آرایش مکانی سیستم‌های جو می‌گردد که نهایتاً در اکثر سالهای همراه با الینو تأثیر مثبت بر بارشهای دریافتی ایران دارد. از آنجا که بارشهای ایران عمدتاً در دوره سرد سال دریافت می‌شوند و در این دوره طبیعتاً کمربند همگرایی و گرم‌کره زمین در نیمکره جنوبی است و از طرفی پدیده‌الینو نیز خود از منشأ آب گرم برخوردار می‌باشد؛ نتیجه حاصله می‌تواند تقویت منطقه همگرایی و جابجایی عناصر گردش عمومی جو به سمت عرضهای جنوبی را بدنبال داشته باشد. از طرف دیگر، جابجایی هسته‌های آب گرم بدنبال خود جابجایی در مؤلفه‌های گردش والکر را سبب شده و جابجایی مذکور نیز در مکان‌گزینی پرفشار جنب حاره‌ای نیمکره شمالی می‌تواند مؤثر باشد و طبعاً جابجایی مرکز پرفشار جنب حاره تأثیر بلامنازع در سیستم‌های هوایی مؤثر بر ایران دارد. در هر حال اظهار نظر روشن‌تر در این مورد، نیاز به مطالعه سینوپتیکی پدیده‌الینو بر آب و هوای ایران دارد.



## منابع و مأخذ

- ۱- خوش اخلاق، فرامرزی، تحقیق در خشکسالی‌های فراگیر ایران با استفاده از تحلیل‌های سینوپتیکی، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تبریز، تیرماه ۱۳۷۷.
- ۲- خوش اخلاق، فرامرزی، پدیده انسو و تأثیر آن بر رژیم بارش ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱، زمستان ۱۳۷۷.
- ۳- خبرنگار اقلیم، مرکز اقلیم شناسی، شماره ۲۳، سال ۱۳۷۸.
- ۴- مدرس پور، آزاده، ناهنجاریهای اقلیمی ایران و پدیده انسو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد شمال تهران، ۱۳۷۵.
- ۵- ناظم‌السادات، سید محمد جعفر، بررسی تأثیر پدیده‌النینو - نوسان جنوبی بر بارندگی پاییزه ایران، دومین کنفرانس منطقه‌ای تغییر اقلیم، سازمان هواشناسی کشور، آبان ۱۳۷۸.
- 6- Bhalme,H.P., Mooley, D.A.and Jabhav,S.K.1983, Fluctuation in the Drought/flood area over India and relationships with the Southern Oscillation.Mon.Wea.Rev.111,86-94.
- 7- cane,M.A.,Eshel,G.,and BUCKLAND,R.W., 1994, Forecasting Zimbabwean maize yield using eastern Pacific sea Surface temprature. Nature, 30,204-205.
- 8- JOHN,J.and J.E.oliver, 1993, Climatology an Atmospheric Science, New York: Macmillan company.169-178.
- 9- Linacre, E.T. and B.Geerts, 1997, climates and weather explained, London, Routledge, 432pp.
- 10- Quinn, W.N., Zopf, D.O., short,K.S.and kuo yang, R.T.W.1978.Historical rends and statistics of the Southern Oscillation, EL NiNo, and Indonesian droughts. Fish. Bull. 76,663-678.
- 11- Quinn, W.H., 1992, A study of the southern oscillation-related Climatic activity for A.D. 622-1900 incorporating Nile flood data. In EL NiNo: Historical and Paleoclimatic Aspects of the Southern oscillation, edited by M.H.Glantz (New uork: cambridge university press), pp.119-648.
- 12- Rasmusson,E.M., and T.H. carpenter,1983: The relationship between eastern equatorial pacific Sea subface tempratures and rainfall over India and Srilanka.Mon. wea.Rev.111,517-528.
- 13- Rasmusson,E.M.,and J.M.Wallace, 1983: Meteorological aspects of the EL-Nino /Soutem oscillation. Scince, 222,1195-1202.
- 14- Ropelewski, C., and Halpert,M., 1987, Global and regional scale precipitation Patterns associated with El NiNo / Southern oscillation Monthly weather Review, 115, 2352-2362.
- 15- Streten, N.A.1983: Southern Hemisphere circulation contrastsin the winters 1972 and 1973. Preprints First International Conterence on the southern Hemisphere Meteorology, 31 July-6 August, 1983, Sao Jose das Capos, Brazil, 108-111.



- 16- Suppiah,R.1988: Atmospheric circulation variations and the rainfall of srilanka. Sci. Rept., Inst. Geosci., univ. Tsukuba, sect. A,Vol.9,75-142.
- 17- Tyson,P.D., 1987: climatic change and varibility in suthern Africa (Cape Town: oxford university press).
- 18- Walker, G.T., 1923: Correlation in seasonal variations of weather, VIII: A preliminary study of word weather. Mem. Indian Meteor. Dept., 24, 75-131.
- 19- -----, 1924: Correlation in Seasonal variations of weather, IX: A further study of world weather. Mem. Roy. Meteor. SOC, 3,81-95.
- 20- -----, 1928: World weather III. Mem.Roy. Meteor. SOC.2, 97-104.
- 21- whetton, P., and Rutherford, I., 1994: Historical ENSo tele connections in the Eastern Hemis phere, Climate change, 28, 221-253.