

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

رابطه بین پدیده النینو- نوسانات جنوبی (ENSO) و خشکسالی در جنوب ایران

حسن رضایی صدر

دانشجوی دکتری هیدرولوژی دانشگاه شهید چمران

عبدالکریم بهنیا

دانشیار گروه هیدرولوژی دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده:

جهت بررسی خشکسالی در جنوب کشور، رابطه بین پدیده النینو-نوسانات جنوبی (ENSO) و میزان بارندگی فصلی با استفاده از اطلاعات ۱۲ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک با طول دوره آماری ۴۲-۵۷ سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نخست آمار شاخص نوسانات جنوبی از سایت هواشناسی کشور استرالیا استخراج و فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) تعیین گردید. سپس سری های زمانی میانگین بارش فصلی پاییز و زمستان در کلیه ایستگاهها تهیه و فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) با استفاده از شاخص نوسانات جنوبی تعیین و نسبت میانگین بارش های فصلی در فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) به میانگین دراز مدت بارش فصلی در ایستگاههای مذکور محاسبه و مبنای قضاوت قرار گرفتند. نتایج نشان می دهند که در فصل پاییز در کلیه ایستگاههای تحت مطالعه وقوع فاز سرد با کاهش بارندگی (خشکسالی) و وقوع فاز گرم با افزایش بارندگی (ترسالی) همزمان گردیده که بیانگر یک رابطه قابل اتکا بین بارندگی پاییزه و پدیده انسو می باشد. متقابلاً، تاثیر فاز گرم و سرد بر روی بارندگی زمستانه در همه ایستگاهها بجز بندر جنوبی و جنوب شرقی (بوشهر، بندر عباس، بندر لنگه و چابهار) معکوس با بارندگی پاییزه بوده بطوریکه وقوع فاز سرد با افزایش

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

بارندگی و وقوع فاز گرم با کاهش بارندگی توام بوده است. اما این تغییرات در حدود ۱۰٪ و یا کمتر بوده که حاکی از ارتباط ضعیف بین بارندگی زمستانه و پدیده انسو می باشد.

واژه های کلیدی: خشکسالی، بارندگی، انسو، نوسانات جنوبی، جنوب ایران

مقدمه:

مطالعات انجام شده در طی دو دهه اخیر نشان داده است که پدیده انسو (ENSO) بعنوان یک عامل مهم جهت توجیه تغییرات بارندگی در مناطق مختلف کره زمین بکار رفته است. این پدیده موجب اغتشاش در مسیر عمومی جریان اتمسفری شده و شرایط لازم برای وقوع خشکسالی و ترسالی را در نقاط مختلف فراهم می کند (ناظم السادات، ۱۳۸۰). انسو (ENSO) از دو واژه "النینو" و "نوسانات جنوبی" گرفته شده است. بدلیل ارتباط و همزمانی النینو با نوسانات جنوبی، ایندو پدیده را با هم انسو (ENSO) می نامند که یکی از مهمترین منابع تغییرات جوی و اقلیمی بر روی کره زمین مخصوصا نواحی گرمسیری میباشد. این پدیده باعث تغییرات وسیع فشار هوا بین نواحی شرقی و غربی اقیانوس آرام می گردد. بررسی ها نشان داده اند که این تغییرات فشار بین نواحی غربی و شرقی بصورت الاکلنگی نوسان می کنند. مولفه اتمسفری پدیده النینو که بصورت تغییرات فشار هوا بیان می گردد را نوسانات جنوبی (SO) می نامند که باعث ایجاد یک جریان هوا در جهت افقی (در جهت مدارات) می گردد که عمود بر جریان عمومی جو (استوا به قطب) می باشد. این حالت آب و هوای مناطق نزدیک به استوا را تحت تاثیر قرار داده و بدلیل وجود نیروی کوریولیس اثر آن به عرضهای بالاتر نیز کشیده شده و کشورهایی چون هندوستان و ایران را هم تحت تاثیر قرار میدهد که ناهنجاری های پیدا شده در بارندگی برخی نواحی ایران ممکن است ناشی از این پدیده باشد (علیزاده، ۱۳۸۵). از مهمترین شاخصهای توصیف پدیده انسو، شاخص SOI بوده که عبارت از گرادیان فشار بین نواحی غرب و شرق اقیانوس آرام جنوبی میباشد. مقدار عددی این گرادیان فشار که بیانگر شدت و ضعف پدیده انسو می باشد از طریق محاسبه اختلاف فشار بین شهر داروین در استرالیا (۱۲ درجه جنوبی و ۱۳۱ درجه شرقی) و جزیره تاهیتی در شرق اقیانوس آرام (۱۷ درجه جنوبی و ۱۵۰ درجه غربی) بدست می آید.

به عقیده جمع کثیری از محققان پدیده انسو علاوه بر تاثیر بر اقلیم و بارش نیمکره جنوبی، بر اقلیم و بارش نیمکره شمالی نیز تاثیر دارد. در این رابطه راپلوسکی و هالپرت (۱۹۸۷) وقوع بارندگی های غیر عادی در منطقه مدیترانه را گزارش کرده اما رابطه این رخدادها با پدیده انسو را مبهم ارزیابی نمودند. کیلدیس و دیاز (۱۹۸۹) دریافتند که در مناطقی از اروپا و حوضه دریای مدیترانه وقوع غیر عادی بعضی از بارندگی ها با تغییرات پدیده انسو هم سو می باشد. تاثیر پدیده انسو بر تغییرات بارندگی در حوضه دریای مدیترانه و همچنین منطقه خاورمیانه توسط رادو و همکاران (۱۹۹۷)، پرایس و همکاران (۱۹۹۸)، تورکس (۱۹۹۹)، آرپ و همکاران (۲۰۰۰)، ناظم السادات و کوردی (۲۰۰۰a,b) و موریتو و همکاران (۲۰۰۲) نشان داده شده است. موران و پلاوت (۲۰۰۳) اثرات انسو بر اقلیم اروپا و اقیانوس اطلس شمالی را در دوره آماری ۱۱۹ ساله بررسی کرده و به وجود ارتباط قوی بین وقوع فاز سرد انسو (لانینا) و کاهش دما و

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

فاز گرم انسو (النینو) و افزایش بارش و درجه حرارت پی بردند. خوش اخلاق (۱۳۷۷) نقش انسو بر رژیم بارش در نواحی مختلف ایران و تاثیر آن بر میزان بارش و خشکسالی ها و ترسالی ها را مهم تشخیص داد. قاسمی (۱۳۸۲) و ناظم السادات و کوردی (۲۰۰۴) گزارش کردند که وقوع فاز گرم (النینو) باعث افزایش بارش پائیزه و کاهش بارش زمستانه در اکثر نقاط کشور می گردد در حالیکه وقوع فاز سرد (لانینا) اثر معکوسی بر روی بارندگی های پائیزه و زمستانه دارد. فاتحی مروج و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که در حوضه دریاچه ارومیه بارندگی پاییزه بیشتر تحت تاثیر شاخص SOI و بارندگی زمستانه بیشتر تحت تاثیر شاخص نوسانات اتلانتیک شمالی (NAO) می باشد. رضائی صدر و همکاران (۱۳۸۷) رابطه بین پدیده انسو و نوسانات بارندگی زمستانه و بهاره در حاشیه جنوبی دریای خزر را ناچیز و مبهم گزارش کردند. مطالعات دیگری نیز توسط پوینده و همکاران (۱۳۸۳)، یاری اردکول و قاسمی (۱۳۸۳) و قویدل و زاهدی (۱۳۸۴) در این رابطه انجام گرفته است.

مواد و روشها :

آمار بارندگی ۱۲ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در جنوب ایران از سایت سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. آزمون همگنی داده ها نشان داد که داده ها همگن و قابل تحلیل هستند. مشخصات ایستگاهها و طول دوره آماری مورد استفاده در جدول ۱ منعکس گردیده است.

جدول ۱ : مشخصات جغرافیایی و طول دوره آماری ایستگاههای مورد مطالعه

ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (m)	طول دوره آماری (سال)
آبادان	۳۰ ۲۲ N	۴۸ ۱۵ E	۶/۶	۵۷
اهواز	۳۱ ۲۰ N	۴۸ ۴۰ E	۲۲/۵	۵۱
حمیدیه	۳۱ ۲۹ N	۴۲ ۲۶ E	۲۱/۰	۴۳
دزفول	۲۴ ۳۲ N	۴۸ ۲۳ E	۱۴۳/۰	۴۷
بوشهر	۲۸ ۵۹ N	۵۰ ۵۰ E	۱۹/۶	۵۷
بندرعباس	۲۷ ۱۳ N	۵۲ ۲۲ E	۱۰/۰	۵۱
بندر لنگه	۲۶ ۳۵ N	۵۴ ۵۰ E	۱۴/۲	۴۲
کرمان	۳۰ ۱۵ N	۵۶ ۵۸ E	۱۷۵۳/۸	۵۷
زاهدان	۲۹ ۲۸ N	۶۰ ۵۳ E	۱۳۷۰/۰	۵۷
زابل	۳۱ ۰۲ N	۶۱ ۲۹ E	۴۸۹/۲	۴۵
ایرانشهر	۲۷ ۱۲ N	۶۰ ۴۲ E	۵۹۱/۱	۴۳
چابهار	۲۵ ۱۷ N	۶۰ ۳۷ E	۸/۰	۴۴

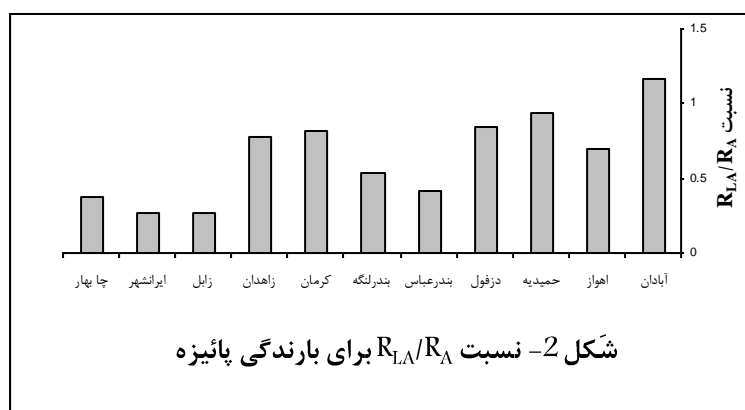
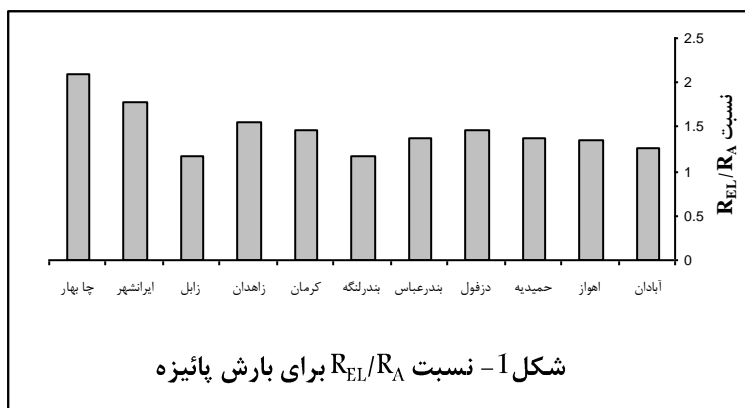
کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

داده های SOI که بر اساس مطالعات تروپ محاسبه گردیده اند از سایت هواشناسی کشور استرالیا تهیه شد. برای تعیین سالهای وقوع النینو و لانینا از روش ناظم السادات و کوردی استفاده شد. نخست میانگین حسابی شاخص SOI در فصول مختلف سال محاسبه شده به همین ترتیب سری های زمانی میانگین فصلی بارندگی برای ایستگاههای مورد مطالعه بدست آمد. آمار بارندگی موجود بر اساس شاخص SOI بترتیب صعودی مرتب شده و برای مقادیر مثبت و منفی شاخص SOI و آمار بارندگی متناظر، ضرائب همبستگی محاسبه گردید. سالهائیکه شاخص SOI در محدوده ۲۵٪ بالای ارقام مرتب شده قرار داشتند بعنوان فاز گرم (النینو) و سالهائیکه شاخص SOI در محدوده پائین ارقام مرتب شده قرار داشتند بعنوان فاز سرد (لانینا) در نظر گرفته شد. سپس میانگین بارندگی در فازهای گرم (REL) و سرد (RLA) محاسبه و بر میانگین درازمدت بارندگی فصلی ایستگاه (RA) تقسیم گردیدند. حالائیکه نسبت R_{EL}/R_A بترتیب کمتر و بیشتر از واحد گردد بدین معنی می باشد که وقوع فاز گرم بترتیب موجب کاهش و افزایش بارندگی گردیده است. همچنین مواقعیکه نسبت R_{LA}/R_A بترتیب کمتر و بیشتر از واحد گردد بدین معنی است که وقوع فاز سرد بترتیب باعث کاهش و افزایش بارندگی فصلی گردیده است.

نتایج و بحث:

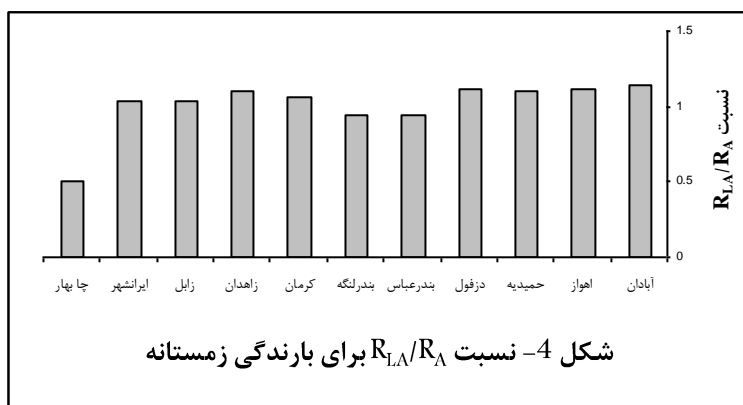
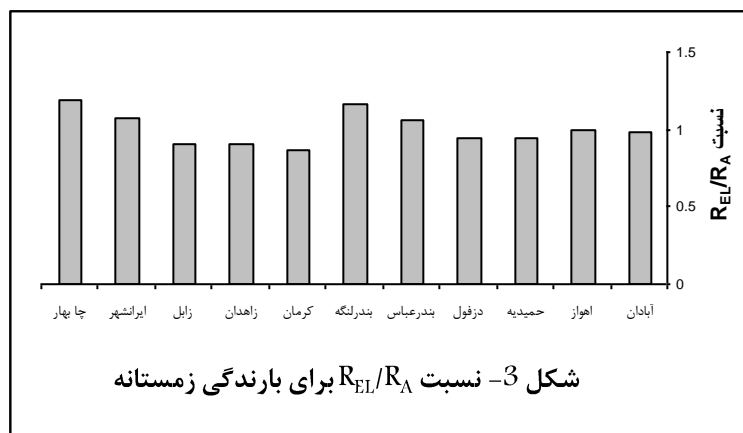
الف- رابطه بین پدیده انسو و بارندگی پائیزه: در شکلهای ۱ و ۲ نسبتهای بارندگی پائیزه در فازهای گرم و سرد به بارندگی دراز مدت در ایستگاههای منتخب نشان داده شده است. نتایج نشان میدهند که وقوع فاز گرم (النینو) با افزایش بارندگی در کلیه ایستگاهها توأم گردیده است که بیشترین مقدار ۱۱۰٪ در ایستگاه چابهار و کمترین مقدار ۱۶٪ در ایستگاه زابل و بندر لنگه بوده است (شکل ۱). همچنین وقوع فاز سرد با کاهش قابل توجه بارندگی پائیزه در کلیه ایستگاهها (بجز آبادان) همزمان گردیده که بیشترین مقدار ۷۳٪ در ایستگاه زابل و کمترین مقدار ۶٪ در ایستگاه حمیدیه بدست آمد (شکل ۲). بدست آمدن ارقام درصد بالا برای ایستگاههای جنوب شرقی را علاوه بر پدیده انسو، می توان به کم بودن بارندگی پائیزه در این ایستگاهها نیز منتسب کرد زیرا تغییر کمی در بارندگی باعث افزایش یا کاهش زیادی در درصد تغییرات می گردد. با این وجود، همزمانی تغییرات بارندگی پائیزه با وقوع فازهای گرم و سرد کاملا مشهود میباشد.

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل



ب- رابطه بین پدیده انسو و بارندگی زمستانه: نسبت‌های بارندگی زمستانه در فازهای گرم و سرد به بارندگی دراز مدت در ایستگاه‌های منتخب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که حساسیت بارندگی زمستانه نسبت به پدیده انسو بسیار کمتر و ملایم‌تر از بارندگی پاییزه بوده است. بعلاوه، همزمانی فازهای گرم و سرد و تغییرات بارندگی زمستانه نسبت به بارندگی پاییزه معکوس می‌باشد. در اکثر ایستگاه‌های تحت مطالعه وقوع فاز گرم با کاهش بارندگی و وقوع فاز سرد با افزایش بارندگی همزمان گردیده است. اما در ایستگاه‌های ساحلی شامل بوشهر، بندر عباس، بندر لنگه و چابهار رابطه بارندگی زمستانه و وقوع فازهای گرم و سرد همسو با بارندگی پاییزه بدست آمد یعنی همانند بارندگی پاییزه، وقوع فاز گرم با افزایش بارندگی و وقوع فاز سرد با کاهش بارندگی توأم گردیده است. در اکثر ایستگاه‌ها تغییرات بارندگی زمستانه در هنگام وقوع فاز گرم کمتر از ۱۰٪ بوده است. فقط در دو ایستگاه چابهار و بندر لنگه تغییرات بارندگی بترتیب ۱۹٪ و ۱۶٪ بدست آمد. در رابطه با فاز سرد نیز تغییرات مشاهده شده در بارندگی زمستانه در حدود ۱۰٪ بوده و فقط در ایستگاه چابهار ۵۰٪ کاهش در بارندگی زمستانه بدست آمد. این نتایج نشان دهنده رابطه ضعیف بین بارندگی زمستانه و پدیده انسو در اکثر ایستگاه‌ها می‌باشد.

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل



ج- مقایسه بارندگی در فازهای گرم و سرد: نسبت بارندگی در فاز گرم به بارندگی در فاز سرد (R_{EL}/R_{LA}) برای فصول پائیز و زمستان در جدول ۲ نشان داده شده است. در مورد بارندگی پائیزه این نسبت برای همه ایستگاهها بیشتر از واحد می باشد که بیانگر بیشتر بودن بارش در فاز گرم (النینو) نسبت به فاز سرد (گرم) می باشد. بیشترین مقدار این نسبت برابر با ۶/۶۴ و مربوط به ایستگاه ایرانشهر بوده که نشان دهنده حساسیت زیاد این ایستگاه نسبت به پدیده انسو می باشد. کمترین مقدار این نسبت برابر با ۱/۰۸ و مربوط به ایستگاه آبادان بوده و بیانگر حساسیت کم این ایستگاه به پدیده انسو می باشد. در رابطه با بارندگی زمستانه این نسبت برای اکثر ایستگاهها کمتر از واحد بوده (معکوس با فصل پائیز) و بیانگر کمتر بودن بارش زمستانه در فاز گرم نسبت به فاز سرد می باشد. فقط برای ایستگاههای ساحلی شامل بندرعباس، بندرلنگه و چابهار این نسبت در فصل زمستان نیز بیشتر از واحد بوده و نشان دهنده همزمانی وقوع فاز گرم و افزایش بارش در هر دو فصل پائیز و زمستان می باشد.

نتیجه گیری:

بررسی ها نشان می دهند که تغییرات بارندگی در ۱۲ ایستگاه منتخب در جنوب کشور در فصل پائیز با تغییرات پدیده النینو-نوسانات جنوبی (انسو) همسو بوده بطوریکه وقوع فاز گرم با افزایش قابل توجه بارندگی پائیزه (ترسالی) همزمان

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

گردیده است. متقابلاً وقوع فاز سرد با کاهش قابل توجه بارندگی پائیزه و وقوع خشکسالی شدید همسو می باشد. در رابطه با بارندگی زمستانه نتایج حاکی از یک رابطه معکوس (نسبت به بارندگی پائیزه) بین بارندگی و پدیده النینو-نوسانات جنوبی (انسو) در اکثر ایستگاهها می باشد. بطوریکه وقوع فاز گرم با کاهش بارندگی و وقوع فاز سرد با افزایش بارندگی توأم بوده است. در ایستگاههای ساحلی شامل بندرعباس، بندرلنگه و چابهار تغییرات بارندگی زمستانه نسبت به پدیده انسو همسو با بارندگی پائیزه بدست آمد. بطورکلی، تغییرات بارندگی زمستانه در فازهای گرم و سرد در حدود ۱۰٪ و یا کمتر بوده که حاکی از ارتباط ضعیف بین بارندگی زمستانه و پدیده انسو می باشد. در نتیجه با استفاده از شاخص نوسانات جنوبی (SOI) و پیش بینی فازهای گرم (النینو) و سرد (لانینا) پدیده انسو (ENSO) می توان بارندگی پائیزه و وقوع خشکسالیها و ترسالیهای آینده را پیش بینی و در برنامه ریزی جهت بهره برداری از منابع آبی مورد استفاده قرار داد.

جدول ۲- نسبت بارندگی در فاز گرم به بارندگی در فاز سرد (R_{EL}/R_{LA}) در ایستگاههای تحت مطالعه

ایستگاه	بارش پاییزه	بارش زمستانه
آبادان	۱/۰۸	۰/۸۶
اهواز	۱/۹۸	۰/۹۱
حمیدیه	۱/۴۵	۰/۸۵
دزفول	۱/۷۳	۰/۸۴
بوشهر	۱/۵۳	۱/۱۲
بندرعباس	۳/۳۳	۱/۱۳
بندرلنگه	۲/۱۶	۱/۲۳
کرمان	۱/۷۷	۰/۸۲
زاهدان	۲/۰	۰/۸۲
زابل	۴/۳۸	۰/۸۷
ایرانشهر	۶/۶۴	۱/۰۲
چابهار	۵/۴۷	۲/۳۹

منابع:

[۱] پوینده، ا. ن. مرادزاده و سید م. ج. ناظمالسادات، ۱۳۸۳، تاثیر پدیده النینو نوسانات جنوبی بر میزان رطوبت نسبی. دومین کنفرانس ملی دانشجویی منابع آب و خاک. ۲۳ و ۲۴ اردیبهشت، شیراز.

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387- دانشگاه زابل

[۲] خوش اخلاق، ف. (۱۳۷۷). پدیده انسو و تاثیرات آن بر رژیم بارش ایران. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۵۱، ص: ۱۴۱-۱۳۰.

[۳] رضائی صدر، ح.، ع. بهنیا و س.ع. موسوی. (۱۳۸۷). تاثیر پدیده النینو-نوسانات جنوبی (ENSO) بر نوسانات بارش فصلی در حاشیه جنوبی دریای خزر. اولین کنفرانس بین المللی تغییرات زیست محیطی منطقه خزری، ۳ تا ۴ شهریور، دانشگاه مازندران، بابلسر.

[۴] فاتحی مروج، الف، ع. برهانی داریان و م. ح. مهدیان، ۱۳۸۵، پیش بتنی بارش فصلی با استفاده از پیوند از دور: مطالعه موردی حوضه آبریز دریاچه ارومیه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره سوم (الف)، پائیز، ص: ۴۵-۵۷.

[۵] قاسمی، ار.، ۱۳۸۲، خشکسالی هواشناسی در ایران و ارتباط آن با النینو-نوسانات جنوبی و دمای سطح آب دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ۱۰۸ صفحه.

[۶] علیزاده، ا.، ۱۳۸۵، اصول هیدرولوژی کاربردی. چاپ نوزدهم. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۸۰۷ صفحه.

[۷] ناظم السادات، م. ج.، ۱۳۸۰، آیا باران میبارد؟ خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران و ارتباط آنها با پدیده النینو-نوسانات جنوبی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۰۳ صفحه.

[۸] یاری اردکول، ع و ار. قاسمی، ۱۳۸۳، بررسی نوسانات پاییزه استان خراسان تحت تاثیر پدیده ENSO. همایش پیش بینی عددی وضع هوا. ۳۰ آذر. پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو

[9] Arpe, K., L. Bengtsson, G.S. Golitsyn, I.I. Mokhov, V.A. Semenov, and P.V. Sporyshev, 2000, Connection between Caspian Sea level variability and ENSO. *Geophys. Res. Lett.*, 27, 2693-2696.

[10] Kiladis, G.N. and H.F. Diaz, 1989, Global climate anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J. Climate*, 2, 1069-1090.

[11] Mariotti, A., N. Zeng, and K.M. Lau, 2002, Euro-Mediterranean rainfall and ENSO- a seasonally varying relationship. *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 29, No. 12, 10. 1029-2001 GL014248.

[12] Moran. V. and G. Plaut., 2003. The impact of Elnino-Southern Oscillation upon weather regimes over Europe and the North Atlantic during Boreal winter. *International Journal of Climatology*. 23(4): 363-379.

[13] Nazemosadat, M.J. and I. Cordery, 2000a, On the relationship between ENSO and autumn rainfall in Iran. *Int. J. Climate*, 1: 47-62.

[14] Nazemosadat, M.J. and I. Cordery, 2000b, The impact of ENSO on winter rainfall in Iran. 3rd International Hydrology and Water Resources Symposium. Australia. Nov. pp 110.

کنفرانس بین المللی بحران آب 20-22 اسفندماه 1387 - دانشگاه زابل

[15] Price, C., L. Stone, A. Huppert, B. Rajagopalan, and P. Alpert, 1998, A possible link between El-Nino and precipitation in Isreal. *Geophys. Res. Lett.*, 25, 3963-3966.

[16] Rodo, X., E. Beart, and F.A. Comin, 1997, Variation in seasonal rainfall in southern Europe during present century: Relationship with the North Atlantic Oscillation and the El-Nino Southern Oscillation. *Clim. Dyn.*, 13, 275-284.

[17] Ropelewski, C.F., and M.S. Halpert, 1987, Global and regional scale precipitation patterns associated with the Elnino-Southern Oschllation. *Mon. Weath. Rev.*, 115, 1606-1626.

[18] Turkes, M., 1998, Influence of geopotential heights, cyclone frequency and the Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey. *Int. J. Climat.*, 18, 649-680.