

ارزیابی اثرات پدیده ال نینو بر آبدهی و سیلاب رودخانه کارون در دوره آماری تاریخی

کوروش رضازاده^۱

راضی خلف^۲

چکیده

در این تحقیق با استفاده از شاخص نینوی اقیانوسی (ONI) در طول دوره‌ی آماری سالهای آبی ۱۳۳۴ تا ۱۴۰۱، دوره‌های ال نینو و لانینا مشخص شده است و همزمان با این دوره‌ها آبدهی ماهانه‌ی طبیعی حوضه کارون و سیلاب‌های اتفاق افتاده در رودخانه کارون در محل سد کارون ۳ به دست آمده و مقایسه شده‌اند. در نتیجه‌ی بررسی مقدار آبدهی و شدت سیلاب در دوره‌های ال نینو و مقایسه‌ی آن با سایر وضعیت‌ها مشخص شد که به طور میانگین در فصول مختلف مقدار آورد طبیعی حوضه کارون در دوره‌های ال نینو ۶ تا ۲۷ درصد افزایش می‌یابد. بیشترین افزایش آورد، مربوط به فصل پاییز و کمترین افزایش، مربوط به فصل تابستان است. همچنین شدیدترین سیلاب‌های رودخانه‌ی کارون، همزمان با وضعیت ال نینو به وقوع پیوسته و به نظر می‌رسد شدت ال نینو با شدت سیلاب‌های این رودخانه، نسبت مستقیم دارد.

واژه‌های کلیدی

ال نینو، حوضه‌ی کارون، آبدهی، سیلاب

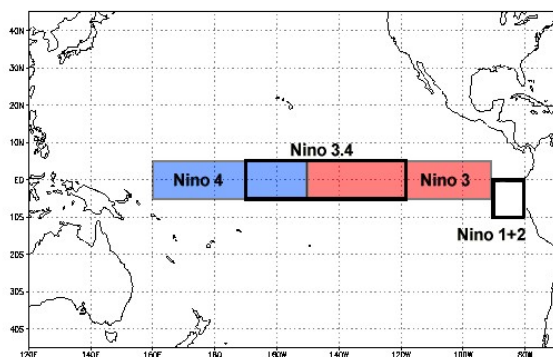
۱ - کارشناس ارشد مهندسی آب، شرکت مهندسی مشاور دزآب، Rezazadeh.k@gmail.com

۲ - دکترای منابع آب، شرکت مهندسی مشاور دزآب

مقدمه

برخوردار است بطوری که دمای سطح آب در این ناحیه را برای تشخیص النینو (فاز گرم) و لاینو (فاز سرد) دائماً اندازه‌گیری می‌کنند. موقعیت این نواحی در شکل ۱ آمده است.

شاخص نینو اقیانوسی به اختصار ONI، یکی از شاخص‌هایی است که برای پیش‌وقوع ال‌نینو به کار برده می‌شود. این شاخص بر اساس ناهنجاری‌های دمای سطح آب دریا (SST) می‌باشد و بعنوان میانگین انحراف متوسط دمای سطح آب در ناحیه نینو ۳.۴ طی ۳ ماه متوالی بر پایه‌ی اطلاعات ERSST NOAA تعریف می‌شود.



niño 1+2 (0°-10°south)(90°west-80°west)
niño 3 (5°north-5°south)(150°west-90°west)
niño 4 (5°north-5°south)(160°east-150°west)
niño 3.4 (5°north-5°south)(170-120°west)

شکل ۱: تقسیم نواحی اقیانوس آرام جنوبی برای اندازه‌گیری دمای سطح آب

رویدادهای (النینو یا لاینو) بعنوان ۵ ماه متوالی (همپوشانی ۳ ماه فصل) تعیین می‌شوند. مقادیر ONI مساوی یا بزرگتر از ۰.۵+ درجه سلسیوس ناهنجاری برای رویدادهای گرم (النینو) و مساوی یا کوچکتر از ۰.۵- درجه سلسیوس برای رویدادهای سرد (لاینو) تعریف می‌شوند. شدت شرایط النینو و لاینو نیز با توجه به مقدار شاخص ONI درجه‌بندی می‌شوند. در جدول شماره ۱ تقسیم‌بندی رویدادهای النینو و لاینو درج شده است.

ال‌نینو یک الگوی آب و هوایی است که گرم شدن غیرعادی آب‌های سطحی در شرق اقیانوس آرام استوایی را توصیف می‌کند. ال‌نینو "فاز گرم" یک پدیده‌ی بزرگتر به نام نوسان ال‌نینو-جنوبی ENSO است. لاینو، (فاز خنک ENSO)، الگویی است که سرد شدن غیرمعمول آب‌های سطحی منطقه را توصیف می‌کند. ال‌نینو بر دمای اقیانوس‌ها، سرعت و قدرت جریان‌های اقیانوسی و آب و هوای محلی از استرالیا تا آمریکای جنوبی و فراتر از آن تأثیر می‌گذارد. حوادث ال‌نینو به طور نامنظم در فواصل دو تا هفت ساله رخ می‌دهد.

اقلیم‌شناسان تشخیص دادند که ال‌نینو همزمان با نوسان جنوبی رخ می‌دهد. نوسان جنوبی تغییر فشار هوا بر روی اقیانوس آرام استوایی است. هنگامی که آب‌های ساحلی در شرق اقیانوس آرام استوایی (ال‌نینو) گرمتر می‌شوند، فشار اتمسفر بالای اقیانوس کاهش می‌یابد. اقلیم‌شناسان این پدیده‌های مرتبط را به عنوان نوسان ال‌نینو-جنوبی ENSO تعریف می‌کنند.

در این مقاله، اثرات دوره‌های ال‌نینو بر تغییرات آب‌دهی ماهانه و فصلی رودخانه‌ی کارون و شدت و فراوانی وقوع سیلاب در این رودخانه، مورد بررسی قرار گرفته است.

معرفی دوره‌های ال‌نینو و لاینو

نوسان جنوبی در واقع یک حرکت نوسانی فشار هوا در مقیاس جهانی بین شرق و غرب اقیانوس آرام استوایی است. گردش عمومی جو زمین تحت تأثیر تغییرات فشار هوا این مراکز قرار گرفته و دگرگونی‌های خاص خود را ایجاد می‌کنند (مرکز بین‌المللی تحقیقات جوی، ۲۰۲۳).

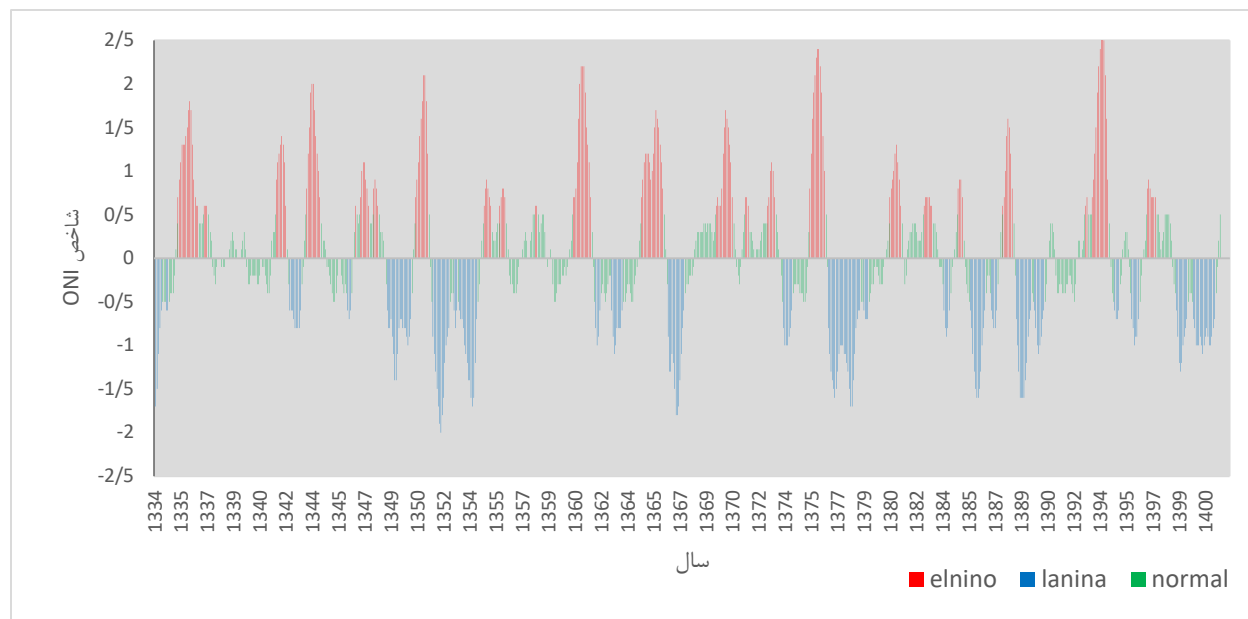
برای پیش‌پدیده‌ی ال‌نینو اقیانوس آرام استوایی (eq) را برای سهولت مطالعه و اندازه‌گیری دمای سطح آب در این نواحی، به ۴ ناحیه nino 1+2, nino 3, nino 3.4, و nino 4 تقسیم می‌کنند. از این نواحی ناحیه nino 3.4 از اهمیت ویژه‌ای

طبق منسجم‌ترین مجموعه داده، ERSSTv5، میانگین سه‌ماهه ONI برای دوره آماری ۱۹۵۰ لغایت ۲۰۲۳ از مرکز بین‌المللی آب و هوا (مرکز پیش بینی آب و هوا سرویس ملی آب و هوا، ۲۰۲۳) استخراج گردید. مقادیر ارائه شده برای شاخص ONI بر اساس تقویم میلادی است، لذا جهت بررسی تغییرات شاخص ONI و انطباق آن با آورد طبیعی حوضه‌یکارون، با کمی تقریب دوره های النینو به تقویم شمسی انتقال داده شد. در شکل (۲) دوره‌های ال‌نینو و لانینا در دوره آماری ۱۳۳۴ تا ۱۴۰۲ روی یک نمودار نشان داده شده‌اند.

جدول ۱: درجه‌بندی شدت رویدادهای النینو و لانینا با توجه به

شاخص ONI

مقدار شاخص ONI	نوع رویداد
$ONI > 2$	النینو خیلی قوی
$2 \geq ONI \geq 1.5$	النینو قوی
$1.4 \geq ONI \geq 1$	النینو متوسط
$0.9 \geq ONI \geq 0.5$	النینو ضعیف
$0.4 \geq ONI \geq -0.4$	نرمال
$-0.5 \geq ONI \geq -0.9$	لانینا ضعیف
$-1 \geq ONI \geq -1.4$	لانینا متوسط
$-1.5 \geq ONI \geq -2$	لانینا قوی
$-2 > ONI$	لانینا خیلی قوی



شکل ۲: دوره‌های تاریخی ال‌نینو، لانینا و نرمال در طول دوره‌ی تاریخی

دوره‌های تاریخی ال‌نینو

تقریباً تمامی تحقیقات انجام شده در ایران نیز رخداد ال‌نینو را با افزایش بارش‌های فراگیر در دوره‌ی سرد سال مرتبط برای اینکه یک دوره به عنوان دوره‌ی النینو واجد شرایط باشد و در رکورد تاریخی ONI قرمز رنگ شود، باید حداقل برای ۵ دوره‌ی میانگین متوسط ۳ ماهه در آستانه یا بالاتر از ۰/۵ باشد.

می‌دانند. نتایج پژوهشگران در خاورمیانه نیز ارتباط پدیده انسو را با ناهنجاری‌های بارش بر روی منطقه نشان می‌دهد، بطوریکه سال‌های ال‌نینوی قوی با افزایش بارش زمستانی همراه بوده است (رضا کنعانی و بهرام اردبیلی، ۱۳۹۹)^۱ با توجه به نمودار شکل ۲، در دوره‌ی آماری مورد بررسی جمعاً ۱۷ دوره‌ی ال‌نینو بوقوع پیوسته است. در جدول ۲ دوره‌های ال‌نینو به همراه تاریخ وقوع و سایر مشخصات آنها ارائه شده است.

آغاز شده‌اند، مقدار شاخص $1/38$ ، در فصل تابستان $0/88$ و در فصل پاییز $0/82$ بوده است. در مقیاس ماهانه نیز، مقدار شاخص ONI، $1/55$ و حداکثر آن $2/6$ بوده که در آبان‌ماه 1394 بوقوع پیوسته است.

آبدهی طبیعی حوضه‌ی کارون بزرگ

هدف از این تحقیق، بررسی اثرات احتمالی پدیده‌ی النینو بر روی آورد طبیعی و سیلاب رودخانه‌های حوضه آبریز کارون بزرگ است. پدیده‌ی النینو روی بارش اثر می‌گذارد اما محاسبه‌ی بارش در سطح حوضه‌ی آبریز و در یک دوره‌ی آماری طولانی مدت، مستلزم تهیه‌ی نقشه‌های همباران در تمام سالهای آماری است. ضمن اینکه کمبود ایستگاههای باران سنجی و پراکندگی نامناسب آنها از دقت تهیه نقشه‌های همباران می‌کاهد. اما اثرات پدیده‌ی النینو در مرحله‌ی بعدی به آبدهی طبیعی رودخانه‌ها منتقل می‌شود. لذا در این بررسی برای بررسی اثرات پدیده‌ی النینو از اطلاعات آبدهی رودخانه‌های حوضه استفاده شده است.

برای این منظور، ابتدا آورد طبیعی حوضه‌ی کارون بزرگ در محل سدهای دز و گتوند علیا در دوره‌ی آماری $1335-1334$ تا $1400-1399$ (۶۶ سال) برآورد شد و مجموع آنها به عنوان آورد طبیعی حوضه‌ی کارون (منهای جلگه‌ی خوزستان) به کار برده شد.

برای تعیین آبدهی طبیعی حوضه‌ی کارون بزرگ، سری زمانی برداشت خالص آب از رودخانه‌های حوضه در بالادست سدهای دز و گتوند علیا در دوره‌ی آماری آبدهی با یک روش تقریبی تخمین زده شد و آبدهی طبیعی از مجموع برداشتهای خالص آب و آبدهی مشاهداتی در محل این سدها، به دست آمد. در جدول شماره ۳ میانگین ماهانه و فصلی آبدهی طبیعی حوضه‌ی کارون بزرگ در محل سدهای دز و گتوند علیا در دوره‌ی شاخص ارائه شده است (مهندسین مشاور دزآب - 1398).

تابستان و پاییز با مجموع آورد فصلی به ترتیب 2945 و 2896 میلیون مترمکعب در مراتب بعدی قرار می‌گیرند.

از کل دوره‌های ال نینو اتفاق افتاده در طول دوره‌ی شاخص آماری 66 ساله، 9 دوره در فصل بهار، 6 دوره در فصل تابستان

و 2 دوره در فصل پاییز آغاز شده است. بررسی‌ها نشان داد که در فصل زمستان هیچ دوره‌ی ال‌نینویی آغاز نشده است.

جدول ۲: مشخصات دوره های تاریخی ال نینو

سال شروع	ماه شروع النینو	ماه پایان	طول دوره النینو	میانگین ONI	ماکزیمم ONI
1336	1	4	16	1.18	1.8
1342	3	11	8	1.11	1.4
1344	3	1	11	1.4	2
1347	8	2	7	0.89	1.1
1351	2	11	10	1.47	2.1
1355	6	11	6	0.73	0.9
1356	6	10	5	0.72	0.8
1361	2	3	14	1.429	2.2
1365	6	10	17	1.176	1.7
1370	3	3	13	1.07	1.7
1373	6	11	6	0.85	1.1
1376	2	1	12	1.77	2.4
1381	3	11	9	0.94	1.3
1383	5	11	7	0.66	0.7
1388	5	12	8	1.1	1.6
1394	1	1	13	1.78	2.6
1397	7	1	7	0.757	0.9
	4.1	6.7	10	1.12	1.55
			17	1.78	2.6

متوسط طول دوره ال‌نینو در دوره‌های مختلف 10 ماه می‌باشد در حالی که حداکثر آن 17 ماه بوده و از شهریورماه 1365 آغاز شده و تا دی‌ماه سال 1366 ادامه داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که طول دوره‌ی ال‌نینوهای که در فصل بهار آغاز شده‌اند طولانی‌تر از بقیه فصل‌ها بوده و بطور متوسط 12 ماه می‌باشد.

میانگین شاخص ONI در کل دوره‌های ال نینو، $1/12$ و حداکثر آن $1/78$ می‌باشد. بررسی شاخص ONI در مقیاس فصلی حاکی از آن است که در دوره‌های النینویی که از بهار در مقیاس فصلی، بیشترین آورد فصلی متعلق به فصل بهار به مقدار 8797 میلیون مترمکعب و پس از آن، فصل زمستان، به میزان 6026 میلیون مترمکعب می‌باشد. فصول

جدول ۳: میانگین ماهانه و فصلی آبدهی طبیعی حوضه‌ی کارون و دز تا سدهای دز و گتوندعلیا - میلیون متر مکعب

سال آبی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
میانگین	619	823	1454	1513	1897	2616	3763	3114	1920	1263	930	752	20664
مجموع آورد	پاییز			زمستان			بهار			تابستان			
فصلی	2896			6026			8797			2945			

ارزیابی آورد فصلی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال

نینو

بررسی آورد فصلی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال نینو و مقایسه‌ی آن با دوره‌ی بلندمدت نشان می‌دهد متوسط مجموع آورد، در فصل پاییز هم‌زمان با پدیده‌های ال نینو، ۳۶۸۰ میلیون مترمکعب است که ۲۷ درصد بیش از میانگین دراز مدت بوده است. ضمن اینکه افزایش آورد فصل پاییز بیشتر تحت تأثیر ال نینوهای است که در فصل تابستان آغاز شده‌اند.

متوسط مجموع آورد فصل زمستان هم‌زمان با پدیده‌های ال نینو، ۷۰۴۴ میلیون مترمکعب است که ۱۷ درصد بیش از حالت نرمال درازمدت بوده است. ال نینوهای که در فصل پاییز آغاز شده‌اند بیشترین افزایش در آبدهی فصل زمستان را ایجاد کرده‌اند.

متوسط مجموع آورد در فصل بهار هم‌زمان با پدیده‌های ال نینو، ۱۱۰۰۲ میلیون مترمکعب است که ۲۵ درصد بیش از میانگین درازمدت بوده است. آورد فصل بهار بیشتر تحت تأثیر ال نینوهای که در فصل پاییز آغاز شده اند، افزایش یافته است.

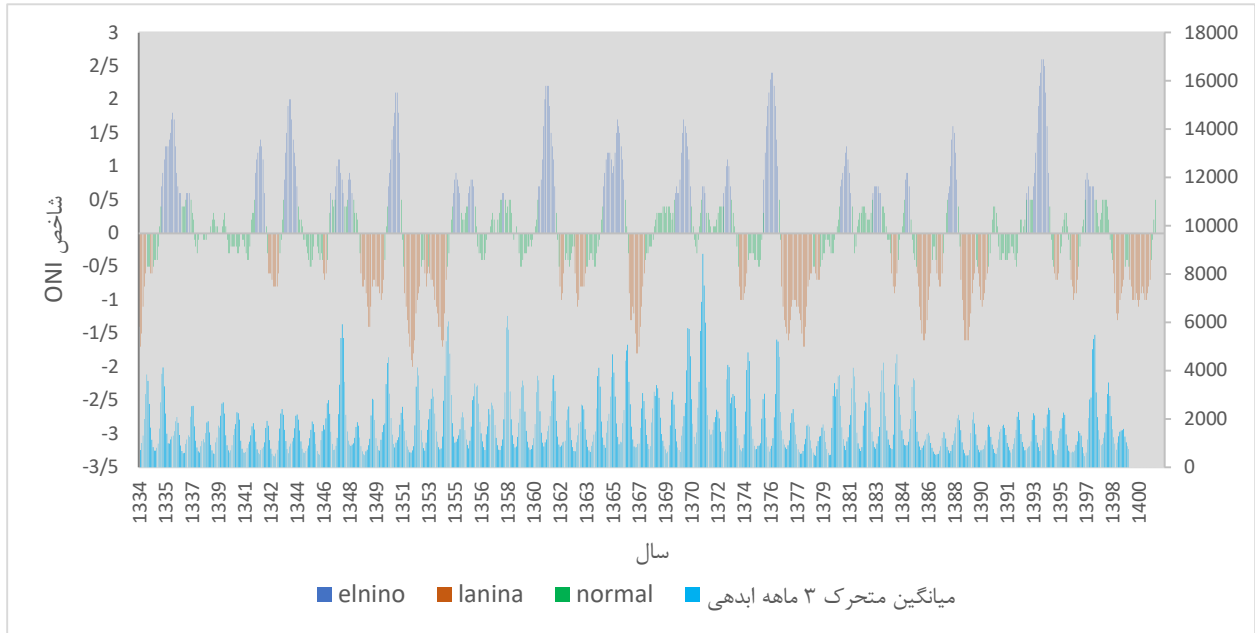
متوسط مجموع آورد در فصل تابستان هم‌زمان با پدیده‌های ال نینو، ۳۱۳۵ میلیون مترمکعب است و ۶/۴ درصد بیش از نرمال درازمدت بوده است. آورد فصل تابستان چندان تحت تأثیر ال نینو قرار نمی‌گیرد.

در شکل شماره ۳ آبدهی ماهانه‌ی حوضه‌ی کارون هم‌زمان با مقدار ماهانه شاخص ال نینو ترسیم شده است. در این نمودار می‌توان افزایش آبدهی در دوره‌های ال نینو را مشاهده کرد.

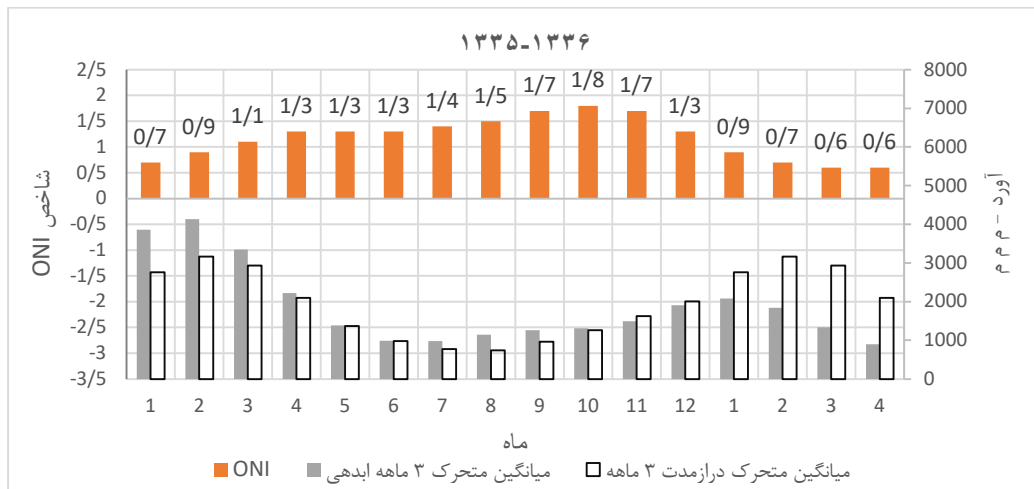
ارزیابی آورد ماهانه‌ی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال

ال نینو

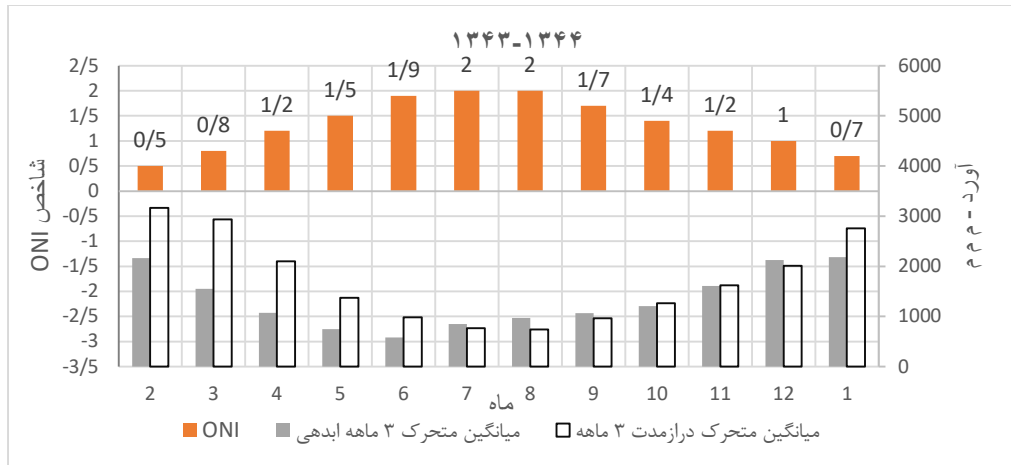
در این بخش، به منظور بررسی هم‌زمان وقوع پدیده‌ی ال نینو و آورد ماهانه، در ابتدا میانگین متحرک ۳ ماهه‌ی شاخص ONI و میانگین متحرک سه ماهه نظیر آورد حوضه‌ی کارون برای رخدادهای مختلف پدیده‌ی ال نینو به طور جداگانه در دوره‌ی زمانی موجود استخراج و ترسیم گردید. در شکل‌های شماره (۴) تا (۱۲)، میانگین متحرک ۳ ماهه آورد حوضه‌ی کارون و مقدار میانگین متحرک ۳ ماهه شاخص ONI در جریان ۹ پدیده‌ی ال نینو که نسبتاً طولانی بوده و شامل فصل‌های پاییز و زمستان هستند، نشان داده شده است. به منظور بررسی و مقایسه‌ی اثر ال نینو بر روی تغییرات آبدهی، در این نمودارها میانگین متحرک متوسط درازمدت آبدهی ۳ ماهه حوضه‌ی کارون نیز اضافه شده است.



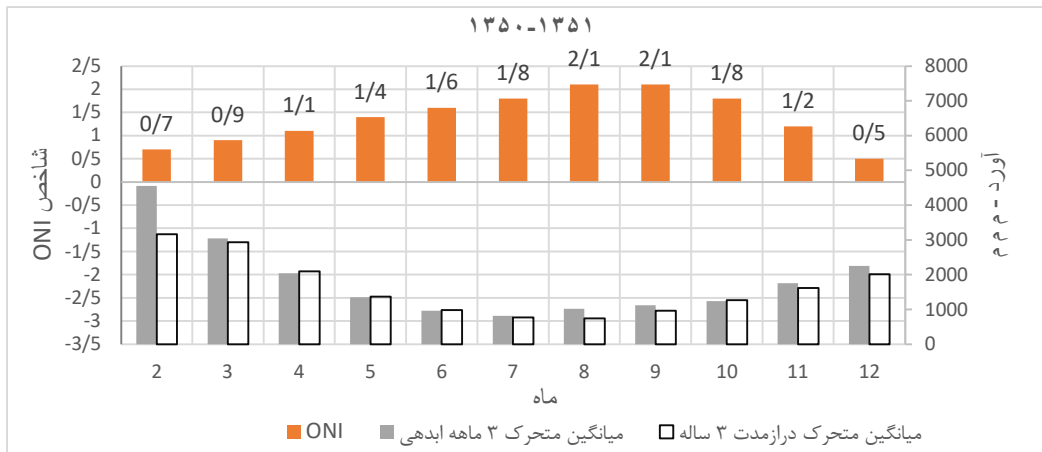
شکل ۳: دوره‌های ال‌نینو و لانینا به همراه میانگین متحرک ۳ ماهه آبدهی حوضه کارون در دوره‌ی آماری مشترک



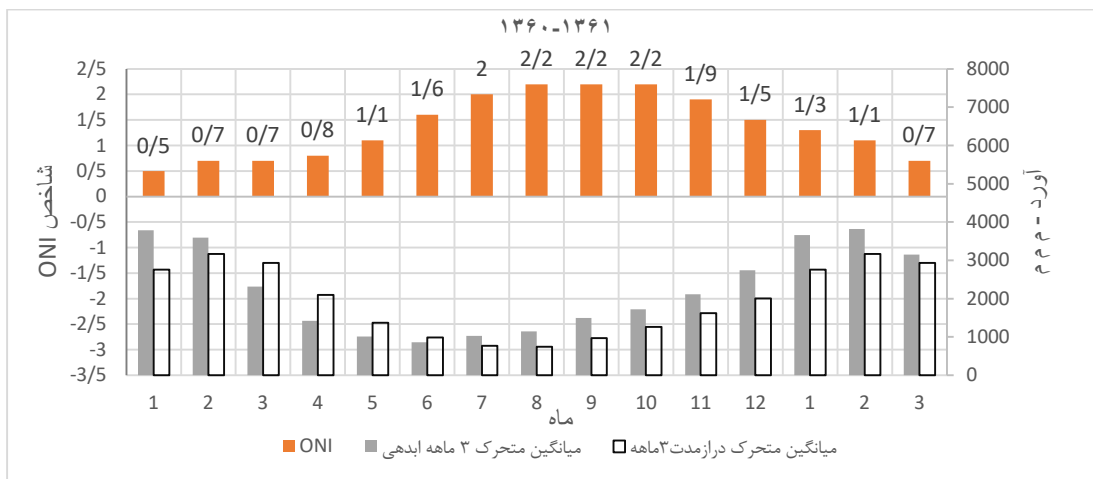
شکل (۴): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۱۳۳۵-۳۶



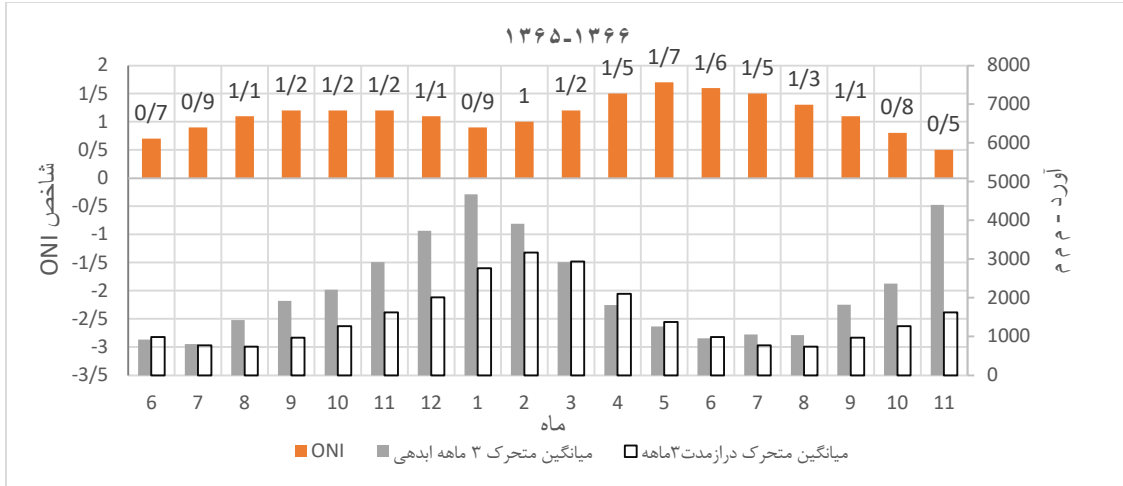
شکل (۵): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال نینو سال ۴۴-۱۳۴۳



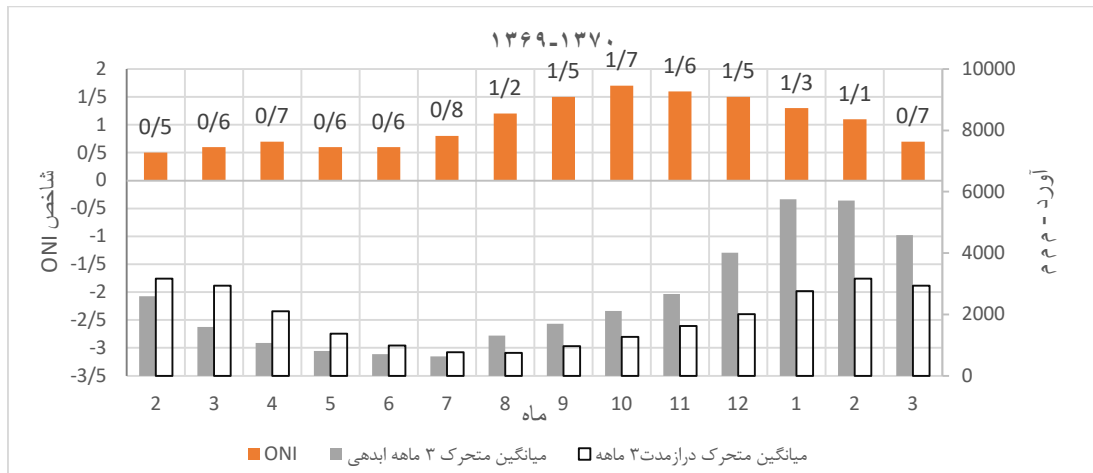
شکل (۶): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال نینو سال ۵۱-۱۳۵۰



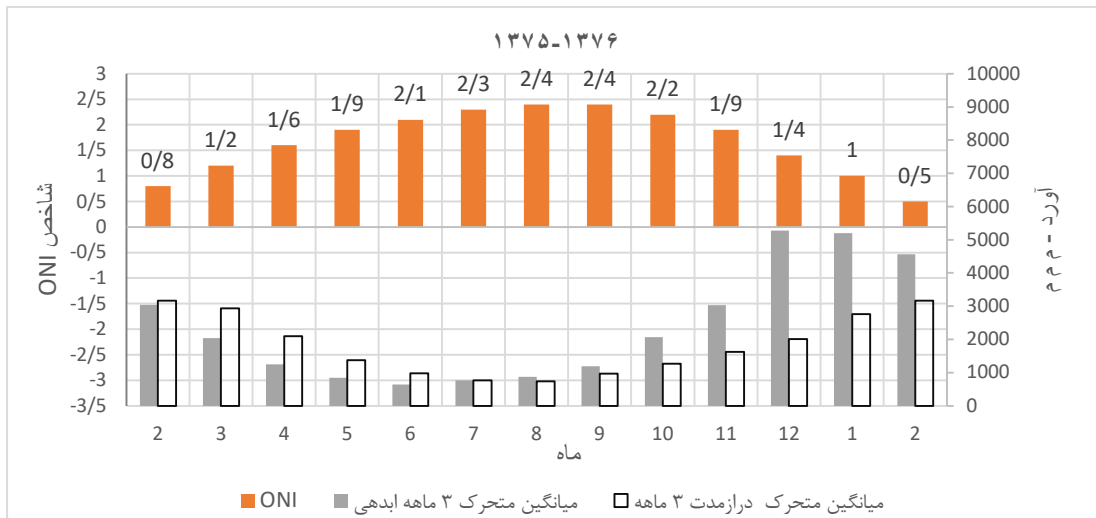
شکل (۷): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال نینو سال ۶۱-۱۳۶۰



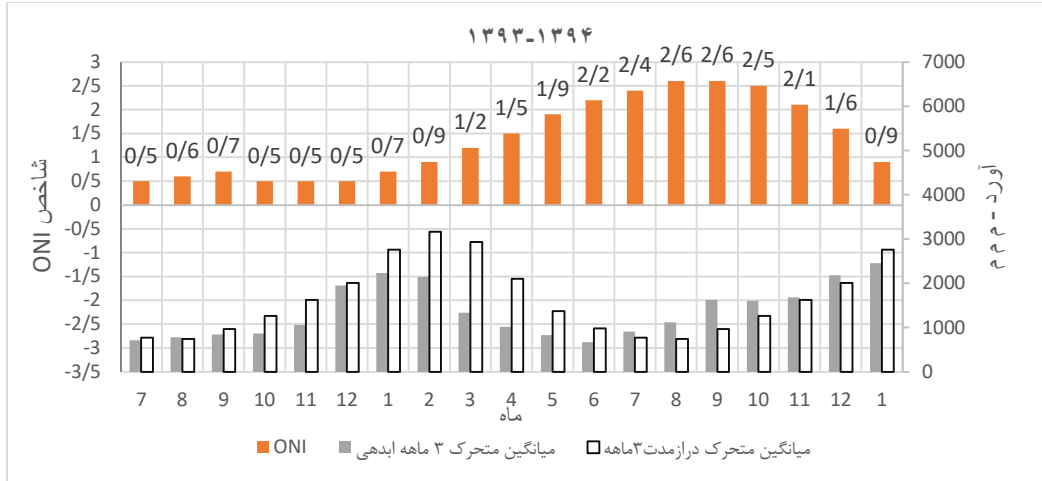
شکل (۸): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۶۶-۱۳۶۵



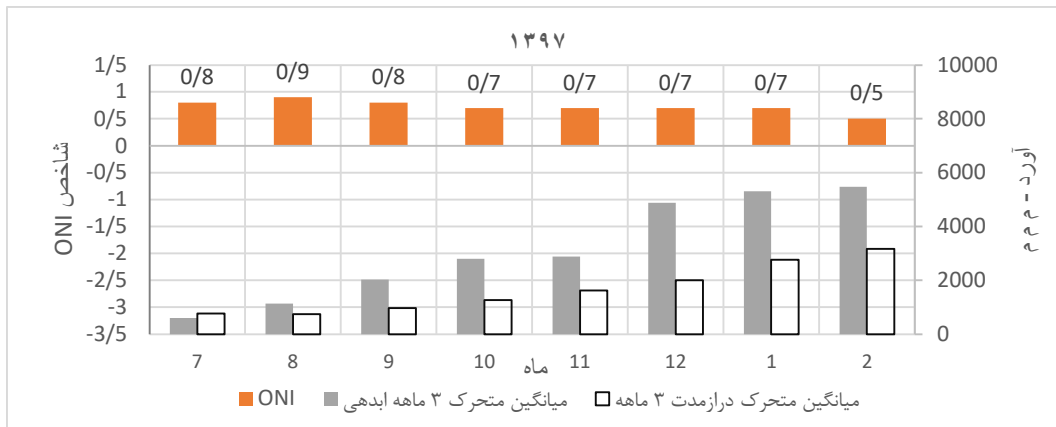
شکل (۹): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۷۰-۱۳۶۹



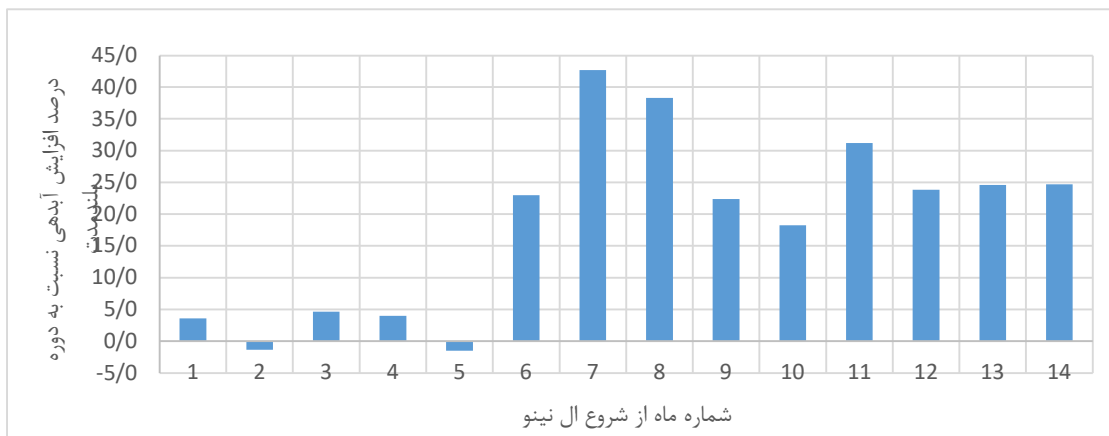
شکل (۱۰): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۷۶-۱۳۷۵



شکل (۱۱): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال نینو سال ۱۳۹۳-۹۴



شکل (۱۲): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال نینو سال ۱۳۹۷



شکل (۱۳): میانگین درصد افزایش میانگین متحرک ۳ ماهه‌ی آبدهی در دوره‌های ال نینو نسبت به میانگین بلندمدت

افزایش یافته است. جدیدترین شاخص IRI نشان می‌دهد که ال نینو در زمستان ۲۰۲۳-۲۰۲۴ تا نیمکره‌ی شمالی ادامه خواهد داشت.

پژوهشگران از تداوم رشد ال نینو تا پاییز خبر می‌دهند که در زمستان امسال با شدت متوسط تا قوی به اوج خود می‌رسد (۸۱ درصد احتمال وقوع ال نینو در نوامبر-ژانویه- شاخص ≤ 1.0 درجه سانتی‌گراد). به طور خلاصه، بیش از ۹۰٪ احتمال وجود دارد که ال نینو در زمستان نیمکره‌ی شمالی ادامه یابد. در شکل شماره ۱۴ منحنی مقادیر شاخص ONI در طی رخدادهای قبلی ال نینو در دوره‌های زمانی گذشته و سال ۲۳-۲۰۲۲ ارائه شده است.

با بررسی‌های انجام شده، مشخص گردید که بین زمان وقوع ال نینو و زمان بروز تأثیرات آن در حوضه‌ی کارون بین یک تا دو فصل اختلاف فاز وجود دارد. با استفاده از این قاعده سعی می‌شود روابط منطقی حاکم بر مقدار شاخص ال نینو و میزان آورد حوضه طی فصل‌های مختلف را بر اساس پدیده‌های قبلی استخراج و سپس با در دست داشتن و یا پیش‌بینی مقادیر شاخص ONI نسبت به پیش‌بینی مقدار آورد حوضه برای فصل‌های آتی اقدام نمود.

با توجه به اشکال شماره ۴ تا ۱۲ به نظر می‌رسد بین افزایش آبدی در فصل پاییز و مقدار شاخص ال نینو در فصل تابستان رابطه‌ای وجود دارد. بنابراین در گام نخست مقادیر شاخص ONI در فصل تابستان و مجموع آورد فصل پاییز حوضه‌ی کارون استخراج گردید. شکل (۱۵) تغییرات شاخص النینوی فصل تابستان را با مقادیر آورد فصل پاییز در طی رخدادهای قبلی النینو نشان می‌دهد. همانطور که در این نمودار مشاهده می‌شود آورد فصل پاییز هم با کاهش شاخص ال نینو و هم با افزایش این شاخص، افزایش یافته است و به طور کلی نمی‌توان رابطه‌ای ریاضی بین این دو پارامتر به دست آورد.

این بررسی در مورد رابطه‌ی بین مقدار شاخص النینو در فصل پاییز و مقدار آورد فصل زمستان نیز در طی رخدادهای تاریخی النینو انجام شده و نتیجه‌ی آن در شکل شماره ۱۶ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود بین مقدار شاخص ال نینو و مقدار آورد فصل زمستان، رابطه‌ی همبستگی مناسبی وجود ندارد و لذا

نتایج بررسی‌های این مشاور نشان داد که بطور عمده دوره‌های ال نینو از فصل بهار (فروردین و اردیبهشت) آغاز می‌شوند و تا اواخر سال ادامه یافته و بعضاً مشاهده می‌شود که تا بهار سال بعد هم ادامه می‌یابند.

نمودارهای ارائه شده نشان می‌دهد روند تغییرات مقدار میانگین متحرک ۳ ماهه شاخص ONI در اکثر رخدادهای النینو به شکل زنگوله‌ای بوده و به نظر می‌رسد که از توزیع نرمال پیروی می‌کند. در غالب پدیده‌های ال نینو پس از ۵ تا ۶ ماه از شروع ال نینو، شاخص ONI به ماکزیمم خود می‌رسد و دوره‌ی پیک شاخص حدود ۳ ماه به طول می‌انجامد.

مقایسه‌ی میانگین متحرک آبدی ۳ ماهه در دوره‌های ال نینو با میانگین درازمدت آبدی ۳ ماهه در این دوره‌ها نشان می‌دهد که در ماه‌های ابتدایی ال نینو، آبدی تغییر زیادی نکرده و تقریباً با میانگین درازمدت برابر است اما همزمان با پیک شاخص ال نینو، مقدار آبدی نیز نسبت به میانگین درازمدت به یکباره افزایش می‌یابد و روند افزایشی آن تقریباً تا پایان النینو تداوم می‌یابد. در شکل شماره ۱۳ میانگین افزایش آبدی متحرک ۳ ماهه حوضه‌ی کارون نسبت به دوره‌ی بلندمدت در ۹ دوره‌ی ال نینو مورد بررسی ارائه شده است. با توجه به این نمودار پس از ۵ تا ۶ ماه از آغاز النینو و تقریباً همزمان با پیک ال نینو، میانگین آبدی نسبت به دوره‌ی بلندمدت بین ۲۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. لذا روند افزایش آبدی حوضه نسبت به میانگین بلندمدت با یک تأخیر ۵ تا ۶ ماهه آغاز می‌شود و تا پایان دوره‌ی النینو ادامه می‌یابد.

پیش بینی آورد فصلهای پاییز و زمستان ۱۴۰۲ بر اساس شاخص پدیده‌ی النینو

مطالعات مؤسسات بین‌المللی نشان داده است در ماه ژوئن سال جاری، ال نینو ضعیف با دمای بالاتر از متوسط سطح دریا (SSTs) در سراسر اقیانوس آرام استوایی همراه بوده است و آنومالی میانگین دمای زیرسطحی نسبت به ماه می با ناهنجاری‌های مثبت در زیر سطح اقیانوس آرام استوایی

لاینا اتفاق افتاده است. با توجه به این سوابق، می‌توان گفت بیشتر سیلابهای بسیار بزرگ حوضه‌ی کارون، در دوره ال‌نینو به وقوع پیوسته است.

برای بررسی رابطه‌ی بین شدت شاخص ال‌نینو و شدت سیلاب‌های رودخانه‌ی کارون، در جدول شماره ۶ مشخصات ۲۰ سیلاب بزرگ حوضه‌ی کارون و شاخص ال‌نینوی همزمان با این سیلابها درج شده است.

همانطور که در این جدول آمده است، بزرگترین سیلاب حوضه‌ی کارون، همزمان با شدیدترین دوره‌ی ال‌نینو به وقوع پیوسته و ۶ سیلاب از ۷ سیلاب بزرگ، همزمان با ال‌نینوی متوسط یا قوی بوده‌اند به عبارت دیگر بیش از ۶۳ درصد سیلاب‌های بزرگ اتفاق افتاده در دوره‌های ال‌نینو با شدت متوسط و قوی واقع شده‌اند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که شدت سیلاب با شدت ال‌نینو رابطه مستقیم دارد و هر چقدر شاخص ال‌نینو بزرگتر باشد انتظار می‌رود سیلابی با شدت بیشتر در دوره ال‌نینو اتفاق افتد.

جدول ۵: فراوانی وقع سیلابهای روخانه‌ی کارون در دوره‌های ال‌نینو، لاینا و نرمال در طول دوره آماری گذشته

وضعیت	تعداد سیل	درصد فراوانی	فراوانی در ۱۰ سیل بزرگ	فراوانی در ۲۰ سیل بزرگ
ال‌نینو	28	35	7	11
لانی	13	16	1	1
نرما	39	49	2	8
مجموع	80	100	10	20

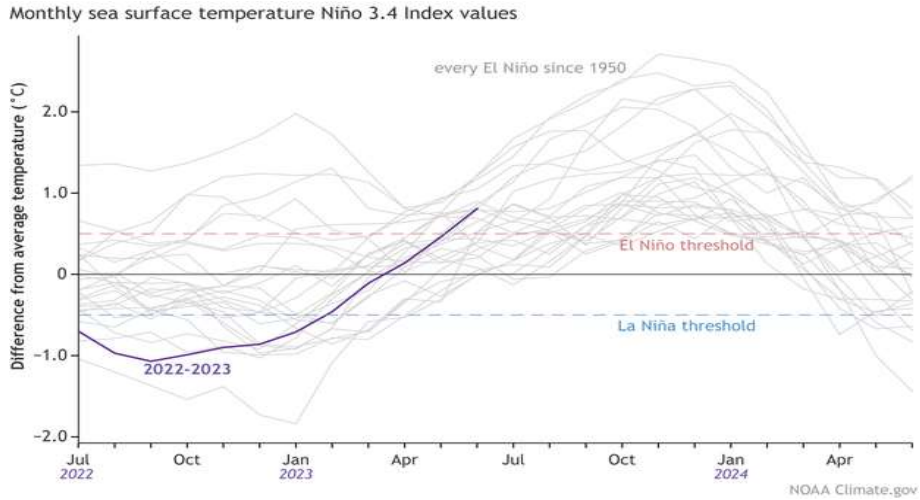
پیش‌بینی آورد حوضه در فصل زمستان مبتنی بر شاخص ال‌نینو امکان‌پذیر نیست.

به طور کلی و به عنوان نتیجه‌ی این بررسی، می‌توان گفت میزان تأثیر فاز و شدت انسو بر آبدهی و بارش علاوه بر شدت ال‌نینو به دیگر پارامترهای محلی، منطقه‌ای و سایر دورپیوندها هم بستگی دارد لذا نمی‌توان مقدار افزایش آورد را تنها با استفاده از شدت ال‌نینو پیش‌بینی کرد.

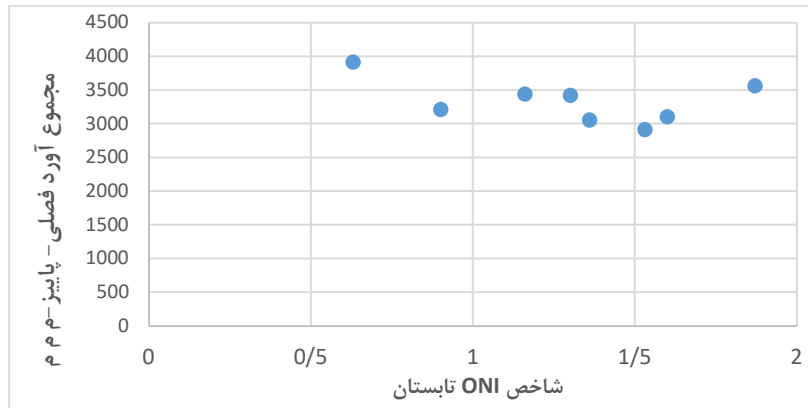
ارزیابی اثرات پدیده‌ی ال‌نینو بر وقوع سیلاب در حوضه‌ی کارون

برای بررسی اثرات احتمالی پدیده‌ی ال‌نینو بر فراوانی و شدت سیلاب‌های حوضه‌ی کارون، اطلاعات سیلاب‌های ثبت شده‌ی رودخانه‌ی کارون در محل ایستگاه پل شالو و سد کارون ۳ جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است پس از ساخت سد کارون ۳، ایستگاه پل شالو که تقریباً در همان محل قرار داشت، برچیده شد. در نتیجه این کار مشخصات ۸۰ سیلابی که در فاصله‌ی سالهای ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۸ در موقعیت سد کارون ۳ اتفاق افتاده است، جمع‌آوری گردید.

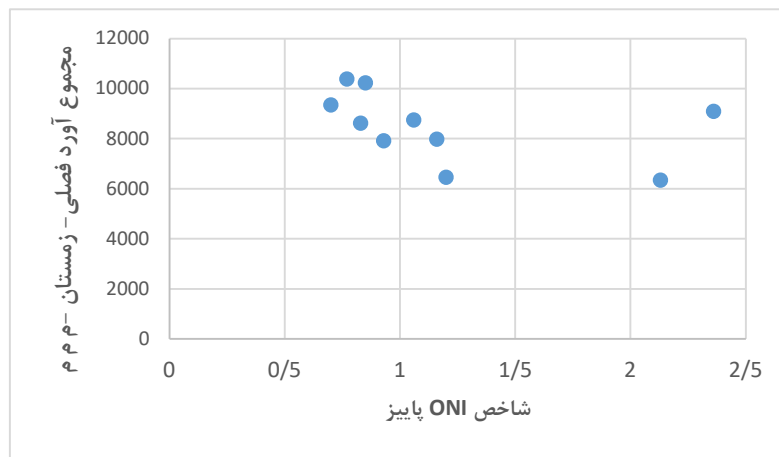
در شکل شماره ۱۷ مقادیر شاخص ONI و پیک سیلاب‌های حوضه‌ی کارون همزمان با این پدیده در طول دوره‌ی آماری ارائه شده است. در این نمودار، همزمانی سیلابهای رودخانه‌ی کارون با دوره‌های ال‌نینو و نرمال قابل مشاهده است. اما در این بررسی، همزمانی وقوع سیلاب‌های بزرگ با دورپیوندهایی مانند ال‌نینو اهمیت بیشتری دارد. زیرا سیلاب‌های کوچک فراوانی زیادی دارند و در اثر پدیده‌های جوی محلی و منطقه‌ای نیز ممکن است به وقوع بپیوندند. در جدول شماره ۵ تعداد و فراوانی سیلابها در دوره‌های مختلف ال‌نینو، نرمال و لاینا آمده است. در این جدول، فراوانی ۱۰ سیلاب بزرگ (با دبی اوج بالاتر از ۲۵۰۰ متر مکعب در ثانیه) و ۲۰ سیل بزرگ (با دبی اوج بالای ۲۰۰۰ متر مکعب در ثانیه) در دوره‌های مختلف نیز درج شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در میان ۱۰ سیلاب بزرگ حوضه‌ی کارون ۷۰ درصد سیلابها در دوره ال‌نینو و ۲۰ درصد آنها در دوره‌ی نرمال و تنها ۱۰ درصد در دوره‌های



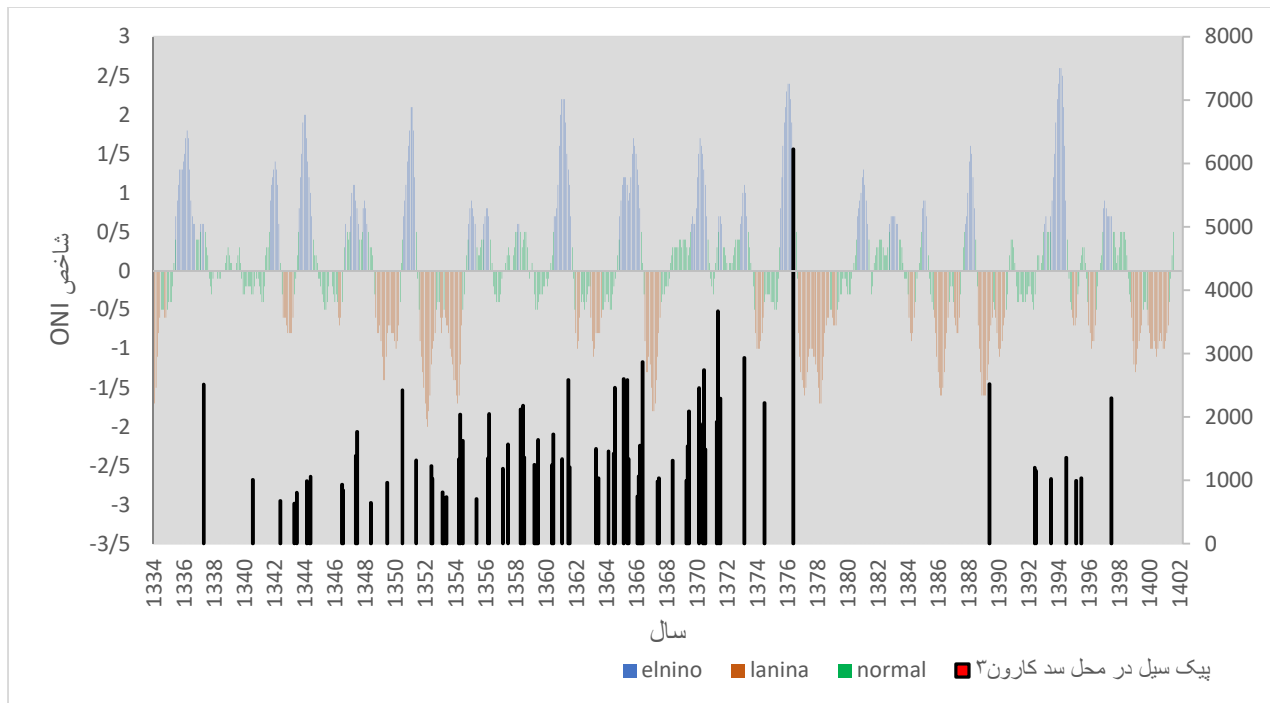
شکل (۱۴): منحنی مقادیر شاخص ONI در طی رخداد‌های قبلی ال‌نینو در دوره‌های زمانی گذشته



شکل (۱۵): نمودار مقادیر شاخص ONI در فصل تابستان با مجموع آورد حوضه‌ی کارون در فصل پاییز



شکل (۱۶): نمودار مقادیر شاخص ONI در فصل پاییز با مجموع آورد حوضه‌ی کارون در فصل زمستان



شکل ۱۷: مقادیر همزمان شاخص النینو و شدت سیلاب رودخانه‌ی کارون در محل سد کارون ۳ در طول دوره‌ی آماری

جدول ۶: مشخصات سیلابهای بزرگ رودخانه‌ی کارون و شاخص ONI همزمان با این سیلابها

سال	ماه	رتبه سیل	پیک سیل	وضعیت	همزمان ONI	میانگین ONI دوره	حداکثر ONI
1376	12	1	6230	EL	1.4	1.77	2.4
1371	12	2	3676	NOR	0.5		
1373	9	3	2935	EL	1.1	0.85	1.1
1366	12	4	2872	NOR	0.1		
1371	1	5	2745	EL	1.3	1.07	1.7
1365	9	6	2602	EL	1.2	1.18	1.7
1365	12	7	2590	EL	1.1	1.18	1.7
1362	1	8	2587	EL	1.3	1.43	2.2
1389	12	9	2521	LA	-0.9		
1337	11	10	2518	EL	0.6	1.18	1.8
1365	2	11	2469	NOR	-0.1		
1370	9	12	2461	EL	1.5	1.07	1.7
1351	1	13	2424	NOR	0.4		
1398	1	14	2301	EL	0.7	0.76	0.9
1372	2	15	2297	EL	0.7		
1375	1	16	2225	NOR	-0.4		
1372	1	17	2189	EL	0.7		
1359	1	18	2186	NOR	0.4		
1358	11	19	2125	NOR	0.5		
1370	1	20	2092	NOR	0.3		

- 2- Reza kanani, Bahram Ardebili asl , 2019 , "Investigating the effects of El Niño phenomenon on rainfall and flow in selected stations of East Azerbaijan and Ardabil provinces" (in persian)
- 3- National weather Service Climate prediction center, 2023, "Cold & Warm Episodes by Season", cpc.ncep.noaa.gov
- 4- NCAR CLIMATE DATA GUIDE , 2023, "Nino SST Indices" , <https://climatedataguide.ucar.edu/>

نتیجه گیری

بررسی همزمان مقدار آبدهی حوضه‌ی کارون و شاخص ال نینو در دوره آماری ۱۳۳۴ تا ۱۴۰۱ نشان می‌دهد، آبدهی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال نینو نسبت به دوره‌ی بلندمدت در فصول مختلف بین ۶ تا ۲۷ درصد افزایش یافته است. ارتباط مستقیمی بین شدت ال نینو و مقدار افزایش آبدهی فصلی رودخانه وجود ندارد و نمی‌توان مقدار آورد را مبتنی بر شدت ال نینو پیش‌بینی کرد. بررسی همزمان شاخص ال نینو و شدت سیلاب‌های اتفاق افتاده در رودخانه کارون نشان می‌دهد ۷۰ درصد سیلاب‌های بزرگ این رودخانه، در دوره‌های ال نینو به وقوع پیوسته و بخش اعظم این سیلابها در دوره‌های ال نینوی متوسط و قوی اتفاق افتاده اند. لذا به نظر می‌رسد بین شدت سیلاب و شدت ال نینو رابطه‌ی مستقیم وجود دارد.

مراجع

- 1- Dezab consulting Engineers , 2020, "Studies to update the allocation of water in the Karun basin " (in Persian)

Evaluating the effects of the El Nino phenomenon on flow discharge and floods of the Karun River in the historical statistical period

Koresh Rezazadeh¹

Razi Khalaf²

Abstract

In this research, using the Oceanic Nineveh Index (ONI) during the statistical period of 1334 to 1401 water years, El Niño and La Niña periods have been determined, and at the same time as these periods, the natural monthly flow of the Karun basin and the floods that occurred in the Karun river at the Karun3 dam site were have been obtained and compared. As a result of investigating the amount of flow discharge and the intensity of flooding in El Nino periods and comparing it with other situations, it was found that on average, in different seasons, the natural flow of Karun basin increases by 6 to 27 percent in El Nino periods. The highest increase is related to the autumn season and the lowest increase is related to the summer season. Also, the most severe floods of the Karun River occurred simultaneously with the El Nino situation, and it seems that the intensity of the El Niño has a direct relationship with the intensity of the floods of this river.

Keywords

El Nino, Karun basin, flow, flood

1- Master's degree in water engineering. Rezazadeh.k@gmail.com

2 - PhD in water resources management