نشریه علمی سد و نیروگاه برق آبی ایران
سال دهم/ شماره سی و پنجم/ پاییز ۱۴۰۲

Journal of Iranian Dam and Hydroelectric Power Plant
10th Year/ No. 35/ December 2023

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

کورش رضازاده [۱]
راضی خلف [۲]

چکیده

در این تحقیق با استفاده از شاخص نینوی اقیانوسی (ONI) درطول دوره‌ی آماری سالهای آبی ۱۳۳۴ تا ۱۴۰۱، دوره‌های ال‌نینو 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 کارون۳ به دست آمده و مقایسه شده‌اند. در نتیجه‌ی بررسی مقدار آبدهی و شدت سیلاب در دوره‌های ال‌نینو و مقایسه‌ی آن با سایر وضعیت‌ها مشخص شد که به طور میانگین در فصول مختلف مقدار آورد طبیعی حوضه کارون در دوره های النینو 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 النینو به وقوع پیوسته و به نظر می‌رسد شدت ال‌نینو با شدت سیلابهای این رودخانه، نسبت مستقیم دارد.

واژه‌های کلیدی

ال‌نینو، 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

علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

مقدمه

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. لانینا، (فاز خنکENSO)، 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 می گذارد. 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 (ال نینو) گرمتر می‌شوند، فشاراتمسفر بالای اقیانوس کاهش می‌یابد. اقلیم‌شناسان این پدیده‌های مرتبط را به عنوان نوسان ال‌نینو-جنوبی ENSO تعریف می‌کنند.

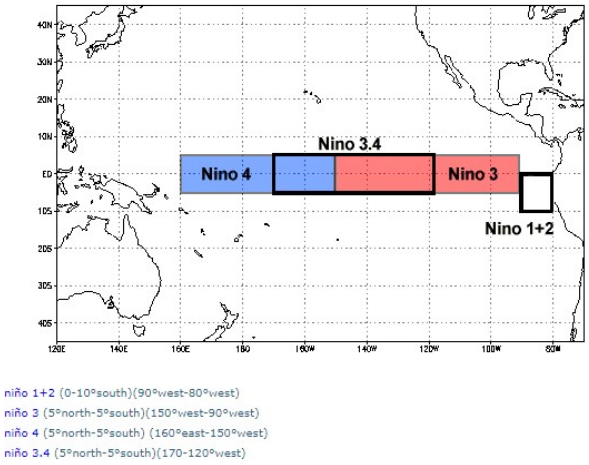
در این مقاله، اثرات دوره‌های ال‌نینو بر تغییرات آبدهی ماهانه و فصلی رودخانه‌ی کارون و شدت و فراوانی وقوع سیلاب در این رودخانه، مورد بررسی قرار گرفته است.

معرفی دوره‌های ال‌نینو و لانینا

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 هوای این مراکز قرار گرفته و دگرگونیهای خاص خود را ایجاد می کنند (مرکز بین المللی تحقیقات جوی ، ۲۰۲۳[3]).

برای پایش پدیده‌ی 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 می کنند. از این نواحی ناحیه nino 3.4 از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است بطوری که دمای سطح آب در این ناحیه را برای تشخیص النینو (فاز گرم) و لانینو (فاز سرد) دائماً اندازه‌گیری می کنند. موقعیت این نواحی در شکل ۱ آمده است.

شاخص نینو اقیانوسی به اختصاصONI ، یکی از شاخص‌هایی است که برای پایش وقوع 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 NOAAتعریف می‌شود.



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

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

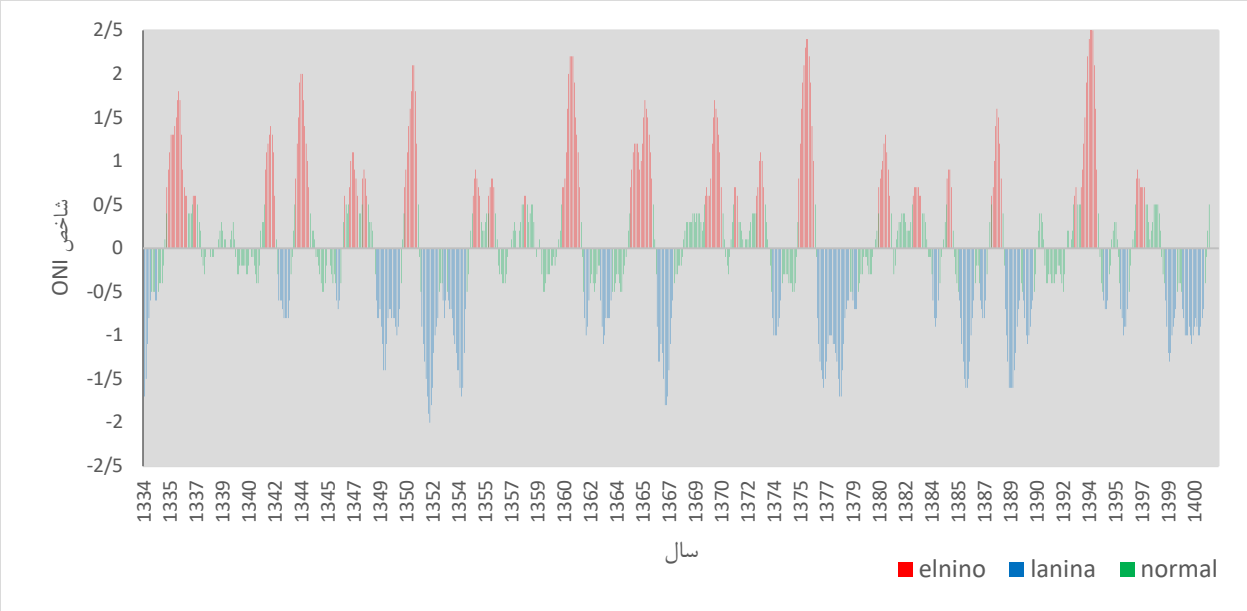
3 - NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

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

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

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 دوره‌یآماری ۱۳۳۴ تا ۱۴۰۲ روی یک نمودار نشان داده شده‌اند.



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 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)[1]

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.

با توجه به نمودار شکل ۲، در دوره‌ی آماری مورد بررسی جمعاً ۱۷ دوره‌ی ال نینو بوقوع پیوسته است. در جدول ۲ دوره های ال نینو به همراه تاریخ وقوع و سایر مشخصات آنها ارائه شده است.

1 - Reza kanani, Bahram Ardebili

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

از کل دوره‌های ال نینو اتفاق افتاده در طول دوره‌ی شاخص آماری ۶۶ ساله، ۹ دوره در فصل بهار، ۶ دوره در فصل تابستان
و ۲ 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 ۱۰ ماه می‌باشد در حالی که حداکثر آن ۱۷ ماه بوده و از شهریورماه ۱۳۶۵ آغاز شده و تا دی‌ماه سال ۱۳۶۶ ادامه داشته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که طول دوره‌ی ال نینوهایی که در فصل بهار آغاز شده‌اند طولاتی‌تر از بقیه فصل‌ها بوده و بطور متوسط ۱۲ ماه می‌باشد.
میانگین شاخص ONI در کل دوره‌های ال نینو، ۱/۱۲ و حداکثر آن ۱/۷۸ 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 ۸۷۹۷ میلیون مترمکعب و پس از آن، فصل زمستان، به میزان ۶۰۲۶ میلیون مترمکعب می‌باشد. فصول آغاز شده‌اند، مقدار شاخص ۱/۳۸، در فصل تابستان ۰/۸۸ و در فصل پاییز ۰/۸۲ بوده است. در مقیاس ماهانه نیز، مقدار شاخص ONI، ۱/۵۵ و حداکثر آن ۲/۶ بوده که در آبان‌ماه ۱۳۹۴ 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 ۱۳۳۵-۱۳۳۴ تا ۱۴۰۰-۱۳۹۹ (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 -۱۳۹۸)[1].

تابستان و پاییز با مجموع آورد فصلی به ترتیب ۲۹۴۵ و ۲۸۹۶ میلیون مترمکعب در مراتب بعدی قرار می‌گیرند.

1 - Dezab consulting engineers, 2020

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

جدول۳: 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 فصلی	پاییز			زمستان			بهار			تابستان			
	2896			**6026**			**8797**			**2945**			

ارزیابی آورد فصلی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال نینو

بررسی آورد فصلی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال‌نینو 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 ال‌نینوهایی است که در فصل تابستان آغاز شده‌اند.

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

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

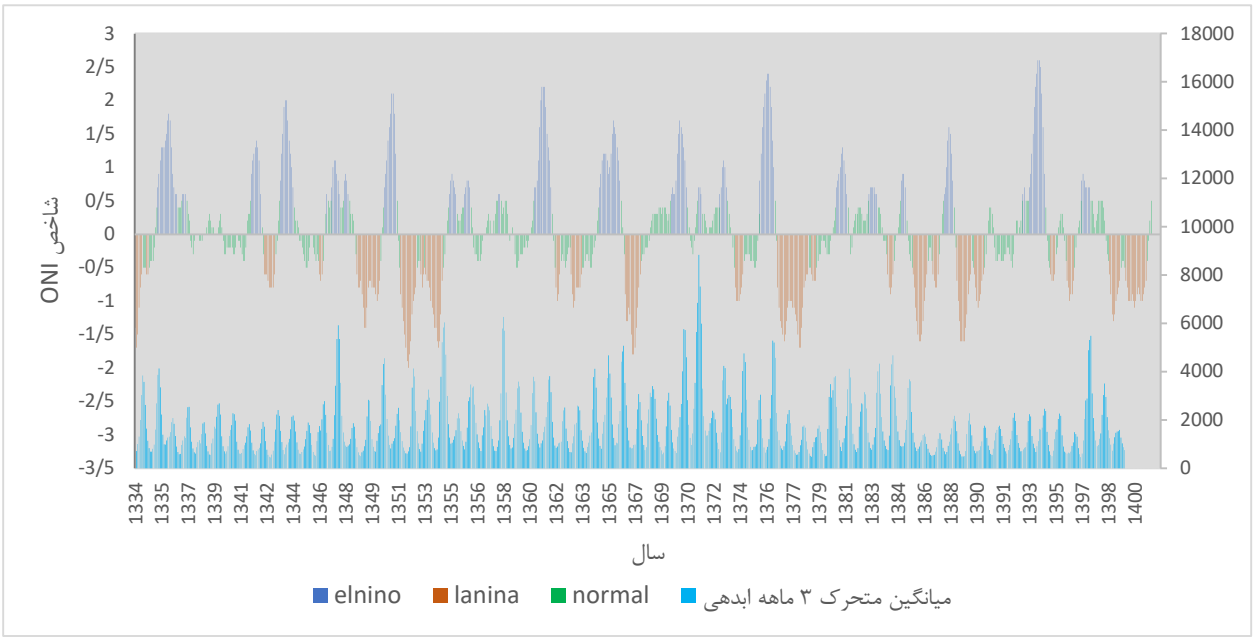
متوسط مجموع آورد در فصل تابستان هم‌زمان با پدیده‌های ال‌نینو، ۳۱۳۵ میلیون مترمکعب است و ۶/۴ درصد بیش از نرمال درازمدت بوده است. آورد فصل تابستان چندان تحت تأثیر ال‌نینو قرار نمی‌گیرد.

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

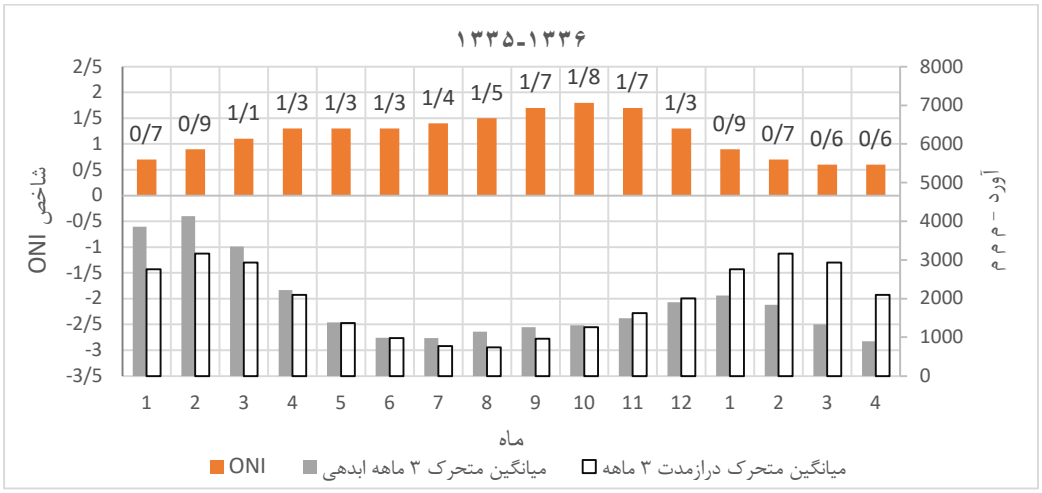
ارزیابی آورد ماهانه‌ی حوضه‌ی کارون در دوره‌های ال‌نینو

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 ال‌نینو 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 ال‌نینو که نسبتاً طولانی بوده و شامل فصل‌های پاییز و زمستان هستند، نشان داده شده است. به منظور بررسی و مقایسه‌ی اثر ال‌نینو بر روی تغییرات آبدهی، در این نمودارها میانگین متحرک متوسط درازمدت آبدهی ۳ ماهه حوضه‌ی کارون نیز اضافه شده است.

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

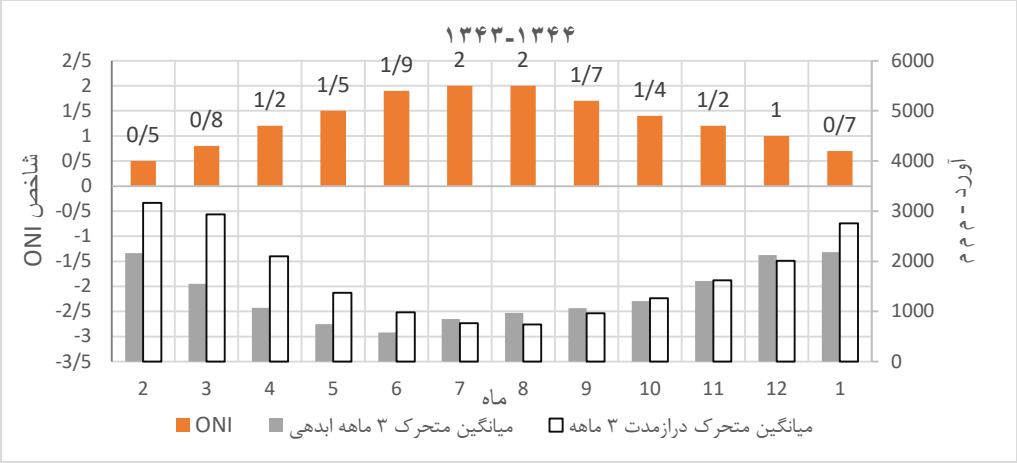


شکل۳ : دوره‌های ال‌نینو و لانینا به همراه میانگین متحرک ۳ ماهه آبدهی حوضه‌ی کارون در دوره‌ی آماری مشترک

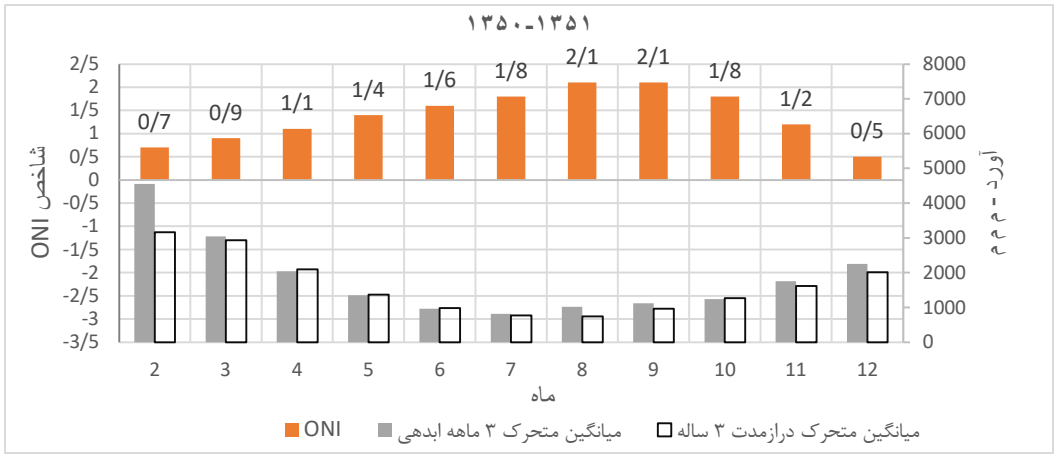


شکل(۴): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۳۶-۱۳۳۵

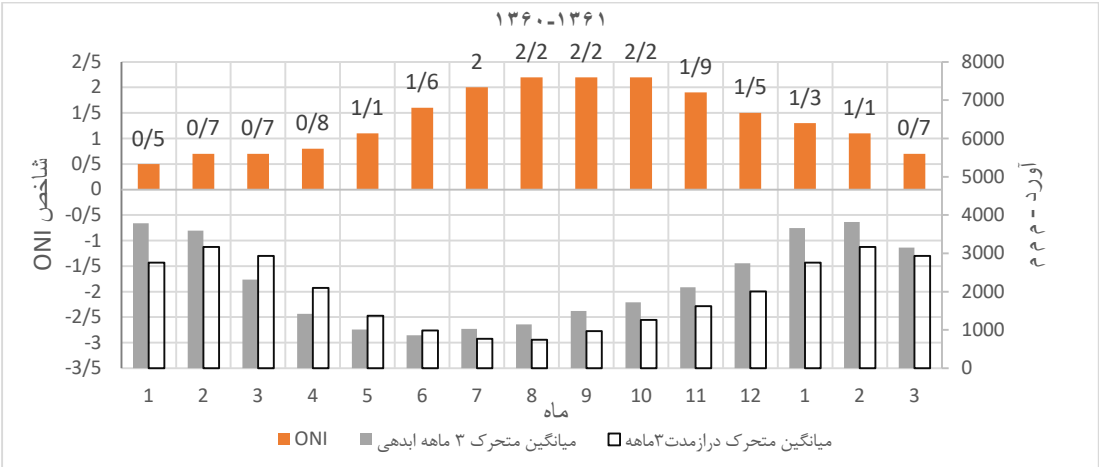
[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]



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

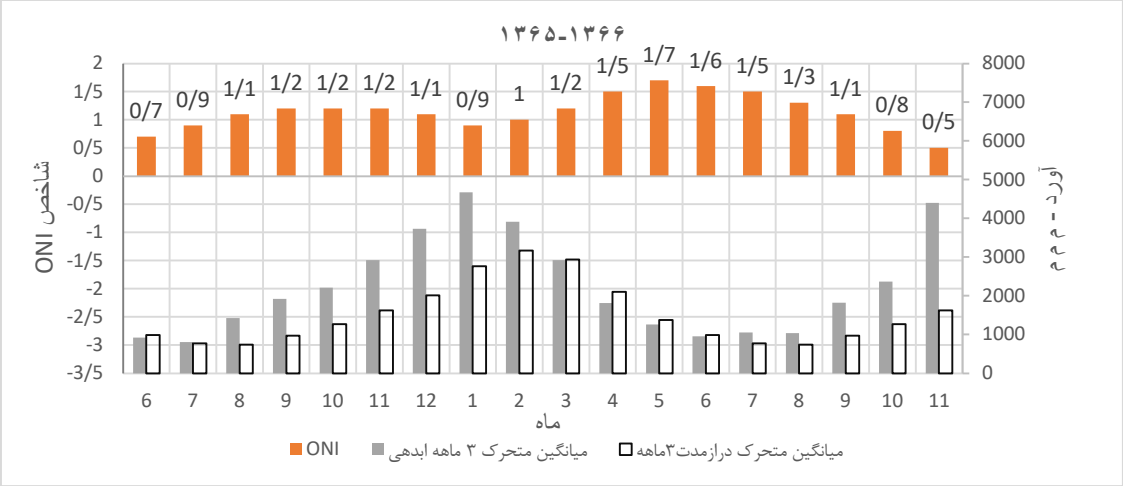


شکل(۶): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۵۱-۱۳۵۰

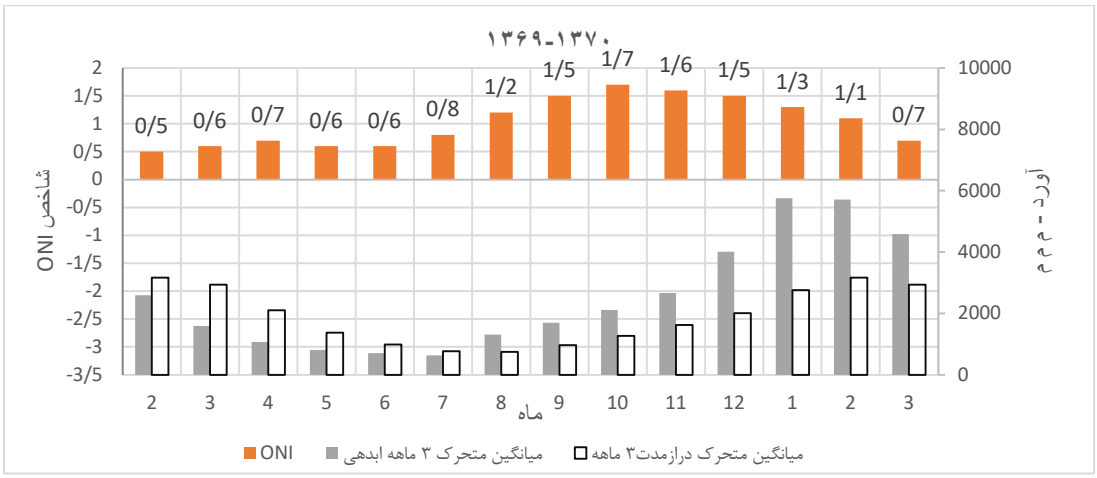


شکل(۷): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۶۱-۱۳۶۰

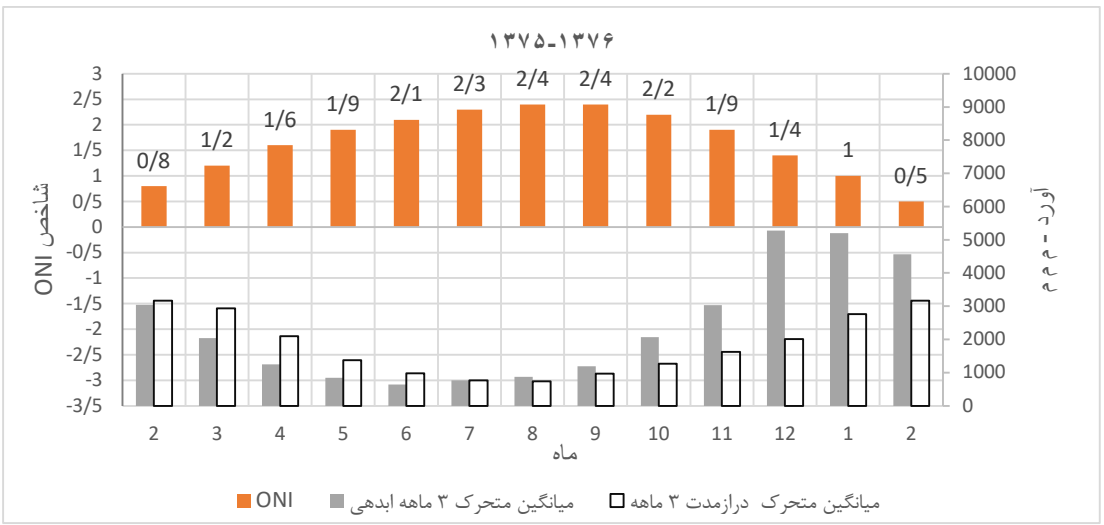
[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]



شکل(۸): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال۶۶-۱۳۶۵

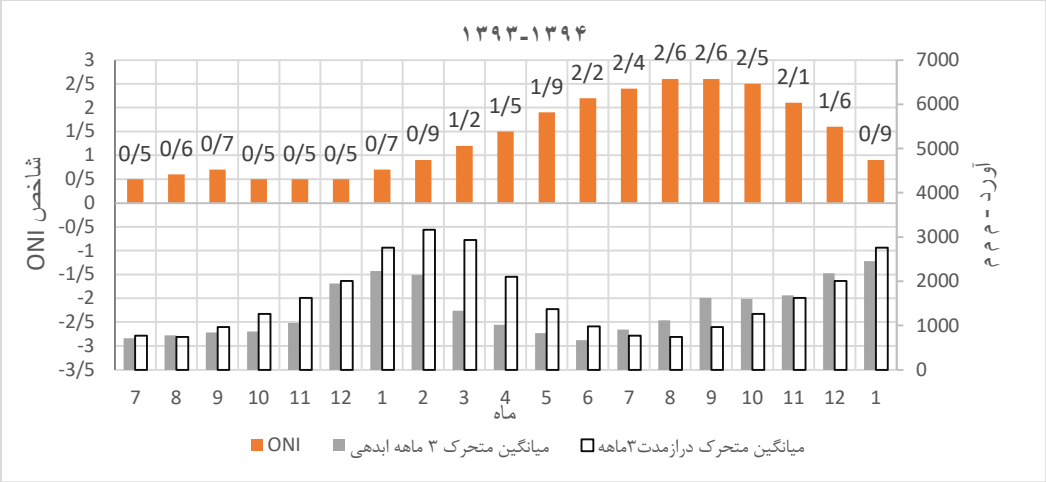


شکل(۹): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال۷۰-۱۳۶۹

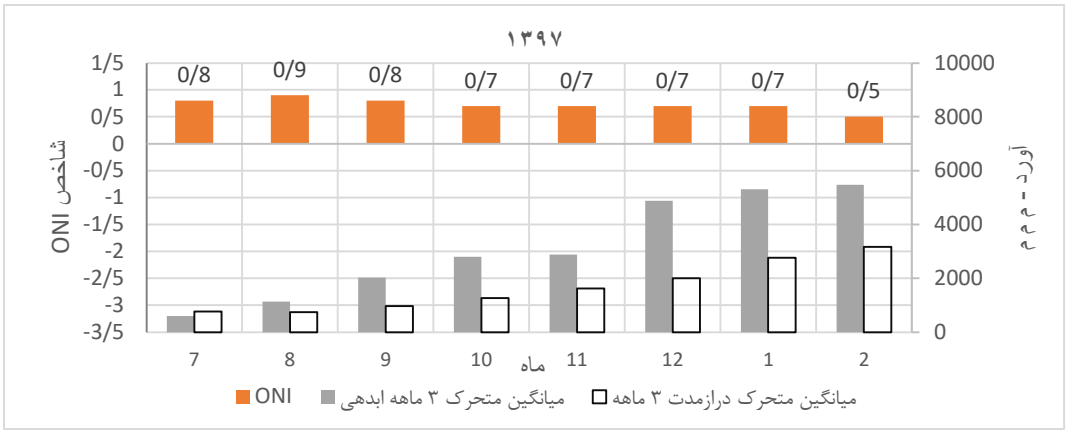


شکل(۱۰): میانگین متحرک ۳ ماهه و درازمدت ۳ ماهه‌ی آورد حوضه‌ی کارون و شاخص ONI در ال‌نینو سال ۷۶-۱۳۷۵

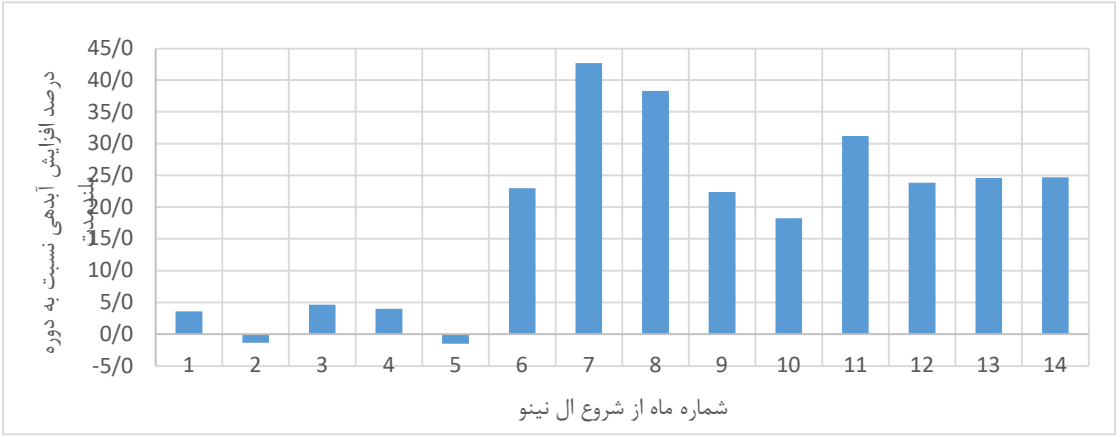
[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]



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



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



شکل(۱۳): میانگین درصد افزایش میانگین متحرک ۳ ماهه‌ی آبدهی دردوره‌های النینو نسبت به میانگین بلندمدت

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

نتایج بررسی‌های این مشاور نشان داد که بطور عمده دوره‌های ال‌نینو 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 ال‌نینو پس از ۵ تا

۶ ماه از شروع ال‌نینو ، شاخص ONI به ماکزیمم خود می‌رسد و دوره‌ی پیک شاخص حدود ۳ ماه به طول می‌انجامد.

مقایسه‌ی میانگین متحرک آبدهی ۳ ماهه در دوره‌های ال‌نینو با میانگین درازمدت آبدهی ۳ماهه در این دوره‌ها نشان می‌دهد که در ماههای ابتدایی ال‌نینو، آبدهی تغییر زیادی نکرده و تقریباً با میانگین درازمدت برابر است اما همزمان با پیک شاخص ال‌نینو، مقدار آبدهی 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 آبدهی متحرک ۳ ماهه حوضه‌ی کارون نسبت به دوره‌ی بلندمدت در ۹ دوره‌ی ال‌نینو مورد بررسی ارائه شده است. با توجه به این نمودار پس از ۵ تا ۶ ماه از آغاز النینو و تقریباً همزمان با پیک ال‌نینو، میانگین آبدهی نسبت به دوره‌یبلندمدت بین ۲۰ تا ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. لذا روند افزایش آبدهی 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، ال‌نینو 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 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 ال‌نینو تا پاییز خبر می‌دهند که در زمستان امسال با شدت متوسط تا قوی به اوج خود می‌رسد (۸۱ درصد احتمال وقوع ال‌نینو در نوامبر-ژانویه- شاخص ≤ ۱.۰ درجه سانتی‌گراد). به طور خلاصه، بیش از ٪۹۰ احتمال وجود دارد که ال‌نینو در زمستان نیمکره‌ی شمالی ادامه یابد. در شکل شماره ۱۴ منحنی مقادیر شاخص ONI در طی رخدادهای قبلی ال‌نینو در دوره‌های زمانی گذشته و سال ۲۳-۲۰۲۲ ارائه شده است.

با بررسی‌های انجام شده، مشخص گردید که بین زمان وقوع ال‌نینو 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 ال‌نینو 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 آبدهی در فصل پاییز و مقدار شاخص ال‌نینو 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 ال‌نینو 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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

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 کارون۳ جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است پس از ساخت سد کارون۳، 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 کارون۳ 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 لانینا 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 لانینا اتفاق افتاده است. با توجه به این سوابق، می‌توان گفت بیشتر سیلابهای بسیار بزرگ حوضه‌ی کارون، در دوره ال‌نینو به وقوع پیوسته است.

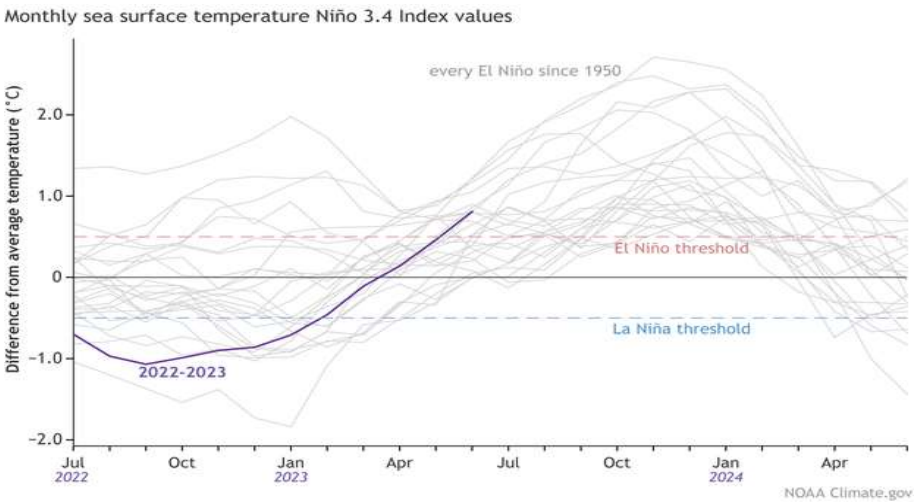
برای بررسی رابطه‌ی بین شدت شاخص النینو و شدت سیلاب‌های رودخانه‌ی کارون، در جدول شماره ۶ مشخصات ۲۰ سیلاب بزرگ حوضه‌ی کارون و شاخص النینوی همزمان با این سیلابها درج شده است.

همانطور که در این جدول آمده است، بزرگترین سیلاب حوضه‌ی کارون، همزمان با شدیدترین دوره‌ی ال نینو 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 ال نینو با شدت متوسط و قوی واقع شده‌اند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که شدت سیلاب با شدت ال نینو رابطه مستقیم دارد و هر چقدر شاخص النینو بزرگتر باشد انتظار می‌رود سیلابی با شدت بیشتر در دوره النینو اتفاق افتد.

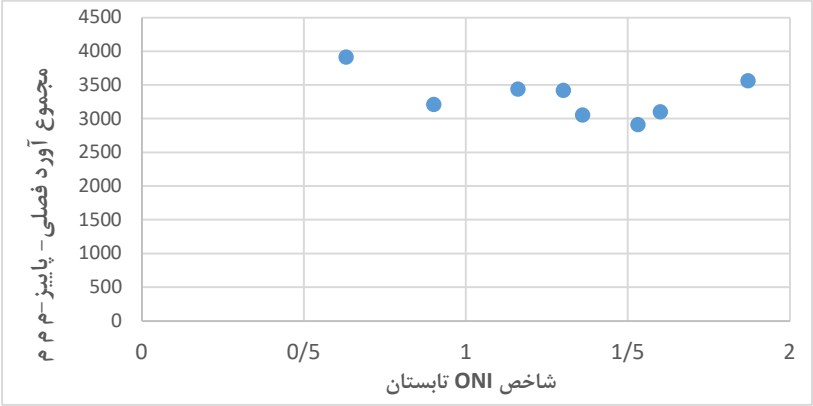
جدول ۵: فروانی وقع سیلابهای روخانه‌ی کارون در دوره‌های ال‌نینو، لانینا و نرمال در طول دوره آماری گذشته

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

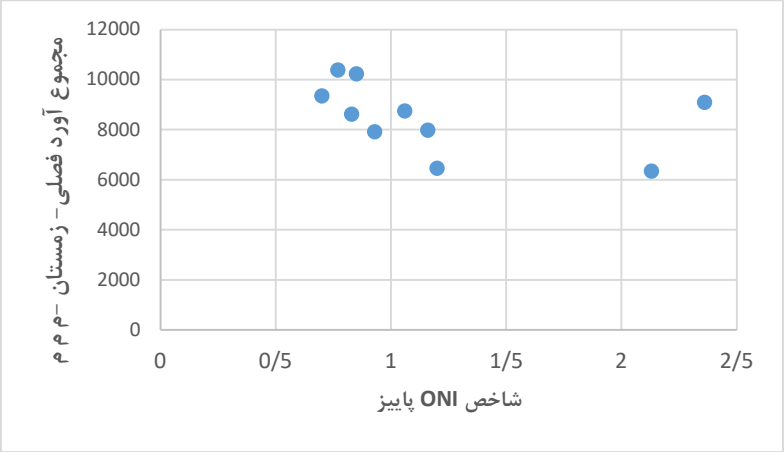
[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]



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

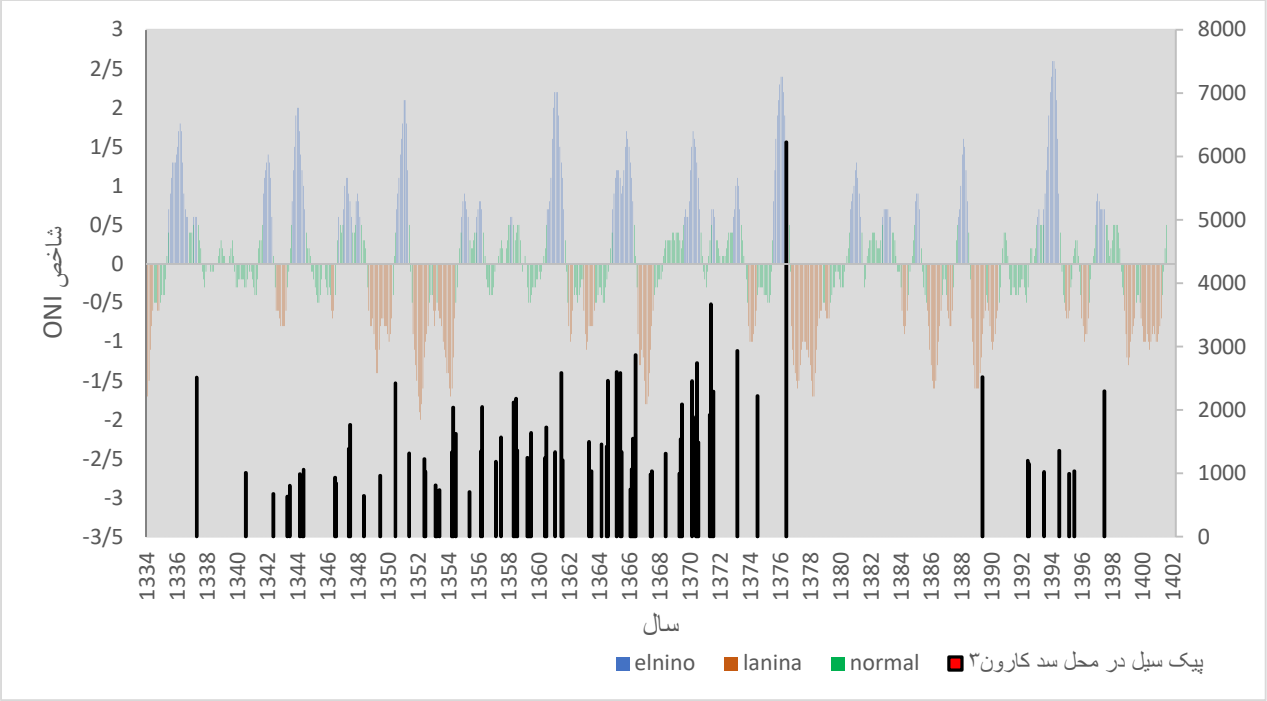


شکل(۱۵): نمودار مقادیر شاخص ONI در فصل تابستان با مجموع آورد حوضه‌ی کارون در فصل پاییز



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

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]



شکل ۱۷ : مقادیر همزمان شاخص النینو و شدت سیلاب رودخانه‌ی کارون در محل سد کارون۳ 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	ONIهمزمان	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		

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

نتیجه گیری

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

مراجع

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

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/

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]

نشریه علمی سد و نیروگاه برق آبی ایران
سال دهم/ شماره سی و پنجم/ پاییز ۱۴۰۲

Journal of Iranian Dam and Hydroelectric Power Plant
10th Year/ No. 35/ December 2023

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

Koresh Rezazadeh[1]
Razi Khalaf[2]

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

Received: 2023/11/06 Accepted: 2023/11/07

[Downloaded from journal.hydropower.org.ir on 2026-11-17]