

دوره آموزشی نگهداری ایستگاه‌های پایش تراز دریا

اداره جزرومدی و جریان سنجی، مدیریت آبنگاری و امور جزرومدی سازمان نقشه برداری کشور

دکتر رهی فروغی
رئیس اداره جزرومدی و جریان سنجی سازمان نقشه برداری کشور

مهندس حامد کیا
کارشناس امور جزرومدی سازمان نقشه برداری کشور

مقدمه:

دریاها نقش بی بدیلی در زندگی بشر و موجودات کره زمین ایفا نموده اند و امروزه نیز زندگی بشر و موجودات کره زمین متاثر از آن است. وجود منابع و ذخایر عظیمی از انرژی و مواد غذایی و تأثیرات زیست محیطی آن بر روی موجودات کره زمین موجب شده است تا امروزه نگاه خاصی بر دریاها و اقیانوسها حاکم شده و تغییرات آن با دقت و حساسیت بیشتری دنبال شود. از جمله پارامترهای مهم دریاها و اقیانوسها، پارامترهای هندسی و فیزیکی آن است که در هیدروگرافی به آن پرداخته می شود. برداشت هندسه و عوارض بستر و همچنین توپوگرافی سواحل طی عملیات هیدروگرافی به همراه پایش تغییرات تراز آب به منظور تهیه چارتهای دریایی ضمن تامین ایمنی دریانوردی، اطلاعات با ارزشی را به منظور مطالعات دیگر دریایی و ساحلی تامین می نماید که می تواند ضمن استفاده برای توسعه ساحل به منظورهای حفاظت محیط زیست دریایی و ساحلی نیز مورد استفاده قرار گیرد. تغییرات تراز دریا به دلایل طبیعی و غیر طبیعی و بررسی دلایل آن می تواند اطلاعات بشر را از کره زمین افزایش داده و تصمیم گیران را در این حوزه یاری نماید. تغییرات سطح لحظه ای آب تحت تاثیر عوامل مختلفی است که عمده آن جزرومد ناشی از ماه و خورشید بوده و از عوامل دیگر می توان به جریانهای دریایی، چگالی آب، شکل بستر، فشار هوا، باد و افزایش سطح آب ناشی از گرمایش زمین اشاره نمود. سطح متوسط دریا که از آنالیز اطلاعات این ایستگاهها بدست می آید بعنوان سطح مبنای ارتفاعی کشور مورد استفاده قرار می گیرد.

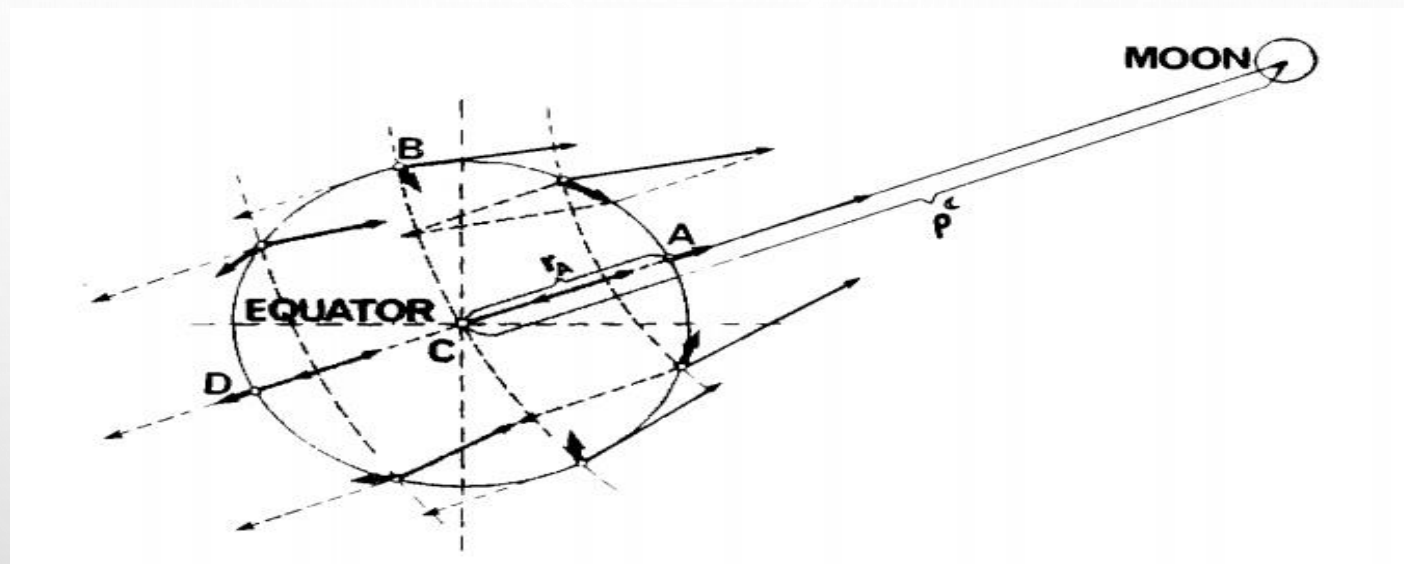
پدیده جزرومد:

در صورتیکه زمین را بصورت مایع فرض کرده و از خشکی ها و اصطکاک بستر صرف نظر نماییم، جزرومد با توجه به وجود ماه و خورشید و کشش سطحی ایجاد شده توسط نیروهای جزرومدی بصورت کشیده در امتداد ماه و خورشید درآمده و میزان جزرومد و زمان وقوع آن به سادگی قابل مدلسازی خواهد بود. ولی جزرومد واقعی در نقاط مختلف کره زمین با توجه به وجود عوامل مختلف دارای پیچیدگی هایی است. دامنه جزرومد تحت تاثیر اصطکاک بستر دریاها و اقیانوسها و همچنین سایر جریانهای دریایی، شکل ساحل و توپوگرافی بستر دریاها و اقیانوسها می باشد که موجب می گردد تا مولفه های جزرومدی تحت تاثیر این عوامل تشدید و یا تضعیف شوند.

سه ویژگی مهم جزرومد در هر نقطه عبارتند از: زمان جزرومد، دامنه جزرومد و نوع آن. یک هیدروگراف باید درک کاملی از این ویژگیها داشته باشد تا بتواند بخوبی تصحیحات جزرومدی را بر داده های عمق اعمال نماید.

پدیده جزرومد:

ماه هر شبانه روز یک بار از نصف النهار محل عبور می کند. این در حالیست که ماه در جهت چرخش زمین دارای چرخشی به دور زمین نیز می باشد و زمین می باید هر روز 1.5 درجه معادل 50 دقیقه بیشتر دوران نماید تا ماه از نصف النهار همان محل عبور نماید. باید توجه داشت که به دلیل وجود سواحل و اصطکاک بستر دریاها و اقیانوسها، زمان وقوع مد کاملاً منطبق با زمان عبور ماه از نصف النهار محل نبوده و با تاخیر زمانی انجام می شود. دامنه جزرومدی بازه تغییرات ارتفاعی تراز دریا و به عبارت دیگر اختلاف تراز دریا در زمان مد از زمان جزر می باشد. این دامنه بصورت روزانه در حال تغییر بوده و صرف نظر از عوامل جوی، ناشی از موقعیت نسبی ماه و خورشید است بطوریکه ماکزیمم دامنه در زمان اسپرینگ spring و مینیمم آن در زمان نیپ neap مشاهده می شود. وجود زاویه میل استوا نسبت به صفحه اکلپتیک و همچنین زاویه صفحه دورانی ماه نسبت به اکلپتیک، رفتار و مقدار جزرومد را دچار پیچیدگی های بیشتری می کند. جزرومد در نقاط مختلف جهان بصورت روزانه (یک ماکزیمم و یک مینیمم طی یک روز)، نیم روزانه (دو ماکزیمم و دو مینیمم طی یک روز) و یا ترکیبی (دو ماکزیمم و دو مینیمم نسبی طی یک روز) روی میدهد. اگرچه مقدار جزرومد در مناطق باز اقیانوسی در حد متر می باشد ولی به دلیل اثر بستر دریا در مناطق کم عمق ساحلی و همچنین در خلیج ها و خورها تشدید شده و دامنه جزرومدی بالاتری مشاهده می شود. تراز دریا همچنین تحت تاثیر عوامل غیر جزرومدی است. در این خصوص می توان به عواملی همچون سونامی و طوفانهای دریایی، باد، فشار هوا، جریانهای دریایی و تغییرات تراز در خروجی رودخانه ها اشاره نمود. عوامل اقلیمی در آب های بسته تاثیرات شدیدتری دارند و دریاچه ها به همین دلایل مانند کمبود بارش و افزایش تبخیر، تغییرات تراز شدیدتری را تجربه میکنند.



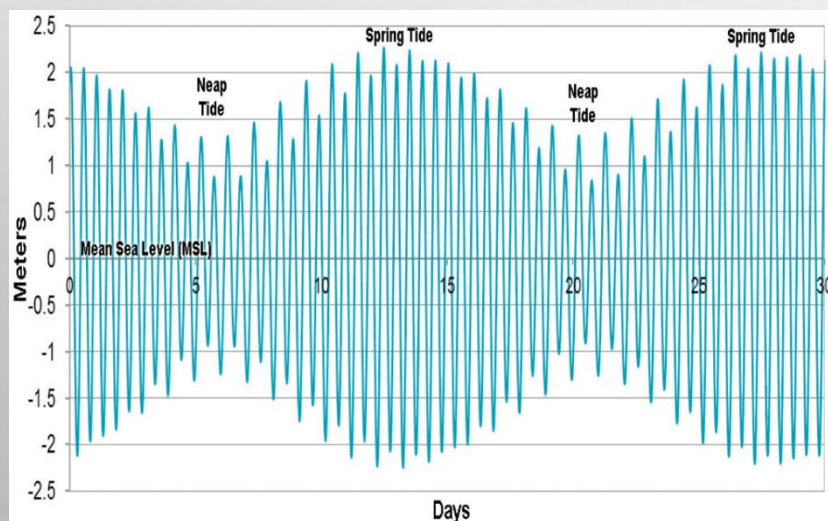
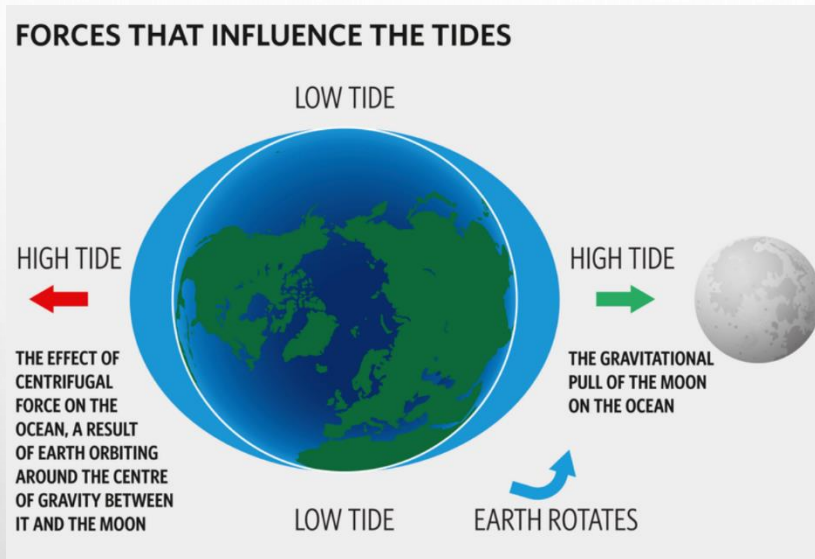
پدیده جزرومد:

هیدروگرافها باید بتوانند اعماق اندازه گیری شده را تحت هر شرایط جزرومدی به مبنای یک سطح مبنا یا دیتوم منتقل نمایند. یک دیتوم ایده آل جزرومدی حاصل آنالیز داده های تراز دریا به مدت 19 سال می باشد که طول موج بلند تغییرات جزرومدی ناشی از نوتیشن ماه را شامل می شود. دیتومی که عمق ها نسبت به آن مشاهده می شوند دیتوم عمق یابی و دیتومی که اعماق چارتهای دریایی نسبت به آن بر روی چارت درج میشوند چارت دیتوم نامیده می شود. در ایران و همچنین چارتهای انگلیسی از پایین ترین جزر نجومی LAT بر اساس پایین ترین جزر مورد انتظار طی 19 سال بعنوان چارت دیتوم استفاده می کنند که از آنالیز هارمونیک مشاهدات و مولفه های هارمونیک بدست می آید.

کاربردهای اطلاعات تراز دریا:

هیدروگرافی و تهیه نقشه/چارتهای دریایی
عبور امن شناورها
داکینگ و مانور بی خطر شناورها
ماهیگیری تجاری
فعالیت‌های تفریحی
امواج طوفان / بالا آمدگی آب
تشخیص سونامی و متئوسونامی
مدیریت مناطق ساحلی
نگهداری بنادرو کانالهای دسترسی
عملیات مهندسی سازه های ساحلی
ورودی مدل های دریایی/اقیانوسی
ارزیابی و اعتبارسنجی مدل‌های عددی اقیانوسی
درک تاثیر تغییرات بلندمدت تراز دریا بر موجودات و ساکنین مناطق ساحلی
حدود و حریم دریایی (قراردادها، معاهده ها و تفاهم نامه ها)

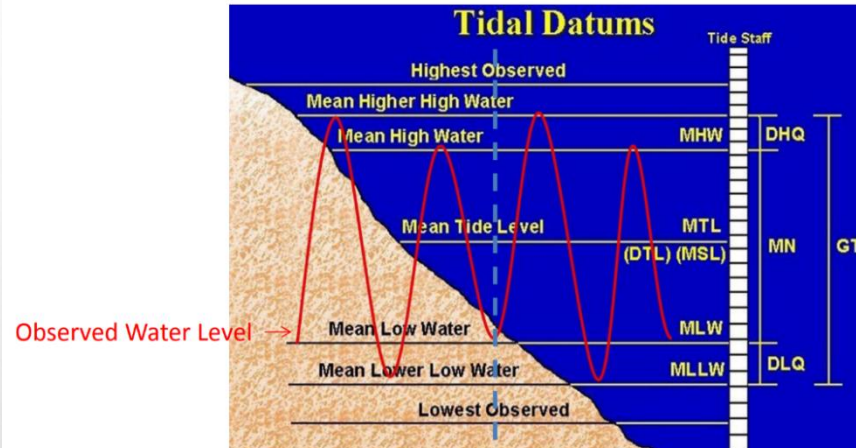
تعریف چارت دیتوم	تصحیح داده های عمق	تعیین مبنای ارتفاعی
جریانهای دریایی	پیش بینی جزرومد	مطالعات اقلیمی
توسعه صنایع فراساحلی	توسعه بنادر و صنایع ساحلی	مطالعات زیست محیطی
ظرفیت بنادر	بحران (سونامی)	ناوبری (کاهش مصرف سوخت)
تعریف خط ساحل	تعیین حریم دریا	تعیین حدود دریایی



عوامل موثر بر تغییرات تراز دریا (طبیعی و غیر طبیعی)

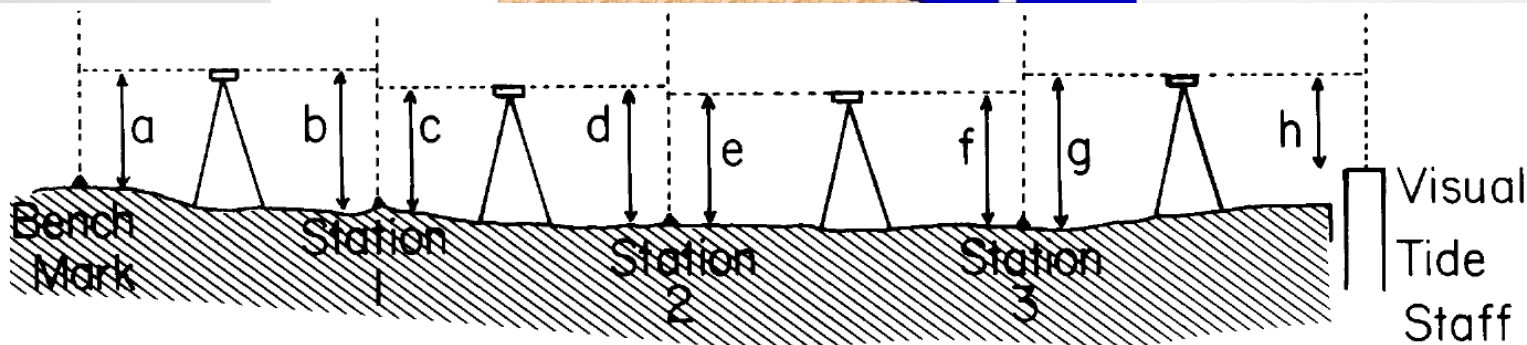
- جزر و مد
- تغییرات اقلیمی (افزایش دمای آب)
- تغییرات اقلیمی (ذوب شدن یخ های قطبی)
- تغییر حجم حوضه به دلیلی انباشت رسوبات
- فعالیتهای تکتونیکی
- تبخیر (در آبهای بسته)
- فشار هوا
- جریانات دریایی
- جریانات هوایی

Tidal Datums



جابجایی ارتفاعی ساحل و در نتیجه بنچ مارک ها:

- زلزله
- حرکات تکتونیکی
- تعادل ایزوستازیک
- فرونشست زمین
- جزرومد پوسته زمین
- بار اقیانوسی
- مداخلات انسانی



Elevation of Visual Tide Staff with respect to Bench Mark is :

$$(a-b) + (c-d) + (e-f) + (g-h)$$

تعاریف:

تایید گنج: دستگاهی است که به منظور اندازه گیری و ثبت تغییرات تراز آب بدنه های آبی شامل دریاها، دریاچه ها و رودخانه ها بکار میرود. با توجه به تکنولوژی مورد استفاده در این اندازه گیری، این دستگاه ها به انواع مختلفی تقسیم میشوند که از این جمله میتوان به دستگاههای شناوری، فشاری، راداری و آکوستیک اشاره نمود.

تراز دریا: ارتفاع مشاهداتی سطح دریا در زمان مشخص و نسبت به سطح مبنای تعریف شده.

جزرومد: عبارت است از بالا و پایین رفتن دوره های سطح اقیانوسها، دریاها، خلیجها و غیره، به دلیل وجود نیروی گرانشی ناشی از ماه، خورشید و اجرام سماوی دیگر.

جزرومد نیم روزانه (Semi-diurnal tide): جزرومد با دوره تناوب تقریباً 12 ساعت

جزرومد روزانه (Diurnal tide): جزرومد با دوره تناوب تقریباً 24 ساعته

مهکشند (Spring): جزرومد با بیشترین دامنه ناشی از قرارگیری نسبی ماه و خورشید در فاز صفر و 180 درجه نسبت به یکدیگر و یا

بعبارت بهتر قرارگیری ماه، خورشید و زمین در یک امتداد (ابتدا و نیمه ماه های قمری)

کمهکشند (Neap): جزرومد با کمترین دامنه ناشی از قرارگیری نسبی ماه و خورشید در فاز 90 و 270 درجه نسبت به یکدیگر (روزهای 7 و 21 ماههای قمری).

تعاریف:

سطح مبنای چارت دریایی یا چارت دیتوم: سطحی مبنایی است که تمام عمق های نمایش داده شده بر روی چارت های دریائی نسبت به آن بوده و معمولا پیشبینیها و سطوح جزرومدی نیز نسبت به آن ارائه میشوند. پایین ترین تراز دریا بعنوان چارت دیتوم در نظر گرفته میشود و عموما از LAT و MLLW بدین منظور استفاده میشود.

سطوح مبنای جزرومدی: سطوح مختلف تراز دریا که با استفاده از داده های تراز دریا و یا استخراج مولفه های جزرومدی محاسبه و تعریف می شود.

سطح متوسط دریا (MSL): میانگین یا متوسط تراز دریا که از اعمال فیلترهای پایین گذر بر روی مشاهدات ساعتی و یا میانگین گیری تراز دریا در بازه زمانی نسبتا طولانی (سالانه، 18.6 سال) بدست می آید.

سطح متوسط جزرومد (MTL): تراز دریا که از میانگین گیری MHW و MLW حاصل میشود.

سطح متوسط جزرها (MLW): متوسط ارتفاع تمامی جزرها در یک بازه زمانی مشخص.

سطح¹⁰ متوسط مدها (MHW): متوسط ارتفاع تمامی مدها در یک بازه زمانی مشخص.

سطح متوسط بلندترین مدها (MHHW): متوسط ارتفاع بالاترین مدهای روزانه در یک بازه زمانی مشخص.

تعاریف:

سطح متوسط بلندترین مدها (MHHW): متوسط ارتفاع بالاترین مدهای روزانه در یک بازه زمانی مشخص.

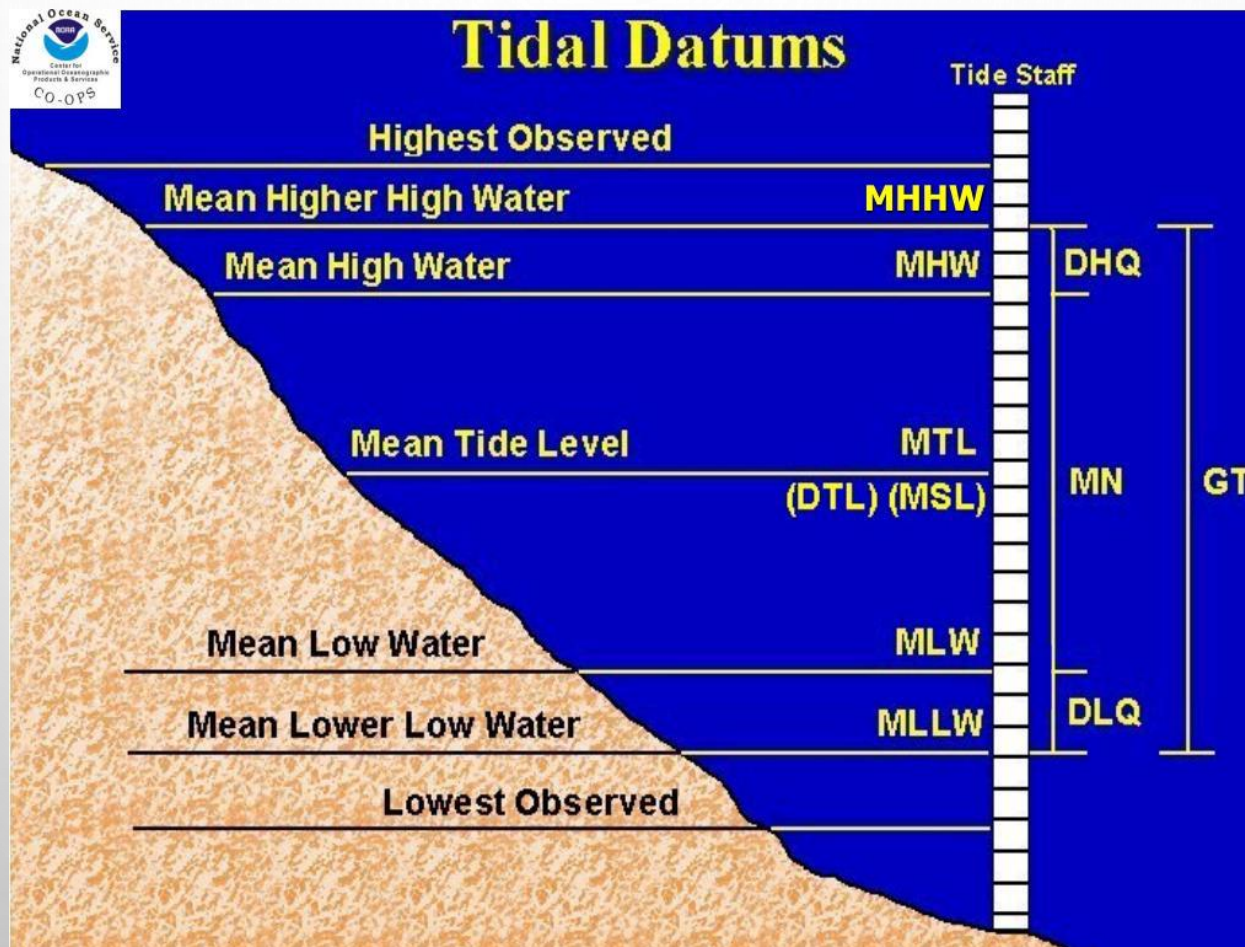
سطح متوسط کوتاهترین جزرها (MLLW): متوسط ارتفاع پایینترین جزرهای روزانه در یک بازه زمانی مشخص

سطح متوسط کوتاهترین مدها (MLHW): متوسط ارتفاع پایینترین مدهای روزانه در یک بازه زمانی مشخص

سطح متوسط بلندترین جزرها (MHLW): متوسط ارتفاع بالاترین جزرهای روزانه در یک بازه زمانی مشخص.

پایینترین سطح جزرومدی نجومی (LAT): پایینترین تراز دریای مورد انتظار با توجه به ترکیب مولفه های جزرومدی و تحت شرایط

نرمال آب و هوایی که آب دریا بهندرت پایینتر از آن قرار میگیرد و با آنالیز داده های بلندمدت تراز دریا محاسبه میشود.



تعاریف:

شبکه ملی پایش تراز دریا:

استان گیلان: ۳ ایستگاه
استان مازندران: ۳ ایستگاه
استان گلستان: ۱ ایستگاه

استان خوزستان: ۳ ایستگاه
استان بوشهر: ۴ ایستگاه
استان هرمزگان: ۶ ایستگاه
استان سیستان و بلوچستان: ۳ ایستگاه

داده های آنلاین و پیش بینی در سامانه
پایش تراز دریا: slms.ncc.gov.ir
و نرم افزار NCC Tide





	Stattion	Installed	Collected	Age	Sensors
1	Bushehr	1989		35	Floating - Ultrasonic
2	kangan	1989		35	Floating
3	shahid Rajaii	1989		35	Floating - Ultrasonic
4	Imam Hasan	1990		34	Floating
5	Khoramshahr	2001		23	Floating - Ultrasonic
6	Imam Khomeini	2001		23	Floating - Ultrasonic
7	Kish Island	2008		16	Floating - Ultrasonic
8	Lengeh	2008		16	Floating - Ultrasonic
9	Dayer	2009		15	Floating - Ultrasonic
10	Kashti Sazi	2011		13	Floating
11	Bahman (Gheshm Island)	2011		13	Floating
12	Abadan	2017		7	UltraSonic
13	Jask	1996		26	Floating - Radar
14	Kalat	2021		3	radar
15	Chabahar	1989		35	Floating - Radar
16	pasabandar	2021		3	radar
17	Amir Abad	1998		24	UltraSonic - Radar
18	Astara	2012		12	UltraSonic
19	Anzali	2012		12	UltraSonic
20	Chamkhaleh	2024		1	Radar
21	Noshahr	2011		13	UltraSonic-2022radar
22	FereydoonKenar	2012		12	UltraSonic
23	Torkman	2012		12	UltraSonic

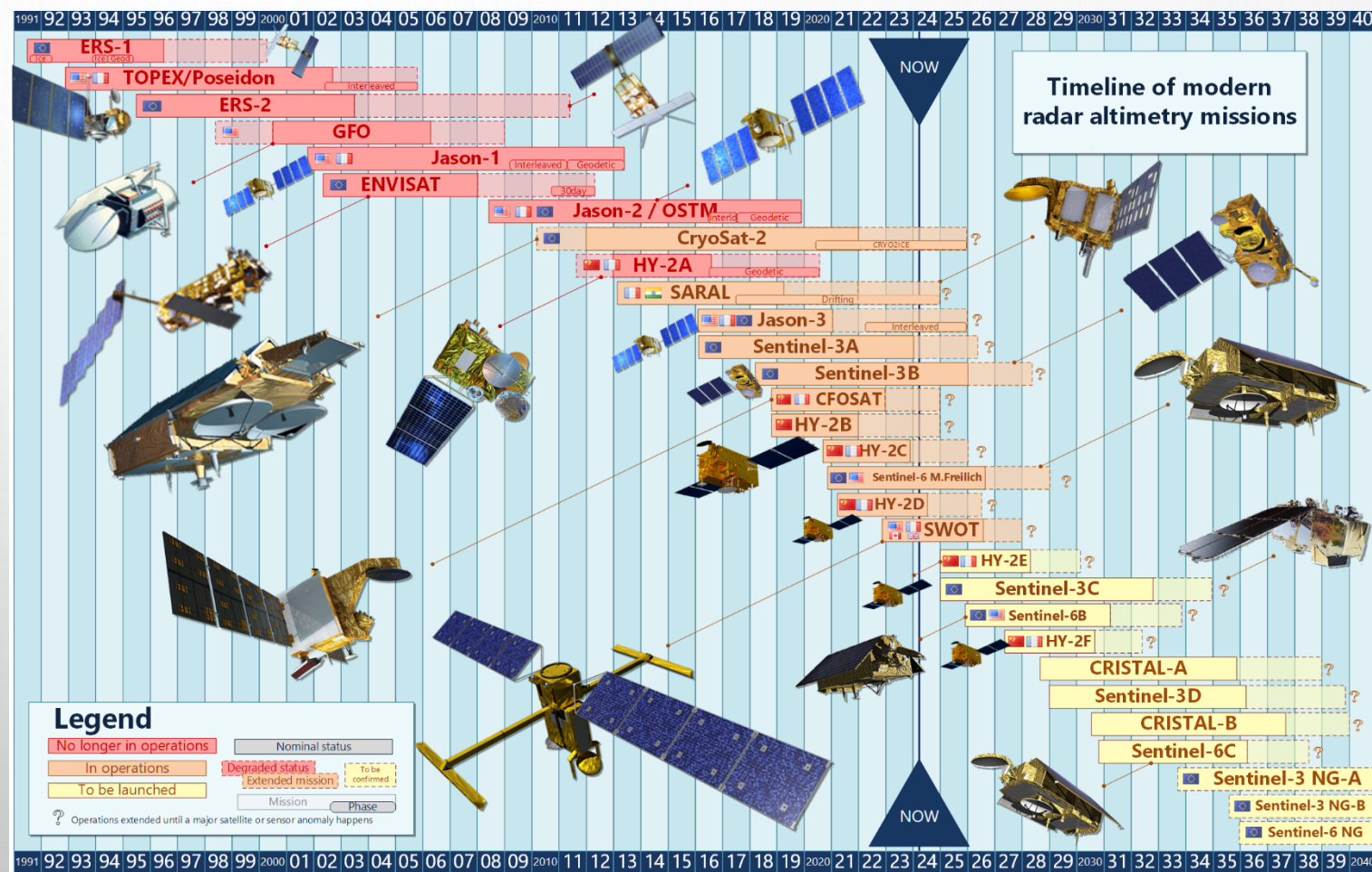
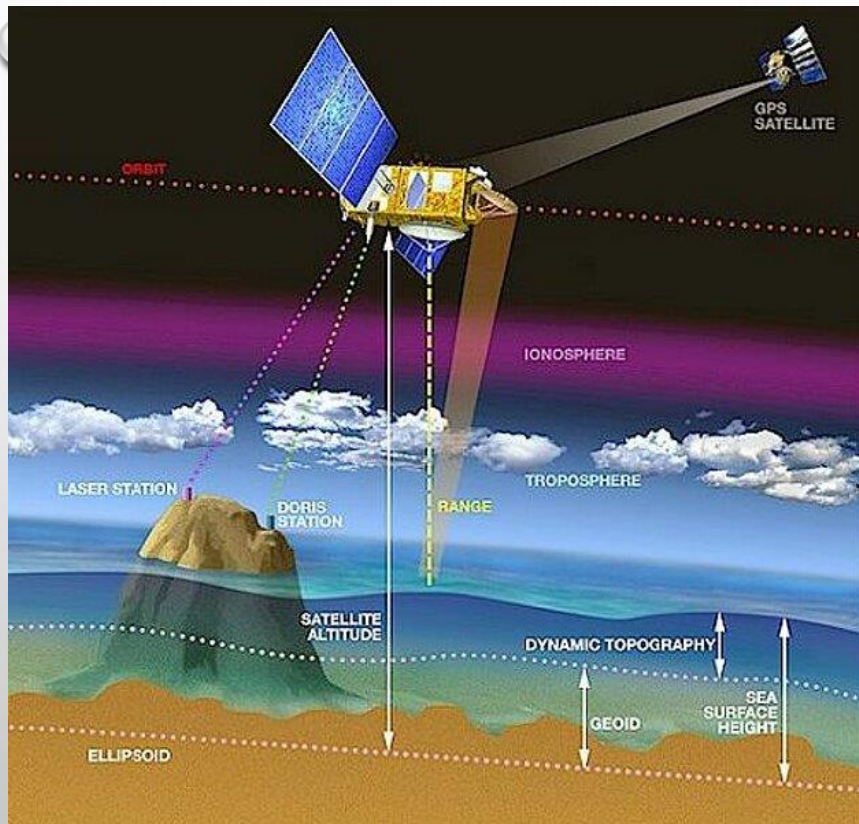
انواع ایستگاه‌های پایش تراز دریا با توجه به نحوه اندازه گیری:

- تایید پل
- شناوری (مکانیکی، الکترومکانیکی)
- راداری
- آکوستیکی (صوتی)
- فشاری
- لیزری
- بویه مجهز به GNSS

لزوم آشنایی با نحوه عملکرد انواع سنسورها جهت تعمیر و نگهداری تایدگیج ها امری اجتناب ناپذیر است.

امروزه استفاده از روش ماهواره‌ای به منظور پایش تراز دریا به ویژه مناطق فراساحلی بسیار گسترده شده است. (Satellite Altimetry)

پایش تراز دریا با استفاده از مشاهدات ماهواره‌ای (Satellite Altimetry):



نگهداری ایستگاه‌های پایش تراز دریا:

نگهداری شامل برنامه‌ها، فرآیندها و روشهای اجرایی است که به منظور اطمینان از عملکرد موثر و صحیح تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری باید گنج انجام می‌شود. این عملیات پس از فرآیندهای نصب و راه اندازی و ارائه آموزشهای اولیه به پرسنل مربوطه شروع شده و این پرسنل موظفند که با بازدید دوره ای از ایستگاهها و انجام مشاهدات و کنترل های مربوطه، تکمیل چک لیستها و ارائه گزارش عملیات، وضعیت ایستگاه را از نظر عملکردی بررسی نموده، اشکالات موجود را برطرف نموده و در صورت لزوم تعمیرات لازم را انجام دهند تا ایستگاه همواره دارای عملکرد مطلوب بوده و از سرویس خارج نگردد. عملیات نگهداری ایستگاه ها بطور خلاصه شامل موارد زیر است:

- تمیز کردن ایستگاه و تجهیزات آن
- تمیز کردن تاید پل: جرم های روی تایدپل به دلیل قرار گرفتن در آب دریا باید بطور دوره ای تمیز شده و تایدپل قابل قرائت باشد.
- اتاق و یا اتاقک ایستگاه که تجهیزات را در خود جای داده است از نظر فیزیکی و استحکام در حالت مناسب بوده و در صورت نیاز به تعمیرات و رنگ آمیزی باید این عملیات انجام شود.
- لوله های مورد استفاده از نظر پوسیدگی و انسداد با اجسام خارجی هربار چک شود.
- سیم وزنه تاید گنج شناوری بازرسی شده و در صورت معیوب بودن تعویض گردد.
- باتری ها دارای ولتاژ مناسب باشند در صورت لزوم تعویض شوند.
- باتری ها دارای ولتاژ مناسب باشند در صورت لزوم تعویض شوند.
- اطلاعات جمع آوری شده توسط ایستگاه تخلیه گردد.

نگهداری ایستگاه‌های پایش تراز دریا:

- مشاهدات هر سنسور حداقل هر سه ماه یکبار با استفاده از داده های سنسور دیگر و یا تایید پل بصورت مشاهدات همزمان 24 ساعته کنترل و کالیبره گردد.
- اتصال ارتفاعی تایدگیج و تایدپل به ایستگاه های کنترلی (BM ها و پیلارها) مجاور آن حداقل هر شش ماه یک بار تحت استاندارد ترازبایی درجه 3 انجام شود.
- از ارسال داده به مرکز (در ایستگاه های برخط) اطمینان حاصل شود و در صورت هرگونه مشکل، سیستم مخابراتی با هماهنگی با کارشناسان مرکز داده مورد بررسی قرار گرفته و رفع عیب گردد.

فرم بازدید و کنترل میدانی ایستگاههای جزرومدی (پایش تراز دریا)

نام و نام خانوادگی بازدید کننده: _____ سازمان: _____

نام ایستگاه: _____ تاریخ بازدید ایستگاه: ____/____/____

زمان بازدید: از ____ تا ____ تاریخ بازدید قبلی: ____/____/____

نوع ایستگاه: ☐ شنوری ☐ فراصوتی ☐ راداری ☐ فشاری

شرایط و وضعیت فیزیکی اتاقک: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی تجهیزات داخل اتاقک: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی سنسورها: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی کابلها و اتصالات: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی تایدپل: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی ایستگاههای کنترلی (بنج مارکها): ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی لوله های ایستگاه شنوری: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

شرایط و وضعیت فیزیکی پل خورشیدی: ☐ خوب ☐ قابل قبول ☐ نامناسب توضیحات: _____

از کلیه موارد فوق عکس گرفته شده و به ضمیمه فرم به سازمان نقشه برداری کشور ارسال گردد.

فرم شرح خدمات ایستگاه‌های پایش تراز دریا که در اختیار استان ها قرار دارد.

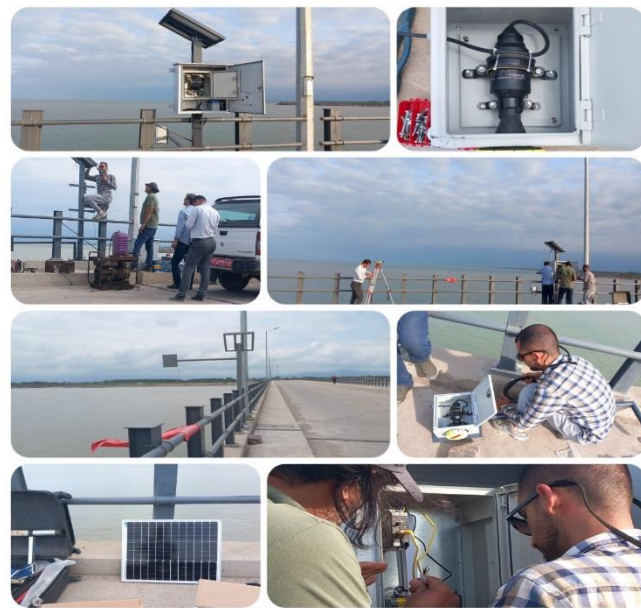
پیوست ۲- فرم بازدید و کنترل میدانی ماهیانه ایستگاههای جزرومدی (پایش تراز دریا)

اهم فعالیت های اداره جزرومدی و جریان سنجی سازمان نقشه برداری کشور:

- راه اندازی ایستگاه جزرومدی چمخاله در استان گیلان
- تعمیر و کنترل میدانی ایستگاه های جزرومدی فریدونکنار در استان مازندران، ایستگاه های چابهار، پسابندر و کلات در استان سیستان و بلوچستان
- ایجاد نسخه جدید نرم افزار **NCC Tide** جهت مشاهده داده های پیش بینی سال ۲۰۲۵ میلادی
- پیش بینی ارتفاع سطح آب در ۵۲ ایستگاه و ارائه آن در سایت **slms** و نرم افزار **NCC Tide**
- آنالیز و بررسی پیوسته مشاهدات جزرومدی
- آنالیز و بررسی داده های ارتفاع سنجی ماهواره ای و مقایسه آن با داده های تایید گنج در حوزه های آبی شمال و جنوب کشور



سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان نقشه برداری کشور



با تشکر از توجه شما