



Fact Sheet

برگه اطلاعات مواد پُر و پلی فلوروآلکیل (PFAS).

هیئت کنترل منابع آب ایالتی
بخش آب آشامیدنی

می 2024

فهرست مطالب

2.....	فهرست مخففاها و اختصارات	
3.....	مرور کلی	
4.....	PFAS پیش زمینه	
4.....	1. تعریف PFAS	
4.....	2. نگرانی‌های مرتبط با PFAS	
4.....	3. PFAS موجود در محیط	
5.....	4. منابع PFAS	
5.....	5. قرار گرفتن انسان در معرض PFAS	
6.....	6. PFAS در آب آشامیدنی	
7.....	7. تولید PFAS در ایالات متحده	
7.....	8. کاهش تماس با PFAS	
8.....	تلاش‌های هیئت کنترل منابع آب ایالتی کالیفرنیا (هیئت آب ایالتی) برای رسیدگی به PFAS	
8.....	9. تلاش برای شناسایی منابع PFAS در کالیفرنیا	
8.....	10. تلاش هیئت آب ایالتی برای مدیریت مسائل PFAS در آب آشامیدنی	
9.....	11. سطح اخطار و سطح پاسخ	
10.....	12. الزامات سطح اخطار PFAS یا فراتر از سطح پاسخ	
10.....	13. صدور حداکثر میزان آلاینده (MCL) PFAS برای آب آشامیدنی توسط US EPA	
11.....	14. تأثیر MCL های PFAS US EPA بر انطباق نهادهای مسئول آبرسانی عمومی کالیفرنیا	

فهرست مخففاها و اختصارات

مخففاها و اختصارات	تعاریف
DDW	بخش آب آشامیدنی
MCL	حداکثر سطح آلاینده‌ها
NPDWR	مقررات ملی آب آشامیدنی
OEHHA	دفتر ارزیابی خطرات بهداشت محیطی
PFAS	مواد پر و پلی فلوروآلکیل
PHG	هدف سلامت عمومی
هیئت آب ایالتی	هیئت کنترل منابع آب ایالتی
US EPA	آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا

مرور کلی

این برگه، اطلاعاتی را در مورد مواد پُر و پلی فلوروآلکیل (PFAS) و هیئت کنترل منابع آب ایالتی (هیئت آب ایالتی)، بخش اقدامات مرتبط با آب آشامیدنی، برای مدیریت مسائل PFAS در آب آشامیدنی در کالیفرنیا ارائه می‌دهد.

پیش زمینه PFAS

1. تعریف PFAS

PFAS یا مواد پُر و پلی فلئوروآلکیل گروه بزرگی از مواد ساخت دست بشر بوده که به طور طبیعی در محیط وجود ندارند و در برابر گرما، آب، روغن، چربی و لکه‌ها مقاوم هستند. از دهه 1940، PFAS در صنایع و محصولات مصرفی مانند ظروف نجسب، لباس‌های ضد آب، پارچه‌ها و فرش‌های مقاوم در برابر لک، برخی از کف‌های آتش‌نشانی و محصولات آرایشی که در برابر چربی، آب و روغن مقاوم هستند، استفاده شده است. PFAS در انواع محصولات مصرفی و در آب‌های زیرزمینی یافت می‌شود.

2. نگرانی‌های مرتبط با PFAS

قرار گرفتن طولانی مدت در معرض PFAS به طور بالقوه برای سلامتی مضر است. اخیراً مطالعه‌ای از [مراکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های ایالات متحده \(CDC\)](#) نشان می‌دهد که PFAS در طولانی مدت ممکن است منجر به موارد زیر شود:

- کاهش باروری و وزن هنگام تولد.
- تضعیف توان بدن برای مبارزه با بیماری.
- افزایش خطر ابتلا به برخی سرطان‌ها، آسم، بیماری تیروئید و آسیب کبدی.
- افزایش سطح کلسترول (که می‌تواند خطر حمله قلبی یا سکته را افزایش دهد).

به دلیل خطرات بالقوه PFAS برای سلامتی، هیئت آب ایالتی برای محافظت از کیفیت آب آشامیدنی خواستار نظارت بر PFAS می‌باشد. نظارت بر PFAS در آب آشامیدنی، حفظ سلامت آب آشامیدنی شما را تضمین کرده و به هیئت آب ایالتی در محافظت از سلامت عمومی کمک می‌کند.

3. PFAS موجود در محیط

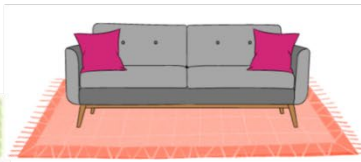
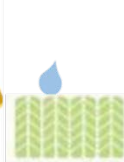
PFAS در هوا، آب و خاک در داخل و اطراف تاسیسات تولیدی یافت می‌شود. اگرچه از زمانی که شرکت‌ها شروع به حذف تدریجی تولید و استفاده از چندین PFAS در اوایل دهه 2000 کردند، رهاسازی این مواد رو به کاهش بوده است، اما PFAS در محیط بسیار پایدار است و به راحتی تجزیه نمی‌شود. این مواد برای مدت طولانی در محیط و بدن انسان باقی می‌مانند. برخی از PFASها فرار هستند و می‌توانند تا مسافت‌های طولانی از طریق هوا جابجا شوند، که ممکن است منجر به آلودگی خاک و آب‌های زیرزمینی دور از منبع انتشار PFAS شود.

4. منابع PFAS

منابع اولیه PFAS عبارتند از: محل‌های آموزش آتش‌نشانی/پاسخ به آتش، محل‌های دفن زباله در مکان‌های صنعتی، و تصفیه‌خانه‌های فاضلاب/بایوسالیدها. تصویر زیر نمونه‌هایی از محصولات حاوی PFAS را نشان می‌دهد.



ظروف نجسب



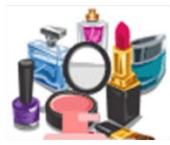
پارچه‌ها و فرش‌های ضد آب و ضد لک



بسته بندی فست فود



کف آتش نشانی



محصولات آرایشی



آفت کش‌ها و علف کش‌ها



رنگ‌ها



نمودار فرایندها

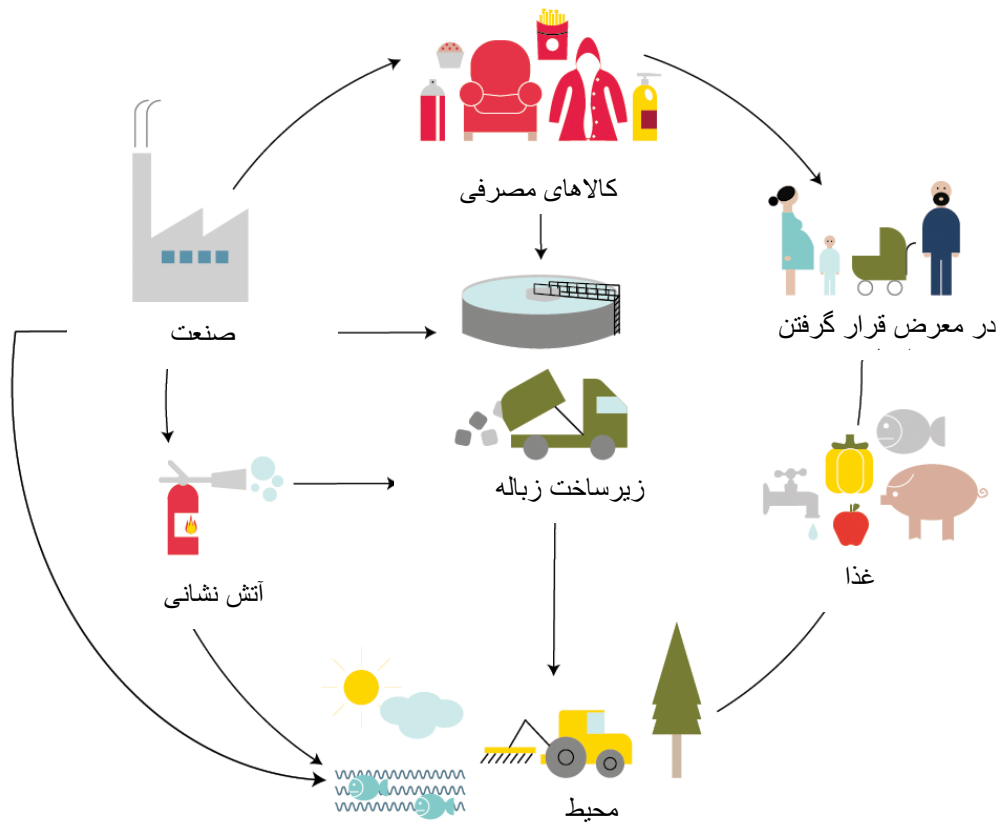
شکل 1. نمونه‌هایی از محصولات مصرفی حاوی PFAS.

5. قرار گرفتن انسان در معرض PFAS

راه‌های اصلی ورود PFAS به بدن افراد عبارتند از:

- آب آشامیدنی: آب آشامیدنی آلوده منجر به سطوح بالایی از تماس با PFAS برای برخی از جمعیت‌های ساکن در نزدیکی تاسیسات تولیدی که از PFAS استفاده می‌کنند، شده است.
- غذا: مواد غذایی تولید شده در آب یا خاک آلوده به PFAS، مانند سبزیجات، ماهی، گوشت و تخم مرغ، ممکن است به دلیل تجمع زیستی و جذب محصولات، حاوی PFAS باشند. همچنین بسته بندی مواد غذایی ساخته شده با PFAS می‌تواند منجر به انتقال PFAS به غذا شود.
- محصولات مصرفی: تماس دست با دهان با محصولات مصرفی ساخته شده با PFAS، مانند فرش و منسوجات، یا لوازم آرایشی و لوسیون‌ها.
- استنشاق: تنفس در هوای آلوده یا گرد و غبار خانگی می‌تواند افراد را در معرض PFAS قرار دهد. هم هوای بیرون و هم هوای داخل یا گرد و غبار ممکن است حاوی PFAS باشد. PFAS در هوای بیرون ممکن است به دلیل رهاسازی مواد تولیدی باشد. لباس‌ها، منسوجات و فرش‌های آغشته به PFAS ممکن است منجر به غلظت‌های بالاتر برخی از PFAS‌ها در هوای داخل خانه شوند.

مواد شیمیایی PFAS به راحتی از طریق پوست جذب نمی‌شوند؛ از این رو، احتمال قرارگیری جمعیت عمومی در معرض این مواد از طریق تماس پوستی کمتر خواهد بود.

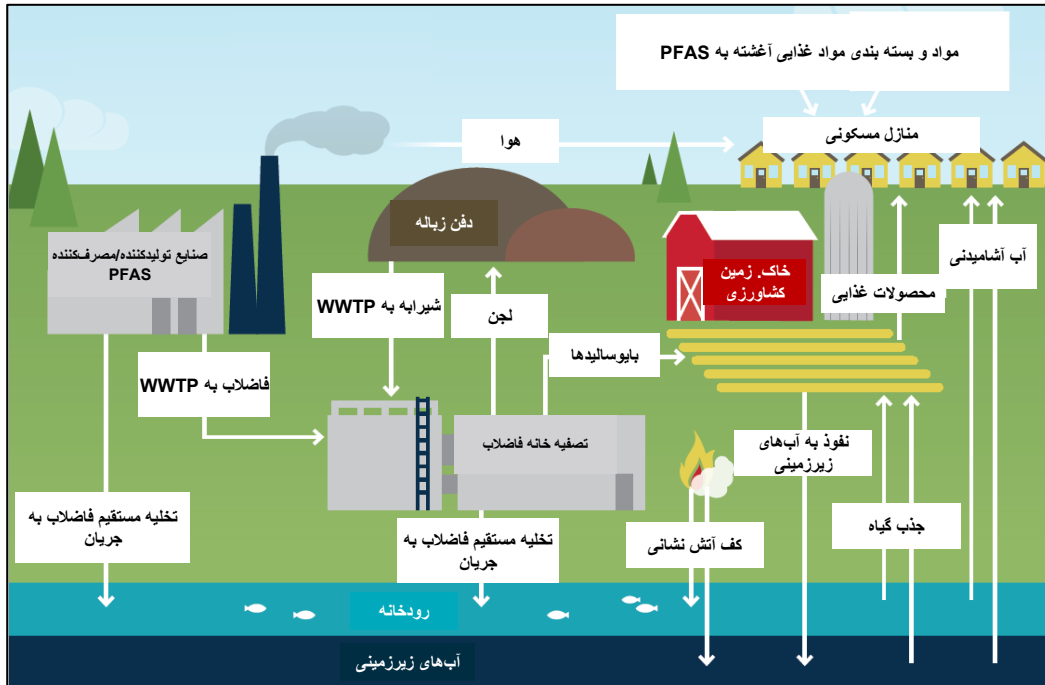


شکل 2. مسیرهای قرار گرفتن در معرض PFAS برای محیط زیست و انسان. تصویر از <https://extension.umaine.edu/livestock/dairy/pfas-and-dairy-animals> گرفته شده است.

6. PFAS در آب آشامیدنی

زمانی که محصولات حاوی PFAS مورد استفاده قرار می‌گیرد یا روی زمین یا درون دریاچه‌ها و رودخانه‌ها ریخته می‌شود، می‌تواند وارد آب آشامیدنی شود. هنگامی که PFAS وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود، به راحتی در مسافت‌های طولانی جابجا شده و می‌تواند چاه‌های آب آشامیدنی را آلوده کند. PFAS موجود در هوا نیز می‌تواند در نهایت به رودخانه‌ها و دریاچه‌هایی که برای آب آشامیدنی استفاده می‌شوند وارد شود. اطلاعات بیشتر در مورد سرنوشت PFAS و انتقال در محیط را می‌توان در [شورای تنظیم مقررات فناوری بین ایالتی](https://pfas-1.itrcweb.org) یافت.

نمودار فرایندها



شکل 3. منابع PFAS و مسیرهای ورود به آب آشامیدنی. تصویر از <https://health.hawaii.gov/heer/environmental-health/highlighted-projects/pfas/> گرفته

7. تولید PFAS در ایالات متحده

آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (US EPA) اعلام کرده است که هشت تولید کننده عمده PFAS، PFAS را از رهاسازی و محصولات حذف کرده‌اند. با این حال، تولید کنندگان، مواد جایگزین را در خانواده PFAS توسعه داده‌اند. علاوه بر این، ممکن است برخی از کالاهای وارداتی حاوی این مواد وجود داشته باشد.

8. کاهش تماس با PFAS

جلوگیری از قرار گرفتن در معرض PFAS به دلیل استفاده گسترده تاریخی و نیز استفاده کنونی از PFAS که معمولاً در محصولات مصرفی در سراسر جهان استفاده می‌شود، عملی نیست. تماس با این مواد را می‌توان با پرهیز یا محدود کردن تماس با برخی از محصولات به شرح زیر کاهش داد:

- از ظروف با روکش نجسب طبق دستورالعمل سازنده استفاده کنید (همه روکش‌های نجسب حاوی PFAS نیستند).
- به جای وسایلی که روکش نجسب دارند، از ظروف استیل یا چدنی استفاده کنید.
- از بسته بندی مقاوم در برابر روغن و آب برای مواد غذایی استفاده نکنید.
- از روکش‌های مقاوم در برابر لکه روی فرش، مبلمان و لباس استفاده نکنید.
- از مواد دافع آب روی لباس استفاده نکنید.

- از محصولات مراقبت شخصی بدون مواد "PTFE" یا "Fluoro" استفاده کنید.
- به طور مرتب سطوح خانه را با یک پارچه مرطوب پاک یا تمیز کنید.

سازمان غذا و دارو (FDA) توصیه می‌کند که افراد برای حفظ یک رژیم غذایی سالم باید انواع مختلفی از غذاها را مصرف کنند. آنها اشاره کردند که یافته‌های اولین آزمایش‌های انجام‌شده بر روی غذاهای مختلف، نیاز به اجتناب از غذاهای خاص را به دلیل آلودگی PFAS نشان نمی‌دهد. اطلاعات بیشتر را می‌توانید از [اداره غذا و دارو](https://www.fda.gov/food/process-contaminants-food/questions-and-answers-pfas-) <https://www.fda.gov/food/process-contaminants-food/questions-and-answers-pfas-> (food) دریافت کنید.

تلاش‌های هیئت کنترل منابع آب ایالتی کالیفرنیا (هیئت آب ایالتی) برای رسیدگی به PFAS

9. تلاش برای شناسایی منابع PFAS در کالیفرنیا

از سال 2019، هیئت آب ایالتی، بخش آب آشامیدنی (DDW) به طور هدفمند برنامه ریزی و دستورات تحقیقاتی در سراسر ایالت را برای شناسایی وجود PFAS در زمین‌هایی با بیشترین تأثیر بالقوه برای محیط زیست و آب آشامیدنی صادر کرده است. این زمین‌ها شامل استفاده صنعتی از PFAS در کف‌های آتش‌نشانی، در کاربردهای صنعتی خاص، و در صنایعی که به طور ثانویه تحت تأثیر PFAS قرار می‌گیرند، می‌باشد.

بر اساس تلاش‌های انجام شده برای نمونه‌گیری در سطح ایالت، PFAS بیشتر در زمین‌های استفاده صنعتی از کف‌های آتش‌نشانی حاوی PFAS در فرودگاه‌ها، پایانه‌های عمده سوخت، پالایشگاه‌ها و زمانی که سرکوب‌کننده‌های غبار حاوی PFAS به عنوان بخشی از فرآیندهای آبکاری استفاده شده‌اند، شناسایی شده است. با این حال، PFAS در محل‌های دفن زباله و تصفیه خانه‌های فاضلاب نیز شناسایی شده است، زیرا آنها به طور ثانویه PFAS را در جریان‌های زباله دریافت می‌کنند.

10. تلاش هیئت آب ایالتی برای مدیریت مسائل PFAS در آب آشامیدنی

DDW [جدیدین دستور تحقیقاتی](https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/pfas_ddw_gen)

https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/pfas_ddw_gen

(eral order) برای سیستم‌های آب عمومی صادر کرده است که نیاز به آزمایش PFAS دارند. اخیراً، دستور عمومی DW 2024-0002-DDW (دستور 2024) به سیستم‌های آب عمومی برای نظارت بر PFAS در سیستم‌های آب عمومی جامعه که به جوامع محروم و شدیداً محروم خدمت می‌کنند، صادر شده است. هدف از این نظارت، شناسایی اثرات PFAS بر آب آشامیدنی در این جوامع است.

لایحه 756 مجلس ایالتی کالیفرنیا (که به عنوان بخش 116378 قانون ایمنی و بهداشت تدوین شده است) به هیئت آب ایالتی اجازه می‌دهد تا به سیستم‌های آب عمومی به طور گسترده‌تر دستور دهد تا PFAS را تحت نظارت قرار دهند و یافته‌های خود را گزارش کنند. ممکن است در سال‌های آینده ارزیابی‌های بیشتری مورد نیاز باشد.

در کنار بررسی منابع صنعتی، سیستم‌های آب عمومی در حال نمونه‌برداری از چاه‌ها در مجاورت این مناطق بر اساس دستور عمومی هیئت آب ایالتی [DW 2022-0001-DDW](https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/pfas_ddw_gen)

https://www.waterboards.ca.gov/drinking_water/certlic/drinkingwater/pfas_ddw_gen/eral_order هستند.

علاوه بر این، DDW سطوح اخطار و سطوح پاسخ را برای چهار ترکیب رایج PFAS فهرست شده در جدول 1 صادر کرده است. سطوح اخطار و پاسخ بیشتری ممکن است در آینده بر اساس وجود و توصیه‌های دفتر ارزیابی خطرات بهداشت محیطی (OEHHA) در مورد خطرات بالقوه برای سلامت انسان صادر شود.

جدول 1. چهار جزء تشکیل دهنده PFAS با سطوح اخطار و پاسخ به صورت نانوگرم در لیتر یا ذره به ازای هر تریلیون.

سطح پاسخ (ppt یا ng/L)	سطح اخطار (ppt یا ng/L)	اجزای تشکیل دهنده PFAS
5,000	500	اسید پرفلورو بوتان سولفونیک (PFBS)
20	3	اسید پرفلورو هگزان سولفونیک (PFHxS)
40	6.5	اسید پرفلورو اکتان سولفونیک (PFOS)
10	5.1	پرفلوروکتانئیک اسید (PFOA)

11. سطح اخطار و سطح پاسخ

سطوح اخطار، سطوح مشاوره‌ای مبتنی بر سلامتی است که توسط DDW برای مواد شیمیایی موجود در آب آشامیدنی که فاقد حداکثر سطوح آلاینده (MCL) هستند، ایجاد شده است. هنگامی که مواد شیمیایی در غلظت‌های بیشتر از سطح اخطار آنها یافت می‌شود، الزامات و توصیه‌های خاصی اعمال می‌شود. الزامات ابلاغی قانون در موارد زیر اعمال می‌شود:

- سیستم‌های عمده آبرسانی، که باید به نهادهای حاکمیتی خود و سیستم‌های آبی که مستقیماً با آن آب شرب تأمین می‌شوند، اطلاع دهند.
- سیستم‌های جزئی آبرسانی، که باید به نهادهای حاکمیتی خود و نهادهای حاکم هر سازمان محلی (برای مثال، شهر یا کانتی، یا شهر و کانتی) که حوزه‌های قضایی آنها شامل مناطقی است که با آب آشامیدنی این سیستم‌ها تأمین می‌شود، اطلاع دهند.
- سیستم‌های عمده و جزئی آبرسانی که توسط کمیسیون خدمات عمومی کالیفرنیا تنظیم می‌شود، که آنها نیز باید به کمیسیون نیز اطلاع دهد.

سطح پاسخ سطحی است که در آن DDW حذف منبع آب آشامیدنی را از سرویس توصیه می‌کند. هنگامی که یک تشخیص تأیید شده از سطح پاسخ فراتر می‌رود، یک نهاد مسئول آبرسانی محلی یا یک نهاد مسئول آبرسانی عمومی غیر گذرا در جامعه مورد نیاز است تا:

- این تشخیص در گزارش سالانه اطمینان مصرف کننده نهاد مسئول آبرسانی ارائه شود.
- منبع آبی که در آن سطوح شناسایی شده از سطح پاسخ بیشتر است، خارج شود یا به صورت عمومی (همانطور که در قانون بهداشت و ایمنی §116378 مشخص شده است) ظرف مدت 30 روز پس از شناسایی تأیید شده، اطلاع رسانی شود.

12. الزامات سطح اخطار PFAS یا فراتر از سطح پاسخ

در حال حاضر، تنها چهار PFAS با سطوح اخطار وجود دارد (به جدول 1 مراجعه کنید). با در دسترس قرار گرفتن داده‌ها و اطلاعات بیشتر، می‌توان سطوح اخطار بیشتری را برای سایر PFAS ایجاد کرد.

اگر نهاد مسئول آبرسانی به طور داوطلبانه از چاه نمونه برداری کند و آزمایش‌های تحلیلی را انجام دهد و نتایج شناسایی PFAS بیش از سطح اخطار مربوطه باشد، نهاد مسئول آبرسانی باید این موضوع را ظرف مدت 30 روز پس از اولین اطلاع رسانی به نهاد مسئول آبرسانی توسط آزمایشگاه مبنی بر اینکه شناسایی آلاینده از سطح اخطار فراتر رفته است، گزارش دهد.

در مورد دستور 2024، اگر تأیید شود که نتایج شناسایی PFAS از سطح اخطار مربوطه فراتر رفته است، از آنجایی که پیمانکار هیئت آب ایالتی در حال انجام آزمایش تحلیلی است، هیئت آب ایالتی قبلاً از نتایج مطلع شده است. بنابراین، نهاد مسئول آبرسانی نیازی به گزارش فراتر رفتن از حد مجاز به شورای آب دولتی ندارد.

اگر نتایج یک PFAS از سطح پاسخ بیشتر شود، نهاد مسئول آبرسانی باید یا (1) منبع را فوراً از سرویس خارج کند؛ یا (2) از تصفیه یا ترکیب استفاده کنید؛ یا (3) فراتر رفتن شناسایی از سطح پاسخ را به صورت عمومی اطلاع رسانی کند. علاوه بر این، فراتر رفتن سطح پاسخ باید در گزارش اعتماد سالانه مصرف کننده ارائه شود.

13. صدور حداکثر میزان آلاینده (MCL) PFAS برای آب آشامیدنی توسط US EPA

US EPA آخرین قانون فدرال PFAS را که تعیین کننده حداکثر سطوح آلاینده (MCLs) به عنوان بخشی از مقررات ملی اولیه آب آشامیدنی (NPDWR) براساس قانون آب آشامیدنی ایمن برای تنظیم آلاینده‌های آب آشامیدنی است در 26 آوریل 2024 منتشر کرد. این سطوح با استفاده از استانداردهای حفاظت از سلامت برای PFAS خاص در آب آشامیدنی، امکان سنجی تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی و تصفیه، و تجزیه و تحلیل هزینه‌ها و منافع تنظیم شده است. سیستم‌های آب باید به نظارت و الزامات مربوط به گزارش و اطلاع رسانی عمومی پایبند باشند. سیستم‌های آب نیز باید از MCLها پیروی کرده و در صورت نقض MCLها به مصرف کنندگان اطلاع رسانی عمومی کنند. جدول 2، MCLها را نشان می‌دهد. برای اطلاعات بیشتر، از وب سایت EPA به آدرس <https://www.epa.gov/sdwa/and-polyfluoroalkyl-substances-pfas> دیدن کنید.

جدول 2. ترکیبات PFAS با EPA MCL به صورت نانوگرم در لیتر یا ذره به ازای هر تریلیون.

EPA MCL	ترکیب
ppt 4.0	PFOA
ppt 4.0	PFOS
ppt 10	PFHxS
ppt 10	PFNA
ppt 10	HFPO-DA (معمولاً به عنوان GenX Chemicals شناخته می‌شود)
1 (بدون واحد) شاخص خطر *	مخلوط‌های حاوی دو یا چند HFPO-DA، PFNA، PFHxS و PFBS

* MCL، USEPA را برای مخلوط‌های PFAS حاوی حداقل دو یا چند HFPO-DA، PFNA، PFHxS، و PFBS با استفاده از شاخص خطر MCL ایجاد کرد تا سطوح ترکیبی و وجود همزمان این PFAS در آب آشامیدنی را محاسبه کند. برای جزئیات بیشتر در مورد شاخص خطر به برگه اطلاعات EPA در:

https://www.epa.gov/system/files/documents/2024-04/pfas-npdwr_fact-sheet_hazard-index_4.8.24.pdf مراجعه کنید.

14. تأثیر MCL های US EPA PFAS بر انطباق نهادهای مسئول آبرسانی عمومی کالیفرنیا

در آخرین قانون فدرال PFAS که MCL ها را برای PFBS، PFHxS، PFNA، PFOS، PFOA، و HFPO-DA ایجاد می‌کند (جدول 2)، دوره نظارت اولیه 3 سال (2027) و دوره انطباق 5 سال (2029) پس از اعلام قانون نهایی (26 آوریل 2024) تعیین شد.

DDW باید ارزیابی کند که آیا MCL های US EPA بر اساس استفاده از آب آشامیدنی در کالیفرنیا از سلامت عمومی محافظت می‌کند یا خیر. اگر DDW قرار است MCL های خود را تنظیم کند، باید برابر با یا محدودتر از MCL های تعیین شده توسط US EPA باشد. قانون ایمنی و بهداشت کالیفرنیا §116365(a) مستلزم آن است که MCL یک آلاینده در سطحی نزدیک به هدف سلامت عمومی (PHG) که از نظر فنی و اقتصادی امکان پذیر است، با تأکید اولیه بر حفاظت از سلامت عمومی ایجاد شود. PHG ها توسط دفتر ارزیابی خطرات سلامت محیطی (OEHHA) ایجاد شده و سپس توسط DDW اتخاذ می‌شوند.