



شوینده ها و اثرات آن در گرفتگی لوله و محیط زیست

الهام ضرورتی^۱، نیلا سید^۲، رامیا رحمانی فر^۳، مهدیه نیرومند^۲، شایلان نور محمدی^۳

۱- اداره آموزش و پرورش استان گلستان. elhamzaroorati@yahoo.com

۲- دانشکده شیمی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

۳- دبیرستان تیزهوشان فرزنانگان گنبد کاووس، استان گلستان

خلاصه

سالهای زیادی است که پاک کننده ها به دلیل ایجاد آلودگی در محیط مورد توجه قرار گرفته اند. مواد شوینده و پودر های لباسشویی با اینکه فواید زیادی دارند، اما به دلیل مصارف گسترده، به عنوان عامل جدیدی برای آلودگی به شمار می روند. این ترکیبات به علت فعالیت سطحی، خاصیت شویندگی و پاک کنندگی که دارند به آسانی در طبیعت تجزیه نمی شوند؛ و همچنین باز کردن راه لوله هایی که این مواد در آنها رسوب کرده اند ملزم به استفاده از مواد شیمیایی قوی تری می باشد که این کار به خودی خود آثار مخرب بیشتری را برای محیط زیست به دنبال خواهد داشت. در این مطالعه، انواع پاک کننده، مواد تشکیل دهنده آنها و عوامل موثر بر رسوب آنها بررسی شد، سپس با انجام آزمایشات مربوطه، میزان تاثیر عوامل مختلف بر خاصیت شوینده ها را بررسی کردیم. همچنین انتخاب سورفاکتانت های مناسب نیز از اهمیت بالایی برخوردارند. شوینده ها به عنوان یکی از آلاینده های مهم خطرات جدی برای اکوسیستم های طبیعی دارند. اجزای مواد شوینده می توانند از منابع مختلف وارد آب و خاک شوند. مواد شوینده بر روی تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر روی اکوسیستم، جانوران و گیاهان تأثیر می گذارند و دارند. تولید مواد شوینده دوستدار محیط زیست یک موضوع مهم در سراسر جهان است.

کلمات کلیدی: انواع پاک کننده صابونی و غیرصابونی، سورفاکتانت، گرفتگی لوله ها، محیط زیست و بیوسورفاکتانت ها

۱. مقدمه

سالهای زیادی است که صنایع صابون و دترجنت به دلیل ایجاد مشکلاتی که ایجاد کرده اند، توجه مسئولان محیط زیست را به خود جلب نموده است. دترجنت ها پس از مصرف به همراه پساب به دریاچه ها یا رودخانه ها ریخته می شوند و بر روی محیط زیست تأثیر مخرب می گذارند. ورود شوینده ها به فاضلاب، می تواند سبب گرفتگی لوله ها و یا بعد از ورود به محیط زیست، سبب آلودگی منابع آبی و محیط زیست می شود. در این مطالعه، ابتدا ترکیب شیمیایی شوینده ها، مسئله گرفتگی لوله ها و سپس مشکلات زیست محیطی ناشی از شوینده ها ارائه شده است.



۲. پاک کننده ها

شوینده ها می توانند صابونی و یا غیر صابونی باشند. احتمالاً صابون قدیمی ترین پاک کننده پوست است. برای هزاران سال این محصول از طریق مخلوط کردن چربی ها و با قلیا تولید شده است. هیدرولیز چربی ها یا روغن ها به کمک سود یا پتاس را عمل صابونی شدن می گویند. به عبارتی ترکیب یک استر با یک باز را صابونی شدن می نامند. صابون ها نمک سدیم یا پتاسیم اسیدهای چرب به فرمول کلی $R - COONa$ هستند. برای مقاومت و اصطکاک صابون به آن مواد خام اضافه می کنند و همچنین روغنهایی مانند هسته خرما و نخل و نارگیل را بدان می افزایند تا صابون به آسانی کف کند. صابون ها از کربوکسیلیک اسیدهایی با زنجیر کربنی بیش از ۸ اتم کربن تشکیل می شوند که از خود خاصیت آبدوست و آبگریز بروز می دهند. اسیدهای کربوکسیلیک اشباع شده یا نشده سنگین آلیفاتیک را اسید چرب می گویند. خاصیت اول صابون به دلیل حضور پیوند CO_2H و خاصیت دوم به دلیل حضور آلکیل است. این ویژگی با عنوان دوگانه دوست شناخته می شود. اسیدهای چرب با بیش از ده اتم کربن، تقریباً در آب محلول ناپذیر بوده و به دلیل چگالی کمتر، هنگام اختلاط با آب روی آن شناور می شوند. این امر موجب می شود بخش قطبی مولکول که شامل کربوکسیل است با آب پیوند هیدروژنی برقرار کرده و یک لایه مولکولی در سطح آب تشکیل دهد. در مقابل، زنجیرهای هیدروکربنی در کنار یکدیگر و به دور از آب قرار می گیرند. موادی که به این شکل در سطح آب جمع شده و خواص سطحی آب را تغییر می دهند را با عنوان مواد فعال در سطح (سورفکتانت) می شناسند.

صابون نواری به دلیل انجماد مجدد داخل لوله ها، اغلب بیشتر از صابون های مایع، لوله ها را مسدود می کند. این بدان معناست که توده های صابون می توانند در کنار هم قرار گیرند و در طول زمان توده ای بزرگ را تشکیل دهند. این تجمع تکه های صابون کوچکتر منجر به یک انسداد بزرگتر می شود که می تواند به طور کامل مجرای فاضلاب را مسدود کند. یکی از مزایای صابون ها بر شوینده های غیر صابونی این است که صابون در طبیعت توسط بعضی از موجودات میکروسکوپی موجود در آب فاضلاب تخریب می شود. در اثر این فرآیند، گاز کربنیک و آب تولید می شود و در نتیجه از محیط زیست خارج می گردد. شوینده ها دارای قدرت زدودن چربی از سطح اجسام می باشند و مزیت آنها بر صابون ها این است که در آب های سخت هم خاصیت پاک کنندگی دارند. همچنین شوینده ها در فاضلاب تشکیل رسوب نمی دهند بنابراین حالت تعلیق و حل شدن چرک و چربی در حلال را به وجود می آورند [۱]. یکی از ایراداتی که بر صابون ها وارد است، رسوب کردن آنها در آب سخت می باشد. آب سخت سرشار از مواد معدنی نظیر منیزیم و کلسیم است. لذا با صابون و مواد شوینده به راحتی ترکیب نمی شود. این امر ممکن است شرایطی ایجاد کند که در اطراف وان یک حلقه از سنگ آهک و صابون باقی بماند. علاوه بر این، ذخایر معدنی موجود در آب سخت میتواند آسیب بزرگی به لوله کشی و تجهیزات ساختمان وارد کند.

سختی موقت: سختی موقت آب به علت وجود بیکربنات های کلسیم و منیزیم محلول در آب است. با جوشاندن آب، بیکربنات کلسیم و منیزیم تبدیل به کربنات های نامحلول میشوند و رسوب میکنند و آب نرم میشود. سختی دائم آب به علت وجود دیگر نمک های کلسیم و منیزیم محلول در آب است. سختی دائم آب با جوشاندن کاهش نمی یابد. برای اندازه گیری سختی دائم باید حجم معینی از آب را همراه با مقدار معینی محلول کربنات سدیم، جوشاند. در نتیجه هم بیکربنات های محلول کلسیم و منیزیم رسوب می کنند و هم بقیه یون های کلسیم و منیزیم موجود در آب به کربنات های نامحلول کلسیم و منیزیم تبدیل می شوند. همان طور که پیش تر عنوان شد، صابون های حاصل از هیدرولیز با $NaOH$ ، در آب های سخت یا سنگین تولید رسوب می کنند. این گونه رسوبات در آب نامحلول بوده و به صورت رسوبات سخت و سفت یا ماده خام در فاضلاب ها ته نشین می شود.

دو روش برای کاهش سختی آب ها بکار برده میشود: روش استفاده از آهک _ سدیم کربنات. روش جایگزینی یونی. در تصفیه خانه های آب از دو روش فوق استفاده شده اما در دستگاه های خانگی از روش جایگزینی یونی استفاده می شود. در



فرآیند سختی زدایی به صورت جایگزینی یونی آب با فشار وارد ستون های حاوی رزین می شود. رزین‌ها با جذب یون های منیزیم و کلسیم از آب و جایگزین کردن آنها با سدیم، واکنش R نمایانگر رزین است با Na نقش اصلی خود را ایفا می کنند [۲-۴].

۳. شوینده غیرصابونی

با رشد جمعیت و توجه انسان به بهداشت موجب شد که تولید صابون با منشا طبیعی جوابگوی مصرف نباشد. در نتیجه از اوایل قرن نوزدهم مواد شوینده مصنوعی به نام دترجنت وارد بازار شدند. شوینده های سنتزی هیدروکربورهای حاصل از نفت خام هستند. شوینده های سنتزی خاصیت پاک کنندگی مشابه صابون ها را دارند. اولین شوینده ای که در جهان ساخته شد "سدیم لوریل سولفنیت" نام داشت که از اثر واکنش اسید سولفوریک و اسید کلروسولفونیک با دود سیل الکل تهیه گردید. مولکول های شوینده های سنتزی همانند مولکول های صابون از دو قسمت تشکیل می‌گردد: زنجیر هیدروکربوری نسبتاً طویل قابل حل در ترکیبات کربن دار مانند چربی و چرک و قسمت قطبی آن که در آب حل می شود. یک شوینده سنتزی ترکیبی است از اجزای مختلف که هر یک از اجزاء در عمل شویندگی نقش مهمی را ایفا می کنند. مشکل کاهش قدرت پاک کنندگی شوینده های صابونی در آب سخت، برای پاک کننده های غیرصابونی، به علت فرمول خاص دترجنت ها تا حدود زیادی برطرف شده است. اجزای شیمیایی یک پاک کننده به طور کلی به سه دسته عمومی طبقه بندی می شود: سورفکتانت ها (مواد فعال سطحی)، سازنده ها (بیلدرها) و مواد متفرقه

۴. سورفکتانت ها

ماده اصلی و مهمترین ماده شیمیایی یک شوینده، عامل فعال سطحی آن است که معمولاً حدود ۳۰ درصد وزنی یک شوینده را تشکیل می دهد. سورفکتانت ها در حل کردن چرک و چربی در خود و جداسازی آنها از سطح اجسام گوناگون کمک شایانی می کنند. آنها علاوه بر افزایش توانایی کف کردن، لکه هارا نیز می شکنند و کثیفی هایی را که در آب حل نمی شوند، پراکنده می کنند کلمه سورفکتانت را میتوان مخفف کلمه عامل فعال سطحی دانست. سورفکتانت ها معمولاً برای کاهش کشش سطحی بین جامد و مایع یا بین دو مایع استفاده می شوند. سورفکتانت یک مولکول هیدروکربنی با زنجیره بلند است که دارای انتهای آب دوست و آب گریز است. قسمت آب دوست اغلب به عنوان سر قطبی نامیده میشود و قسمت آب گریز دم است. این قسمت میتواند آروماتیک آلیفاتیک یا ترکیبی از هر دو باشد. طبقه بندی اولیه سورفکتانت ها براساس خصوصیات بار گروه آب دوست به سه گروه طبقه بندی میشوند.

۱- شوینده های آنیونی: شوینده هایی که بخش چربی دوست آنها یک آنیون است، شوینده های آنیونی هستند. این شوینده ها در آب تولید یون های منفی می کنند. سورفکتانت های آنیونی در بیشتر فرمول های شوینده استفاده می شوند. مهمترین سورفکتانت های آنیونی مورد استفاده در شوینده ها و صابونها، آلکیل بنزن سولفوناتها، آلکیل سولفات آلکیل اتر سولفات و آلکان سولفونات های ثانویه هستند.

۲- شوینده های کاتیونی: شوینده هایی که بخش چربی دوست آنها یک کاتیون است، شوینده های کاتیونی هستند. این نوع شوینده ها گران قیمت و در مقایسه با شوینده های آنیونی از قدرت تمیز کنندگی کمتری برخوردارند. شوینده های کاتیونی از نظر ضد عفونی کنندگی و گندزدایی اهمیت زیادی دارند. سورفکتانت های کاتیونی در فرمولاسیون های شوینده معمولاً به عنوان نرم کننده پارچه در فرآیندهای شستشو استفاده می شوند.



۳- شوینده های غیر یونی: این شوینده ها که همان طور که از نام آنها مشخص است دارای گروه های یونی در مولکول خود نیستند. مهمترین سورفکتانت های غیر یونی میتوان به اتوکسیلات های الکلی اتوکسیلات های آلکیل، فنول آلکانولامید های اسید چرب، اکسید های آلکیل آمین و آلکیل پلی گلیکوزیدها اشاره نمود [۴].

۵. بیلدرها (سازنده ها)

نقش اصلی در پاک کننده ها دارند و عامل جداکنندگی هستند. برای مثال، انواع مختلف سازنده ها برای نرم کردن آب مورد استفاده قرار می گیرند و به پخش شدن چرک کمک کرده و اجازه نمی دهند که چرک ها حتی در خارج از محلول شستشو رسوب کنند. این مواد کیفیت آب را افزایش می دهند و در نتیجه باعث می شوند مواد شوینده به شیوه ای مؤثرتر و کارآمدتر عمل کنند [۳-۴].

۶. مواد متفرقه

مانند نمک های سدیم سولفات، سدیم کربنات و... که حدود ۲۰ درصد وزن کل شوینده را تشکیل می دهند و باعث یونیزه و قلیایی شدن محلول شوینده در آب و جدایی مولکول های آب از چرک و چربی می شوند. برای آنکه بتوانیم میزان دخالت پودر های لباسشویی در گرفتگی لوله ها را بسنجیم، باید ذرات تشکیل دهنده آنها را مورد مطالعه قرار دهیم. در واحد تولید پودر لباسشویی، مواد اولیه ای که برای تولید پودر به کار می رود به دو بخش مواد جامد و مواد مایع تقسیم می شود.

مواد جامد شامل:

تری پلی فسفات: این ماده برای تنظیم دانسیته خمیر و در نتیجه پودر و همچنین به منظور بهره گیری از خاصیت پاک کنندگی خوب آن به کار میرود.

کربوکسی متیل سلولز: این ماده منجر به معلق شدن چرک ها شده و از چسبندگی مجدد چرک و چربی روی سطح اولیه با سطح جدید جلوگیری می کند.

سولفات سدیم: این ماده برای تنظیم دانسیته خمیر تولید شده به کار می رود.

رنگ سفید: این ماده برای سفید کردن پودر حاصل به کار می رود. رنگ اصلی پودر بدون اضافه کردن رنگ سفید، رنگ زرد مایل به سفید است.

مواد مایع شامل:

خمیر خنثی: این ماده به وسیله خنثی کردن اسید سولفونیک تولیدی در واحد سولفورکس با سود به دست می آید که خاصیت پاک کنندگی و کف کنندگی دارد.

سیلیکات سدیم: این ماده در خارج از واحد به صورت مذاب درآمده و به این واحد منتقل میگردد و برای دانه بندی پودر به کار می رود.

خمیر مایع حاصل از ضایعات: این ضایعات مربوط به ذرات به هم چسبیده پودر می باشد که به وسیله الک جدا شده و به یک مخزن جداگانه منتقل می شوند.

فسفات ها، یک ماده رایج در شوینده های سنتی است که می توانند با ترویج رشد بیش از حد جلبک ها، به آلودگی آب کمک کنند. این می تواند منجر به کاهش اکسیژن در آب شود و بقای موجودات دریایی را دشوار کند.

از دیگر اجزای ضروری در شوینده های لباسشویی برای جلوگیری از خوردگی لوله و تضمین طول عمر سیستم های لوله کشی، بازدارنده های خوردگی هستند. برخی از بازدارنده های متداول خوردگی مورد استفاده در شوینده های لباسشویی



سیلیکات‌ها و فسفات‌ها هستند. ترکیب بازدارنده های خوردگی با سایر مواد افزودنی مانند بازدارنده های رسوب، بیوسیدها و جاذب های اکسیژن می تواند حفاظت جامعی در برابر خوردگی در سیستم های لوله کشی ایجاد کند. این بازدارنده ها می توانند شروع خوردگی را به تاخیر بیندازند و باعث بهبود عملکرد و زیبایی لوله ها شوند. انتخاب بازدارنده خوردگی به کاربرد خاص و نوع فلز محافظت شده بستگی دارد. در زمینه شوینده های لباسشویی، بازدارنده های خوردگی برای جلوگیری از خوردگی در لوله ها و سیستم های لوله کشی طراحی شده اند و از عملکرد ایمن و کارآمد ماشین لباسشویی و سایر وسایل اطمینان می دهند. در اینجا برخی از بازدارنده های خوردگی رایج مورد استفاده در شوینده های لباس شویی و مکانیسم های عمل آنها آورده شده است:

سیلیکات های سدیم: اینها معمولاً به عنوان بازدارنده های خوردگی در شوینده های لباس شویی استفاده می شوند. سیلیکات های سدیم یک لایه محافظ بر روی سطح لوله تشکیل می دهند که از خوردگی جلوگیری می کند. فسفات روی: فسفات روی بازدارنده های موثر خوردگی هستند که با تشکیل یک لایه محافظ بر روی سطح لوله و جلوگیری از خوردگی و مهار رشد میکروارگانیسم هایی که می توانند به خوردگی تحت تأثیر میکروبیولوژیکی کمک کنند. تریازول ها: تریازول ها مانند بنزوتریازول معمولاً به عنوان بازدارنده های خوردگی در شوینده های لباسشویی استفاده می شوند.

آمینو کربوکسیلات ها: آمینو کربوکسیلات ها، مانند EDTA (اتیلن دی آمین تتراستیک اسید) با کمپلکس شدن با یون های فلزی و جلوگیری از شرکت آنها در واکنش های خوردگی و ممانعت از تشکیل ترکیبات خوردنده مانند اکسید آهن از خوردگی جلوگیری می کنند.

بازدارنده های خوردگی پلیمری: بازدارنده های خوردگی پلیمری، مانند اسید پلی اکریلیک با تشکیل یک فیلم محافظ روی سطح لوله، از خوردگی جلوگیری می کند.

با درک نحوه عملکرد این بازدارنده های خوردگی، می توانیم اهمیت استفاده از شوینده های لباسشویی حاوی این افزودنی ها را برای جلوگیری از خوردگی لوله درک کنیم.

۷. گرفتگی لوله ها

عوارضی که با بی اهمیتی نسبت به موضوع گرفتگی لوله ها در منازل بروز می کنند کاملاً گویای این موضوع می باشد، که این مشکل نیازمند توجه بیشتری باید باشد. گرفتگی لوله ها می تواند باعث آسیب به اموال و ایجاد یک محیط ناسالم گردد. همچنین گرفتگی لوله ها می تواند فرآیند آب رسانی را مختل کند و منجر به مشکلاتی مانند فشار ضعیف آب و آلودگی شود؛ که در نهایت تأثیرات بسیار مخربی بر محیط زیست خواهد گذاشت. از طرفی این موضوع هزینه های اضافی را بر خانواده ها تحمیل می کند. بنابراین، نگهداری و بازرسی منظم لوله ها برای جلوگیری از گرفتگی و اطمینان از عملکرد صحیح سیستم لوله کشی بسیار مهم است. هنگام تمیز کردن ظروف یا لباس های شسته شده، افراد زیادی به این توجه نمی کنند که آیا شوینده ای که استفاده می کنند می تواند خطری در زمینه ی گرفتگی مجرای فاضلاب آنها ایجاد می کند یا خیر. اخیراً مطالعاتی برای آزمایش این نظریه انجام شده است که در طول زمان، صابون های تمیزکننده قوی این توانایی را دارند که عملکرد لوله های شما را مسدود کنند. این موضوع نه اثبات شده و نه رد شده است. اگر بتوان شوینده ها را بهبود داد بطوری که احتمال رسوب آنها در مجاری لوله ها و انسداد آنها به صفر نزدیک شود، از بسیاری از هزینه های اضافی کاسته می شود و بدین سان دیگر نیازی به استفاده از مواد شیمیایی قوی تر و اسیدها برای باز کردن گرفتگی لوله



ها نمی باشد؛ آسیب کمتری به محیط زیست و جانداران وارد می شود و جزو گام های مفید در روند نزدیک شدن به توسعه پایدار می باشد.

۸. مزیت شوینده های مایع نسبت به پودری

مواد شوینده ای که در آن مایع وجود دارد، لوله های ماشین لباسشویی یا ظرفشویی را مسدود نمی کند. خطر گرفتگی با مواد شوینده پودری کمی افزایش می یابد، و اگر مقدار مناسبی برای دستگاه استفاده شود، گرفتگی لوله یا فاضلاب نباید رخ دهد. پودرها حاوی مواد شیمیایی بیشتری نسبت به مایعات هستند و باقیمانده آنها باعث ایجاد مشکلات بیشتری می شود. در عین حال، مواد شوینده مایع از قبل حل شده اند و در سیستم تخلیه انباشته نمی شوند. شوینده مایع زمانی که برای تمیز کردن لکه های روغنی و یا در مناطقی با آب سخت استفاده می شوند، بهترین عملکرد را دارند. همه چیز در مورد فرمول است که شوینده های مایع دارای توانایی بالاتری در آزادسازی و تجزیه چربی هستند و مواد تشکیل دهنده آنها در برابر مواد معدنی که معمولاً در آب سخت یافت می شوند انعطاف پذیر هستند. علاوه بر این، شوینده های مایع برای شستن پارچه های رنگی مناسب تر هستند، زیرا بسیاری از فرمول ها رنگ را بهتر از شوینده های پودری حفظ می کنند [۲ و ۸-۱۴].

در آزمایشات مختلفی که انجام گردید، فاکتورها و عوامل مختلف دخیل بر رسوب شوینده ها مورد بررسی قرار گرفت. یکی از آنها میزان پاک کنندگی شوینده های صابونی در آب های مختلف بود. بدین منظور مواد لازم را تهیه کرده و تاثیر وجود یون های مختلف بر میزان حل شدن صابون ها را آزمایش کردیم.

از جمله مواد و وسایلی که استفاده شد: آب مقطر، نمک منیزیم کلرید، نمک کلسیم کلرید، بشر به تعداد لازم، ارلن مایر، اسپاتول، شوینده صابونی.

بشر ها را نامگذاری کرده و در هر کدام به حجم ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریختیم. در بشر شماره ۱ هیچ نمکی حل نکردیم. در بشر شماره ۲ منیزیم کلرید و در بشر ۳ کلسیم کلرید حل کردیم. سپس در هر سه به مقدار یکسانی شوینده صابونی اضافه شد و به خوبی هم زده تا کف کند. مشاهده شد که در بشر محتوی آب و شوینده، کف بیشتری ایجاد شد و در دیگر بشر ها کف کمتر بود و مواد نامحلول پیدا شد.

بدیهی است وجود یون های مختلف دلیل این اتفاق است. صابون ها با یون های موجود در آب سخت، از جمله یون منیزیم و یون کلسیم، واکنش می دهد و ماده ای نامحلول ایجاد می کند که به همراه آن کف درست شده نیز کمتر می شود. مورد بعدی که تحت آزمایش قرار گرفت، مقدار مواد شوینده بود.

وسایل استفاده شده: بشر به تعداد لازم، آب مقطر، ارلن، شوینده پودی، اسپاتول
۳ بشر برداشته و در هر کدام ۲۰۰ mL آب مقطر ریختیم سپس به هر کدام مقداری شوینده اضافه شد؛ در بشر شماره یک، ۱۰ گرم، در بشر شماره دو، ۲۰ گرم و در بشر شماره سه، ۵۰ گرم. در مرحله بعد آنها را هم زدیم تا به خوبی حل شوند و زمان محاسبه شد.

مشاهده شد که در بشر شماره ۳، علاوه بر اینکه فرایند هم زدن، مدت زمان بیشتری طول کشید، محلول بسیار غلیظی به دست آمد. در حالی که مواد موجود در بشر ۱ و ۲ به راحتی حل شدند. این موضوع اهمیت مقدار استفاده از مواد شوینده را مطرح می کند. هنگام استفاده از مواد شوینده مایع یا پودری، استفاده از مقدار مناسب مهم است. استفاده بیش از حد از مواد شوینده می تواند بقایایی باقی بگذارد که ممکن است دستگاه شما نتواند آن را بشوید. از طرف دیگر، استفاده از مقدار کمی ممکن است لباس یا ظروف شما را به خوبی تمیز نکند. هر ماده شوینده ای بسته به مواد استفاده شده در تولید آن،



یک مقدار بهینه مصرف دارند که روی محصول از طرف شرکت تولیدی درج می‌گردد. بنابراین، توجه و رعایت مقدار توصیه شده مایع شوینده برای کمک به تمیز کردن وسایل و جلوگیری از گرفتگی لوله‌ها ضروری است. فاکتور مهم دیگر که جا دارد به آن اشاره کنیم، دما است. شستشو در دمای پایین می‌تواند باعث شود که نرم‌کننده و مواد شوینده مایع در لوله‌های خروجی ماشین لباسشویی حل نشده باقی بمانند. در نهایت آنها یک ماده لزج تشکیل می‌دهند که ممکن است تا حدی یا به طور کامل زهکشی‌ها را مسدود کند. پاک‌کننده قوی زهکش را نمی‌توان در ماشین لباسشویی استفاده کرد و برای لوله‌های پلاستیکی توصیه نمی‌شود. پاک‌کننده‌های طبیعی می‌توانند مشکل را حل کنند و در عین حال سازگار با محیط زیست هستند [۱۰-۱۴].

۹. اثرات زیست محیطی شوینده‌ها

مواد شوینده و پودرهای لباسشویی با اینکه فواید زیادی دارند، اما به دلیل مصارف گسترده، به عنوان عامل جدیدی برای آلودگی به شمار می‌روند. گسترش بیش از حد صنایع صابون و شوینده‌ها در جهان، علیرغم دارا بودن جنبه‌های مثبت فراوان آلودگی‌های نوینی را به محیط زیست وارد کرده است. وجود محصولات پاک‌کننده در محیط زیست همیشه یک نگرانی بوده است، زیرا تأثیر آنها بر اکوسیستم همیشه قابل مشاهده بوده است. از جمله اثرات مختلف مواد شوینده بر روی اکوسیستم‌های طبیعی، اوتروفیکاسیون و کاهش انتقال اکسیژن و نور در آب، تأثیر بر ویژگی‌های کیفیت آب شیرین، تغییر pH و شوری اجسام پذیرنده، که بر روی جانوران و گیاهان موجود در خاک و آبزیان تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، مواد شوینده می‌توانند وارد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شده و بر عملکرد آنها تأثیر منفی بگذارند. بنابراین، اجزای مواد شوینده می‌توانند از منابع مختلف وارد آب و خاک شوند. دترجنت‌ها پس از مصرف به همراه پساب به دریاچه‌ها یا رودخانه‌ها ریخته می‌شوند و بر روی محیط زیست تأثیر می‌گذارند. این شوینده‌ها ممکن است توسط باکتری‌ها تجزیه شوند. اما در غلظت‌های زیاد ممکن است باکتری‌ها نتوانند نقش خود را ایفا کنند. این ترکیبات به علت فعالیت سطحی، خاصیت شویندگی و پاک‌کنندگی که دارند به آسانی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند.



۱۲. تاثیر شوینده ها بر اکوسیستم های آبی

با توجه به افزایش جمعیت و وجود مراکز شهری و صنعتی در نزدیکی رودخانه ها و اکوسیستم های آبی مقادیر زیادی شوینده میتواند وارد آنها شود و میتواند تاثیرات بر جمعیت و موجودات آبی داشته باشد. تخریب ناقص سورفکتانت ها منجر به ایجاد کف عظیم در نهرها و رودخانه های نزدیک سدها می شود. در واقع، سورفکتانتها را می توان تنها تحت شرایط خاصی تجزیه کرد، به عنوان مثال، با ارائه میکروارگانیزم های ویژه برای تجزیه آنها. آلودگی منابع آب در سال های اخیر به یک معضل تبدیل شده است که به دلیل سمیت بالا و فراهمی زیستی ترکیبات شیمیایی مانند مواد شوینده است. به طور کلی یکی از مشکلاتی که در اثر غلظت بالای مواد شوینده در محیط آبی ایجاد می شود، تولید دترجنت ها موجب ایجاد کف بر روی آب، مرگ ومیر آبزیان موجود در این آب ها، عدم رشد گیاهان به علت کاهش رسیدن نور خورشید به آنها و ورود عوامل بیماری زا به آب می شود. یکی از اجزای تشکیل دهنده شوینده ها، سازندگانی مانند فسفات ها هستند. به دلیل افزودن دوزهای بیش از حد فسفات، مواد شوینده مبتنی بر فسفات وارد آب شده و باعث اتروفیکاسیون و در نتیجه رشد شدید جلبک ها می شود. در نهایت، افزایش دوز مواد آلی به دلیل مرگ و میر و تخریب جلبک ها و در نتیجه کاهش سطح اکسیژن محلول، پارامتر مهمی برای مرگ و میر موجودات آبی و کاهش تنوع زیستی در اکوسیستم است. علاوه بر مشکلات ذکر شده، آب های آلوده به فسفات ها و سورفکتانت ها برای موجودات انسانی و آبی سمی هستند. بر اساس مطالعات انجام شده، اثرات مواد شوینده بر روی گیاهان آبی آشکار است و در کشورهای در حال توسعه به سرعت در حال رشد است.

اجزای شوینده به دلیل ویژگی های خاصی که دارند بر اکوسیستم آبی اثر می گذارند و مسئول تغییر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب های طبیعی مانند دما، شوری، کدورت و pH هستند. نتایج کاهش کیفیت آب باعث ایجاد روندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در ماهی می شود و بر دوز مصرف اکسیژن محلول در ماهی تأثیر می گذارد. علاوه بر این، تجمع مواد شوینده در آب در مدت کوتاهی ممکن است، بینایی ماهی ها را مختل کند و همچنین باعث آسیب به آبشش آنها شود، همچنین افزایش غلظت مواد شوینده باعث سخت شدن تنفس و علائم ناراحتی و کندی شنا در ماهی می شود.

۱۱. تاثیر شوینده ها بر اکوسیستم خاک

در سال های اخیر مواد شوینده سهم بسزایی در فرآیندهای آلودگی محیط زیست داشته و سهم آنها به استفاده از آنها در زندگی روزمره مربوط می شود. ورود مواد شوینده به محیط آبی به حد خطرناکی رسیده است. در نهایت آب آلوده می تواند وارد خاک شود و اثرات منفی بر خاک منطقه بگذارد. ثابت شده است که شوینده ها در عملکرد فتوسنتزی گیاه با فعالیت آنزیمی موثر هستند، اما اثرات مضر بر جوانه زنی گیاهان دارند. غلظت بالای نمک و سورفکتانت منجر به تخریب تدریجی ساختار خاک و اثرات منفی بر سلامت گیاه می شود. PH خاک با ورود مواد شوینده به خاک افزایش می یابد. افزایش PH خاک باعث جدا شدن اجزای خاک و کاهش ساختار خاک می شود. در واقع سطح pH مناسب برای گیاهان در محدوده ۵ تا ۹ است و افزایش و کاهش این مقادیر باعث تغییر سطوح فعالیت بیولوژیکی خاک و شستشوی مواد آلی از خاک می شود. با توجه به اینکه مواد آلی به مرور زمان تجزیه می شوند و به عنوان یک ماده غذایی برای گیاه عمل می کنند، کمبود آن بر سلامت گیاه تأثیر منفی خواهد داشت. آبیاری خاک با محتوای شوینده آب باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می شود که در طولانی مدت شوری خاک را افزایش می دهد. افزایش هدایت الکتریکی به دلیل کاهش کشش سطحی باعث می شود خاک با ذرات بیش از حد شسته شود. افزایش هدایت الکتریکی خاک ممکن است منجر به تبدیل خاک به ماده دافع آب شود که در نتیجه ظرفیت ذخیره آب را کاهش می دهد. در نهایت خاک با منافذ بزرگ و هدایت الکتریکی بالا باعث ورود آلودگی بیشتر به خاک و در نهایت افزایش آلودگی آب های زیرزمینی می شود.



مقادیر هدایت الکتریکی، pH و نمک محلول در آب با افزایش مقدار مواد شوینده افزایش یافته و در نتیجه باعث افزایش این پارامترها در خاک می‌شود. افزایش غلظت مواد شوینده باعث کاهش زیست توده خشک ریشه و اندام هوایی می‌شود [۶۵].

۱۲. بیوسورفکتانت ها

سورفکتانت‌ها مواد شیمیایی هستند که در خانه‌ها و صنایع برای کاربردهای گسترده مانند پاک‌کننده‌ها، ضدعفونی‌کننده‌ها، مواد حجیم‌کننده و غیره استفاده می‌شوند. سورفکتانت‌ها به دلیل پایداری طولانی مدت زیست محیطی و طبیعت سرکش، یک آلاینده زیست محیطی قابل توجهی هستند. سورفکتانت‌های زیستی طبیعی جایگزین‌های امیدوارکننده‌ای برای سورفکتانت‌های سنتز شده شیمیایی هستند. با این حال، بیوسورفکتانت‌ها علیرغم سمیت زیست محیطی کمتر، نفوذ محدودی به بازار پیدا کرده‌اند [۷].

صنعت مراقبت شخصی روز به روز سبزتر می‌شود. بنابراین، یک رویکرد سه جانبه برای محدود کردن هجوم محیطی این ترکیبات، اولاً کاهش استفاده از سورفکتانت‌ها، ثانیاً جایگزینی ترکیبات شیمیایی مقاوم با ترکیبات سبزتر، و سوم، تکمیل تجزیه سورفکتانت‌ها در تصفیه خانه‌های فاضلاب ضروری است. از بیوسورفکتانت‌ها می‌توان در صنایع شوینده نیز استفاده کرد که یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان بیوسورفکتانت‌ها به شمار می‌رود. در سال‌های اخیر، صنایع شوینده اثرات زیست‌محیطی محصولات خود را ارزیابی کرده‌اند و جهت‌گیری‌های جدیدی ایجاد شده است، مانند توسعه فرمول‌هایی برای شستشوی محصولات حاوی بیوسورفکتانت برای شوینده‌های موثر در دماهای پایین‌تر، که به شیوه‌های شستشوی لباس‌ها برای صرفه‌جویی در انرژی کمک می‌کند. و اثرات زیست محیطی را کاهش دهد [۸]. بیوسورفکتانت‌ها ترکیباتی هستند که خواص امولسیون‌کنندگی بالا، عملکرد مرطوب‌کنندگی، امولسیون‌زدایی، فرمولاسیون شوینده، تشکیل کف و افزایش فعالیت سطحی برای به حداقل رساندن کشش سطحی بین مایعات، مایع و گاز یا مایع و جامد دارند. چنین ویژگی‌هایی باعث می‌شود که بیوسورفکتانت‌ها دارای کاربردهای بالقوه بالایی در مجموعه‌های صنعتی متنوع باشند. به‌عنوان یک ماده سبزتر طبیعی، بیوسورفکتانت‌ها در حال حاضر اهمیت قابل توجهی پیدا کرده‌اند، زیرا دوستدار محیط زیست هستند، مانند تکنیک‌های تجزیه زیستی و زیست‌پالایی. علاوه بر این، در مقایسه با سورفکتانت‌های شیمیایی، بیوسورفکتانت‌ها دارای مزایای بالقوه زیادی مانند گزینش پذیری بالا، زیست‌تخریب پذیری، زیست‌سازگاری، فراهمی زیستی و مقبولیت زیست محیطی، افزایش اثربخشی در شرایط شدید دما و غلظت نمک هستند. بیوسورفکتانت‌ها در صنعت آرایشی و بهداشتی به‌عنوان یک ماده فعال سطحی در محصولات مصرف روزانه نقش مهمی ایفا می‌کند. خواص بیوسورفکتانت‌ها منحصراً به فرد مانند امولسیون‌زدایی، کف کردن، امولسیون کردن، پخش شدن، خواص مرطوب‌کنندگی بر ویسکوزیته قوام محصول و ظرفیت اتصال به آب تأثیر می‌گذارد و آن را به یک ماده اولیه استفاده در صنعت آرایشی تبدیل می‌کند. به دلیل دارا بودن قابلیت کف‌کنندگی بالای بیوسورفکتانت‌ها، می‌تواند در از بین بردن لکه‌ها در مقایسه با سورفکتانت‌های شیمیایی، موثر باشد. بیوسورفکتانت‌ها در حال حاضر به دلیل زیست‌تخریب پذیری بالاتر و خواص سمیت کم، جایگزینی برای سورفکتانت‌های شیمیایی در نظر گرفته می‌شوند [۹]. مشخص شده است که بیوسورفکتانت‌ها مزیت قابل توجهی در کاربردهای بیوتکنولوژیکی و زیست محیطی در محیط‌های صنعتی دارند. با این حال، مطالعه در مورد سنتز، استفاده از بیوسورفکتانت‌ها از طریق کمپلکس‌های مختلف محیطی و عوامل محدودکننده در مقیاس بزرگ هنوز نیاز به مطالعه بیشتری دارد. بنابراین، تحقیقات باید بر روی تولید بیوسورفکتانت‌های جدید متمرکز شود که بتواند به سرعت محصول و تخریب میکروبی آلاینده‌ها را بازبایی کند. تحقیقات همچنین بر کاوش میکروبی‌های مناسب با فعالیت‌های متابولیک سطح بالا از طریق مهندسی ژنتیک، زیست‌شناسی مولکولی، و علوم سطح متمرکز شد، و بیوسورفکتانت‌ها را از نظر اقتصادی برای



کاربرد در صنایع مختلف مانند لوازم آرایشی، داروسازی، نساجی، نفت، بهداشت دهان، تصفیه فاضلاب و کشاورزی حوزه مهم دیگری که در آینده باید در نظر گرفته شود.

۱۲. نتیجه گیری

استفاده از شوینده های مایع سنتزی به جای پودر های لباسشویی بهتر است؛ زیرا با توجه به مطالب بیان شده، این نوع شوینده ها در برابر آب سخت عملکرد خود را حفظ کرده و ذرات نامحلول ایجاد نمی کنند. یکی از علل گرفتگی لوله ها درصد بالای مواد نامحلول در پودر های لباسشویی است، پودرهایی که درصد زیادی از آن‌ها را مواد نامحلول تشکیل می دهد، نه تنها باعث آسیب به بافت پارچه و لباس می‌شوند بلکه در دراز مدت، با رسوب در لوله‌های ماشین لباسشویی باعث گرفتگی آن‌ها و آسیب به دستگاه شما خواهند شد؛ بنابراین باید این ذرات شناسایی و از فرمولاسیون پودر های لباسشویی حذف گردند. در برخی از پودرهای لباسشویی، رنده های صابون مشاهده می شود که بهتر است بنا به دلایلی که قبل تر توضیح داده شد در ساختار شوینده استفاده نشوند، تا احتمال ترکیب شدن آنها با یون های موجود در آب و ایجاد رسوب از بین برود به جای آنها می توان از شوینده های سنتزی همراه با سورفکتانت های غیر یونی استفاده کرد. سورفکتانت های آنیونی همیشه در آب سخت عملکرد خوبی ندارند و برای به حداکثر رساندن عملکرد پاک کنندگی پودر شوینده باید با یک سورفکتانت غیر یونی پشتیبانی شوند. یکی از موارد حائز اهمیت مقدار و طریقه دمایی گوناگون را بطور دقیق محاسبه کرده و روی بسته بندی محصول درج کند. در مناطقی که آب سخت دارند، برای کاهش تجمع مواد معدنی که می تواند مشکلات باقی مانده مواد شوینده را تشدید کند، یک نرم کننده آب باید نصب کرد. با استفاده از بازدارنده هایی مانند سیلیکات های سدیم، فسفات روی، تریازول ها، آمینوکرپوکسیلات ها و فسفونات ها، می توان از خوردگی و آسیب به تجهیزات جلوگیری کرد. استفاده ماهانه از سرکه سفید در ماشین لباسشویی و اجرای آن در یک چرخه خالی سبب می شود، تجمع مواد شوینده و رسوب آهک از بین برود.

پساب‌های صنعتی و خانگی مقادیر مختلفی مواد شوینده را وارد خاک و آب‌ها می‌کنند که علاوه بر تأثیر بر فرآیندهای تصفیه فاضلاب، تأثیرات مختلفی بر روی جانوران و گیاهان اکوسیستم‌های طبیعی نیز دارد. مواد شوینده به دلیل زیست تخریب پذیری کم، کف، سمیت و جذب زیاد ذرات، می توانند اثرات متفاوتی از جمله کاهش کیفیت طبیعی آب، تغییر pH خاک و آب، اوتروفیکاسیون، کاهش انتقال نور و افزایش شوری در منابع آب داشته باشند. مواد شوینده مبتنی بر بیوتکنولوژی، یعنی مواد شوینده زیستی، ارزان، سازگار با محیط زیست و زیست تخریب پذیر هستند و در مقایسه با مواد پاک کننده مصنوعی، خواص شستشوی بهتری دارند.

بیوسورفکتانت ها جایگزین های طبیعی، سبزتر و سازگار با محیط زیست برای سورفکتانت های شیمیایی یا مصنوعی هستند. آنها را می توان از منابع زیستی با انتخاب مواد کم هزینه و رویکردهای بیوتکنولوژیکی با هزینه تولید کمتر تولید کرد. با این حال، فرآیند کاربردهای بیوتکنولوژیکی و زیست محیطی آن به دلیل نامحلول بودن و فراهمی زیستی کم، جذب قوی به ذرات خاک و آب گریزی آلاینده قابل مهار است. همچنین با دانستن مزایای اجتماعی و اقتصادی این مواد، شرایط بهینه برای تهیه آنها نیاز به مطالعه دارد.

۱۲. مراجع

۱. Organic Chemistry Laboratory with Industrial Applications. By Dr. Payam Zahedi, Dr. Iraj Rezaeian, Fatemeh Etemadnia, Meysam Habibi



۲. Principles of General Chemistry, By Martin Silberberg. Volume ۱ third edition and volume ۲ second edition.
۳. Yangxin, Y. U., Z. H. A. O. Jin, and Andrew E. Bayly. "Development of surfactants and builders in detergent formulations." *Chinese Journal of Chemical Engineering* ۱۶, no. ۴ (۲۰۰۸): ۵۱۷-۵۲۷.
۴. Mastering Laundry Detergent Liquid Formulation: A Comprehensive Guide for Industry Insiders, Jun Xie, ۲۰۲۳
۵. Mousavi, Seyyed Alireza, and Farank Khodadoost. "Effects of detergents on natural ecosystems and wastewater treatment processes: a review." *Environmental Science and Pollution Research* ۲۶ (۲۰۱۹): ۲۶۴۳۹-۲۶۴۴۸.
۶. Jena, Gyanaranjan, Kasturi Dutta, and Achlesh Daverey. "Surfactants in water and wastewater (greywater): environmental toxicity and treatment options." *Chemosphere* ۳۴۱ (۲۰۲۳): ۱۴۰۰۸۲.
۷. Arora, U., H. K. Khuntia, H. N. Chanakya, and A. Kapley. "Surfactants: combating the fate, impact, and aftermath of their release in the environment." *International Journal of Environmental Science and Technology* ۲۰, no. ۱۰ (۲۰۲۳): ۱۱۵۵۱-۱۱۵۷۴.
۸. Schultz, Júnia, and Alexandre Soares Rosado. "Extreme environments: a source of biosurfactants for biotechnological applications." *Extremophiles* ۲۴ (۲۰۲۰): ۱۸۹-۲۰۶.
۹. Ambaye, Teklit Gebregiorgis, Mentore Vaccari, Shiv Prasad, and Sami Rtimi. "Preparation, characterization and application of biosurfactant in various industries: A critical review on progress, challenges and perspectives." *Environmental Technology & Innovation* ۲۴ (۲۰۲۱): ۱۰۲۰۹۰.
- ۱۰- "شیمی آب و برخی از آلاینده های آن" دکتر فریده کرباسی، انتشارات جهاد دانشگاهی
- ۱۱- مروری بر فاضلاب حاوی مواد شوینده: خصوصیات و روش های تصفیه. الهام عبدالله زاده شرقی و غزاله فریدی زاد. علوم و مهندسی آب و فاضلاب ۱۴۰۳.
- ۱۲- شیمی ۳ علوم تجربی و ریاضی. پایه دوازدهم. چاپ ۱۴۰۳
- ۱۳- شیمی عمومی بروس ادوارد برستین، تئودور لسلی براون، هرولد یوجین لی می جونپور، ترجمه ی محمد محمودی هاشمی، علی عزآبادی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، سال ۱۳۹۵.
- ۱۴- شیمی عمومی، چارلز مور تیر، ترجمه عیسی یآوری، انتشارات دانشگاهی، سال ۱۳۹۵.