

فساد مواد غذایی دریایی و آلودگی دریا*

ترجمه: کامران تقوی*

چکیده

مطالعات زیادی در مورد تغییر طعم ماهی های دریا و سخت پوستان صید شده انجام گرفته و علل آن مورد گفتگو قرار گرفته است. موارد بررسی شده شامل صید ماهی از دریا - محیط های ساحلی و آب های تمیز است که در معرض پساب های صنعتی و ترکیبات روغنی قرار گرفته اند. در این مطالعه روش های آزمایش جهت ارزیابی ترکیبات شیمیایی مولد طعم و بو تشریح گردیده است. مشاهدات نشان داده است که فساد غذاهای دریایی ناشی از ترکیبات شیمیایی پس از غرق شدن تانکرهای دریایی اتفاق می افتد. در مواردی غیر از آلودگی طولانی مدت و یا تصادفی مواد غذایی دریایی با حجم زیادی از پساب های صنعتی، علل طبیعی مسئول تغییر و یا فساد آنها می باشد. تاکنون هیچ گونه گزارشی در زمینه تغییر طعم مواد غذایی دریایی ناشی از شست و شوی تانکرها در محدوده باز اقیانوس ها ارائه داده نشده است. گزارشی که در مورد احداث اسکله ها منتشر شده است نشان می دهد که در اغلب اوقات آلودگی شیمیایی وجود دارد که البته هیچ گونه ارتباطی با تغییر طعم ماهی های صید شده ندارد. به نظر می رسد که در مقررات مربوط به حمل و نقل دریایی خطر فساد مواد غذایی دریایی دارای اهمیت زیادی باشد.

مقدمه

واژه فساد^۱ به عنوان یک اصطلاح تخصصی برای تشخیص تغییر طعم یا بوی مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد. گروه کارشناسان متخصص در زمینه آلودگی دریا^۲ (GESAMP) عمل فساد در ارگانسیم های محیط دریا را این طور تعریف کرده است: "هرگونه طعم و بوی ایجاد شده در اثر شرایطی که ارگانسیم های موجود در آب در معرض آن قرار می گیرند". از دست رفتن طعم به عنوان یک اثر هشدار دهنده

مورد توجه قرار داده می شود و بیشتر نشان دهنده تغییرات آنزیمی و فساد میکروبی ماده غذایی است. این نکته خصوصاً در مورد ماهی ها مصداق پیدا می کند.

آب های راکد دریاچه ها و ماهی های آب های باتلاقی (مرداب) طعم ناخوشایندی دارند. همچنین ماهی هایی که در

* - عضو هیأت علمی آموزشکده بهداشت رشت

1- Tainting

2- The Group of Experts on Scientific Aspects on Marine Pollution

آب‌های دارای مقادیر معتدله‌ی جلبک رشد می‌کنند دارای طعم به خصوصی هستند. اگرچه این پدیده‌ها به عنوان علل طبیعی محسوب می‌شوند، اما باید متذکر شد که پساب‌های صنعتی هم در کیفیت آب‌ها تأثیر عمده‌ای دارند.

آلودگی آب‌های دریا و نوارهای ساحلی به وسیله فرآورده‌های مختلف نفتی که خصوصاً در ۵۰ سال اخیر رو به فزونی گذاشته است موجب تغییر قابل ملاحظه‌ای در کیفیت آب‌ها گردیده است.

درجه یا شدت آلودگی آب با استفاده از ماهی‌های زنده در این نوع آب‌ها مشخص می‌شود.

آب‌های شیرین و فساد

با توجه به تجربیات به دست آمده در زمینه تصفیه آب، معلوم شده که آلودگی‌های جزئی ممکن است به آب طعم خاک^۱ [۱] بدهد. در آب‌های شیرین ترکیبات شیمیایی شناخته شده‌ای به وسیله جلبک‌های سبز - آبی تولید می‌شود که از جمله می‌توان ۲ متیل ایزوبرنول (MIB^۲)، جنوسمین (ترانس ۱ و ۱۰ دی متیل ترانس ۹ دکالول^۳)، بتاسیکلوکروبتیکال^۴ و ایزوآلکیل متوکسی پرازین^۵ را نام برد.

ترکیباتی نظیر MIB و جنوسمین در عمل تصفیه و حذف آلودگی‌های آب مزاحمت‌هایی را ایجاد می‌کنند. این نوع طعم‌های آب شیرین ممکن است به ماهی‌ها منتقل شده و طعم و مزه خاک [۳]. به آن بدهد. وقتی این ماهی‌ها برای مدت ۱۰-۴ روز در آب تمیز نگهداشته شوند طعم بد خود را از دست خواهند داد [۳۱]. مشاهدات نشان می‌دهد که پساب صنعتی خمیر کاغذ ممکن است روی طعم ماهی‌ها تأثیر بگذارد و این نکته از جنبه علمی نیز تأیید شده است. مطابق آزمایشات انجام شده [۳۹] آلودگی‌های شیمیایی شامل تیول‌ها (مرکاپتان‌ها) - آنیسول‌ها و ستن‌ها را می‌توان با آزمایشات تشخیص داد. مطالعات انجام شده [۲۳] ثابت نمود که حضور ایزوپروپیل فنل‌ها و تیوفنل‌ها موجب از دست رفتن طعم ماهی‌ها می‌شود. شاموی و پالانسکی [۴۸] با استفاده از تماس مصنوعی فاضلاب‌ها و ترکیباتی نظیر کلروفنل‌ها - کروزل‌ها و تیول‌ها قدرت این ترکیبات را از نظر ایجاد طعم در مواد غذایی بررسی

نمودند. ارزیابی حسی ماهی‌های صید شده از نواحی آلوده نشان داد که گوشت ماهی‌هایی که با مواد فوق آلوده می‌شوند دارای نوعی فساد نظیر ماهی‌های صید شده در نزدیکی صنایع کاغذ و خمیر کاغذ می‌گردد [۲۲]. آلودگی رودخانه و خلیج‌هایی که در معرض پساب‌های تصفیه نشده فرآیندهای صنایع چوب قرار می‌گیرند موجب پیدایش فساد نوعی هیدروکربور بنام توبین (C_{۱۰}H_{۱۶}) می‌گردد [۴۵]. عمل سفید کنندگی به کمک ترکیبات کلر موجب از بین رفتن ماهی‌ها و آلودگی آب رودخانه می‌شود. برخی از ترکیبات کلره که برای این منظور استفاده می‌شود شامل متوکسی کلر و دی متوکسی بنزن می‌باشد [۴۰].

فرض بر این است که عمل آوری روغن‌های کاج موجب تشکیل بنزن‌های آلکیل شده و در نهایت باعث فساد ماهی‌های آب شیرین می‌گردد [۲۴]. مطابق تحقیقات ویتل و فلا^۶ با توجه به بررسی‌های آلودگی میکروبی تغییر طعم مواد غذایی عمده‌ترین پارامتری است که برای توصیف زیان‌های اقتصادی پساب‌های صنعتی به کار گرفته می‌شود [۵۶]. کنترل جلبک‌ها و عوامل بیماری‌زا از طریق کلریناسیون آب ممکن است موجب تشکیل ترکیبات کلره در آب به خصوص کلروفنل‌ها در آب گردد. این ترکیبات در آب طعم کلره آنتی‌سپتیک ایجاد می‌کنند [۵۱].

فساد غذاهای دریایی (مشابه ید)

ماهی‌های صید شده از دریا ممکن است دارای فساد غیر قابل انتظاری مثل طعم نامطلوب شبیه ید باشند [۱۴]. در برخی مناطق دریای بالتیک عمدتاً در فصل بهار ملاحظه گردیده که ماهی‌ها طعم خود را از دست می‌دهند [۴، ۶ و ۳۴]. این نوع از دست دادن طعم (طعم برگشتگی) شبیه کلر، شبیه ید، - فنلی - دارویی - یا آنتی‌سپتیک تشریح کرده‌اند. بمل مانس^۷ شاه ماهی‌های دریای بالتیک را مورد آزمایش قرار داد و ملاحظه

- | | |
|--|-------------------------------|
| 1- Eerthy - Musty | 2- Methylisoborneol (MIB) |
| 3- Geosmin (Trans - 1,10-demthyl- trans-9-decalol) | |
| 4- β- Cyclocitral | 5- Isoalkyl - Methoxypyrazine |
| 6- Whittle and Flood | 7- Bemelmans |

نمود که مزه آنها تغییر کرده است [۴]. در ارزیابی مشترک بو و طعم خصوصیات شیمیایی ترکیباتی که موجب از دست رفتن طعم ماهی‌ها می‌شوند تعیین گردیده و معلوم شده که M; -O - و P - بروموفنل مسبب آن بوده است. مونکنر^۱ شاه ماهی‌هایی که از مناطق مختلف ساحلی آلمانی دریای بالتیک صید شده بودند را مورد آزمایش قرار داد [۳۴]. در صیدهای فصل بهار تغییرات طعم چندان مشهود نبود. اگر چه عمل آوری برگشت طعم را اصلاح می‌کند ولی آلودگی میکروبی ماهی خام همچنان باقی می‌ماند. در مسیر ساحل استرالیایی مرتباً کروستاسه‌های طعم برگشته صید می‌شوند. تحقیقات ۲ و ۶ دی بروموفنل را به عنوان عامل طعم برگشتگی معرفی نمود [۵۴]. از آنجایی که آب‌های ساحلی در معرض تماس با آلودگی‌های شیمیایی نبودند، لذا آلودگی میکروبی طبیعی مورد توجه قرار گرفت. این تردید وجود دارد که جلبک‌ها و اسفنج‌های تغلیظ شده اقیانوس‌ها که به عنوان غذای کروستاسه‌ها به مصرف می‌رسد موجب طعم کروستاسه‌ها گردد. ویت فیلد و همکاران مقادیر قابل توجهی از بروموفنل را در جلبک‌ها تشخیص داده‌اند. همین تحقیق نشان داد که جلبک‌ها به تنهایی نمی‌توانند مسئول آلودگی میگوها باشند. کروستاسه‌های ناحیه شمالی دریای آتلانتیک چندان تحت تأثیر آلودگی‌های محیطی قرار نمی‌گیرند و اصولاً تغییر طعم آنها در زمان‌های مختلف قابل پیش‌بینی نمی‌باشد. در این حالت نیز بروموفنل‌ها مسبب تغییر طعم محسوب می‌شوند [۱]. این ترکیبات معمولاً در معده میگوها جمع می‌شدند. بنابراین تغییر طعم آنها مربوط به نحوه تغذیه آنهاست. در بررسی‌های انجام شده در مورد حضور بروموفنل‌ها در موجودات دریایی مشخص شد که این ترکیبات بخشی از زنجیره غذایی بوده و در انتها وارد بدن خرچنگ‌ها می‌گردد [۲، ۲۹، ۴۷ و ۵۳]. مواد طبیعی که فرآورده‌های طبیعی جلبک‌ها می‌باشند ممکن است به حدی برسند که زوی طعم ماهی‌ها و کروستاسه‌ها تأثیر بگذارد. در جدول ۱ میزان حساسیت چشایی و بویایی انسان در مورد غذاهای دریایی به صورت فهرست آورده شده است.

بر طبق مطالعات ۱۹۹۲ ویت فیلد این نتیجه به دست آمد که تأخیر در فروش و ذخیره‌سازی گسترده علاوه بر تغییر طعم می‌تواند بوی مربوط به کروستاسه‌ها را تا حد بسیار زیادی تغییر

دهد [۵۵]. مشاهدات انجام شده در دهه شصت نشان داد در خلال عمل آوری شاه‌ماهی از دست دادن طعم در این ماهی هنگامی اتفاق می‌افتد که آن را در آب نمک - سرکه و یا ادویه قرار می‌دهند [۴]. مطالعات انجام شده به وسیله استیگ و همکاران^۲ نشان داد که افزایش غلظت برم در مایع عمل آوری با توجه به حضور کلرور سدیم ممکن است بتواند چنین اثری ایجاد نماید [۵۰]. از آنجایی که معمولاً به مایع عمل آوری پراکسید هیدروژن افزوده می‌شود ممکن است این برم نظیر کلر اکسیده شود و نتیجتاً به صورت برم قابل دسترس برای هالوژنه کردن ترکیبات فنله مورد استفاده قرار گیرد. حضور فنل‌های کلرینه و یا برمینه شده را می‌توان ثابت نمود. بروموفنل‌ها در ماهی‌های صید شده از آب‌های داخلی و دریایی به سختی قابل تشخیص است اما چنانچه غلظت این ترکیبات در بدن ماهی‌ها بسیار بالا رود می‌توان آن را تشخیص داد. در صورتی که غلظت بروموفنل‌ها در روغن‌های گیاهی از حد آستانه چشایی بالاتر رود به صورت غیر محلول در می‌آیند آلودگی‌های ماهی‌های آب شیرین و آب دریا به ترکیبات بروموفنل طعم ویژه‌ای در غذاهای دریایی ایجاد می‌کند [۷ و ۸]. در این مطالعات غلظت‌های زیاد (۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از حد آستانه چشایی) به صورت طعم دارویی - فنلی مشابه ید یا آنتی‌سپتیک نامیده می‌شود.

بررسی فساد مواد غذایی به وسیله روغن‌های معدنی

با در نظر گرفتن نوع روغن معدنی در بررسی‌های آزمایشگاهی غلظت‌های ۱ mg/L - ۰/۰۱ در آب برای مدت تماس چندین روز علت ایجاد طعم در غذاهای دریایی شناخته شد. [۱۱، ۲۰، ۲۵، ۳۷، ۳۸، ۴۹ و ۵۸]. استانسکی^۳ خرچنگ‌های دریایی را با لایه‌ای از روغن سنگین نفتی (Bunker C ۹) پوشش داده و آنها را در آب قرار داد [۴۹]. پس از گذشت ۹۶ ساعت هیچگونه تغییر طعمی در آنها مشاهده نشد. هنگامی که غلظت روغن موجود در آب بی‌نهایت زیاد شده و به ۱۰۰۰ mg/L بالغ گردید این خرچنگ‌ها پس از ۹۰ ساعت زمان تماس طعم

1- Munkner
2- Sterg et al.
3- Stansby

جدول ۱- اعداد آستانه بوی مواد شیمیایی طبیعی که موجب از دست دادن طعم ماهی می گردند

[۴، ۷، ۸، ۹، ۳۴، ۴۰، ۴۴، ۵۱، ۵۶ و ۵۹].

ماده	حس بویایی	پایین ترین حد آستانه بویایی (آلودگی آب $\mu\text{g/L}^{-1}$)
۲- بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۰/۱
۳- بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۱/۰
۴- بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۴/۰
۲- کلروفنل	شبهه ید - دارویی	۲/۰ (۰/۲)
۳- کلروفنل	شبهه ید - دارویی	۵۰/۰
۴- کلروفنل	شبهه ید - دارویی	۶۰/۰ (۰/۵)
۲/۴- دی بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۰/۵
۲/۶- دی بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۰/۱
۲/۴- دی بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۰/۴
۲/۶- دی بروموفنل	شبهه ید - دارویی	۳/۵
جنوسمین	شبهه خاک - بوی خاک	۰/۰۱
۲- ایزوبوتیل متیل پرازین	شبهه خاک - بوی خاک	۰/۰۰۲
۲- ایزوبوتیل متیل پرازین	شبهه خاک - بوی خاک	۰/۰۰۲
۲- متیل ایزوبرنول	شبهه خاک - بوی خاک	۰/۰۰۲
۴، ۶، ۲ تری بروموفنل	بوی خاک	۰/۰۰۱
۴، ۳، ۲ تری بروموفنل	بوی خاک	۰/۰۰۷

روغنی شدیدی را نشان دادند. حتی هنگامی که خرچنگ ها در آب جاری دریا تا سه هفته زنده نگهداشته شدند طعم برگشتگی آنها به طور مؤثری برطرف نگرددید. با استفاده از تحقیقات مشابه معلوم گردید که خرچنگ هایی که در نزدیک چاههای نفت زندگی می کنند ممکن است فاسد شوند [۴۹]. در بسیاری از موارد ملاحظه گردید که حضور طولانی مدت آلوده کننده ها نظیر روغن های معدنی در آب منجر به فساد موجودات آبی می گردد.

قبل از اجرای قوانین زیست محیطی در کشور ژاپن، آلودگی ناشی از تماس طولانی با روغن های معدنی در آب ها عامل اصلی فساد غذایی بود. طی سال های ۱۹۷۰ - ۱۹۶۰ تقریباً همه صنایع مهم ژاپن موجب آلودگی و فساد غذاهای دریایی شدند [۳۷]. مطالعاتی که در زمینه آلودگی دریایی یک ساحل

انجام شد نشان داد که جابجایی روغن های معدنی با تانکرها طعمی نظیر کروزین در ماهی ها ایجاد می کنند و سطح آلودگی هیدروکربنها در بدن ماهی به $310-24 \text{ mg/L}$ رسید [۱۰]. موتوhiro^۱ تعیین حد آستانه $200-100 \text{ mg/L}$ از هیدروکربورها در هر kg از وزن بدن ماهی یا کروساها را پیشنهاد نمود [۳۳]. در آزمایشات استاندارد که به وسیله هیراس و همکارانش در ۱۹۹۲ انجام شد ملاحظه گردید که وقتی که غلظت هیدروکربورها در بافت ماهیچه ای ماهی به $13/5 \text{ g/kg}$ رسید از دست دادن طعم به خوبی آشکار گردید. مقدار حد آستانه بستگی به آلوده کننده هایی از قبیل بنزن های آلکیله شده و نفتالین ها دارد و نتیجتاً بستگی به ترکیب روغن های معدنی دارد. ماهی گیری در نواحی آلوده شده برای مدت های طولانی

1- Motohiro

به دلیل ملاحظات بهداشت مواد غذایی - آلودگی ذرات معلق و از دست دادن طعم غذاهای دریایی ممنوع اعلام گردید. برای مدت ۲ سال پیش از غرق شدن نفتکش بارر^۱ تولید ماهی پرورشی به کلی نابود شد و تنها مقدار کمی از ماهی های نزدیک محل حادثه دارای آلودگی ناچیز گزارش شدند [۱۳]. گزارشاتی در زمینه آلودگی آب پس از حوادث تانکرها وجود دارد همچنین گزارشاتی در مورد ریزش طولانی مدت مواد نفتی به دریا وجود دارد، اما اندازه گیری های مقادیر آنها به صورت کمی در گوشت ماهی به ندرت انجام شده است [۲۰]. پس از حادثه تانکر نفتکش اکسون والدر^۲ که در ساحل آلاسکا اتفاق افتاد تلاش های زیادی بر روی آمایش محیط و پاکسازی ساحل آن اعمال گردید. متأسفانه آلودگی و فساد ماهی به صورت کافی مورد نظارت قرار نگرفته است و البته برخی از سازمان ها به مردم گفته اند چنانچه طعم و بوی ماهی مناسب باشد احتمالاً برای خوردن مناسب است [۳]. مطالعات بیشتر برای تعیین هیدروکربورهای آروماتیک در ماهی های صید شده پس از حادثه نفتکش بارر ثابت کرد که غلظت آنها در بافت های خوراکی ماهی آزاد افزایش سریعی داشته و به $0/03-0/04$ میلی گرم در لیتر رسیده است. مدتی پس از حادثه غلظت هیدروکربورهای فوق به 1 میلی گرم در لیتر کاهش یافت و با گذشت ۱۲ ماه با سرعتی کمتر غلظت آلودگی به حد طبیعی خود رسید [۵۷]. نفت حاوی درصد بالایی (۵۵٪) از ترکیبات آروماتیک است که قسمت اعظم آنها شامل بنزن - گزین و تولوئن است. این ترکیبات در اثر وزش بادهای شدید و امواج زیاد آب تبدیل به بخار می شوند. هوای طوفانی - تخته سنگ های شیدار و حالت فراریت زیاد 85000 تن نفتی که از نفتکش بارر بر روی آب پخش شده بود باعث شد ۲ هفته پس از حادثه اجزای نفتی در رسوبات کف دریا تشخیص داده شدند. اما در آب دریا و یا ساحل دریا به سختی تشخیص داده می شد [۱۶]. هنگامی که ماهی های غیر پرورشی چند هفته پس از حادثه طعم نفتی داشتند تعدادی از ماهی های پرورشی ۵۰ روز بعد از حادثه حالت فساد به وضوح در آنها مشاهده گردید. سه ماه بعد فقط مقدار ناچیزی از آلودگی باقی بود. این موضوع با آلودگی شیمیایی ماهی ها با برخی از ترکیبات از جمله

نفتالین های آلکیله شده که ۹۰٪ ماهی ها تا سه روز بعد از حادثه به آن آلوده بودند و به مرور کاهش یافت، مرتبط بود [۵۶].

روش شناسی آزمایش ها

بر خلاف آب، مواد غذایی شامل ترکیبات متنوعی هستند که بر روی هم تأثیر می گذارند. ارزیابی حساسیت بایستی تغییرات بو - طعم و مزه مواد غذایی را در برگیرد. در خلال ۳۰ سال گذشته روش های ارزیابی تغییر یافته اند. به عنوان مثال در کشور آلمان جهت ارزیابی حسی مواد غذایی استانداردهایی به صورت روش های جمع آوری و آزمایش وجود دارد [۵]. چنانچه طعم برگشتگی ماهی آلوده مورد آزمایش قرارگیرد پیدایش مسائل و مشکلات اضافی روش های ارزیابی حسی را دچار مشکل می نماید [۸]. طعم ماهی های غیر پرورشی دستخوش بیشترین تغییرات می گردد که بستگی به نحوه تغذیه ماهی ها و سن آنها دارد. بنابراین روش های ارزیابی کیفی آب بایستی به گونه ای تطبیق نماید که بتوان جهت ارزیابی گوشت ماهی از آن استفاده کرد [۲۷ و ۴۳]. با استفاده از یافته های مارپل^۳ در مورد آلودگی آب اقیانوسها مؤسسه گسامپ^۴ از طعم برگشتگی جهت عمل طبقه بندی استفاده نمود. البته انتشارات گسامپ در سال ۱۹۸۲ هیچگونه روش آزمایشگاهی را توصیف نکرده است [۱۷]. توصیه هایی در مورد این گونه آزمایشات به وسیله مرکز کولوژی و سم شناسی صنایع شیمیایی اروپا [۱۲] و مؤسسه گسامپ منتشر گردیده است. مطابق نظرات گسامپ [۱۸] ماهی نسبتاً چرب (۱۰٪ - ۳٪) در معرض ۵ غلظت و یا بیشتر از یک نوع آلوده کننده در آب با زمان تماس حداقل ۲۴ ساعت قرار می گیرد. توصیه شده که ماهی قزل آلا به عنوان موجود آزمایشگاهی مورد استفاده قرارگیرد. علاوه بر سایر تنظیم های تجربی مورد نیاز، توصیه شده که جریان آب عبوری نیز تنظیم گردد. برای آماده سازی پس از جدا کردن گوشت از استخوان و جداسازی پوست آن را محکم در داخل کاغذ آلومینیومی می پیچند و در حرارت بالای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار می دهند. سپس قطعاتی از گوشت ماهی در معرض تماس با

1- Barer
2- Exxon Valdez
3- Marpol
4- GESAMP

آلوده کننده مورد آزمایش قرار داده شده با آن مخلوط می‌گردد. بعد از ۲۰-۱۵ نفر ارزیاب که با طعم ماهی در شرایط طبیعی آشنا هستند نمونه‌ها را مورد آزمایش قرار می‌دهند. حد آستانه با گرفتن میانگین مشخص می‌شود. چنانچه آلوده کننده بوتانول باشد یک آزمایشگر تغییر طعم ماهی را در حضور ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر آن تشخیص داده حال آن که در یک بررسی دیگر هیچیک از گروه ارزیاب حتی در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تغییری مشاهده نکردند و در مورد ماده استایرن آزمایشگر دیگر فساد ماهی را پس از تماس با آلوده کننده در غلظت‌های ۰ و ۱ میلی‌گرم در لیتر مشخص نمود. این ماهی‌ها برای مدت ۲۴ ساعت در آب کاملاً روشن و بدون کدورت قرار داده شدند. آزمایشگر دیگری تغییرات طعم ماهی را در غلظت‌های ۵-۱ میلی‌گرم در لیتر مشخص نمود و گزارش داد که تغییر طعم هنگامی که ماهی‌ها برای مدت ۲۴ ساعت در آب بدون کدورت قرار داده شوند قابل تشخیص نمی‌باشد.

ترکیبات شیمیایی بررسی شده جهت فساد ماهی
در جدول ۲ ترکیبات شیمیایی و گروه‌های مربوطه که تاکنون به عنوان عوامل فساد ماهی شناخته شده است معرفی گردیده است [۱۶]. باید اذعان نمود بسیاری از این ارزیابی‌ها بر اساس آزمایشات نبوده بلکه از روی شواهد و قرائن و به صورت مقایسه‌ای به دست آمده است. در سال ۱۹۹۲ گسامپ به مشکلات ارزیابی و مسئولیت ضعیف صنایع اشاره نمود که شامل عدم علاقه به آزمایش محصولات آنها بود [۲۸] و پیشنهاد شده که روش‌های مقایسه‌ای برای آزمایشات ماهی که مبتنی بر شواهد و قرائن است تغییر یابد.

گسامپ مطرح کرد که مدل‌های مقایسه‌ای برای ارزیابی فساد ماهی مبتنی بر حد آستانه بو در آب و همچنین ضریب اکتانول آب و فشار بخار ماده آلوده کننده است. باید اذعان نمود که تا به امروز ارزیابی طعم مواد بر اساس ساختمان شیمیایی آنها انجام نشده است. تشخیص حد آستانه بو در مورد ایزومرهای حلقوی می‌تواند از چند نظر حائز اهمیت باشد. رابطه‌ای بین حد آستانه بوی مربوط به مواد شیمیایی در آب و از دست دادن طعم گوشت ماهی وجود دارد که به وسیله پرسون^۱ تشریح گردیده

است [۴۲]. البته بایستی اضافه نمود که وی از چنین رابطه‌ای به منظور ارزیابی مقایسه‌ای استفاده نکرد.

بحث فساد مواد غذایی در ارتباط با آلودگی دریا
روش‌های آزمایش: اگرچه در این بررسی‌ها فساد مواد غذایی مشاهده شده است اما مطالعات سیستماتیک ناچیزی در مورد پیدایش و علل آن انجام شده است. در اغلب اوقات فساد مواد غذایی دریایی در آب‌های با آلودگی فوق‌العاده زیاد و همچنین در سواحل که حوادث تانکرها در آن می‌تواند رخ دهد، ملاحظه گردیده است. تاکنون روش‌های آزمایشگاهی تهیه شده به وسیله گسامپ و اکتوک^۲ احتمالاً در مورد کمتر از ۴۰ نوع ماده شیمیایی به کار گرفته شده است. مطالعات مقایسه‌ای با گونه‌های مختلف ماهی و یا حتی کروساتاسه‌ها و حیوانات آب شیرین و دریا آنقدر زیاد نیستند که بتوان در شرایط محیطی آن را به عنوان نتایج مقایسه‌ای آزمایشگاهی مورد استفاده قرار داد. اگرچه مخاطرات مربوط به فساد طعم می‌تواند مورد تأیید قرار گیرد، ولی هرگز برآوردهای مربوط به مخاطرات حوادث کشتی‌ها نبایستی به عنوان عامل اضافی نظیر مجموع آلودگی پخش شده، رقیق‌سازی، حرکت آب، خواص فیزیکوشیمیایی مواد موجود و تغییرات فصلی در نظر گرفته شوند. کلیه عوامل یاد شده رفتار محیطی مواد را تعیین می‌کنند (که شامل تبخیر و ته‌نشینی می‌باشد). اگرچه آنالیزهای شیمیایی نتایج دقیقی را ارائه نموده و دارای حساسیت تشخیصی بالایی است ولی هنگامی که مخلوط پیچیده‌ای نظیر روغن معدنی، سوخت روغن و بنزین در بدن ماهی مورد آزمایش قرار می‌گیرد بامشکلات قابل توجهی مواجه می‌شویم [۳۶] به همین دلیل غالباً ارزیابی طعم به عنوان یک روش ساده برای حذف آلودگی ماهی‌ها پس از حوادث مربوط به روغن‌های معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر خلاف شرایط انواع آلوده کننده‌های آب، طعم برگشتگی ایجاد شده به وسیله روغن‌های معدنی ممکن است به آسانی تشخیص داده شده و از جنبه کمی به وسیله ارزیاب‌ها تعیین مقدار گردد [۳۰ و ۵۸]. پس از حادثه بارر فساد ماهی‌ها بر اثر مقادیر بالای هیدروکربورهای آروماتیک به

عنوان شاخص خوبی برای آلودگی ماهی‌ها مورد توجه قرار گرفت. چنانچه غلظت هیدروکربورهای غیر اختصاصی بیش از ۱ mg/kg باشد فساد گوشت ماهی می‌تواند مورد تأیید قرار گیرد [۵۷]. با آگاهی پیدا نمودن از موادی که بخش محلول در آب آنها، روغن معدنی می‌باشد آزمایشات اختصاصی نظیر گاز کروماتوگرافی نیز امکان‌پذیر است. در کشورهایی که سطح فن‌آوری آنها بالاست کاربرد روش کروماتوگرافی ممکن است در مقایسه با تصدیق گروه ارزیابی برای پیدا نمودن طعم برگشتگی گوشت ماهی آسان‌تر باشد.

حیوانات دریایی فاسد شده

در کنار آلودگی روغن یا نفت معدنی این‌طور تصور می‌شود که علت طعم برگشتگی غذاهای دریایی مربوط به هالوژنه شدن آنها (به ویژه برمینه شدن) می‌باشد و همچنین به فنل‌های تولید شده توسط متابولیسم ویژه جلبک‌های دریایی مربوط می‌شود. تاکنون علل واقعی پیدایش این نوع فساد و سطوح بالای آلودگی در ماهی‌ها و سخت‌پوستان ناشناخته مانده است ولی ممکن است مربوط به تجمع آلودگی در زنجیره غذایی آنها باشد. مکانیسم شیمیایی سبب تشدید طعم فنل‌های هالوژنه هنوز مشخص نشده است و نتیجتاً ارزیابی آن نیز مشکل است. فنل‌ها در محلول یونیزه شده و شکل یونیزه شده آن ایجاد طعم می‌کند. البته متذکر می‌شود که حالت غیر یونیزه آن نیز از طریق تولید بو طعم ایجاد می‌کند. درجه یونیزاسیون بستگی به pH محلول دارد به طوری که با کاهش pH شدت بو افزایش می‌یابد. ماهی‌های صید شده از اقیانوس دارای pH پایینی بوده نتیجتاً طعم فنلی بیشتری از خود نشان می‌دهند [۲۷]. عمل‌آوری ماهی به ویژه در محیط اسیدی هنگامی که نمک و پراکسید هیدروژن (ماریناد) مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است باعث آزاد شدن فنل ترکیبی گشته و در نتیجه فنل‌های هالوژنه تشکیل گردد. هیچ موردی مشاهده نشده که بر طبق آن بتوان ادعا نمود در نتیجه دخال انسان آلودگی محیطی در اقیانوس پدید آمده است. در محیط اقیانوس فساد گوشت ماهی که تاکنون مشاهده شده پس از حوادث شدید تانکرها در نزدیک ساحل بوده است. هیچ‌گونه گزارشی مبنی بر خرابی طعم ماهی

اقیانوس در نتیجه نظافت و شستشوی مخازن نفتکش‌ها یا تخلیه نفت به دریای عمیق منتشر نشده است. افزایش سطح غلظت هیدروکربورها در بدن ماهی‌ها مربوط به استخراج مواد نفتی از ایستگاه‌های دریای شمال است ولی این مقادیر به خرابی طعم ماهی‌ها ارتباطی ندارد [۴۱].

فساد به عنوان معیاری جهت تقسیم‌بندی مواد خطرناک

خرابی طعم می‌تواند به عنوان یک نشانه از تماس احتمالی با آلوده کننده‌ها مورد توجه قرار گیرد که می‌تواند منجر به آزمایشات بعدی و محدودیت‌های فروش گردد و به دلیل خطر مسمومیت ناشی از تجزیه میکروبی حائز اهمیت است. این نکته را باید در نظر داشت که خطر آلودگی شیمیایی در تجارت ماهی رانمی‌توان از طریق بازرسی و ارزشیابی افراد تشخیص داد (البته مواردی چند به صورت مستثنی وجود دارد). انجام آزمایشات شیمیایی امری ضروری است. مطابق نظرات گسامپ، منابع اولیه آلودگی اقیانوس در خشکی پیدا می‌شود و موجب آلودگی مناطق ساحلی صید ماهی می‌گردد. نتیجتاً مقامات بهداشتی و زیست محیطی لازم است توجهات خود را معطوف محافظت آب‌های درون مرزی نمایند. مطالعات آزمایشگاهی نشان داده که حد آستانه خرابی طعم فرآورده‌های صنعتی بیش از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر از ماده آلوده کننده در آب با زمان تماس بیش از ۲۴ ساعت می‌باشد. بر طبق موارد یاد شده غلظت بالای مواد آلوده کننده تنها پس از تماس دراز مدت منطقه‌ای و یا هنگامی که مقادیر فراوانی از آلوده کننده‌ها بر اثر حوادث بر روی سطح آب پخش شوند قابل مشاهده است. این مقدار حد آستانه چشایی در مورد تعداد کمی از ترکیبات ویژه شیمیایی که بر اثر فعالیت‌های موجودات زنده تولید می‌شود مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و معلوم نیست که بتوان این ترکیبات را در صنایع (به طور مصنوعی) ساخت. نتیجتاً آزمایش مواد شیمیایی تخلیه شده به آب‌ها یا موادی که در حجم‌های زیاد وارد آب‌های پذیرنده می‌شوند را بایستی مورد توجه قرار داد و لازم است جنبه‌های سم‌شناسی آنها را در آزمایشات ارزیابی حسی بررسی کرد. با اعمال قوانین صحیح انتظار داریم که در آینده

1- Person

2- ECETOC

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی صنعتی که با توجه به طبقه‌بندی گسامپ ۱۹۹۶ ممکن است در حد آستانه ۱ میلی‌گرم در لیتر در آن‌ها موجب از دست دادن طعم مواد غذایی دریایی ارائه شده است.

استالدئید	دی اتیل بنزن (ایزومرهای مخلوط)	ایزوآلرآلدئید	۲- پروپانتیول
آکرولین	دی- n- هگزیل کتون	لاکتان (حلال نفتاسبک)	پروپن تیولها
آلکیل (C۸-C۹) فیل آمین	۳و۱- دی ایزوپروپیل بنزن	متان تیول	پروپین آلدئید
آمیل بنزن	۴و۱- دی ایزوپروپیل بنزن	میتل آمیل کتون	پروپیل n- آمیل کتون
آمیل تیول	دی میتل دی سولفید	۲- میتل بوترالدئید	پروپیل بنزن
آنیسول	دی میتل گلیوکسال	میتل n- دوسیل کتون	پروپیل n- بوتیل کتون
بنزاکدئید	دی میتل سولفید	میتل n- دودسیل کتون	پروپیل n- هگزیل کتون
۱- بوتان تیول	۴و۶- دی نیترو- ۰- کرزول	۴و۱- میتل اتیل بنزن	منومراستایرین
بوتان تیولها	دی نپتن	۲- میتل- ۵- اتیل پریدین	۴،۳،۲،۱- تترامیتل بنزن
بوتیل n- آمیل کتونها	دی فیل اتر	میتل هپتیل کتون	۵،۴،۳،۲،۱- تترامیتل بنزن
بوتیل بنزن، همه ایزومرها	دی- n- پروپیل کتون	میتل هگزیل کتون	۵،۴،۳،۲،۱- تترامیتل بنزن
سیس- بوتیل بنزن	(ISO) EPTC	میتل مرکاتپو پروپیون آلدئید	۵،۳،۱- تری اتیل بنزن
ترانس- بوتیل بنزن	اتان تیول	۱- میتل نفتالین	۳،۲،۱- تری میتل بنزن
بوتیل بوتیرات	اتیل آکریلات	۲- میتل نفتالین	۴،۲،۱- تری میتل بنزن
بوتیل فنلها	اتیل آمیل کتون	میتل نفتالین ها	۵،۳،۱- تری میتل بنزن
بوتیل پروپیونات	اتیل بوتیل کتون	میتل n- نوبیل کتون	چوب تورپنتین
p- ترانس- بوتیل تولوئن	۲- اتیل بوتیر آلدئید	میتل n- اکتیل کتون	۱- آن دکانول
بوتیر آلدئید	اتیل کلرو تیوفرما	میتل سالیسیلات	والر آلدئید
کلسیم نفتئات	اتیل- n- هپتیل کتون	آلفا میتل استایرین	وینیل تولوئن ها
روغن کافور، سفید	۲- اتیل هگز آلدئید	مفونیترو بنزن	۳و۲ گزیلنول
۰- کلرو تولوئن	اتیل- n- هگزیل کتون	نفتالین	۴و۲ گزیلنول
قیر (قطران)	۱- اتیل- ۲- میتل- بنزن	اسیدهای نفتانیک	۵و۲ گزیلنول
قیر نفتا	۰- اتیل فنول	نیتروکرزول ها	۶و۲ گزیلنول
کرزول (قطران زغال سنگ)	۲- اتیل ۳- پروپیل اگرولین	m- نیترو تولوئن	۳و۴ گزیلنول
کرزول (قطران چوب)	هپتیل آلدئید	۰- نیترو تولوئن	۵و۳ گزیلنول
کرزول ها (ایزومرهای مخلوط)	۴و۲- هگزادین آلدئید	p- نیترو تولوئن	گزیلنول ها (مخلوط)
اسیدهای کربوکسیلیک	هگزیل آلدئید	نیتروزیلین	دکانول
دکا آلدئید	هگزیل بنزن	۱- نونانال	ایزوبوتیل بنزن
اکسید آهن	۱- نونانول	دی- n- آمیل کتون	۱- فیل- ۲- بوتن
اکتالدئید	دی- n- بوتیل کتون	ایزوبوتیل بوتیرات	سیم- دی کلرودی اتیل اتر
۰- دی کلرو بنزن	ایزوبوتیل پروپیونات	۴- فیل- ۱- بوتن	ایزونونانول
ایزودکانول	۱- فیل- ۱- هگزن	۴و۲- دی کلرو فنل	۱- فیل- ۱- پروپن
۱- فیل- ۱- پنتن	۲و۶- دی کلرو فنل	ایزواکتا آلدئید	ایزوپروپیل بنزن
دی کلرو فنل ها (مخلوط)	ایزواکتانول	۳- فیل- ۱- پروپن	۱و۱- دی توکسی اتان
۴و۲- دی کلرو فلوکس استیک اسید	آلفا- پینن	ایزوپروپیل تولوئن ها	۱- پروپانتیول

غذاهای دریایی معیار مناسبی برای این گونه طبقه‌بندی در آینده محسوب نمی‌شود. بایستی پارامترهای دیگری از قبیل قابلیت تجزیه بیولوژیکی به جای آن مورد استفاده قرار بگیرد. ورود مواد شیمیایی از نوعی که به سختی متابولیزه یا تجزیه می‌شود یا موادی که غیر قابل تجزیه هستند بایستی در آینده کاهش داده شوند و به این ترتیب تماس غذاهای دریایی با این مواد کمتر خواهد شد.

نتیجه گیری

عموماً فساد یا آلودگی به طور طبیعی ایجاد می‌شود. پس از تخلیه فراوان روغن‌های معدنی از کشتی‌های دارای تانکر که به شدت صدمه دیده‌اند فساد مواد غذایی مشاهده شده ولی

منابع و مراجع

اهمیت آن در مقایسه با سایر آلودگی‌های شیمیایی غذاهای دریایی کمتر است. آزمایش مواد شیمیایی صنعتی از جنبه پتانسیل آلودگی همان طور که امروزه برای کشتیرانی متداول شده برای صنایع، غیر اقتصادی است و ارزش آن برای محافظت مواد غذایی دریایی و محیط اقیانوس خود جای سؤال دارد. از نگاه تخصصی می‌توان سرمایه‌ها را به نحو بهتری برای آزمایشات شیمیایی از جنبه پتانسیل قابلیت تجزیه بیولوژیکی و تجمع بیولوژیکی مورد توجه قرار داد. بهتر است قوانین زیست محیطی به این موضوع بیشتر توجه نماید.

★ Hofer, T. (1998). " Tainting of Seafood and

Marine Pollution ", Wat. Res. Vol. 32, No. 12, pp.

3505-3512

- 1- Anothoni, U., Larsen, C., Nielsen, P.H. and Christophersen, C. (1990). " Off-flavor from Commercial Crustaceans from the North Atlantic Zone ", Biochem. System, Ecol., 18, 377-379.
- 2- Ashworth, R.B. and Cormier, M.J. (1967). " Isolation of 2,6 Dibromophenol from the Marine Hemichordate *Balanoglossus Biminiensis* ", Science 155, 1558-1559.
- 3- Becher, G., Utkilen, H., Froshaug, M., Nase, H. and Gjessing, E.T. (1988). " Volatile and Odorous Compounds from Surface Waters. In Organic Micropollutants in Drinking Water ", Proc. Workshop, 21-22 April, eds., J. Commission of the European Communities Water Pollution Report.
- 4- Bemelmans, J.M.H. and den Braber, H.J.A. (1983). " Investigation of an Iodine-like Taste in Herring from the Baltic Sea ", Water Sci. Technol., 15, 105-113.
- 5- BgVV, (ed.) (1995). " Official Collection of Examination Methods According to 35 LMBG ", Thielallee, 88-92, Berlin.
- 6- Biegler, P. (1960). " The fish ", Mitt. Fischind, 5, 328-331.
- 8- Botta, J.R. (1995). " Evaluation of Seafood Freshness Quality ", VCH Publishers, New York.
- 7- Boyle, J. L., Lindsay, R.C. and Stuber D.A. (1992a). " Bromophenol Distribution on Salmon and Selected Seafoods of Fresh-and Saltwater Origin", J. Food Sci. 57,918-922.
- 9- Boyle, J. L., Lindsay, R.C. and Stuber, D.A. (1992b). " Contributions of Bromophenols to Marine-Associated Flavors of Fish and Seafoods ", J. Aquat. Food Prod. Tech, 1,43-63.
- 10- Bruvold, W.H. (1989). " A Critical Review of Methods Used for the Sensory Evaluation of Water Quality ", CRC Crit. Rev. Environ., Contr, 19,291-308.
- 11- Connell, D. W. (1974). " A Kerosene-like Taint in the Sea Mullet, *Mugil Cephalus* (Linnæus). I. Composition and Environmental Occurrence of the Tainting Substance ", Austr. J. Mar. Freshwat. Res., 25,7-24.
- 12- Davis, H. K. Geelhoed, E. N., MacRae, A.W. and Howgate, P. (1992). " Sensory Analysis of Trout Tainted by Diesel Fuel in Ambient Water ", Water. Sci. Technol., 25, 11-18.
- 13- ECETOC. (1987). " European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre : Evaluation of Fish Tainting", ISSN : 0773-8072-25, ECETOC Technical Report, No.25.
- 14- ESGOSS. (1994). " The Ecological Steering Group on the Oil Spill in Shetland : The Environmental Impact of the Wreck of the Braer ", The Scottish Office, Env. Dep., New St. Andrew's Hs., Edinburgh, EH13TG.
- 15- FAO/WHO (1981a). " Joint FAO/WHO Food Standards Programme ", Codex Alimentarius Standard, 37.FAO, Viadelle Terme di Caracalla, 00100 Rome.
- 16- FAO/WHO (1981b). " Joint FAO/WHO Food Standards Programme ", Codex Alimentarius Standard, 92. FAO, Viadelle Terme di Caracalla, 001100 Rome.
- 17- George, S.G., Wright, j. and Conroy, J. (1995). " Temporal Studies of the Impact of the Braer Oilspill on the Inshore Feral Fish from Shetland ", Scotland. Arch. Environ. Toxicol., 29, 530-534.
- 18- GESAMP, IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP, Joint Group of Experts of the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), (1982). " The Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships ", GESAMP Reports and Studies, 17. IMO, 4 Albert Embankment, GB-London, SEI 75R.
- 19- GESAMP, IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts of the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), (1989). " The Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by ships ", GESAMP Reports and Studies, 35. IMO, 4 Albert Embankment, GB-London, SEI 75R, pp. 12-18 and annex 8.
- 20- GESAMP, IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), (1990). " The State of the Marine Environment ", UNEP Regional Seas Report and Studies, 115. IMO, 4 Albert Embankment, GB-London, SEI 75R.
- 21- GESAMP, IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollutional Protection (GESAMP) (1993). " Impact of Oil and Related Chemicals and Wastes on the Marine Environmental ", GESAMP Reports and Studies, 50. IMO, 4 Albert Embankment, GB-London SEI 75R, pp. 56-61.
- 22- GESAMP IMO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP), (1996). " GESAMP/EHS Composite List of Hazard Profiles ", 1996 IMO, 4 Albert Embankment, GB-London, SEI 75R, 1995, BLG/Circ.2.

حمل و نقل می‌شوند در این تقسیم‌بندی قرار می‌گیرند. در نتیجه عملیات حمل و نقل می‌بایستی در تانکرهایی که دارای ایمنی کافی هستند انجام شود و در مورد نظافت و تخلیه حجمهای زیاد که منجر به آلودگی محیط اقیانوس می‌گردد ممانعت قانونی وجود دارد. با استفاده از فن آوری مدرن و کاهش مقادیر باقیمانده (کمتر از ۱۰۰ لیتر) به نظر می‌رسد که نحوه دفع مواد

هیچ‌گونه فساد مواد غذایی دریایی در ارتباط با بهره‌برداری یا نشن تانکرهای شیمیایی وجود نداشته باشد. تاکنون تمام اثرات مشاهده شده مربوط به تانکرهای بزرگ روغن یا نفت معدنی بوده است. با توجه به معیارهای سخت و دقیقی که برای طبقه‌بندی توده خطرناک مواد شیمیایی به کار می‌رود، اکثر ترکیبات شیمیایی که به صورت مایع به وسیله تانکرهای شیمیایی

- 23- Heil, T.P., Lane, N.A. and Lindsay, R.C. (1989). " *Sensory properties of Thio-and Alkyl- Phenols Causing Flavortaintin in fish from the upper Wisconsin River* ", J. Environ. Sci. Health, B 24, 361-388.
- 24- Heil, T.P., and Lindsay, R.C. (1988a). " A Method for Quantitative Analysis of Flavor-Tainting Alkylphenols and Aromatic thiols in Fish. J. Environ. Sci. Health B 23, 475-488.
- 25- Heil, T.P., and Lindsay, R.C. (1988b). " *Volatile Compounds in Flavor-Tainted Fish from the Upper Wisconsin River* ", Environ. Sci. Health, B 23, 489-512.
- 26- Heras H., Ackman, R.G. and Macpherson, E.J. (1992). " *Tainting of Atlantic Salmon (Salmo Salar) by Petroleum Hydrocarbons During a Short-term Exposure* ", Mar. Poll. Bull., 24, 310-315.
- 27- Howgate, P. (1986). " *Measurement of Tainting in Seafoods In Seafood Quality Determination* ", Proc. Internat. Symp. Coordinated by the University of Alaska", eds D.E. Kramer and J. Liston, pp. 63-72. Anchorage, U.S.A.
- 28- Howgate, P. (1996). " *Personal Communication* .
- 29- IMO (1992) International Maritime Organization (IMO). " *Outcome of the 27th Session of the GESAMP Working Group on the Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships* ", IMO BCH/Circ. 33, Annex IMO EHS 27/15, IMO, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR.
- 30- IMO, International Maritime Organization (IMO), (1995). " *Working Group on the Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships* ", Report on the 31st Session ", IMO EHS 31/8. IMO, 4 Albert Embankment, London, SE1 7SR.
- 31- King, G.M. (1986). " *Inhibition of Microbial Activity in Marine Sediments by a Bromophenol from a Hemichordate* ", Nature, 323, 257-259.
- 32- Kuusi, T. and Suihko, M. (1983). " *Occurrence of Various Off - Flavors in Fish in Finland from 1969-1981* ", Water Sci, Technol, 15, 47-58.
- 33- Lovell, R. T. (1983). " *Off - Flavors in Pond - Cultured Channel Fish* ", Water Sci. Technol, 15, 67-73.
- 34- Mallevialle, J. and Suffet, I.H. (1988). " *Sensory Analysis of Drinking Water, In Organic Micropollutants in Drinking Water* ", Proc. Workshop, 21-22 April, eds. J. Rivera and G. Angeletti (Hrsg.), Commission of the European Communities Water Pollution Report, 9, pp. 115-142.
- 35- Motohiro, T. (1983). " *Tainted Fish Caused by Petroleum Compounds : A Review* ", Water Sci. Technol, 15, 75-83.
- 36- Munkner, W. (1995). " *Occurrence of Off-Flavor (Tainting) in Spring Hering (Chupea Harengus) from the Baltic Sea* ", Inf. Fischwirtsch. 42, 202-209.
- 37- NAS, National Academy of Sciences, (1991). " *Committee on Evaluation of the Safety of Fishery Products. Seafood Safety Highlights of the Executive Summary of the 1991 Report by the Committee on Evaluation of the Safety of Institute of Medicine* ", National Academy of Sciences, Nutr. Rev. 49, 357-363.
- 38- Newton, J.M., Rothman, B. S. and Walker, F. A. (1991). " *Separation and Determination of Diesel Contaminants in Various Fish Products by Capillary Gas Chromatography* ", J. Assoc. Off. Anal. hem, 74, 989-990.
- 39- Ogata, M. and Fujisawa, K. (1988). " *Oil-Tainted Water and Fish* ", Water Qual. Bull, 13, 56-60.
- 40- Ogata, M. and Ogura, T. (1976). " *Petroleum Components and Objectionable Malodorous Substances in Fish Flesh Polluted by Boiler Fuel Oil*", Water Res., 10, 407-412.
- 41- Paasivirta, J., Klein, P., Knuutila, M., Knuutinen, J., Lahtipera, M., Paukku, R., Veijanen, A., Welling, L., Vuorinen, C. and Vourinen, P.J. (1983a). " *Chlorinated Anisols and Veratroles in Fish. Model Compounds. Instrumental and Sensory Determinations* ", Chemosphere 16, 1231-1241.
- 42- Paasivirta, J., Knuutinen, J., Tarhanen, J., Kuokkanen, T., Surma-Aho, K., Paukku, R., Kaariainen, H., Lahtipera, M. and Veijanen, A. (1983b). " *Potential Off-Flavour Compounds from Chloro-Bleaching of Pulp and Chlorodishin Fection of Water* ", Water Sci. Technol., 15, 97-104.
- 43- Parker, J. G., Howgate, P., Mackie, P.R. and McGill, A. S. (1990). " *Flavour and Hydrocarbon Assessment of Fish from Gas Fields in the Southern North Sea* ", Oil Chem. poll., 6, 263-277.
- 44- Persson, P.E. (1984). " *Uptake and Release of Environmentally Occurring Odorous Compounds by Fish* ", Water Res. 18, 1263-1271.
- 45- Poels, C. L. M., Ficher, R., Fukawa, K., Howgate, P., Maddock, B.G., Persoone, G., Stephenson R.R. and Bontinek, W.J. (1988). " *Establishment of a Test Guideline for the Evaluation of Fish Tainting* ", Chemosphere 17, 751-765.
- 46- Rashash, D.M. C., Dietrich, A.M. and Hoehn, P.C. (1997). " *FPA of Selected Odorous Compounds* ", J. Am. Water Works Ass, 89 (4), 131-141.
- 47- Rogers, I.H. (1978). " *Environmental Effects of Terpenoid Chemicals: A Review* ", J. Am Oil Chem. Soc, 55, 113A-118A.
- 48- Savenhed, R., Boren, H., Grimvall, A. and Lundgren, B.V. (1988). " *Combined Chemical and Sensory Analysis of Odorous Organic Compounds in Drinking Water. In Organic Micropollutants in Drinking Water* ", Proc. Workshop, 21-22 April, eds. J. Rivera and G. Angeletti, Vol. 9., pp 188-194, Commission of the European Communities Water Pollution Report.
- 49- Sheikh, Y. M. and Djerassi, C. (1975). " *2,6 Dibromophenol and 2,4,6- Tribromophenols: Antiseptic Secondary Metabolites of Phoronopsis Viridis* ", Experientia 31, 265-266.
- 50- Shumway, D.L. and Palensky, J.R. (1973). " *Impairment of the Flavor of Fish by Water Pollutants* ", EPA-R3-73-010, Report Prepared for U.S Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- 51- Stansby, M.E. (1978). " *Flavors in Fish from Petroleum Pickup* ", Mar. Fish. Rev., 40, 13-17.
- 52- Steeg, E., Swaczyna, H. and Speer, K. (1990). " *Mass Spectrometric Investigations of Off-Flavor in Orange Nectar and a Fish Marinade* ", Deutsche Lebensm- Rundsch. 86, 6-9.
- 53- Suffet, I. H., Corado, A., Chou, D., McGuire, M. J. and Butterworth, S. (1996). " *AWWA Taste and Odor Survey* ", J. Am. Water Works Ass., 88, 168-180.
- 54- Veijanen, A., Passivirta, J. and Lahtipera, M. (1988). " *Structure and Sensory Analysis of Tainting Substances in Finnish Freshwater Environments* ", Water Sci. Technol, 20, 43-48.
- 55- Weber, K. and Ernst, W. (1978). " *Occurrence of Brominated Phenols in the Marine Polychuete* ", Lanice conchilega Naturwissenschaften 65, 262.
- 56- Whitfield, F. B. (1988). " *Chemistry of Off-Flavours in Marine Organism* ", Water Sci. Technol, 20, 63-74.
- 57- Whitfield, F. B., Shaw, K.J. and Walker, D. I. (1992). " *The Source of 2,6- Dibromophenol : Cause of An Iodoform Taint in Australian Prawn* ", Water Sci. Technol., 25, 131-138.
- 58- Whittle, D.M. and Flood, K. W. (1977). " *Assessment of the Acute Toxicity, Growth Impairment. and Flesh Tainting Potential of a Bleached Kraft Mill Effluent on Rainbow Trout (Salmo Gairdneri)* ", J. Fish. Res. Board Can. 34, 869-878.
- 59- Whittle, K.J., Anderson, D.A., Mackie, P.R., Moffat, C. F., Shepherd, N.J. and McVicar, A.H. (1997). " *The Impact of the Braer Oil on Caged Salmon. In The Impact of An Oil Spill in Tubulent Waters* ", The Broer. Proc. of a symp. held at The Royal Society of Edinburgh 7-8 September 1995, eds, J.M. Davies. G. Topping, pp 144-160. The Stationary Office, Edinburgh.
- 60- Whittle, K. J., Mackie, P.R. and Davis, H. K. (1995). " *Shellfish Tainting : a Means of Monitoring Petroleum - Contaminated Effluents* ", Proc. R. Soc. Edinburgh 103B, 127-135.
- 61- Wnorowski, A. U. (1992). " *Tastes and Odours in The Aquatic Environment : A Review* ", Water SA 18, 203-214.