



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۲۰۰۴۵
چاپ اول
۱۳۹۸

INSO
20045
1st Edition
2020

Identical with
ASTM F2327:
2015

انتخاب سامانه‌های سنجش از دور هوایی
برای ردیابی و پایش نفت روی آب - راهنما

**Selection of airborne remote sensing
systems for detection and monitoring of oil
on water - Guide**

ICS: 13.020.40

استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۰۴۵ (چاپ اول) : سال ۱۳۹۸

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وب‌گاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«انتخاب سامانه‌های سنجش از دور هوایی برای ردیابی و پایش نفت روی آب - راهنما»

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:

رقیمی، مصطفی
(دکتری زمین‌شناسی)

عضو هیأت علمی دانشگاه گلستان

دبیر:

باقری ثانی، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

اداره کل استاندارد استان گلستان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امینی، آرش
(دکتری زمین‌شناسی)

عضو هیأت علمی دانشگاه گلستان

باقری، فاطمه
(کارشناسی مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست)

دانشگاه منابع طبیعی گرگان

پورسعید، هادی
(کارشناسی ارشد مهندسی معدن)

مدیر فنی شرکت گرگان سفال امید

تبریزیان، محمدرضا
(کارشناسی مهندسی معدن)

سازمان نظام مهندسی معدن

خیرالهی، حسن
(دکتری مهندسی معدن)

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی

دولتی ارده‌جانی، فرامرز
(دکتری اکتشاف معدن)

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شاهرود

راسخ، بهنام
(دکتری بیوشیمی)

رئیس پژوهشکده محیط‌زیست و بیوتکنولوژی و عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت

رحمتی، منصور
(کارشناسی ارشد زمین‌شناسی)

سازمان صنعت، معدن و تجارت استان گلستان

اعضا (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سازمان حفاظت محیط زیست کشور	رستمی، اقبال (کارشناسی ارشد فناوری محیط زیست)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات	سیدقاسمی، فرزانه سادات (دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری)
شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	شریعت علوی، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی معدن)
سازمان حفاظت محیط زیست کشور	عینقلایی، محمدرضا (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی	فتح آبادی، غلامرضا (کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست)
شرکت مهندسی مشاور فارساب صنعت	فرزانه، حبیب اله (کارشناسی ارشد عمران)
سازمان ملی استاندارد ایران	فلاح، عباس (کارشناسی ارشد زمین شناسی)
مدرس دانشگاه تهران	محمدشفیق، محمد (دکتری مهندسی مکانیک بیوسیستم)
دانشگاه پیام نور واحد گرگان	مدنی، مطهره سادات (کارشناسی ارشد آمار)
دبیر خانه معدن استان گلستان	مقدس، هادی (کارشناسی معماری)
سازمان نظام مهندسی معدن استان گلستان	مقصودلوراد، رضا (کارشناسی ارشد زمین شناسی)
انجمن صنفی تولیدکنندگان شن و ماسه	نجفی، محسن (کارشناسی زمین شناسی)

ویراستار:

اداره کل استاندارد استان گلستان	جعفری ایوری، سیدعلی (کارشناسی ارشد مهندسی عمران)
---------------------------------	---

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ اهمیت و کاربرد
۲	۳ قابلیت‌ها و محدودیت‌های تجهیزات سنجش از دور
۴	۴ خلاصه

پیش‌گفتار

استاندارد «انتخاب سامانه‌های سنجش از دور هوایی برای ردیابی و پایش نفت روی آب- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دوپست و پنجاه و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۸/۱۱/۰۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و م‌خ‌ذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM F2327: 2015, Standard guide for selection of airborne remote sensing systems for detection and monitoring of oil on water

انتخاب سامانه‌های سنجش از دور هوایی برای ردیابی و پایش نفت روی آب - راهنما

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد^۱

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه راهنمایی‌هایی در مورد اطلاعات و معیارهای انتخاب سامانه‌های سنجش از دور برای ردیابی و پایش نفت روی آب است.

۱-۲ این استاندارد برای سنجش از دور نفت روی آب که شامل استفاده از وسایل سنجش متنوع به صورت مجزا یا ترکیبی می‌شود، کاربرد دارد. حس‌گرها ممکن است روی کشتی‌ها، بال‌گردها، بال‌هواپیما، وسایل هوایی بدون سرنشین یا بالن‌ها نصب شوند. موارد عدم شمول، موقعیت‌هایی است که هواپیما صرفاً برای اندازه‌گیری از راه دور یا مشاهده بصری و خارج از جو یا سامانه‌های ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱-۳ زمینه استفاده از حس‌گر بستگی به گستره‌ای که انتخاب و استفاده از آن‌ها در مأموریت‌ها و اهداف مشخص حاصل می‌کند، دارد.

۱-۴ به‌طور کلی این استاندارد برای تمام انواع نفت خام و اغلب محصولات نفتی در انواع موقعیت‌های دریایی یا آب‌های شیرین قابل استفاده است.

۱-۵ بسیاری از حس‌گرها محدودیت‌هایی را در ارتباط با تمیز دادن مواد مورد ردیابی تحت شرایط خاص آب و هوایی، روشنایی، باد و دریا یا تنظیمات مشخص از خود نشان می‌دهند.

۱-۶ این استاندارد اطلاعاتی درباره ارزیابی قابلیت یک فناوری نظارت از دور برای تعیین موقعیت، تعیین گستره و نیز اندازه‌گیری یا تقریب قطعی سایر ویژگی‌های نفت پراکنده شده روی آب فراهم می‌کند.

۱-۷ سنجش از دور نفت روی آب شامل موارد ایمنی مرتبط با بهبود هواپیما و عملیات آن، به‌ویژه در ارتفاعات پایین می‌باشد. همچنین در بعضی از موارد، مواد یا شرایط خطرناک (مانند گازهای خاص، ولتاژهای بالا و غیره) می‌تواند در نظر گرفته شود.

۲ اهمیت و کاربرد

۲-۱ کمک‌هایی که یک سامانه سنجش از دور کارآمد می‌تواند فراهم نماید، به شرح زیر است:

۲-۱-۱ ارائه تصویری استراتژیک از نشت کلی؛

۱- توضیحات تکمیلی در خصوص دامنه کاربرد این استاندارد، در بند اهمیت و کاربرد (به بند ۳ مراجعه شود) ارائه شده است.

- ۲-۱-۲ کمک در ردیابی لکه‌های نفتی هنگامی که در عملیات‌های انسانی در نزدیکی سطح آب یا در شب، قابل مشاهده نباشند؛
- ۳-۱-۲ تعیین موقعیت لکه‌هایی که حاوی بیشترین مقدار نفت هستند؛
- ۴-۱-۲ فراهم‌سازی اطلاعات ورودی برای آرایش عملیاتی تجهیزات؛
- ۵-۱-۲ گسترش ساعت‌های انجام عملیات پاک‌سازی در زمان تاریکی و در دید ضعیف؛
- ۶-۱-۲ شناسایی ویژگی‌های جغرافیایی و جغرافیای اقیانوسی سمتی که نفت ممکن است مهاجرت نماید؛
- ۷-۱-۲ تعیین موقعیت نفت روی آبی که گزارش نشده است؛
- ۸-۱-۲ جمع‌آوری شواهد ارتباط نفت روی آب با منبع آن؛
- ۹-۱-۲ کمک در کاهش زمان و میزان تلاش‌ها در برنامه‌ریزی‌های با دامنه وسیع؛
- ۱۰-۱-۲ یک ثبت، یا تاریخ زمانی، از نشت را می‌تواند از طریق اجرای متوالی داده‌ها جمع‌آوری نماید؛
- ۱۱-۱-۲ یک منبع ورودی اولیه برای مدل‌های پیشگویی و برای راستی‌آزمایی یا به‌روزرسانی آن‌ها در طول زمان.

۳ قابلیت‌ها و محدودیت‌های تجهیزات سنجش از دور

۳-۱ قابلیت تجهیزات سنجش از دور در مقیاس‌های بزرگ توسط خصوصیات فیزیکی و شیمیایی جو، آب و نفت مورد جستجو تعیین می‌شود. ممکن است تغییراتی در میزان پیچیدگی، حساسیت، و تفکیک مکانی حس‌گرهایی که از بخش طیف الکترومغناطیسی مشابه و فناوری ردیاب مشابه استفاده می‌کنند، وجود داشته باشد. حسگرهای ارائه‌شده در یک طبقه، توانایی‌های کلی یکسانی دارند و معمولاً از محدودیت‌های مشابه رنج می‌برند.

۳-۲ ترکیب حس‌گرها، پوشش طیفی وسیع‌تری را فراهم می‌کند که به نوبه خود اجازه احتمال ردیابی بهتر، تفکیک‌پذیری بهتر و عملیات کارآمد در دامنه وسیع‌تری از شرایط آب و هوایی و روشنایی را می‌دهد. ترکیب مشخص از حس‌گرها یا مجموعه حس‌گرها، به‌خوبی مستندسازی شده‌اند و کاربردشان به‌طور خاص مناسب مأموریت‌های واکنش نشت نفت می‌باشد.

۳-۳ عملکرد تقریباً همه حس‌گرها را می‌توان توسط تکنیک‌های متنوع سریع، تقریباً سریع یا پردازش‌های متعاقب آن بر روی داده‌ها و تصاویر به‌دست آمده، افزایش داد. علاوه بر این، ترکیب تصاویر و داده‌ها می‌تواند تا حد زیادی استفاده از خروجی‌ها و تولیدات سنجش از دور را افزایش دهد. به‌طور مشابه، انواع مختلف ملاحظات فناورانه و شاخه‌های سازمانی وجود دارد که مربوط به تحویل اطلاعات سنجش از دور به کاربر هستند.

۳-۴ نیاز است تا پارامترهای مشخص، تعریف و کمی‌سازی شوند تا یک تصمیم ساز واکنش نشت نفت، با تمامی اطلاعات مورد نیاز، بهترین واکنش به یک نشت را فراهم نماید. این پارامترها به شرح زیر است:

۳-۴-۱ موقعیت، موقعیت تقریبی مرکز و لبه‌های نشت؛

۳-۴-۲ هندسه، منبع یا منشأ، مساحت کل، راستا و طول محورهای اصلی و فرعی، چندپارگی و توزیع؛

۳-۴-۳ شرایط فیزیکی، ظاهر نفت و مواد باقیمانده‌ای که به دنبال دارد؛

۳-۴-۴ شرایط زیست‌محیطی، ارتفاع و جهت موج، دمای آب، موقعیت اقیانوسی و نواحی همگرایی و واگرایی؛

۳-۴-۵ نزدیکی به منابع مورد تهدید قرار گرفته؛

۳-۴-۶ موقعیت واکنش تجهیزات؛

۳-۴-۷ ضخامت یا ضخامت نسبی لکه.

۳-۵ سنجش از دور می‌تواند در تهیه تمام داده‌های فوق‌الذکر مشارکت نماید. بسته به وضعیت نشت و به‌کارگیری نوع وسیله سنجش از دور، بعضی از اطلاعات ممکن است از قبل در دسترس باشد یا می‌تواند توسط وسایل دیگر و با هزینه بیشتر تعیین شود. به‌عنوان مثال، در یک حالت واکنشی، یا به‌کارگیری تاکتیکی سنجش از راه دور، محتمل است که منبع، موقعیت کلی و نوع نفت به خوبی قبل از راه‌اندازی سکوی سنجش از دور گزارش شده باشد. در موارد گشت‌زنی یا نظارتی ممکن است این اطلاعات در دسترس نباشد. موقعیت نشت بر روی اولویت‌ها در بین عناصر اطلاعات تأثیرگذار بوده و در نتیجه بر روی انتخاب اولویت‌ها برای حس‌گرها تأثیرگذار است.

۳-۶ یک پاسخ‌دهنده ممکن است به داده‌های مربوط به نشت نفت، در ۲۴ ساعت شبانه روز، مستقل از شرایط آب و هوایی موجود نیاز داشته باشد.

۳-۷ اطلاعات حاصل از سنجش از دور به موقع مورد نیاز است. اطلاعات راهبردی یا اجرایی مانند گستره کلی و موقعیت نشت باید ترجیحاً در عرض دو تا چهار ساعت از جمع‌آوری اطلاعات برای ارائه در دسترس باشد.

۳-۸ اطلاعات تاکتیکی مانند اطلاعات راهبردی برای کشتی‌های دریافت‌کننده پاسخ از سامانه سنجش از دور، باید در یک زمان کوتاه پنج دقیقه‌ای از ردیابی تا مخابره در دسترس باشد. زمان قابل قبول برای تحویل‌دهی داده‌ها تابعی از پویایی نشت و نزدیکی به مناطق بحرانی و در دسترس بودن منابع تمیز است.

۳-۹ ممکن است تصویربرداری حرارتی اطلاعات ضخامت نسبی را که برای چاره‌جویی نشت نفت مفید است، فراهم کند و اطلاعاتی در مورد ضخامت نشت از طریق درخشندگی نشت ارائه می‌کند.

۳-۱۰ در حال حاضر حس‌گرهای ریزموج غیرفعال برای ارائه اطلاعات در مورد ضخامت نفت، موجود است.

۳-۱۱ جدول ۱، حس‌گرها را بر اساس روش عملیاتی فهرست می‌کند. خلاصه اطلاعات مربوط به مزایا و معایب آن‌ها در این جدول ارائه شده است.

۳-۱۲ جدول ۲، خلاصه‌ای از خصوصیات کلیدی را ارائه می‌دهد که به‌طور کلی بر انتخاب ابزار سنجش از دور تأثیر می‌گذارند.

۳-۱۳ جدول ۳، جنبه‌های خاص مأموریتی انتخاب حس‌گرها را نشان می‌دهد.

۴ خلاصه

اطلاعات ارائه‌شده در این استاندارد باید نقطه شروعی برای انتخاب حس‌گر در نظر بگیرد. علاوه بر شرایط استفاده و ویژگی‌های مختلف انواع حس‌گرها، طراح سامانه باید قبل از نهایی کردن طراحی سامانه به قابلیت‌های هواپیما و نیازهای اطلاعاتی کاربران، توجه داشته باشد. هم فناوری حس‌گر و هم قابلیت‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها و تصاویر به‌سرعت در حال تحول هستند. برخی از تجهیزات به‌صورت تجاری موجود نیستند و به هم‌گذاری^۱ نیاز دارند و در برخی موارد نیازمند ارتقا هستند. ممکن است برای برخی از تجهیزات تا دو سال زمان مورد نیاز باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های حس‌گرها

محدودیت‌ها	ویژگی‌های مثبت	اصول عملیات	حس‌گر / باند
<p>نفث عموماً در کل طیف مرئی، مشهود است، اما منحصر به فرد نیست. به این ترتیب، مواردی که قادر به تشخیص نفث از پس‌زمینه خود نیستند یا آن را از مواد یا پدیده‌های دیگر سطح آب متمایز کنند، منجر به عدم ردیابی مکرر و اشتباهات مکرر می‌شوند. دوربین‌های دید در شب می‌توانند پنجره عملیاتی را گسترش دهند، اما فناوری‌های بصری با نور موجود محدود می‌شوند</p>	<p>تجهیزات به‌طور گسترده در دسترس هستند، به‌طور کلی ارزان، سبک و به‌راحتی در اغلب سکوهاى هوایی مناسب هستند. شبیه‌سازی در هر روز استفاده می‌شود و فرد عامی می‌تواند به‌راحتی با محتوای آن ارتباط برقرار کند. این ویژگی باعث می‌شود تصویر به یک پایه عالی برای ثبت و ارائه داده‌های دیگر تبدیل شود</p>	<p>در طیف قابل رؤیت بشر یا نزدیک آن عملیات انجام می‌دهد (۴۰۰ nm تا ۷۵ nm) از فیلم‌های عکاسی، اسکنرهای با یک یا چند باند باریک یا دستگاه‌های زوجی شارژ برای ثبت یک تصویر استفاده می‌کند</p>	دیداری
<p>ممکن است درخشندگی قابل ردیابی نباشد. احتمال دارد سایر چیزها مانند خزّه‌های دریایی و مواد باقی‌مانده، نفث موجود در داخل یا روی یخ، نفث موجود در سواحل و غیره به‌عنوان نفث غیرقابل ردیابی ارائه شود</p>	<p>نفث تازه یک تفاوت آشکار با آب آزاد در مادون قرمز حرارتی نشان می‌دهد. این ویژگی منحصر به هیدروکربن‌ها نیست. لکه‌های ضخیم‌تر از ۲۰ μm تا ۷۰ μm قابل مشاهده‌اند. دوربین‌های مادون قرمز جدیدتر، تشخیص حرارتی عالی، وضوح نسبتاً خوبی، وزن کم و تقاضای برق نسبتاً کم دارند، و نوعاً دارای خروجی‌های رقمی و تصویری هستند.</p>	<p>هنگامی که دامنه طیف مادون قرمز از ۷۵۰ nm تا ۱ mm تغییر می‌کند، حجم زیادی از سامانه‌های سنسجش از دور در حالت حرارتی یا مادون قرمز متوسط از ۳ μm (۳۰۰۰ nm) تا ۳۰ μm (۳۰۰۰۰ nm) عملیات انجام می‌دهند. در این دامنه، دو زیرگروه در ۳ μm تا ۵ μm و ۸ μm تا ۱۲ μm وجود دارد. بازه دوم بیشترین اطلاعات مربوط به نفث را ارائه می‌دهد</p>	مادون قرمز
<p>اشعه فرابنفش با انعکاس بالا برای نفث منحصر به فرد نیست. نور خورشید، پسماندهای موجودات زنده و دیگر مواد و پدیده‌ها می‌توانند بازدهی قوی در اشعه فرابنفش ایجاد کنند. این فناوری به موقعیت‌های نوری موجود محدود است و در ترکیب با سایر حس‌گرها (معمولاً مادون قرمز) استفاده می‌شود</p>	<p>لایه‌های بسیار نازک (نازک‌تر از ۱۰ nm) نفث را می‌توان در اشعه فرابنفش تشخیص داد. بنابراین، حتی درخشندگی یا یک تعریف رایج از آلودگی نفتی، می‌تواند تشخیص داده شود. دوربین‌های فرابنفش وضوح نسبتاً خوبی دارند، وزن کم و تقاضای برق حداقلی دارند</p>	<p>نفث در اشعه ماورا بنفش بسیار انعکاس دهنده است (۲۰۰ nm تا ۴۰۰ nm)</p>	فرابنفش

جدول ۱- ویژگی‌های حس‌گرها (ادامه)

محدودیت‌ها	ویژگی‌های مثبت	اصول عملیات	حس‌گر / باند
<p>نفت تنها منبع آرامش نیست. دیگر مواد و پدیده‌هایی که به‌طور طبیعی اتفاق می‌افتند می‌توانند باعث ایجاد آب هموار شوند. اگر سرعت باد غالب کم‌تر از ۱/۵ m/s باشد، آن‌گاه ناهمواری کافی برای آب آلوده به نفت جهت ایجاد یک تفاوت ناهمواری لازم وجود ندارد. به همین ترتیب در سرعت‌های بالای ۶ m/s، اثرات آرامشی لاقط در لایه‌های نازک نفتی شروع به کاهش یافتن می‌کند. پتانسیل تفسیر اشتباه بالاست. تجهیزات رادار هوابرد گران است و نیازمند اصلاحات نسبتاً گسترده در یک هواپیما است. در نتیجه هم هزینه استفاده و هم هزینه‌های عملیاتی را اضافه می‌کند</p>	<p>رادار مزیت‌های منحصر به فردی نسبت به دیگر حس‌گرهای نفت دارد: می‌تواند روز یا شب کار کند؛ می‌تواند در زمان کاهش دید کار کند؛ می‌تواند در ارتفاعات بالاتر و امن‌تر و کارآمد از لحاظ سوخت کار کند. دامنه‌های رایج آن ۱۰ km تا ۵۰ km است. رادارهای سوار بر کشتی معمولاً گستره ۲۵ km دارند</p>	<p>نفت دارای اثر میرایی در بسامد بالا، دامنه کم (۱ cm تا ۱۰ cm) در امواج کوچک است. این امواج یک سطح ناهموارکننده را ایجاد می‌کنند که به‌طور قابل توجهی انرژی راداری بیشتری را نسبت به آب آرام به گیرنده باز می‌گردانند. بنابراین در شرایط مناسب، نفت می‌تواند به‌صورت یک بازگشت کم، یک منطقه تاریک در یک میدان وسیع و روشن از امواج غیرنفتی ظاهر شود. به‌ویژه رادارهای نوع SAR و SLAR دو نوع رادار مناسب برای ردیابی هستند. رادارهای سوار بر کشتی را می‌توان بهینه‌سازی نمود تا لکه‌های نفتی را شناسایی کنند</p>	رادار
<p>این تکنولوژی محدودیت‌های مشابه با رادار دارد. این تکنیک در حال تکامل است که نیازمند توسعه و نمایش بیشتر قبل از تجاری‌سازی است. واحدهای کنونی در هواپیماهای اختصاصی نصب شده‌اند و این روند احتمالاً در کوتاه‌مدت ادامه خواهد یافت</p>	<p>ثابت شده‌است که پرتوسنج ریزموج غیرفعال، حتی تحت شرایط دید کم، نفت را در آب ردیابی می‌کند</p>	<p>نفت از آب ساطع‌کننده قوی‌تری برای اشعه ریزموج است. (به ترتیب ضریب تابش ۰/۸ در مقابل ۰/۴) بنابراین نفت به صورت یک منطقه روشن در برابر یک زمینه تاریک‌تر نشان داده می‌شود</p>	پرتوسنج ریزموج
<p>فلوروسنسورهای لیزری نسبتاً حجیم و نیازمند اصلاحات مهم و نسبتاً گسترده در هواپیماهای شخصی هستند. سنسورهای لیزری نیازمند پرواز در ارتفاع ۳۰۰ m به منظور شفاف‌سازی کافی توسط لیزر هستند. ابزارهای فاقد اسکتر، فقط ردیابی باریکی از داده‌ها را فراهم می‌کنند</p>	<p>فلوروسنسور لیزری اجازه شناسایی درست نفت و حتی بعضی از وجه‌تمایزهای انواع نفت را می‌دهد و امروزه به‌عنوان تنها حس‌گر موجودی که اجازه ردیابی نفت در زمینه‌های پیچیده مانند نفت در سواحل و یا در یخ یا همراه آن را می‌دهد</p>	<p>نفت هدف‌گیری شده یا مشخص شده توسط نور فرابنفش این انرژی را جذب کرده و در باند نور مرئی ساطع یا نوردهی می‌کند. مواد دیگری نیز نوردهی می‌کنند، اما منحصر به فرد بودن طیفی که برای نفت وجود دارد، آن را به آسانی قابل شناسایی می‌کند. در حقیقت این امکان وجود دارد که انواع مختلفی از نفت و محصولات نفتی بتوانند تشخیص داده شوند. نور منسجم از یک لیزر که اجازه تحویل انرژی بیشتر از مسافت‌های طولانی‌تر را می‌دهد، ساخت یک فلوروسنسور را امکان‌پذیر می‌کند</p>	فلوروسنسور

جدول ۲- خصوصیات کلیدی برای انتخاب حس گر

حس گر	وضعیت توسعه یافتگی	تجارب استفاده ^a	اختصاصی بودن برای نفت	ایمنی در برابر اهداف اشتباه	دامنه هزینه استفاده (هزار دلار)	الزامات خاص هواپیما ^b
دوربین بی حرکت- فیلم برداری	زیاد	زیاد	کم	کم	۰٫۲۵ تا ۵	خیر
دوربین بی حرکت- وسایل زوجی شارژ	زیاد	زیاد	کم	کم	۱ تا ۲۰	خیر
ویدئو	زیاد	زیاد	کم	کم	۱ تا ۱۰	خیر
دوربین مادون قرمز (۳ μm تا ۵ μm)	زیاد	متوسط	کم	کم	۴ تا ۴۰	خیر
دوربین مادون قرمز (۸ μm تا ۱۴ μm)	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	۲۰ تا ۲۰۰	خیر
دوربین فرابنفش	متوسط	متوسط	کم	کم	۴ تا ۲۰	خیر
اسکتر چندطیفی	متوسط	متوسط	کم	کم	۱۰۰ تا ۳۰۰	بعضاً
رادار	زیاد	زیاد	متوسط	کم	۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰	بله- اختصاصی
پرتوسنج ریز موج	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	۲۰۰۰ تا ۴۰۰	بله- اختصاصی
فلوروسنسور لیزری	متوسط	کم	زیاد	زیاد	۲۰۰۰ تا ۳۰۰	بله- اختصاصی

^a تجارب استفاده، اشاره به مقدار استفاده قبلی دارد.

^b این ستون اشاره به الزامات فیزیکی دارد. بازبینی کامل الزامات وضع شده، برای تمام موارد در دست انجام است.

جدول ۳- تناسب حس گر برای انجام عملیات مختلف

		تاکتیکی ^۱ / عملیاتی				زمینه یا عملیات	
		استراتژیک / فرمان و کنترل					
تنظیمی							
نظارت بر تخلیه کشتی	نقشه برداری نشت	پیمایش خطوط ساحلی نفتی	ردیابی نفت با مواد باقیمانده	عملیات در مه	عملیات در شب	پشتیبانی برای پاک سازی	حس گر
۳	۱	۱	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۱	دوربین بی حرکت - فیلم برداری
۲	۲	۲	۲	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۴	دوربین بی حرکت - وسایل زوجی شارژ
۲	۲	۲	۲	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۴	ویدئو
۳	۳	غیر قابل استفاده	۱	غیر قابل استفاده	۲	۴	دوربین مادون قرمز (۸ μm تا ۱۴ μm)
۲	۳	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۲	دوربین فرابنفش
۳	۴	غیر قابل استفاده	۱	غیر قابل استفاده	۲	۴	اسکنر فرابنفش / مادون قرمز
۱	۲	۱	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۴	اسکنر چندطیفی
۳	۴	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۴	۴	۱	رادار هوایی یا فضایی
۲	۴	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۴	۴	۴	رادار سوار بر کشتی
۲	۲	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده	۳	۳	۱	پرتوسنج ریز موج
۵	۱	۵	۵	غیر قابل استفاده	۳	۴	فلوروسنسور لیزری

راهنما- مقادیر عددی بیان گر یک مقیاس از ۱= تناسب ضعیف تا ۵= تناسب ایده آل می باشد.