صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

بررسی کاربردهای لیزر در خطوط لوله انتقال نفت و گاز

میربهمن غنی‌زاده[۱]، سیدعلی غنی‌زاده[۲]،عباس هاشمی‌زاده[۳]،روح‌الله ترشیزی[۴]

۱- دانشجوی مهندسی نفت، دانشگاه حکیم سبزواری

۲- مهندس ناظر عملیات ساخت، شرکت پارس جنوبی

۳- عضو هیئت علمی دانشکده نفت و پتروشیمی، دانشگاه حکیم سبزواری

۴- کارشناس فیزیک، آموزش و پروش سبزوار

mirbahmanghanizadeh@yahoo.com

چکیده:

گسترش صنایع و نیاز روز افزون نیاز صنعت به ساخت خطوط لوله و در نتیجه آن نطارت و بررسی بر آنها را بیش از پیش مهم کرده است. نظارت دقق و سریع بر خطوط یکی از مهم‌ترین ملزومات تقلیل کاهش هزینه‌های مالی و انسانی می‌باشد. لیزر دارای خصوصیات ویژه‌ای است که می‌تواند باعث صرفه جویی در زمان و هزینه شود و به همین دلیل است که در صنایع مختلف به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مقاله به بررسی کاربردهای لیزر در خطوط انتقال نفت و گاز خواهیم پرداخت. امید می‌رود معرفی این تکنولوژی‌ها کمکی برای حل مشکلات موجود در خطوط انتقال نفت و گاز کشورمان قرار گیرد.

کلمات کلیدی:

صنعت، هزینه، لیزر، خطوط لوله

مقدمه:

نخستین بار طرح اولیه لیزر را انیشتین داد. کار لیزر به این گونه‌است که با تابش یک فوتون به یک ذره (اتم یا مولکول یا یون) برانگیخته، یک فوتون دیگر نیز آزاد می‌شود که این دو فوتون با هم، هم فرکانس هستند. با ادامه این روند شمار فوتون‌ها افزایش می‌یابد که می‌توانند باریکه‌ای از فوتون‌ها را به وجود بیاورند[۱].

لیزر ابزاری است که نور را به صورت پرتوهای موازی بسیار باریکی که طول موج مشخصی دارند ساطع می‌کنند. این دستگاه از ماده‌ای جمع کننده یا فعال کننده نور تشکیل شده که درون محفظه تشدید نور قرار دارد. این ماده پرتو نور را که به وسیله یک منبع انرژی بیرونی (از نوع الکتریسیته یا نور) به وجود آمده، تقویت می‌کند.

لیزرهای مختلفی در صنایع گوناگون استفاده می‌شود، ولی اصول کار آنها یکی می‌باشد. متداول‌ترین لیزرهایی که در صنعت نفت استفاده می‌شود، عبارتنداز [۲]:

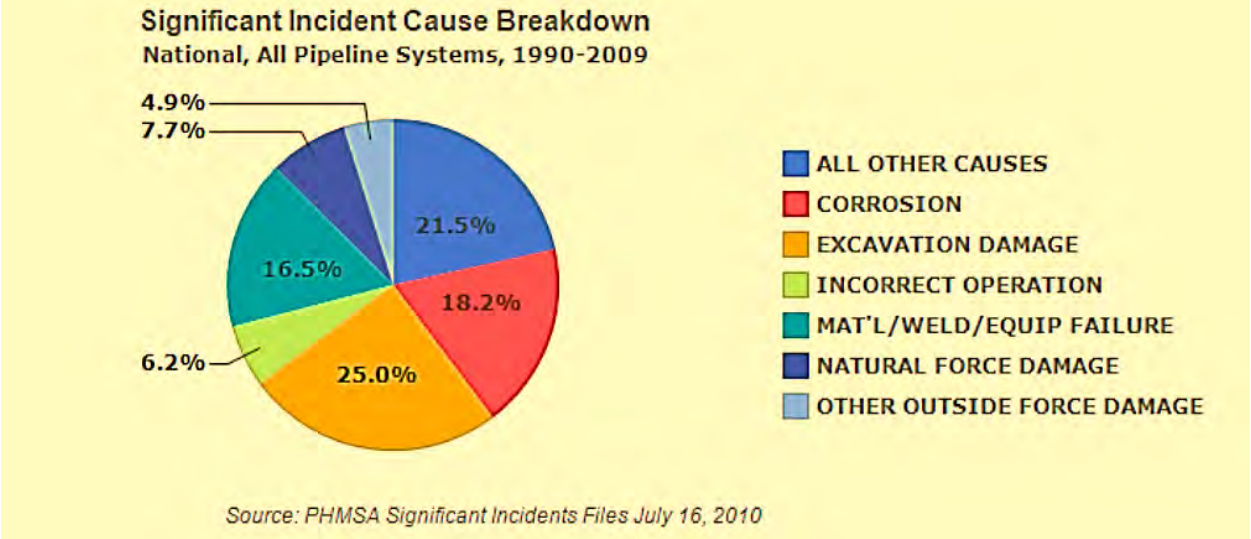
۱- لیزر HF[۱]، DF[۲]
۲- لیزر $COIL$[۳]
۳- لیزر کربن دی اکسید[۴]
۴- لیزر کربن مونو اکسید
۵- لیزر الکترون آزاد[۵]
۶- لیزر کریپتون فلورید[۶]
۷- لیزر $Nd:YAG$[۷]
۸- لیزرقدرتمندفیبری[۸]

مشخصات اصلی لیزرها طول موج و قدرت، پروفیل اشعه و ... می‌باشد. برای مثال لیزرکربن مونواکسید با طول موج ۵-۶ میکرومتر و قدرت ۲۰۰ کیلووات و لیزر کربن دی اکسید با طول موج ۱۰,۶ میکرومتر و قدرت ۱ مگاوات کار می‌کنند. با توجه به وظیفه‌ای که لیزر قرار بر انجام آن است، لیزر مورد نظر انتخاب می‌شود. برای اطلاع از جزئیات عملکرد این لیزرها می‌توانید به این منبع [۳] مراجعه کنید.

نظارت بر خطوط لوله از اهمیت بسیاری برخوردار است. به طوریکه هرساله هزینه‌های بسیار زیادی جهت برطرف کردن مشکلات خطوط لوله هزینه می‌شود. شکل۱ جزئیات این دلایل را نشان می‌دهد. لذا می‌توان گفت ابداع روش‌های جدید تشخیص و پیش‌بینی مشکلات خطوط لوله می‌تواند تا حدود زیادی از هزینه‌ها را بکاهد.

---

[1] Hydrogen Fluoride
[2] Deuterium Fluoride
[3] Chemical Oxygen Iodine Laser
[4] Carbon Dioxide Laser
[5] Free Electron Laser
[6] Krypton Fluoride (Excimer) Laser
[7] Neodymium: Yttrium Aluminum Garnet Laser
[8] High-Power Fiber



شکل۱: عوامل مختلف آسیب‌های وارده بر لوله

۱- آنالیز خوردگی خارجی خطوط لوله با استفاده از اسکنر سه بعدی[۴]:

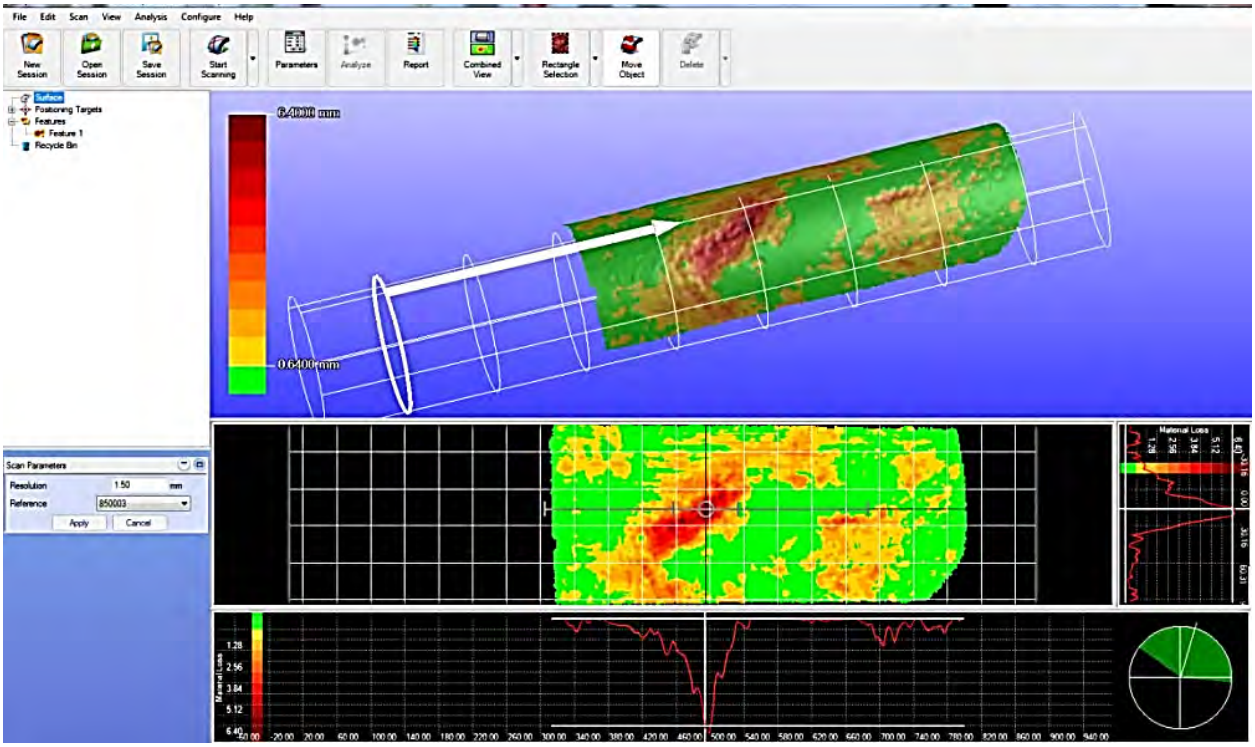
در این روش خوردگی سطح خارجی لوله توسط وسیله‌ای اندازه گرفته شده و سپس توسط نرم افزار مخصوص خود ایرادات را تشخیص داده می‌شود. شکل ۲ کاربرد عملی آن را نشان می‌دهد.

شکل۲: کاربرد عملی وسیله اسکنر سه بعدی

قدم اول در این کار جمع آوری داده‌ها از خط لوله می‌باشد. جهت این کار این وسیله (شکل۳) در حدود ۲۵ سانتی متری سطح لوله نگه داشته می‌شود. البته قبل از این مرحله باید سطح خارجی لوله را تمیز نمود.

شکل۳: وسیله اسکن کننده سه بعدی سطح خارجی لوله

بعد از این مرحله لازم است تا داده‌های اندازه گرفته شده آنالیز شوند. شکل زیر بخشی از این مرحله را نشان می-دهد.



شکل۴: شکل سه بعدی و دو بعدی لوله بعد از محاسبات

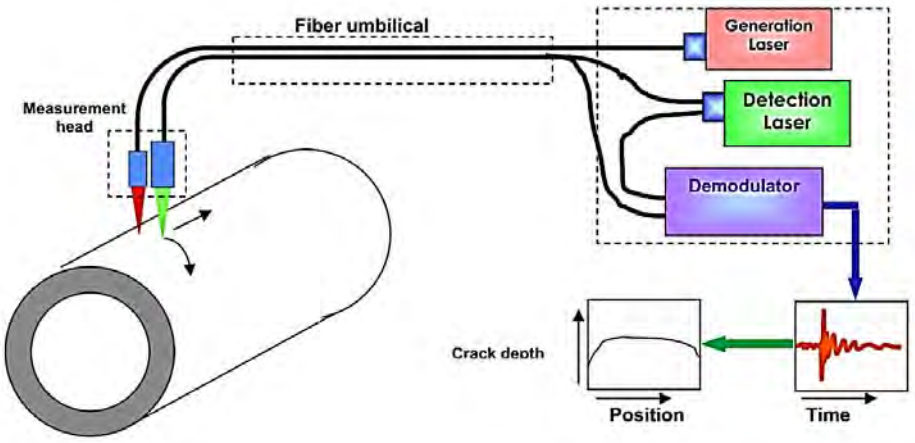
بدین ترتیب ایرادات لوله به طور دقیق تشخیص داده می‌شوند.

۲- اندازه گیری شکستگی‌های خوردگی حاصل از فشار[9] با استفاده از لیزر:

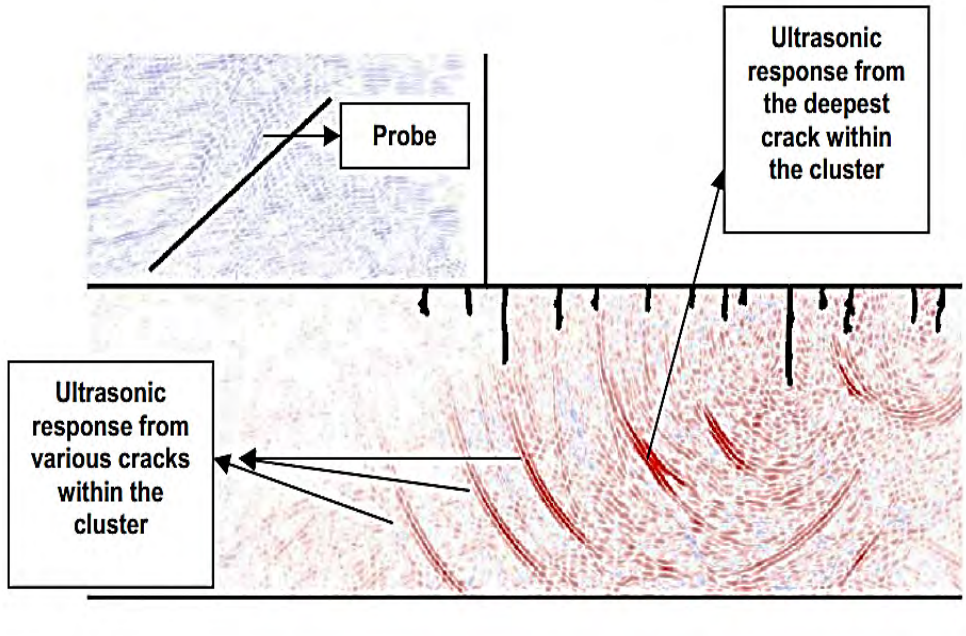
[9]Stress Corrosion Cracking

مدیریت شکستگی‌های خوردگی حاصل از فشار برای صنعت لوله یکی از چالش‌های مهم می‌باشد. لیزر Ultrasonics(مافوق صوت) تکنولوژی بررسی و نظارتی است که برای تولید و تشخیص امواج مافوق صوت در خطوط لوله استیل طراحی شده است. برخلاف آزمایشات معمول Ultrasonics، Ultrasonics لیزری دارای فرکانس پهنای باند زیادی است و همچنین محل تماس (footprint) کمی (در حدود ۰/۵ میلی متر) می‌باشد.

شکل۵ و ۶، به ترتیب ساختمان داخلی لیزر Ultrasonics و نحوه تشخیص آن را نشان می‌دهد.



شکل۵: ساختمان داخلی لیزر Ultrasonics



شکل۶: نحوه‌ی تاثیر شکستگی‌های خوردگی بر مافوق صوت (Ultrasound)

۳- کاربرد لیزر در توپک رانی لوله‌های انتقال نفت و گاز

با افزایش روزافزون تقاضای نفت و گاز لازم است که مخازن جدیدتری کشف شوند. اکتشاف این مخازن منجر به استفاده از سیستم‌های دریایی و خشکی بیشتری خواهد شد. در این بین لوله‌ها و مخازن ذخیره بسیار مهم می‌باشند و نقش مهمی را در فرایند تولید نفت و استفاده از آن ایفا می‌کند. برای حداقل کردن نشت، حفاظت از محیط زیست و انتقال مطمئن نفت و گاز، لازم است که خوردگی و فرسایش لوله تشخیص داده شود و از خطرات احتمالی جلوگیری کرد.

استفاده از توپک رانی برای نظارت بر لوله‌ها در اکثر کشورها متداول می‌باشد. اخیراً سیستم لیزری در توپک رانیارائه شده است که در این حالت لیزر بر روی توپک‌های هوشمند قرار می‌گیرد، که قادر است مشکلات موجود در لوله‌ها را به طور دو بعدی و سه بعدی خمیدگی، فرسایش و خوردگی شیمیایی فیزیکی و شیمیایی لوله ها را تشخیص دهد. این تکنولوژی بسیار کاربردی و مناسب می‌باشد که برای اولین بار در کشور نیجریه، طراحی و استفاده شده است[۵].

این سیستم قادر است داخل لوله را به طور ۳ بعدی با سرعت ۲۵ عکس بر ثانیه اسکن کند. با توجه به اینکه سرعت متوسط توپک ۰/۵ متر بر ثانیه می‌باشد، این سیستم می‌تواند، هر۲۰ میلیمتر را با کیفتی حدود ۲۵ میکرومتر عکس برداری سه بعدی بکند. شکل ۱ شماتیک این دستگاه را نشان می‌دهد.

۶-۱- قسمت‌های تشکیل دهنده‌ی سیستم:

۶-۱-۱- قسمت اپتیکی که شامل:

- لیزر
- عدسی
- دوربین: این دوربین قادر است عکس های با کیفیت بالا را در حد ۲۵ عکس بر ثانیه را ثبت کند.

۶-۱-۲- قسمت الکترونیکی و کامپیوتری:

کامپیوترهای جاسازی شده که برای کنترل سنسورها، انتقال سریع داده ها، دریافت داده‌ها و پردازش آن‌ها به کار می‌رود. کامپیوترهای جاسازی شده قادر به پردازش داده ها در حد ۱ گیگاهرتز و بیشتر می‌باشند و دارای حافظه حداقل ۱۰۰ گیگابایت می‌باشند. این قسمت دارای سیستم ارتباطی ایترنت (Ethernet[۱۰]) برای انتقال داده‌ها و ایجاد قابلیت کنترل از راه دور را فراهم می‌کند. سنسورهای مربوط به محیط اطراف در روی وسیله نصب شده‌اند که قادر هستند دما، فشار، میزان رطوبت داخل لوله را ثبت کند. این سیستم می-تواند حداکثر در دماهای ۵۰ درجه سانتی گراد عمل کند.

همچنین سنسورهای متحرک برای اندازه‌گیری میزان مسافت طی شده و اندازه‌گیری میزان چرخش‌ها در این سیستم وجود دارد. این سیستم دارای منبع تغذیه از طریق باطری‌هایی است که قادر است ۲۰ ساعت کار را برای سیستم مهیا کند و وسیله‌ای کروی که در بالای این وسیله نصب می‌شود تا نیروهای وارده بر سیستم را خنثی کند.

محفظه‌ای که رو ی سیستم که در دریا مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل:

- محافظ آلومینیومی و تیتانیومی که قادر است فشار بالاتر از ۳۵۰ بار را تحمل کند.
- اودیومتر جهت ضبط مسافت دقیق طی شده.

۶-۲- روند کلی دریافت اطلاعات و نمایش آن به صورت سه بعدی

ساختار آنالیز سه بعدی، مبتنی بر دریافت عکس‌های دوبعدی می‌باشد. به این صورت که ابتدا عکس‌ها به صورت دو بعدی تهیه می‌شوند و سپس به کامپیوتر ارسال می‌شود که در این کامپیوترها اطلاعات به صورت سه بعدی تجزیه و تحلیل می‌شوند. برای اکتساب نتایج بهتر کیفیت تصویرهای برداشت شده در حد ۷۲۰ در ۵۷۶ پیکسل تنظیم شده‌اند. عکس‌های دو بعدی تهیه شده که به حافظه کامپیوتر اصلی منتقل شده است توسط نرم افزار خاصی به صورت سه بعدی تجزیه و تحلیل می‌شود. عکس‌های تهیه شده به راحتی می‌توانند به عکس های سه بعدی تبدیل شوند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند (شکل ۲ را ببینید).

۶-۲-۱- آنالیز داده ها:

۶-۲-۱-۱- خوردگی شیمیایی:

---

[۱۰] سیستم اترنت سیستمی شبیه به سیستم شبکه محلی می‌باشد که قادر است به صورت بی سیم ارتباط برقرار کند و برای انتقال داده‌ها استفاده می‌شود.

خوردگی باعث می‌شود که قطر لوله افزایش یابد که این عیب به راحتی توسط با تاثیری که بر خطوط به دست آمده از لیزر می‌گذارد قابل تشخیص می‌باشد. خوردگی های کمتراز ۱ میلی متر قابل تشخیص نمی باشند ولی بیشتر از آن به راحتی قابل تشخیص می‌باشد.

۶-۲-۱-۲- فرسایش:

دلیل اصلی فرسایش وجود ماسه در نفت یا آب می‌باشد. این مشکل نیز همانند خوردگی شیمیایی با همان رویه قابل تشخیص می‌باشد.

۶-۲-۱-۳- خمیدگی:

خمیدگی در لوله ها بسیار مهم می‌باشد و خطر جدی برای خط لوله محسوب می‌شود. این عیب از تغییر شکل یافتن خطوطی دریافت شده از لیزر از حالت دایره کامل به حالت بیضی تشخیص داده می‌شود. که از این طریق می‌توان زاویه خمش را نیز تعیین کرد.

لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل داده ها بعد از خروج توپک از خط لوله و در انتهای کار صورت می‌گیرد.

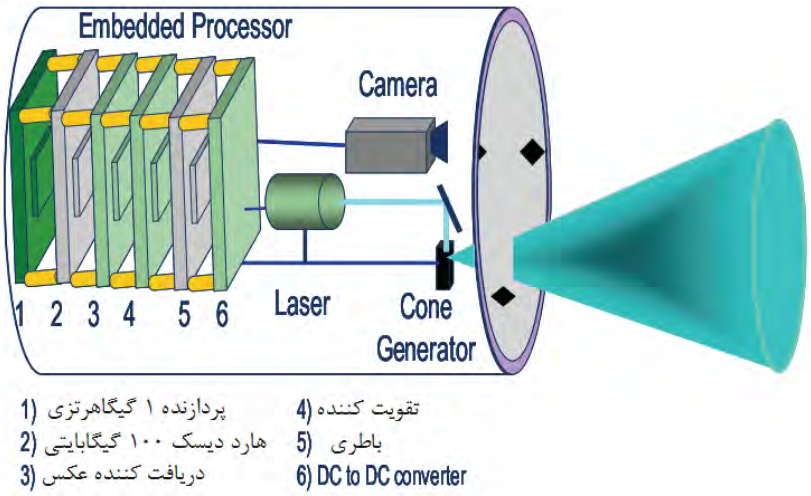
۶-۳- مزایای این سیستم

- این سیستم به دلیل داشتن باطری های قوی و حافظه زیاد قادر است مسافت‌هایی به اندازه ۱۰۰کیلومتر را پیگ-رانی بکند.
- این سیستم طوری طراحی شده است که قادر است از خمیدگی‌ها و زانوهای موجود در خط لوله به راحتی عبورکند.
- دارای نرم افزار خاصی می‌باشد که داده ها را تجزیه و تحلیل کرده و نتایج را به صورت آماده به متخصص ارائه می‌دهد.

۶-۴- محدودیت های این سیستم:

- برای لوله های با قطر بیشتر از ۲۵۰ میلی متر استفاده می‌شود.

- هزینه این سیستم به دلیل استفاده از دوربین و لیزر بیشتر از توپک های معمولی می‌باشد.



شکل۹: شکل کلی سیستم

شکل ۱۰: نمایشی از تشخیص ایراد در لوله

۴- تشخیص نشت گاز طبیعی از خطوط لوله

روش‌های قدیمی بسیاری وجود دارد که با استفاده از آنها می‌توان نشت گاز طبیعی را از خطوط لوله تشخیص داد. به طور کلی می‌توان روش‌ها را به دو نوع اپتیکی و غیر اپتیکی تقسیم بندی کرد[۱۱].

روش‌های غیراپتیکی شامل نظارت با استفاده از امواج، نمونه‌گیری از گاز، بررسی خاک (زمین)، بررسی دبی و استفاده از شبیه ساز دینامیکی می‌باشند.

روش‌های اپتیکی را نیز می‌توان به دو نوع مثبت (Positive) و یا فعال (Active) تقسیم بندی کرد. روش‌های فعال شامل استفاده از سیستم‌های Lidar، جذب لیزر دیودی (Diode Laser Absorption) [۶]، سیستم‌های رادارهای میلیمتری[۷]، بررسی (عکس برداری) پراش (Backscatter Imaging)[۸]، جذب باند پهن (Broad Band Absorption)[۹]و بررسی ناپایدار(Evanescent Sensing)[۱۰]تقسیم بندی کرد.

روش‌های مثبت در بسیاری از موارد شبیه روش‌های فعال می‌باشد. فرق اساسی بین آنها این است که روش‌های مثبت نیازمند منبع نیستند و تابش‌ها و انتشارات خود گاز به عنوان منبع استفاده می‌شود. لذا روش‌های مثبت ارزانتر می‌باشند. دو روش اساسی در حالت مثبت وجود دارد: بررسی گرمایی (thermal imaging)[۱۱]و بررسی موجی چندگانه (multi-wavelength imaging) [۱۲].

جدول۱ معایب و مزایای هرکدام از روش‌ها را نشان می‌دهد.

جدول۱: معایب و مزایای روش‌های مختلف تشخیث نشت از خطوط گاز لوله طبیعی[۱۳]

[۱۱] در مورد روش‌های قدیمی که مطرح خواهدشد، توضیحات بیشتر داده نخواهدشد و خواننده می‌تواند به منابع معرفی شده رجوع نماید.

Technique	Feature	Advantages	Disadvantages
Acoustic sensors	Detects leaks based on acoustic emission	Portable Location identified Continuous monitor	High cost Prone to false alarms Not suitable for small leaks
Gas sampling	Flame Ionization detector used to detect natural gas	No false alarms Very sensitive Portable	Time consuming Expensive Labor intensive
Soil monitoring	Detects tracer chemicals added to gas pipe line	Very sensitive No false alarms Portable	Need chemicals and therefore expensive Time consuming
Flow monitoring	Monitor either pressure change or mass flow	Low cost Continuous monitor Well developed	Prone to false alarms Unable to pinpoint leaks
Dynamic modeling	Monitored flow parameters modeled	Portable Continuous monitor	Prone to false alarms Expensive
Lidar absorption	Absorption of a pulsed laser monitored in the infrared	Remote monitoring Sensitive Portable	Expensive sources Alignment difficult Short system life time
Diode laser absorption	Absorption of diode lasers monitored	Remote monitoring Portable Long range	Prone to false alarms Expensive sources Short system life time
Broad band absorption	Absorption of broad band lamps monitored	Portable Remote monitoring Long range	Prone to false alarms Short system life time
Evanescent sensing	Monitors changes in buried optical fiber	Long lengths can be monitored easily	Prone to false alarms Expensive system
Millimeter wave radar systems	Radar signature obtained above pipe lines	Remote monitoring Portable	Expensive
Backscatter imaging	Natural gas illuminated with CO2 laser	Remote monitoring Portable	Expensive
Thermal imaging	Passive monitoring of thermal gradients	No sources needed Portable Remote monitoring	Expensive detector Requires temperature difference
Multi-spectral imaging	Passive monitoring using multi-wavelength infrared imaging	No sources need Portable Remote monitoring Multiple platform choices	Expensive detectors Difficult data interpretation

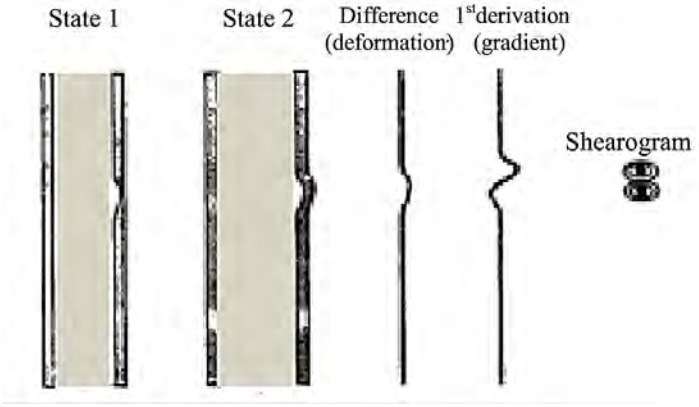
جدول زیر تکنولوژی‌ها و روش‌های جدیدی را نشان می‌دهد که برای تشخیص نشت گاز ارائه شده‌اند.

جدول۲: تکنولوژی‌ها و روش‌های جدید برای تشخیص نشت گاز از خطوط لوله۱۴][

Technology	Pros	Cons
In-situ Sensors		
Flame Ionization Detector	• Established Technology • Sensitive Detection	• Extractive • Non-Specific
Optical Methane Detector	• Proven Technology • Open-Path	• Must encompass plume
Short-path TDLAS	• Very sensitive and specific • Open Path	• Must encompass plume
Stand-off Sensors		
Active		
Stand-off TDLAS	• Very sensitive and specific • Remote detection	• Range limited to 100 ft
Gas Correlation Spectrometry	• Specific to natural gas • Remote detection	• Less sensitive than TDLAS • Range limited to 500 ft
Differential Absorption LIDAR	• Very sensitive and specific • Remote Detection Range ~ 2000 ft	• Complex Operation • Unproven
Passive		
Multi-Wavelength Radiometry	• No active illumination source • Imaging possible	• Poor sensitivity and specificity • Limited dynamic range • Difficult to quantify

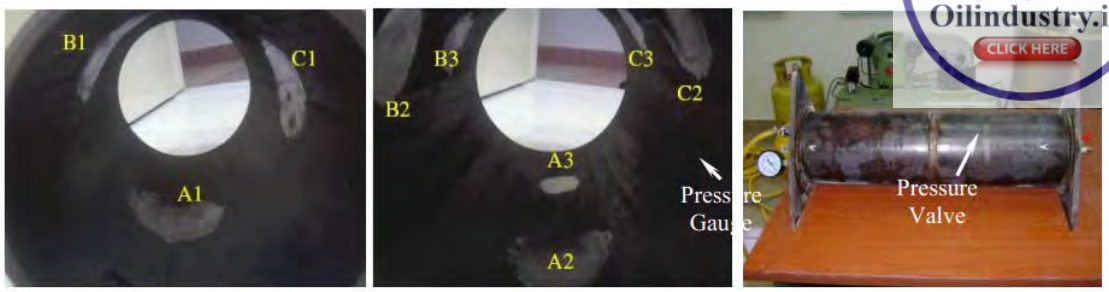
۵- کاربرد Shearography با استفاده از لیزر جهت آنالیز خوردگی (Corrosion) در خطوط لوله تحت فشار نفت

آقای W.S. Wan Abdullahو همکارنش در مقاله خود[۱۵] به بررسی خوردگی های موجود در خطوط لوله نفت با استفاده از روش Shearography پرداخته‌اند. آنها در مطالعه آزمایشگاهی خود خوردگی‌های مصنوعی را در لوله ایجادکردند و به مطالعه آن پرداختند. با استفاده از این روش می‌توان نقاط تحت فشار ناشی از نیروهای اضافی تشخیص داد. فشار هوای داخل بر لوله‌ی با ضخامت ۷ میلی متر وارد کردند. معادلات تجربی برای خوردگی‌های نقطه نقطه با عمق بیش از ۳ میلی متر با تغیرات فشاری ۰/۲۴Mpa ارائه شدند. برای مقایسه از روش رادیوگرافی نیز برای این کار استفاده شده است. نتایج این تحقیق دانشمندان نشان می‌دهد که تغییرات فشار داخلی لوله نقش مهمی را برای تشخیص خوردگی با استفاده از Shearographyدارد. روش Shearography روش بدون تماسی و سریعی جهت ثبت ناهمگونی و نقاط دارای تمرکز کشش می‌باشد. شکل۳ مکانیزم Shearography را نشان می‌دهد.



شکل۷: مکانیزم shearography جهت تشخیص خوردگی

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE



(a) (b) (c)

شکل۸: نمایشی از خوردگی‌های مصنوعی ایجاد شده (a و b) و نمای کلی خط لوله (c)

براساس نتایج این آزمایش می‌توان گفت که هر دو روش shearography و رادیوگرافی برای تعیین پروفایل، اندازه، و عمق خوردگی کاربرد دارند ولی روش shearography روش عملی‌تر از رادیوگرافی و غیرمخرب برای تعیین جزئیات خوردگی خطوط لوله نفت می‌باشد.

۶- نتیجه گیری:

استفاده از تکنولوژی‌های جدید در خطوط انتقال نفت و گاز می‌تواند تا حد بسیار زیادی از هزینه‌ها را کاهش دهد. هرچند که شاید هزینه اولیه تهیه این نوع سیستم‌ها بالا باشد ولی در دراز مدت این هزینه‌ها جبران می‌شود. کشور ما به عنوان کشوری که صادر کننده نفت و گاز می‌باشد، دارای ظرفیت و نیاز بسیاری به این نوع تکنولوژی‌ها می‌باشد. استفاده از لیزر به عنوان ابزاری برای کاهش هزینه‌های خالص و هزینه‌های انسانی و زمانی، می‌تواند بسیاری از مشکلات و محدودیت‌ها را مرتفع سازد و باعث بهبود بررسی و نظارت خطوط لوله شود.

منابع:

[1] BreckHitz& Et Al. “NtroductionTo Laser Technology”. Ieee Press. pp.,14-15.
[2] PankajSinha and AabhaasGour ,Laser Drilling Research and Application: An Update. SPE/IADC 102017.pp.,1-4.
[3] K.H. Leong, Z. Xu, C.B. Reed andR.A.Parker. “Lasers and Beam Delivery for Rock Drilling”.
[4] Pierre-Hugues ALLARD, Charles MONY, “Pipeline External Corrosion Analysis Using a 3D Laser Scanner”, 18th World Conference on Nondestructive Testing, 16-20 April 2012, Durban, South Africa.
[5] Bernadette Gomez.“Introduction to Drilling & Well Completion”.Chapter, 7-2 & 7-3.
[6] Iseki, T., Tai, H., and Kimura, K., 2000, “A portable remote methane sensor using a tunable diode laser,” Technol. vol. 11, pp. 594-602.
[7]Gopalsami, N., and Raptis, A. C., 2001, “Millimeter-wave radar sensing of airborne chemicals,” IEEE on Microwave Theory and Techniques, vol. 49, pp. 646-653.
[8]Kulp, T. J., Kennedy, R., Delong, M., and Garvis, D., 1993, “The development and testing of a backscatter absorption gas imaging system capable of imaging at a range of 300 m,” in Applied Laser Radar Technology,. Proc. Soc. Photo-Opt. Instum. Eng., vol. 1936, 204-212.
[9]Spaeth, L., and O’Brien, M., 2003, “An Additional Tool For Integrity Monitoring,” Pipeline and Gas Journal , March, 2003.
[10]Tapanes, E., 2002, “Fiber Optic Sensing Solutions for Real Time Pipeline Integrity Monitoring,” Fut Technologies Pty Ltd. Company Article.
[11]Weil G.J., “Non-contact, remote sensing of buried water pipeline leaks using infrared thermography”, Water Resources Planning and Management and Urban Water Resources, 1993, p404-407
[12]Althouse, M. L. G., and Chang, C. I., 1994 “Chemical vapor detection and mapping with a multispectral Forwardlooking infrared (FLIR),” in Optical Instrumentation for Gas Emissions Monitoring and Atmospheric Measurements , Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng. vol. 2366, pp. 108-114.
[13]YudayaSivathanu, Technology Status Report on Natural Gas Leak Detection in Pipelines, Contract Number: DE-FC26-03NT41857.

صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

[14]Mickey B. Frish, High-Altitude, Aerial Natural Gas Leak Detection System, Technology Status Assessment, December 2004.
[15] W.S. Wan Abdullah, M.Y. Yusof, A.N. Ahmad Puad and M. E. Hoque, “ANALYSIS OF CORROSION IN PRESSURIZED PIPELINES BY ADVANCED LASER SHEAROGRAPHY”,Engineering e-Transaction (ISSN 1823-6379) Vol. 4, No. 1, June 2009, pp 51-55.