

## بهره‌گیری از برگه اطلاعات ایمنی تکنولوژی در شناسایی و ارزیابی اثرات تکنولوژی

محمود بشیری نسب<sup>۱</sup>

تهران، خ فاطمی، خ باباطاهر کوچه کیوان پ ۱۰ [mahmoodbashiri@yahoo.com](mailto:mahmoodbashiri@yahoo.com)

### چکیده

یکی از مولفه‌های اصلی در موفقیت سازمان‌ها و صنایع، بهره‌گیری از انواع تکنولوژی‌ها، صرف‌نظر از منشاء کسب آنهاست. هر چند در به‌کارگیری تکنولوژی‌های مختلف منافع آشکار بسیاری وجود دارد، استفاده از تکنولوژی‌های نامناسب و یا استفاده نامناسب از تکنولوژی می‌تواند پیامدهای نامطلوبی برای سازمان‌ها به دنبال داشته باشد. یکی از مهمترین جنبه‌ها در کسب و استفاده صحیح از تکنولوژی در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی است. از این رو لازم است در مراحل مختلف دوره عمر تکنولوژی، این موضوعات مورد توجه قرار گیرد. برگه اطلاعات ایمنی تکنولوژی TSDS، ابزاری است نظام‌مند که با توجه به ویژگی‌های تکنولوژی به شناسایی و تحلیل عوامل بالقوه آسیب‌رسان ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی تکنولوژی پرداخته و راهنمایی‌های لازم در بهره‌گیری ایمن از تکنولوژی را در قالب یک فرم اطلاعاتی ارائه می‌نماید. در این مقاله پس از ارائه مفاهیم کاربردی اولیه به معرفی TSDS و نحوه استفاده از آن پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تکنولوژی، ایمنی، بهداشت، محیط زیست، برگه اطلاعات ایمنی تکنولوژی

### ۱- مقدمه

امروزه بهره‌گیری از تکنولوژی‌های مختلف به منظور حرکت در راستای توسعه صنعتی از مهمترین خواسته‌های مدیریت سازمان‌هاست. در استفاده از تکنولوژی، به‌ویژه تکنولوژی‌های جدید، حصول اطمینان از ایمن بودن تکنولوژی و یا در پیش گرفتن رویه‌هایی برای استفاده ایمن از آن اهمیت بسیار دارد. این موضوع باید از ابتدای دوره عمر تکنولوژی ۳ مورد توجه قرار گیرد، به نحوی که در مرحله ایده‌پردازی جنبه‌های مختلف ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی تکنولوژی بررسی شود، در ساخت نمونه، این جنبه‌ها مورد توجه قرار گیرد، در کاربردهای صنعتی ملاحظات بهداشت، ایمنی و محیط زیست ۴ (HSE) و اقدامات مربوطه به‌صورت کاربردی درآید و در مراحل مختلف رشد، بلوغ و حتی نزول در راستای ایمن‌سازی و استفاده ایمن از تکنولوژی گام برداشته شود.

۱. کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی - دانشگاه علامه طباطبایی، مدیر آکادمی HSE شرکت مهندسی مروجان بهره‌وری

۲. Technology Safety Data Sheet (TSDS)

۳. Technology Life Cycle (TLC)

۴. Health, Safety, Environment (HSE)

در ژانویه ۲۰۰۱ دفتر دپارتمان محیط زیست امریکا خط‌مشی جدیدی به این منظور در پیش گرفت که هدف اصلی آن توجه به ایمن کردن تکنولوژی برای توسعه‌دهندگان، استفاده‌کنندگان و تصمیم‌گیرندگان در انتخاب تکنولوژی بود. به این منظور برخی راهنمایی‌ها نیز توسط این دفتر ارائه گردید که از آن جمله می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- استفاده از برگه‌های اطلاعات ایمنی تکنولوژی ۱
  - ارتباط با استفاده‌کنندگان تکنولوژی
  - به اشتراک گذاشتن اطلاعات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی توسط مراجعی که در مراحل مختلف دوره عمر تکنولوژی با آن سر و کار دارند.
- استفاده از TSDS ها می‌تواند راهکاری بسیار مناسب در راستای بهره‌گیری ایمن از انواع تکنولوژی باشد. در ادامه مقاله به نحوه تدوین TSDS و مندرجات آن پرداخته می‌شود.
- علاوه بر دفتر زیست محیطی امریکا، نهادهایی نظیر مرکز ملی آموزش‌های زیست محیطی، وزارت دفاع، وزارت انرژی و موسسه ملی ایمنی و بهداشت امریکا<sup>۲</sup>، فعالیت‌هایی در این خصوص انجام داده‌اند.

### ۲- TSDS چیست؟

برگه اطلاعات ایمنی تکنولوژی، سندی است که ضمن معرفی اجمالی تکنولوژی، به ارائه اطلاعاتی در زمینه نوع و ماهیت خطرات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی تکنولوژی می‌پردازد. به عبارت دیگر TSDS ابزاری موثر برای انتقال اطلاعات مربوط به خطرات و ملاحظات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی تکنولوژی به کاربران است. این مفهوم در سال ۱۹۹۴ در دفتر ایمنی، بهداشت و محیط زیست دپارتمان محیط زیست امریکا مطرح گردید.

TSDS اطلاعات را در ساختاری قابل فهم به استفاده‌کنندگان منتقل می‌نماید. TSDS ساختار منحصر به فردی ندارد؛ اما جدا از ساختار مورد استفاده، حاوی مطالبی در مورد ملاحظات ایمنی و بهداشت تکنولوژی است که در ادامه با ارائه یک نمونه به تشریح آنها پرداخته می‌شود.

### ۳- راهنمای تدوین TSDS

#### ۳-۱. شناسایی و تجزیه و تحلیل خطرات

فرایند ثبت اطلاعات در TSDS اساساً فرایند تجزیه و تحلیل خطر است. تجزیه و تحلیل خطرات باید به موازات توسعه تکنولوژی انجام شود. تحلیل همزمان خطرات می‌تواند منجر به تغییرات و اصلاحات سازنده‌ای در تکنولوژی به منظور ایمن نمودن تکنولوژی و افزایش ایمنی ذاتی آن شود.

تجزیه و تحلیل خطرات تکنولوژی به منظور تدوین TSDS یک کار گروهی است که توسط تیمی با تخصص‌های مختلف انجام می‌شود. این تخصص‌ها با توجه به نوع تکنولوژی و اجزاء آن انتخاب می‌شوند، اما در هر صورت حضور فرد یا افرادی که دارای اطلاعات کافی در موارد ذیل باشند، ضروری است:

- تکنولوژی و اجزاء آن
- روش‌های اکتساب تکنولوژی
- انواع خطرات
- روش‌های شناسایی و تجزیه و تحلیل خطر
- مباحث ایمنی شغلی و حفاظت فردی

<sup>1</sup>- Technology Safety Data Sheet

<sup>2</sup>. National Institute for Occupational Safety & Health (NIOSH)

<sup>3</sup> !! Inherent Safety

- الزامات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی (شامل قوانین، حدود مجاز و سایر الزامات)  
- ملاحظات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی مربوط به بومی‌سازی تکنولوژی  
به این ترتیب کلید توسعه و تدوین موفقیت‌آمیز TSDS را می‌توان فرایند شناسایی و تجزیه و تحلیل کامل و دقیق خطرات دانست. این فرایند باید بخشی ناگسستنی و جاری در فرایند توسعه تکنولوژی باشد. برای شناسایی و تجزیه و تحلیل نظام‌مند خطرات مربوط به فرایندها، فعالیت‌ها و عملیات روش‌های متعددی وجود دارد. با توجه به فاکتورهایی نظیر وضعیت تکنولوژی در چرخه عمر، پیچیدگی تکنولوژی، نوع خطرات و نیز ویژگی‌ها، مزایا و معایب روش‌های موجود، می‌توان از آنها بهره برد. برخی از این روش‌ها عبارتند از:

- تجزیه و تحلیل مقدماتی خطر ۱
  - تجزیه و تحلیل چه می‌شود- اگر... ۲؟
  - مطالعه خطر و قابلیت ۳
  - تجزیه و تحلیل درخت خطا ۴
  - تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن ۵
- پس از انجام فرایند شناسایی و تجزیه و تحلیل خطرات می‌توان اقداماتی به منظور کاهش/ کنترل خطرات و نیز کسب آمادگی جهت مواجهه با حوادث و آلودگی‌های احتمالی انجام داد.

### ۲-۳. ویژگی‌های TSDS مناسب

- TSDS باید برای استفاده کاربران تکنولوژی طراحی شود،
- خطرات تکنولوژی باید با بهره‌گیری از TSDS شناسایی و رتبه‌بندی شوند،
- اطلاعات مندرج در آن باید برای کاربران قابل فهم باشد،
- TSDS باید در دسترس کاربران و استفاده‌کنندگان تکنولوژی قرار گیرد،
- TSDS باید به عنوان ابزاری برای آموزش کارگران و کاربران تکنولوژی استفاده شود.

### ۴- مندرجات TSDS

ساختارهای موجود TSDS شباهت بسیار با برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد<sup>۶</sup> (MSDS) دارند. سازمان‌ها و نهادهای مختلفی که در توسعه و تدوین TSDS فعالیت دارند، ساختارهای مختلفی را به این منظور پیشنهاد نموده‌اند. هر چند تفاوت‌های اندکی در ساختارها به چشم می‌خورد اما با بررسی آنها می‌توان دریافت که یک فرم TSDS شامل موارد ذیل می‌باشد:

- مشخصات تکنولوژی
- شرح (توصیف) فرایند تکنولوژی
- عکس، دیاگرام یا نقشه تکنولوژی
- آلودگی‌های زیست محیطی
- خطرات ایمنی

<sup>1</sup> . Preliminary Hazard Analysis (PHA)

<sup>2</sup> . What – if? Analysis

<sup>3</sup> . HAZard & Operability Study (HAZOP)

<sup>4</sup> . Fault Tree Analysis (FTA)

<sup>5</sup> . Failure Mode & Effect Analysis (FMEA)

<sup>6</sup> . Material Safety Data Sheet (MSDS)

- خطرات بهداشتی
- تحلیل فازی
- ملاحظات و طرحهای HSE
- آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری
- ملاحظات خاص

اطلاعاتی که در هر یک از بخش‌های TSDS ارائه می‌گردد، باید به صورت خلاصه، واضح و قابل فهم ارائه شود تا کاربران تکنولوژی بتوانند به راحتی مباحث ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی مربوط به تکنولوژی را درک نموده و اقدامات حفاظتی لازم را به صورت مناسب انجام دهند. علاوه بر این باید مدیران و کارشناسان HSE را قادر به درک مباحث تکنولوژیکی، فنی و مدیریتی مرتبط با طرح‌های ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی تکنولوژی نموده و آنها را در خصوص اقدامات مورد نیاز در راستای استقرار این طرح‌ها راهنمایی نماید. در ادامه به شرح مختصر هر یک از بندهای TSDS پرداخته می‌شود.

#### ۴-۱- مشخصات تکنولوژی

در این بخش از TSDS اطلاعاتی ارائه می‌گردد که تکنولوژی به‌وسیله آن شناخته می‌شود. حداقل اطلاعاتی که باید در این بخش درج گردد عبارتند از:

- نام علمی و تجاری تکنولوژی و نام‌ها و علائم مشخصه‌ای که ممکن است تکنولوژی با آنها شناخته شود.
- نام و آدرس سازنده و سایر اطلاعات تماس
- شماره ویرایش، ماه و سال انتشار TSDS یا آخرین تاریخ به روز رسانی

#### ۴-۲- شرح (توصیف) فرایند تکنولوژی

این بخش اطلاعات پایه در خصوص کارکردها و عملیات تکنولوژی را ارائه می‌نماید. هر چند شرح فرآیند شامل اطلاعات مربوط به خطرات تکنولوژی نمی‌شود اما کاربران را با تکنولوژی آشنا می‌نماید. ارائه اطلاعات کامل و قابل فهم، به نحوی که بتواند یک آشنایی کلی از فرایند تکنولوژی ایجاد نماید، بسیار مهم است. هر چند ارائه اطلاعات کامل در این بخش مورد نظر است اما الزامی برای نشان دادن جزئیات رویه‌های عملیاتی و استانداردهای مربوط وجود ندارد.

#### ۴-۳- عکس، دیاگرام یا نقشه فرایند

دیاگرام فرایند یک دید کلی از سیستم فراهم می‌نماید. چنانچه استفاده از تصاویر، نقشه‌ها و طرح‌ها برای کاربران قابل فهم‌تر باشد، استفاده از آنها ترجیح داده می‌شود. این بخش از TSDS ممکن است شامل چند تصویر یا دیاگرام از تکنولوژی باشد. این بخش قسمت مهمی از TSDS است و در صورت امکان تصاویر و دیاگرام‌ها باید به صورت واضح از جمله در مورد خطرات بر چسب گذاری/ کدگذاری شده باشند.

#### ۴-۴- آلودگی‌های زیست محیطی

بسیاری از تکنولوژی‌ها ممکن است آلاینده‌های زیست‌محیطی نظیر گرد و غبار، ضایعات رادیواکتیو، پساب‌های شیمیایی و غیره داشته باشند. لازم است که انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد تکنولوژی و اثرات و پیامدهای مربوط به این آلودگی‌ها به صورت واضح در TSDS شرح داده شوند.

#### ۴-۵- خطرات ایمنی

در این بخش از TSDS اطلاعاتی در مورد تأثیرات تکنولوژی بر ایمنی شغلی و پتانسیل‌های بروز حادثه ارائه می‌گردد.

نمونه‌ای از خطرات که باید در این قسمت مورد توجه قرار گیرند عبارتند از: خطرات الکتریکی، خطرات مکانیکی، خطرات شیمیایی (واکنش شیمیایی، خوردگی و ...) (فضاهای بسته، نردبان‌ها، سکوها و داربست‌ها، خطوط لوله، مخازن و سیلندرهای تحت فشار، حریق و انفجار، وسایل نقلیه، اجسام معلق و ...  
برای قابل فهم‌تر شدن اطلاعات مربوط به خطرات می‌توان از درجه‌بندی خطر مطابق جدول ۱ استفاده نمود.

جدول ۱ درجه‌بندی خطر

درجه خطر	توصیف خطر
۹	خطری که می‌تواند منجر به مرگ شود.
۸	خطری که می‌تواند منجر به ناتوانی کلی دائمی شود.
۷	خطری که می‌تواند منجر به نقص عضو دائمی شود.
۶	خطری که می‌تواند منجر به ناتوانی جزئی دائمی گردد.
۵	خطری که می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی و بیماری‌های شغلی با بیش از ۹۰ روز کاری از دست رفته شود.
۴	خطری که می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی و بیماری‌های شغلی بین ۶۰ تا ۸۹ روز کاری از دست رفته شود.
۳	خطری که می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی و بیماری‌های شغلی بین ۳۰ تا ۵۹ روز کاری از دست رفته شود.
۲	خطری که می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی و بیماری‌های شغلی بین ۱ تا ۲۹ روز کاری از دست رفته شود.
۱	خطری که می‌تواند منجر به آسیب‌های جسمی یا بیماری‌های شغلی با کمتر از یک روز کاری از دست رفته شود.

#### ۴-۶. خطرات بهداشتی

کلید خطرات بهداشتی مرتبط با تکنولوژی باید، بر اساس میزان ریسک، لیست شوند. به این منظور می‌توان از درجه‌بندی خطر، مانند آنچه در قسمت قبل ذکر گردید، استفاده نمود. خطرات بهداشتی ذیل همواره باید مورد بررسی قرار گیرند: مواد شیمیایی سمی و روش‌های تاثیر آن (استنشاق، جذب پوستی، خون، گوارش)، استرس‌های حرارتی، سرو صدا، ارتعاش، پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان، خطرات ارگونومیک و ...

#### ۴-۷. تحلیل فازی

در هر یک از فازهای توسعه تکنولوژی، خطراتی وجود دارد. لازم است خطرات در هر یک از فازهای مورد بررسی قرار گیرد و تمهیداتی به منظور مواجهه با خطرات موجود در هر یک از فازهای تولد، رشد، بلوغ و افول / نزول اندیشیده شود.

#### ۴-۸. ملاحظات، طرح‌ها و برنامه‌های HSE

این بخش به بررسی الزامات و ملاحظات قانونی و سایر الزامات ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی مرتبط با استفاده از تکنولوژی می‌پردازد. این الزامات و ملاحظات در واقع اطلاعاتی هستند که باید در طرح‌ها و برنامه‌های مدیریت HSE مورد استفاده قرار گیرند.

نمونه این طرح‌ها و برنامه‌ها عبارتند از: پایش مواجهه با عوامل زیان‌آور و آلودگی‌های زیست‌محیطی، آموزش کارکنان، مراقبت‌های پزشکی، کنترل‌های مهندسی، کنترل‌های اداری و تجهیزات حفاظت فردی

#### ۴-۹. آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری

با توجه به احتمال بروز انواع وضعیت‌های اضطراری در استفاده از تکنولوژی‌های مختلف، لازم است تدابیری اندیشیده شود تا در درجه اول از بروز اینگونه وضعیت‌های اضطراری پیشگیری شود و یا آمادگی لازم کسب گردد تا در صورت وقوع از اثرات

نامطلوب این وضعیت‌ها کاسته شود. اقدامات لازم در این خصوص معمولاً در سه فاز کلی قبل از وقوع (طرح پیشگیری و آمادگی)، حین وقوع (طرح مقابله) و پس از وقوع (طرح بازیابی یا بهبود) برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.

### ۴-۱. ملاحظات خاص

چنانچه علاوه بر موارد ذکر شده در قسمت‌های قبل، ملاحظات ایمنی، بهداشتی و یا زیست‌محیطی خاصی در مورد تکنولوژی وجود داشته باشد در این بخش ارائه می‌گردد.  
در جدول ۲ فرمت پیشنهادی برگه اطلاعات ایمنی تکنولوژی ارائه شده است.

جدول ۲: فرمت پیشنهادی برای TSDS

بخش ۱. مشخصات تکنولوژی	
نام تکنولوژی:.....	نام اختصاری:..... سایر نام‌ها:..... نام / علامت تجاری:.....
شماره (کد) تکنولوژی:.....	تاریخ دستیابی به تکنولوژی:.....
صاحب امتیاز اصلی تکنولوژی:.....	تعداد دارندگان لیسانس تکنولوژی:..... تعداد مراحل توسعه:.....
نام و نشانی دارنده (مرجع) تکنولوژی:.....	دفتر مرکزی / کارخانه / نمایندگی:..... محل ثبت:..... شماره ثبت:.....
پست الکترونیک:.....	وب سایت:.....
گروه تکنولوژی:	
<input type="checkbox"/> الکترونیک <input type="checkbox"/> صنایع شیمیایی <input type="checkbox"/> ارتباطات و اطلاعات <input type="checkbox"/> ساختمان و معدن <input type="checkbox"/> مواد و سازه <input type="checkbox"/> چوب <input type="checkbox"/> بیو تکنولوژی <input type="checkbox"/> نیرو محرکه <input type="checkbox"/> شیشه و سرامیک <input type="checkbox"/> ایروودینامیک <input type="checkbox"/> پلاستیک <input type="checkbox"/> نساجی <input type="checkbox"/> حمل و نقل <input type="checkbox"/> مواد غذایی <input type="checkbox"/> کشاورزی <input type="checkbox"/> نانو تکنولوژی <input type="checkbox"/> سایر	
بخش ۲. توصیف فرایند تکنولوژی	
شرح تکنولوژی و کاربردهای آن	
تکنولوژی مرجع و زیر تکنولوژی‌ها	
بخش ۳. عکس، دیاگرام، نقشه تکنولوژی	



شماره/اکد دستورالعمل: .....	
-----------------------------	--

جدول ۲: فرمت پیشنهادی برای TSDS - ادامه

بخش ۷. تحلیل فازی			
طراحی مشترک: .....			
ساخت: .....			
بهره برداری: .....			
عملیات: .....			
نگهداری (اضطراری و روتین): .....			
توقف (اضطراری و روتین): .....			
از رده خارج کردن تکنولوژی: .....			
بخش ۸. ملاحظات و طرحهای HSE			
ملاحظات و طرحهای ایمنی			
..... -			
..... -			
ملاحظات و طرحهای بهداشتی			
..... -			
..... -			
ملاحظات و طرحهای زیست محیطی			
..... -			
..... -			
بخش ۹. آمادگی و واکنش در شرایط اضطراری			
اقدامات پس از وقوع (بازیابی/بهبود)	اقدامات حین وقوع (مقابله)	اقدامات قبل از وقوع (پیشگیری و آمادگی)	شرایط اضطراری محتمل
تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای واکنش در شرایط اضطراری:			
بخش ۱۰. ملاحظات خاص			



## مراجع

[۱] بشیری نسب، محمود، (۱۳۸۶)، «ارائه مدل تلفیقی ارزیابی ریسک‌های ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، تهران: دانشگاه علامه طباطبائی.

[1] Magdy Akladios, Ph.D., P.E., CPE, CSHM, CSP, University of Houston-Clear Lake, (2007) *TSDS as an Educational Tool for Non-S&H Majors*, ASSE Professional Development Conference, Orlando, Florida

[2] Bruce E. Lippy, Operating Engineers National Hazmat Program, (2001), *Technology Safety Data Sheet, The U.S. Department of energy's innovative efforts to mitigate or eliminate hazards during design and to inform workers about the risks of new technologies*

[3] Donald R. Carson, Barbara McCabe. (2000), *Human Factors Assessment of Environmental Technologies: Integrating Safety and Health into the Design and Development of DOE Clean-up Technologies*, Industry Partnership Conference.

[4] B. McCabe, B. Lippy. (2001), *LONG-TERM STEWARDSHIP OF THE DOE WORKFORCE: INTEGRATING SAFETY AND HEALTH INTO THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF DOE CLEAN-UP TECHNOLOGIES*, WM'01 Conference, Tucson