مدیریت صنعت و بازسازی جامعه*

جوشکاری انفجاری، تکنولوژی مناسب بازسازی

نوشتهٔ دکتر محمد علی شفیعا

چکیده:

به مقتضای تلاشهای تحقیقاتی که در سالهای اخیر، خاصه در مرحلهٔ بازسازی اقتصادی کشور از سوی محققان مختلف در جهت ارزیابی صنایع عدیده‌ای در ایران صورت پذیرفته، تکنولوژیهای گوناگونی خصوصاً انواع منتهی به تولید قطعات و خدمات صنعتی در چهارقالب اطلاعات، سازمان‌وتشکیلات، ابزاروادوات، و مهارت موردارزیابی قرارگرفته است(۱).

وجود امکانات نسبتاً فراوان ابزاری و فقدان مهارت و ضعف در تشکیلات را می‌شوان به عنوان نکات بارز در یافته‌های این مطالعات ذکر کرد(۴، ۳، ۲)

مواد منفجره‌ای نظیر باروت، دینامیت، تی‌ان‌تی، نیترات آلومینیوم (RDX، C4) و بسیاری دیگر که شرایط جنگی به قشر عظیمی از مدافعان جنگ تحمیلی معرفی کرد(۵،۶)، برخی از تکنولوژیهای شکل‌دهی انفجاری را در جمع فنون مناسب[1] بهره‌گیری زمان حال قرار داد. در مقالهٔ حاضر با تکیه بر یکی از پراهمیت‌ترین فنون این خانواده فن‌شناسی موسوم به جوشکاری انفجاری[2] از دید مناسبتش، زمینه‌های کاربردی و نیروی بالقوه آن برشمرده شده و عوامل مؤثر در بهره‌گیری فنی از آن به نمایش درآمده است.

---

* هدف از درج این مقاله در مجله مدیریت دولتی آگاه ساختن مدیران کشور از فنون و روشهای تازه‌ای است که در بازسازی صنایع کشور می‌توان از آن بهره جست.

1 – Appropriate 2 – Explosive Welding

مقدمه

کاربرد سازندهٔ مواد منفجره به منظور گسترش فنون تولیدی، افزایش بهره‌وری[3]، کاهش هزینه‌ها و کوتاه کردن زمان لازم برای تولید یا ساخت قطعات، از جمله خصایص قابل ذکر پس از اتمام جنگ دوم جهانی بشمار می‌رود[4]. گزارشهای عدیده‌ای در هنگام فعالیتهای جنگی ارائه شده است که نقش سودمند انفجار در عملیات و نیز انعطاف فنونی را که توسط انفجار در سازندگی استفاده شده‌اند نشان می‌دهد(۷).

در حالی که توانایی عملکرد فعالیتهای فلزکاری با استفاده از امکانات انفجاری حدود یکصد سال است که شناخته شده، استفاده از انفجار در فرم‌دهی[5]، جوشکاری، متراکم نمودن[6]، سخت کردن[7]، اندازه در آری[8]، لایه‌گذاری[9]، سوراخکاری و تخریب و موارد نظیر، ظرف سالهای پس از جنگ دوم جهانی رشد و توسعه جدّی یافته است. در نیمه‌های دههٔ ۱۹۵۰ صنایع هوا و فضا طالب روشهای تولیدی بوده‌اند که طیف وسیع‌تری از مواد را تحت پوشش قرار دهد، توانایی شکل‌دهی قطعات را از محدوده‌های جاری فراتر برد و در تولیدات کم حجم[10] اقتصادی باشد و در عین حال حدود تغییرات (تلرانسهای) جذب[11] و مطلوبی را ارائه دهد. در پایان دههٔ ۵۰ و تمامی دههٔ ۶۰، فنون متکی بر انفجار در جمع فعالیتهای جوشکاری حالت جامد که بدون ایجاد حرارت مذاب قطعات را بهم متصل می‌کنند و بارزترین آنها در جدول (۱) لیست شده‌اند، محور صنایع هوا ـ فضا بشمار رفته، و تدریجاً در سایر صنایع مطرح گردیده‌اند.

(جدول ۱): انواع جوشکاری حالت جامد، براساس طبقه‌بندی انجمن جوش آمریکا(۱۳).

سرد[12]	اصطکاکی[15]
نفوذی[13]	فشاری داغ[16]
انفجاری	غلتکی[17]
آهنگری[14]	فراصوتی[18]

3 – Productivity
4 – Flexibility
5 – Forming
6 – Compacting
7 – Hardening
8 – Sizing
9 – Cladding
10 – Low Batch
11 – Close Fits
12 – Cold Welding
13 – Deffusion Welding
14 – Forge Wleding
15 – Friction Welding
16 – Hot Pressure Welding
17 – Roll Welding
18 – ultrasound

رشد و توسعهٔ الکترونیک، طلب فنونی را برای الحاق قطعات ظریف می‌نمود که، در حالت جامد روی مواد عمل نماید، و از آثار دگرگون‌کننده متالوژیکی حالت مذاب حذر نماید. تکنولوژیهای مختلفی برای این حالت از مواد خلق گردیدند، و هریک در راستاهای گوناگونی در افزایش بازده، ظرفیت، تراکم، صحت، طیف اندازه، میزان پیچیدگی و غیره رشد نمودند[15،16] و به مرحله بلوغ رسیدند. در آن جمع جوشکاری انفجاری به دلیل رشد در چند محور تکنولوژیکی مختلف به نیازهای صنایع دیگری چون، حمل و نقل، کشتی‌سازی، پردازش مواد شیمیایی، هسته‌ای، معدن، ساختمان و غیره پاسخ گفت. یکی از دلایل جدی که این تکنولوژی را در قالب فنون مناسب بازسازی اقتصادی پس از جنگ جای داد، رشد بدون توقف آن تا به امروز و ایجاد زمینه‌های صنعتی عدیده‌ای بوده است که، نه تنها در جهان صنعتی علی‌رغم ورود به عصر رایانه‌ها[8] سبب این رشد شده، بلکه چاره‌سازی در بسیاری از مقوله‌هایی است که جهان غیرصنعتی توانسته از امکانات وابسته به تکنولوژی در دسترس‌اش بهره گیرد نموده.

وجود آگاهی علمی بر مبنای این فنون، مشخص گشتن زمینه‌های کاربردی عدیده جوشکاری انفجاری، که با اشتعال یک‌لایه نازک از چاشنی منفجره روی قطعات گوناگون در ابعاد مختلف، می‌تواند بسیاری از خواستهای جوشکاری را پاسخ گوید، ایجاب می‌کند آنرا در قالب تکنولوژیهای مناسب فعلی جامعه نام برد.

چرا تکنولوژی مناسب؟

به هنگام تجزیه و تحلیل مناسبت یک تکنولوژی برای یک جامعه به دور از دیدگاههای خاص سیاسی[9] و با زاویه دیدی که بهره‌ور بودن امکانات در دسترس و مؤثر واقع شدن تکنولوژی موجود مدنظر باشد[10،11]، مشخصات کلیدی ذیل در نظر قرار می‌گیرند[12،15]:

۱ ــ نقش فن‌شناسی و فن‌آوری که با بهره‌گیری از امکانات در دسترس حاصل می‌شود: در این فرآیند تحت اثر ضربه مایلی که با سرعت بسیار بالا به کمک اشتعال ماده‌ای منفجره که کمتر از ۱۲۰۰ کالری بر هر گرم انرژی تخلیه می‌کند، اتصالاتی را می‌توان ایجاد کرد که ضمن سریع عمل شدن، اقتصادی بودن، از تغییرات متالوژیکی قطعات نیز به دور هستند.

۲ ــ سطح عملکرد: چنانچه به گوشه‌ای از زمینه‌های کاربردی این تکنولوژی که پایگاههای جدید کاری را در جامعه رو به تحول ما رقم می‌زند، و بخشی از آنها در جدول (۲) فهرست شده‌اند نظر انداخته شود، ملاحظه می‌گردد که ضمن استفاده از امکانات موجود،

بهره‌گیری از دانش در دسترس، و سود جستن از شرایط فرهنگی و مهارتی که سالها دفاع در مقابل دشمن در ایران ایجاد نموده، از مهارتهای تبلور یافته مردمی می‌توان در جهت رفع نیازهای عدیده‌ای قدم برداشت، که همگی در حوزه توانائی صنعتی جامعه بشمار می‌روند. ولی شرایط فرهنگی حاکم از قدیم اجازه مراجعه به توانائیهای بالقوه و به فعل درآوردن آنها را نمی‌داده است.

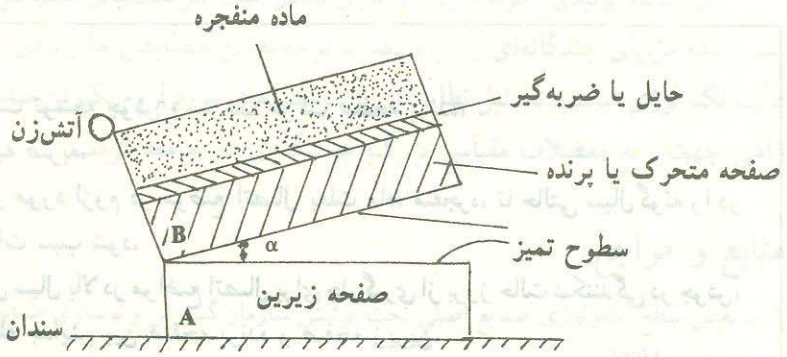
(جدول ۲): گوشه‌ای از کاربردهای بیشمار صنعتی جوشکاری انفجاری

۱ ــ ساخت ظروف مواد شیمیائی برای استفاده در درجه حرارت بالا و روکش‌سازی مس توسط فولاد ضدزنگ در انتقال بسخارات، یا حمل اسیدهای جرب در صنایع نایلون‌سازی.
۲ ــ مخازن نگهداری آب و ضایعات هسته‌ای.
۳ ــ مجاری سیستم فاضل‌آب شهری (روکش فولاد توسط تیتانیوم).
۴ ــ وسائل آشپزی و پُخت و پَز (روکش‌سازی مس یا فولاد بر روی فولاد ضدزنگ).
۵ ــ صفحات دو طرف سخت صنایع راه‌آهن، و پوشش توسط فولاد نرم یا آلومینیوم.
۶ ــ سخت و مقاوم ساختن لبه ابزارها، مقاوم ساختن محل‌عبور وسایط نقلیه و تجهیزات در کارخانجات.
۷ ــ ساخت فنرهای بی‌متال ترموستاتها، اتصال فلزات غیرهمجنس، اتصالات واسطه‌ای.
۸ ــ جعبه جواهرات و وسائل باارزش (روکش نیکل یا آلیاژ طلا).
۹ ــ صفحات مرکب و چندلایه، لوله‌های چندجداره حمل مواد رادیواکتیو، پوشش لوله‌های توپ و تانک، لایه‌گذاری لوله‌های مرتبط به پمپ‌ها.
۱۰ ــ مقاوم‌سازی نازل‌ها در مقابل خوردگی در سیستم‌های بخار.
۱۱ ــ روکش میله‌ها برای سر پیستون جکهای هیدرولیکی و پمپ‌ها.
۱۲ ــ جای دادن یک لوله در درون دیگری برای انتقال سیالات شیمیائی.
۱۳ ــ جوشکاری لبه‌ها (اتصالات ساده).
۱۴ ــ ساختارهای لانه زنبوری برای اسکلت‌بندی سفینه‌ها و پوششهای مختلف نظامی.
۱۵ ــ ساخت سکه‌های روکش شده و بهره‌گیری در مسکوکات.
۱۶ ــ الحاق مس و آلومینیوم در کانالهای هدایت برق.
۱۷ ــ نقطه جوشکاری و درزکاری.
۱۸ ــ انسداد لوله‌های انتقال سیالات.
۱۹ ــ جوشکاری صفحات مورب یا فارسی‌بر شده.

مدیریت دولتی ــ

20 ــ ژاکت برای زره‌پوشهای نظامی.
21 ــ ساختمانهای چندجداره.
22 ــ ساخت بدنه کشتی و اتصال لوله به ورق در مخازن سردکننده‌ها.
و.....

۳ ــ اصل فیزیکی که بکار می‌برد: به طوریکه در شکل ۱ نشان داده شده، برای انجام این تکنولوژی جوشکاری، جهت اتصال دو قطعه و پس از تمیز نمودن سطوح مورد جوشکاری، یکی از صفحات را روی سطحی صلب چون شن یا سندان قرار داده و قطعه دیگر به فاصله کمی از قبلی به موازات، یا نظیر شکل تحت زاویه‌ای (نوع موازی کارآئی ضعیف‌تری نشان داده است) قرار داده و بوسیله یک ضربه‌گیر از جنس لاستیک، پلی‌تن یا



(شکل ۱): نمایشی از اجزاء مورد لزوم جهت انجام یک جوش انفجاری

مقوا و یا رنگ پلاستیک محافظت می‌شود. لایه‌ای از ماده منفجره به صورت ورقه یا گرد (پودر) روی ضربه‌گیر قرار گرفته، و توسط آتش‌زنی از نوع ساده یا الکتریکی[۱۳] منفجر می‌شود. در اثر انرژی حاصل از انفجار، صفحه پرنده با سرعت زیادی به حرکت درآمده، و این سرعت زیاد در زمان بسیار کمی چون جزء میکروثانیه، ذرات متشکله صفحه متحرک را از مرز لاستیکی خارج نموده و به حالتی خمیری[۱۹] می‌رساند. برخورد نقطه‌ای دو صفحه،

19 – Gelatine

فشاری بیش از 10^5 اتمسفر را سبب شده که سریعاً پس از توقف صفحه متحرک به صفحه زیرین منتقل می‌شود و آنرا خمیری کرده و دو ماده درهم وارد و قفل می‌شوند. این فرآیند در درجه حرارت محیط و بدون امکان تغییرات متالوژیکی ماکروسکوپی انجام می‌شود. علاوه بر روش تماسی[20] اشاره شده، گونه دیگری نیز موسوم به روش قرار[21] مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد که فاصله اندکی بین دو سطح مورد جوش که به موازات هم قرار دارند ایجاد نموده و با آهنگی مشابه فوق فعالیت انجام می‌گیرد. تفاوت شدیدی در فشار سرعت و زمان جوشکاری در این دو روش وجود دارد که کمترین فشار لحظه‌ای در نوع تماسی چندین هزار کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و در نوع قراری چندین میلیون kg/cm^2 وارد می‌آید(۱۷).

تحلیل‌های بسیاری در راستای عوامل گوناگونی که سبب این گستردگی عظیم در کاربرد این نوع جوشکاری حالت جامد می‌شوند تاکنون صورت گرفته است(۱۸)، ولی شاخص‌های اشاره شده در جدول ۳ از دید یک نفر فن‌شناس (تکنولوژیست) کمال حائز اهمیت‌اند:

(جدول ۳): عاملهای مورد توجه در جوشکاری انفجاری

۱ ــ سرعت توسعه جوش و سرعت حرکت صفحه پرنده،
۲ ــ زاویه ضربه،
۳ ــ فشار مورد لزوم در موضع اتصال بعلت ماده منفجره، تا حالتی سیال‌گونه را در قطعات سبب شود،
۴ ــ انرژی سیال بالا در مواضع اتصال برای جلوگیری از بروز حالت شکنندگی در جوش،
۵ ــ فاصله جدایش بین صفحه پرنده و صفحه زیرین،
۶ ــ نوع ماده منفجره، که سرعت گسترش انفجار شدید نداشته باشد،
۷ ــ چاشنی انتخاب شده برای تحریک خرج انفجاری،
۸ ــ شکل و شتاب صفحه پرنده،
۹ ــ تصادم بین اجزاء متشکله فرآیند جوشکاری،
۱۰ ــ مشخصات ضربه‌گیر.

20 – contact 21 – stand off

علاوه بر سه محور مورد توجه فن‌شناسان که در مناسب بودن جوشکاری انفجاری مورد توجه قرار گرفته‌اند، اندازه و ساختار آن نیز نشانگر این حقیقت است که ضمن اندکی سرمایه‌بری و قدری نیاز به دانش فنی، محدودیتهای استراتژیکی مواد منفجره چنانچه در قالبی برنامه‌ریزی شده مورد بهره‌برداری قرار گیرد، قادر است بخش زیادی از وابستگی‌های فنی و اتکاء به بیگانگان در خرید کالاهای صنعتی را کم کرده و بخش زیادی از نیروی انسانی را بکار گرفته و نوعی زایش اطلاعاتی از درون جامعه را سبب گردد.

نتیجه‌گیری

در شرایطی که بازسازی صنعت ایران پس از جنگ تحمیلی در زمره اهداف برنامه‌ریزان قرار گرفته و از سوئی وجود آلات و ابزار و اطلاعات فنی در عقوله‌های گوناگون صنعت از جمله جوشکاری با بهره‌گیری از اشتعال مواد منفجره در دسترس است، استفاده از توانایی نهفته در این تکنولوژی که از خدمت نسبتاً زیادی نیز برخوردار است یک ضرورت جلوه می‌کند.

از دیدگاه تولیدی، جوشکاری انفجاری قادر است فرصتهای عملیاتی بسیاری را سبب شده مزایای چندگانه‌ای را ارائه دهد. با توجه به این خصایص جای دادن این فن، در قالب تکنولوژی مناسب به دلیل تطابق‌اش با شاخص‌های مورد لزوم یک فن مناسب می‌تواند راهی جهت رفع معضلات مقیاس بزرگ جوشکاری در جامعه گردد.

منابع و مراجع

۱ ـ تعیین سطح تکنولوژی صنایع اصلی تحت پوشش سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران، ایران مشاور، ۱۳۶۸.

۲ ـ مدیریت تکنولوژی، محمد علی شفیعا، اولین سمینار علم، تکنولوژی و توسعه سازمان پژوهشهای علمی، دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.

۳ ـ ارزیابی تکنولوژی صنایع ایران، محمد علی شفیعا، سازمان صنایع ملی، ۱۳۶۸.

۴ ـ اطلس تکنولوژی، چهارچوب برنامه‌ریزی براساس تکنولوژی، سازمان برنامه و بودجه، طرح خطوط اساسی توسعه تکنولوژی کشور، ۱۳۶۹.

۵ ـ طراحی و تولید مین پرتاب‌کن، علی ابوالفضلی، پایان‌نامه فوق لیسانس، دانشگاه تربیت مدرس، تحت نظر دکتر محمدعلی شفیعا، ۱۳۶۸.

۶ ـ تولید سوخت موشکی، سیدناصر محمودی، کورش سلیمانی میگونی، مجتمع شهید زین‌الدین، ۱۳۶۸.

۷ ــ جوشکاری انفجاری، مهرداد میرزا ظاهری، شهرام شصتی، پایان‌نامه لیسانس، دانشگاه صنعتی شریف تحت نظر دکتر امیر حسین کوکبی، ۱۳۶۹.
۸ ــ تکاپوی جهانی، الوین تافلر، انتشارات نشرنو، ۱۳۶۵.
۹ ــ کوچک زیباست، اف، شوماخر، ترجمه علی رامین، انتشارات سروش، ۱۳۶۵.
۱۰ ــ تکنولوژی و جهان امروز، دکتر مجید عباسپور، انتشارات صدرا، ۱۳۶۶.
۱۱ ــ کدام تکنولوژی مناسب بازسازیست، دکتر محمد علی شفیعا، اولین سمینار بازسازی اقتصاد جمهوری اسلامی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۶۸.
۱۲ ــ مدیریت انتقال تکنولوژی و توسعه، دکتر محمد نوازشریف، رشید اصلانی، وزارت برنامه و بودجه، ۱۳۶۷.
۱۳ ــ کاربرد جوشکاری انفجاری در صنعت، سهیل شریف کوچی، علی منتظری، پایان‌نامه لیسانس، دانشگاه علم و صنعت ایران تحت نظر دکتر محمد علی شفیعا، ۱۳۶۹.
14-Explosive Welding, Forming and compaction, T.Z. Blazynski applied science publishers, 1983.
15-Management of Technology, Rias J. Von Wyk, Technovation (1988) 341 - 51.
16-Technology Measurments, the functional approach, majer H., Technology Forecasting soc. change, 27, (1985) 335 - 51.
17-In Mechanical properties at high rate of strain, crossland B., Institute of physics, London (1980) 394 - 409.
18-Explosive Welding for Joining conductors, Electrical times, (1970) 43 - 4.