

# الگوی پیش‌بینی تولید آهن و فولاد در ایران

ناصر توحیدی (استاد)

گروه مهندسی متالورژی و مواد

دانشکده‌ی فنی - دانشگاه تهران

محمد صادق خدایاری و نجف تکتاز

کارشناسان شرکت ملی فولاد ایران

رشد تولید و مصرف آهن و فولاد نقش مهمی در فرایند توسعه‌ی کشورهای صنعتی داشته است. بدیهی است در جامعه‌ی در حال رشد ایران نیز تولید آهن و فولاد نقش تعیین‌کننده‌ی در رشد صنایع داشته و دارند به طوری که طی دو دوره برنامه‌ی اقتصادی-اجتماعی، افزایش تولید آهن و فولاد رشد چشم‌گیری داشته است. خط‌مشی منطقی این توسعه را از طریق الگوهای رشد تولید و مصرف فولاد می‌توان پی‌گیری کرد. در این مقاله روش جامعی برای پیش‌بینی تولید فولاد براساس عوامل مؤثری چون «تولید ناخالص داخلی»، «جمعیت»، «مصرف ظاهری فولاد»، «سرمایه‌گذاری» و «هزینه‌ها» ارائه شده است.

## مقدمه

صنایع زیربنایی کشورها براساس طرحی جامع، و به‌منظور تأمین نیازهای داخلی صادرات کشورها برنامه‌ریزی می‌شوند. در این نوع برنامه‌ریزی‌ها، رشد صنایع زیربنایی و موقعیت راهبردی کشورها نسبت به صادرات مصالح تولیدی، باید تعیین‌کننده‌ی سرمایه‌گذاری و حمایت‌های دولتی باشد. به‌این منظور احداث مجتمع‌های جدید، و توسعه و گسترش واحدهای فولادسازی برای دستیابی و تکمیل زنجیره‌ی تولید داخلی کشور - بویژه در مناطق محروم و راهبردی - برای ایجاد زمینه‌های رشد ملی و ورود به بازارهای جهانی باید اساس برنامه‌ریزی‌های طرح جامع کشورها، از جمله ایران، باشد. اما این برنامه‌ریزی، بدون دسترسی به آمار وضعیت تولید فولاد و پیش‌بینی دقیق وضعیت آینده امکانپذیر نیست. دستیابی به آمار صحیح در ایران بسیار مشکل است و برای پیش‌بینی مطلوب با روش‌های علمی، لازم است عوامل مؤثر بر تولید و مصرف آهن و فولاد، و نیز روند تغییرات آنها در آینده به‌درستی تعیین و پیش‌بینی شود.

## روش‌های مختلف پیش‌بینی

برای بررسی تحلیلی آمار و اطلاعات مربوط به تولید و مصرف، از روش‌های مختلف ریاضی استفاده می‌شود. این روش‌ها همچنین اساس الگوهای پیش‌بینی را تشکیل می‌دهند. برخی از این روش‌ها علی‌رغم ساده‌بودن، به‌علت کارایی مطلوب، مبنای پیش‌بینی و تحلیل آمار و اطلاعات در زمینه‌های مختلف قرار می‌گیرند. مهم‌ترین

این روش‌ها عبارتند از:

- روش تخمینی، در مواردی که آمار و اطلاعات به‌سادگی قابل تحلیل باشند.
- روش میانگین ساده، متحرک و موزون متحرک که براساس میانگین آمار گذشته استوار است. این روش برای تحلیل آماری داده‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در محدوده‌ی نه‌چندان وسیع در نوسان‌اند.
- روش هموارسازی نمایی که در آن ارتباط آمار با عوامل محیطی به‌صورت نمایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- روش تحلیل خطی که در آن ارتباط آمار با یک یا چند عامل محیطی به‌صورت خطی مبنای محاسبات است.
- روش هموارسازی نمایی مضاعف، که تحت شرایط خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد.<sup>[۱]</sup>

## الگوهای مختلف پیش‌بینی در کشورهای صنعتی

برای پیش‌بینی تولید یا مصرف فولاد در کشورهای صنعتی، الگوهای متفاوتی طراحی شده و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در برخی از الگوها تغییرات عوامل محیطی، تحلیل و اثر تغییر عوامل بر تولید یا مصرف بررسی می‌شود. برخی از این الگوها به‌اختصار عبارتند از:<sup>[۲و۱]</sup>

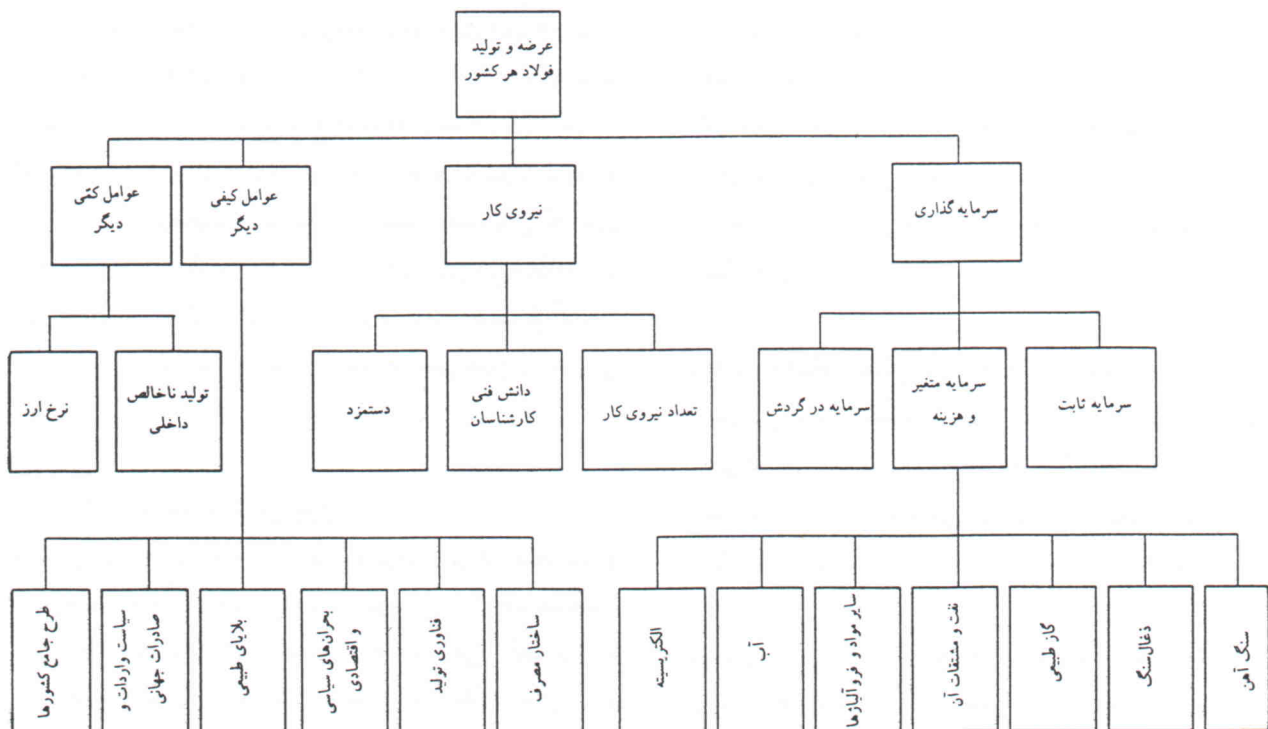
- رگرسیون ترکیبی شاخه‌های مصرف‌کننده‌ی فولاد (در برزیل)؛
- رگرسیون خطی تولید ناخالص داخلی و مصرف فولاد (در برزیل)؛
- الگوی اقتصادسنجی مصرف فولاد براساس صادرات و واردات (در

کانادا و امریکا)؛

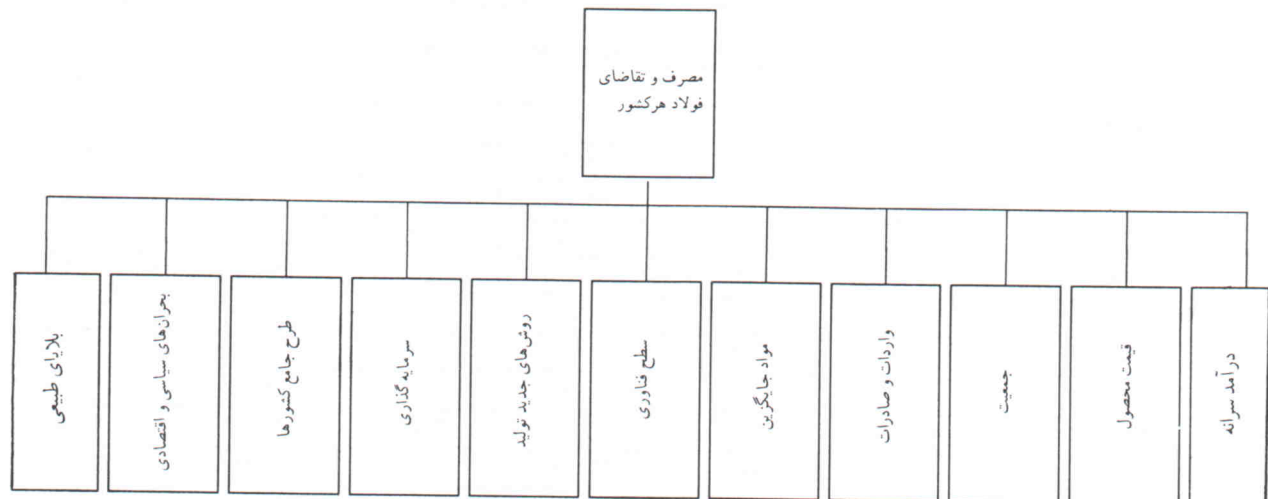
مناسب نیست.

وابستگی تولید و مصرف آهن و فولاد به عوامل محیطی میانگین مصرف فولاد از جمله شاخص‌های پیشرفت و رشد کشورها به‌شمار می‌رود. در سال ۱۳۷۵ میانگین مصرف سرانه‌ی فولاد در جهان ۱۳۶ کیلوگرم و در ایران ۹۶ کیلوگرم بود<sup>[۳]</sup>. به‌عبارت دیگر میانگین مصرف سرانه‌ی فولاد در ایران حدود ۷۰ درصد متوسط جهانی است. بنابراین برنامه‌ریزی برای افزایش تولید فولاد در ایران از یک سو منطقی به نظر می‌رسد و از سوی دیگر با مقایسه‌ی برنامه‌ریزی تولید فولاد در کشورهای منطقه و کشورهای در حال پیشرفت، طرح‌های گسترش واحدهای تولیدی و افزایش ظرفیت واحدهای فولادسازی کشور باید با دقت همه‌جانبه صورت گیرد زیرا رشد تولید باید در چارچوب سیاست‌های کلان بین‌المللی دیده شود.<sup>[۴]</sup>

عرضه با تقاضا، و تولید با مصرف ارتباط مستقیم دارد و نوسان هر یک می‌تواند موجب نوسان دیگری شود. تولید علاوه بر آنکه بر مبنای مصرف برنامه‌ریزی می‌شود، به عوامل مؤثر دیگری از جمله شاخص‌های اقتصادی نیز وابسته است. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عرضه و تولید فولاد در نمودار ۱، و بر مصرف و تقاضای فولاد در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۱. عوامل مؤثر بر تولید و عرضه‌ی فولاد کشورها



نمودار ۲. عوامل مؤثر بر مصرف و تقاضای فولاد کشورها

همراه شاخص‌های دیگر - انتخاب و تأثیر داده می‌شوند. در جدول ۱ تأثیر رشد سالانه‌ی عوامل مؤثر بر افزایش تولید فولاد در برنامه‌ی پنجساله‌ی اول و دوم، و در جدول ۲ اهداف کمی برخی از عوامل مؤثر در توسعه‌ی اقتصادی - اجتماعی ایران در برنامه‌ی پنجساله‌ی دوم (از ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۸) فهرست شده است.

از داده‌های جدول ۱ و ۲ پی می‌بریم که عوامل متعدد، از جمله تولید ناخالص ملی یا داخلی در رشد اقتصادی - اجتماعی مؤثرند. در تشخیص قدرت صنعتی کشورها، تعیین سهم و درصد تولید ناخالص داخلی از تولیدات کشاورزی، صنایع، ... و خدمات، و نیز تعیین نسبت کارگران، تکنسین‌ها، مهندسان و کارشناسان، بخش‌های صنعت نسبت به بخش خدمات تعیین‌کننده است. هر چه نسبت تولیدات صنعتی به کل تولیدات، و نسبت مهندسان و کارشناسان بخش صنعت نسبت به بخش خدمات در یک کشور بیشتر باشد، آن کشور صنعتی‌تر است.

### تأثیر صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی

صادرات از جمله شاخص‌های مهم اقتصادی کشورها به‌شمار می‌آید و در نتیجه بر تولید ناخالص داخلی مؤثر است. بدیهی است هر چه صادرات محصولات فولادی بیشتر باشد، مصرف آهن و فولاد برای ساخت آن محصول بیشتر خواهد بود. لذا میزان مصرف فولاد عبارت است از:

$$SI = GDP / CAP$$

یعنی نسبت تولید ناخالص داخلی (GDP) به میزان سرمایه گذاری (CPA) از عوامل تعیین‌کننده در الگوهاست. سایر شاخص‌های

بی‌شک برای پیش‌بینی رشد تولید و مصرف فولاد لازم است که هر یک از عوامل مؤثر بر رشد شناسایی و پیش‌بینی شوند. اما برخی از عوامل و حوادث غیر مترقبه‌ی سیاسی، بحران‌های اقتصادی و بلائای طبیعی قابل پیش‌بینی نیستند. عواملی که تأثیر آنها بر رشد تولید و مصرف در درازمدت، یکنواخت‌تر و قابل پیش‌بینی منطقی‌اند در الگوهای پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین عواملی که بر تولید یا مصرف اثر جهشی دارند (مانند جنگ‌های ملی و منطقه‌ی، یا بحران‌های بین‌المللی) در این الگو به‌صورت کیفی، یا از طریق دیگر عوامل منظور شوند.

از جمله عوامل مهم و مؤثر بر مصرف آهن و فولاد، شاخص‌های فنی - صنعتی، اقتصادی - اجتماعی، راهبردی - مدیریتی، محدودیت‌های مالی و مواد جایگزینی و ... را می‌توان نام برد. این عوامل به‌نحوی، مستقیم یا غیرمستقیم، بر تولید و مصرف آهن و فولاد مؤثرند. بدیهی است آثار بحران‌های مختلف بر مصرف آهن و فولاد، یکسان نیست، ولی تولید ناخالص داخلی با مصرف آهن و فولاد ضریب همبستگی بیشتری دارد؛ پاره‌ی از عوامل نیز به یکدیگر وابسته‌اند. اکنون به شرح برخی از این عوامل می‌پردازیم.

### وابستگی شاخص‌های اقتصادی به تولید ناخالص داخلی

تغییر عوامل اقتصادی بر روند مصرف و به تبع آن بر تولید فولاد تأثیر دارند. علت این است که در اغلب الگوهای تدوین شده برای پیش‌بینی تولید آهن و فولاد، از بین شاخص‌های اقتصادی، «تولید ناخالص ملی» (GNP) و «تولید ناخالص داخلی» (GDP) - به‌تنهایی یا

جدول ۱. تأثیر رشد سالانه عوامل مؤثر بر افزایش تولید فولاد در برنامه‌ی پنج‌ساله‌ی اول و دوم توسعه‌ی اقتصادی<sup>[۵]</sup> (درصد نسبت به سال مبدأ)

| سال  | تولید ناخالص داخلی | جمعیت | مصرف فولاد | سرمایه‌گذاری | هزینه  | تولید فولاد نسبت به سال مبدأ |
|------|--------------------|-------|------------|--------------|--------|------------------------------|
| ۱۳۶۸ | ۰                  | ۰     | ۰          | ۰            | ۰      | ۰                            |
| ۱۳۶۹ | ۱۰/۵۷              | ۳/۴۰  | ۱۰۷/۴۵     | ۱۳/۳۱        | ۸/۶۰   | ۱۹/۱۴                        |
| ۱۳۷۰ | ۲۲/۰۷              | ۶/۱۳  | ۸۵/۷۷      | ۵۹/۶۸        | ۲۷/۲۰  | ۷۹/۰۱                        |
| ۱۳۷۱ | ۲۴/۹۵              | ۸/۵۲۵ | ۸۹/۹۸      | ۷۰/۷۲        | ۴۹/۰۰  | ۱۱۷/۹                        |
| ۱۳۷۲ | ۳۰/۷۲              | ۱۰/۷۸ | ۶۴/۷۵      | ۷۵/۳۳        | ۶۹/۶۰  | ۱۴۶/۹۱                       |
| ۱۳۷۳ | ۴۰/۴۷              | ۱۲/۷۸ | ۹۷/۷۰      | ۷۸/۲۰        | ۸۶/۸۰  | ۱۶۵/۴۳                       |
| ۱۳۷۴ | ۴۲/۵۲              | ۱۲/۹۷ | ۱۰۱/۶۰     | ۸۳/۰۶        | ۹۷/۵۶  | ۱۸۱/۴۸                       |
| ۱۳۷۵ | ۴۴/۶۹              | ۱۳/۱۷ | ۱۰۵/۶۰     | ۸۸/۲         | ۱۰۹/۶۶ | ۱۹۸/۷۶                       |
| ۱۳۷۶ | ۴۶/۹۷              | ۱۳/۳۶ | ۱۰۹/۹۰     | ۹۳/۶۷        | ۱۲۳/۲۶ | ۲۱۸/۵۱                       |
| ۱۳۷۷ | ۴۹/۳۷              | ۱۳/۵۶ | ۱۱۴/۲۹     | ۹۹/۴۸        | ۱۳۸/۵۴ | ۲۴۰/۷۲                       |
| ۱۳۷۸ | ۵۱/۸۹              | ۱۳/۷۷ | ۱۱۸/۸۷     | ۱۰۵/۶۵       | ۱۵۵/۷۱ | ۲۶۴/۸۱                       |
| ۱۳۷۹ | ۵۴/۵۳              | ۱۳/۹۷ | ۱۲۳/۶۱     | ۱۱۲/۲۰       | ۱۷۵/۰۲ | ۲۹۱/۹۷                       |
| ۱۳۸۰ | ۵۷/۳۱              | ۱۴/۱۸ | ۱۲۸/۵۶     | ۱۱۹/۱۶       | ۱۹۶/۷۲ | ۳۲۲/۲۲                       |
| ۱۳۸۱ | ۶۰/۲۳              | ۱۴/۳۹ | ۱۳۳/۷      | ۱۲۶/۵۴       | ۲۲۱/۱۱ | ۳۵۶/۱۷                       |
| ۱۳۸۲ | ۶۳/۳۰              | ۱۴/۶۰ | ۱۳۹/۰۵     | ۱۳۴/۳۹       | ۲۴۸/۵۳ | ۳۹۳/۸۲                       |
| ۱۳۸۳ | ۶۶/۵۳              | ۱۴/۸۲ | ۱۴۴/۶۱     | ۱۴۲/۷۲       | ۲۷۹/۳۵ | ۴۳۵/۸۰                       |

جدول ۲. اهداف کمی برخی از عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی - اجتماعی ایران در دوره‌ی پنج‌ساله دوم توسعه اقتصادی - اجتماعی ایران

| شاخص                            | میانگین نرخ رشد (درصد) | شاخص            | میانگین نرخ رشد (درصد) |
|---------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|
| رشد تولید ناخالص داخلی (GDP)    | ۵/۱                    | نفت             | ۱/۶                    |
| صنعت و معدن                     | ۵/۹                    | کشاورزی         | ۴/۳                    |
| سرمایه‌گذاری واقعی ناخالص داخلی | ۶/۲                    | خدمات           | ۳/۱                    |
| مصرف واقعی در بخش خصوصی         | ۴/۰                    | نقدینگی         | ۱۲/۵                   |
| هزینه مصرفی واقعی در بخش دولتی  | ۰/۹                    | نرخ تورم        | ۱۲/۴                   |
| صادرات مواد غیر نفتی            | ۳/۴                    | صادرات غیر نفتی | ۸/۴                    |
| واردات                          | ۴/۳                    | -               | -                      |

زیر سهم سرمایه‌گذاری (GDCF) برای تولید ورق (FK-SA) در ژاپن، و تأثیر سرمایه‌گذاری (IN) در میزان مصرف فولاد (SI) آمریکا، اروپا و ژاپن تحت شرایط خاص، استخراج و ارائه شده است:

$$\text{Log FK-SA} = 0/157 - 0/78 \text{ Log GDCF} +$$

$$0/00115 \text{ GDCF-J} \quad (\text{ژاپن})$$

$$\text{SI} = 0/2481 - 0/9 \text{ IN} \quad (\text{آمریکا})$$

$$\text{SI} = 0/8 - 2/9 \text{ IN} \quad (\text{ژاپن})$$

$$\text{SI} = 0/46 - 1/1 \text{ IN} \quad (\text{اروپا})$$

میزان مصرف فولاد کشورها بر اساس دوره‌ی عمر تولید آنها، منحنی Sمانندی دارد که طرح‌واره‌ی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.

کشورها دو دسته‌اند: کشورهای صنعتی و کشورهای در حال رشد. برای کشورهای صنعتی تعریف خاص و استانداردی وجود ندارد ولی پارامترهای زیر تا حدودی تعیین‌کننده‌ی میزان صنعتی بودن کشورهاست:

- گذار از رشد جهشی میزان مصرف (شکل ۱)؛

- نیل به حداقل میزان مصرف قابل اطمینان؛

- اختصاص نسبت مطلوبی از سرمایه‌ی ناخالص ثابت (GDCF) در تولید ناخالص ملی برای تولید؛

- تخصیص حداقل ۲۰ درصد تولید ناخالص ملی برای تولید و...

از داده‌های شکل ۱ استنباط می‌شود که به‌طور کلی میزان مصرف فولاد در اغلب کشورهای در حال رشد، نخست به‌صورت نمایی است و پس از رسیدن کشور به سطح صنعتی مطلوب، دوران

اقتصادی مانند سهم سرمایه‌گذاری (IS)، درصد نیروهای غیرفعال (MAN)، سهم مزد از درآمد (LSI) و نرخ بیکاری (U) نیز بر میزان مصرف فولاد مؤثرند:  $\text{SI} = f(\text{GDP}, \text{CAP}, \text{IS}, \text{MAN}, \text{LSI}, \text{U}, \dots)$  اما درصد تأثیر شاخص‌های اقتصادی بر میزان مصرف فولاد، به وضعیت کشورها و شرایط خاص آنها بستگی دارد، و محدوده‌ی تغییر آن بسیار وسیع است.

### تابعیت مصرف فولاد از سهم سرمایه‌گذاری

سرمایه‌گذاری در احداث واحدها، تحقیقات، کسب دانش فنی و تربیت نیروهای متخصص در بهره‌وری بیشتر و اقتصاد پررونق تولید، تأثیر دارد و در نتیجه در افزایش مصرف و تولید مؤثر است. در روابط

و محققان اقتصادی برای پیش‌بینی میزان تولید و مصرف فولاد ایران تدوین و مورد استفاده قرار گرفته است. مهم‌ترین این الگوها براساس روش‌های زیر طراحی شده است:

۱- ارزش فولاد مصرفی و تولید ناخالص ملی (GNP)؛

۲- رشد درآمد ناخالص ملی؛

۳- متوسط رشد جمعیت؛

۴- مصرف و رشد درآمد سرانه؛

۵- گرایش به حداکثر مصرف سرانه در کشورهای در حال توسعه؛

۶- تحلیل روند تناوبی؛

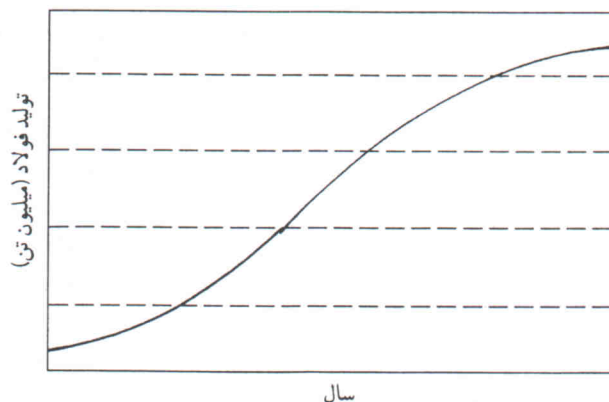
۷- مصرف فولاد ساختمانی مورد نیاز برای مسکن.

در جدول ۳، مصرف فولاد در ایران براساس شش الگوی فوق برآورد شده است. همانطور که از داده‌های جدول ۳ برمی‌آید به علت چشم‌پوشی از تأثیر برخی از عوامل عمده بر رشد تولید آهن و فولاد، این الگوها خالی از اشکال نیستند. اگرچه مناسب‌ترین الگوها براساس برآورد شاخه‌های مصرف استوارند، چون دسترسی به آمار و داده‌های مورد نیاز در ایران ممکن نشد، الگوهای پیشنهادی بر مبنای تأثیر عوامل موجود بر رشد تولید آهن و فولاد طراحی شد.

### الگوی پیشنهادی پیش‌بینی تولید فولاد در ایران

همانطور که اشاره شد، در اغلب الگوهای مورد استفاده برای پیش‌بینی مصرف فولاد در ایران، اساساً یک عامل عمده مؤثر بر تولید یا مصرف آهن و فولاد وجود دارد، اما در الگوی پیشنهادی کلیه عوامل کمی و کیفی در نظر گرفته شده است. جدول ۴ وابستگی کلیه الگوها به عوامل مؤثر بر آنها، و نیز الگوی پیش‌بینی گروه WEFA را نشان داده است.

همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود، در الگوی حاضر اگرچه کلیه عوامل کمی و کیفی مؤثر بر رشد تولید آهن و فولاد در نظر گرفته شده است، اما فقط عوامل کمی تأثیر داده شده است. با توجه به بی‌تأثیری عوامل کیفی در برآوردهای کمی از یک سو، و فراوانی



شکل ۱. میزان مصرف فولاد کشورها برحسب دوره‌ی رشد.

اشباع از مصرف آغاز می‌شود و بالاخره در کشورهای صنعتی، کاهش میزان مصرف داخلی را نیز ممکن است به همراه داشته باشد.

### پیش‌بینی مصرف از طریق برآورد نیاز بخش‌های مختلف صنعت

کشورهای صنعتی به‌مرور، در زمینه‌های تخصصی، به دانش فنی و اختصاصی دست می‌یابند و در طرح‌های جامع نیز در زمینه‌های ویژه‌ی برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری می‌کنند. استفاده از الگوی برآورد نیاز بخش‌های مختلف صنعت به صحت آمار در دسترس بستگی دارد و صحت آمار نیز به برآورد صحیح داده‌ها در گذشته و ارزیابی آنها برای آینده وابسته است.

### الگوهای پیش‌بینی مصرف آهن و فولاد در ایران

در دو دهه‌ی گذشته، با رشد زیربنایی ایران در تمام زمینه‌ها و نیز با تغییر سیاست برنامه‌ریزی دولت، صنایع تولید آهن و فولاد، و تولید فولاد آلیاژی به سرعت گسترش یافته است. هم‌اکنون ایران با توجه به میزان تولید فولاد خام در جهان در مقام ۲۴ قرار گرفته است. تاکنون الگوهای متعددی توسط کارشناسان صنایع فولادسازی

جدول ۳. برآورد مصرف فولاد در ایران بر اساس شش الگوی مختلف (میلیون تن)

| روش  | GNP    | درآمد ناخالص ملی | متوسط رشد جمعیت | حداکثر مصرف سرانه | تحلیل روند تناوبی | مصرف فولاد ساختمانی |
|------|--------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| ۱۳۷۱ | ۴/۳۱۶  | ۴/۳۱۶            | ۴/۵             | ۳/۵               | ۴/۹               |                     |
| ۱۳۷۲ | ۴/۶۶۲  | ۴/۶۶۶            | ۴/۸             | ۶/۸               | ۳/۴               |                     |
| ۱۳۷۳ | ۵/۰۳۴  | ۵/۰۳۳            | ۴/۹             | ۷/۰               | ۳/۴               | ۵/۶ تا ۴/۹          |
| ۱۳۷۴ | ۵/۴۷۳  | ۵/۴۳             | ۵/۱             | ۷/۲               | ۳/۵               | ۵/۷ تا ۵            |
| ۱۳۷۵ | ۵/۸۷۳  | ۵/۸۶             | ۵/۳             | ۷/۴               | ۴/۰               | ۷۱۲ تا ۵/۰۷         |
| ۱۳۷۶ | ۶/۳۴۲  | ۶/۳۳             | ۵/۵             | ۷/۶               | ۶/۰               | ۵/۸۱ تا ۵/۱۵        |
| ۱۳۷۷ | ۶/۱۸۵۰ | ۶/۱۸۴            | ۵/۶             | ۷/۸               | ۵/۴               | ۵/۸۲ تا ۵/۲۰        |

جدول ۴. عوامل مؤثر بر الگوی پیشنهادی پیش‌بینی تولید فولاد در ایران

| الگو | عوامل مؤثر بر الگو                  | تولید و مصرف در گذشته | عرضه و تقاضا | جمعیت | درآمد سرانه | وجود مواد و انرژی | برنامه‌ی مصرف عمده فولاد | هزینه تولید | برنامه‌ی آینده تولید | مواد جایگزین | رشد فناوری |
|------|-------------------------------------|-----------------------|--------------|-------|-------------|-------------------|--------------------------|-------------|----------------------|--------------|------------|
|      | ارزش فولاد مصرفی و تولید ناخالص ملی | t                     |              |       | t           | t                 |                          | t           |                      |              |            |
|      | رشد درآمد ناخالص ملی                | t                     |              |       | t           |                   |                          |             |                      |              |            |
|      | متوسط رشد جمعیت                     | t                     |              | t     |             |                   |                          |             |                      |              |            |
|      | مصرف و رشد درآمد سرانه              | t                     |              | t     |             |                   |                          |             |                      |              |            |
|      | حداکثر مصرف سرانه                   | t                     |              | t     |             |                   |                          |             |                      |              |            |
|      | تحلیل روند تناوبی                   | t                     |              |       |             |                   |                          |             |                      |              |            |
|      | مصرف فولاد ساختمانی                 |                       |              | t     |             |                   | t                        |             |                      |              |            |
|      | الگوی پیش‌بینی گروه WEFA            |                       |              |       |             |                   |                          | t           |                      |              |            |
|      | الگوی پیشنهادی                      | t                     | t            | t     | t           | t                 | t                        | t           | t                    | t            | t          |

۳- درصد سهم رشد جمعیت از کل افزایش تولید برابر:

$$B = \Delta P_7 = \alpha_{7,1} \cdot \Delta PO_1 = \alpha_{7,2} \cdot \Delta PO_2 = \alpha_{7,3} \cdot \Delta PO_3 = \alpha_{7,4} \cdot \Delta PO_4 = \alpha_{7,5} \cdot \Delta PO_5$$

۴- درصد سهم رشد سرمایه‌گذاری از کل افزایش تولید برابر:

$$C = \Delta P_8 = \alpha_{8,1} \cdot \Delta IN_1 = \alpha_{8,2} \cdot \Delta IN_2 = \alpha_{8,3} \cdot \Delta IN_3 = \alpha_{8,4} \cdot \Delta IN_4 = \alpha_{8,5} \cdot \Delta IN_5$$

۵- درصد سهم رشد مصرف ظاهری از کل افزایش تولید برابر:

$$D = \Delta P_9 = \alpha_{9,1} \cdot \Delta SC_1 = \alpha_{9,2} \cdot \Delta SC_2 = \alpha_{9,3} \cdot \Delta SC_3 = \alpha_{9,4} \cdot \Delta SC_4 = \alpha_{9,5} \cdot \Delta SC_5$$

۶- درصد سهم رشد هزینه‌ها از کل افزایش تولید برابر:

$$E = \Delta P_{10} = \alpha_{10,1} \cdot \Delta EXP_1 = \alpha_{10,2} \cdot \Delta EXP_2 = \alpha_{10,3} \cdot \Delta EXP_3 = \alpha_{10,4} \cdot \Delta EXP_4 = \alpha_{10,5} \cdot \Delta EXP_5$$

با آگاهی از  $\Delta EXP$ ،  $\Delta SC$ ،  $\Delta IN$ ،  $\Delta PO$ ،  $\Delta GDP$  در دوره‌ی

پنج‌ساله‌ی مورد مطالعه، و برآورد این عوامل برای سال  $m$  از رابطه‌ی

۲ تا ۶، که عبارتند از تأثیر ضریب رشد تولید ناخالص داخلی ( $\alpha_{1,j}$ )،

ضریب رشد جمعیت ( $\alpha_{2,j}$ )، ضریب رشد سرمایه‌گذاری ( $\alpha_{3,j}$ )،

ضریب رشد مصرف ظاهری ( $\alpha_{4,j}$ ) و ضریب رشد هزینه‌ها ( $\alpha_{5,j}$ ) در

طول دوره‌ی پنج‌ساله محاسبه می‌شود، و سپس این ضرایب برای

سال مورد نظر  $m$  برون‌یابی می‌شود.

هرگاه درصد سهم توزیع رشد تولید در دوره‌ی پنج‌ساله ثابت و

صحیح باشد، ضرایب  $\alpha_1$  تا  $\alpha_5$  در سال مورد نظر  $m$  برون‌یابی می‌شود

و با آگاهی از سایر عوامل مؤثر بر رشد در سال  $m$  سهم تولید از کل

افزایش تولید و در نهایت کل تولید برای سال  $m$  براساس معادله‌ی ۷

محاسبه می‌شود:

$$\Delta P_m = \alpha_{1,m} \cdot \Delta GDP_m + \alpha_{2,m} \cdot \Delta PO_m + \alpha_{3,m} \cdot \Delta SC_m + \alpha_{4,m} \cdot \Delta IN_m + \alpha_{5,m} \cdot \Delta EXP_m \quad -7$$

عوامل کمی مؤثر بر رشد از سوی دیگر، و نیز به علت محدودیت در دسترسی به آمار، در این الگو تأثیر پنج عامل که برآورد آنها در کشور ما با خطای کمتری همراه است، تحت شرایط جانبی مختلف، مبنای محاسبه قرار گرفت که به اختصار آنها را شرح می‌دهیم.

الگوی پیش‌بینی رشد تولید فولاد با فرض ثابت بودن سهم عوامل مؤثر

در الگوی پیش‌بینی شده، فرض شده است که سهم عوامل مؤثر بر تولید ( $\Delta P_i$ ) از کل افزایش تولید ( $\Delta P$ ) نسبت به یک سال مبدأ در یک دوره‌ی زمانی خاص ثابت باشد. در این الگو تأثیر پنج عامل ( $G$ ) ضریب تأثیر آنها ( $\alpha_j$ ) در یک دوره‌ی زمانی محدود پنج‌ساله ( $j$ ) به ترتیب طی رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

۱- درصد افزایش تولید در سال اول تا سال پنجم:

$$\Delta P = \sum \Delta P_j = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 = \alpha_1 \cdot \Delta GDP_j + \alpha_2 \cdot \Delta PO_j + \alpha_3 \cdot \Delta SC_j + \alpha_4 \cdot \Delta IN_j + \alpha_5 \cdot \Delta EXP_j = A + B + C + D + E = 100$$

در رابطه‌ی ۱ اگر کمیت  $\Delta GDP$  سهم تأثیر رشد تولید

ناخالص داخلی (عامل اول)،  $\Delta PO$  سهم تأثیر رشد جمعیت

(عامل دوم)،  $\Delta SC$  سهم تأثیر رشد مصرف ظاهری (عامل سوم)،

$\Delta IN$  سهم تأثیر رشد سرمایه‌گذاری (عامل چهارم) و  $\Delta EXP$  سهم

رشد هزینه‌ها (عامل پنجم) از کل رشد تولید باشد، در این

دوره‌ی پنج‌ساله:

۲- درصد سهم رشد تولید ناخالص داخلی از کل افزایش تولید

برابر:

$$A = \Delta P_1 = \alpha_{1,1} \cdot \Delta GDP_1 = \alpha_{1,2} \cdot \Delta GDP_2 = \alpha_{1,3} \cdot \Delta GDP_3 = \alpha_{1,4} \cdot \Delta GDP_4 = \alpha_{1,5} \cdot \Delta GDP_5$$

۹- سهم رشد تولید فولاد در سال دوم:

$$\Delta P_2 = \alpha_{1,2} \cdot \Delta GDP_2 + \alpha_{2,2} \cdot \Delta PO_2 + \alpha_{3,2} \cdot \Delta SC_2 + \alpha_{4,2} \cdot \Delta IN_2 + \alpha_{5,2} \cdot \Delta EXP_2$$

۱۰- سهم رشد تولید فولاد در سال سوم:

$$\Delta P_3 = \alpha_{1,3} \cdot \Delta GDP_3 + \alpha_{2,3} \cdot \Delta PO_3 + \alpha_{3,3} \cdot \Delta SC_3 + \alpha_{4,3} \cdot \Delta IN_3 + \alpha_{5,3} \cdot \Delta EXP_3$$

۱۱- سهم رشد تولید فولاد در سال چهارم:

$$\Delta P_4 = \alpha_{1,4} \cdot \Delta GDP_4 + \alpha_{2,4} \cdot \Delta PO_4 + \alpha_{3,4} \cdot \Delta SC_4 + \alpha_{4,4} \cdot \Delta IN_4 + \alpha_{5,4} \cdot \Delta EXP_4$$

۱۲- سهم رشد تولید فولاد در سال پنجم:

$$\Delta P_5 = \alpha_{1,5} \cdot \Delta GDP_5 + \alpha_{2,5} \cdot \Delta PO_5 + \alpha_{3,5} \cdot \Delta SC_5 + \alpha_{4,5} \cdot \Delta IN_5 + \alpha_{5,5} \cdot \Delta EXP_5$$

باتوجه به رابطه‌های ۸ تا ۱۲، می‌توان ضریب‌های عوامل مؤثر بر رشد تولید، یعنی  $\alpha_{i,j}$  را از طریق معادلات زیر برای سال‌های مورد مطالعه و نیز ضریب رشد تولید را برای  $m$  سال یعنی  $\alpha_{i,m}$  محاسبه کرد:

$$\begin{aligned} 0/31 \alpha_1 + 3/4 \alpha_2 + 107/45 \alpha_3 + 13/31 \alpha_4 + 8/6 \alpha_5 &= 0/31 \\ 22/07 \alpha_1 + 6/12 \alpha_2 + 85/77 \alpha_3 + 59/68 \alpha_4 + 27/2 \alpha_5 &= 1/28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24/95 \alpha_1 + 8/525 \alpha_2 + 89/98 \alpha_3 + 70/72 \alpha_4 + 49 \alpha_5 &= 1/91 \\ 40/47 \alpha_1 + 12/78 \alpha_2 + 97/70 \alpha_3 + 78/20 \alpha_4 + 86/8 \alpha_5 &= 2/68 \end{aligned}$$

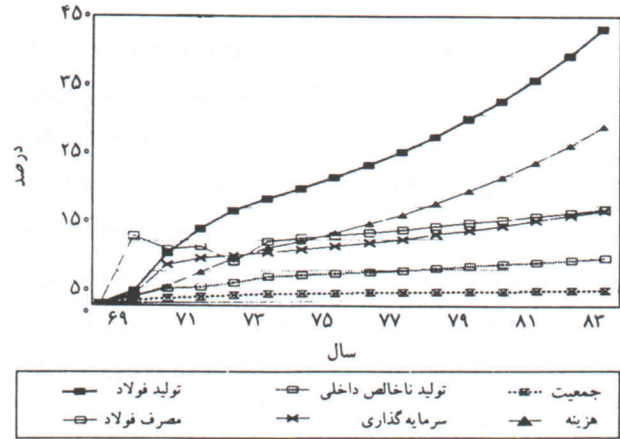
با آگاهی از  $\Delta EXP_m, \Delta IN_m, \Delta SC_m, \Delta PO_m, \Delta GDP_m$  می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\Delta P_m = \alpha_{1,m} \cdot \Delta GDP_m + \alpha_{2,m} \cdot \Delta PO_m + \alpha_{3,m} \cdot \Delta SC_m + \alpha_{4,m} \cdot \Delta IN_m + \alpha_{5,m} \cdot \Delta EXP_m$$

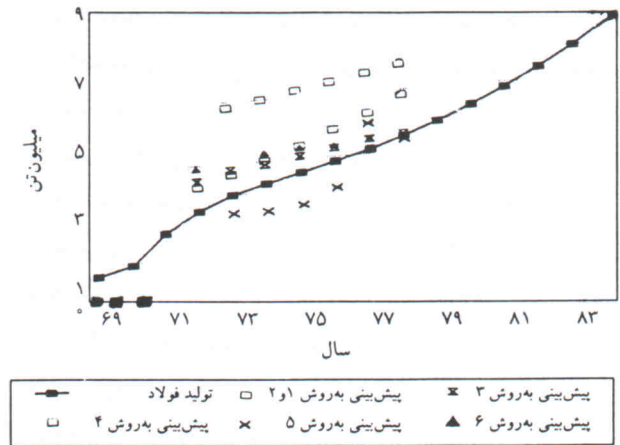
درصد رشد عوامل پنجگانه‌ی مؤثر بر تولید فولاد، و نیز تولید فولاد براساس الگوی پیشنهادی در سه دوره‌ی توسعه‌ی اقتصادی-اجتماعی ایران محاسبه شده و در شکل ۲ نمایش داده شده است. همچنین در شکل ۳ تولید فولاد براساس این الگو و برآورد سایر کارشناسان ایرانی نشان داده شده است.

### نتیجه‌گیری

الگوهای ارائه‌شده برای پیش‌بینی تولید و یا مصرف آهن و فولاد در کشورها و یا شرکت‌های بزرگ فولادسازی، براساس ویژگی‌های خاص تدوین شده و عمومیت ندارد. این الگوها بیشتر در دوره‌های زمانی کوتاه‌مدت و تحت شرایط خاص معتبرند. در الگوی پیشنهادی



شکل ۲. درصد رشد عوامل مؤثر در الگوی تولید فولاد



شکل ۳. رشد تولید فولاد در سه دوره اقتصادی-اجتماعی ایران

در این الگو، با فرض ثابت بودن درصد سهم عوامل مؤثر بر رشد تولید در یک دوره‌ی کوتاه‌مدت و براساس سعی و خطا، درصد سهم عوامل مؤثر در دوره‌ی کوتاه‌مدت از کل تولید، براساس داده‌های جدول ۴ قابل مقایسه است.

الگوی پیش‌بینی رشد تولید فولاد با فرض ثابت بودن ضریب عوامل مؤثر

با فرض ثابت بودن ضریب هر یک از عوامل مؤثر  $(i)$  در رشد تولید فولاد  $(\alpha_i)$  در یک دوره‌ی کوتاه‌مدت پنج‌ساله:

$$\alpha_{i,1} = \alpha_{i,2} = \alpha_{i,3} = \alpha_{i,4} = C \text{ (ثابت)}$$

سهم تولید فولاد را برای پنج سال متعادی نسبت به سال مبدأ،

می‌توان به ترتیب زیر محاسبه کرد:

۸- سهم رشد تولید فولاد در سال اول:

$$\Delta P_1 = \alpha_{1,1} \cdot \Delta GDP_1 + \alpha_{2,1} \cdot \Delta PO_1 + \alpha_{3,1} \cdot \Delta SC_1 + \alpha_{4,1} \cdot \Delta IN_1 + \alpha_{5,1} \cdot \Delta EXP_1$$

مواد، در زمینه‌ی واردات فولاد و نیز سایر فلزات خام و بالاخره تولید محصولات نهایی و آلیاژهای پیشرفته با ارزش افزوده‌ی بیشتر برنامه‌ریزی می‌کنند.

در این راستا، توجه مسئولین محترم، بویژه نسل جوان آینده‌ساز را به نکات مهم زیر جلب می‌کنیم:

۱. برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست توسط صنایع و... لازم است اقدامات اساسی انجام شود و این امانت خدادادی به مطلوب‌ترین روش نگهداری و به نسل‌های آینده سپرده شود. در این زمینه لازم است دانشگاه‌های سراسر کشور، آمار مواد آلاینده‌ی واحدهای صنعتی در شهرها را مورد تحقیق و بررسی قرار دهند و با مقایسه‌ی این آمارها با آمار مربوط به محدوده‌ی مواد آلاینده‌ی مجاز، اقدامات ریشه‌یی لازم را انجام دهند.

۲. متأسفانه در ایران طرح گسترش واحدهای صنعتی، از جمله احداث واحدهای فولادسازی، و نیز انتخاب محل احداث واحدها در اقصی نقاط ایران کمتر پایه‌ی علمی دارد و بیشتر براساس سلیقه‌های شخصی بوده است. اگرچه تمرکز واحدها در اقتصاد تولید مؤثر است ولی برای کشور ایران، با استان‌ها و شهرهای متعدد محروم، لازم است که تمرکز سرمایه‌ها با توجه به محدودیت استان‌های محروم صورت گیرد و رشد صنایع براساس شرایط عادلانه‌تری توزیع شود.

۳. در گذشته سیاست ایران بر مبنای استخراج بی‌رویه‌ی ذخایر ملی (نفت و سایر معادن)، و صادرات محصولاتی با ارزش افزوده‌ی پایین استوار بوده است، حال آنکه این سیاست باید مورد بازنگری اساسی قرار گیرد. در این راستا لازم است آمار صادرات ذخایر معدنی منتشر، و در برنامه‌ریزی‌های مصرف این ذخایر آینده‌نگری‌های لازم رعایت شود.

برای پیش‌بینی تولید و مصرف آهن و فولاد در ایران، با در نظر گرفتن پنج عامل مؤثر بر رشد تولید در ایران، نتایج برای برنامه‌ی سوم توسعه‌ی اقتصادی محاسبه و ارائه شد. همانطور که در شکل ۶ دیده می‌شود، در الگوی پیشنهادی می‌توان کلیه‌ی عوامل کمی را در رشد تولید آهن و فولاد تأثیر داد.

این الگو نشان می‌دهد از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۳ شمسی علی‌رغم انطباق کم و بیش نتایج الگو با میانگین برآوردهای سایر محققان، آهنگ رشد تولید آهن و فولاد نسبت به افزایش جمعیت و افزایش مصرف آهنگ رشد به مراتب بالاتر است. به طوری که در این دوره جمعیت از ۵۵ به ۶۵/۱ میلیون نفر (۱۴/۸ درصد افزایش) و مصرف فولاد از ۲/۸۸۵ به ۴/۱۷ میلیون تن (۱۴۴/۶ درصد افزایش) رسیده است، اما تولید فولاد از ۱/۶۲ به ۸/۶۸ میلیون تن (۴۳۵/۸ درصد) افزایش یافته که رشد نسبتاً بالایی است. ملاحظه می‌شود که بین رشد جمعیت، افزایش مصرف و افزایش تولید فولاد هماهنگی مطلوبی وجود ندارد. علت عمده‌ی این برآورد بالای تولید، بی‌توجهی به عوامل متعددی نظیر «ضرورت حفظ محیط زیست» و «استفاده‌ی مطلوب از منابع اولیه و حفظ ذخایر ملی» است، و باید الگو براساس آن واقعیت‌ها تدوین و ارزیابی می‌شد. متأسفانه به علت عدم دسترسی به آمار لازم فقط پنج عامل مشروحه در الگوی فوق تأثیر داده شد.

همچنین در این الگو تأثیر تولید و مصرف جهانی فولاد، یعنی سیاست کلان جهانی در این زمینه، در نظر گرفته نشده است؛ حال آنکه این عامل گاه از برخی عوامل منظور شده در این الگو مهم‌تر است. هم‌اکنون در کشورهای صنعتی، حفظ ذخایر ملی و محیط زیست از عوامل مهم در جهت‌گیری صنایع این کشورها به شمار می‌رود و به همین علت رشد صنایع استخراجی آنها به شدت افت کرده است. این کشورها به جای واردات مواد خام و کارآوری روی این

## منابع

۱. توحیدی، ناصر. «گزارش طرح تحقیقاتی»، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۷۶.
۲. توحیدی، ناصر و خدایاری، صادق. «عوامل مؤثر بر تولید و مصرف آهن و فولاد»، سمپوزیم فولاد، ۱۳۷۵.
3. "Steel demand to the year 2000", *Steel Times*, pp. 213 (June, 1994).
4. Holschuh, L.J. "Steel consumption in the industrialised countries", *IISI, MPT*, 6, pp. 22 (1994).