



**پايان نامه کامپيوتر**

**گرايش** نرم افزار

**موضوع:**

**کاربرد الگوریتم ژنتیک در برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر(CAPP)**

**در محیط های صنعتی مختلف**

**استاد راهنما:**

**نام دانشجويان:**

سپاسگزاري

رسول خدا فرمودند:

« مَن عَلَّمَني حَرفاً فَقَد سَيَرني عَبداً »

از تمامي معلمين، اساتيد، دوستان و خانواده‌ام در کل دوران تحصيل سپاسگزارم.

**تقدیم به پدر و مادر عزیزم**

**تقديم به:**

***تمامي رهپويان راه علم***

**فهرست مطالب**

|  |  |
| --- | --- |
| **عنوان** | **صفحه** |
| مقدمه .......................................................................................................................................................................... | 11 |
| فصل يکم - معرفی برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر(CAPP) و الگوریتم ژنتیک .............................................. | 17 |
| 1-1- برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر................................................................................................................ | 17 |
| 1-1-1- رویکرد بنیادی .............................................................................................................................................. | 18 |
| 1-1-2- رویکرد متنوع ............................................................................................................................................... | 18 |
| 1-2- الگوریتم ژنتیک................................................................................................................................................. | 20 |
| 1-2-1-کلیات الگوریتم ژنتیک.................................................................................................................................. | 21 |
| 1-2-2-قسمت های مهم الگوریتم ژنتیک.................................................................................................................... | 23 |
| 1-2-2-1-تابع هدف و تابع برازش.............................................................................................................................. | 26 |
| 1-2-2-2- انتخاب...................................................................................................................................................... | 27 |
| 1-2-2-3- تقاطع......................................................................................................................................................... | 28 |
| 1-2-2-4- جهش........................................................................................................................................................ | 32 |
| فصل دوم- نمونه هایی از کاربرد الگوریتم ژنتیک در برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر......................................... | 34 |
| 2-1-بهینه سازی مسیر فرآیند با استفاده از الگوریتم ژنتیک........................................................................................... | 34 |
| 2-1-1- توصیف توالی فرآیند..................................................................................................................................... | 34 |
| 2-1-2- استراتژی کد گزاری..................................................................................................................................... | 37 |
| 2-1-3- تجزیه و تحلیل همگرایی................................................................................................................................ | 38 |
| 2-1-3-1-همگرایی نزدیک شونده.............................................................................................................................. | 38 |
| 2-1-3-2-همگرایی با در نظر گرفتن احتمال................................................................................................................ | 40 |
| 2-1-3-3-همگرایی Gها در توالی سازی فرایندهای پشت سر هم............................................................................. | 40 |
| 2-1-3-4-تعریف یک قانون....................................................................................................................................... | 41 |
| 2-1-4-اپراتورهای ژنتیک........................................................................................................................................... | 41 |
| 2-1-4-1-اپراتور انتخاب............................................................................................................................................ | 41 |
| 2-1-4-2- اپراتور تغییر و انتقال................................................................................................................................... | 42 |
| 2-1-4-3- اپراتور جهش............................................................................................................................................ | 44 |
| 2-1-5- برقراری تابع تناسب....................................................................................................................................... | 44 |
| 2-1-5-1- آنالیز محدودیت ها.................................................................................................................................. | 44 |
| 2-1-5-2- برقراری تابع برازش................................................................................................................................... | 45 |
| 2-1-6-مثال................................................................................................................................................................ | 47 |
| 2-1-6-1-مثالهایی برای کاربرد این روشها ................................................................................................................. | 47 |
| 2-1-6-2-تاثیر پارامترهای متغیر بر روند تحقیقات ...................................................................................................... | 49 |
| 2-1-7-نتیجه گیری................................................................................................................................................... | 50 |
| 2-2-روشي براي برنامه ریزی مقدماتی ترکیبات دورانی شكل محور Cاستفاده از الگوريتم ژنتيك......................... | 51 |
| 2-2-1-مقدمه............................................................................................................................................................. | 51 |
| 2-2-2-مدول هاي سيستمCAPP پيشنهاد شده........................................................................................................ | 54 |
| 2-2-3-تجسم قطعه................................................................................................................................................... | 56 |
| 2-2-4-تولید توالی های ممکن.................................................................................................................................. | 58 |
| 2-2-4-1-الزامات اولویت دار.................................................................................................................................. | 58 |
| 2-2-4-2- الزامات تلرانس هندسی............................................................................................................................. | 59 |
| 2-2-4-3- رابطه ویژگی های اولویت دار.................................................................................................................... | 60 |
| 2-2-5 بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک G.................................................................................................. | 64 |
| 2-2-5-1- تابع برازش............................................................................................................................................... | 67 |
| 2-2-5-2- الگوريتم ژنتیك......................... ............................................................................................................. | 68 |
| 2-2-6- نتايج و بحث............................................................................................................................................... | 71 |
| 2-2-7-نتیجه گیری................................................................................................................................................... | 71 |
| فصل سوم: الگوریتم پیشنهادی برای کاربرد الگوریتم ژنتیک در طراحی قطعه به کمک کامپیوتر در محیط صنعتی ..... | 73 |
| 3-1-مقدمه................................................................................................................................................................ | 73 |
| 3-2-الگوریتم ژنتیک................................................................................................................................................ | 74 |
| 3-2-1-سیستم های تولیدی توزیع شده........................................................................................................................ | 74 |
| 3-2-2-نمایش طرح های فرایند................................................................................................................................... | 75 |
| 3-2-3-جمعیت اولیه.................................................................................................................................................. | 76 |
| 3-3-تولید مثل.......................................................................................................................................................... | 76 |
| 3-3-1-ادغام........................................................................................................................................................... | 76 |
| 3-3-2-دگرگونی و جهش....................................................................................................................................... | 77 |
| 3-4- ارزیابی کروموزوم ........................................................................................................................................... | 80 |
| 3-4-1- مینیمم سازی زمان فرایند................................................................................................................................ | 80 |
| 3-4-2- مینیمم سازی هزینه های تولید......................................................................................................................... | 80 |
| 3-5- مطالعات موردی............................................................................................................................................... | 81 |
| 3-5-1- CAPPسنتی................................................................................................................................................ | 81 |
| 3-5-2- CAPP توزیع شده....................................................................................................................................... | 85 |
| 3-6- ارزیابی.............................................................................................................................................................. | 88 |
| 3-6-1- معیار اول....................................................................................................................................................... | 88 |
| 3-6-2- معیار دوم....................................................................................................................................................... | 89 |
| فصل چهارم -نتیجه گیری.................................................................................................................................... | 90 |

**فهرست شکلها**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **عنوان** | **صفحه** | |
| شکل 1-1- نمایش یک کروموزوم با ارقام صفر و یک................................................................................ | | 22 |
| شکل 1-2- دو کرموزوم قبل از تقاطع (والدین)....................................................................................... | | 22 |
| شکل 1-2- دو کروموزوم بعد از تقاطع (فرزندان).................................................................................... | | 23 |
| شکل 1-3- کروموزوم بعد از جهش2...................................................................................................... | | 23 |
| شکل 1-4 - تقاطع چند نقطه ای2............................................................................................................... | | 32 |
| شکل2-1-نمودار جریان برنامه2............................................................................................................... | | 46 |
| شکل2-2........................................................................................... ..................................................... | | 48 |
| شكل2-3 -طرح دیاگرام CAPP پیشنهادشده......................................................................................... | | 55 |
| شکل2-4-ساختار سلسله مراتبی ویژگی های فرمی نوعی............................................................................ | | 56 |
| شکل 2-5................................................................................................................................................... | | 57 |
| شکل2-6- مثالهای الزامات اولویت دار........................................................................................................ | | 59 |
| شکل 2-7- مثال الزامات تلرانس هندسی ................................................................................................... | | 60 |
| شکل 2-8- یک شکل نمونه دارای 18 ویژگی............................................................................................ | | 61 |
| شکل 2-9-تولید مجدد گرافیکی............................................................................................................... | | 62 |
| شکل2-10 تولید مجدد داخلی..................................................................................................................... | | 62 |
| شکل 3-1- توصیف یک سیستم تولیدی توزیع شده.................................................................................... | | 75 |
| شکل 3-2- نمونه ای از یک طرح فرآیند................................................................................................... | | 75 |
| شکل 3-3- اپراتور ادغام............................................................................................................................. | | 77 |
| شکل 3-4- اپراتور جهش........................................................................................................................... | | 79 |
| شکل 3-5-یک قطعه منشوری برای ارزیابی الگوریتم.................................................................................. | | 81 |
| شکل 3-6 تغییرات هزینه تولید در طی اجراهای مختلف............................................................................... | | 84 |
| شکل3-7-یک قطعه منشوری شکل............................................................................................................. | | 85 |

**فهرست جدولها**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **عنوان** | **صفحه** | |
| جدول2-1- استراتژی کدگذاری.............................................................................................................. | | 37 |
| جدول2-2 توالی سازی با استفاده از Gتحويل....................................................................................... | | 47 |
| جدول 2-3- رابطه نوع ویژگی کدبندی ویژگی سلول ماشینکاری و کدبندی طبیعی G......................... | | 48 |
| جدول 2-4 .............................................................................................................................................. | | 49 |
| جدول 2-5............................................................................................................................................... | | 50 |
| جدول 2-6............................................... ............................................................................................... | | 50 |
| جدول 2-7 ............................................................................................................................................... | | 61 |
| جدول 2-8 توالی های اولیه..................................................................................................................... | | 64 |
| جدول 2-9-جزئیات برای قطعه نمونه........................................................................................................ | | 65 |
| جدول 2-10- الگوههای اولویت و مجاورت............................................................................................. | | 65 |
| جدول 2-11- جمیعت اولیه...................................................................................................................... | | 66 |
| جدول2-12-نسل بعد از تولید مجدد......................................................................................................... | | 68 |
| جدول 2-13 -فرآیند ادغام........................................................................................................................ | | 69 |
| جدول 2-14- فرآیند جهش...................................................................................................................... | | 70 |
| جدول 2-15- توالی های بهينه/نزديك بهينه.............................................................................................. | | 71 |
| جدول3-1- اطلاعات تولید...................................................................................................................... | | 82 |
| جدول 3-4-طرح فرآیند مطالعه موردی ................................................................................................. | | 83 |
| جدول 3-3- ماتریس تقدم و تاخر........................................................................................................... | | 83 |
| جدول 3-2-منابع موجود در کارگاه تولید................................................................................................. | | 84 |
| جدول 3-5- رابطه تقدم و تاخر برای مطالعه موردی................................................................................... | | 86 |
| جدول 3-6- شاخصهای زمان و هزینه در سه کارخانه................................................................................. | | 87 |
| جدول 3-7- منابع مورد استفاده در سه کارخانه.......................................................................................... | | 87 |
| جدول 3-8 توصیف هفت عملیات اصلی.................................................................................................... | | 87 |
| جدول 3-9 منابع موجود در عملیات ماشینکاری.......................................................................................... | | 87 |
| جدول 3-10- طرح فرآیند بر طبق ضابطه کمینه کردن هزینه تولید.............................................................. | | 88 |
| جدول 3-11 طرح فرآیند بر طبق ضابطه کمینه کردن زمان فرآیند.............................................................. | | 89 |

**چکيده**

در یک محیط صنعتی توزیع شده، کارخانه های مختلف و دارای ماشین ها و ابزارهای گوناگون در مکان های جغرافیایی مختلف غالبا به منظور رسیدن به بالاترین کارایی تولید ترکیب می شوند. در زمان تولید قطعات و محصولات مختلف ، طرح های فرایند مورد قبول توسط کارخانه های موجود تولید می شود. این طرحها شامل نوع ماشین، تجهیز و ابزار برای هر فرآیند عملیاتی لازم برای تولید قطعه است. طرح های فرایند ممکن است به دلیل تفاوت محدودیت های منابع متفاوت باشند. بنابراین به دست آوردن طرح فرایند بهینه یا نزدیک به بهینه مهم به نظر می رسد. به عبارت دیگر تعیین اینکه هر محصول درکدام کارخانه و با کدام ماشین آلات و ابزار تولید گردد امری لازم و ضروری می باشد. به همین منظور می بایست از بین طرحهای مختلف طرحی را انتخاب کرد که در عین ممکن بودن هزینه تولید محصولات را نیز کمینه سازد. در این تحقیق یک الگوریتم ژنتیک معرفی می شود که بر طبق ضوابط از پیش تعیین شده مانند مینیمم سازی زمان فرایند می تواند به سرعت طرح فرایند بهینه را برای یک سیستم تولیدی واحد و همچنین یک سیستم تولیدی توزیع شده جستجو می کند. با استفاده از الگوریتم ژنتیک، برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر (CAPP) می تواند براساس معیار در نظر گرفته شده طرح های فرایند بهینه یا نزدیک به بهینه ایجاد کند، بررسی های موردی به طور آشکار امکان عملی شدن و استحکام روش را نشان می دهند. این کار با استفاده از الگوریتم ژنتیک در CAPP هم در سیستمهای تولیدی توزیع شده و هم واحد صورت می گیرد. بررسی های موردی نشان می دهد که این روش شبیه یا بهتر از برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر (CAPP) مرسوم تک کارخانه ای است

**واژه‌هاي کليدي**

برنامه ریزی فرآیند به کمک کامپیوتر (CAPP)، الگوریتم ژنتیک، محیط صنعتی توزیع شده، تولید یکپارچه کامپیوتری.

# مقدمه

در جهان صنعتي امروز، به توليد به عنوان يك سلاح رقابتي نگريسته مي شود و سازمانهاي توليدي در محيطي قرار گرفته اند كه از ويژگي هاي آن مي توان به افزايش فشارهاي رقابتي، تنوع در محصولات، تغيير در انتظارات اجتماعي و افزايش سطح توقع مشتريان اشاره كرد. محصولات در حالي كه بايد بسيار كيفي باشند، تنها زمان كوتاهي در بازار مي مانند و بايد جاي خود را به محصولاتي بدهند كه با آخرين ذائقه، سليقه و يا نياز مشتريان سازگار هستند. بي توجهي به خواست مشتري و يا قصور در تحويل به موقع ممكن است بسيار گران تمام شود. شرايط فوق سبب گرديده تا موضوع اطلاعات براي سازمانهاي توليدي از اهميت زيادي برخوردار شود. از طرف ديگر، آخرين بررسي ها حاكي از آن است كه استراتژي رقابتي مبتني بر بازار خود نيز به تدريج در حال گذر است و چشم انداز استراتژيك رقابت در آينده مبتني بر منابع خواهد بود. به عبارت ديگر در حالي كه شركتها امروزه موفقيت را در تبعيت و استفاده درست از قوانين، فرصتها و شرايط ديكته شده توسط بازار مي دانند، استراتژي مبتني بر منابع بر اين موضوع تاكيد دارد كه منفعت و موفقيت بيشتر با اتكا بر مزيتها و منابع منحصر به فرد و قابل اطمينان شركت و سرمايه گذاري به منظور توسعه و حفاظت از آنها حاصل خواهد شد.

البته منابع توليدي مورد نظر تنها شامل سرمايه، زمين، ماشين آلات و تجهيزات نمي شوند، بلكه بناي توليد نسل آينده بر تاكيد و توجه به اطلاعات، مديريت دانش و توجه ويژه به مسئله آموزش افراد خواهد بود.

وضعيت به وجود آمده و تحولات صورت گرفته مذكور در حوزه فعاليتهاي توليدي، اگرچه خود حاصل به كارگيري گسترده و همه جانبه فناوريهاي اطلاعاتي در اين حوزه است، ولي در عين حال باعث توجه مضاعف سازمانها و شركتهاي توليدي به مقوله اطلاعات و فناوريهاي مرتبط با آن شده است. اين تحقيق با هدف تبيين موضوع فوق به طور عام و تبیین بخش خاصی از آن به نام برنامه ریزی فرایند به کمک کامپیوتر صورت گرفته است. اهميت اين بررسي از آنجا ناشي مي شود كه چند سالي است در كشور، افزايش تعداد واحدهاي توليدي و به تبع آن تحقق نسبي فضاي رقابتي باعث گرديده تا توجه توليدكنندگان و شركتهاي صنعتي به كيفيت محصولات، افزايش سهم بازار و مسئله صادرات معطوف گردد. از همين رو به نظر مــي رسد دانستن تحولات صورت گرفته در بخشهاي توليدي جوامع پيشرفته مي تواند در تعيين و شناخت بهتر مسيري كه سازمانهاي توليدي و صنعتي كشور براي ارتقاي توان رقابتي خود بايد طي كنند موثر واقع شود. توسعــه هاي اخير در حوزه فناوري اطلاعات به ويژه هوش مصنوعي و سيستم هاي خبره، وضعيت توليد در جوامع صنعتي را دگرگون ساخته است.

عصر فعلي را برخي عصر اطلاعات لقب داده اند. اين نامگذاري شايد به اين دليل باشد كه امروزه اطلاعات به جزء تفكيك ناپذير زندگي بشر تبديل شده است. اگرچه اطلاعات از ديرباز در زندگي بشر تاثير بسزايي داشته و انسان براي تصميم گيريها و طي طريق همواره محتاج به آن بوده است ولي آنچه كه امروزه اهميت آن را صدچندان كرده، شرايط نوين زندگي و افزايش سهم اطلاعات در آن است.

اختراع رايانه، امكان پردازش سريع و ذخيره حجم انبوهي از داده ها را فراهم آورد و پيشرفتهاي بعدي در زمينه ارتباط بين رايانه ها و امكان تبادل داده بين آنها، تبادل و انتقال اطلاعات را در سطح وسيعي ممكن ساخت. اين رويدادها به همراه ساير پيشرفتهاي صورت گرفته در زمينه الكترونيك و ارتباطات اعم از ميكروالكترونيك، نيمه هاديها، ماهواره و روباتيك به وقوع انقلابي در زمينه نحوه جمع آوري، پردازش، ذخيره سازي، فراخواني و ارائه اطلاعات منجر گرديد كه شكل گيري فناوري اطلاعات حاصل اين رويداد بود.

براساس تعريف، فناوريهاي اطلاعاتي مجموعه اي از ابزارها، تجهيزات، دانش و مهارتهاست كه از آنها در گردآوري، ذخيـــــره سازي، پردازش و انتقال اطلاعات (اعم از متن، تصوير، صوت و...) استفاده مي شود.

در اين ميان نقش ابزارهاي رايانه اي و مخابراتي به وضوح مشخص است. اين فناوري به سرعت در حال رشد است و فعاليتها و سرمايه گذاريهاي انجام شده در اين زمينه به ويژه پس از ظهور پديده اينترنت، بسيار چشمگير است. دامنه علوم مرتبط با آن بسيار گسترده و وسيع بوده و مباحثي نظير علوم رايانه و مهندسي نرم افزار، مخابرات، هوش مصنوعي، سيستم هاي اطلاعاتي مديريتي، سيستم هاي پشتيباني تصميم، مهندسي دانش، فناوري چندرسانه اي، مديريت اطلاعات، امنيت داده و اطلاعات، داد و ستد و ارتباطات انسان - رايانه، ارتباطات گروهي مبتني بر رايانه، روباتيك و پايگاههاي اطلاعاتي اينترنتي را شامل مي شود. پرتوهاي اين فناوري نوين بسياري از زواياي زندگي انسان را فرا گرفته است و بسياري از علوم و موضوعها را تحت تاثير خود قرار داده است.

امروزه موارد استفاده فناوري اطلاعات را مي توان در آموزش، مديريت و سازمان، پزشكي، تجارت، امور نظامي، توليد و صنعت، تحقيقات، حمل و نقل، كنترل ترافيك و صنعت نشر به وضوح مشاهده كرد.

جستجو به منظور يافتن راهي بهتر براي توليد قطعات، همواره عامل محرك و اساسي در خودكارسازي يا اتوماسيون بوده است. تعويض نيروي كار انساني با ماشين را مي توان ابتدايي ترين مرحله خودكارسازي توليد دانست كه حدوداً در سال 1775 ميلادي به وقوع پيوست و انقلاب صنعتي نقش موثري در رابطه با آن داشت. دستگاه تراش و نقاله ها نمونه هايي از مكانيزاسيون ايجاد شده بودند. روند اتوماسيون، در سال 1952 با ساخت اولين ماشين NC در دانشگاهMIT وارد مرحله جديدي شد كه مشخصه بارز آن عبارت بود از جايگزيني كنترل انساني با كنترل خودكار ماشين. نوعي از اتوماسيون قابل برنامه ريزي بود كه عمليات آن به وسيله اعداد و نشانه ها كنترل مي شد.

در دهه 70، با ظهور رايانه هاي ارزانتر و كارآتر و پيشرفتهاي الكترونيكي و مخابراتي، اتوماسيون هاي نقطه اي نيز به تدريج گسترش يافته و با پيوستن به يكديگر تبديل به اتوماسيون هاي گسترده تري به نام جزاير اتوماسيون شدند. جزاير اتوماسيون نشانگر مجموعه اي از زيرسيستم هاي يكپارچه خودكار شده در كارخانه هستند. سيستم هاي توليد انعطاف پذير، سيستم مديريت توليد، سيستم هاي يكپارچه جابجايي و انبارسازي مواد و سيستم هاي CAM وCAD نمونه هايي از جزاير اتوماسيون ايجاد شده هستند. انگيزه غايي، همانا خواست انسان براي افزايش هرچه بيشتر اتوماسيون در سيستم توليدي به منظور دستيابي به بهره وري بالاتر است.

باادامه فعاليت و تحقيق بر روي جزاير اتوماسيون، اين جزاير نيز به مرور توسعه پيدا كرده و شروع به همپوشاني و رقابت با يكديگر كردند.

اين مسئله به همراه جايگزيني تدريجي انديشه سيستمـي و كل نگر به جاي انديشه جزء نگرانه، همچنين پيشرفتهـاي صورت گرفته در زمينه فناوري اطلاعات باعث شد تا برخي به فكر يكپارچه سازي كليـه عمليات توليدي با يكديگر بيفتند و به اين ترتيب موضـوع «توليد يكپارچه رايانه اي» Computer Integrated Manufacturing = CIM)) مطرح گرديد.

توليد يكپارچه رايانه اي اگرچه پايان تلاشهاي محققان در خودكارسازي امور توليدي و صنعتي نيست اما از آنجا كه نمايانگر خودكارسازي و يكپارچه سازي كليه فعاليتهاي مرتبط با توليد به وسيله به كارگيري رايانه ها، روبات ها و شبكه هاي ارتباطي در درون يك كارخانه است داراي اهميت بسيار زيادي است.

توليديكپارچه رايانه اي نوعي فناوري است كه مي تواند به هر صنعت وابسته شده و توسط آن صنعت هدايت شود، بدين معني كه هر صنعت برحسب مجموعه تجارب، نيازمنديها و موقعيتهاي خاص خود، شرايطي ويژه براي توليد يكپارچه رايانه اي فراهم مي آورد. از اين رو، تعاريف و توصيفهاي متفاوتي براي آن وجود دارد. در زير نمونه هايي از توصيف هاي صورت گرفته ارائه شده است.

سيستم يكپارچه رايانه اي شامل رايانه اي كردن فراگير و سيستماتيك فرايند توليدي است. چنين سيستم هايي بااستفاده از پايگاه داده هاي مشترك، فعاليتهايي همچون طراحي به كمك رايانه، ساخت به كمك رايانه، مهندسي به كمك رايانه، انجام تست ها، تعميرات و مونتاژ را يكپارچه مي سازند.

(اسپريت، كميسيون انجمن هاي اروپايي 1982) سيستم توليد يكپارچه رايانه اي عبارتست از به كارگيري يكپارچه اتوماسيون بر پايه رايانه و سيستم هاي پشتيباني تصميم گيري به منظور مديريت فعاليتهاي سيستم توليدي، از طراحي محصول تا فرايند توليدي و نهايتاً توزيع به انضمام مديريت توليد و موجودي و مديريت منابع مالي.

(هارن و براون 1984) سيستـم توليد يكپارچه رايانـه اي، پردازنـده هاي مواد و اطلاعات است كه سه زير سيستم اصلي آنها عبارتند از: سيستم فيزيكي كارخانه، سيستم تصميم و سيستم اطلاعاتي.

(ماير 1990) توليد يكپارچه رايانه اي عبارت است از علم و هنر خودكارسازي بااستفاده از يكپارچگي حاصل از فناوري اطلاعات در فرآيندهاي توليدي. (يومانز و همكاران 1986)

با كمي دقت در توصيفها و ديدگاههاي مذكـور در مورد توليـد يكپارچه رايانـه اي مـــي توان به نقش و اهميت اطلاعـات و فناوريهاي اطلاعاتي در تحقق سيستم توليد يكپارچـه رايانه اي پي برد. به بيان ديگر، مي توان گفت كه اين سيستم در طي روند توسعه فناوري اطلاعات به مانند فعاليت مهمي در كنار آن ظاهر گرديده و گسترش يافته است.