



کاربرد فناوری اطلاعات در پزشکی

سرفصل ها

- ▶ فصل اول: مقدمه و کلیات
- ▶ فصل دوم: فناوری و ارتباطات
- ▶ فصل سوم: پزشکی از راه دور
- ▶ فصل چهارم: پردازش سیگنال های حیاتی
- ▶ فصل پنجم: سیستم های تصویربرداری پزشکی
- ▶ فصل ششم: پردازش تصویر
- ▶ فصل هفتم: مدلسازی سیستم های بیولوژیکی
- ▶ فصل هشتم: کنترل سیستم های بیولوژیکی
- ▶ فصل نهم: بیوانفورماتیک
- ▶ فصل دهم: سیستم های پشتیبانی تصمیم پزشکی

۱-۱: اینفورماتیک پزشکی

اینفورماتیک پزشکی مانند پزشکی، از جمله زمینه های چند رشته ای است که به فناوری اطلاعات و زمینه های مختلف پزشکی و بهداشت ارتباط می یابد.

لفظ اینفورماتیک پزشکی از نیمه دوم دهه هفتاد میلادی رایج گردید.

دو تعریف مختلف برای اینفورماتیک پزشکی:

۱) علم اینفورماتیک پزشکی عبارتست از علم استفاده از ابزار های تحلیلی-سیستمی جهت توسعه روش ها (الگوریتم ها) برای مدیریت، کنترل فرآیند، تصمیم گیری، و تحلیل علمی داده های پزشکی

۲) اینفورماتیک پزشکی بر جنبه های تئوری و علمی " پردازش اطلاعات"، " ارتباطات"، بر مبنای تجربیاتو داده های حاصل از فرایندهای پزشکی و بهداشت دلالت دارد.

در اینفورماتیک پزشکی با استفاده از یافته های علمی و تحقیقاتی روز، روش ها و سیستم هایی جهت اخذ، پردازش و تفسیر داده های بیمار ارائه می شود ابزار اصلی در این اهداف کامپیوتر است.

اینفورماتیک پزشکی با جنبه های مختلف پزشکی و سلامتی در ارتباط است و پژوهشگرانی در رشته های مختلف در این زمینه به فعالیت مشغول اند. به عنوان مثال این محدوده، از پرونده های کامپیوتری بیمار گرفته تا پردازش تصاویر پزشکی و از کمک های اولیه گرفته تا بیمارستان ها و مراکز بهداشتی-درمانی منطقه ای همه را شامل می شود.

یکی از مسائل مطرح در اینفورماتیک پزشکی (در زمینه توسعه روش ها و سیستم ها) این است که تجربیات حاصل در یک زمینه تخصصی پزشکی چگونه قابل انتقال به زمینه های مختلف دیگر است.

۱-۲ داده ها و اطلاعات

▶ بسیاری از فعالیت های انسان، مانند فعالیت علمی مبتنی بر تفکر و استدلال است.

▶ مراقبت های پزشکی نیز از جمله زمینه هایی است که در آنها استدلال و تفکر نقش بسزایی را ایفا می کند.

▶ در فرآیند تفکر، مشاهدات و داده های جمع آوری شده از دنیای واقعی با استفاده از تجربیات افراد خبره تفسیر می گردد. هم داده ها و مشاهدات و هم آگاهی ها و تجربیات را می توان در کامپیوتر ذخیره کرد. این اساس استفاده کامپیوتر در کمک به استدلال و تفکر انسان است.

▶ باید مشخص کرد که در مراقبت های بیمار یا فعالیت های مرتبط دیگر مانند تحقیقات یا مدیریت پزشکی و برنامه ریزی بهداشتی، کجا و چطور تفکر انسان می تواند از کامپیوتر بهره بگیرد. همچنین باید بررسی نمود که تا چه حد می توان از کامپیوتر در تصمیم گیری ها کمک گرفت و این مسئله با مسیولیت پزشکی در مورد بیمارانش چه ارتباطی خواهد داشت.

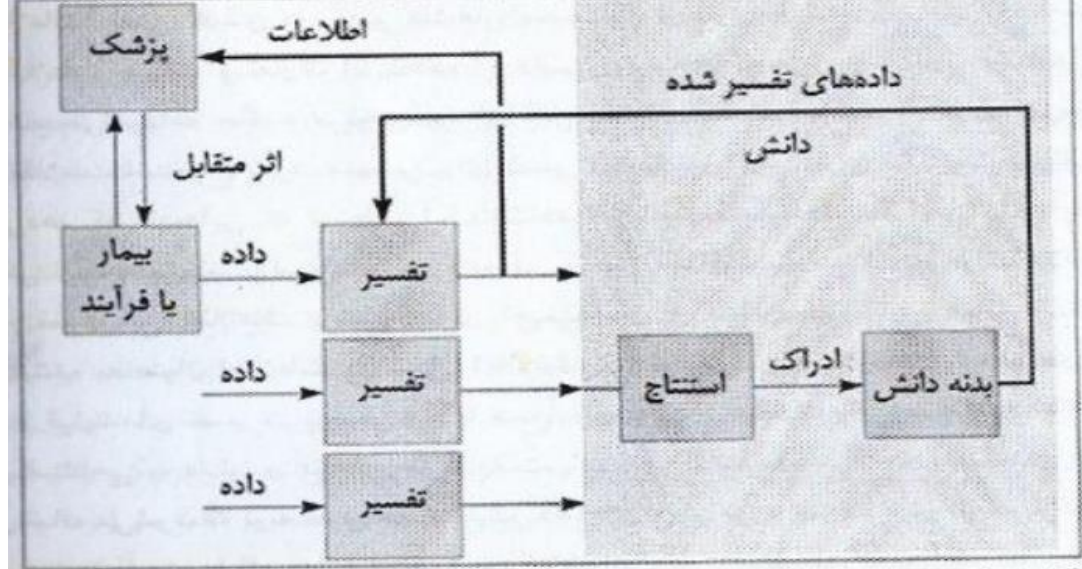
▶ اطلاعات نقش کلیدی در تفسیر داده ها و تصمیم گیری بازی می کند. بنابراین لازم است بدانیم اطلاعات چیست تفاوت آن با داده و دانش چه می باشد.

▶ شکل ۱ نشان می دهد که داده هایی که توسط پزشک مشاهده می شوند چگونه توسط بیمار یا فرآیند های بیولوژیکی تولید می شوند. با استفاده از این داده ها و یک فرآیند تفسیر و استدلال می توان اطلاعات را استخراج نمود. این اطلاعات پزشک را در تصمیم گیری و اقدام بعدی یاری می رساند.

▶ پیکان نام گذاری شده به عنوان اطلاعات در شکل ۱ اولین پسخورد به پزشک است.

▶ با مطالعه دقیق بسیاری از فرآیند های پزشکی و یا با جمع آوری داده ها از بیماران مختلف، میتوان با منطق استنتاجی به دانش و افق جدید دست یافت . این دانش به دانسته های پزشکی اضافه ده و جهت تفسیر داده های دیگر استفاده می شود.

▶ کامپیوتر میتواند در جمع آوری و تفسیر این داده ها و نیز استخراج دانش جدید متمر باشد. داده ها میتواند در کامپیوتر ذخیره شوند و برنامه های کامپیوتری در اخذ و تفسیر داده ها مورد استفاده قرار گیرند.



شکل ۱-۱- پردازش بیولوژیکی موجب به دست آوردن داده‌هایی می‌شود که توسط متخصصان بررسی شده و اطلاعات آن با تفسیر داده‌ها استخراج می‌شود. با ذخیره این اطلاعات از تعداد بیماران مشابه بیشتر تفسیر آن‌ها دانش جدیدی به دست می‌آید که به شناخت از بدن انسان و دارو می‌افزاید. این دانش برای داده‌های بیشتر استفاده می‌شود [۱].

۱-۲-۱ سیکل تشخیص _ درمان

- تقریباً در تمام فعالیت‌های انسان می‌توان سه مرحله را مشخص نمود:
- (۱) مشاهدات
- (۲) استدلال
- (۳) اقدام یا عمل

حوزه های فعالیت انسان				مرحله
پردازش کامپیوتری	مراقبت بهداشتی	تحقیقات علمی	کلی	۱
ورود داده	جمع آوری داده بیماران	اندازه گیری	مشاهده	۲
پردازش داده	تشخیص	تئوری	استنتاج	۳
تولید خروجی	درمان	آزمایش	عمل	

▶ در امر پزشکی نیز سه مرحله را می توان مشاهده کرد:

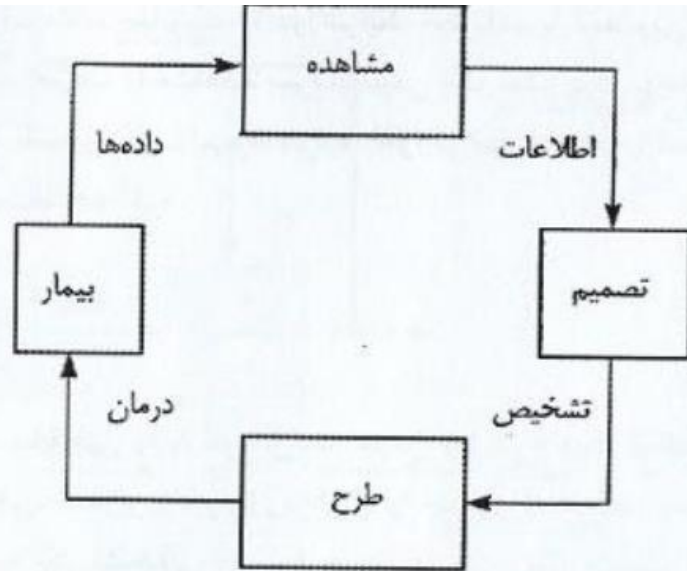
▶ (۱) مشاهدات

▶ (۲) تشخیص

▶ (۳) درمان

▶ یک بیمار ابتدا سابقه اش را بازگو می کند، سپس پزشک داده ها (نتایج معاینات، بررسی های آزمایشگاهی، تصاویر رادیولوژی و غیره) را جمع آوری می کند بعد به جمع بندی مشاهدات می پردازد و احتمالاً به یک تشخیص می رسد و در نهایت درمان مناسب را به کار می بندد.

▶ در عمل اغلب سیکل سه مرحله ای مشاهده، تشخیص و درمان به صورت تعاملی و تکرار شونده می باشد زیرا فرضیات در نظر گرفته شده باید تغییر یابند یا اصلاح شوند.



شکل ۱-۲- چرخه تشخیص- درمان. در این چرخه، چرخش اطلاعات از داده‌های مشاهده شده و از طریق تفسیر داده‌ها به داده‌های مورد استفاده برای درمان استفاده می‌شود. این چرخه فقط یک بار کامل می‌شود برای مثال در طول مشاوره بیمار و یا وقتی یک بیمار تحت درمان، پایش می‌شود [۱].

مشاهدات

- ▶ اخذ و جمع آوری داده ها، داده هایی که برای استخراج اطلاعات مناسب و مفید باشند.
- ▶ اطلاعات مناسب یعنی به ما در کاهش ابهامات و خطاها موجود در تشخیص بیماری کمک کند. این ابهامات می تواند با اخذ داده از سابقه بیمار کاهش یابد در مواردی دیگر از جمع آوری داده های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی یا ثبت سیگنال های حیاتی از بیمار کمک گرفت. مانند معاینات فیزیکی، بررسی های آزمایشگاهی، ثبت سیگنال های الکتروکاردیوگرام و غیره
- ▶ عوامل ناخواسته و غیر طبیعی در جمع آوری داده ها مانند وجود نویز در ثبت سیگنال های حیاتی، دادن اطلاعات ناقص و غلط از بیمار، خطاهای موجود در تحلیل بیوشیمیایی
- ▶ در خیلی از موارد قادر به اخذ داده هایی که مایل هستیم نخواهیم بود زیرا آنها غیر تهاجمی قابل اندازه گیری نیستند.
- ▶ روش های تهاجمی اخذ داده شامل: کاتتر ، آندوسکوپی، لاپراسکوپی ، بیوپسی

- ▶ شروع سیکل با جمع آوری داده از بیمار(در صورت امکان پذیری) می باشد در قدم بعدی آزمایش ها و روش های غیر تهاجمی و کم هزینه مد نظر است. در نهایت آزمایش های تهاجمی با هزینه بالاتر انجام می شود.
- ▶ با روش های مختلف جمع آوری داده از بیمار ، پزشکی تصویر بهتری از شرایط واقعی و کامل بیمار داشته است.
- ▶ ازجمله وظایف انفورماتیک پزشکی کمک به پزشک در فراهم نمودن داده ها، تفسیر آنها و تصمیم گیری در مورد بیماری است.

تشخیص

- ▶ نتیجه تعدر و استنتاج پزشک
- ▶ کمک کامپیوتر زمانی تحقق می باید که تشخیص بر مبنای دانش سازمان یافته پایه ریزی شود. (از روش های علمی در تشخیص استفاده شود)
- ▶ در برخی موارد که پزشک از مطالبی اطلاع ندارد کامپیوتر می تواند پیشنهاد های مفیدی را ارائه نماید به عنوان مثال اطلاعات لازم در مورد سابقه بیماری و درمان های انجام یافته را در اختیار پزشک قرار دهد.

درمان

- ▶ دانش و تجربیات در مرحله درمان با مرحله تشخیص متفاوت است.
- ▶ در درمان به جنبه های عملی فعالیت های انسانی مرتبط است. و برخلاف تصمیم گیری، در آنها کمتر قوانین و ضوابط تئوری حاکم است. این مرحله به مرحله قبل، یعنی تشخیص، بستگی دارد و نیز به طور غیر مستقیم به پیش بینی پزشک از آینده بیمار و درمان وابسته است.
- ▶ غیر ممکن است که بتوان انجام یک جراحی را به طور کامل به کامپیوتر یا ربات واگذار کرد اما در آماده سازی م مراقبت درمانی می توان از کامپیوتر استفاده کرد.
- ▶ به عنوان مثال در رادیوگرافی، مراقبت از بیماران حاد و یا مدیریت استفاده از دارو (میزان مصرف اثرات متقابل داروها) می توان از کامپیوتر استفاده نمود.

۱-۳: پردازش اطلاعات

- ▶ در پردازش اطلاعات در کامپیوتر همان سه مرحله مذکور را مشاهده نمود:
- ▶ ۱-اندازه گیری و ورود داده ها
- ▶ ۲-پردازش داده ها
- ▶ ۳- تولید خروجی
- ▶ از پردازش اطلاعات زمانی میتوان صحبت کرد که به نحوی انسان در مسئله درگیر باشد.
- ▶ کامپیوتر اطلاعات را پردازش نمیکند بلکه داده ها را پردازش می کند . تنها بشر قادر به تفسیر داده هاست و بدین وسیله از آنها اطلاعات استخراج می کند.
- ▶ کامپیوتر با فرآیند تفکر در مغز انسان شباهت های دارد. اما این شباهت در مواردی هست که بتوان پردازش را فرموله کرده و کلیت داد. در کل در مراقب های پزشکی کامپیوتر نباید جایگزین کامل انسان شود.

۱-۳-۱: توسعه در مراقبت های سلامت

▶ کامپیوتر در حوزه سلامت باعث کاهش هزینه ها شده است.

▶ استفاده از کامپیوتر برای کاهش هزینه ها باعث تبدیل مراقبت های بیمارستانی به مراقبت های خانگی و اولیه شود . از آن می توان به منظور مراقبت توأم توسط انسان و ماشین ، تبادل الکترونیکی داده های بیمار و مشاوره های از راه دور با متخصصین و سیستم های راهنما در تصمیم گیری استفاده کرد.

▶ امروزه استفاده از پرونده و داده های بیمار به صورت الکترونیکی روز به روز گسترش می یابد. جریان روز افزون اطلاعات در مراقبت های اولیه گسترده ولی با عمق کم تر و در مراقبت های بیمارستانی گسترده تر و عمیق تر شده است.

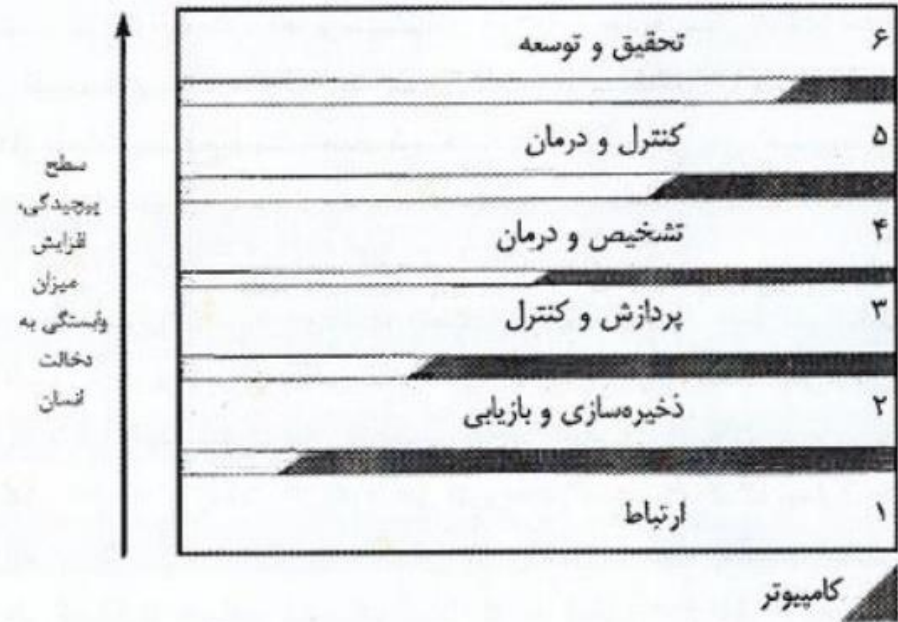
۱-۲-۲: شباهت ها و تناظر ها

▶ کامپیوتر نه تنها در مراقبت های پزشکی بلکه در کل جامعه امروزی به طور کامل نفوذ کرده است. جدول زیر شباهت های آن را نشان می دهد.

کاربردهای کامپیوتر		
سطح	جامعه	مراقبت های بهداشتی
۱	استفاده از اینترنت	ارتباطات در مراقبت های بهداشتی
۲	رزرو هواپیما	ثبت نام در بیمارستان
۳	تصاویر ماهواره ای	تصویر برداری اشعه ایکس
۴	کنترل فرآیند	پایش بیمار
۵	طراحی به کمک کامپیوتر	طراحی درمان با اشعه
۶	مدلی از جریان ترافیک	مدلی از جریان خون

۱-۴: تقسیم بندی سیستماتیک کاربردهای کامپیوتر

- ▶ اساس تقسیم بندی پیشنهادی در شکل اسلاید بعدی نشان داده شده است.
- ▶ مشتمل بر شش سطح است. مبنای آن میزان پیچیدگی کاربرد و دخالت انسان در پردازش اطلاعات است.
- ▶ در سطوح پایین تر، مانند ارتباطات و انتقال اطلاعات از راه دور، میزان مشارکت کامپیوتر (ناحیه سیاه رنگ) بیشتر و میزان مشارکت انسان (ناحیه سفید رنگ) کم تر است.
- ▶ با حرکت به سطوح بالاتر میزان مشارکت انسان افزایش و میزان مشارکت کامپیوتر کاهش می یابد.
- ▶ هر چه قدر بیشتر قادر به تعمیم مفاهیم و دستیابی به تئوری های کلی تر و مشخص باشیم نقش کامپیوتر پررنگ تر می شود.
- ▶ در سطوح پایین نیاز به پردازش و زمان تامل کمتر می شود ولی در سطوح بالاتر عموماً درگیر پردازش های بیشتر می شویم.



شکل ۱-۴-مدلی برای ساختار برنامه‌های کاربردی کامپیوتری در مراقبت‌های بهداشتی توسط طرح سطوح‌های مختلف با پیچیدگی و یا وابستگی به دخالت انسان. این مدل می‌تواند به عنوان یک ساختمان با شش طبقه و یا سطح دیده شود. هر سطح شامل انواع مختلف برنامه‌های کاربردی کامپیوتری، از پایین به بالا افزایش پیچیدگی و دخالت در حال رشد انسان [۱].

▶ در سطوح پایین نیاز به پردازش و زمان تامل کمتر می‌شود ولی در سطوح بالاتر عموماً درگیر پردازش‌های بیشتر می‌شویم.

▶ به عنوان مثال، در پایین‌ترین سطوح، ارتباطات و انتقال اطلاعات به صورت زمان واقعی (real time) است. در حالی که در سطح ششم به انجام پردازش‌های زیادی توسط انسان نیاز است. که صرف زمان و وقت طولانی می‌طلبد.

▶ سرعت عمل و محاسبات در ماشین بسیار سریع‌تر از انسان است اما انجام پردازش‌های سیگنال‌درگیری بیشتر انسان را می‌طلبد.

▶ در ارتباط با حلقه تشخیص درمان، سطوح یک و دو با مرحله اول (مشاهدات و اخذ داده) در ارتباط اند. سطوح سوم و چهارم در ارتباط با مرحله دوم (تشخیص) هستند. سطح پنجم بیشترین ارتباط را با مرحله سوم (درمان) دارد.

▶ در شرایطی که بتوانیم یک مسئله را در قالب یک مدل تبیین کرد. استفاده از کامپیوتر راه‌گشا است. اما اگر یا مدل نتوان توضیح کرد نیازمند انسان به جای کامپیوتر هستیم.

سطح یک: ارتباطات و انتقال اطلاعات از راه دور

- ▶ لازمه اخذ و انتقال داده ها، استفاده از یک فرآیند کد (رمز) کردن و دیکد کردن (آشکارسازی) است. که در این فرآیند داده ها به فرم یا فرمت استاندارد تبدیل می شوند. از کامپیوتر به صورت روز افزونی در تبدیل و انتقال داده ها استفاده می شود. به این نوع استفاده انتقال اطلاعات از راه دور گفته می شود.
- ▶ در هنگام انتقال، داده ها در یک حافظه موقت ذخیره می شوند و سپس انتقال می یابد.
- ▶ (۱) نمایش یک سیگنال بیولوژیکی مانند سیگنال ECG یا تغییرات فشار خون سرخرگی بر روی صفحه نمایش کامپیوتر در اتاق مراقبت های ویژه. معمولاً در سافت داده ها از بیمار توسط الکتروود یا مبدل هایی انجام میگیرد. سپس داده ها تثبیت و دیجیتالی می شوند و به کامپیوتر وارد می شوند. این داده ها ممکن است روی صفحه نمایش یا با چاپگر لیزری چاپ شوند.

▶ (۲) یک شبکه محلی در یک بخش درمانی که قادر است نتایج آزمایش های پاتولوژیکی بیماران و یا نحوه دستورات پزشکی برای مصرف دارو را به بخش های دیگر بیمارستان ارسال کند.

▶ (۳) انتقال تصاویر رادیولوژی یا سیگنال های حیاتی از یک بیمارستان مجزا برای بیمارستان های دانشگاهی برای انجام امور تحقیقاتی

▶ (۴) استفاده از اینترنت برای انتقال داده ها به سایر نقاط

سطح دوم: ذخیره سازی و بازیابی

- ▶ از کامپیوتر به عنوان منبع ذخیره کننده داده ها استفاده کرد.
- ▶ میتوان مقدار بسیار زیادی از داده ها را به قیمت ارزان و با سرعت بازیابی بالا ذخیره و نگهداری کرد.
- ▶ با وجود ظرفیتهای در حد صدها بایت، میتوان بانک اطلاعات پزشکی با حجم بالا را به راحتی امکان پذیر کرد. و اطلاعات بیش از یک میلیون بیمار را در بیمارستان نگهداری و به روز کرد. برای کاهش حجم داده های تصویری از فشرده سازی هم استفاده می شود. مثال های آن شامل:
 - ▶ (۱) پایگاه های داده بیمار که ممکن است در بیمارستان ها، بخش های درمانی برای مقاصد آماری استفاده شوند.
 - ▶ (۲) با پیشرفت سیستم های تصویربرداری پزشکی استفاده از سیستم بایگانی تصویر مرسوم شده و در رادیولوژی استفاده می شود.

سطح سوم: پردازش و اتوماسیون

- ▶ کاربرد پیچیده کامپیوتر با کاربرد های هوشمند تر مانند اتوماسیون آزمایشگاهی یا پردازش سیگنال های حیاتی در ارتباط است.
- ▶ برای طراحی سیستم های در این سطح نیازمند به آگاهی های پزشکی بیشتر داریم. همچنین از کاربردهای سطوح پایین تر ورود و خروج داده ها و ذخیره سازی باید بهره جست.
- ▶ (۱) تحلیل نمونه های خون در آزمایشگاه های پاتوبیولوژی که عموماً به صورت خودکار انجام می شود. تحلیل معمولاً مجهز به کامپیوترند بنابراین به سرعت می توان نتایج آزمایش ها را به کامپیوتر آزمایشگاه منتقل نمود و برای تهیه گزارش و کنترل کیفی مورد استفاده قرار می گیرد.
- ▶ (۲) محاسبه میزان دوز تشعشع و روش های مختلف رادیوگرافی
- ▶ (۳) تصویربرداری پزشکی مانند: CT، MRI، PET، بدون استفاده از کامپیوتر تصویری نخواهیم داشت.

سطح چهارم: تشخیص و تصمیم گیری

- ▶ بازشناخت تصاویر و شرایط از مهمترین ویژگی های انسان است که مبنای تصمیم گیری های بعدی و برنامه ریزی بعدی است. انجام بازشناخت هنگامی میسر است که اطلاعات و تجربیات کافی و قابل اعتماد در اختیار انسان یا کامپیوتر قرار می گیرد.
- ▶ مسئله مهم در این زمینه این است که چگونه باید دانسته های پزشکی را فرمول بندی کرد تا تصمیم گیری بعدی مفید باشند. روش های مطرح در این سطح به الگوریتم های بازشناخت الگو و روش های ابداعی - استدلالی مرتبط است.
- ▶ (۱) تفسیرهای تشخیصی ECG توسط کامپیوتر. تفسیر ECG یکی از موفق ترین کاربردهای کامپیوتر برای کمک در تصمیم گیری است.
- ▶ (۲) روشی برای تشخیص عبت درد شکمی، براساس علایمی که پزشکی وارد می کند، کامپیوتر لیستی از بیماری های محتمل را با قید میزان احتمال آنها ارائه می دهد. البته تصمیم نهایی با پزشک است

سطح پنجم: درمان و کنترل

- ▶ هدف نهایی در هر پردازش اطلاعات این است که به نتایجی بتوان رسید که ما را جهت اقدام مناسب (مانند درمان) یاری نماید. در امور پزشکی مثال های محدودی از کاربرد کامپیوتر در این سطح میتوان مشاهده کرد. در امور مراقبت های بیمار نیز مثالهای:
- ▶ (۱) در هنگام مراقبت های ویژه از بیمار، نظارت دقیق بر تعادل مایع بدن بسیار ضروری است. محققین توانسته اند الگوریتمی ابداع کنند که قادر است بر اساس مایعاتی که بیمار جذب یا دفع مینماید، کنترل خودکار حجم مایع بدن بیمار را انجام دهد.
- ▶ (۲) در پرتو درمانی، تجهیزات پرتو دهنده عموماً به صورت خودکار تنظیم های لازم را بر اساس مدل های کامپیوتری و الگوهای پرتودهی انجام میدهند.
- ▶ (۳) استفاده از پیس میکر، در صورت کاهش ولتاژتحریک عضله قلب یا ایجاد آریتمی قلبی، سیگنال تحریکی لازم را برای انقباض قلب ایجاد و ارسال می نماید.

سطح ششم: تحقیق و توسعه

- ▶ بالاترین سطح خلاقیت انسان که عبارتند از تحقیق و توسعه علمی
- ▶ در انفورماتیک پزشکی نیاز شدیدی به تحقیقات بنیادی و کاربردی و نیز توسعه روش های مبتنی بر این تحقیقات وجود دارد
- ▶ یک برنامه کامپیوتری همگامی میتواند موفق باشد که مسئله قابل ساختار بندی و مدل قابل تعمیم و کلیت بشیدن باشد. هدف تحقیقات در انفورماتیک پزشکی است.
- ▶ (۱) استفاده از مدل حقیقت مجازی در جراحی برای آموزش یا کمک به جراحان
- ▶ (۲) مدل های کامپیوتری برای دپلاریزاسیون الکتریک عضله قلب، این مدل ها می توانند به درک بیشتر مکانیزم کار قلب و تفسیر بهتر سیگنال الکتروکاردیوگرام کمک نمایند.
- ▶ (۳) مدل هایی برای بررسی سیستم های کنترل عصبی یا هورمونی سیستم های گردش خون