# الفصل السابع

## التصوير الاشعاعي الرقمي

## Digital Radiography

obeikandl.com

## 7-1-المقدمة:

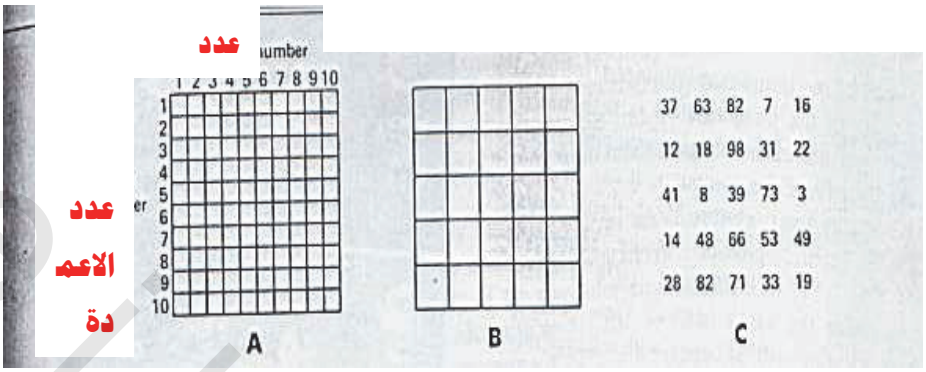
حدث تطوركبير في تصوير الاشعة السينية منذ اكتشافها من قبل رونتجن عام 1809 ولحد الآن. ان الصور الإشعاعية الاعتيادية والتي تكون بشكل خيال للصورة نتيجة لاستخدام حزمة عريضة من الاشعة السينية بعد اختراقها جسم المريض. هذه الصورة أما إن تكون على فلم إشعاعي اعتيادي أو على شاشة تلفازية.أن الطرق التقليدية أعلاه استخدمت وما زالت تستخدم لحد الآن ولكن لهذه الطرق بعض المساوئ، منها أن الصور الإشعاعية تتطلب وقتا لغرض التحميض والتي تؤدي الى تأخير الفحص والتشخيص. وهذه العملية تكون مزعجة في حالة تصوير الأوعية الدموية لأنه بعد تحميض الصورة لا يمكن عمل أي شيء لغرض تعزيز المعلومات المطلوبة للتشخيص. والمساوئ الأخرى هي الظلال (الضوضاء) الرئيسية الحاصلة في هذه الصور والناتجة عن استطارة كومبتن والتي تزداد بزيادة مساحة حزمة الاشعة السينية وتؤدي الى صورة ذات تباين وتفاصيل قليلة.

هذه المساوئ أو المحددات يمكن تقليلها بإدخال تقنية الحاسوب في عملية التشخيص باستخدام صور الاشعة السينية ويمكن الوصول الى ذلك والحصول على صور ذات نوعية جيدة بتحويل الصور التماثلية الى صور رقمية وعرضها بشكل يجعل عملية التشخيص كما في الصور التقليدية.يستخدم التصوير الرقمي في التصويرالمقطعي ،التصوير المقطعي المحوسب (CT) ،الرنين المغناطيسي (MRI)، الفلورة الرقمية (DF) ، والتصوير الإشعاعي الرقمي (DR).

لقد تطور التصوير الرقمي للأشعة السينية في السنوات الأخيرة نتيجة للتطورالكبيرفي تكنولوجيا الحاسوب وإمكانية الحاسوب للتعامل مع كم هائل من المعلومات حيث أن الحاسوب يوضع بين الكاميرا التلفازية وشاشة التلفاز. تمر الإشارة الفديوية المنتقلة من الكاميرا التلفازية عبر الحاسوب والذي تعامل معها بطرق عديدة ويحولها الى صورة ذات نوعية جيدة تعرض مباشرة على الشاشة التلفازية.

obeikandl.com

**شكل (1-7) تكون مصفوفة الصورة الإشعاعية**




الأسس الفيزيائية للتصوير الإشعاعي الاعتيادي والتصوير الرقمي تكاد تكون متشابهة تماما ما عدا معالجة الصورة بالحاسوب في الصور الرقمية. لكن تكون الصورة يختلف في الحالتين حيث ان الصور الاعتيادية تظهر على الفلم أو شاشة متفلورة. أما في حالة الصور الرقمية فان الصور الالكترونية المتكونة في الكواشف يمكن معالجتها في الحاسوب وخزنها في ذاكرته لكي تعرض بشكل مصفوفة من النقاط تسمى بمصفوفة الصورة (matrix image).شكل(1-7 )

تتكون مصفوفة الصورة من خلايا عمودية وأفقية كل خلية توضح موقع معين من الصورة، إن عدد الخلايا يوضح شدة أو كثافة الصورة في ذلك الموقع. وكل خلية من هذه الخلايا تسمى وحدات الصورة المستقلة(pixel). قيمة وحدات الصورة (البكسل) يحدد السطوع (brightness). يعتمد حجم مصفوفة الصور الإشعاعية على أجهزة التصوير وسعة ذاكرة الحاسوب وان حجم المصفوفة يتراوح بين 256×256، 512×512، و1024×1024 مصفوفة حيث ان عدد وحدات الصورة يساوي حاصل ضرب طول وعرض المصفوفة ويزداد وضوح الصورة بزيادة عدد وحدات الصورة. ويسمى عدد الظلال الرمادية في الصورة بالمدى المتحرك (dynamic range) وهذا المدى يشمل المدى العددي لوحدات الصورة، فمثلا المدى المتحرك للعين البشرية يساوي $2^5$ أي ان الصورة تحتوي على 32 ظل رمادي يمتد بين الأبيض والأسود أما المدى المتحرك لحزمة الاشعة السينية النافذة من المريض تكون بحدود $8^{10}$ وبالرغم من أن

العين لا تستطيع التحسس بهذا المدى لكن الحاسوب يستطع ذلك. وكلما ازداد المدى ازداد وضوح الصورة.

تتحول الإشارة الكهربائية الناتجة عن شدة الاشعة السينية النافذة من الجسم الى إشارة رقمية. المعلومات الرقمية تظهر بشكل مصفوفة للصورة.
وكل وحدة للصورة (البكسل) يتراوح بين $2^8$ (0-225)، $2^{16}$(0-1023) أو $2^{16}$ (0-4095).

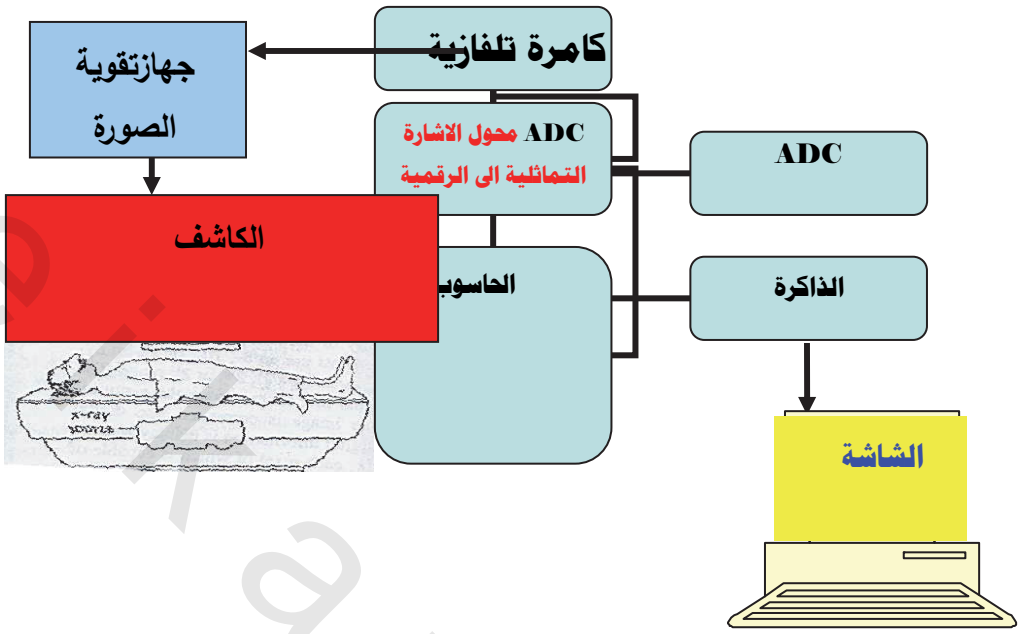
## 2-7 اساس التنظير (الفلورة) الرقمي Digital Fluoroscopy (DF):

الفحص بالتنظير الرقمي يشابه طريقة الفحص بالتنظير التقليدي ماعدا إضافة جهاز الحاسوب وبعض المنظومات المعقدة الأخرى، الشكل ( 7–2) والتي تتضمن طابعة خاصة وبعض المفاتيح لإدخال المعلومات إلى الحاسوب والتعامل مع الذاكرة المركزية للحاسبة بالإضافة لمفاتيح معالجة المعلومات والصورة. تعتمد هذه التقانة على:

**٧ - ٢ -١. مولد الاشعة السينية**:

مقدار التيار المستخدم في الفلورة الرقمية هو مئات من الملي امبيرات بدلا من اقل من 5 ملم أمبير المستخدم في حالة الفلورة الاعتيادية والتي تستخدم تقوية الصورة، و التيار العالي يؤدي الى تلف الجهاز بسبب الحرارة العالية المتولدة إذا استخدم بشكل مستمر بلاضافة للجرعة العالية التي يستملها المريض.لذلك فان زمن التعرض يكون قليلا في حالة التنظير الرقمي وذلك بجعل جهاز الاشعة السينية يفتح ويغلق (on&off) بسرعة كبيرة جدا ويسمى الزمن الذي يكون فيه الجهاز مفتوحا للوصول الى المستوى المناسب من $KV_p$ و mA بزمن الاستفهام Interrogation time إما الزمن الذي يكون فيه الجهاز مغلقا فيسمى زمن الاطفاء extension time ويجب ان يكون زمن الفتح والغلق لا يتجاوز 5 ملي ثانية.

**شكل ( 2-7) منظومة الفلورة(التنظير) الرقمي**




## ٧– ٢ - ٢ النسبة بين الإشارة إلى الضوضاء (SNR) (signal-to-noise ratio):

منظومة الرؤية (الفيديو) المستخدمة في الفلورة التقليدية تستخدم منظومة 525 خط. اما منظومة الفيديو الاعتيادية لها محددان عند استخدامها في منظومات الفلورة الرقمية.فإذا كان عدد الخطوط 525 خط فان نصف عدد الخطوط يظهر في زمن 1/30 ثانية (33 ملي ثانية) والخطوط باجمعها في 1/60 ثانية (17 ملي ثانية) لذلك فان حزمة الالكترونات سوف تظهر بشكل خط يمسح الشاشة من الأعلى إلى الأسفل بزمن (33 ملي ثانية) ثم تعود ثانية من الأعلى إلى الأسفل بنصف الزمن بدون أن تشابك أو تمتزج مع بعضها لذلك تكون الصورة واضحة.أما في التنظير الرقمي فنستخدم منظومة 1000 خط للحصول على صورة أكثر وضوحا.ان طريقة مزج أو تشابك المعلومات من الكاميرا التلفازية تكون مشوشة حيث أن نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) (signal-to-noise ratio) حوالي 1:200 بينما هذه النسبة SNR يجب أن تكون 1:1000 في حالة التنظير الرقمي ، سبب الضوضاء في حالة التنظير الرقمي يعود الى الأجهزة الالكترونية والناتج عن حرارة الفتيل أو فرق الجهد الكهربائي ونتيجة لذلك يتولد تيار كهربائي صغير جدا يسمى تيار الخلفية الكهربائية أو تيار الضوضاء وهي

نفس الضوضاء أو عدم وضوح الصورة في التنظير الاعتيادي والناتجة عن بعض الاسوداد في الصورة من غير إعطاء المعلومات. لذلك ففي التنظير الرقمي فان نسبة (SNR) تكون كبيرة (1:1000) أي إن شدة الإشارة الكهربائية 1000 مرة اكبر من ضوضاء الخلفية الكهربائية. لذلك فان المدى المتحرك في هذه الحالة يكون كبيرا ويزداد وضوح الصورة عندما تكون النسبة (1:1000) فان المدى المتحرك حوالي $2^{10}$ إي إن الصورة أكثر وضوحا لأن المعلومات أكثر تفصيلا كما في الشكل (7-3).

**الشكل (7-3) المعلومات المتوفرة في الفيديو**

**٧ -٢ -٣ -الحاسوب**:

أن أهمية الحاسوب في التنظير الرقمي يعتمد على سعة المعلومات التي يخزنها الحاسوب للحصول على صورة جيدة والمعالجة السريعة لهذه الصور وهذا بدوره يعتمد على كبر مصفوفة الصورة (image matrix size)، منظومة المدى المتحرك ومعدل معالجة الصورة. الإشارة الخارجة من الكاميرا التلفازية تتحول إلى محول الإشارة التماثلية الى الرقمية analog to-digital converter (ADC) والذي يقوم بتحويل الإشارة التماثلية الى الرقمية وهذا المحول يجب ان يكون متماثلا مع الحاسوب (compatible) ويحتوي نفس المدى المتحرك. فمثلا إذا

كان المحول متكون من 8 أجزاء فسوف يحول الإشارة التماثلية الى قيم تتراوح بين صفر–225 وإذا كان يتكون من 10 أجزاء (bit) فانه سوف يحول الإشارة التماثلية الى وحدات تتراوح بين صفر–1023 (صفر–$2^{10}$)، هذه تدخل من (ADC) الى ذاكرة الحاسوب للتعامل معها وتحويلها الى مصفوفة لصورة رقمية تحفظ في الذاكرة.ان المدى المتحرك لكل وحدة للصورة (البكسل)، عدد هذه الوحدات وطريقة الحفظ تحدده سرعة الحصول على الصورة وتحويلها الى الأجهزة الأخرى وعملية طرح الصور (subtraction)

### 3-7 أساس حذف الصور (image subtraction):

يعتمد أساس حذف الصور على حذف أو إخفاء الصور غير المرغوب فيها وإظهار صور للمناطق المطلوب تشخيصها وتتركز فيها المواد المعززة للتباين، ولسوء الحظ فان حزمة الأشعة السينية تكون عريضة لذلك فان الأشعة المتشتتة تقلل من تباين ووضوح الصورة، ولكن يمكن زيادة الوضوح الكترونيا. ويمكن الحصول على الصورة الواضحة بتقانة طرح الصورخلال مرور المادة التي يحقن بها المريض لزيادة تباين الصورة.

**جدول٧ -١ مقارنة بين الطرح المؤقت وطرح الطاقة**

| الطرح المؤقت | طرح الطاقة |
|---|---|
| ١-الفولطية العالية ($kV_p$) المستخدمة ثابتة | ١- الفولطية العالية تفتح وتغلق بسرعة وعلى التعاقب. |
| ٢-مرشحات الأشعة السينية اعتيادية. | ٢-مرشحات الأشعة السينية ينظم عملها أوتوماتيكيا بالفتح والغلق. |
| ٣-قدرة تفريق الصورة جيد جدا | ٣-تحتاج الى شدة عالية للأشعة السينية للحصول على تفريق جيد للصورة. |
| ٤-طريقة الطرح تحتاج الى معالجات رياضية بسيطة. | ٤-طريقة الطرح تحتاج الى معالجات رياضية معقدة. |
| ٥-الوصول الى طرح كامل للأجزاء غير المطلوبة. | ٥-بعض صور الأعضاء لا يمكن طرحها وخاصة العظام. |
| ٦-احتمالات الطرح محددة بعدد الصور. | ٦-احتمالات الطرح كثيرة جدا. |

هناك ثلاثة انواع من الطرح هما الطرح المؤقت (Temporal subtraction)، الطرح بطريقة الطاقة (energy subtraction) والطرح ألهجيني الناتج من مزج الطرحين ( hybrid subtraction) يوضح الجدول (٧ –١) مقارنة بين الطرح المؤقت وطرح الطاقة.

### ٧ – ٣ -١ الطرح المؤقت

يعني الطرح المؤقت هو طرح الصورة المتولدة في زمن معين من الصورة المتكونة في زمن آخر بمساعدة الحاسب، فخلال زرق مادة التباين في الجسم تأخذ الصورة الإشعاعية لجميع الأجزاء التشريحية التي تقع في طريق مرور الأشعة السينية للوصول الى الجزء البيولوجي المستهدف للتصوير ثم تأخذ صورا أخرى لذلك الجزء بعد ملئه بمادة التباين وهناك نوعان من هذا الطرح هما:

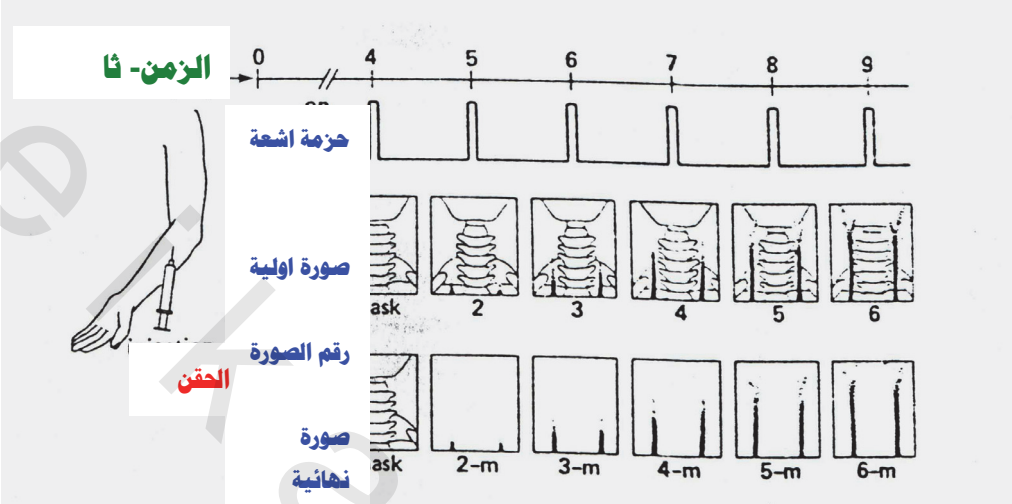
**أ.طريقة الاختفاء (القناع) Mask Mode**:

بوضع المريض على سرير الفحص بحيث يكون الجزء المراد تصويره ضمن مجال جهاز تقوية الصورة. يحقن المريض في الوريد بمادة التباين بكمية يحددها المصور ألشعاعي، وبعد الحقن بمدة 4 - 10 ثانية وقبل وصول مادة التباين الى الجزء المراد تصويره تاخذ صورة اولى بتعريض المريض الى حزمة من الأشعة السينية لغرض التصوير. ويحفظ ذلك الجزء في الذاكرة الأولية للحاسبة ويمكن مشاهدته على الشاشة وتسمى هذه الصورة بصورة القناع والتي تأخذ قبل الزرق، بعد ذلك تؤخذ عدة صور لتلك الأجزاء وتخزن في الذاكرة الأولية وتسمى هذه الصور بصور ما بعد الزرق، يتم طرح هذه الصور من صورة القناع وتخزن في الحاسبة الصورة النهائية أو في قرص مكتنز إذا كانت سعة الحاسبة غير كافية. تستمر عملية الطرح حتى نحصل على صورة واضحة للجزء الذي وصلت إليه مادة التباين.الزمن المستغرق لتعرض المريض للأشعة السينية لكل صورة 33 ملي ثانية،ولأن منظومة التصوير بطيئة الاستجابة لذلك تحتاج الى عدة صور غالبا ما تتراوح بين (4 - 8) تجمع مع بعضها في ذاكرة الحاسبة للحصول على صورة واضحة. هذه العملية تسمى تكامل الصورة (image integration) وبالرغم من إن هذه العملية تولد صورة واضحة المعالم لكنها تزيد من جرعة المريض. الشكل (7- 4)

ويمكن معالجة الصورة بالحاسبة (manually) أو برامج جاهزة. وعند استخدام البرامج فان النتائج أو الصورة المستحصلة تتطابق مع ما يحتاجه التشخيص ألسريري المطلوب. فمثلا لمعرفة جريان الدم في الشريان ألسباتي (carotid) يتم زرق المريض في الوريد العضدي

(brachial vein) وبعد ٢ ثانية من الزرق تأخذ صورة القناع. ثم بعد ٢ ثانية نأخذ صورة أخرى وبعد ٣ ثانية،وبعد ٥ ثانية تأخذ صور أخرى وهلم جرى فإذا كانت صورة القناع غير واضحة نتيجة لحركة المريض أو خطأ في القياس فان الصور الأخرى تعتبر كصورة قناع.

**الشكل (7-4) طريقة القناع في التصوير الرقمي**




الفحص الاعتيادي تأخذ عادة ما يقرب من ٣٠ صورة بالإضافة إلى صور القناع. فمثلا عندما تكون الصورة الخامسة عشر ذات تباين جيد فقد يمكن الحصول على صورة جيدة لذلك العضو من طرح هذه الصورة من الصورة الخامسة مثلا والتي تعتبر صورة القناع او يمكن دمج مجموعة من الصور من الصورة الرابعة الى الصورة الثامنة للحصول على صورة واحدة هي صورة القناع.

**ب-طريقة فرق الزمن (Time intervals difference mode):**

وفي هذه الطريقة يتم طرح الصور اللاحقة بعد الزرق من صورة القناع ويتم فحص كل صورة متكونة حتى يتم الحصول على صورة واضحة المعالم. فمثلا في تشخيص إمراض القلب (cardiac study) فان الصورة تأخذ بعد 5 ثواني من الزرق بمعدل خمسة عشر صورة في الثانية ولمدة 4 ثواني فنحصل بذلك على ٦٠ صورة، هذه الصور تعتبر كأساس من رقم -30 1. كل صورة تخزن بشكل منفصل في ذاكرة الحاسبة. فإذا اعتبر إن الفاصلة الزمنية بين أربع صور هي (68ملي ثانية) فان الصورة الأولى سوف نحصل عليها عند طرح صورة الأساس

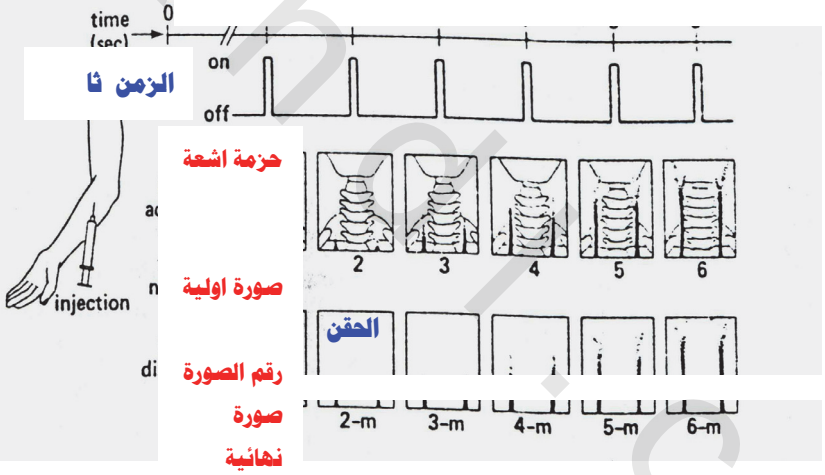
من صورة الأساس رقم 5 ونحصل على الصورة الثانية عند طرح صورة الأساس (2) من صورة الأساس رقم (6) وهكذا كما في شكل (7-5)

وتفحص هذه المجموعات من الصور حتى نحصل على الصورة الجيدة والتي توضح حركة مادة التباين.

**٧ – ٣ -٢ -طرح الطاقة**:

تمتاز طريقة طرح الطاقة بان الصورة يمكن تغيير وضوحها خلال فترة الفحص ولا تحتاج الى مولدات خاصة للفولطية العالية.تستخدم طريقة طرح الطاقة حزمتين من الأشعة السينية بشكل متتالي، للحصول على صورة بطرح مجموعة صور ناتجة عن الاختلاف في الظاهرة الكهروضوئية، وهذه الطريقة تعتمد

**شكل (7-5) الصور حسب طريقة فرق الزمن**




على التغير الحاد في الامتصاص الكهروضوئي عند حافات k لمادة التباين مقارنة بالامتصاص الكهروضوئي للأنسجة الحية والعظام. فعند إدخال مادة اليود الى جسم الإنسان كمادة تباين فان امتصاص الظاهرة الكهروضوئية لليود يتناقص تدرجيا بزيادة طاقة الأشعة السينية ولكن تزداد ظاهرة الامتصاص الكهروضوئي بشكل كبير عند الطاقة 33 كيلو إلكترون– فولط، أما الامتصاص الكهروضوئي فيتناقص بشكل حاد عند هذه الطاقة لكل من العظام والأنسجة الحية.فعند سقوط حزمة من الأشعة السينية ذات طاقة 32 و34 كيلو إلكترون

فولط ($E_1$و$E_2$) على التوالي فان اختلاف امتصاص الطاقة بين اليود والعظام والأنسجة يكون كبيرا لذلك فان الصورة الناتجة عن الطرح يكون لها تباين حاد للصورة.

تحتاج الصور بهذه الطريقة الى أجهزة للأشعة السينية تبعث بحزمتين مختلفتين من الأشعة السينية بشكل متقارب وعلى هذا الأساس هناك طريقتين هما:

١-حزمتين مختلفتين من الأشعة السينية بشكل متناوب عند الطاقتين 70 و90 كيلو إلكترون فولط.

٢-استخدام مرشحات مختلفة في طريق الاشعة السينية على دولاب طيار ومن أهمها 4 ملم من الألمنيوم و2 ملم من النحاس.ونتيجة لاستخدام الطريقتين يمكن الحصول على طيفيين مختلفتين للأشعة السينية ذات طاقات مختلفة.

### ٧- ٣ -٣: الطرح المهجن (Hybrid subtraction)

بعض منظومات الاشعة السينية للتصوير بالفلورة الرقمية تستخدم بدمج طريقتي الطرح وهو الطرح المؤقت وطرح الطاقة. إن الصور المتكونة في هذه الطريقة على فرض عدم حركة المريض تكون واضحة جدا.

### ٧ -٤ -الصور الإشعاعية الرقمية digital Radiography:

الصور الإشعاعية الرقمية لا تستخدم الأفلام كمستقبل للصورة كما في التصوير الإشعاعي التقليدي. حيث يستخدم الإشارة الكهربائية الخارجة من أجهزة الكشف عن الإشعاع والتي تناسب إشارتها الكهربائية مع الاشعة السينية النافذة من جسم المريض، وقد تكون هذه الإشارة إشارة تماثلية ولكنها تحول إلى إشارة رقمية. ويمكن عرض الصورة على شاشة الفيديو بعد معاملتها بالحاسوب. ويمكن اختبار احد الصور المتكونة في الحاسوب كصورة تشخيصية ويسمى هذا النوع بمسح الصورالإشعاعية المعروضة scanned projection radiography هذه الصور مشابهة للصور الإشعاعية الاعتيادية من خلال وجود تراكيب صور الأجزاء التشريحية للجسم ولكنها تختلف عن الصورالإشعاعية الاعتيادية هو خلوها من الاشعة السينية المستطارة مما يؤدي الى زيادة وضوح الصورة وكذلك فان الصور تكون بشكل رقمي مما يسهل عملية الطرح.مساوئ هذه الصور هو قدرة تفريق التباين الواطئة ففي حالة الصور الإشعاعية التقليدية فإنها تصور أجسام أبعادها 100 مايكرو متر بسهولة بينما



obeikandi.com

هذه الطريقة لا يمكنها إن تصور أجسام أبعادها أكثر من 500 مايكرو متر وهذه القدرة في تفريق التباين تكون مناسبة، ويمكن زيادة التباين بزيادة نوع وعدد وسرعة كواشف الإشعاع وتكون الكواشف الغازية أكثر ملائمة لهذا النوع من التصوير.

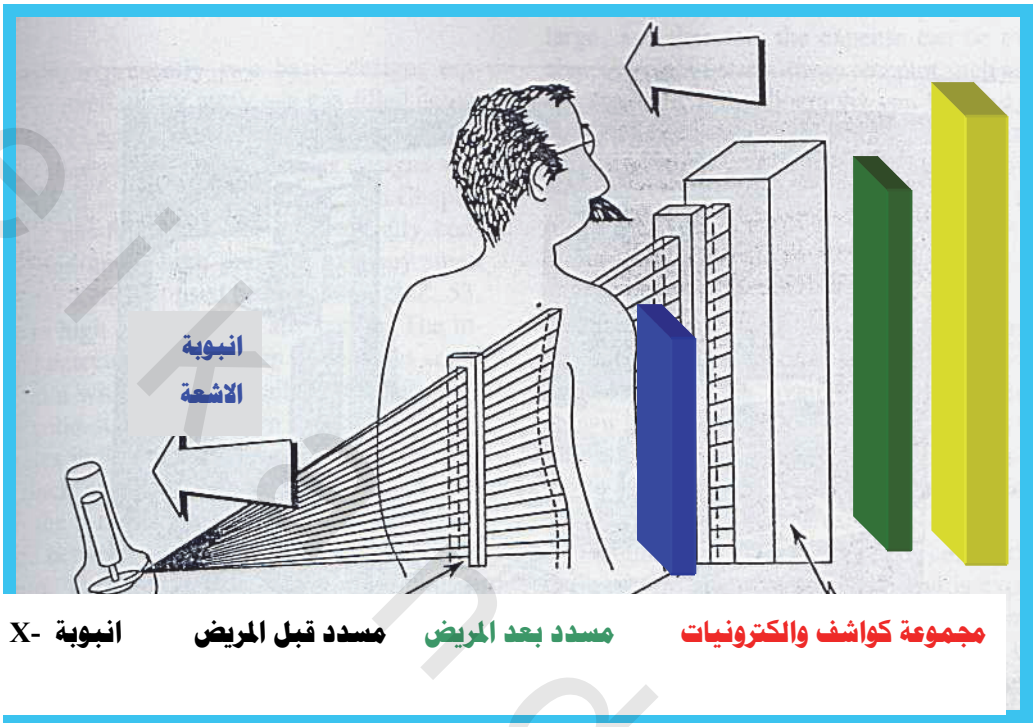
المكونات الأساسية للصور بتقنية مسح الصور الإشعاعية (SPR) موضح في الشكل (7-6) حيث إن الاشعة السينية تكون بشكل حزمة منتشرة باستخدام مجموعة من المسددات والتي تحدد عرض حزمة ضيقة وتميل بزاوية تتراوح بين 30 - 45°.

وهناك نوعان من المسددات الأول قبل سقوط الاشعة على المريض والتي تشكل حزمة الاشعة السينية المروحية،والتي تقلل من الاشعة المستطارة وتقلل من جرعة المريض. والثاني بعد المريض وهذه المسددات تقلل من الاشعة المستطارة وتجعل الاشعة السينية باجمعها تسقط على مجموعة الكواشف حيث أن كل كاشف يستجيب لذلك الجزء من الاشعة السينية الذي يخرق جسم المريض، ومجموعة هذه الاستجابات تكون صورة ذلك الجزء من الجسم.

للحصول على صورة كافية فان منظومة المصدر– الكاشف تبقى ثانية والمريض يتحرك أو بالعكس.

وبعد الحصول على الصورة فإنها تنقل إلى الحاسوب للحصول على صورة تشبه الصور الإشعاعية التقليدية وتسمى هذه العملية مسح الصور الإشعاعية المعروضة (SPR). عندما تكون هذه التقانة مصممة لحركة المريض فإنها تدخل ضمن تقانة التصوير المقطعي المحوسب (CT). وباستخدام الموقع المناسب لانبوبة الاشعة السينية ومجموعة الكواشف يمكن الحصول على صور أمامية، خلفية وجانبية، أما عندما يكون المريض ساكن وتتحرك مجموعة الكواشف والمصدر فيسمى ذلك التصوير ألشعاعي الرقمي (DR).

الشكل (**6-7**) طريقة مسح الصورة




جهاز الاشعة السينية المستعمل في هذه التقانة يحتاج إلى سعة حرارية كبيرة لان التيار المستخدم عالي جدا (500-2000) ملي امبير ، وتعتمد هذه التقانة على نوع الكاشف وكفايتة وتكون الكواشف المستخدمة على نوعين هما الكواشف الغازية أو الوميضية المرتبطة بدايود ضوئي حيث أن الكواشف الغازية تستخدم غاز الزينون تحت ضغط عالي جدا وحجرة الكاشف صغيرة حيث ان المسافة بين الكاثود والانود قد تصل الى 0.5 ملم او اقل، وسبب استخدام الغاز هو عدده الذري العالي (Z=53) لذلك فان احتمال الامتصاص حسب الظاهرة الكهروضوئية يكون كبيرا. أما الكواشف الوميضية فنستخدم مواد وميضية صلبة مثل تنكستات الكادميوم ($CdWo_3$)، يوديد السيزيوم (CsI) أو ايوديد الصوديوم (NaI). إما الدايود الضوئي فيكون من مادة شبه موصلة مثل السليكون أو الجرمانيوم فان الإشارة الخارجة تتناسب طرديا مع شدة الضوء الساقط.أهم محددات (SPR) هو الزمن الطويل للحصول على الصورة ففي التصوير ألشعاعي الاعتيادي يمكن الحصول على الصورة خلال بضع ملي ثانية، أما في حالة التصوير الإشعاعي الرقمي (DR) فان زمن التصوير عدد من الثواني وهذا الزمن الطويل يؤدي الى عدم وضوح الصورة بسبب حركة المريض.يمكن تقليل زمن الحصول على الصورة

في التصوير ألشعاعي الرقمي بنقصان زمن الانتقال في حالة (SPR) أو باستخدام حزمة كبيرة من الاشعة السينية المنتظمة ذات مساحة كبيرة كما في حالة التصوير ألشعاعي التقليدي.لا توجد مشكلة للحصول على حزمة كبيرة ولكن

المشكلة هي تصنيع مستلم للصورة ذات استجابة عالية ومسافة كبيرة.كذلك يمكن استخدام مجموعة من كواشف الحالة الصلبة والتي تحتاج الى منظومات الكترونية معقدة لذلك يكون ثمنها مرتفع، وفي هذه الكواشف يمكن استخدام ثقافة استلام الصورة بالتصوير الجاف (Xeroradiography) والحصول على صورة كهروستاتيكية يمكن تشخيصها باستخدام شعاع دقيق من الليزر والذي تسبب في عودة الالكترونات المختفية في المصائد الى حزمة التكافؤ والتي تبعت بضوء ازرق يؤثر على مضخم ضوئي يرتبط بالعداد فنحصل على إشارة كهربائية تتناسب مع شدة الاشعة السينية الساقطة على العداد، هذه الإشارة يمكن عرضها على أنبوب الاشعة الكاثودية (CRT) أو صورة من طابعة ليزرية. تسمى هذه التقانة من التصوير التشخيصي بالتصوير الإشعاعي المحوسب.

التفريق (resolution) في هذا التشخيص لا يكون بكفاءة التفريق في الاشعة السينية التقليدية، ولكن التباين والوضوح في الصور كبير والجرعة الناتجة تكون قليلة، إن هذه التقانة في طور التطور والبحوث ولكنها ستكون كتقانة واعدة في التصوير ألشعاعي لأنها تعتمد على التصوير الرقمي.

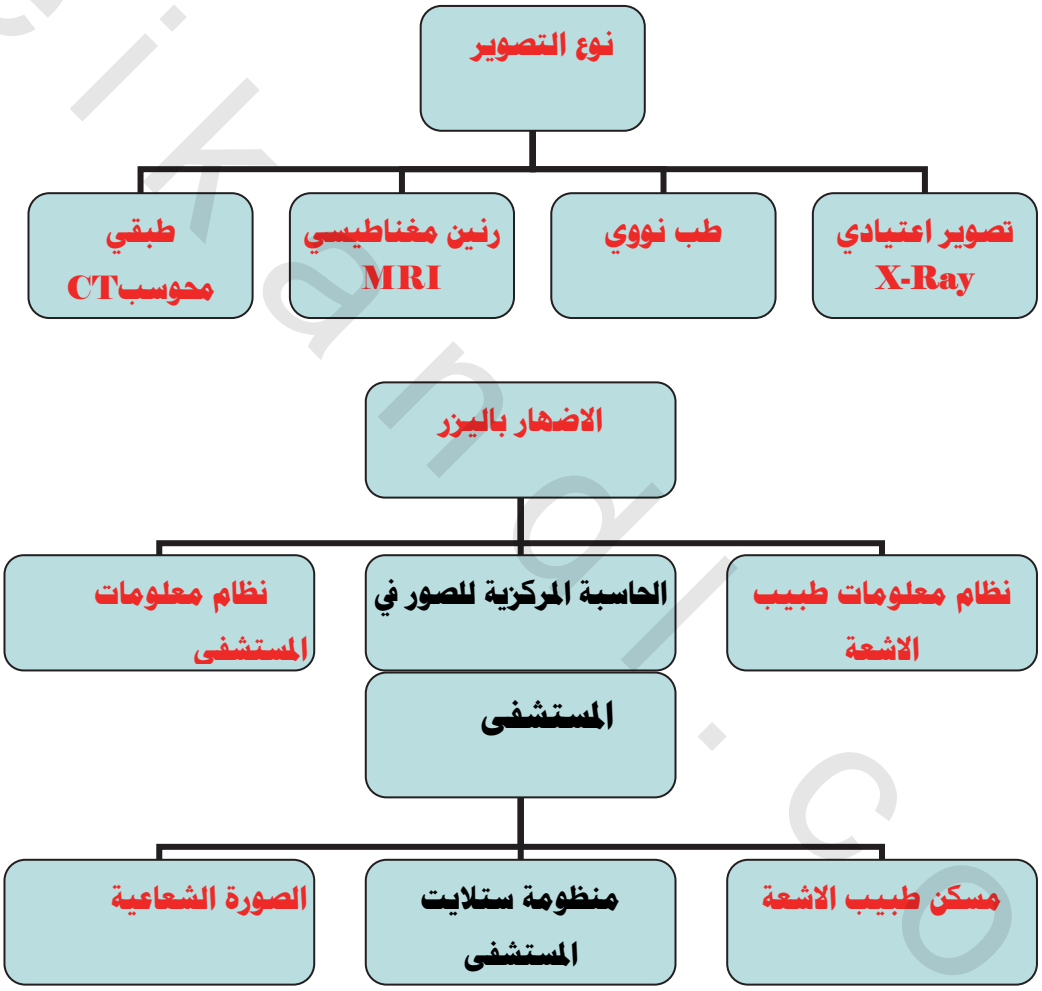
لقد تطور التصوير الرقمي في السنوات الأخيرة بشكل كبيرة وذلك من ناحية وضوح الصورة و حفظها ونقلها الكترونيا من موقع الى آخر لذلك سيتم الاستغناء بشكل كبير عن الأفلام في المستقبل حيث إن منظومة الارشفة والاتصالات (PACS) – Picture Archiving and Communication System– قد تطورت بشكل كبير، حيث إن هذه التسهيلات سوف تساعد على استلام الصورة، تفسرها، وتخزنها بشكل رقمي.

أهم أجزاء هذه المنظومة (PACS) هو منظومة إظهار الصورة، شبكة الحاسوب ومنظومات الخزن.

تتكون منظومة إظهار الصورة من شاشة أنبوبة الاشعة الكاثودية (CRT) والتي تسمى أحيانا محطة الفيديو، وهي شاشة تلفازيه لها قدرة تفريق عالية تصل مصفوفتها الى 2048×2048 بكسل، وتزود الشاشة بلوحة المفاتيح لغرض السيطرة على إظهار الصورة. إما شبكة المعلومات (Network) فتتكون من مجموعة حواسيب وشاشات طرفية في مواقع مختلفة من العمل تتصل بعضها مع البعض الآخر من خلال حاسبة مركزية وتتصل مع بعضها بواسطة أسلاك كهربائية

في الموقع الواحد أو بواسطة الهاتف، إما المواقع البعيدة فيتم ربطها بواسطة الستلايت أو بثها بشكل موجات مايكروية و يمكن نقل الصورة الى مسافات بعيدة والذي يسمى بعلم الاشعة البعيد (teleradiology).شكل7-7.

**شكل7-8 شبكة التصوير الرقمي الحديثة**




تبدأ شبكة المعلومات باستلام الصورة الرقمية لأحد أجهزة الاشعة السينية ثم حفظ هذه الصورة في ملف معين داخل الشبكة.وفي إي وقت يمكن نقل الصورة الى شاشة طرفية داخل أو خارج

ذلك المستشفى، فيمكن نقل صورة الاشعة عبر الحاسب الى غرفة العمليات مثلا أو إلى مسكن طبيب الاشعة لغرض التشخيص وإعادتها بالحاسبة الى غرفة العمليات أو إي مكان آخر يتصل بمنظومة الاتصالات هذه.

obeikandl.com