الاستشعار عن بعد..
وتطبيقات الرادار فى الأرصاد الجوية

يعرف الاستشعار عن بعد بأنه التعرف على طبيعة الأجسام دون لمسها، ولقد اعتبرت العين والأذن البشريتين أولى أدوات الاستشعار التى اعتمد عليها الإنسان لاستكشاف محيطه، ومع تقدم العلوم أخذ الإنسان بابتكار وسائل جديدة لذلك، حيث يعتبر حالياً القمر الصناعى والرادار من أهم الأدوات التى تستخدم فى استكشاف ما هو مجهول، مجال الأرصاد والتنبؤات الجوية كغيرها من المجالات الأخرى استفادت من التقدم العلمى ووظفت هذه الابتكارات فى خدمتها.

إعداد:
عماد الدين السيد محمد
أخصائى ثان - إدارة الاستشعار عن بعد

تتميز الرادارات والأقمار الصناعية بقدرة هائلة على تغطية مساحات واسعة ومن هنا انتشر استخدامها فى مجالات كثيرة مثل المسح الجيوغراف والطبوغرافى، الزراعة، البيئة، الفلك، المراقبة، إدارة الكوارث، التجسس العسكرى وتحديد الأبعاد، أما فى مجال الأرصاد والتنبؤات الجوية فتتجلى فائدتها فى القدرة على رصد مساحات واسعة فى أزمان دورية متتالية وسريعة للتعرف على الظواهر الجوية بشكل أدق وأسرع.

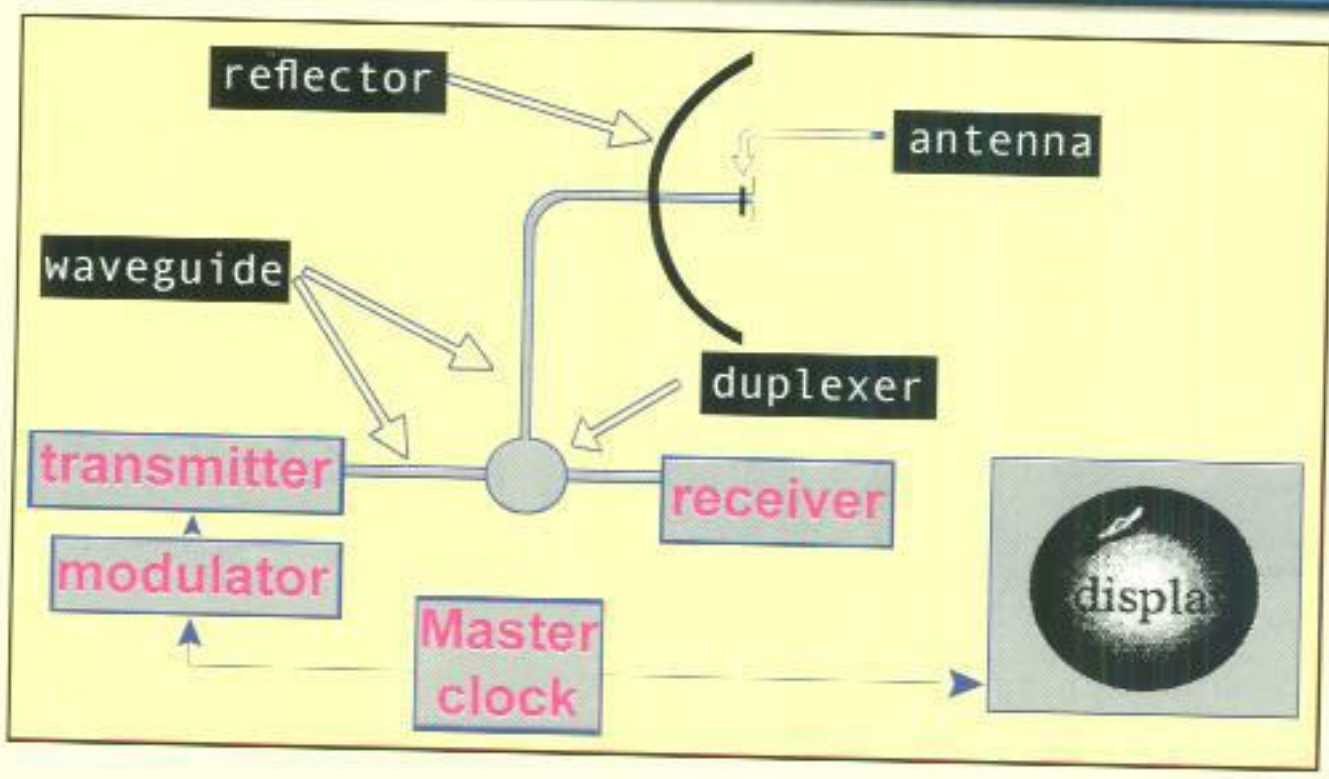
تعتمد آلية العمل فى كل من القمر الصناعى والرادار على استقبال الإشعاع الكهرومغناطيسى القادم من جهة الجسم المراد استكشافه «استشعاره» وهذا الإشعاع قد يكون نتيجة إحدى حالتين:

١- إشعاع صادر عن الجسم نتيجة حرارته الداخلية حيث إن كل جسم له درجة حرارة أعلى من الصفر المطلق.

٢- إشعاع منعكس من الجسم وفى هذه الحال أما أن يكون مصدر الإشعاع الذى سقط على الجسم وانعكس منه جسم آخر أو مجس أداة الاستشعار نفسها.

وبدراسة خصائص الإشعاع القادم من الجسم «المراد استشعاره» يمكن معرفة الكثير عن خصائصه الفيزيائية والكيميائية وتركيبه الهندسى.

. تتميز الرادارات عن الأقمار الصناعية بآلية عمل المجسات «Sensors» الموجودة فيها حيث إن مجسات الرادارات هى من النوع الإيجابى «active sensors» أى التى ترسل إشعاع كهرومغناطيسى باتجاه الجسم الهدف ثم تلتقط الإشعاع المرتد عنه ويمكن أن تكون هذه الإشارة المرسلة نبضة مفردة واحدة أو نبضات مستمرة وفى هذه الحال يسمى الرادار بدوبلر رادار نسبة إلى العالم دوبلر الذى كان أول من لاحظ ظاهرة دوبلر «وهى تغير تردد الذبذبات الصادرة عن الجسم المتحرك حسب حركته بالزيادة



إذا كان مقترباً من المراقب أو بالنقصان إذا كان مبتعداً» وفى الأرصاد الجوية يستخدم الرادار الجوى المستمر النبضات لتحديد مواقع السحب وكيفية حركتها.

أما فى الأقمار الصناعية فإن غالبية المجسات المستخدمة هى من النوع السلبى «passive sensors» أى التى تستقبل الإشعاع المرسل من الجسم أصلاً أو الإشعاع المنعكس من الجسم الهدف.

الرادار «Radar»: Radio Detection And Ranging

يستخدم الرادار منذ ما قبل الحرب العالمية الثانية فى أغراض الحرب، وكان أول استخدام له فى مجال الأرصاد الجوية عام ١٩٤١ لتحديد الأماكن الممطرة.

ويرتكز نظام الرادار على أربعة عناصر أساسية:

١- محول Transmitter

٢- هوائى Antenna

٣- مستقبل Receiver

٤- شاشة عرض Display

يقوم المحول بإنتاج إشارات كهربية ليرسلها الهوائى على هيئة موجات كهرومغناطيسية كما يقوم أيضا بالتقاط الموجات العائدة ومن ثم تحويلها إلى المستقبل الذى يحلل هذه الموجات ثم يحولها إلى شاشة العرض.

وهناك مجموعة متنوعة من رادار الترددات المستخدمة لأسباب مختلفة.. الجدول التالى يبين الترددات المختلفة المستخدمة للرادار.

- الموجات k و w موجات لها تردد عال وطول موجى صغير تستخدم فى استكشاف السحب.
- Xو C و S تستخدم لاستكشاف الهطول والامطار الخفيفة.

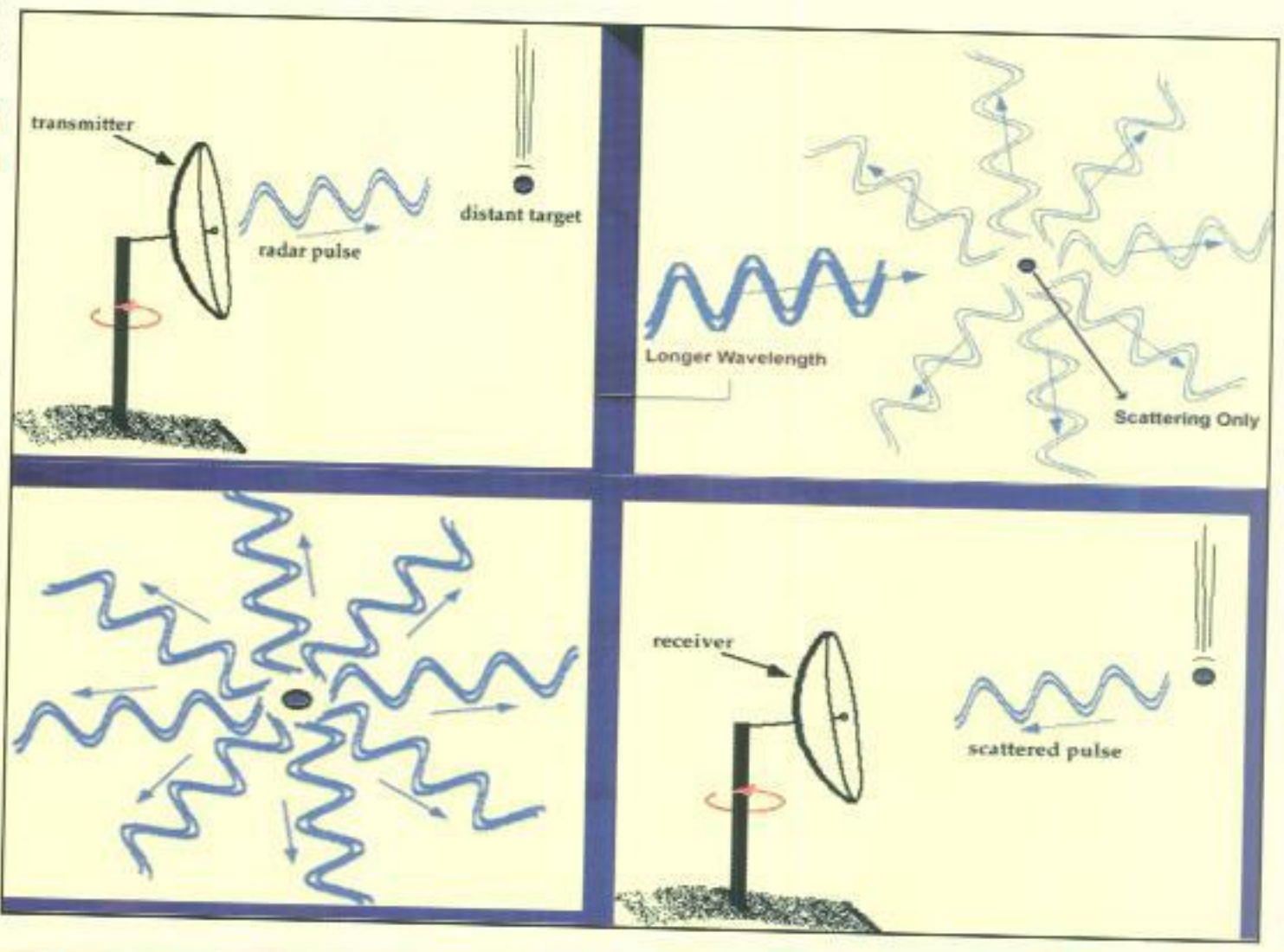
اهم تطبيقات الرادار فى الأرصاد الجوية:

١ ـ الانعكاس Reflectivity

وهى قدرة الموجات العائدة من الهدف وفى حالة عدم وجود هدف فانه لا يوجد اشارات عائدة Echo

بصرف النظر إذا كانت هذه الاشارات عائدة من طائرات، طيور، ثلوج، أو امطار.

وحدة قياس الانعكاس هى DBZ والقيمة الأكبر لـ تدل علىDBz

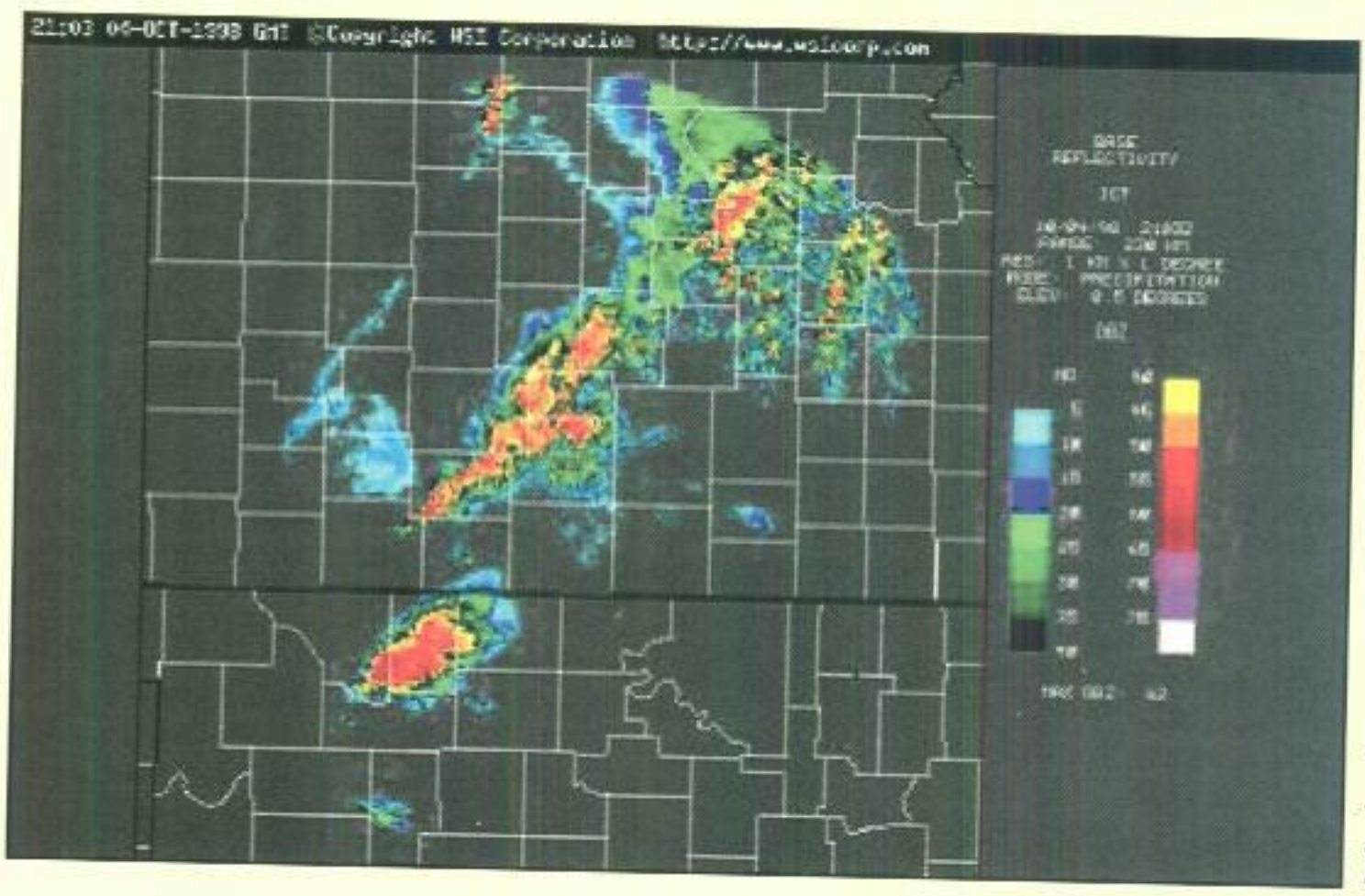


Radar bands

Radar Band	Frequency (f)*	Wavelength (λ)*
L	1 – 2 GHz	15 – 30 cm
S	2 – 4 GHz	8 – 15 cm
C	4 – 8 GHz	4 – 8 cm
X	8 – 12 GHz	2.5 – 4 cm
K_u	12 – 18 GHz	1.7 – 2.5 cm
K	18 – 27 GHz	1.2 – 1.7 cm
K_a	27 – 40 GHz	0.75 – 1.2 cm
W	40 – 300 GHz	1 – 7.5 mm

* Note: $\lambda f = c$

Adapted from Rinehart (2004)



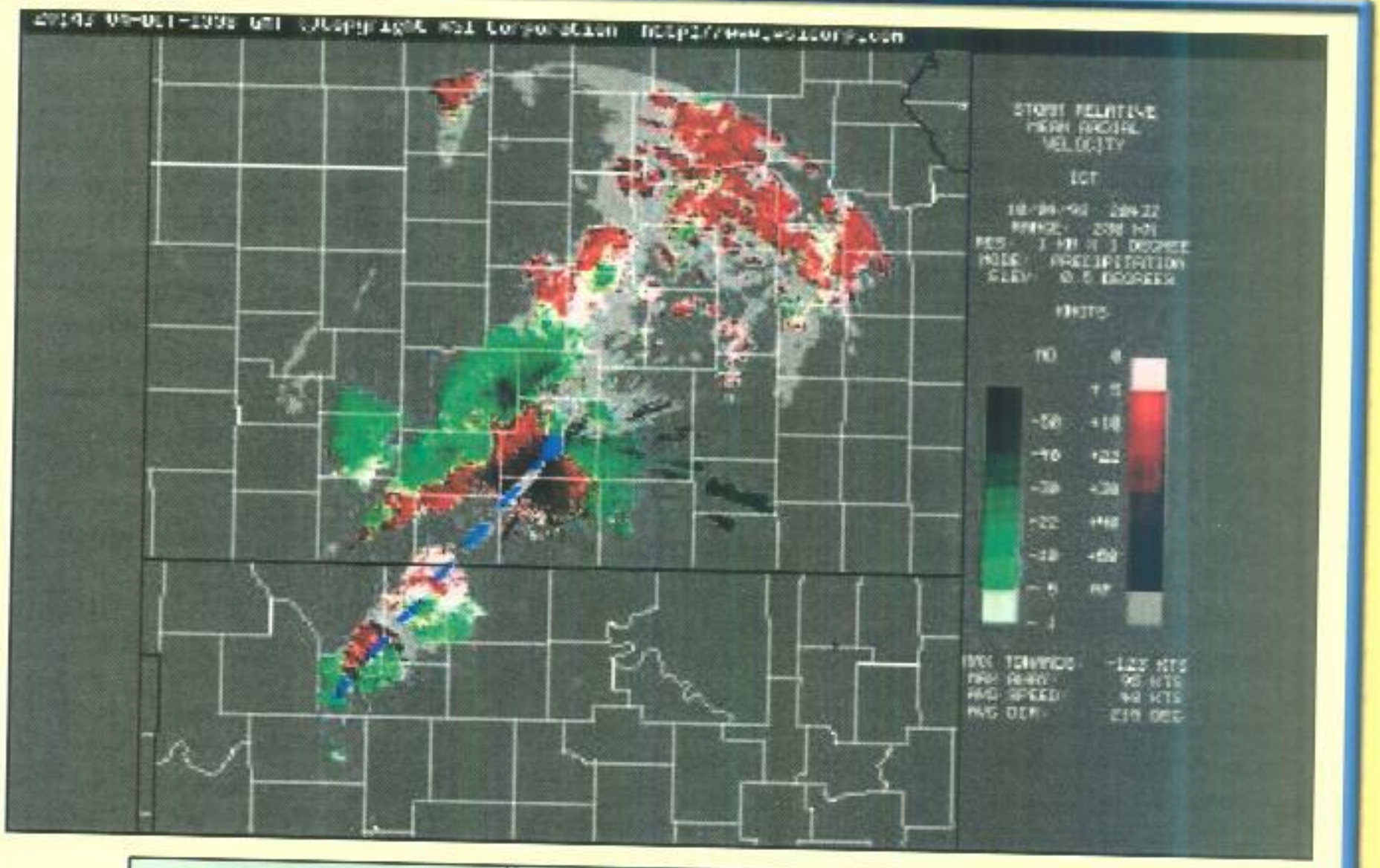
القدرة الأكبر للإشارات المنعكسة أو المستقبلة بواسطة الرادار.

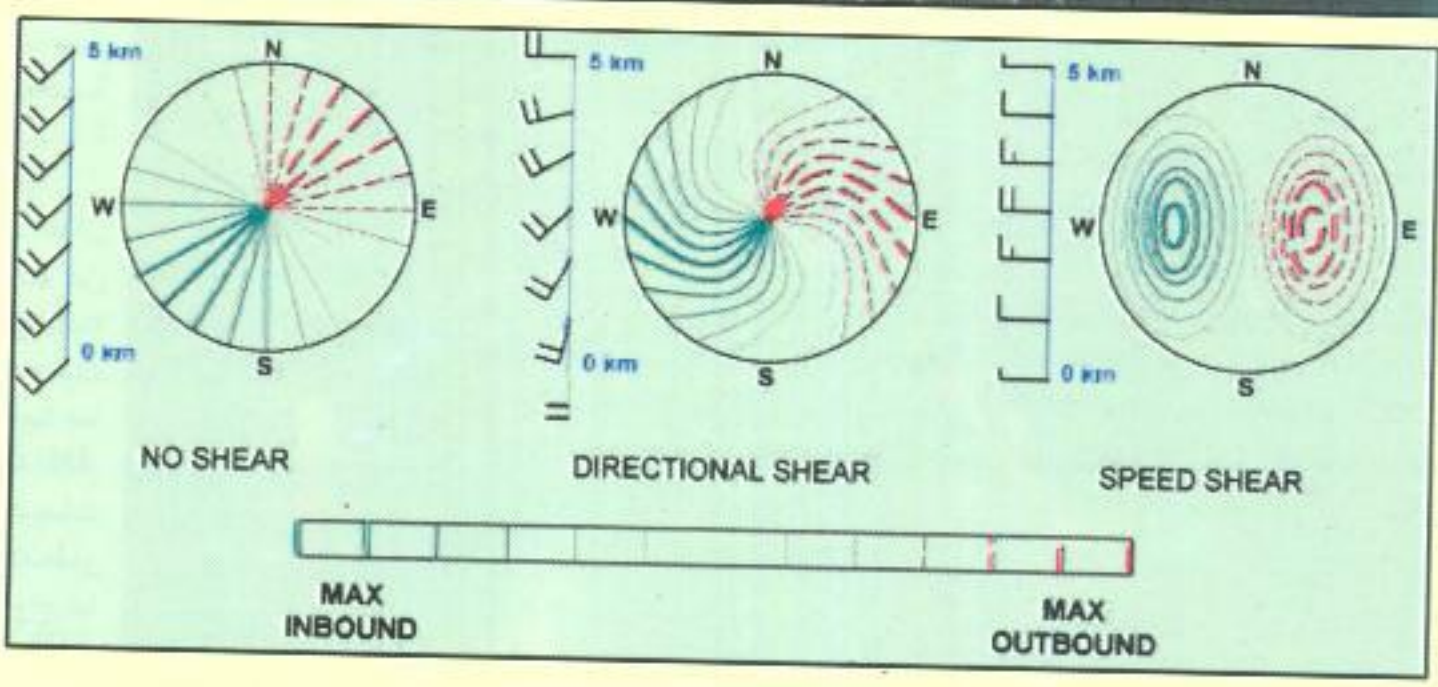
وعلى سبيل المثال الموجات المرتدة من الثلوج الخفيفة تكون ضعيفة حيث تتراوح قيمتها ما بين ٥ ـ ٢٠ DBZ، بينما الموجات المرتدة من الامطار المتوسطة تتراوح ما بين ٣٠ ـ ٤٥ DBZ، أما الموجات المرتدة من حبات البرد تتراوح ما بين ٦٠ ـ ٧٠ DBZ، الامر الذى يعطى خصائص عن حالة الهطول.

ـ يلزم لبرمجيات نظام الرادار استخدام معدلات مختلفة لحساب قيم اعتمادا على ما إذا كان فىDBZ المناطق المدارية او فى مناطق العروض الوسطى، وفى الصورة التالية هناك بعض عواصف رعدية قوية ومتفرقة فى جنوب كنساس، وهناك عاصفة مكثفة للغاية فى شمال غرب أوكلاهوما.

٢ ـ السرعة الإشعاعية Radial velocity

يمكن لرادار دوبلر تحديد السرعة





الإشعاعية وهو مؤشر جيد للتنبؤات قصيرة المدى والانذار لسوء الأحوال الجوية.

ـ لا يمكن لرادار واحد ان يرى منخفض بشكل كامل «سواء كان mesocyclone، اعصار، الخ» بل يمكن تحديد مركبات الرياح التى تتجه نحو أو بعيدا عن الرادار ومركبة الرياح المماسية تظهر بسرعة منخفضة جدا.

فى الصورة التالية نجد ان الجانب الايمن من الخط «الجزء الاحمر» يتحرك بعيدا عن الرادار فى حين ان الجزء الايسر من الخط «الجزء الاخضر» يتجه نحو الرادار بسرعة حوالى ٣٠ عقدة فى اتجاه عقارب الساعة.

بهذا يمكن لنظام الرادار تقديم صورة مقطعية جيدة لطبقات الجو المختلفة VERTICAL PROFILES ويمكن ايضا من هذه الصور الاستدلال على خصائص الرياح فى الجزء السفلى من طبقى التروبوسفير.

ويبين الشكل التالى ثلاثة أمثلة، مركز كل دائرة يمثل موقع الرادار، والحدود الخارجية للدائرة تمثل مسافة نحو ٢٣٠ كم تقريبا من موقع الرادار مع زاوية مسح ضوئى ٥ ،٠درجة والخط العمودى يسار كل دائرة يمثل اتجاهات الرياح فى طبقات الجو حتى ارتفاع ٥ كم، علما بان، فى مركز الدائرة، الارتفاع هو صفر وعلى حافة الدائرة الارتفاع حوالى ٥ كم.