2 -5 الأقمار الصناعية(Satellite):

تعتبر الأقمار الصناعية هي الوسيلة الأكثر استخداما في علم الاستشعار عن بعد هذه الأيام، وذلك يرجع لعدة أسباب من أهمها:

1 - توفير معلومات لمعظم أجزاء الأرض.

2 - عدم وجود قيود سياسية.

3 - الانخفاض النسبي لتكاليف الحصول على بيانات مقارنة بالوسائل الجوية.

4 - التكرار الزمني لاستشعار أي منطقة على سطح الأرض.

5 - إمكانية الحصول على المعلومات مباشرة أثناء التصوير.

6 - إمكانية الحصول على المعلومات على شكل صور رقمية مباشرة.

ويمكن تصنيف الأقمار الصناعية من حيث الدقة التمييزية المكانية إلى ثلاثة أقسام هي:

1. **أقمار ذات دقة مكانية عالية**، وأكثر استخداماتها في التخطيط الحضري أو عمليات التجسس أو الأهداف العسكرية، مثل قمر QuickBird بدقة بعدية 61 سم.
2. **أقمار ذات دقة مكانية متوسطة**، وأكثر استخداماتها في التطبيقات البيئية، الريفية والزراعية، و التخطيط الإقليمي، مثل قمر Landsat-7 بدقة مكانية 30 متر.
3. **أقمار ذات دقة مكانية منخفضة**، وأكثر استخداماتها في رصد الأحوال الجوية وتطبيقات الطقس، مثل قمر NOAA-17 بدقة مكانية 1 كيلومتر.

و لا يمكننا حصر الكم الهائل من التطور الملحوظ و المتسارع في هذه التقنية، لذلك سوف نتطرق إلى قمرين من كل قسم، ثم نورد جدولاً عاماً فيه بعض الأقمار الحالية والمستقبلية.

2 -5 -1 القمر الصناعي أيكونس (IKONOS) والقمر الصناعي كويك بيرد (Quick Bird):

وهذا القمران من الأقمار عالية الدقة ويمتازان بأنهما أكثر الأقمار التجارية رواجا، ودقة المكانية العالية التي تصل إلى 1 متر في IKONOS و 60سم في QUICKBIRD، وسعرهما المناسب، وكما ذكرنا فإنه أكثر ما تستخدم منتجات هذين القمرين في التطبيقات الحضرية والعسكرية وفيما يلي جدول يوضح أهم خصائصهما (جدول 2 -2).

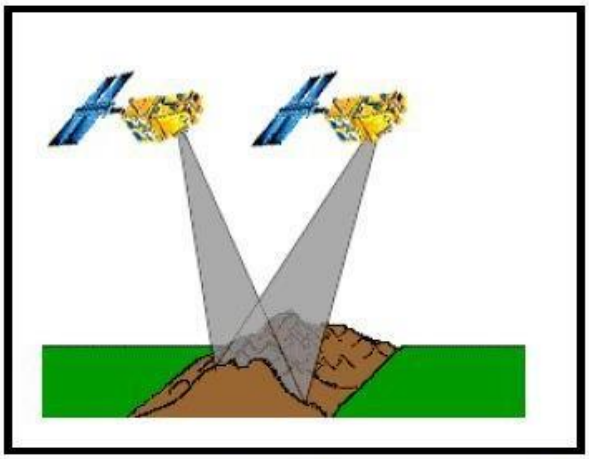
جدول (2 -2): مواصفات القمرين (IKONOS – QUICKBIRD)

QUICKBIRD	IKONOS	أسم القمر الصناعي
		شكل القمر
October 18, 2001	24 September 1999	تاريخ الإطلاق
Nadir: (عند مسار القمر) 61 cm panchromatic 2.44 m Multispectral **25° Off-Nadir** بزاوية 25 درجة عن مسار القمر) 72 cm panchromatic 2.88 m Multispectral	**Nadir:** (عند مسار القمر) 0.82 m panchromatic 3.2 m Multispectral **26° Off-Nadir**: (بزاوية 26 درجة عن مسار القمر 1.0 m panchromatic 4.0 m Multispectral	الدقة التمييزية المكانية **Spatial Resolution**
Panchromatic: µm 0.900 – 0.45 Multispectral: Band 1: Blue 0.45 – 0.52 µm Band 2: Green 0.52 – 0.60 µm Band 3: Red 0.63 – 0.69 µm Band 4: Near IR 0.76 – 0.90 µm	Panchromatic: µm 0.929 – 0.526 Multispectral: Band 1: Blue 0.445 – 0.516 µm Band 2: Green0.506 – 0.595 µm Band 3: Red 0.632 – 0.698 µm Band 4: Near IR 0.757 – 0.853 µm	الدقة التمييزية الإشعاعية **Radiometric** **Resolution**
16.5 km x 16.5 km at nadir	11.3 kilometers at nadir 13.8 kilometers at 26° off-nadir	التغطية المكانية **Swath**
23-meter horizontal (CE90%)	12-m horizontal and 10-m vertical accuracy with no ground control 2-m horizontal and 3-m vertical accuracy with ground control These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal and 90% LE (linear error) for the vertical	صحة الضبط **Accuracy**
kilometers 450	681 kilometers	الارتفاع عن سطح الأرض **Altitude**
97.2 degree	98.1 degrees	**Inclination** زاوية الميل
10:30 a.m.	10:30 a.m.	وقت عبور خط الاستواء
1-3.5 days depending on latitude (30°off-nadir)	3 days at 1-meter resolution, 40° latitude	الدقة التمييزية الزمنية **Temporal Resolution**
93.5 minutes	98 minutes	**Orbit time**
Sun-synchronous	Sun-synchronous	نوع المدار
bits per pixel = 2^{11} = 2048 level- 11	11-bits per pixel = 2^{11} = 2048 level	الدقة التمييزية الإشعاعية **Radiometric Resolution**

2 -5 -2 القمر الصناعي Landsat-7 والقمر الصناعي SOPT-5:

إن سلسلة الأقمار الأمريكية والفرنسية من أوائل الأقمار الصناعي في علم الاستشعار عن بعد. وكما ذكرنا سابقا أن أكثر استخداماتها في التطبيقات الريفية والدراسات البيئية حيث الدقة المتوسطة المتراوحة بين 30 متر إلى 5 متر في القمر الفرنسي SPOT-5. والجدير بالذكر أن صور القمر الصناعي Landsat مناسبة للداراسات التي تتطلب صور تاريخ قديم للمقارنة، وذلك لتوفرها بكثرة ولجميع الكرة الأرضية تقريبا.

و من ميزات القمر الفرنسي المرآة المتحركة التي يمكن أن تميل إلى الشرق أو الغرب وبشكل تدريجي بزاوية من صفر – 27 درجة، وبذلك تسمح بمسح منطقة بعرض 950 كم مركزها مسار القمر الصناعي. وهذه المرآة تسمح باستشعار أي مكان على خط الاستواء 7 مرات خلال 26 يوما التي يغطي فيها القمر الصناعي سطح الأرض، وعلى خط عرض 45 درجة تستشعر المنطقة 11 مرة خلال نفس الفترة. وبفضل هذه الميزة يمكن تكوين الرؤية المجسمة باستخدام منظرين لنفس المنطقة(شكل2 -14)، على أن تكون مسجلة في مدارين مختلفين، وأن تكون زوايا الاستشعار مختلفة. وفي الجدول (2 -3) نلخص أهم مواصفات هذين القمرين.



شكل (2 -14): الرؤية المجسمة بفضل المرآة المتحركة في القمر الفرنسي SPOT

2 -5 -3 القمر الصناعي NOAA:

وهذا القمر يستخدم في رصد الأحوال الجوية ومراقبة الفيضانات، ورسم مخططات درجة حرارة المياه، ومخططات غطاء الثلوج، ومخططات الزراعة، والتطبيقات الجيولوجية، ودراسة أنواع التربة. ولذلك نلاحظ أن دقة التمييزية المكانية كبيرة وهي تقريبا 1 كيلو متر، ويغطي مساحات كبيرة في المنظر الواحد.

2 -5 -4 الأقمار الصناعية المستقبلية:

ولأهمية هذا العلم نجد أن الدول تسعى إلى تطوير وامتلاك هذه الأقمار التي كما ذكرنا سابقا هي أهم مصادره. وفي الجدول (2 -4) نذكر بعض الأقمار الحالية والمستقبلية بشكل مختصر.

جدول (2 -3): مواصفات القمرين (SPOT-5 – Landsat-7)

SPOT-5	Landsat-7	أسم القمر الصناعي
		شكل القمر
	April 15, 1999	تاريخ الإطلاق
Panchromatic 2.5 m or 5m B1-B3: 10m B4: 20 m	m for Panchromatic 15 m for multispectral 30 m for thermal 60	الدقة التمييزية المكانية **Spatial Resolution**
Panchromatic: µm 071 – 0.48 Multispectral: B1: Green 0.50 – 0.59 µm B2: Red 0.61 – 0.68 µm B3: Near IR 0.78 – 0.89 µm B4: MIR 1.58-1.75 µm	Panchromatic: µm 0.90 – 0.50 Multispectral: Band 1: Blue 0.45 – 0.515 µm Band 2: Green 0.525 – 0.605 µm Band 3: Red 0.63 – 0.69 µm Band 4: Near IR 0.775 – 0.90 µm Band 5: Mid IR 1.55-1.75 µm Band 6: Thermal IR 10.4-12.5 µm Band 7: Mid IR 2.09-2.35 µm	الدقة التمييزية الإشعاعية **Radiometric Resolution**
120 km (60km x 2) x 80 km	185 km x 170 km	التغطية المكانية **Swath**
m with no ground control 50	250 m horizontal accuracy with no ground control m horizontal accuracy with ground 15 control These are specified as 90% CE (circular error) for the horizontal	**صحة الضبط** **Accuracy**
km 832	705 kilometers	الارتفاع عن سطح الأرض**Altitude**
98 degrees	98.2 degrees	زاوية الميل **Inclination**
10.30 a.m.	9:45 a.m.	وقت عبور خط الاستواء
26 days	16 days	الدقة التمييزية الزمنية **Temporal Resolution**
101 minutes	98.9 minutes	**Orbit time**
Sun-synchronous	Sun-synchronous	نوع المدار
bit = 2^8 = 256 level 8		الدقة التمييزية الإشعاعية **Radiometric Resolution**

جدول (2 -4): مواصفات بعض الأقمار الحالية والمستقبلية

LAUNCH Date تاريخ الإطلاق (المتوقع)	SATELLITE Name أسم القمر	COUNTRY الدولة	الدقة التمييزية المكانية Spatial Resolution		Swath التغطية المكانية
			PAN RES. M	MS RES. M	
03/01/1984	Landsat 5	US	30	185	
01/22/1990	SPOT-2	France	10	20	120
09/29/1997	IRS 1D	India	6	23	70, 142
03/24/1998	SPOT-4	France	10	20	120
04/15/1999	Landsat 7	US	15	30	185
09/24/1999	IKONOS-2	US	1	4	11
12/20/1999	KOMPSAT-1	Korea	6.6	17	
12/05/2000	EROS A1	Israel	1.8	14	
06/28/2000	Tsinghua-1 (SSTL)	China	39	600	
12/07/2000	EO-1	US	10	30	37
03/12/2000	MTI	US	5, 20	12	
10/18/2001	QuickBird-2	US	0.6	2.5	16
10/22/2001	Proba	ESA	8	18, 36	14
05/04/2002	SPOT-5	France	2.5	10	120
06/26/2003	OrbView 3	US	1	4	8
09/27/2003	DMC BilSat (SSTL)	Turkey	12	26	52
09/27/2003	DMC NigeriaSat-1 (SSTL)	Nigeria	32	600	
09/27/2003	DMC UK (SSTL)	UK	32	600	
10/17/2003	IRS ResourceSat-1	India	6	6, 23	24, 140
10/21/2003	CBERS-2	China/Brazil	20	20	113
12/01/2004	DMC ThaiPhat (SSTL)	Thailand	36	600	
04/20/2004	RocSat2	Taiwan	2	8	24
06/30/2004	Resurs DK-#1	Russia	1	3	28
11/15/2004	KOMPSAT-2	Korea	1	4	15
12/15/2004	MONITOR-E #1	Russia	8	20	94, 160
12/15/2004	SICH-1M #1	Russia	24	24	48
03/01/2005	DMC China DMC	China	4	32	600
03/01/2005	TopSat (SSTL)	UK	2.5	5	10, 15
05/01/2005	DMC VinSat-1	Vietnam	32	600	
06/01/2005	ALOS	Japan	2.5	10	35, 70
03/01/2006	EROS B	Israel	0.7	7	
01/15/2006	CBERS-2B	China/Brazil	20	20	113
01/15/2006	IRS ResourceSat-2	India	6	6, 23	24, 140
01/15/2006	X-Sat	Singapore	10	50	
06/01/2007	RapidEye-A	Germany	6.5	78	
06/01/2007	RapidEye-B	Germany	6.5	78	
03/01/2008	EROS C	Israel	0.7	2.5	16
05/01/2008	CBERS-3	China/Brazil	5	20	60, 120
07/01/2008	Pleiades-1	France	0.7	2.8	20
06/30/2008	LDCM	US	10	30	177
07/01/2009	Pleiades-2	France	0.7	2.8	20
06/01/2010	CBERS-4	China/Brazil	5	20	60, 120