الفصل السابع

المحطات الفضائية الأمريكية

7-1 : معمل الفضاء
7-1-1 : انجازات المعمل فى المدار
7-1-2 : هجر المحطة والعودة
7-2 : مكوك الفضاء
7-2-1 : وصف المكوك
7-2-2 : الخزان الخارجى
7-2-3 : الصواريخ الدافعة الصلبةِ
7-2-4 : مسار الرَحلة
7-2-4-1 : الإنطلاق
7-2-4-2 : فى المدار
7-2-4-3 : العودة إلى الأرض
7-2-5 : كوارث مكوكِ الفضاء
7-3 : المحطة الفضائية
7-3-1 : الهـدف
7-3-2 : البحث العلمى
7-3-3 : تجميع وتركيب محطة الفضاء
7-3-3-1 : وحدات مكيفة الضغط
7-3-4 : النظام الكهربائى للمحطة
7-3-5 : مراقبة وضع المحطة
7-3-6 : الجاذبية
7-3-7 : التحكم البيئ
7-3-8 : رؤية المحطة

المحطات الفضائية الأمريكية

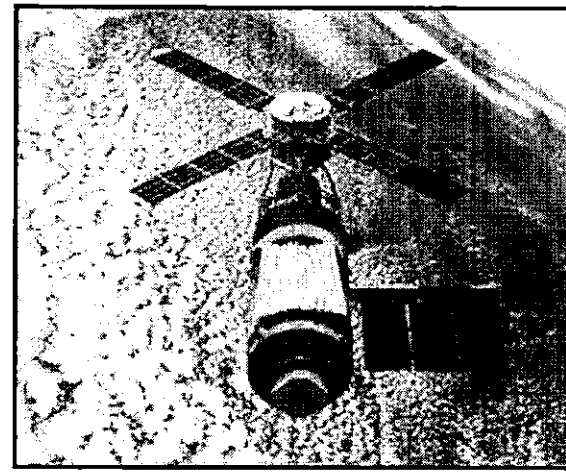
1-7 : معمل الفضاء سكايلاب [30]:

كانت سكايلاب اول محطة فضاء دولية للولايات المتحدة الشكل (7-1)، وهي محطة الفضاء الدولية الثانية التي زارها طاقم بشري. كما كانت المحطة الفضائية الوحيدة التي أطلقتها وكالة ناسا. وتزن محطة الفضاء 100 طن وكانت في مدار حول الأرض منذ 1973 حتي 1979، وزارها أطقم من رواد فضاء ثلاث مرات في عامي 1973 و 1974.

أطلقت سكايلاب يوم 14 مايو 1973 بواسطة الصاروخ ساتيرن ن ت-21 **Saturn INT-21** (وهو نسخة ذات مرحلتين من صاروخ ساتيرن الخامس **Saturn V**) إلى مدارها على ارتفاع 435 كم. يشار لعملية الاطلاق أحيانا بسكايلاب-1 (**Skylab 1**)، أو **SL-1.** وأثناء الإطلاق لحق بها ضررا شديد، بما في ذلك خسارة الدرع المضاد للنيازك/ مظلة الشمس وواحدة من الألواح الشمسية الرئيسية. زاد حطام الدرع الواقي من النيازك من تعقيد الأمور حيث تعلقت ببقايا لوحة الخلايا الشمسية على جانب المحطة، ومنعت فردها، وبالتالي سبب هذا عجزا هائلا في الطاقة على المحطة. خضعت المحطة لإصلاحات واسعة النطاق خلال عملية سير من قبل رواد الطاقم الاول في الفضاء، والذي اطلق يوم 25 مايو عام 1973 (الرحلة **SL-2**) بواسطة صاروخ ساتيرن آى بي (**Saturn IB**). ولو فشل الطاقم في إصلاح سكايلاب في الوقت المناسب، لتسبب في ذوبان العازل البلاستيكي داخل المحطة، وانتاج غازات سامة وجعل سكايلاب غير صالحة تماما للسكن. ومكث الطاقم الأول في المدار على سكايلاب لمدة 28 يوما. تلاها رحلتان إضافيتان في 28 يوليو 1973 (**SL-3**) و 16 نوفمبر 1973 (**SL-4**) ومكثت لمدة 59 و 84 يوما، على التوالي. عاد آخر أطقم سكايلاب إلى الأرض يوم 8 فبراير 1974.

---

[30] http://en.wikipedia.org/wiki/Skylab



الشكل (7-1) منظر سكيلاب من رحلة العودة skylab4.[31]

7-1-1 : انجازات المعمل في المدار :

دارت سكايلاب حول الارض 2،476 مرة خلال 171 يوما و 13 ساعة وسكنتها ثلاث بعثات مأهولة. قام رواد الفضاء بالسير في الفضاء عشرة مرات ما بلغ مجموعه 42 ساعة و 16 دقيقة. سجلت سكايلاب حوالي 2،000 ساعة من التجارب العلمية والطبية، بما فيها ثماني تجارب شمسية. اكتشفت بسبب هذه الجهود ثقوب الاكليل الشمسي **Sun's coronal holes**. كثير من التجارب التي أجريت للتحقق من تكيف رواد الفضاء مع فترات تواجدهم الطويل في حالة انعدام الجاذبية. سجلت كل بعثة لسكايلاب رقما قياسيا لمقدار الوقت الذي قضاه رواد الفضاء في الفضاء.

7-1-2 : هجر المحطة والعودة للأرض :

تم التخلي عن سكايلاب بعد الرحلة **SL-4** في فبراير 1974. في ذلك الوقت لم يكن هناك سوى صاروخ ساتيرن أي بي واحد ترك في المخزن في حين قد تم التبرع بجميع الصواريخ الأخري للمتاحف. والصاروخ الوحيد المتبقي كان سيستخدم لإرسال بعثة ابولو الى مدار للالتقاء مع مركبة الاتحاد السوفيتي سويوز الفضائية في المدار، وهي المهمة التي كانت تسمى ابولو-سويوز. لم تتم الرحلة المأهولة التالية التي كانت ستطلقها ناسا في الفضاء حتى اطلاق أول رحلة للمكوك الفضائي **(STS-1)** الذي انطلق يوم 12 ابريل، 1981.

---

[31] http://www.nasa.gov/mission_pages/skylab/index.html

تركت سكايلاب في مدار انتظار كان من المتوقع أن تستمر فيه ما لا يقل عن ثماني سنوات. كان مكوك الفضاء معد للإلتحام بسكايلاب لرفع المحطة الفضائية إلى ارتفاع آمن أعلى في عام 1979. ومع ذلك، لم يكن المكوك الفضائي جاهز للإنطلاق حتى منتصف عام 1981. سخن زيادة النشاط الشمسي الطبقات الخارجية من الغلاف الجوي للأرض، وبالتالي زادت مقاومة الغلاف الجوي على سكايلاب، مما أدى إلى عودتها المبكرة. في الأسابيع السابقة لموعد عودة سكايلاب، أعاد مركز المراقبة الارضية الاتصال مع سكايلاب ذات الستة أعوام، وكانوا قادرين على اعادة توجيهها لعودة ديناميكية مثالية. عادت سكايلاب في حوالي الساعة 16:37 بالتوقيت العالمي في 11 يوليو 1979. غطت منطقة دخولها الغلاف الجوي منطقة ضيقة حوالي اربعة درجات في خط العرض غطت منطقة من المحيط الهندي وغرب أستراليا.

2-7 : مكوك الفضاء [32]:

مكوك الفضاء **Space Shutlle**، هو جزء من نظام النقل الفضائي **(STS)** ، وهو مركبة فضاء أمريكية تديرها ناسا لإطلاق رحلات مدارية فضائية مأهولة. بدأت أول رحلة من الرحلات التجريبية الأربعة للمكوك عام 1981، ثم بدأت رحلاتها الفعلية اعتبارا من عام 1982. ومن المقرر أن يخرج المكوك من الخدمة عام 2010 بعد 134 اطلاق. شملت الرحلات الرئيسية إطلاق العديد من الأقمار الصناعية ومسابر الكواكب، وإجراء التجارب العلمية الفضائية، وتقديم الخدمات وبناء المحطات الفضائية. وقد تم استخدام مكوك الفضاء المداري في رحلات وكالة ناسا ووزارة الدفاع الأمريكية، ووكالة الفضاء الأوروبية، وألمانيا. تمول الولايات المتحدة عمليات تطوير وتشغيل المكوك.

يحمل المكوك رواد الفضاء والحمولة مثل الأقمار الصناعية أو أجزاء من المحطة الفضائية الدولية إلى مدار أرضي منخفض، في الغلاف الجوي العلوي للأرض أو طبقة الثرموسفير. عادة، يتكون طاقم المكوك من خمسة إلى سبعة افراد، اثنان من افراد الطاقم، هما القائد والطيار، ويعتبروا الحد الأدنى لقيام الرحلة، كما حدث في أول أربعة رحلات اختبارية، من **STS-1** إلى **STS-4** . وتبلغ الحمولة النموذجية للمكوك 22،700 كجم، ولكن يمكن زيادتها تبعا لاختيار شكل الاطلاق.

---

[32] http://en.wikipedia.org/wiki/Space_Shuttle

1-2-7 : وصف المكوك :

صممَ المكوك الفضائي لتكرار استخدامه. يَحْملُ المكوك الحمولاتَ إلى مدارِ الأرضِ المنخفضِ، ويُزوّدُ المحطة الفضائيةِ الدوليةِ **(ISS)** بطواقم دورية من رواد الفضاء، والقيام برحلات صيانة أو تَصليح للأقمار الصناعيةِ. يُستطيع المكوك اَستعادَة الأقمار الصناعية أيضاً وحمولاتَ أخرى مِنْ المدارِ والعودة بها إلى الأرضِ. كُلّ مكوك صُمّمَ ليكون صالح للإطلاق 100 مرةٍ أو العمل 10 سَنَواتٍ.

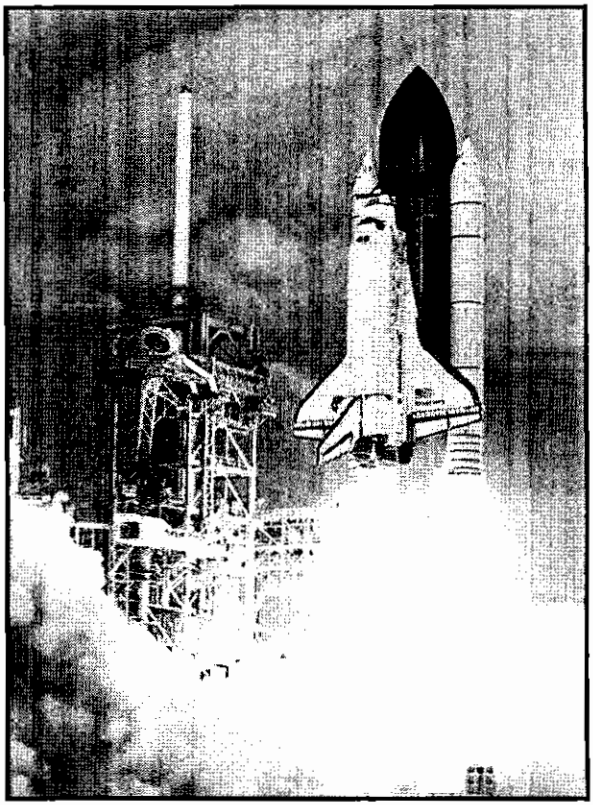
بنيت ست اجيال من المكوك الفضائي صالحة للطيرانِ؛ الأول، انتربريس **Enterprise**، لَمْ يُبْنَ لطيرانِ الفضاءِ المداري، وإستعملَ فقط لأغراضِ الإختبارات. ثم خمسة بنيت للرحلات الفعلية: كولَومبيا **Columbia**، شالنجر **Challenger**، ديسكفري **Discovery**، أتلانطس **Atlantis**، واندیفور **Endeavour**.

كُلّ مكوك فضائي هو نظام إنطلاقِ قابل للإستعمال ثانيةِ مكوّن من ثلاثة اجزاء تجميعية رئيسيةِ : المركبة المدارية **Orbiter vehicle (OV)** وتكون المركبة قابلة للإستعمال ثانيةِ، خزان وقود خارجي كبير برتقالي اللون **Externa Tank (ET)**، وصاروخِان داعمان صلبانِ جانبيان أبيضان اللون **Solid Rocket Boosters (SRBs)** قابلان للإستخدام مرة ثانيةِ الشكل (7-2). يطلق المكوك عموديا مثل الصواريخ التقليدية من منصة اطلاق متنقلة. ثم يرتفع تحت تأثير صاروخي الدعم ذات الوقود الصلب والمحركات الثلاثة الرئيسية، وقودها الهيدروجين السائل والأكسجين السائل الموجود في خزان الوقود الخارجي. لمكوك الفضاء مرحلتي صعود. تستخدم صواريخ الدعم في المرحلة الأولى فقط، بينما تعمل المحركات الرئيسية في كلا من المرحلتين. وبعد دقيقتين من الاقلاع، يتم تحرير صواريخ الدعم، لتبدأ في السقوط في المحيط ويتم انتشالها لإعادة استخدامها. تواصل المركبة المدارية (المكوك والخزان الخارجي) الصعود بقوة المحركات الرئيسية الثلاثة. وعند وصولها إلى المدار، يتم اغلاق المحركات الرئيسية، ويتم التخلص من خزان الوقود الخارجي للهبوط والسقوط ليحترق في الغلاف الجوي (ومع ذلك، فإنه يمكن أعادة استخدامه في تطبيقات مختلفة). ويبدأ بعد ذلك، استخدام نظام المناورة المداري **orbital maneuvering system (OMS)** لضبط استدارة المدار المطلوب.

ينفصل الخزان الخارجي والصاروخان الداعمان ويسقطان أثناء الصعودِ؛ لتدْخلُ المركبة فقط في المدارِ. تطلق المركبة عند العودة بشكل عمودي مثل

الصاروخ التقليدي، وتَنزلقُ في الغلاف الجوي لتستطيع الهبوط افقيا، بعدها تجدّدُ لتَستعملُ ثانيا. عند انفصال الصاروخان الداعمان الصلبانِ يهبطان إلى الأرض بمظلةُ إلى الأرضِ، حيث يمكن انتشالهما مِنْ المحيطِ وأعادتْ ملئهما للإستعمالِ مرة آخرىِ. بالرغم من أن الخزان الخارجيِ لايستعمل غالباً، الا انه يمكن اعادة استعمالها مرة اخرى.

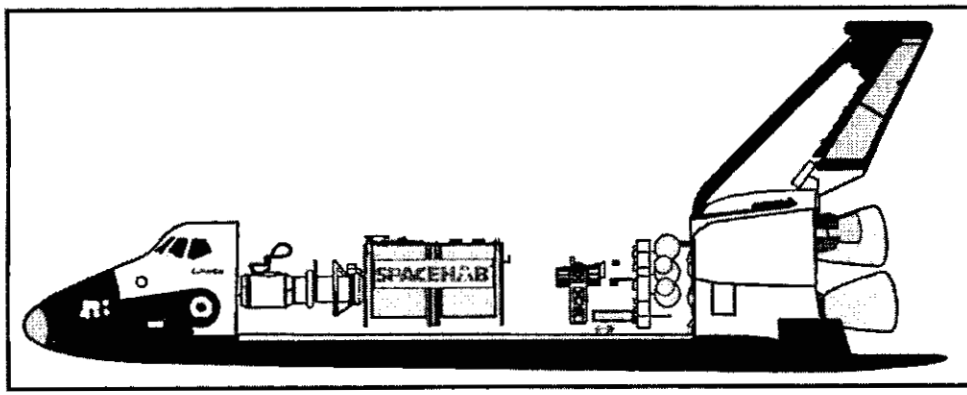
للمكوك لَهُ مخزن للحمولةِ كبيرِ بمقاس (18 × 4.6) متر مربع يشغل أغلب هيكلِ المكوك الشكل (7-3). وله بابان متماثلان طولياً على جانبي المخزنِ بطولُ كامل سقف المكوك. الحمولات تُحمّلُ عموماً أفقياً في المخزن عند وقوف المكوك راسيا على منصّةِ الإطلاق وتفرغَ الحمولة بشكل عمودي في الفراغ عديم الجاذبيةً بواسطة ذراع آلية طويلة في المركبة المداريةِ (وتكونِ تحت سيطرةِ رائدِ الفضاء)، أو بواسطة روّاد الفضاء خارج المركبة، أو تحت قوّةِ دفع محركات الحمولاتَ الخاصةَ



الشكل
(7-2)
صورة مكوك
الفضاء على
منصة الإطلاق

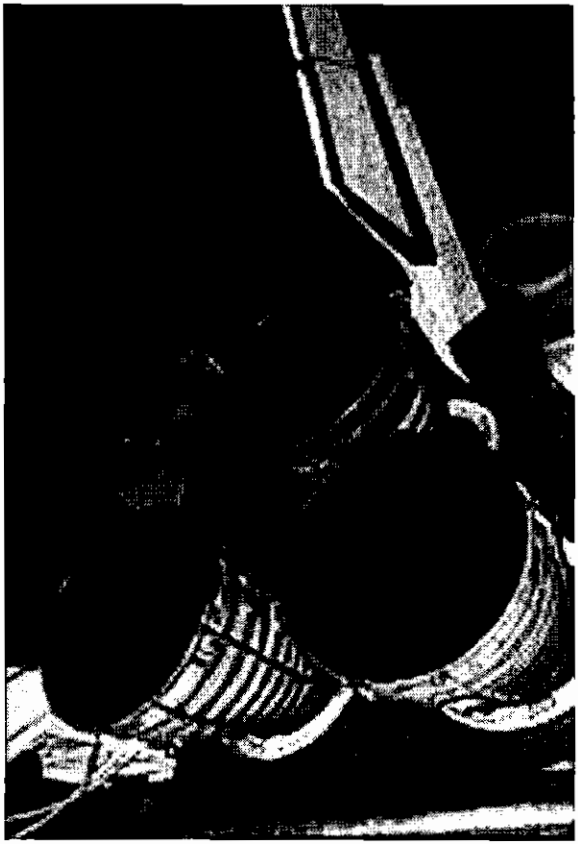
بها(مثل الأقمار الصناعية المرتبطة بصاروخ "مرحلة عليا" لنشرها). وهذه الميزة تجعل مكوك الفضاء فريد من نوعه بين المركبات الفضائية الحالية. وهي تمكن من نشر أقمار صناعية كبيرة مثل تلسكوب هابل الفضائي، وأيضا لالتقاط الحمولات الكبيرة من الفضاء والعودة بها إلى الأرض.

الشكل (3-7) مخزن حمولة مكوك الفضاء وبابه أثناء فتحه.



محرّكاتِ مكوك الفضاء الثلاثة الرئيسيةِ مثبتة في مؤخرة جسم المكوك على شكل مثلثي الشكل (7-4). يُمْكِنُ للمحرّكات الثلاثة الدَوران 10.5 درجةً إلى أعلى وإلى أسفل، و8.5 درجة يمينا ويسارا أثناء صعود المكوكِ لتَغيير إتّجاهِ دفعِها. إنّ تصميم هيكل المكوكَ صنع اساساً مِنْ سبيكةِ الألمنيومِ، بالرغم من أن المادة التي صنع منها المحرّكِ مِنْ سبيكةِ التيتانيوم.

يمكن استعمال المكوك مع تَشْكِيلة مَن الإضافاتِ تَعتمدُ على المهمّةِ. فهذه تَشملَ مختبراتَ مداريةً، صواريخ لإطْلاق الحمولاتِ لمسافة أبعد في الفضاءِ، وإضافاتَ أخرى مثل، وحدات تموينِ متعددةِ غرضَ.



الشكل
(7-4)
محركات مكوك الفضاء الرئيسية.[33]

(33) http://en.wikipedia.org/wiki/File:SSME1.jpg

عندما يتم المكوك مهمته في الفضاء فانه يطلق دفعات من نظام المناورة المداري Orbital Maneuvering System(OMS) لخفض المدار والدخول في الغلاف الجوي السفلي. وخلال الهبوط، يمر المكوك عبر طبقات مختلفة من الغلاف الجوي، ويبطئ من سرعته التي تفوق سرعة الصوت أساسا عن طريق مقاومة الهواء الجوي. في الغلاف الجوي السفلي، وأثناء مرحلة الهبوط، يكون المكوك بمثابة طائرة شراعية مع نظام دوافع للسيطرة **(RCS)** ونظام سيطرة هيدروليكي للسيطرة على مسار الرحلة أثناء الهبوط. وهذا يمكن من الهبوط على مدرج طويل مثل هبوط الطائرات. مع أكثر من 2.5 مليون جزء، يكون مكوك الفضاء الجهاز الأكثر تعقيدا الذي أوجدته البشرية .

7-2-2 : الخزان الخارجي :

المهمة الرئيسية لخزان المكوك الخارجي هي توفير وقود الأكسجين والهيدروجين السائلان لمحركات المكوك الرئيسية. كما أنه يعتبر العمود الفقري لإطلاق المركبة. الخزان الخارجي هو الجزء الوحيد فقط من نظام المكوك الذي لا يتم عادة استخدامه. ويتم التخلص منه، إلا انه من الممكن أخذه إلى المدار وإعادة استخدامه (مثل إدماجه في محطة الفضاء).

7-2-3 : الصواريخ الدافعة الصلبةِ :

صاروخان دافعان **(SRBs)** بوقود صلبٍ يزود كُلّ منهما بقوة 12.5 مليون نيوتن من الدفع عند الإقلاعِ، وهذا يمثل 83 % من الدفعِ الكليِّ المطلوب للإقلاعِ. يتم فصل هذه الصواريخ لتَرْمي بعد دقيقتان من الإنطلاقِ على إرتفاع مقدارهُ حوالي 45.7 كيلومترَ، وبعد ذلك تَنْشرُ المِظَلاتَ لتَهْبطُ في المحيطِ لإنتشالها. تَصْنع الصواريخ من الفولاذِ بسمك حوالي 1.3 سنتيمترَ. تستعمل الصواريخِ الصلبةِ ثانيةً عدة مراتٍ، على سبيل المثال إحدى الصواريخ الصلبة اطلق فيْ الفضاءَ 48 مرةَ، منها رحلة المكوك **STS-1**، أثناء برنامجِ المكوكَ.

7-2-4 : مسار الرحلة :

7-2-4-1 : الإنطلاق :

تنطلق جميع رحلات مكوك الفضاء من مركز كينيدي الفضائي. ويجب مراعاة معايير قياسية للطقس ليسمح بإنطلاق المكوك وهي عدم وجود أمطار على منصة الإطلاق أو على طول مسار المكوك، وألا تزيد درجة الحرارة عن 37 درجة مئوية ولا تقل عن درجتان مئويتان. يجب أن تسمح السحب الموجودة بمراقبة

المكوك بعد الإطلاق حتى بعد 2435 كم. ولاتزيد فرص حدوث برق عن 20% في مدى 9 كم. ويجب توفر هذه الشروط ايضا عند هبوط المكوك.

7-2-4-2 : في المدار :

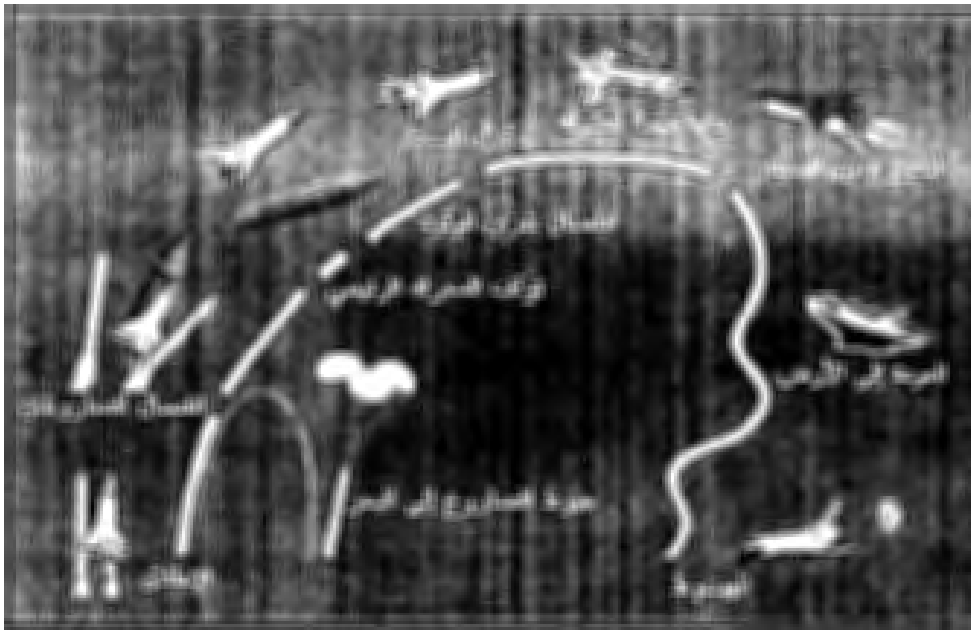
بمجرد دخول المكوك في المدار، يقوم المكوك بعدد من المهام، ففي رحلات الثمانينات والتسعينات، كانت مهمة المكوك نقل العديد من البعثات المشاركة في مجال علوم الفضاء في وكالة ناسا ووكالة الفضاء الأوروبية الفضائي، أو إطلاق أنواع مختلفة من الأقمار الصناعية والمجسات العلمية. من التسعينيات والألفينيات تحول التركيز أكثر على خدمة المحطات الفضائية، مع إطلاق عدد أقل من الأقمار الصناعية. معظم البعثات تبقى في المدار من عدة أيام إلى أسبوعين، على الرغم أنه من الممكن بقاء البعثات لمدد طويلة عندما تكون على متن محطة الفضاء الدولية.

7-2-4-3 : العودة إلى الأرض :

كل خطوات دخول المكوك إلى جو الأرض ثانيا يتم التحكم بها عادة بالحواسيب الآلية ولكن يمكن أن يتم التحكم فيها يدويا إذا طرأت أي مشكلة. وفي مرحلة الإقتراب والهبوط على الأرض يمكن التحكم فيها بالطيران الآلي ، ولكن عادة يتم التعامل معا يدويا.

يبدأ المكوك مرحلة العودة للأرض باشعال محركات نظام المناورة المداري، وأثناء تحليقه يكون المكوك رأسا على عقب(سقف المكوك لأسفل وباطنة لأعلى) الشكل (7-5)، وتكون مؤخرة المكوك هي المتقدمة، والمقدمة في الاتجاه المعاكس لحركتة في المدار لمدة ثلاث دقائق تقريبا، مما يقلل من سرعة المكوك لنحو 322 كم / ساعة. وينتج عن تباطؤ المكوك خفض الحضيض إلى أسفل في الغلاف الجوي العلوي. ثم يدور المكوك حول نفسه من خلال دفع مقدمته لأسفل لكي تتجه نحو الأرض.

يبدأ المكوك مواجهة مقاومة كثافة الهواء في طبقات الجو السفلى على ارتفاع 120 كم وهو يتحرك بسرعة 300 كم/ساعة. يتم التحكم في المكوك بواسطة المحركات ووسائل التحكم السطحي بواسطة الدفة والأجنحة لإنتاج أعلى مقاومة للهواء ليس فقط لإبطاء سرعة هبوطها، ولكن لتقليل درجة حرارة احتكاك المكوك بالغلاف الجوي وكلما زادت كثافة الهواء يبدأ المكوك تدريجيا الإنتقال من الطيران كمركبة فضائية إلى الطيران كطائرة عادية. ويتم ذلك على اربعة مراحل.



الشكل (7-5) مسار مكوك الفضاء من الإنطلاق إلى الهبوط.

عندما تبدأ مرحلة الإقتراب والهبوط، عندما تكون المركبة على ارتفاع 3.000 متر وعلى بعد 12 كيلومترا من مدرج الهبوط بالمطار. يبدأ الطيارون في استخدام الفرملة الهوائية للمساعدة على ابطاء المكوك. وعند لمس المكوك سطح الأرض يتم نشر مظلة ملحقة بالمكوك مساحتها 12 متر لمساعدة الفرامل على تقليل السرعة. ويتم التخلي عن المظلة عندما تصل سرعة المكوك إلى 110 كم / ساعة. بعد الهبوط، يقف المكوك على المدرج لمدة عدة دقائق للسماح بتبديد الدخان السام من الهيدرازين (والذي يستخدم كوقود للتحكم بوضع المكوك)، وليبرد جسم المكوك قبل نزول رواد الفضاء.

7-2-5 : كوارث مكوكِ الفضاء :

في 28 يناير 1986، تحطم مكوك الفضاء تشالينجرَ بعد 73 ثانيةً من الإنطلاقِ بسبب فشلِ الصاروخ الداعم الأيمن، ونتج عن ذلك مقْتلُ كُلّ روّادِ الفضاء السبعة داخله. كما تحطم في 2003، مكوك الفضاء كولومبيا أثناء دخوله إلى الأرض بسبب ضررٍ حدث للدرع الواقي من الحرارة أثناء انطلاق المكوك في بداية الرحلةِ.

3-7 : المحطة الفضائية الدولية [34]:

إنّ المحطة الفضائيةَ الدوليةَ **International Space Station (ISS)** هي معمل بحثي كبير يتمّ تُجمّيعَه حالياً في مدارٍ منخفض حول الأرضِ. بَدأ بناء المحطةِ في المدار في عام 1998 ومخطط اكمالَه بحلول عام 2011، تبدأ عملياتِ التشغيل مِنْ 2009، وتِسْتِمْر حتى 2015. ستكون المحطة الفضائية الدولية أكبر قمر صناعي يدورُ في مدارٍ حول الأرضِ، وكتلتة أكبر مِنْ كتلة أيّ محطة فضائية سابقة الشكل (7-6).

المحطة الفضائية هي مشروع مشترك بين وكالاتِ فضاءَ الولايات المتّحدةِ ناسا **NASA**، ووكالة الفضاءِ الفيدرالية الروسيةِ ركا **RKA**، والوكالة اليابانية لإستكشافِ الفضاء جاكسا **JAXA**، ووكالة الفضاءِ الكنديةِ كسا **CSA** وعشْرة دول أوربيةِ مشتركة في وكالة الفضاءِ الأوروبية إيسا **ESA**. ووكالة الفضاءِ البرازيليةِ أيب (**AEB**) التي تُشاركُ من خلال تعاقدَ منفصل مع ناسا. ووكالة الفضاءِ الإيطاليةِ أسي (**ASI**) التي لَها عقودُ منفصلةُ بنفس الطريقة في نشاطاتِ مُخْتَلِفةِ لَيستْ ضمن إطارِ مشاريعِ وكالة الفضاء الأوربية (حيث تُشاركُ فيها إيطاليا أيضاً بالكامل). أبدتْ الصين أيضا الإهتمام بالمشروعِ، واستعدادها للعَمَل مَع الوكالة الروسية **RKA**، إلا إنها لم تبدأ حتى 2009 بسبب إعتراضاتِ الولايات المتّحدةِ .

يُمْكِنُ رؤية المحطة الفضائية مِنْ الأرضِ بالعين المجرّدةِ، حيث أنها تدور في مدارعلى إرتفاع 350 كيلومترِ تقريباً فوق سطحِ الأرضِ. وتَسِيرُ بسرعة متوسطةَ 27,724 كَيلومترِ في السّاعة، لتُكملُ 15.7 دورة حول الأرضَ في اليوم.

العُمِلَ في المحطة الفضائية يسير بشكل مستمر منذ وصول الطاقم الأولِ، علي مركبة أكسبدشن-1 (**Expedition 1**)، الذي دَخلَ المحطةَ في 2 نوفَمبر من عام 2000. ووفرَ هذا تواجد إنسانيَ مستمرَ في الفضاءِ للسَنَواتِ الثمانية الماضية. قبل مايو 2009، كَانَ للمحطة المقدرةُ لإستيعاب طاقم من ثلاثة أفراد. على أية حال، منذ وصولِ أكسبدشن-**20** (**Expedition 20**)، كَانَ بالمحطة طاقم مقيم مِنْ ستّة أفراد لإنْجاز برنامجَ بحثِي.

في البداية كان أفراد الاطقم الأوائِل مِنْ الأمريكانِ، والروس والكنديون حتى أنضم اليهم رائد الفضاء الألماني توماس ريتر من وكالة الفضاء الأوربية

---

[34] http://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station#cite_note-10th-6

مع طاقمَ أكسبدشن-13 في يوليو 2006. زار المحطة روّادِ فضاء مِنْ 16 بلد مختلف، وهي كَانتْ مزار لأول ستة سَائحِين للفضاء.

الشكل (7-6) صورة المحطة الفضائية الأمريكية.

7-3-1 : الـهـدف :

تَعمل المحطة الفضائيةُ الدوليةُ بداية كمختبر بحثِي وكأكبر قمر صناعي على الإطلاق وضع في مدار. توفر المحطةَ ميزة عن المركبة الفضائيةِ مثل مكوك ناسا الفضائي لأنها تحتوي على رصيف طويل المدى في البيئةِ الفضائية، يَسْمحُ بأداء دِراساتِ طويلة المدّةِ، سواء على التجاربِ أوعلى الأطقمِ التي تُشغّلُها. تواجد طاقم دائم يَعْني أيضاً بأنّ المحطةَ توفر منافعَ لمركباتَ الفضاءِ غير المأهولة الأخرى كمراقبة التجارب، وتجديد واصلاح أَو إستبدلَ حسب الحاجة مِن قِبل الطاقم، كما يُمْكِنُ عمل ذلك لمكوّناتَ أخرى مُخْتَلِفةَ مِنْ المركبة الفضائيةِ نفسها. هذَا يَعْني أنّ العلماءِ على الأرضِ يصلونُ سريعًا إلى بياناتِهم ويُمْكِنُهم تُعديّلَ التجاربَ أو ارسال واحدةً جديدةً عندما يَتطلّب الأمرْ، وهذا كله غير متوفرَ عموماً على المركبة الفضائيةِ غير المأهولة المُتَخَصّصةِ .

أطقم رحلات الطيران طويلة الأجل، التي تستمر عدة أشهر، يحتوي جدول عملهم اليومي (ما يقرب من 160 ساعة عمل في الأسبوع) على طائفة واسعة من المجالات، بما في ذلك البحوث الإنسانية وعلوم الحياة والعلوم الفيزيائية، ورصد الأرض، كذلك التعليم ومظاهر التكنولوجيا. حتى يونيو 2006،

تم أجراء 90 بحثا علميا في محطة الفضاء الدولية على مدى 64 شهر من البحث المتواصل. بالإضافة إلى ذلك، كانت هناك تسع رفوف لأجهزة بحثية **research racks** واكثر من 7،700 كجم من المعدات والأجهزة البحثية المساعدة تم ارسالها للمحطة. وكان يتم نشر النتائج العلمية التي يتم الوصول إليها، في مجالات العلوم الاساسية للابحاث الاستكشافية، شهريا.

توفر المحطة الفضائية موقع إختبار لأنظمةِ المركبات الفضائيةِ للوثوقِ في كفائتها التي تَكُونُ مطلوبة للمهماتِ طويلةِ الأمد إلى القمرِ والمريخِ، حيث يَسْمحُ بتقييم الأجهزةِ في موقعِ آمنِ نسبياً في مدارِ منخفضِ حول الأرضِ. وهذا يوفر خبرةً في الصيانة، والتَصليح، وإسْتِبْدال بعض أنظمتها في المدارَ، التي سَتَكُونُ ضرورية في تشغيل المركبات الفضائيةِ إلى رحلات أبعد مِنْ الأرضِ. وتُقلل هذه الميزة للمحطة الفضائية العديد من الأخطار التي يمكن أن تتعرض لها تلك المركبات، وتوفر فرصة كبيرة وأمنه لَتقدّمُ المركبة الفضائيةِ إلى رحلات مابين الكواكبِ.

أخيراً، بالإضافة إلى السمات العلمية والبحثِية للمحطةِ، هناك فرص عديدة للتوعية التعليميةِ والتعاونِ الدولي. حيث يَوفر أطقمُ المحطة فرص تعليمية للطلابِ في موطنهم الأصلي على الأرضِ، بما فيها التجاربِ الطلابية المتطورةِ، توضيحات تعليمية، إشتراك الطلابِ في إصدارات تجارب قاعةِ دروس المحطةُ، تجارب باحثي ناسأ، والنشاطات الهندسية في المحطة. التعاون الدولي في ُبرنامجُ المحطة نفسها، الذي يَسْمحُ لعدد 14 قوميةِ من العَيْش والعَمَل سويا في الفضاءِ، ضاربين مثلا يحتذى به في التعاون في مهماتِ دوليَّةِ مستقبليةِ .

2-3-7 : البحث العلمي :

إحدى الأهدافِ الرئيسيةِ للمحطة الفضائية أَنْ تُوفر مكان لإجْراء التجاربِ على المحطةِ التي تَتطلّبُ واحد أَو أكثر مِنْ الشروطِ غير العاديةِ. تَتضمّنُ المجالات البحثية الرئيسيةُ عِلْمَ الأحياء، الفيزياء، عِلْم فلك، وعِلْم الأرصاد جوية. جهزت ناسا بحلولَ عام 2005 القطعة الأمريكية للمحطة الفضائيةِ الدوليةِ كمختبر وطني مَع تحقيق هدف زيَادَة إستعمالِ المحطة من الكياناتِ الإتحاديةِ الأخرى والقطاعِ الخاصِّ .

أحد الاهداف البحثِية زيادة معرفة التأثير على الجسمِ الإنساني الذي يتعرّضِ للبقاء الطويل في الفضاء. المجالات التي تحت الدراسةِ حالياً تَتضمّنُ ضمورَ العضلاتِ، الهشاشة العظمية، وتغير السوائل. سَتَستعملُ البيانات لتحديد إذا كان إستعمارَ الفضاءِ ورحلات الإنسانِ الطويلِ ملائما أم لا. من البيانات التي تم

الحصول عليها حتىْ 2009، عن الهشاشةِ العظميةِ والضمورِ العضلي بأنَّ هناك خطرا كبيرا علي الحركةَ والكسورَ إذا هَبطَ روّادَ الفضاء على كوكب بعد جولة فضائيةِ طويلةِ .

يتم أيضا دراسة تأثير إنعدام الوزنِ تقريباً على أجسام غيرِ الإنسانَ. حيث يتحرى الباحثون علاقةَ البيئةِ عديمة الوزنِ فيْ الفضاءِ الخارجي على التطورِ والتطويرِ والنمو، والعمليات الداخلية للنباتاتِ والحيواناتِ. وعلى ضوء هذه البياناتِ، تُريدُ ناسا تَحرّي تأثير إنعدامِ الجاذبية على نمو الأنسجةِ شبهِ الإنسانيةِ الثلاثية الأبعادِ، وبلورات البروتينِ الغيرِ عاديةِ التي يُمْكِنُ أنْ تتُشكّلَ في الفضاءِ.

يدرس الباحثون فيزياءَ السوائلِ في حالة إنعدامِ الجاذبية، لتُمكّنُهم من وضع نموذجٍ محسن لسلوكَ السوائلِ في المستقبلِ. لإمكانيةَ دَمْج السوائلِ بالكامل تقريباً في حالة إنعدامِ الجاذبية، يَهتمّ فيزيائيون بدراسة مجموعةِ من السوائلِ التي لم تَخْلط عادة جيدًا على الأرضِ. بالإضافة، لفَحْص التفاعلات التي تتباطء بفعل انخفاض الجاذبيةِ ودرجاتِ الحرارة، ويَتمنىَ العلماء اكتساب معرفة جديدةِ في موضوع التوصيل الفائق **superconductivity**.

تحوذ معالجة المواد على جزء كبير مِنْ الوقتِ البحثَي على متن المحطةَ، بهدفِ الحَصول على منافعِ إقتصاديةِ بتَطوير هذا العِلْم لتَحسين التقنياتِ التي تستعملْ على الأرضِ. هدفَ التجارب توضيح أفضل علاقةِ بين معالجة المواد، والتركيب، والخواص والشروط المَطلوبةُ على سطح الأرضِ لإنْجاز خواص الموادِ المطلوبةِ .

تَتضمّنُ المجالات الأخرى الإهتمامِ بتأثيرَ بيئةِ الجاذبيةِ المنخفضةِ على الإحتراقِ، بدراسة كفاءةَ الإحتراق والسيطرةِ على الإشعاعاتِ والملوثات. ويوضح الشكل (7-7) اختلاف الأحتراق في الفضاء وعلى سطح الأرض. وهذه النتائج قَدْ تُحسّنُ مِنْ معرفتنا لإنتاجِ الطاقةِ، وتبعاً لَذلك معرفة التأثيرُ الإقتصاديُ والبيئيُ. هناك أيضاً خطط لإسْتِعْمال المحطة الفضائية لفَحْص العوالق، والاوزون، وبخار الماءِ، والأكاسيد في جوِّ الأرضِ، بالإضافة إلى الأشعةِ الكونيةِ، والغبار الكوني، والمادّة المضادة، والمادة المُظلمة في الكونِ.

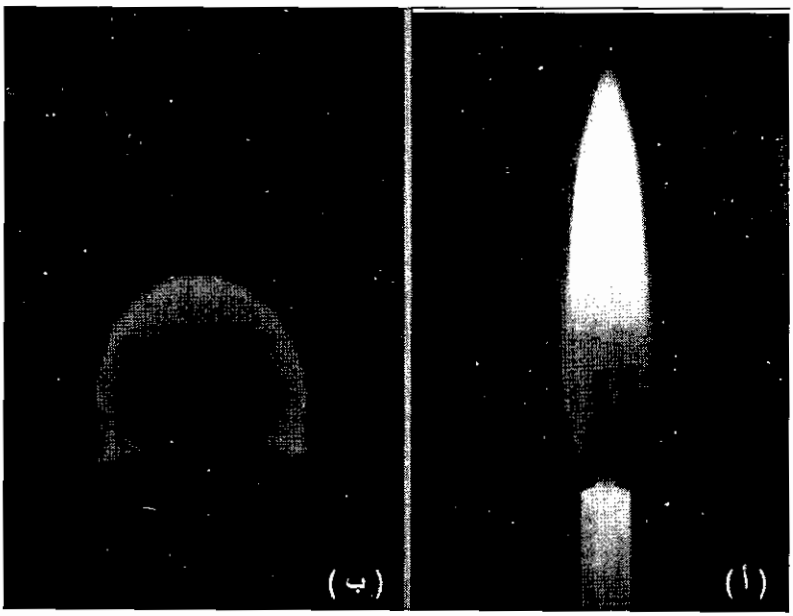
عنصر واحد مساعد في هذه الدراسات المختلفة هو ناقلة الخدمات اللوجستية السريع **ExPRESS Logistics Carrier (ELC)**. التي طورتها وكالة ناسا، ومن المقرر أن تنطلق أربع من هذه الوحدات إلى المحطة الفضائية الدولية. سيتم تسليمهم في رحلتين منفصلتين لمكوك الفضاء. وهما يتيحون نشر

التجارب وأجرائها في فراغ الفضاء، وسوف توفر الكهرباء اللازمة لعمليات الحواسيب ومعالجة البيانات التجريبية على متن المحطة. وموعد وصول هذه الوحدات في نوفمبر 2009 و مايو 2010.

مطياف ألفا المغناطيسي **(AMS)**، وهو تجربة في فيزياءِ الجُزيئات، مخطط ارسالهَ إلى المحطةِ. سَيَنطلقُ هذا الجهاز في 2010، وسَيركب خارجياً على دعامات هيكل المحطة. سَيَبْحثُ مقياس ألفا الطيفي المغناطيسي عن الأنواعِ المُخْتَلِفةِ مِنْ المادةِ غير العاديةِ بقياس الأشعةِ الكونيةِ. سَتُساعدُ التجارب التي يجريها الباحثون على دْراسة تكون الكونِ، والبْحثَ عن أدلةِ عن المادةِ المظلمة والمادة المضادّةِ.

3-3-7 : تجميع وتركيب محطة الفضاء الدولية :

كان الجزء الأول من محطة الفضاء الدولية، الوحدة زاريا **Zarya**، التي أطلقت الى المدار في 20 نوفمبر، 1998 بصاروخ بروتون الروسي، تبعها بعد اسبوعين



الشكل (7-7) يوضح مقارنة بين النار على سطح الأرضِ (أ) ونار في بيئة إنعدامِ الجاذبية، مثل التي يتم الحصولَ عليها في المحطة الفضائية (ب).[35]

[35] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Space_Fire.jpg

وحدات العقد الثلاثة الاولى، يونيتي **Unity**، التي اطلقت على متن رحلة المكوك الفضائي STS-88. هذه الوحدة كانت قلب المحطة الفضائية الدولية وظلت دون رواد فضاء لمدة سنة ونصف حتى أضيفت الوحدة الروسية زفيزدا **Zvezda** في يوليو 2000، والسماح لطاقم من ثلاثة اشخاص كحد أقصى لشغل محطة الفضاء الدولية بصفة مستمرة. وصل أول طاقم مقيم من رواد الفضاء، مع رحلة أكسبدشن-1، وقد أرسلت في وقت لاحق من ذلك العام في نوفمبر. وشهد عام 2000 أيضا وصول جزئين من دعامات هيكل المحطة المتكاملة، **Z1** و **P6**، مما وفر محطة أولية مع الاتصالات، والتوجيه، والأسس الكهربائية (على **Z1**)، والطاقة عن طريق زوج من مصفوفات الخلايا الشمسية، وضعت على الدعامة **P6**.

على مدي السنتان التاليتان واصلت المحطة التَوَسُّع باستخدام الصاروخ سويوز يو **Soyuz U** لتُسليمُ مقصورة الالتحام. سلم مكوك الفضاء، ديسكفري، أطلانطس، واندیفوير غالق الهواء (الكوة) **airlock** والمختبر ديستني **Destiny** إلى المحطة، بالإضافة إلى ذراعَ المحطةَ الآليَ كندرام-2 (**Canadarm 2**)، وعدد أكثر من دعامات الهيكل.

توقف جدول توسّعَ المحطةِ، بعد كارثة المكوك الفضائي كولومبيا **STS-107** في 2003. أوقفتْ هذه الكارثة تجميع المحطةِ حتى إنطلاقِ ديسكفريِ **STS-114** في 2005 .

بدأت العودة الرسمية إلى التجميعِ بوصولِ المركبة أطلانطس، **STS-115**، لتُسليمُ المحطةَ المجموعةَ الثانيةَ منَ الخلايا الشمسية. تُلِي هذه لاحقاً عدد أكبر من دعامات الهيكل ومجموعة ثالثة مِنْ مصفوفات الخلايا الشمسية على الرحلات المكوكية **STS-116**، **STS-117**، و **STS-118**. عني هذا التوسّع الرئيسي أمكانيةِ توليد طاقة كهربائيةِ للمحطةَ لتصبح الوحداتِ أكثر تكيّفا للضغطِ لتناسبْ السكَنَ، ونتيجة لذلك فقد أُضيفَت العقدة هارموني **Harmony** والمختبرَ الأوروبي كولومبس **Columbus**. تَلا هذا بعد قليل أول جزئين مِنْ مكوّناتِ الوحدة كيبو **Kibō**، (وحدة التجاربِ اليابانيةِ). بوصول الرحلة **STS-119** في مارس 2009، إكتملَ تركيبِ الهيكل المتكاملِ بتركيبِ المجموعةِ الرابعةِ والنهائيةِ من مصفوفات الخلايا الشمسية.

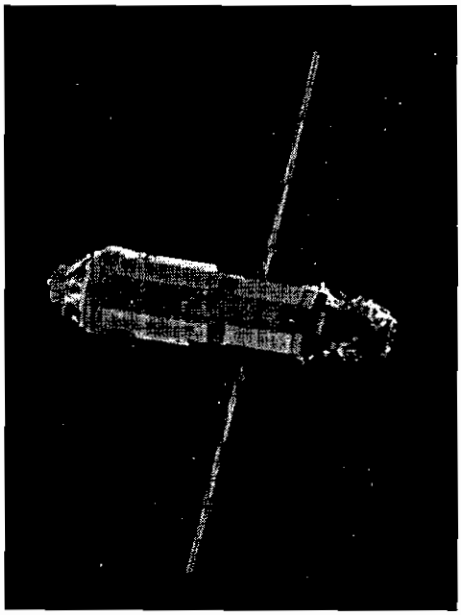
بحلول مارس 2009، أحتوت المحطة على عشر وحدات مكيفة الضغط واكتمال دعامات الهيكل المتكامل. وفي انتظار إطلاق القسم الأخير من معمل كيبو، والعقدة الأمريكية الثالثة والأخيرة ترانكويلتي **Tranquility** ، والذراع

الآلية الأوروبية والعديد من الوحدات الروسية. كما ينتظر أن يتم إطلاق مطياف ألفا المغناطيسي (**AMS**)، والتي من المقرر أن يطلق على الرحلة النهائية لمكوك الفضاء **STS-134**، في سبتمبر 2010. من المتوقع أن يستكمل التجميع بحلول عام 2011، وعندها ستكون كتلة المحطة تتجاوز 440 طنا.

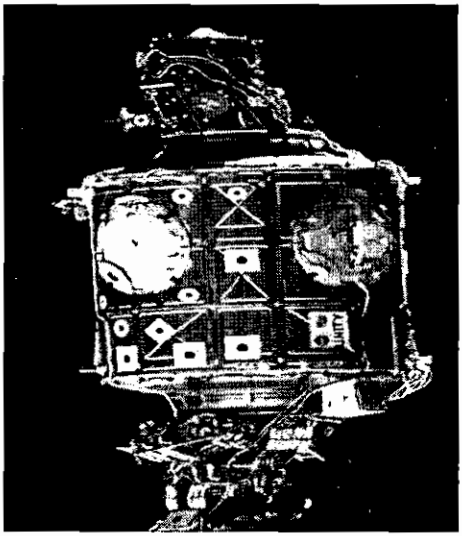
7-3-3-1 : وحدات مكيّفة الضغط :

عندما يتم الانتهاء من هذه المحطة ستشمل أربعة عشر وحدة مكيفة الضغط بحجم حوالي 1,000 متر مكعب. وتشمل هذه الوحدات مختبرات، ومقصورات التحام بمكوك الفضاء، وغالق الهواء، والعقد وأماكن المعيشة. عشرة من هذه المكونات موجودة بالفعل في المدار، والاربع الباقية في انتظار اطلاقها. كل وحدة اطلقت أو ستطلق إما بواسطة المكوك الفضائي، أو صاروخ بروتون أو صاروخ سويوز.

العنصر الأول من المحطة الفضائية الدولية الذي اطلق، وحدة زاريا **Zarya** الشكل (7-8) وفرت الطاقة الكهربائية، والتخزين، والدفع، والتوجيه



الشكل (7-8) وحدة زاريا.[37]



الشكل (7-9)
العقدة يونيتي unity.[36]

---

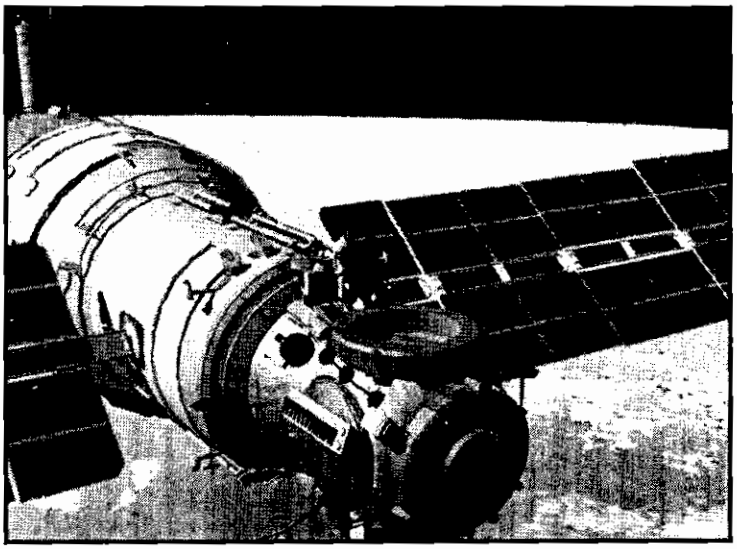
[36] http://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(ISS_module)

[37] http://en.wikipedia.org/wiki/Zarya

خلال التجميع الأولي. و تستخدم الوحدة الآن كحجرة تخزين، سواء داخل القطاع مكيف الضغط، أو في خزانات الوقود الخارجية.
والقطاع الروسي الشكل (7-9)،

أول وحدة عقدة يونتي **Unity**، تربط بين القطاع الاميركي من المحطة وتوفير أماكن لتثبيت الدعامة **Z1**، وغالق الهواء **airlock**، ومختبر دستيني، وعقدة ترانكويلتي.

وحدة محطة خدمة زفيزدا **Zvezda**، توفر أماكن المعيشة الرئيسية للطواقم المقيمة، والنظم البيئية، وأنظمة التحكم فى المدار الشكل (7-10). كما توفر الوحدة أيضا موقع التحام المركبة سويوز أو المركبات الفضائية التي ستكمل رحلتها في الفضاء أومركبات النقل الآلية، بالإضافة إلى ذلك هيئت المحطة الفضائية للمرة الأولى للسكن بشكل دائم.



الشكل (7-10) وحدة الخدمة زفيزدا.[38]

وحدة ديستني هي معمل بحوث أولية للحمولات الامريكية على متن المحطة الفضائية الدولية الشكل (7-11)، خصصت ديستني للتجارب العامة. والبعض منها تستخدم للنظم البيئية ومعدات معيشة افراد الطاقم اليومية، ونافذة نموذجية بصرية

---

[38] http://www.shuttlepresskit.com/ISS_OVR/assembly2_overview.htm

51 سنتيمترا (20 بوصة). تعتبر ديستني أيضا بمثابة اساس لتركيب دعامات الهيكل .

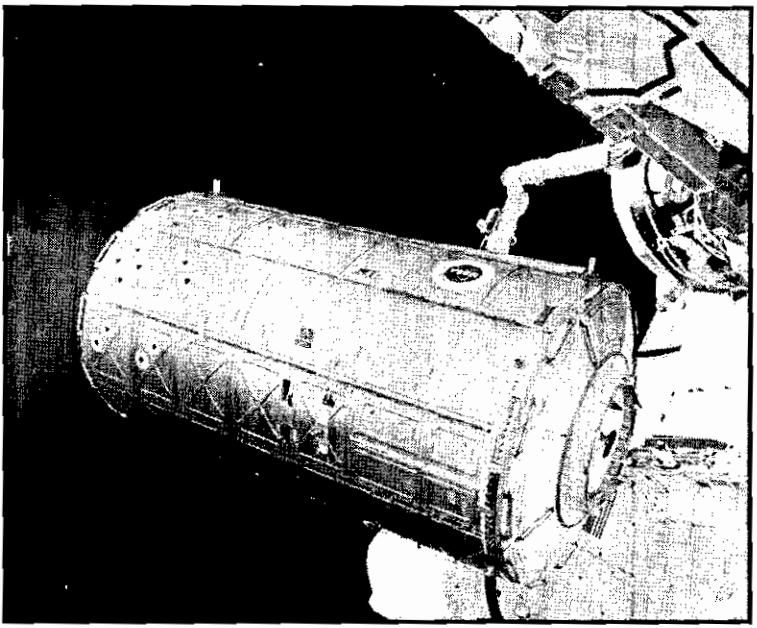
غالق الهواء كويست Quest هو الغالق الرئيسي لمحطة الفضاء الدولية، يوفر كويست الشكل (7-12) منفذ للخروج خارج المحطة والسير في الفضاء. ويتكون الغالق من جزئين، جزء لتخزين المعدات والبدل افضائية التي يرتديها الرواد عند الخروج في الفضاء، وجزء لتأمين طاقم رواد الفضاء الذي يخرج الى الفضاء.

وحدة بيرس Pirs توفر منافذ التحام إضافية لمحطة الفضاء الدولية مع مركبة الفضاء سويوز أوالمركبات الأخرى الشكل (7-13)، وهي تسمح للدخول والخروج من المحطة والسير في الفضاء من قبل رواد الفضاء الروس باستخدام بدلات الفضاء، بالإضافة إلى توفير مساحة لتخزين هذه البدل الفضائية.

الوحدة الثانية هارموني Harmony من وحدات عقد المحطة، هو محور المحطة الفضائية الدولية الشكل (7-14). الوحدة تحتوي على أربعة رفوف توفر الطاقة الكهربائية، وناقل بيانات الكتروني، ويعمل بمثابة نقطة اتصال مركزية لعدة مكونات أخرى. رست المختبرات كولومبوس الأوروبي وكيبو الياباني بشكل دائم على الوحدة هارموني، والتحم مكوك الفضاء الامريكى المداري مع المحطة الفضائية الدولية، ومتصل بالجزء الأمامي من العقدة هارموني. بالإضافة إلى ذلك،
تعمل الوحدة بمثابة ميناء لرسو الوحدات اللوجستية متعددة الأغراض خلال الرحلات المكوكية اللوجستية.

من الوسائل البحثية الأوروبية على متن المحطة الفضائية الدولية، المختبر كولومبوس **Columbus** الشكل (7-15) حيث يوفر مختبر عاما فضلا عن وسائل مصممة خصيصا لعلم الأحياء، والبحوث الطبية الحيوية وفيزياء السوائل.

وهناك عدة مواقع وضعت خارج الوحدة، والتي توفر الطاقة والبيانات لتجارب، مرصد الرصد الشمسي، وتجارب مواد محطة الفضاء الدولية، وطقم الساعة الذرية في الفضاء. وهناك عدد من التوسعات المخطط لها من أجل وحدة لدراسة فيزياء الكم وعلم الكونيات.



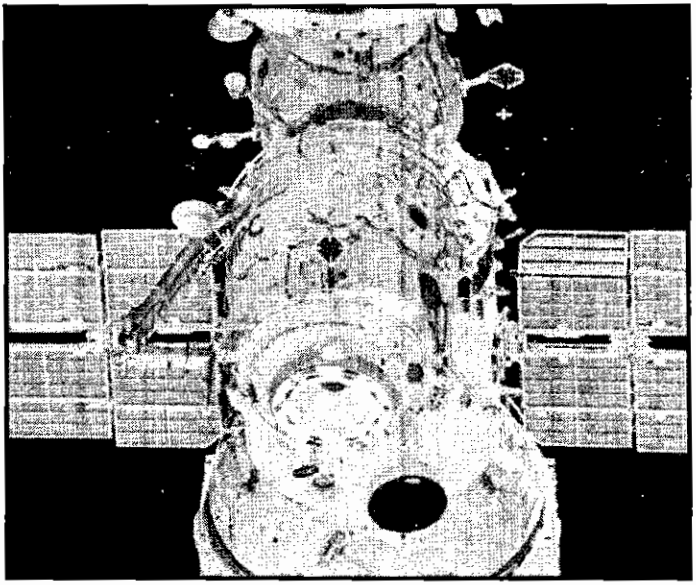
الشكل
(11-7)
وحدة ديستني.[39]

الشكل
(12-7)
غالق الهواء كويست.[40]

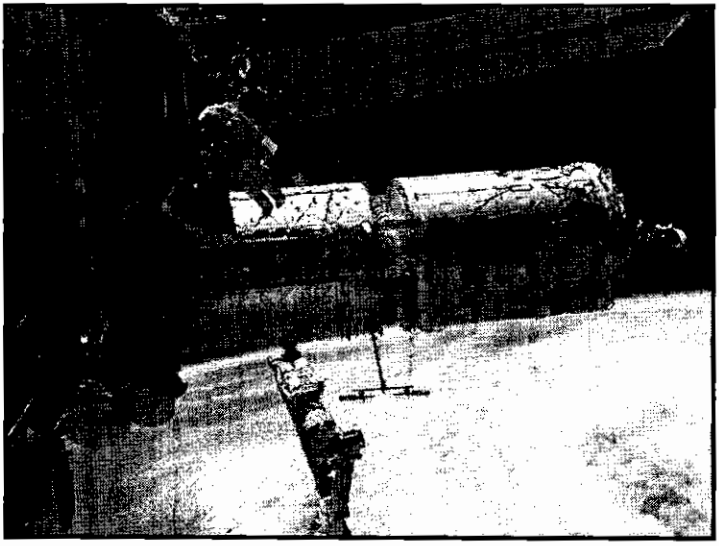
---

[39] Destiny_(ISS_module)http://en.wikipedia.org/wiki/

[40] Quest_Joint_Airlockhttp://en.wikipedia.org/wiki/



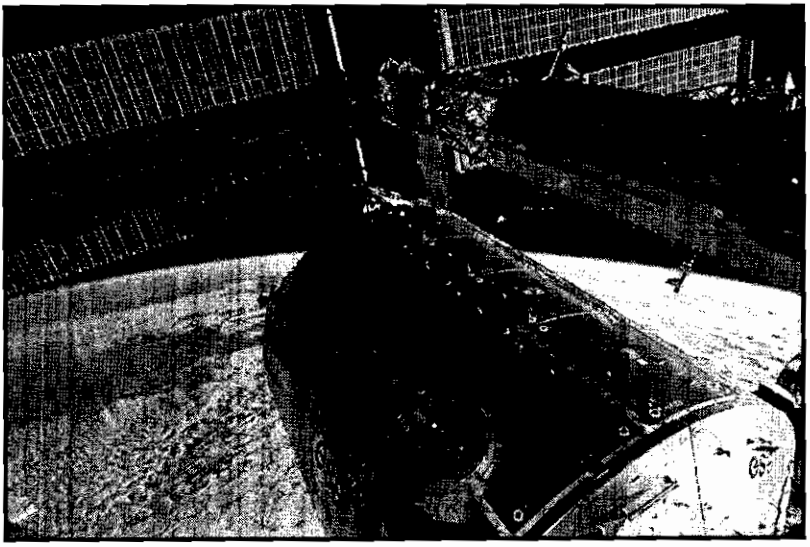
الشكل
(13-7)
وحدة بيرس
Pirs.[41]



الشكل
(14-7)
وحدة هارموني.[42]

(41 Pirs_docking_compartmenthttp://en.wikipedia.org/wiki/

(42 http://en.wikipedia.org/wiki/Harmony_(ISS_module)



الشكل (7-15) الوحدة كولوميس.[43]

وحدة التجارب اللوجستية **ELM** جزء من معمل كيبو (وحدة الاختبارات المعملية اليابانية)، توفر مرافق للتخزين والنقل إلى المختبر، مع قسم مكيف الضغط لخدمة الحمولات الداخلية وقسم غير مكيف الضغط لخدمة الحمولات الخارجية الشكل (7-16).

وحدة **JEM** جزء من وحدة المختبرات اليابانية كيبو، **PM** وهى الوحدة الأساسية لكيبو والملتحم بها المرافق المكشوفة. الوحدة هي أكبر وحدة في المحطة الفضاء الدولية وتحتوي على ما مجموعه 23 رف، بما في ذلك 10 تجارب. الوحدة تستخدم في إجراء البحوث في مجال الطب الفضائي، والبيولوجيا ورصد الأرض وإنتاج المواد والتكنولوجيا الحيوية وابحاث الاتصالات. **PM** تستخدم أيضا كمكان لتركيب منصة خارجية، والمرافق الأخرى المكشوفة (**EF**)، تسمح للحمولات للتعرض مباشرة للبيئة الفضائية القاسية. **EF** هي التي تخدمها وحدة الذراع الالي الخاصة بها، **JEM**، وهي التي ركبت على **PM** الشكل (7-15).

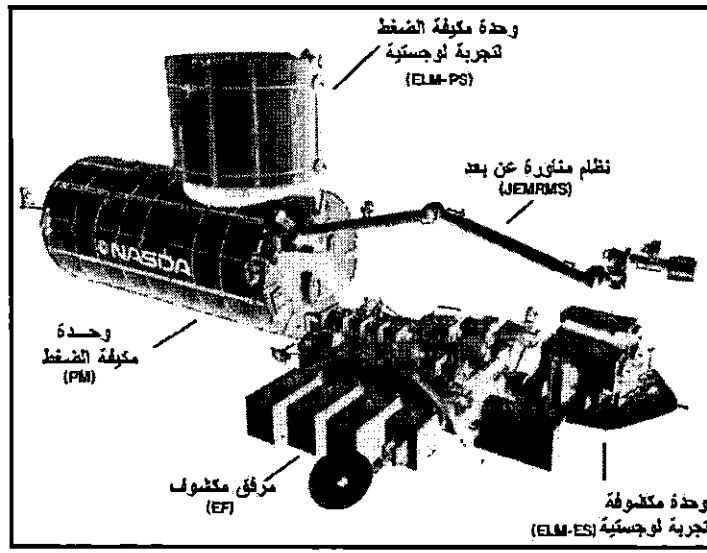
MRM2 واحدة من مكونات المحطة الفضائية الروسية، سوف تستخدم وحدة الأبحاث المصغرة **Mini-Research Module 2 (MRM2)** لالتحام مركبة

---

[43] http://en.wikipedia.org/wiki/Columbus_(ISS_module)

سويوز والمركبات الأخرى، بوصفها كوة للسير في الفضاء، وباعتبارها وسيط للتجارب العلمية الشكل (7-17).

العقدة ترانكويلتي الأمريكية الثالثة والأخيرة من المحطة الشكل (7-18)، تحتوي على نظام متقدم لدعم الحياة لإعادة تدوير المياه المستهلكة ليستخدمها الطاقم وتوليد الاوكسيجين لطاقمها للتنفس. العقدة توفر أيضا أربعة مواقع التحام للمزيد من الوحدات مكيفة الضغط أو مركبات لنقل طاقم المركبة، بالإضافة إلى موقع إلتحام دائم مع قبة المحطة.



الشكل (7-16) معمل الفضاء الياباني كيبو (JEM–ELM).[44]

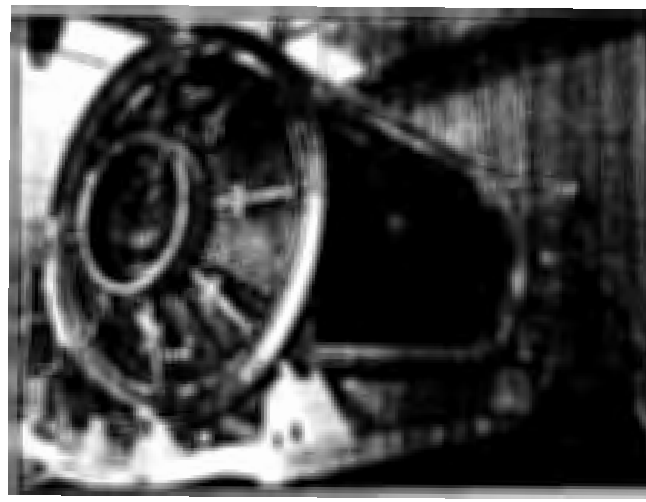
والقبة **Cupola** هي وحدة الرصد من شأنها أن توفر لطاقم محطة الفضاء الدولية رؤية مباشرة للعمليات الآلية والألتحام مع المركبة الفضائية الشكل (7-19)، وكذلك كنقطة مراقبة لرصد الأرض. وسوف تأتي وحدة مجهزة بأجهزة آلية لتشغيل أزرع مناورة آلية عن بعد **SSRMS** ومصاريع للنوافذ لمنعها من التعرض للأضرار من الجسيمات النيزكية الدقيقة .

وحدة ابحاث مصغرة **MRM1**: تستخدم لرسو المركبات الفضائية وتخزين البضائع على المحطة.

---

[44] Japanese_Experiment_Modulehttp://en.wikipedia.org/wiki/

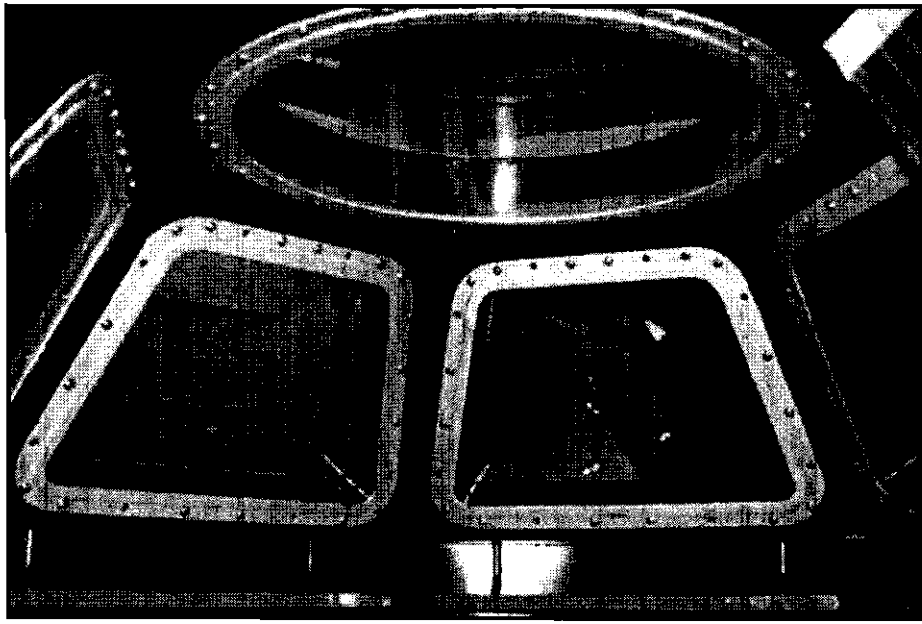
الشكل (7-17) وحدة الأبحاث المصغرة MRM2.[45]



الشكل
(7-18)
الوحدة ترانكويلتي.[46]

(45 Mini-Research_Module_2http://en.wikipedia.org/wiki/

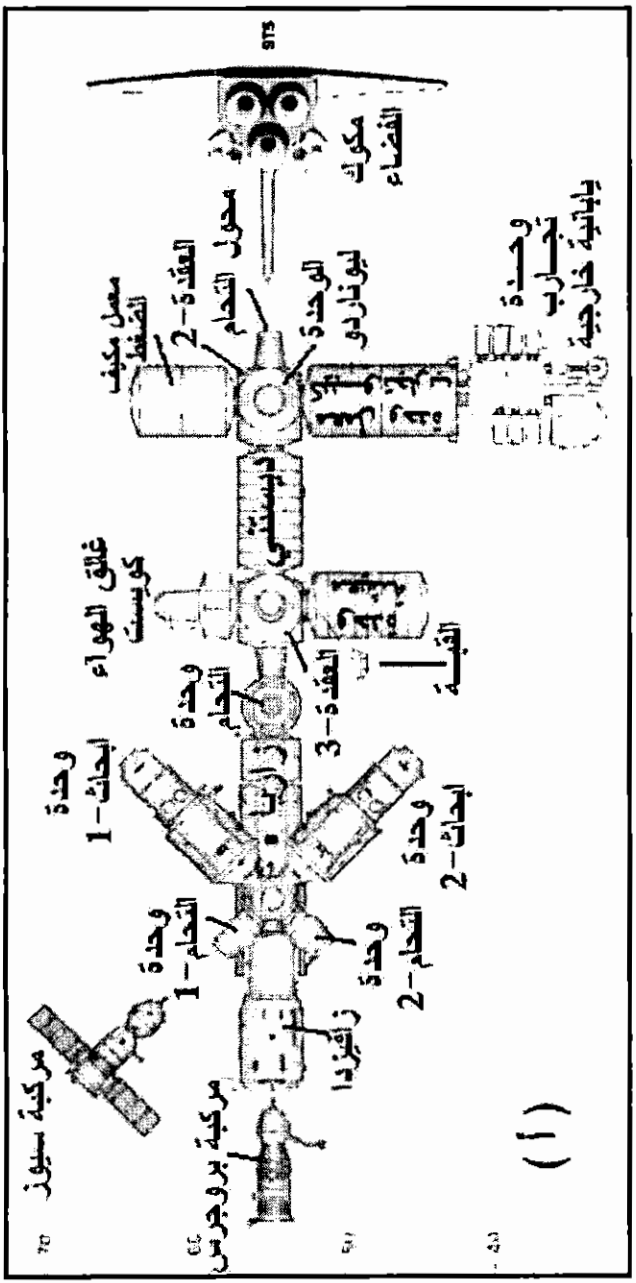
(46 http://en.wikipedia.org/wiki/Tranquility_(ISS_module)



الشكل (7-19) القبــة.

ويوضح الشكل (7- 20-أ & ب) مسقطان للمحطة الفضائية ومواقع العقد والوحدات المختلفة واماكن الالتحام. ولايظهر في الشكل الالواح الشمسية ولكنها موضحة في الشكل (7-21).

والوحدة **MLM** تكون وحدة الأبحاث الروسية الأولية كجزء من المحطة الفضائية الدولية الشكل (7-21)، وسيتم استخدامها لتجارب الجاذبية، رسو المركبات الفضائية، والشحن والخدمات اللوجستية. وتوفر هذه الوحدة مكان لعمل الطاقم وراحته، وسيتم تجهيز نسخة احتياطية لنظام التحكم في الوضع التي يمكن أن تستخدم للسيطرة على موقع المحطة.



الشكل

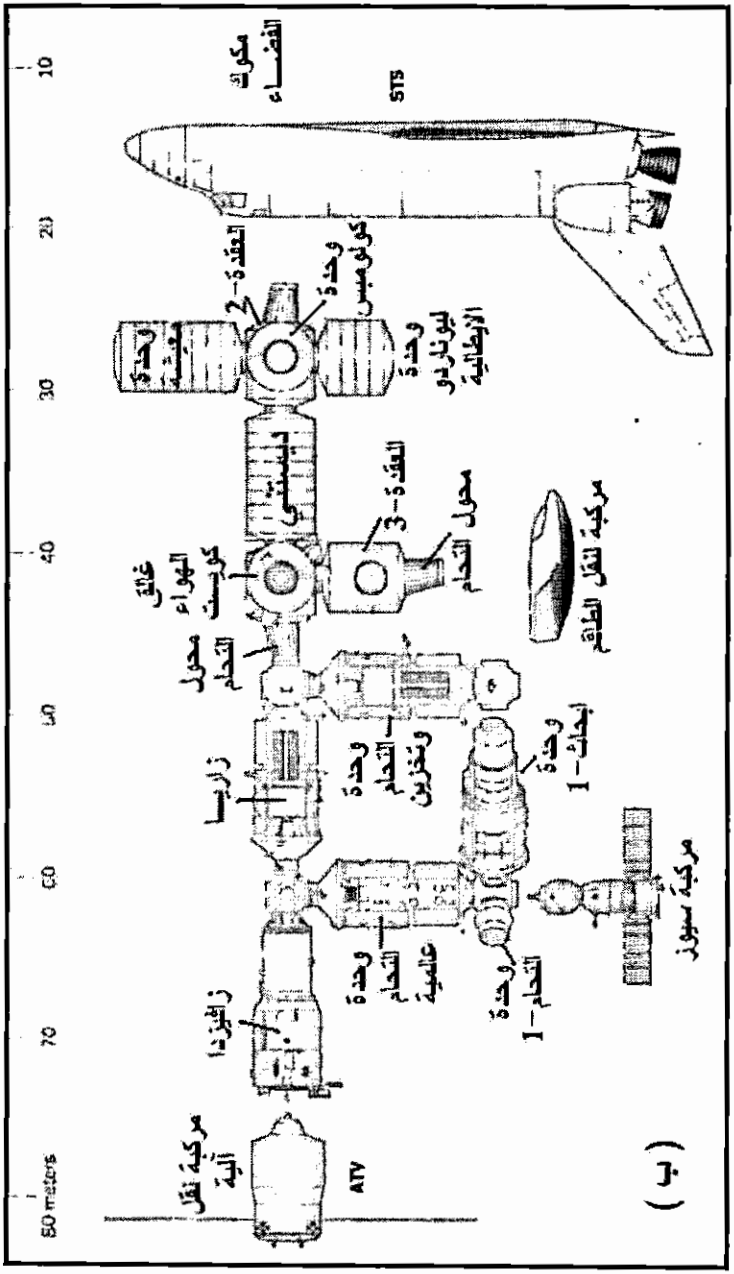
(7-20-أ)

صورة توضيحية لمواقع

وحدات المحطة ومواقع

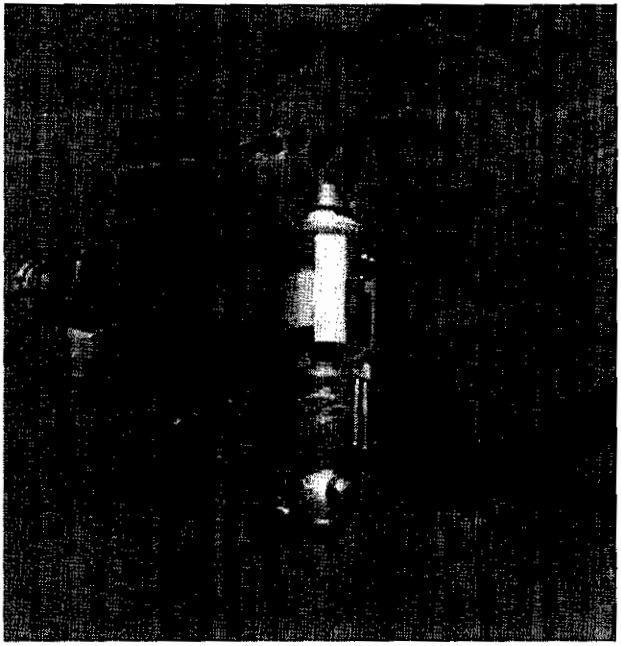
رسو المركبات الفضائية. [47]

[47] Fernand Verger, et al; The Cambridge Encyclopedia of space;2003



الشكل (7-20-ب)

صورة توضيحية لمواقع وحدات المحطة ومواقع رسو المركبات الفضائية.



الشكل
(21-7)
الوحدة الروسية MLM. [48]

4-3-7 : النظام الكهربائي للمحطة الفضائية الدولية :

مصدر الطاقة الكهربائية لمحطة الفضاء الدولية هو الشمس. حيث يتم تحويل ضوءها إلى كهرباء عن طريق استخدام الخلايا الشمسية الشكل (7-22). قبل رحلة التجميع **4A** (رحلة مكوك الفضاء **STS-97**، التي أطلقت فى 30 نوفمبر، 2000) كان مصدر الطاقة هو الخلايا الشمسية الروسية المعلقة على وحدات زاريا وزفزدا. يستخدم الجزء الروسي من المحطة تيار مستمر 28 فولت، كما هو الحال فى مكوك الفضاء. في باقي المحطة، تتوفر الكهرباء، بواسطة الالواح الشمسية التي تعلق على دعامات بجهد يتراوح بين 130 حتي 180 فولت تيار مستمر. هذه المصفوفات مرتبة كأربعة أزواج من الأجنحة، لكل زوج القدرة على توليد ما يقرب من 32.8 كيلووات من التيار المستمر.

تنتج الطاقة وتوزع بجهد 160 فولت قبل أن يتم تحويلها إلى تيار يستخدم بجهد 124 فولت. خطوط هذا الفولت العالى يسمح بتوزيعه لخطوط طاقة أصغر. والطاقة يمكن أن تكون مشتركة بين قطاعين من محولات المحطة. هذه الميزة

---

[48] Multipurpose_Laboratory_Modulehttp://en.wikipedia.org/wiki/

أصبحت ضرورية منذ إلغاء رصيف الطاقة العلمي الروسي لأن الجزء الروسي يعتمد الآن على الالواح الشمسية الأمريكية لإنتاج الطاقة.

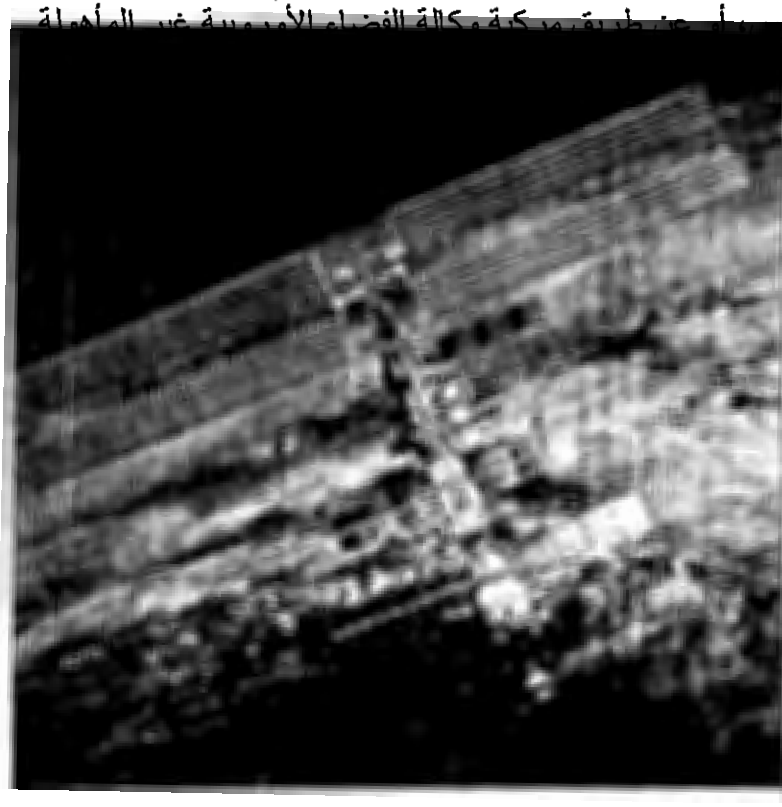
عندما لا تكون المحطة غالبا في ضوء الشمس المباشر، فإنها تعتمد على بطاريات نيكل -هيدروجين وهي قابلة لإعادة الشحن لتوفير الطاقة المستمرة لفترة 35 دقيقة كل 90 دقيقة في المدار وهي الفترة التي تخسف فيه المحطة داخل ظل الأرض. أثناء حركة المحطة في الجزء المعرض للشمس من المدار، يعاد شحن البطاريات. فترة صلاحية هذه البطاريات للعمل حوالي 6.5 سنة، وأنه من المتوقع أن يتم استبدالها عدة مرات خلال 20 سنة وهي فترة العمل المتوقعة للمحطة.

تتتبع الواح الخلايا الشمسية الشمس لمضاعفة كمية الطاقة الشمسية. كل مصفوفة منها مساحتها حوالى 375 متر مربع، وطولها 58 مترا. عند استكمال المحطة، تتتبع الالواح الشمسية الشمس في كل مدار عن طريق دوران محرك ألفا، في حين أن محرك بيتا يضبط زاوية ميل الشمس مع المدار. حتى وصول دعامات الهيكل الرئيسية، كانت المصفوفات في موقع مؤقت عمودي على الاتجاه النهائي. في هذا الوضع، كان يستخدم محرك بيتا لتتبع الرئيسي للشمس. وللحد من آثار مقاومة الهواء التي ينتجها الغلاف الجوي العلوي، التي تحلق خلالها المحطة، يتم توجيه حافة الالواح الشمسية لتكون في اتجاه حركة المركبة.

7-3-5 : مراقبة وضع المحطة Attitude control:

يحتفظ بموقع (توجيه) المحطة باحد آليتين. وعادة يستخدم نظام التحكم العديد من أجهزة الجيروسكوبات (**CMGs**) التي تحتفظ بتوجيه المحطة، لتكون الوحدة ديستني أمام الوحدة يونتي، وتكون الدعامة **P** على جانب المحطة، والوحدة بيرس مواجهة للأرض الشكل (7-22). عندما يصبح نظام الجيروسكوبات مشبع بالحركة وهو وضع تتجاوز بموجبه الجيروسكوبات مداها التشغيلي أو لا يمكن أن تتبع سلسلة من الحركات السريعة وتفقد قدرتها على السيطرة على وضع المحطة. في هذا الوضع، صمم النظام الروسي للتحكم في الوضع ليعمل تلقائيا، باستخدام دفعات للمحطة للحفاظ على وضعها، والسماح لنظام الجيروسكوبات بعدم التشبع. هذا السيناريو حدث مرة واحدة فقط خلال رحلة أكسبدشن-10. عندما يتم التحام مكوك الفضاء بالمحطة، فيمكن استخدامه للحفاظ على موقع المحطة. هذا الإجراء تم استخدامه أثناء رحلة المكوك **STS-117** أثناء تثبيت الدعامة **S3/S4**.

احتفظت المحطة الفضائية الدولية خلال الفترة من عام 1998 إلى أوائل عام 2006 بارتفاع في المدار بحد أدنى 278 كم وحد أقصى 460 كم. والحد الأقصى العادي الذي يسمح بالتحام رحلات سويوز هو 425 كم. تفقد محطة الفضاء الدولية الارتفاع باستمرار بسبب مقاومة الغلاف الجوي، لذلك تحتاج المحطة إلى تعديل الارتفاع إلى أعلى عدة مرات كل عام. وهذه المقاومة تختلف من يوم الى آخر، بسبب التغييرات في كثافة الغلاف الجوي الخارجي الناجمة عن التغيرات في النشاط الشمسي. وهذه التعديلات يمكن أن تقوم بها المحطة بواسطة محركين رئيسيين على وحدة الخدمة زفيزدا، وأثناء التحام مكوك الفضاء وسفينة التموين بروجر [illegible]



الشكل (7-22)
المحطة الفضائية الدولية عام 2001، والالواح الشمسية الصغيرة السفلى على وحدتي زاريا وزفيزدا ، ومصفوفة الألواح الشمسية الكبيرة P6 .[49]

---

[49] http://en.wikipedia.org/wiki/File:ISS_on_20_August_2001.jpg

ولتعديل وضع المحطة لتحريكها عدة كيلومترات في مدارين يستغرق ذلك ثلاث ساعات. لذلك وقعت وكالة ناسا في ديسمبر 2008 اتفاقا مع شركة **Ad Astra Rocket** للصواريخ لإنتاج محرك بلازمي. لتمكن هذه التكنولوجيا، في المستقبل، من السماح للمحطة بحفظ موقعها بطرق أكثر اقتصادية من الوقت الحاضر.

7-3-6 : الجاذبية :

تساوي الجاذبية علي المحطة وهي في مدارها على هذا الأرتفاع، أقل من الجاذبية عند مستوى سطح البحر على الأرض بمقدار 88 ٪. وحالة انعدام الوزن الناجمة عن السقوط الحر المستمر للمحطة الفضائية الدولية، وطبقا لمبدأ التكافؤ، فإن السقوط الحر غير مميز عن حالة انعدام الجاذبية، ومع ذلك فإن البيئة في المحطة بدلا من وصف جاذبيتها بالمتناهية الصغر فهي تكون بيئة عديمة الجاذبية للتأثيرات الأربعة التالية :

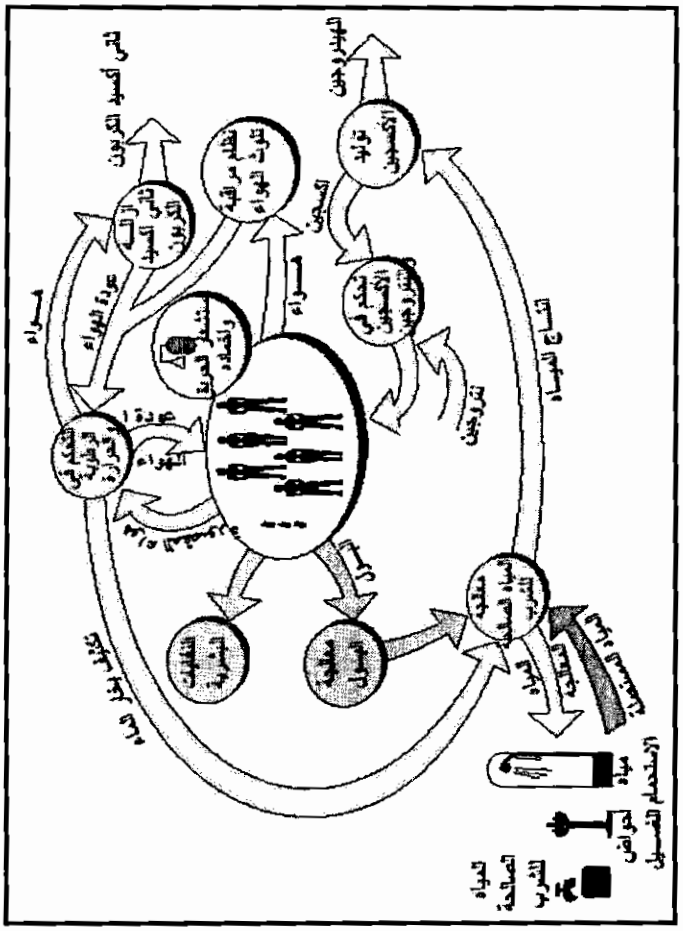
- مقاومة الغلاف الجوي.
- التسارع الاهتزازي الناجم عن الأنظمة الميكانيكية وحركة الطاقم على متن المحطة الفضائية.
- تصويبات الموقع المداري للمحطة بالجيروسكوبات (أو الصواريخ الدافعة).
- الفاصل المكاني عن مركز الكتلة الحقيقي للمحطة الفضائية الدولية، حيث أي جزء من محطة الفضاء الدولية ليس في مركز الكتلة الدقيق وسوف يميل إلى اتباع مدارها الخاص. وعلى آية حال كل نقطة جزء من المحطة فعليا، وهذا أمر مستحيل، وهكذا كل عنصر يخضع لتسارع صغيرة من القوى التي تبقيها متصلة بالمحطة أثناء حركتها في المدار. وهذا هو الذي يسمى أيضا قوة المد **tidal force**.

7-3-7 : التحكم البيئي ونظام دعم الحياة (ECLSS):

توفر المحطة الفضائية الدولية نظام لمراقبة البيئة ونظام دعم الحياة (**ECLSS**) أو السيطرة على بعض العناصر مثل الضغط الجوي، والكشف عن الحرائق وإخمادها، ومستويات الأكسجين، وإمدادات المياه. الأولوية القصوى لنظام التحكم البيئي هو جو المحطة الفضائية الدولية، ولكن هذا النظام يجمع أيضا، ويجري عمليات، تخزين النفايات والمياه المستهلكة والمنتجة من قبل افراد الطاقم. وتشمل هذه العملية إعادة تدوير السوائل من الأحواض، والدش، والمرحاض، والتكثيف من الجو الشكل (7-23). نظام الكترون **Elektron** على متن وحدة زفيزدا ونظام مماثل لتوليد الأكسجين في وحدة ديستني وتوليد الاكسجين على متن المحطة. وإذا لزم الأمر، الطاقم لديه الخيار من احتياطي معبأ على هيئة

اسطوانات الاكسجين واسطوانات توليد وقود الأوكسجين الصلب (SFOG). يتم إزالة ثاني أكسيد الكربون من الجو بواسطة نظام فوسدك **Vozdukh** في وحدة زفيزدا. والآخر بتحويل المخلفات الإنسانية، مثل غاز الميثان من الامعاء والأمونيا من العرق، والتي يتم إزالتها بواسطة مرشحات الفحم المنشط.

الغلاف الجوي على متن محطة الفضاء الدولية يحافظ على وجود تركيبة مماثلة لتلك التي في الغلاف الجوي للأرض. ضغط الهواء العادي في محطة الفضاء الدولية هو 101.3 كيلو باسكال (14.7 رطل)، وهو مساو للضغط عند



الشكل (7-23) رسم توضيحي لسلسلة نظام دعم الحياة على المحطة الفضائية.[50]

[50] http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cycle.gif

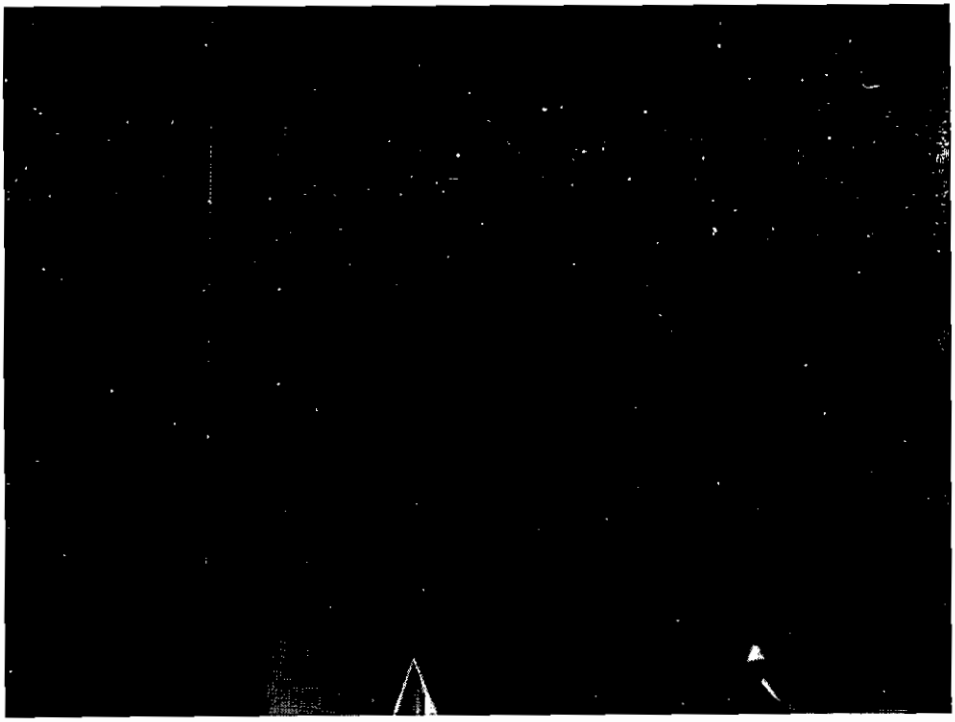
مستوى سطح البحر على الأرض. هذا النوع من الجو يوفر فوائد مختلفة لراحة الطاقم، جو مشابه لجو الأرض وهو أكثر أمانا من كثير من البدائل، التي توفر الأكسجين النقي، وذلك بسبب زيادة مخاطر اشتعال النار، التي كانت مسؤولة عن وفاة أفراد طاقم أبوللو-1.

7-3-8 : رؤية المحطة :

نظرا لحجم محطة الفضاء الدولية (الذي يمثل مساحة ملعب كرة القدم الامريكية) ومساحة كبيرة عاكسة من الواح الخلايا الشمسية، فرصد المحطة ممكن بالعين المجردة إذا كان الراصد في الموقع الصحيح وفي الوقت المناسب، في كثير من الحالات، تكون المحطة واحدة من ألمع الاجسام رؤية للعين المجردة في السماء، على الرغم من أنها لا تكون مرئية إلا لفترات قصيرة من الزمن، تتراوح بين دقيقتين إلى خمس دقائق.

من أجل رؤية المحطة، يجب توفر الشروط التالية، بفرض صفاء الطقس : يجب أن تكون المحطة فوق أفق الراصد، ويجب أن تكون المحطة على بعد 2000 كم من موقع الرصد (كلما كان أقرب كان ذلك أفضل). الشكل (7-24) صورة لرصد المحطة الفضائية الدولية في يوليو 2007 وهي عند تصويرها لفترة من الوقت تكون على شكل خط ابيض باهت نتيجة لحركة الأرض حول محورها.

يجب أن تكون السماء حالكة السواد بما فيه الكفاية في موقع الرصد لرؤية النجوم بوضوح، ويجب أن تكون المحطة في ضوء الشمس وليست في ظل الارض حتى يحدث انعكاس الضوء عليها. ومن الضرورى توفر الشرط الثالث لتبدأ أو تنتهي خلال فرصة رؤية جيدة. وفي المساء، نجدها تبدو المحطة شاحبة فجأة واختفائها كلما تحركت قدما نحو الغسق، والذهاب من الغرب الى الشرق. في الحالة العكسية، فإنها تظهر فجأة في السماء وهي تقترب من الفجر.



الشكل (7-24) رؤية المحطة أثناء
عبورها بالعين المجردة ويمثلها الخط المستقيم المائل.[51]

(51) http://en.wikipedia.org/wiki/File:ISS_26.07.07.jpg