

مجلة الآفاق SPACEHAB

يقام بهشام أبو عودة

تصميم لعماد إسماعيل الشمري
الفضيحة بين الكواكب *

تنوي إرسالها كوحدات صغيرة متناثرة هنا وهناك على شكل مستعمرات فضائية . . . وعندما بدأ إرسال العديد من هذه الوحدات المركزية سيدربطها في الفضاء مع بعضها البعض وسنحتوي على جميع المعدات والأجهزة من ميكانيكا وكهربية بالإضافة إلى السوائل الأخرى اللازمة للمدينة الفضائية .

وأجسام هذه الوحدات مصنوعة من الألمنيوم الذي أثبت تحمله الكبير لمناخ الفضاء عندما استخدم في المشاريع السابقة ، إذ إنه على من معدلات الإشعاع المتزايدة ، ولهذا فإن هذه الوحدات ستؤدي مهمة ملاحي العواصف الإشعاعية أثناء الفترات التي تزداد فيها كثافة وجدة النشاط الشمسي والانفجارات الشمسية .

أما القوائم التضاغية التي ستستخدم للسكنى فسيتبني من مواد مرنة لكي يتم تثبيتها وطبها تمهيداً لشحنها داخل مكوك الفضاء . . . وقد اقترح المصممون استخدام نسج شبكي مصنوع من مادة كفلار - 49 - KEVLAR . . . وهذه المادة فريدة من نوعها إذ إنها رقيقة جداً رقة الورقة التي تمسك بها الآن ، ولكنها أقوى بعدة مرات في مقاومة الشد من معدن الصلب Steel من نفس وزنها . . . والغرض من استخدامها أنها ستزود الهيكل بقوة احتمال كبيرة كما أنها ستحمي السكان من الجسيمات النيزكية الدقيقة Micrometeoroids . . . ومن الجدير بالذكر أن هذه المادة المتعددة الاستعمالات مستخدمة حالياً في صناعة أشرعة الزوارق وفي صناعة الملابس التي لا يمزقها الرصاص والأشياء الأخرى التي تستخدم لحماية حياة الأشخاص .

ولكن مادة الكفلار - 49 لها بعض العيوب وخصوصاً في الغلاف الجوي الرقيق للأرض على ارتفاع 150 ميلاً (حوالي 250 كيلومتراً) فوق الأرض ، وهو العلو الذي

الدكتور لاري بل Larry Bell أستاذ الهندسة المعمارية بجامعة هيوستون . . . وقد طبقت أحدث التقنيات والمواد في تنفيذ هذا التصميم المبكر .

وتتكون المدينة من عدة غرف يتم زيادة عددها حسب الحاجة ، وكل منها على شكل فطر عشب الغراب Mushroom وقطرها حوالي ثمانين قدماً تتحولت كالعنقود حول جزء مركزي أسطواني الشكل مصنوع من نوع خاص من المعادن . . . لقد كانت التصميم السابقة تعتمد دوماً على التركيب الجيوديسي Geodesic Structure⁽¹⁾ المبني من دعائم وقوائم انضغاطية وصفائح ، ولكن مثل هذا التصميم يحتوي على نقاط متعددة يمكن أن تسرب منها الغازات الحيوية كالأكسجين إلى خارج السفينة . . . هذا بالإضافة إلى أن مثل ذلك التصميم يحتاج لساعات عمل طويلة لبنائه في الفضاء . . . لذلك اتجهت النية إلى توصل أبسط ، إذ إنهم يزعمون إرسال وحدة الجزء المركزي المصنوع مسبقاً على الأرض . . . وهذا الجزء هو عبارة عن مركبة فضائية كتلك التي سبق إرسال مثلها إلى الفضاء في السنوات السابقة مثل المعمل المداري «سكايلاب» SKYLAB ، الذي أرسل عام 1973 م ، وسبق لهم اختيارها من قبل . . . ثم بعد ذلك سيتم إرسال القوائم التضاغية ونفخها في الفضاء لتأخذ شكلها الدائري ، وبعد ذلك يتم وصلها بالجزء المركزي .

والوحدات المركزية (الغرف) صغيرة بما فيه الكفاية ليستطيع مكوك الفضاء نقل العديد منها في كل مرة . . . وقد تم تصميم هذه الوحدات بناءً على اقتراح «ناسا» التي كانت

يتسابق المهندسون والمصممون هذه الأيام لتصميم مواقع متقدمة ومدن فضائية تصلح لسكنى الإنسان في الفضاء في مدارات حول الأرض لتكون نواة تنطلق منها سفن الفضاء الضخمة إلى مدارات أبعد لاستكشاف واستغلال الكواكب الأخرى ودراسة المجرات البعيدة .

والتحديات التي تواجه هؤلاء الحالمين ذوي النظرات البعيدة لا تخطر على بال زملائهم من المهندسين الآخرين الذين تنحصر تصاميمهم في نطاق مدننا المعهودة على الأرض ، فبرودة الشتاء والأسقف التي قد تسرب منها مياه الأمطار لا تدخل في حسابهم ، ولكن ما يهمهم هو ذلك الإشعاع القاتل أثناء العواصف الشمسية ، الذي يشكل أكبر خطر على «ساكن الفضاء» . . . إنهم لا يصممون منزلاً لعائلة واحدة ، بل مجتمع كامل ليعيش فيه في شبه عزلة تامة لمدة عدة شهور في كل مرة .

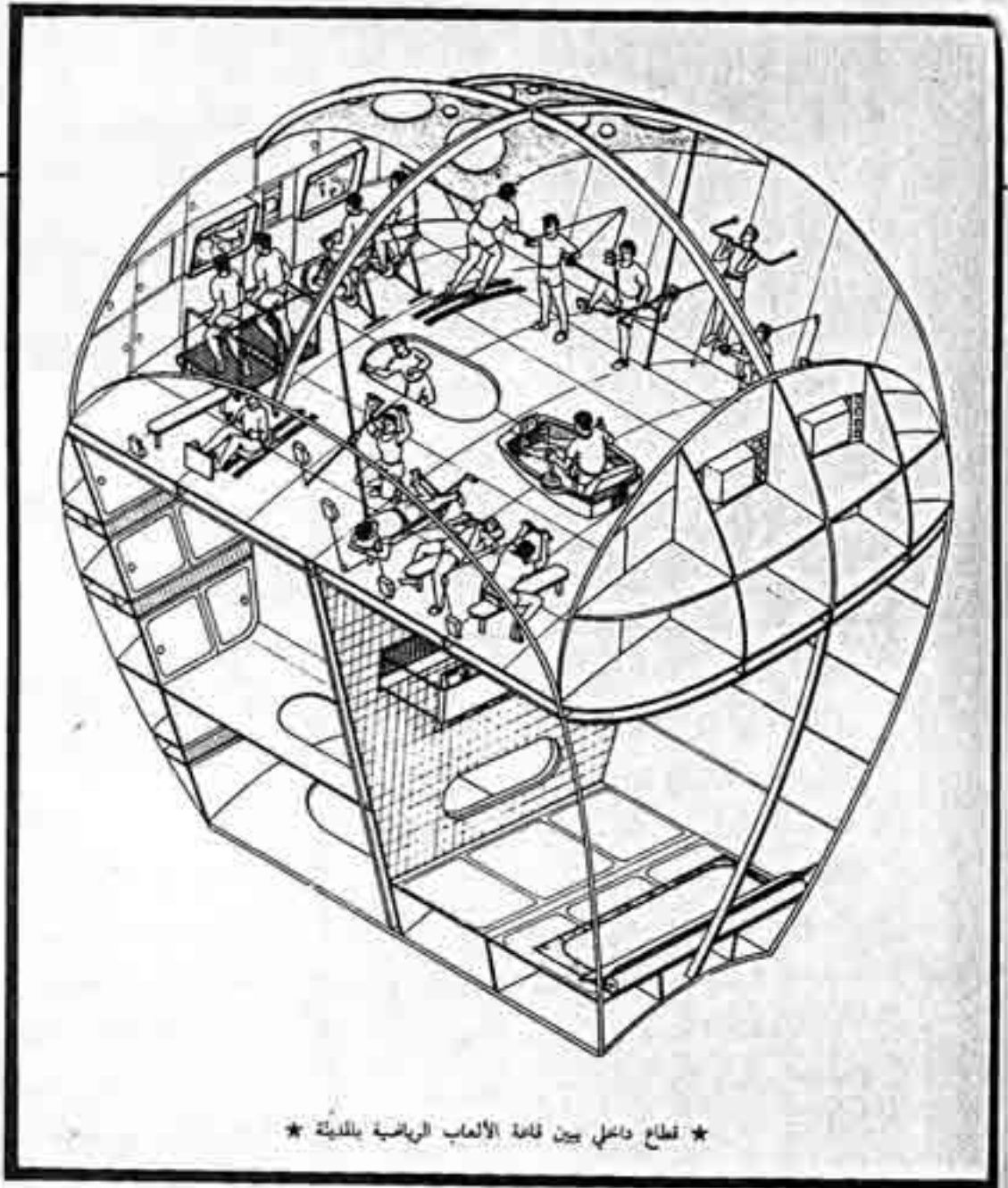
كثيرة هي التصميم التي طُرحت في هذا المجال . . . وتسابقت إلى نشرها الصحف والمجلات ، ولكن لكونها نوعاً من «الفانتازيا» السلية لا أكثر ولا أقل ، فإنها لم تر النور بعد ذلك ، لأنها لم تكن قائمة على أساس علمي . . . ولكن وكالة «ناسا» NASA⁽¹⁾ تدرس حالياً وبجدية تامة إمكانية تنفيذ مشروع مدينة فضائية متكاملة لترسلها إلى المدار قبل نهاية العقد الزمني القادم .

ومن التصميم المحكمة التي تقلعت بها المعاهد العلمية في الولايات المتحدة لهذا الغرض تصميم يسمى «سبيس هاب» SPACEHAB⁽²⁾ وهي مدينة صغيرة تتسع لمائة وخمسين ساكناً . . . وقد قاد عملية التصميم هذه

البيئة الغريبة ، إذ إن توفر مثل هذه الظروف هو المقياس الحقيقي لنجاح مسرحية الإقامة في الفضاء .

إن مدينة فضائية تتكون من أربع قوائم تضاعفية ستكون كافية لسكنى مائة شخص أو أكثر ، بالإضافة إلى مساحات كافية لإجراء الأبحاث العلمية ، والصناعات الصغيرة ، والعيادات الطبية ، وأماكن الترفيه ، وصلات الطعام والطبخ ومختلف صالات المعيشة الأخرى ... ولا ننسى الحدائق وأماكن مزاوله الرياضة بالطبع .

لقد أخذ مصممو «سيس هاب» نظرة جذرية عند تصميم المخطط لمحاولة مراعاة الحاجات النفسية للسكان أكثر من الإصرار على الملاءمة الهندسية ... وهكذا كان الجانب النفسي للسكان هو صاحب الأولوية الأولى عند التصميم الداخلي للمدينة ... فالقوانين العلمية العادية لحركة الأجسام يبطل مفعولها في جاذبية الصفر ، وهكذا فإن المفروشات والأثاث المستخدم على الأرض لا نفع لها في الفضاء ... كما أن الوسائل لا يمكن صيها ، والأشياء لا تبقى في مكانها إلا إذا رُبطت بمراسي صغيرة ... كما أن الأشخاص يصعب عليهم تحديدهم الاتجاه ، فإذا وقف شخص على رأسه ووقف آخر وقفة عادية ، بينا وقف ثالث بزاوية مائلة بينهما ، وتقدم رابع على جانبه فإن أيًا منهم لن يعرف من هو الذي يقف وقفة في الاتجاه الصحيح كالتي نقفها على الأرض ، وكل منهم يعتبر نفسه صاحب الوقفة الصحيحة ، فكلهم مرتاحون في هذا الوضع ... يقول رائد الفضاء السابق جيرالد كار Gerald Carr قائد المجموعة الثالثة لبعثة سكايلاب : « أتذكر أنني كنت أذهب إلى قرني رأساً على عقب ، ولم أصل عن الطريق مطلقاً ، ورأيت أشياء كثيرة بطرق مختلفة ... » إن الضغط النفسي لسكان (سيس هاب)



★ قطاع داخلي بين قوائم الألعاب الرياضية بالمدينة ★

من نوع خاص من جدران التفلون Teflon المنسوجة مع بعضها البعض ، إذ إن التفلون مادة عالية المقاومة للأكسجين النووي . وبعد نفع القوائم التضاعفية ، ستوضع حزم من مادة «إيبوكسي الغرافيت» Graphite Epoxy (وهي مادة كبيرة المقاومة للشد ، وخفيفة الوزن أيضاً) بين الفراغات والفواصل لجعل الجدران الخارجية محكمة الشد ، مثلما تقوم القضبان المعدنية الرفيعة بشد قماش المظلة .

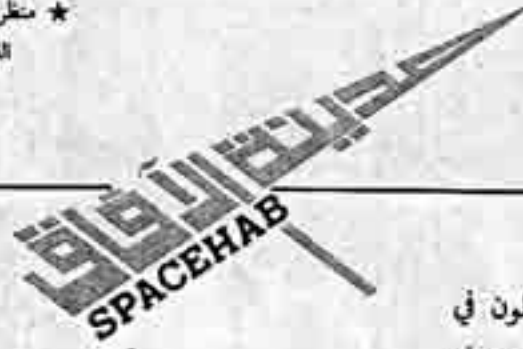
جولة داخل المدينة

بالرغم من قسوة الظروف في الفضاء ، فإن كل شيء في الداخل سيأخذ طووف المناخ على الأرض ، وسيتمتع الإنسان براحة تامة في هذه

ستطلق إليه المدينة الفضائية ، إذ إن طبقات الغلاف الجوي على هذا الارتفاع مكونة في المقام الأول من الأكسجين النووي .. والتصادم المستمر مع نويات الأكسجين قد يسبب عطب هذه المادة نتيجة لعملية الأكسدة Oxidation⁽¹⁾ كما أن مادة الكفلار حساسة جداً للأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Rays التي ستعرض لها من الشمس .

ولهذا فإن المهندسين التابعين لمركز جونسون الفضائي التابع لوكالة ناسا يبرون تجاربهم لاختيار مواد البناء الفضائية للملائمة ... وقد اقترحوا تغطية مادة الكفلار بطبقة رقيقة من رقائق المايلار Mylar وهي مادة بلاستيكية خاملة غير متفاعلة ... ولزبد من الحماية فإنهم يفكرون في إضافة طبقة أخرى

★ منظر لأحد أجزاء الشنعمرة
الفضائية من الداخل ★



متزلقاً في الهواء إلى غرفة مجاورة ، هي غرفة
التجفيف ، وبمجرد دخوله سيندفع تيار من
الهواء الجفاف الدافئ للتخلص من بقية الماء
على جسده ، ولكن قبل أن يبدأ المساء في
التدفق ، فإن على الشخص أن يربط نفسه وإلا
جرفه الهواء وقلفه إلى الحائط بقوة . . . وكل
قطرة من الماء ستتم معالجتها من جديد ثم يعاد
استعمالها ، ويشمل ذلك ماء الحمام والغسل ،
حتى البول لن يسل من هذه العملية .

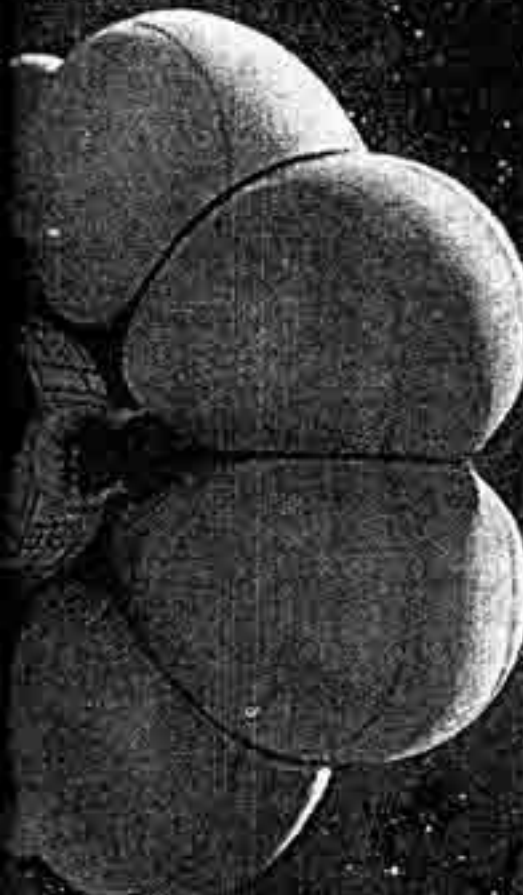
قاعة الاجتماعات

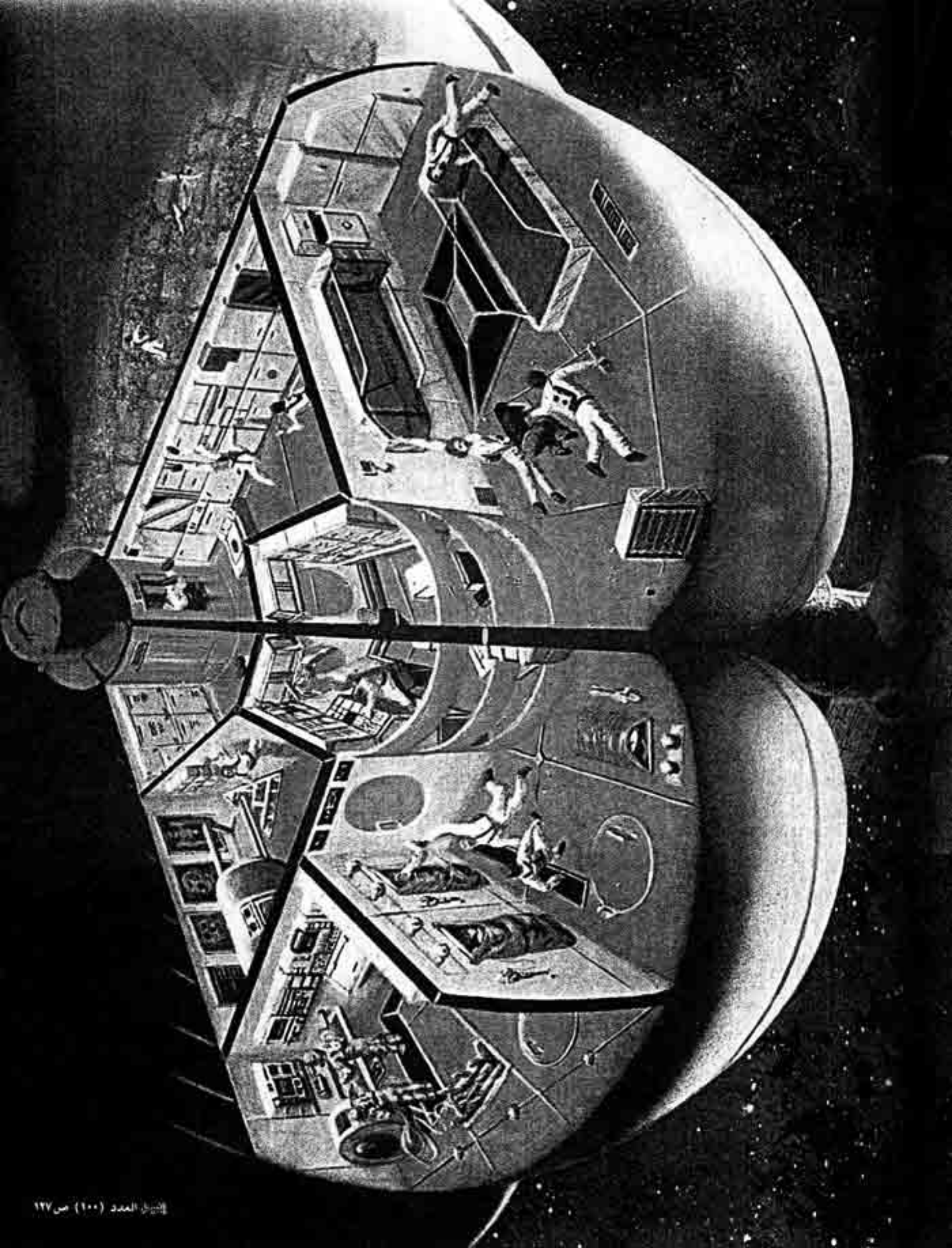
والرياضة اليومية العنيفة ضرورة لكل سكان
المدينة ، لأن الجسم تسوء حالته في جاذبية
الصفير بسرعة . . . وللوقاية من ضمور القلب
والعضلات ، فقد تم تصميم غرفة للألعاب
الرياضية «جنازيوم» بكامل معداته . . . وقد
اقترح فريق المصممين استعمال أدوات اللياقة
البدنية والدراجات الثابتة وأدوات التجديف
لهذا الغرض .

ولأن المساحة المتوفرة لها أهميتها ، فإن
بعض الغرف تم تصميمها لتقوم بأكثر من
وظيفة ولتسع لأكثر من نوع من الأنشطة . . .
فغرفة الترفيه مثلاً قد تقوم بعمل مسرح صغير
يتجمع فيه السكان لمشاهدة الأفلام السينمائية ،
أو لسماع الموسيقى ، أو الاستماع إلى محاضرة
يلقيها أحد الزوار من الأرض القريبة ، أو من
محطة فضائية أخرى في مدار مختلف . . . وقد
يحلوا لك أن تجلس على أحد المقاعد في هذه
القاعة . . هل تعرف ماذا يحدث لك . . ؟ . .
ستجد نفسك بعد لحظات طائياً من على

سيكون شيباً بذلك الذي عناه العاملون في
مشروع خط أنابيب الاسكا ، والمستكشفون في
القطب الجنوبي . . والملاحون في الغواصات ،
والعمال في حقول البترول البحرية المعزولة . . .
والعمل في الفضاء لن يكون رحلة من رحلات
المغامرات الشيقة كنتك التي ذهبت إلى القمر
لالتقاط بعض الأحجار وأخذ بعض الصور
التذكارية والقيام بنزهة علمية خلوية على متن
السيارات القمرية ، بل ستكون رحلة من
العمل الدائب المستمر . . . ومهما بدت لك
الأرض بروعتها وأنت داخل المدينة ، فإنك
ستظل داخل نطاق المدينة ، إنها ستكون لك
كالحجن الصغير . . . كما أن التوتر العصبي
سيطر على السكان الذين سوف تدق قلوبهم
بعض عند سماعهم لاختيار التيزك القادم نحوهم
الذي على وشك الاصطدام بهم . . . ولن
يتنسوا الصعداء إلا بعد أن يعرفوا أن الخطر
قد ابتعد عنهم . . خاصة إذا كان هذا التيزك
كبيراً وكان باستطاعته خرق نسيج الكفلاز
المغلف للسفينة .

ويهدف مصمموا الفضاء إلى التغلب على
مشكلة فقدان الاتجاه Disorientation وعلى
الضغوط النفسية ، وذلك بمخلط المألوف مع
الغريب وغير العادي في التصميم وخصوصاً في
منطقة المعيشة . . فالحمامات على سبيل المثال
ستعمل بنظام غسل السيارات . . . إذ ستكون
هناك غرف قائمة بذاتها معزولة عن الغرف
الأخرى . . وسيكون بها رشاشات لرش الماء
على الشخص بداخلها ثم سيم جمع الماء الزائد
والتخلص منه بواسطة الإسفنج وأجهزة الشفط
التفريغي ، إذ إنه بدون هذه العملية سيق الماء
ملتصفاً بالجسد على شكل خرزات من كل
شكا ونوع ، كما سيق الكثير منه طائياً في جو





ما يمكن . فلن يُسمح للمصابين بأمراض مزمنة كالسكري وأمراض القلب بالإقامة هناك . . . ومع ذلك ، فإن الأطباء يتوقعون أن أمراض البرد وعسر الهضم وأنواع السعال الغربية ستكون كثيرة التكرار . . . وقد أعد الأطباء أنفسهم لعلاج الإصابات التي تحدث أثناء العمل مثل الكسور ، والتعرض للسموم والمهروق والجروح الغائرة في الصدر أو البطن . . . وبما أن ترحيل مريض بإصابة خطيرة إلى الأرض عملية صعبة جداً ، بل مستحيلة في بعض الأحيان ، فإن أطباء المستعمرة سوف يعم اختيارهم من الجراحين وستكون الممرضات خبيرات بفنون التخدير . . . ويقول الدكتور دانيال وودارد Daniel Woodard المستشار الطبي للمشروع إنه في بعض الحالات الخاصة ، سيكون الاتصال بالأرض ضرورياً لكي يتمكن الطبيب المسؤول من استشارة الأخصائيين قبل إجراء الجراحة . . . وعلى أطباء الفضاء أن يكونوا على دراية تامة بكثير من فنون الصنعة ، فعلى سبيل المثال ، عندما يفتح الجراح بطن المريض في الفضاء سيجد أن الأحشاء قد خرجت من البطن وطفقت في الفضاء . . . وكما هو الحال مع جميع السوائل ، فإن الدم سيشتد في الغرفة ويجعلها مليئة بالمطار حراء تتدفق من الأسفل إلى أعلى وفي كل اتجاه . . . كما أن عليه أن يلحق بمضغ أو سكين أو قطعة شاش ضللت طريقها وأفلتت من بين يديه . . . هذا إن بقي المريض في مكانه . . . لذلك فإن غرفة العمليات يجب أن تجهز تجهيزاً خاصاً بحول دون كل ذلك . . . أما الأدوات الجراحية فيجب تصميمها تصميماً خاصاً . . . والمحاليل الطبية وأكياس الدم التي تستخدم أثناء العمليات فإنها تعتمد في عملها على جاذبية الأرض غير المتوفرة في الفضاء ،

Cowles أستاذ البيولوجيا بجامعة هيوستون ، إنه تعلم كثيراً من تجارب النيات التي أجريت على متن مكوك الفضاء في المدار ، فقد ثبت أن النبات أيضاً يفقد قدرته على تحديد الاتجاه مثله مثل الإنسان تماماً ، ففي تجربة على النيات المسمى Mung Beans وجدوا أن بعض النباتات قد أطلقت جذوراً علوية ، ونمت لها أغصان جديدة من أماكن نمو الجذور ، كما أن الشكل المألوف للنبات على الأرض تغير إلى حد ما . . . ويقول الدكتور كاولز : إننا نحتاج إلى مزيد من الدراسة والبحث للإجابة على الأسئلة التي تخص هذه الظاهرة . . . وعليها إعطاء الوسط الذي تنمو فيه النباتات مزيداً من الاهتمام ، إذ إن الزراعة في الفضاء ستكون بدون تربة وبدون جاذبية الأرض . . . ولن نجحت الزراعة في الفضاء . . . فإننا سنحصل على ثمار ومحاصيل لم تكن تحملها على الأرض . . . إذ إن حجم ثمرة الطماطم مثلاً سيكون في حجم البطيخ ، فلها ثمر شجرة الطماطم فإنها لن تؤثر على الغصن الذي يحملها ولن ينكسر تحت وطأة ثقلها ، إذ ستسبح الثمرة والغصن جنباً إلى جنب في الفضاء ، فكلاهما بلا وزن .

والحديقة في هذا الموقع العزول من العالم ستوفر لأصحابها الشعور بالطمأنينة والأمان ، فنحن نحتاج النباتات من وجهة النظر السيكولوجية أيضاً ، ولليل من بيوتنا على الأرض نخلو من النباتات . وستكون النباتات لسكان هذه المدينة ملجأ يلجأون إليه للاسترخاء والراحة .

في هذه العملية

وللبقاء على المشكلة الصحية أقل

بالقرب من منصة الخطابة . . . ولو نظرت خلفك ستجد أن الكثيرين قد حلوا حلوك دون إرادة منهم ، فمنهم من اتخذ وضع السدب الكسلان الذي يتعلق على الأشجار رأساً على عقب ، ومنهم من نام على السقف معتقداً أنه أرضية الغرفة ، وآخر طار كرسيه معه وبقى جالساً عليه واضعاً ساقاً على ساق حاسباً نفسه أنه الوحيد الذي ما زال ملتصقاً بمكانه . . . حتى أن الخطيب قد لا يسلم من ذلك ، إذ سيجد نفسه ملتصقاً بالشاشة الرابضة خلفه ، وقد طفقت معه أوراقه وكتبه . . . وحتى لا يحدث مثل ذلك ، فإن الكراسي ستكون مثبتة في أرضية الغرفة وهذه الكراسي دواسات معدنية يضع فيها الشخص قدميه ، كما أن لها أحزمة تلتف حول وسط الشخص ، وكل ذلك حتى لا يطفو أحد . . . أما أوراق المحاضرة فتكون مثبتة في مشابك مغناطيسية تلتصق بالطاولة المعدنية أمام الخطيب .

وقد يحتاجون هذه القاعة فيما بعد لتكون قاعة للاجتماعات ، وعندها يتم تسيي وطي الكراسي وتعليقها على الحوائط ، ثم يتم إنزال طاولة الاجتماعات من مكانها تحت السقف .

حديقة الفضاء

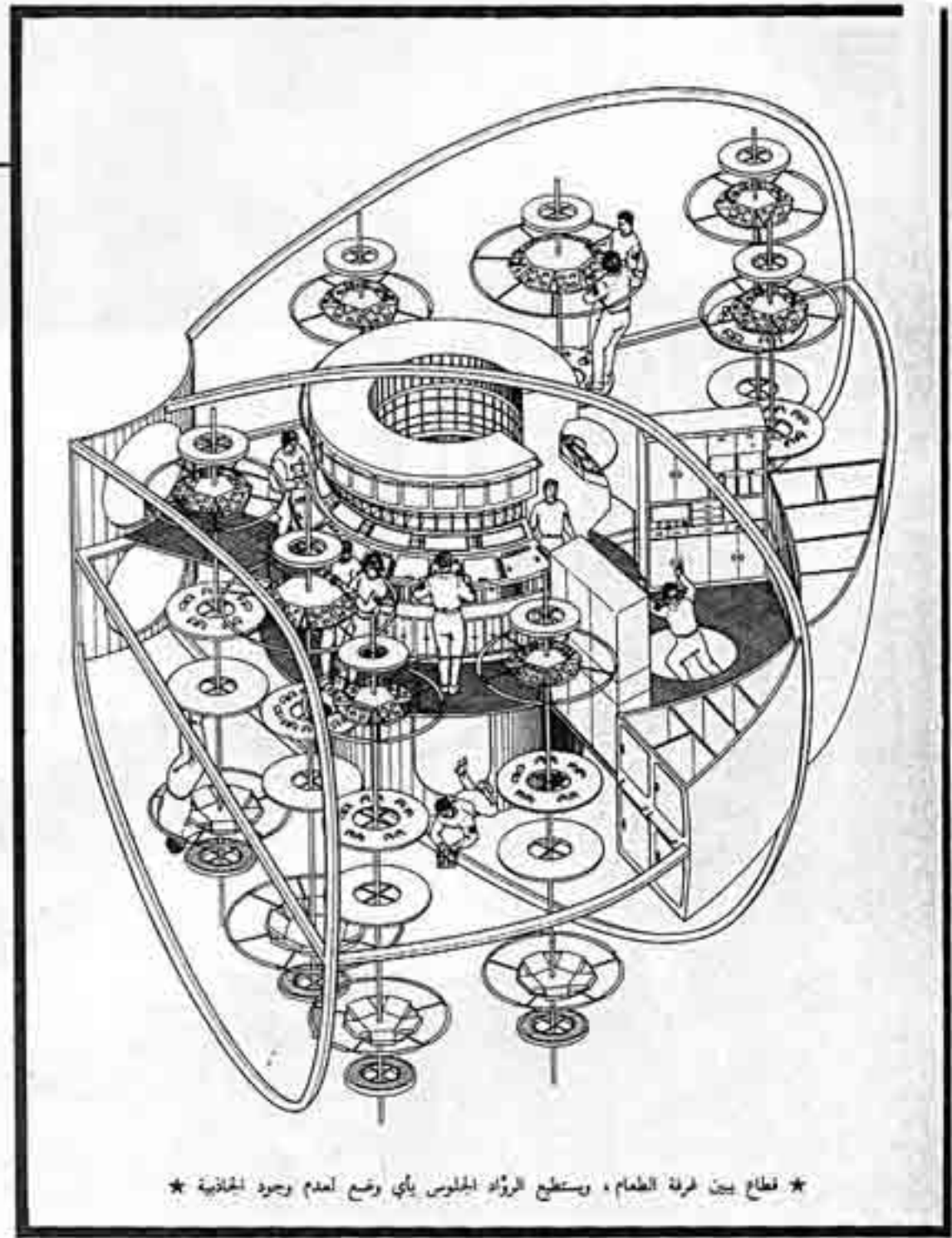
إن الطعام الطازج في المدينة سيكون محدوداً ، إذ إن رحلة المكوك الروتينية المنتظمة إلى المدار ستزودهم بالطعام الطازج في كل مرة . . . لذلك فإن عليهم الاهتمام بإنتاج معظم احتياجاتهم من الطعام الطازج بأنفسهم . . . فهناك مساحة تم تخصيصها لحديقة الفضاء ، وفيها يمكن زراعة الخضروات والفواكه الطازجة . . . ومثل هذا المشروع الزراعي يحتاج إلى تخطيط دقيق ، إذ إن عليهم إنتاج أكبر كمية من المحصول في أقل مساحة ممكنة .

ويقول البروفيسور جو كاولز Joe

يمكن أن يضع بها حاجياته ... أما نظام المراسلات داخل المستعمرة فيكون عن طريق شاشة تلفزيونية، وسوف تستخدم أيضاً كهاتف، ولتلقى الدروس بالمراسلة، ولاستقبال البرامج القادمة من الأرض الغربية ولأموال الترفيه المختلفة.

التكاثر في الفضاء

سوف نتقل من عصر المعامل الفضائية الصغيرة التي يعيش فيها رواد يُعدون على أصابع اليد الواحدة لفترة قصيرة، إلى قرى ومدن فضائية يعيش فيها مائة شخص أو أكثر لفترات أطول، أو مستعمرات ضخمة تتسع لعشرة آلاف شخص قد يقعون هناك إلى الأبد، وسيتولى أبناؤهم من بعدهم عملية استيطان الفضاء ... ولكن مشاكل التوالد والتكاثر في الفضاء عديدة وكثيرة ... إذا كنا نرغب في استيطان الفضاء فعلياً أن نكون قادرين على التكاثر فيه وفي فراغه وفي منطقة انعدام الجاذبية ... ولقد أجرى الروس أنواعاً متعددة من التجارب على الحيوانات لاستكشاف هذه النقطة ... يقول «أوليف غازينكو» عضو الأكاديمية الروسية للعلوم: إن الروس أجروا كثيراً من التجارب على الحيوانات الفقارية واللافقارية على متن سفن كوزموس ... ففي إحدى الرحلات تسافدت «ذباب الفواكه»، وتمت سلالتها بشكل طبيعي مثل نموها على الأرض ... كما نجحت التجارب على الأسماك في هذا المضمار، إذ إنه تم تلقيح بيض السمك على الأرض، ونُقل إلى الفضاء ففقس هناك ونما ... أما التجارب على الجردان فقد كانت غير ناجحة ... إذ إن الجردان حملت في الفضاء، ولكن بعد هبوطها إلى الأرض لم يولدوا أثراً للجنين إذ إن جدار الرحم قام بامتصاصه.



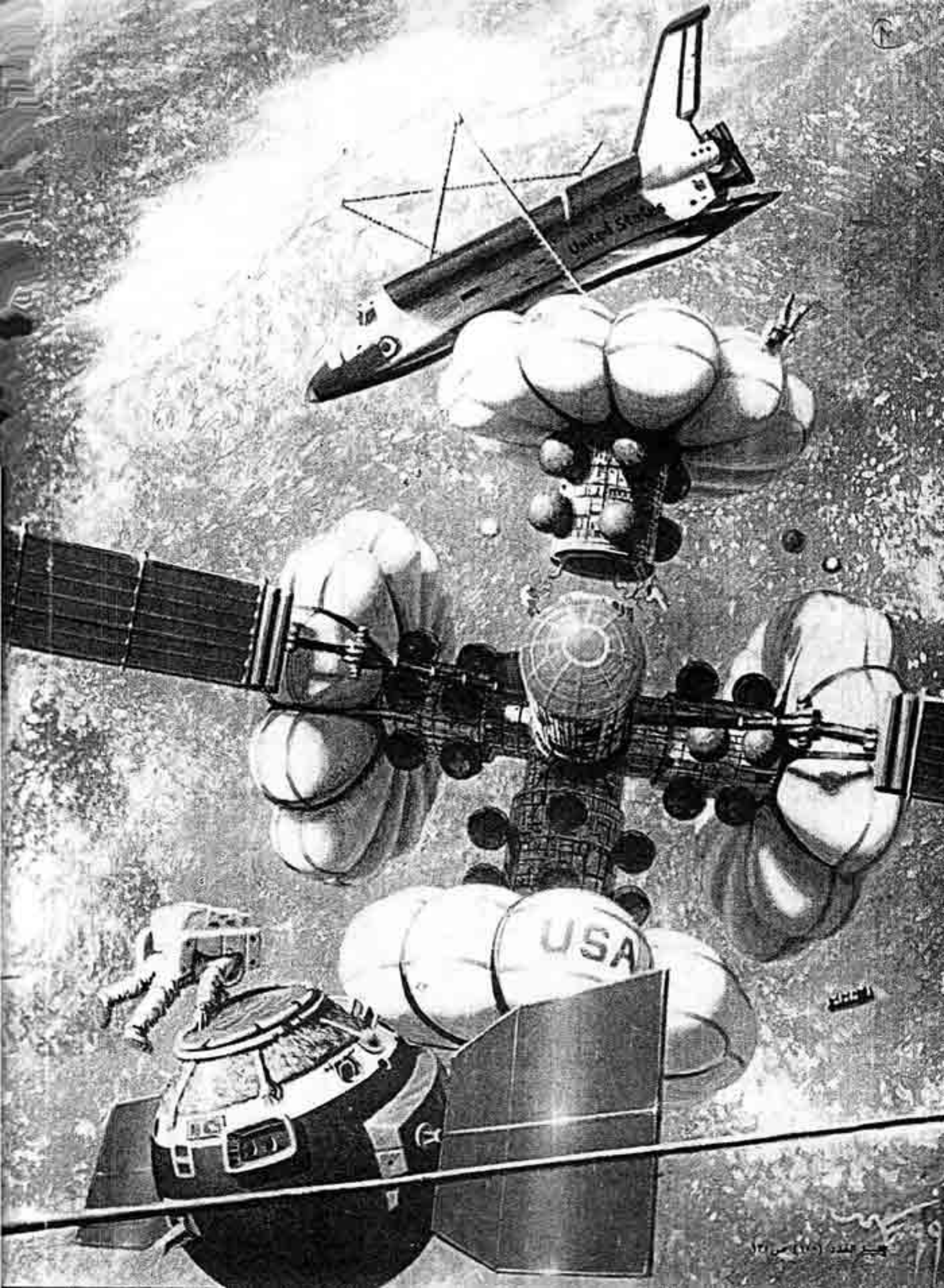
* قطاع بين غرفة الطعام، ويستطيع الرواد الجلوس بأي وضع لعدم وجود الجاذبية *

الجراحة، إذ إن ظروف التعقيم يجب أن تستمر في الفضاء كما هو الحال على الأرض .. فعلى الأرض نقف وقفة واحدة مترنة دائماً .. وبذلك ينحصر التلوث في المناطق السفلية .. أما في الفضاء فالتلوث في كل مكان.

ونأى إلى مكان النوم، فمن الرحلات السابقة لسكايلاب عرفوا أن الرواد أحسوا الإقامة في الأماكن المريحة الدافئة، لذلك قاموا بتصميم أسرة طولها سبعة أقدام وارتفاعها أربعة أقدام فقط ومثلها عرضاً وهي عبارة عن جيوب شفافة ... وهذه الجيوب معلقة على الجدران مثل أكياس النوم التي يستخدمها الرحالة، ويمكن طيها بعد استخدامها، كما أن الرائد

لهذا يجب إعادة تصميمها أيضاً لضخها في أوردة المريض.

وقد قامت وكالة «ناسا» بتصميم أجهزة تستطيع إجراء عدة فحوصات على دم المريض باستخدام أقراص صغيرة من معاملات كيميائية Reagents نوضع حول «نايذة مركزية»، Centrifuge تعمل بقوة الطرد المركزي لترسيب كريات الدم، تُنقل بعدها إلى مقياس التحليل الطيفي Spectrophotometer حيث ينطلق شعاع ضوئي يمر في عينة البلازما ويفس بدقة كمية الضوء الممتص، وهكذا نستطيع معرفة التركيب الكيميائي والتركيز. وقد أعطي اهتمام خاص لتصميم منطقة



10

UNITED STATES

10

USA

USA

10

كما أرسل الروس ستين بيضة من بيض طائر السمان (الفر) إلى الفضاء ، وقد نجح نموها بنسبة ٧٥٪ ، ولكن ، ولخطأ تقني في الحاضنة Incubator ، لم يحصلوا على طيور صغيرة ، لكنهم بدلا من ذلك حصلوا على أوملت (عجة) .

وستركز التجارب الروسية القادمة على السطير والشديدات وخصوصاً الجرذان والقردة ... لها التجارب على البشر ، فإنها ليست محتملة حتى في المستقبل البعيد . . وقد نفى غازينكو الإشاعات القائلة إن الروس قد أجروا فحوصاً لعدد الحيوانات المنوية للبرؤاد في الفضاء ولكنه أكد أن الروس قد قاموا بقياس معدلات الهرمونات في دم رائدة الفضاء زفتلانا سافيتسكايا وقد ظهر أنها طبيعية تماماً .

إن استيطان الإنسان في الفضاء قادم ، وسيأتي اليوم الذي سيتنقل فيه بنو البشر بين الكواكب بنفس السهولة التي يتنقلون فيها اليوم بين مدينة وأخرى ... وإن غداً لناظره قريب .

الموامش

- (١) NASA اختصار National Aeronautic & Space Agency بمعنى وكالة الطيران والفضاء القومية .
- (٢) SPACEHAB اختصار SPACE HABITATION بمعنى سكنى الفضاء أو مستعمرة الفضاء .
- (٣) تمصر خط بين نقطتين على سطح معين .
- (٤) تتفاعل أو تتحد الأكسجين مع أي مادة أخرى .
- (٥) تسلسل : بمعنى تزاوج .

