المقتطف

الجزء الخامس من المجلد الثالث والتسعين

١ ديسمبر سنة ١٩٣٨ — ٩ شوال سنة ١٣٥٧

حصاد الصيف

في حقول العلم

١ – أطوار النبات

لحياة النبات صلة وثيقة بحياة الحيوان . بل ان حياة الحيوان بوجهٍ عام تعتمد في آخر الامر على عالم النبات . فنمو النبات موضوع عني به الانسان عناية متناقلة في الماضي . وقد كانت مباحثهُ تنصرف في الغالب الى دراسة العوامل الخارجية التي تؤثر في النمو كالتضوء والحرارة والماء . فوجد الباحثون لكل نبات درسوه حالة معينة هي مزيج من هذه العوامل تتيح لذلك النبات أقصى النموّ . ولكن اذا أحطنا نباتاً بالعوامل الخارجية المتباينة التي تتيح لهُ أقصى النمو وجدنا مع ذلك عوامل داخلية تؤثر في ذلك النموّ ، فلا نستطيع ان نسيطر على نمو النبات إلاّ اذا عرفنا هذه العوامل وكيف تؤثر فيه

وقد تقدم هذا البحث تقدماً يذكر في السنوات العشر الاخيرة . فكشف العلماء ان في تركيب النبات مواد كيماوية تضبط نموّهُ على نحو ما تؤثر مفرزات الغدد الصم كالنخمية والدرقية والكظية وغيرها في ضبط نموّ الانسان . والى القارىء جانباً من الاسلوب العلمي التجريبي الذي جرى عليه العلماء في دراسة هذه الناحية من نمو النبات . وجلّ هذه التجارب قام بهِ جماعة من علماء الفسيولوجيا النباتية في معهد كاليفورنيا التكنولوجي

ولعلَّ خير ما نبدأ به البحث في هذا الموضوع هو التدقيق في تمييز كلمة هرمون hormone (تـوُّر) عن كلمة فيتامين vitamin

فمن نحو ستين سنة قام عالم يدعى ساكس Julius Sachs وهو المعروف بلقب (أبي فسيولوجيا النبات) فذهب الى ان تأثير جزء من نبات ما في أجزاء أخرى من ذلك النبات وتنسيق أعمال الاجزاء المختلفة يجب ان يسند الى مواد كيماوية معينة في النبات نفسه. وكان الاساس الذي استند اليه في مذهبه هذا أساساً نظريًّا. ومما قاله ان مقادير هذه المواد في النبات صغيرة جدًّا ولكنها مركزة. وميَّز بين هذه المواد والمواد الاخرى التي تعتبر غذاءً ومقاديرها في أجسام النباتات كبيرة

وبعد ما انقضى نحو ربع قرن على قول ساكس هذا ثبت لبعض علماء الفسيولوجيا ان هناك مواد كيماوية معينة تقوم بمهمة الرسل بين اعضاء الجسم فتنسق اعمالها وأطلق عليها العالم ستار لنغ سنة ١٩٠٤ لفظ هرمون وقد وضع لهُ الدكتور محمد شرف لفظ (تـوُّر) ومعناه الرسول بين القوم وانما يسهل تخصيصهُ للمعنى العلمي لندرة استعماله بمعنى الرسول في الكلام العربي او الكتابة

فالتوُّر اذاً مادة تولد في ناحية من الجسم وتنتقل الى نواحٍ أخرى من الجسم في مقادير يسيرة جدًّا فتحدث تأثيراً فسيولجيًّا معيناً

اما الفيتامينات فهي مواد كيماوية معينة يحتاج اليها جسم الحيوان ولكنه يعجز عن تركيبها[1] الاَّ ان الحيوانات تستطيع الحصول عليها من النباتات لان في وسعها ان تصنعها نتيجة لعمل التركيب الضوئي Photosynthesis. والفيتامين كالتوُّر يحتاج اليه الجسم لانهُ يحدث فيه افعالاً فسيولوجية معينة. أما التوُّر فتولده اعضاء الجسم. وأما الفيتامين فيجيئه من الخارج عن طريق الطعام الذي يحتوي عليه

والتمييز بين التوُّر والفيتامين ليس حاسماً. فمادة معينة قد تكون توُّراً لجسم ما وفيتامياً لآخر. فالحامض الاسوربيك (فيتامين C) لا يتولد في اجسام الحيوانات العليا ولا بد لها في سبيل الحصول عليه من تناوله من الخارج. الاَّ ان الجرذ يستطيع ان يركب هذا الحامض في كبده فهو اذاً من التوُّر جسم الجرذ حالة انهُ فيتامين بالقياس الى الحيوانات العليا

ولا يخفى ان من مظاهر النمو في النبات، كانتشار البزوة واستطالة الفرخ وتفتح الزهرة ما سببه كبر حجم الخلايا النباتية. وكبر حجم الخلايا يتأثر بعوامل داخلية متعددة في مقدمتها مادة كيماوية معينة، هي في الحقيقة توُّر يدعى اوكسين auxin. فلننظر الآن في بعض التجارب

(١) راجع مقال الدكتور جيمس بونر Bonner في مجلة النشرية العلمية عدد نوفمبر ١٩٣٨ صفحة ٤٣٩ في آخرها وعليه الاعتماد في هذا التلخيص

التي اجريت لاثبات فعل هذه المادة وانهُ شبيه بفعل « النَّوْر » في جسم الانسان

عندما ينمو فرخ الزبير (او الشوفان Oats) يحيط بكل ورقة من أوراقهِ غمد مفرغ يدعى coleoptile . هذا الغمد يستطيل من بضع واحد او ملمترين الى اربعة ملمترات ولا يحدث انشطار الخلايا خلال مدة الاستطالة الاَّ قليلاً . فكلُّ نموٍّ الغمد هو استطالةٌ في خلاياه

***

فدراسة العوامل التي تؤثر في نمو الغمد واستطالة خلاياهُ تصلح ان تكون مجالاً لتجريب التجارب بغية الوقوف على تأثير الاوكسين فيها . وغمد ورق الزبير لا ينمو من طرفهِ ولا من قاعدته بل من الوسط اذ تستطيل المنطقة المتوسطة بين الطرف والقاعدة . فاذا ازيل طرف الغمد اي اذا قطع رأسهُ نقص معدل النمو في المنطقة المتوسطة نقصاً كبيراً . ولكن اذا أعيد الطرف المقصوع بعيد قطعهِ ووضع على الغمد الذي قطع رأسهُ ظهر ان النقص في معدل النمو لا يكون بيناً . واذن فرأس الغمد يؤثر في معدل نمو المنطقة المتوسطة ، وهذا التأثير يمكن نقله ولو قطع الرأس وأعيد وضعهُ على المقطع . بل اذا وضع غشاء رقيق من الهلام (الجلاتين) بين الرأس المقطوع ومقطع الغمد استطاع الرأس ان يحدث التأثير نفسهُ . واذا اخذ الرأس المقطوع ووضع على جانب الغمد احدث تأثيره المعروف ولكن التأثير يقتصر على الناحية التي وضع عليها ، فيزداد نمو هذه الناحية ويفوق نمو الناحية الاخرى ، وكذلك ينحني الغمد

ولكن كيف نعلم ان تأثير الرأس في نمو المنطقة المتوسطة يرجع الى مادة كيمياوية هي من قبيل الاوكسين تفرزها الغدد الصم في الجسم . هذه الناحية من البحث تعهدها الاستاذ ونت Went بتجربة اصبحت مثالاً يحتذى في مثل هذه البحوث

***

ازال الاستاذ ونت رأس الغمد الذي قطعهُ ثم وضعهُ على طبقة من الاجار وهي المادة التي تستعمل في المعامل البكتيريولوجية لاستنبات الجراثيم . ثم رفع الرأس المقطوع عن الاجار وقطعهُ ثم وضع طبقة الاجار التي كانت تحت الغمد وأعاد أعراض النمو في منتصف الغمد اي ان العامل الباعث على النمو في رأس الغمد انتقل الى الاجار ومنهُ الى منتصف جسم الخلية النباتية . واذن يصح القول بأن أعراض النمو هذه ناجمة عن مادة كيمياوية

ثم التجربة الكمية (quantitative) لتعيين عامل النمو ، فتقوم على أخذ مكعب من الاجار الذي تطرقت اليهِ المادة الكيميوية وإلصاقهِ بجانب الغمد بعد تقصفهِ فينمو من هذه الناحية أكثر مما ينمو من الناحية المقابلة فينحني فيقاس انحناؤه ويتخذ انحناؤه مقياساً لمقدار ما في

المكعب من عامل النمو . فاذا طبق هذا الاسلوب تطبيقاً دقيقاً كان في الوسع قياس تركز مادة النمو هذه في الاجار قياساً لا يختل من الخطاء أكثر من ٥ في المائة

والعلماء الباحثون يعلمون الآن ان مقدار هذه المادة في رأس النمد صغيرة جداً . فاذا قضى عشرون رجلاً ١٢٥ سنة ولا همَّ لهم الاَّ قطع رؤوس الاعماد من ورق أفراخ الزمير لكي يستخلص منها « عامل النمو » هذا لما كفى ما يقضون الاَّ لاستخلاص ما وزنهُ غرام واحد

الاَّ ان الباحث على الاستغراب ان بول البشر يحتوي على مقادير غير يسيرة من هذه المادة وقد بدأ باحثان من علماء الكيمياء العضوية بهولندة اسمهما فرتز كوجل Kögl وهاجن سمت Haagen-Smitt يبذلان ما في طاقتهما من الحيلة العلمية لاستخراجها من البول . وكانا يطبقان طريقة المكعب « الاجاري » في امتحان المادة التي يستخلصانها في كل مرحلة من مراحل البحث وبعد ان ركزا المادة البولية التي شرعا في بحثها مائة الف مرة تمكنا من الحصول على مادة مبلورة اذا وضع منها مقدار يسير جداً (٢ × ١٠- ١١ من الغرام) في مكعب اجاري ووضع هذا المكعب ملاصقاً لمنتصف النمد (في فرخ الزمير) انحنى النمد مقدار عشر درجات . وقد استخلص هذا الباحثان مقداراً لا يكاد يبلغ وزنه غراماً ولكنهُ مع ذلك كان كافياً للبحث الكيمياوي فيه بغية معرفة تركيبه الكيمياوي . وقد أطلق كوجل عليه اسم أوكسين auxin او بالحري أوكسين — (ا) لان هناك مادة أخرى تشبهه وانما يختلف تركيبها الكيمياوي عنهُ بعناصر جزيء من الماء وقد دعي اوكسين — (ب)

***

وبعد استخراج الاوكسين استخرجت مادة أخرى تؤثر في نمو الخلية النباتية تعرف باسم « الحامض إندول — اسيتيك » الاَّ ان هذه المادة لا تتولد في النبات الحيا ولكنها تتولد بفعل البكتيريا والفطر نتيجة ثانوية لفعل التمثيل فيها . غير ان تركيبه بالتأليف الكيمياوي في المختبر الكيمياوي مستطاع وذلك مؤيد كشفهُ الى تجربة التجارب بعامل آخر من عوامل النمو المستخلصة من النبات

وليست ناحية الاستطالة في خلايا النمو هي الناحية الوحيدة التي يسيطر عليها الاوكسين بل هو يسيطر كذلك على ناحية سيرها من حيث اتجاهها الى الشمس او الجاذبية أو انحرافها عنهما Phototropy فالمعروف انهُ اذا وقع ضوء الشمس على النبات كان نموهُ حيث هو متجه الى الشمس اكثر منه حيث هو منحرف عنها . وقد ثبت الآن انهُ يمكن تفسير ذلك بتوزيع الاوكسين في النبات نفسه وذلك تجربة خاصة أشبه بالتجارب السابقة ضرب الآن صفحاً عنها

٢ – الطائرات الطخرورية[1]

رنا الانسان الى الطيور سابحة في الفضاء فطمح الى مجاراتها . فلم يتسنَّ له ذلك الاَّ في القرن العشرين . فما استقام لهُ الطيران بأجهزة أثقل من الهواء في مستهلّ هذا القرن الجديد أولاً وسيلة للرياضة ثم طريقاً من طرق المواصلات . ولو لم تكن الطائرات أسرع من القطارات والسفن لما تعرَّض الانسان للمغامرة في ركوب متنها . فالسرعة من أهم البواعث على العناية بالطيران . وقصب السرعة الآن يبلغ نحو ٤٤١ ميلاً في الساعة . او نحو ٦٤٦ قدماً في الثانية وهي سرعة تبلغ نصف سرعة الرصاصة المنطلقة من فوهة مسدَّس . واذا القينا بجسمٍ من قمة بناية « الامبير ستيت » بنيويورك البالغ علوها ١١٠٠ قدم تقريباً كان متوسط سرعته بين القمة ورصيف الشارع نصف سرعة أسرع الطائرات ، حتى اذا صرفنا النظر عن مقاومة الهواء لهُ في هبوطهِ . ولا يمكن ان تبلغ سرعة جسم هابطٍ من علٍ سرعة أسرع الطائرات الاَّ اذا أُلقي من قمة ارتفاعها ٦٤٠٠ قدم

إلاَّ ان السرعة العملية للطائرات المستعملة الآن تبلغ نحو ١٦٠ ميلاً في الساعة . الطائرات التي تحطُّ على الارض و٢٠٠ ميل في الساعة للطائرات المائية او « السفن الطيارة » . وهي سرعة لا بأس بها بالقياس الى سرعة القطارات والسفن . فهي تفوق أسرع القطارات ضعفين وأسرع السفن نحو سبعة اضعاف . ومن المرجح — في رأي ميكورسكي المشهور بهندسة الطائرات وصنعها وعنهُ نلخص من مقال نشر لهُ في مجلة جزال الكتريك — ان الاعتبارات العملية ستجعل سرعة الطائرات التجارية في العقد المقبل تتفاوت بين ٢٠٠ ميل و٣٠٠ ميل في الساعة

***

لا يخفى ان سرعة الطائرات زادت تسعة اضعاف في الثلاثين السنة الاخيرة وعلى هذا القياس زعم بعضهم ان سرعتها ستبلغ خلال ربع القرن المقبل الف ميل في الساعة . إلاَّ أن البحوث الحديثة قد أثبتت ان انسياب الهواء حول أجنحة الطائرات يتغير عند بلوغ سرعة الطائرة سرعة الصوت أي ٧٦٢ ميلاً في الساعة عند مستوى سطح البحر . والتأثير الضار لهذا التغير في انسياب الهواء يبدأ في الظهور عند ما تبلغ سرعة الطائرة ٥٠٠ ميل في الساعة .

---

(١) الطبقة الطخرورية . تقابل stratosphere . والطخارير في لسان العرب من السحاب قطع مستدقة رقاق واحدها طخرور وطخرورة . وهذا الوصف يقابل المراد من لفظ Cirrus في وصف الغيوم وهو ضرب من الغيم يكثر في المنطقة العالية من الهواء الموصوفة بلفظة « ستراتوسفير » الانجليزية المعنية .

فاذا جمعنا الى ذلك أنهُ اذا زادت سرعة الطائرة على ٤٠٠ ميل في الساعة زادت نسبة ما تحتاج اليه من الوقود وأنهُ اذا تعدّت السرعة ٥٠٠ ميل في الساعة نقصت كفاءة المحرّك ، اصبح من المحتم علينا ان نقرّر ان سرعة الطائرة المثلى قد لا تتعدّى ٥٠٠ ميل في الساعة زمناً طويلاً

واذا التفتنا من اقصى سرعة الطائرات الى اعلى ما حلّق اليه الطيارون ظهر لنا أن قصب السبق في هذا الميدان للبلون لا للطائرة . ذلك ان ضابطين من ضباط الجيش الاميركي حلّقا ببلون الى ارتفاع ٧٢٣٩٥ وذلك في سنة ١٩٣٥ فعندما بلغا ذلك المرتفع كان ٩٥ في المائة من كتلة الغلاف الغازي الذي يحيط بالارض تحتهما . والخمسة في المائة الباقية فوقهما وهي هواء لطيف النطف كلهُ . اما قصب السبق في التحليق بطائرة فللضابط البريطاني آدمز وهو ٣٣٩٧٦ قدماً . ولذلك اتجه نظر المهتمين بشؤون الطيران الى امكان الارتفاع بالطائرات الى ٣٠ او ٣٥ الف قدم فتسير حينئذٍ في جوّ اللطف من الجوّ الذي على ارتفاع عشرة آلاف قدم فتزيد سرعتها زيادة كبيرة من غير ان يقابل ذلك زيادة مماثلة في الوقود التي تحرقهُ

وقد كانت الصعوبة من بضع سنوات في صنع طائرات تستطيع الطيران في هذا الجوّ اللطيف ولكن المهندسين والمخترعين تمكنوا من التغلّب على هذه المصاعب الفنية . وغدا الحدُّ الذي تستطيع الطائرات التجارية الارتفاع اليه السفر التجاري مقيداً بقدرة الركاب الصحية لا ببناء الطائرات الفني . فمعظم الطائرات الحديثة تستطيع الطيران على ارتفاع عشرين او خمسة وعشرين الف قدم ومع ذلك فلا تراها تتجاوز في تحليقها ارتفاع ١٢ الف قدم الى ١٥ الف قدم . وسبب ذلك ان ضغط الهواء على القدم المربعة عند سطح البحر يبلغ ٢١١٦ رطلاً . والرجل السليم يستطيع ان يتحمل انخفاض الضغط دون تعب يذكر اذا بلغ الضغط ثلثي الضغط السوي اي انهُ يستطيع الارتفاع بطائرته الى علو [illegible] قدم حيث يكون الضغط ثلثي الضغط على سطح البحر . ثم اذا ازداد الارتفاع وقلّ الضغط عن ثلثي الضغط السوي الى نصف ازدادت المصاعب التي يعرّض لها وقتاً طائلة الصحية . وقلّ من الناس من يستطيع العيش حيث يكون الضغط اقل من نصف الضغط الـ[illegible] على سطح البحر . فتضطر الطائرة الى الارتفاع الى علو ١٨٠٠٠ قدم . فكل طيران يتمّ فوق مستوى ١٨٠٠٠ قدم يقتضي بناء خاصاً في الطائرة يجعل الضغط داخلها اكثر مما هو في الخارج

وعلى الرغم من المصاعب الهندسية التي تعترض صنع طائرات من هذا القبيل يعتقد سيكورسكي ان صنعها أصبح ممكناً ولكن ذلك يفضي الى زيادة وزن الطائرة ونفقات الطيران . ففي الامكان على ما يقول ان تصنع طائرة ذات حجرة محكمة الاقفال يضغط فيها الهواء بأجهزة آلية بحيث

يكون الضغط داخلها مقابلاً لضغط على ارتفاع ٨٠٠٠ الى ١٠٠٠٠ قدم. وهذا يعني ان الضغط خارج الحجرة يكون ٧٨٥ رطلاً على القدم المربعة اذا كان ارتفاع الطائرة ٢٥ الف قدم حالة ان الضغط داخلها لا يزيد على ١٥٧٢ رطلاً على القدم المكعبة

ولذلك يجب ان تكون هذه الحجرة متينة البناء يصح الاعتماد على متانتها لانه اذا دخل فيها ما افضى الى نقص الضغط داخلها كان ذلك سبباً في زهاق ارواح بريئة لانه اذا نظر بين الناس من يستطيع الصبر على الضغط الخفيف على ارتفاع ٢٥ الف قدم فلن يقوى على تحمله أحد اذا كان الارتفاع ٣٥ الف قدم او فوق ذلك

أما الفوائد التي تنشأ عن الطيران في الطبقة الستراتوسفيرية من الهواء فأهمها فائدتان زيادة السرعة بغير زيادة ما يتفق من الوقود، والطيران فوق منطقة الاضطرابات الجوية لان حالة الجو على هذا الارتفاع مستقرة فيفضي ذلك الى راحة المسافرين والدقة في تنفيذ برامج السفر. وهاتان الفائدتان تجعلان السفر الجوي في الطبقة الستراتوسفيرية مستحبًّا والغالب ان يصبح تحقيقه ممكناً في المستقبل القريب

ويعتقد المخترع سيكورسكي ان حجم طائرات المستقبل لا حدَّ له من الوجهة الهندسية. ولكن العوامل الاقتصادية وضرورات السفر تقتضي أن لا تكون الطائرات بالغة مبلغاً عظيماً من الضخامة. فالسفر الجوي مطلوب لانه سريع. والسرعة تقتضي ان يكثر قيام الطائرات في مواعيد معينة. فالخطاب الذي يرسل بالباخرة من نيويورك الى لندن قد يستغرق خمسة أيام أو ستة. فإذا كانت الطائرات ضخمة ولا تقوم من نيويورك الى لندن الا مرَّة كل ثلاثة أيام — حتى يتم لها وسق كافٍ — استغرقت رحلة الخطاب بين الانتظار ومدة السفر نحو أربعة أيام فتنقص بذلك قيمة البريد الجوي. ولكن اذا كانت الطائرات معتدلة الحجم وتقوم كل يوم كان في الوسع ان ينقل الخطاب من نيويورك الى لندن في يوم واحد او أقل

ثم هناك كفايتها من الناحية الاقتصادية كناقلة للركاب. فاذا كانت السفينة تنقل ٢٥٠٠ مسافر من نيويورك الى لندن في أسبوع، فقد يخطر لنا انه لا بدَّ من ٢٥ طائرة تنقل كل منها ١٠ مسافرين لتحل محلها وتؤدي الخدمة نفسها. والواقع ان خمس طائرات تكفي لأداء ما تؤديه السفينة تقوم بسفرة واحدة بين المدينتين في أسبوع فالطائرة تستطيع أن تقوم بخمس سفرات في المدة عينها. وانما المهمُّ ان تكون أجرة السفر بحيث يكون ثمنها من ربع وركاب كاملاً في كل سفرة تقوم بها والاَّ تعرضت الشركة التي تديرها للخسارة

وهذا يبين ان العوامل الاقتصادية ستكون ذات شأن كبير في تعيين حجم الطائرة وسرعتها قبل ان تنفذ حيلة المهندسين في تكبيرها

ثم هو يعتقد انهُ في الوسع صنع طائرات او سفن طائرة يكون حملها ٥٠٠ طن أو حتى ألف طن او اكثر لالف او اكثر من المسافرين . ولكنهُ يعتقد في الوقت نفسه ان صنع مائة طائرة يكون كل منها يحمل ٢٥٠ طنًّا وتكثر مواعيد قيامها وسفرها يؤدي الى السفر الجوّي خدمة أعظم من الخدمة التي تؤديها بضع طائرات ضخمة وان هذه الطائرات (التي يحملها ٢٥٠ طنًّا) ستبقى عماد السفر الجوّي خلال الخمسي والعشرين السنة المقبلة . والراجح عنده ان الطائرات المروحية لا تتعدّى خلال هذه المدة ٥٠ طنًّا الى مائة طن

أما السفينة الجوّية التي يحملها مائة طن فتحقيقها منتظر — في رأيه — في المستقبل القريب. فهو يزعم انهُ لا تنقضي سنوات حتى يصبح في الوسع اجتياز المحيط الاطلنطي في عشرين ساعة في طائرات تحتوي كل منها على خمسين حجرة كحجر السفن الضخمة ويهو لتناول الطعام يمكن ان يتحول مرتفعاً في الليل وحجر خاصة بالتدخين ومكتبة اي ان السفينة الجوية المرتقبة في المستقبل القريب لا تختلف كثيراً عن يخت فاخر

وتصميم سفينة جوية من هذا الطراز يقتضي ادخال عناصر هندسية مستحدثة . فقوة الطيار العضلية لا تكفي لتحريك الاجهزة المسيطرة على حركة الطائرة ولذلك يجب ان تدار هذه الاجهزة بأساليب ميكانيكية. وبدلاً من ان تكون الاجهزة المولدة للقوة المحركة في مقدمة الطائرة لا بد في ايرائها في الاجنحة في غرف خاصة بها حيث يشرف على مراقبتها ميكانيكيون مختصون. ولا بد كذلك من اجهزة لتغذية المحرك عند الطيران في الطبقة الطخرورية وأخرى لضبط الحرارة في حجر المسافرين ولا سيما لتدفئتها عند ما تمضي الطائرة بسرعة ٢٥٠ ميلاً في الساعة في جو قد تبلغ درجة برده خمسين درجة مئوية تحت الصفر

الا ان هذه المسائل الهندسية اصبحت خبز مهندسي الطيران وماءهم وسيكورسكي لا يستبعد مطلقاً ان يشاهد السفر الجوي في الطبقة الطخرورية في سنة ١٩٥٠ فيغدو في مكنتك ايها القارىء الكريم ان تطير من نيويورك الى اوربا في ١٥ الى ١٨ ساعة وفي اليوم التالي الى شرق آسيا او استراليا او ان تشترك مع غيرك في رحلة من نيويورك الى القطب الشمالي ، او منها الى جاهل الامازون ، ذهاباً وإياباً فتستغرق من ثلاثة ايام الى أربعة

وقد يستلزم شيء جديد في خلال ذلك يحتم على مهندسي الطيران ان يبتروا كثيراً مما يرتقونهُ . فاذا كشفت طريقة اقتصادية لأمونة الجانب مثلاً لاستعمال الايدروجين السائل وحده أفضى ذلك الى تغيير كبير في الطيران التجاري البعيد المدى اذ يصبح في الوسع حينئذٍ ان تطير الطائرة المدفوعة بهذا الوقود حول الارض عند خط الاستواء بغير ان تحط على الارض لتزود أحواضها بالبنزين ! !

المنبر والمحراب في جامع السلطان حسن