تفسير مرئيات القمر الصناعي « لاندسات » لسبخة دخان غربي قطر ، الخليج العربي

د . إبراهيم على القصاص
قسم الجيولوجيا ـ جامعة قطر ، الدوحة ـ قطر

د . بسام أحمد النصر
جامعة قطر ، الدوحة ـ قطر

تفسير مرئيات القمر الصناعي « لاندسات » لسبخة دخان غربي قطر ، الخليج العربي

د . إبراهيم على القصاص
د . بسام أحمد النصر

ملخـــص

تتواجد سبخة دخان على امتداد حوالي ٦ ـ ٨ كيلو مترا من ساحل خليج سلوى غربي قطر ، وهي تحتل منخفضا طوليا تبلغ مساحته حوالي ١٣٠ كيلو مترا مربعا من الأراضي المسطحة التي يتراوح منسوبها بين ١,٨ مترا إلى ٢,٨ مترا بالنسبة لمتوسط منسوب سطح البحر . وقد قام الباحثان في هذه الدراسة بتفسير مرئيات القمر الصناعي « لاندسات » التي تغطي هذه المنطقة للتعرف على المظاهر المورفولوجية الرئيسية في هذه السبخة ومكونات المواد السطحية بها في محاولة للتعرف على أصل تكوينها . وقد استخدمت في هذه الدراسة مرئيات أبيض وأسود المسجلة من الماسح متعدد الأطياف (MSS) في المجالات أرقام ٤ ، ٥ ، ٧ وكذلك المرئيات المركبة من خلط هذه المجالات معا ، كما استخدمت أيضا المرئيات الناتجة من التشريح اللوني لمجال الأشعة الحمراء . وقد اعتمدت الدراسة على التفسير البصري لهذه المرئيات في ضوء المشاهدات الحقلية خلال الرحلات الميدانية المكثفة بالاضافة إلى كل المعلومات المنشورة عن المنطقة .

وقد أسفرت هذه الدراسة عن امكانية توقيع الحدُود الدقيقة لسبخة دخان وتصنيفها ـ لأول مرة ـ إلى ثلاثة وحدات مميزة بدرجات ألوان خاصة على مرئيات القمر الصناعي « لاندسات » . وقد سميت هذه الوحدات تبعا للمكونات السائدة في كل منها كالآتي : (١) غرين رملي كلسي ، (٢) طين جبسي ، (٣) قشرة ملحية .

وبالاضافة إلى هذا فقد تمت دراسة تأثير نمو أنواع معينة من النباتات الملحية في بعض أجزاء من هذه السبخة على مظاهرها بالمرئيات الفضائية حيث تظهر المناطق التي تنمو بها هذه النباتات قاتمة اللون على الصور العادية (أبيض وأسود) ولكنها تظهر باللون الأحمر والبني الفاتح على الصور الملونة .

كما تشير نتائج الدراسة أيضا إلى التغييرات التي حدثت في مستوى سطح البحر خلال حقب الرباعي حيث تمثل سبخة دخان احدى نواتج انحسار مياه البحر بعد عصر البلايستوسين ، ومن

المعتقد أن هذه السبخة لم تتكون بوضعها الحالي إلا منذ حوالي ١٣,٠٠٠ سنة مضت ، ويعتقد الباحثان في وجود بعض الكسور والمناطق التركيبية الضعيفة تحت المنخفض الذي تحتله سبخة دخان والتي تعتبر المصدر الرئيسي لتسرب مياه البحر المالحة حيث ترتفع إلى السطح بفعل الخاصة الشعرية وقد تختلط في بعض المواقع بمياه الأمطار موفرة بذلك الظروف البيئية المناسبة لنمو بعض أنواع من النباتات الملحية التي تم تسجيلها بالمنطقة .

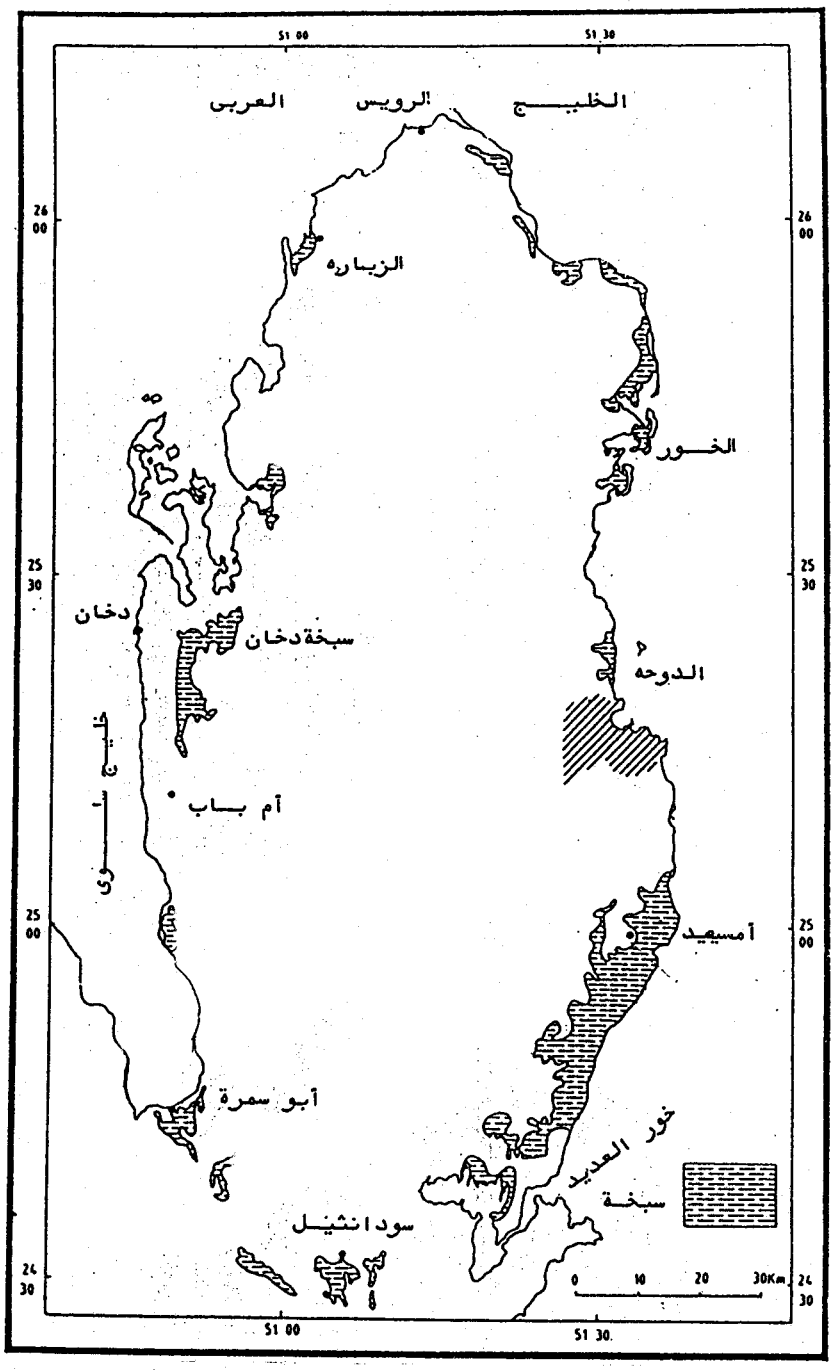
مقدمـــة

« السبخة » لفظ عربي يستخدم عالميا للتعبير عن المسطحات الملحية أو رواسب البحيرات ـ ذات مستوى مياه أرضية مرتفع ـ وتتكون من الطين والغرين والرمل التي غالبا ما تغطيها قشرة ملحية ، وفي بعض الأحيان تختلط بمواد كلسية وقد تتواجد رواسب السبخة في كل من البيئات القارية الداخلية والبيئات الساحلية وبناء على ذلك فهي تقسم عموما إلى نوعين رئيسيين هما السبخات الداخلية والسبخات الساحلية (شيرمان ـ ١٩٦٣ ، باورز وآخرون ـ ١٩٦٦) .

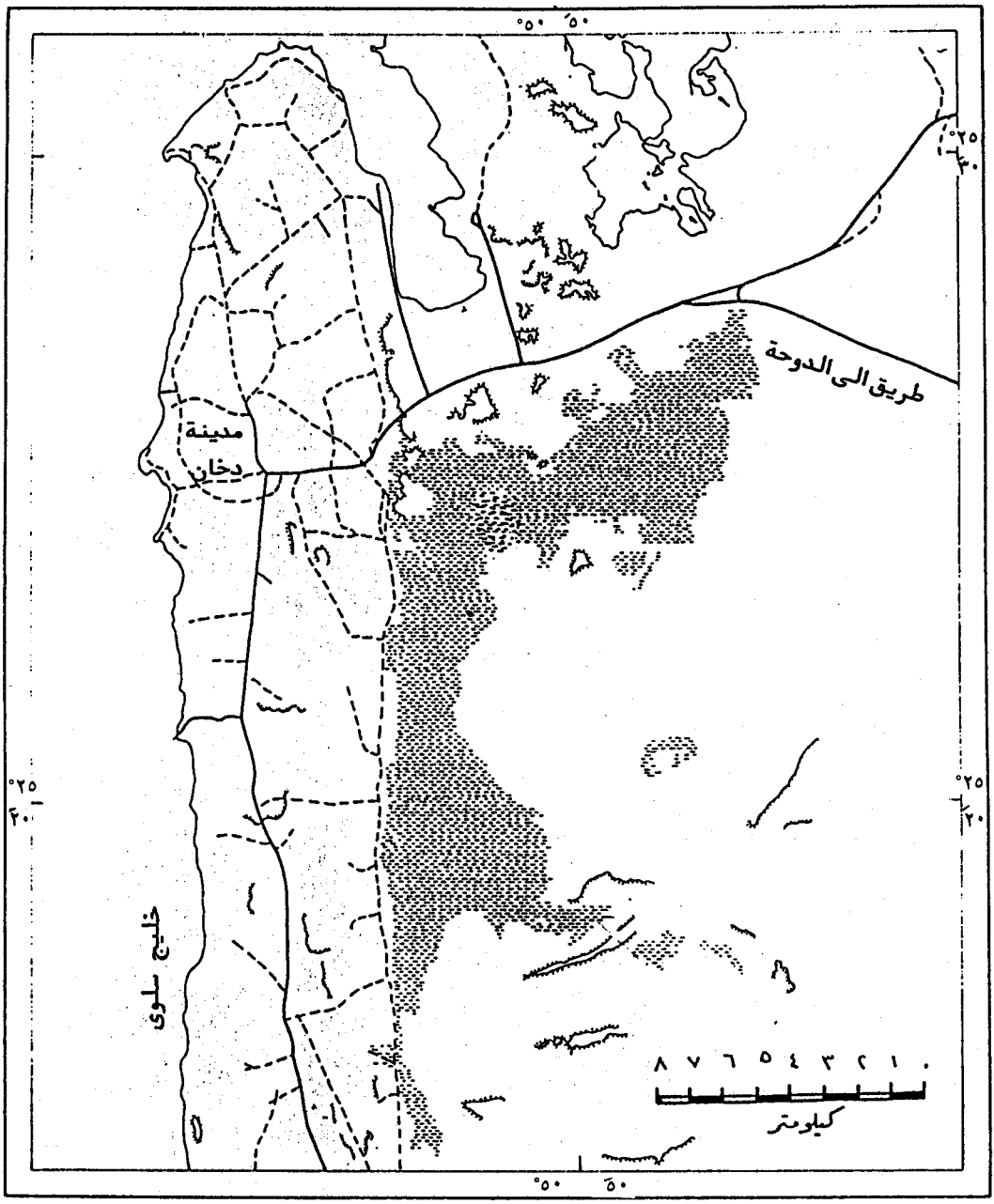
وفي شبه جزيرة قطر توجد رواسب هامة من السبخات الساحلية حيث تغطى مساحات كبيرة جنوب أمسيعيد وشمال الخور ، كما توجد أيضا مناطق مغطاة بالسبخات الداخلية أهمها دخان وسودانثيل (شكل ١) . وقد ذكرت هذه السبخات في بعض الدراسات الاقليمية السابقة عن قطر متضمنة الدراسات الجيولوجية (كافيلييه وآخرون ـ ١٩٧٠ ، المركز الفني للتنمية الصناعية ـ ١٩٨٠) ومسح التربة وتصنيف الأراضي (منظمة الأغذية والزراعة ـ ١٩٧٣) ، والدراسات البيئية (البتانوني ـ ١٩٨١) ، والدراسات الهيدروجيولوجية عن المياه الجوفية (اكليستون وحرحش ـ ١٩٨٢) ، والدراسة الجيومورفولوجية (عاشور والقصاص ـ ١٩٨٤) وغيرها .

وتعتبر سبخة دخان (شكل ٢) أكبر سبخة داخلية في شبه جزيرة قطر ، حيث توجد على بعد حوالى ٦ ـ ٨ كيلو متر شرقي مدينة دخان الواقعة على الساحل الغربي لشبه الجزيرة ، وهي تغطي مساحة كبيرة تبلغ حوالي ١٣٠ كيلو متر مربع تمثل ١٨,٥٤٪ من المساحة الاجمالية لرواسب السبخة في قطر والتي تصل إلى ٧٠١ كيلو مترا مربعا . وأرض هذه السبخة مسطحة تقريبا ويتراوح متوسط منسوبها بين - ٢,٨ و + ١,٨ مترا ويبلغ أدنى منسوب بها ستة أمتار تحت متوسط سطح البحر . وقد سبق دراسة سبخة دخان والمنطقة المحيطة بها من عدة جوانب ، حيث أجرى برتيزو (١٩٧٧) دراسة عن تحول الجبس إلى أنهيدريت في بعض عينات من سبخة دخان كما تناول ظروف ترسبها ضمن تتابع الرباعي في قطر ، كما قام القصاص (١٩٨٥) بدراسة جيولوجية عن منطقة دخان بناء على تفسير المرئيات الفضائية للقمر الصناعي « لاندسات » ، تضمنت تحديدا دقيقا لسبخة دخان والمكاشف الصخرية المحيطة بها وكذلك رسم المظاهر التركيبية الرئيسية بالمنطقة .

وتتضمن الدراسة الحالية فحصا وتفسيرا علميا لمرئيات القمر الصناعي « لاندسات » بهدف تحديد المظاهر المورفولوجية الرئيسية لسبخة دخان ومحاولة التعرف على أصل نشأتها وتطورها على أساس مكوناتها وتوزيعات هذه المكونات في أنحائها ولتحقيق ذلك تمت دراسة لمرئيات الماسح متعدد الأطياف للقمر الصناعي « لاندسات » في المجالات الطيفية أرقام ٤ ، ٥ ، ٧ منفصلة



شكل (١) توزيع رواسب السبخة الرئيسية في شبه جزيرة قطر



شكل (٢) الحدود الداخلية الفاصلة لسبخة دخان

(أبيض وأسود) ، والمرئيات المركبة من خلط هذه المجالات الطيفية معا (ألوان زائفة) وكذلك المرئيات الناتجة من التشريح اللوني لبيانات المجال رقم ٥ ، وقد توفرت هذه المرئيات على هيئة صور مطبوعة من معالجة وتكبير البيانات الرقمية الأصلية باستخدام الحاسب الآلى . وقد اعتمدت الدراسة على التفسير البصري للمرئيات مدعما بالعمل الحقلي المكثف والاستفادة من نتائج الأعمال السابقة عن منطقة دخان وشبه الجزيرة القطرية .

مرئيات القمر الصناعي « لاندسات »

تتضمن مرئيات القمر الصناعي « لاندسات » التي استخدمت في هذه الدراسة مجموعة من الصور المطبوعة الناتجة عن المعالجة الرقمية لبيانات الماسح متعدد الأطياف (MSS) الذي يسجل انعكاسات الطيف الكهرومغناطيسي للاشعة المنظورة وما يجاورها من الاشعة تحت الحمراء القريبة . ويتركب هذا الماسح من أجهزة كهربوضوئية للاستشعار عن بعد تسجل الانعكاسات الطيفية في أربعة مجالات منفصلة في وقت واحد لنفس المنطقة . ولكل من هذه المجالات وضوح لوني خاص تبعا لطولها الموجي . فالمجال رقم (٤) يمثل اللون الأخضر (٠,٥ - ٠,٦ ميكرون) ، والمجال رقم ٥ يمثل اللون الأحمر (٠,٦ - ٠,٧ ميكرون) ، والمجالين رقم ٦ ، ٧ للأشعة تحت الحمراء القريبة (٠,٧ - ٠,٨ ميكرون ، ٠,٨ - ١,١ ميكرون على التوالي) . ويتم التقاط الأشعة المنعكسة من مكونات سطح الأرض عبر خطوط المسح المتتالية - والتي يكون اتجاهها متعامدا على اتجاه حركة القمر الصناعي - وذلك من خلال مجموعة من مرايا المسح الدوارة ، ثم تسجل هذه الاشعة على شرائط مغناطيسية . وتبلغ المساحة الأرضية للمنطقة التي تغطيها كل مرئية من هذا الماسح حوالى ١٨٥ كم × ١٨٥ كم (حوالي ٣٤,٠٠ كيلومترمربع) ودرجة التباين عليها ٨٠ مترا × ٨٠ مترا .

وتعتبر العلاقة بين الطاقة ومكونات الأرض هنا واضحة وبسيطة نظرا لأن معظم الطاقة المتزايدة سوف تمتص أو تنعكس بينما جزء قليل جدا منها يمكن أن ينفذ خلال مواد التربة ، وبالرغم من هذا فان التربة نفسها تمثل خليطا مركبا من عدة مواد ذات خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة مما قد يؤثر على الخصائص الامتصاصية والانعكاسية للتربة . وقد وجد أن نسبة الرطوبة ، كمية المواد العضوية وأكاسيد الحديد ونسبة الرمل إلى الطين وكذلك خشونة سطح التربة كلها عوامل مؤثرة في الانعكاس الطيفي للتربة (سوان ودافيز - ١٩٧٨) .

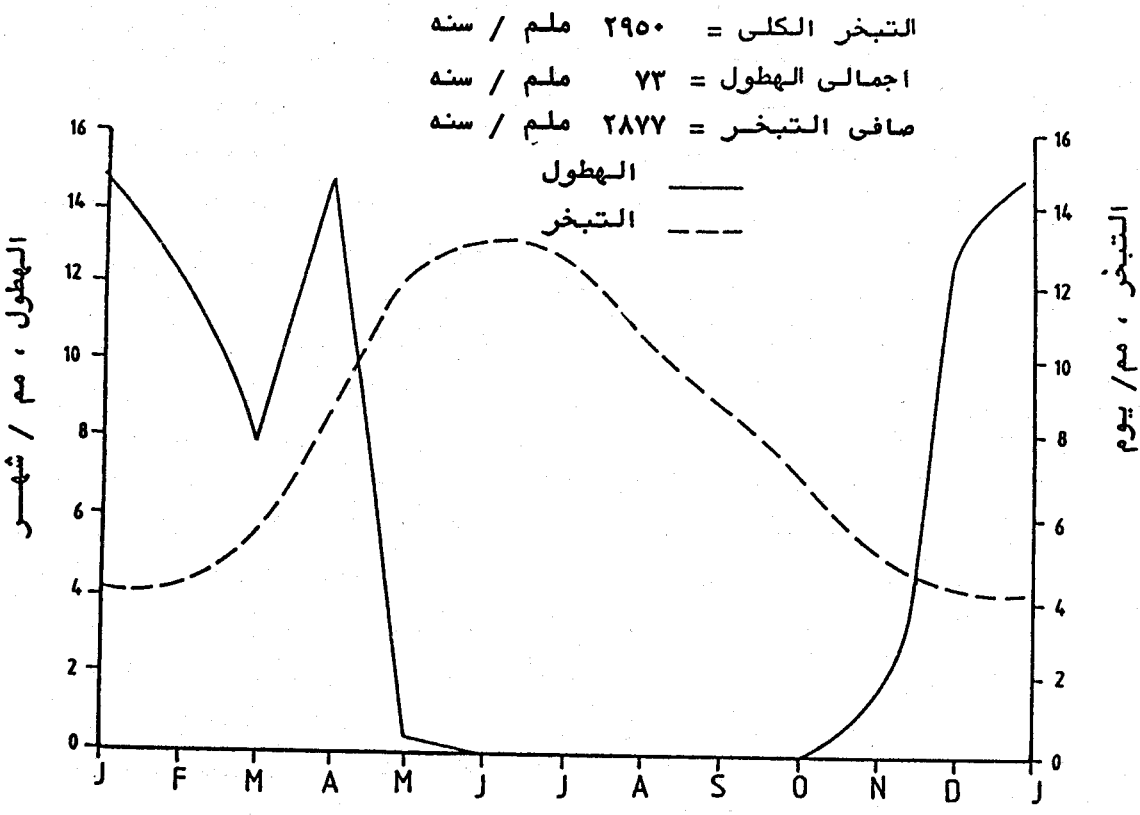
الخواص الطبيعية والمورفولوجية للمنطقة

تتكون سبخة دخان بصفة عامة من تربة عالية الملوحة وهي تغطي منخفضا مسطحا يقترب من مستوى المياه الأرضية ، وقد تأثرت المظاهر الطبيعية والمورفولوجية في المنطقة بالظروف المناخية السائدة . والعمليات الجيومورفولوجية الاقليمية بشبه جزيرة قطر ، والتي يمكن توضيحها بايجاز فيما يلي :

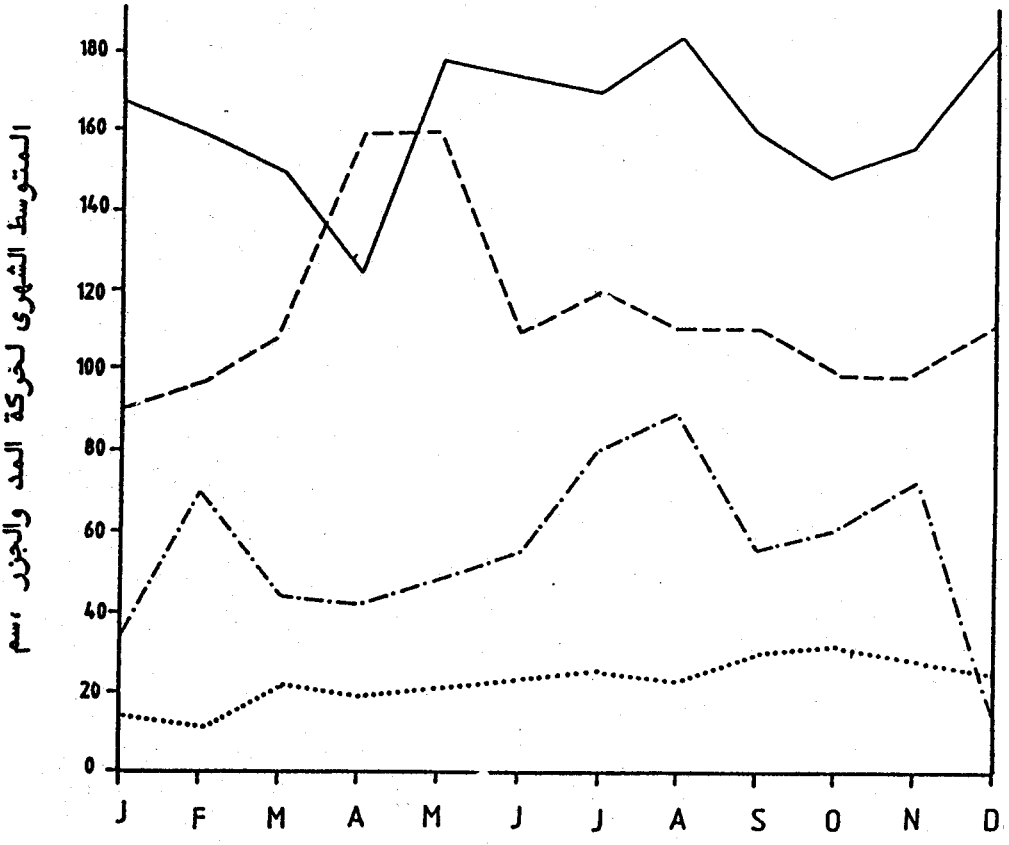
(أ) المنـــاخ :

تقع شبه جزيرة قطر في اقليم الصحراء تحت المداري ، وهي تتميز عموما بحرارة عالية في الصيف حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة العظمى ٤٥ °م في شهر أغسطس ودرجة الحرارة الصغري ٢٥ °م والمتوسط اليومي حوالي ٣٧ °م ، وعادة ما تصل الرطوبة النسبية إلى ٩٠٪ أو أكثر بالمناطق الساحلية ولكنها قد تنخفض إلى أقل من ٣٠٪ إلى الداخل بعيدا عن البحر بعدة كيلو مترات . أما فصل الشتاء فهو عموما معتدل حيث يبلغ متوسط درجة الحرارة الصغرى ٧ °م في شهر يناير ودرجة الحرارة العظمى ٢٦ °م والمتوسط اليومي حوالي ١٥ °م . وبالنسبة لمتوسط الهطول (الأمطار) السنوي فيقدر بحوالي ٧٥ ملليمتر تسقط على هيئة عواصف مطرية أو زخات مفاجئة خاصة في شهور الشتاء بين نوفمبر وفبراير (شكل ٣) . والرياح الرئيسية والسائدة بالمنطقة تهب من الشمال والشمال الغربي (رياح الشمال) والتي قد تسبب سقوط الأمطار في الشتاء ، وفي بعض الأحيان تهب رياح جنوبية شرقية (رياح الشرقي) التي تنقل معها الهواء الجاف الساخن في فصل الصيف . وبالنسبة لمياه الخليج العربي حول شبه جزيرة قطر فانه نظرا لانخفاض المتوسط اليومي لدرجة الحرارة الصغرى للهواء إلى ١٠° م في الشتاء ، فان درجة حرارة ماء البحر قد تنخفض الى ١٥° م أو أقل في بعض المناطق المنخفضة . أما في فصل الصيف فان ارتفاع المتوسط اليومي لدرجة الحرارة العظمى للهواء إلى ٤٥° م يتسبب في ارتفاع درجة حرارة مياه البحر إلى ٣٥° م أو أكثر في شهر أغسطس . ونتيجة لعملية البخر بفعل حرارة الشمس تزداد نسبة الملوحة حيث تبلغ ٤٪ وقد تصل إلى ١٠٪ في بعض الخلجان الضحلة . وتتعرض شبه جزيرة قطر مرتين في اليوم لحركة المد والجزر لمياه الخليج العربي ، حيث يحدث مرتين للمد ومرتين للجزر كل ٢٤ ساعة . ويتراوح أعلى مد بمنطقة دخان على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر بين ٩٢ سم و ١,٨٤ مترا وقد يصل إلى أكثر من ذلك في بعض الأوقات بعد الظهر خاصة في شهر أغسطس (جدول ١ وشكل ٤) . وتتسبب حركة مياه البحر في الخليج العربي تجاه الشاطيء الغربي لشبه جزيرة قطر في تداخل المياه البحرية المالحة إلى الأرض المنخفضة التي تحتلها سبخة دخان وذلك من خلال تسرب تحت السطح سواء من خليج

زكريت الواقع شمالا أو من خليج سلوى في الغرب . ونظرا للظروف المناخية الجافة واستمرار تبخر المياه السطحية على مدى فترات طويلة وارتفاع المياه الأرضية بالخاصة الشعرية خلال فترات الجفاف ، فقد زاد تركيز الأملاح في مياه البحر المتسربة إلى منطقة السبخة وترسبت منها الأملاح المختلفة سواء على السطح أو بالقرب منه . وعندما تتساقط الأمطار فان بعض المياه تساعد على تغذية رواسب المنطقة خلال الجريان السطحي ، بينما في أوقات الجفاف يزداد معدل التبخر مما يساعد على تكوين قشرة ملحية صلبة على سطح رواسب السبخة .



شكل (٣) متوسط الهطول والتبخر فوق شبه جزيرة قطر



شكل (٤) المتوسط الشهري لحركة المد والجزر بمنطقة دخان على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر

جدول (١) المتوسط الشهري لحركات المد والجزر
بمنطقة دخان على الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر

الشهـــــر	متوسط المد والجزر ، مترا			
	٣,٠٠ ظهرا	١,٠٠ صباحا	١٠,٠٠ صباحا	٩,٠٠ مساء
يناير	١,٦٨	٠,٩٢	٠,٧٢	٠,١٥
فبراير	١,٦٠	٠,٩٨	٠,٧٢	٠,١٢
مارس	١,٥٠	١,١٠	٠,٤٥	٠,٢٢
أبريل	١,٢٤	١,٦٠	٠,٤٢	٠,٢٠
مايو	١,٧٨	١,٦٠	٠,٤٨	٠,٢٢
يونيه	١,٧٥	١,١٠	٠,٥٥	٠,٢٤
يوليه	١,٧٠	١,٢٠	٠,٨٠	٠,٢٦
أغسطس	١,٢٤	١,١٠	٠,٩٠	٠,٢٢
سبتمبر	١,٦٠	١,١٠	٠,٥٥	٠,٣٠
أكتوبر	١,٤٨	٠,٩٨	٠,٦٠	٠,٣٢
نوفمبر	١,٥٦	١,١٠	٠,١٢	٠,٢٤
ديسمبر	١,٨٢	١,١٠	٠,١٢	٠,٢٤
المتوسط السنوي	١,٧٠	١,٣٠	٠,٦٠	٠,٢٤

المصدر : تقارير إدارة الأرصاد الجوية ، وزارة المواصلات والنقل ، الدوحة ، قطر .

(ب) الجيومورفولوجيا :

تتصف شبه جزيرة قطر بصفة عامة من الناحية الجيومورفولوجية بأنها سهل صحراوي ذو سطح بسيط التعرجات تنتشر به المنخفضات الضحلة التي تتجمع فيها الرمال والغرين والمواد الطينية بفعل مياه الجريان السطحي التي تحمل معها نواتج التجوية والتفتيت من المكاشف الصخرية المجاورة . وتكوّن السبخة مسطحات ملحية أو رواسب بحيرات قديمة نتيجة لاطماء بعض المنخفضات

والأراضي الضحلة أو انجراف المواد المفككة والمنقولة لتحتل أماكن أذرع أو خلجان قديمة للبحر بالمنطقة الساحلية . وتحت الظروف المناخية الجافة السائدة في قطر ، فان المياه تتعرض للبخر المستمر من سطح مناطق السبخة وتترسب الأملاح التي كانت ذائبة فيها خاصة الهاليت والجبس . وفي بعض الأحيان يكون الهاليت قشرة سطحية قد تتخلل عبر رواسب السبخة لكنها في النهاية تتبلور بين حبيبات التربة . ورغم أن سمك رواسب السبخة قليل نسبيا ، إلا أن تجمع الرواسب الرياحية من الرمال والغرين عادة ما يزيد سمكها في بعض المناطق .

وتكوّن سبخة دخان الداخلية مسطحا ملحيا واسعا يغطي مساحة حوالى ١٣٠ كيلو مترا مربعا ذات سطح مستو تقريبا يتراوح منسوبه بين - ٢,٨ مترا و + ١,٨ مترا بالنسبة لمتوسط سطح البحر ، ويصل منسوب أدنى نقطة في الجزء الأول من السبخة حوالي ستة أمتار تحت متوسط سطح البحر . ومن المعتقد أن هذه السبخة قد تكونت من بحيرة منعزلة كانت تمثل الامتداد الجنوبي لخليج زكريت الحالي حيث أن كليهما يقع على محور طية مقعرة يمتد شمال ـ جنوب موازيا لاتجاه محور طية دخان المحدبة إلى الغرب وطية أبروق المحدبة إلى الشرق . ويتصف قطاع التربة في سبخة دخان بأنه متوسط إلى عميق حيث يختلف عمقها من ٦٥ سم إلى ثلاثة أمتار في بعض المواقع ويبلغ العمق في المتوسط حوالي ١٥٠ سم . وبالاضافة إلى النسبة العالية من الأملاح في قطاع التربة بسبخة دخان ، فان منسوب المياه الأرضية قريب من السطح وفي بعض الأحيان تكون هذه المياه أجاجا . وتتميز الطبقة السطحية من تربة المنطقة بوجود كميات متناثرة من القواقع والأصداف والمحار ومعظمها من الحلزونيات الحديثة ، كما تنمو عليها بعض النباتات الملحية الطبيعية خاصة عند التجمعات والظلال الرملية .

(جـ) النباتات الطبيعية :

لوحظ وجود أنواع معينة من النباتات الطبيعية في التربة الملحية بسبخة دخان ، وهي تنمو في صورة أعشاب وحشائش معظمها لنباتات ملحية منتشرة في أنحاء متفرقة من المنطقة . ويتحكم في نوعية هذه النباتات وتوزيعها بالسبخة عدة عوامل أهمها : (أ) المناخ (درجة الحرارة ـ البخر ـ الهطول . . الخ) . (ب) التربة (نسبة الملوحة ـ نسيج وتركيب التربة . . الخ) ، (جـ) منسوب الأرض بالنسبة لسطح البحر ، (د) نظام الرعي بالمنطقة . وقد أوضحت الدراسات الحقلية في سبخة دخان أن النباتات الطبيعية بها ينحصر نموها على المناطق الهامشية حيث ينخفض تركيز الأملاح بتأثير مياه الجريان السطحي التي تصل إليها من المناطق المحيطة المرتفعة نسبيا ، كما أن منسوب هذه المناطق الهامشية عادة ما يكون مرتفعا ولو بدرجة قليلة عن مستوى سطح البحر .

وأهم أنواع هذه النباتات الطبيعية السائدة في هذه السبخة هي Halocnemum stobiolaceum ، الذي يعرف محليا باسم « ثيلوث » و Halopeplis perfoliate الذي يعرف محليا باسم « الخريز » و Zygophyllum quatarense الذي يعرف محليا باسم « الهَرْم » وكذلك Halogeton alopecuroides الذي يعرف محليا باسم « الحِمْض » وكذلك Arthrocnemum glaucum الذي يعرف محليا باسم « شنان » .

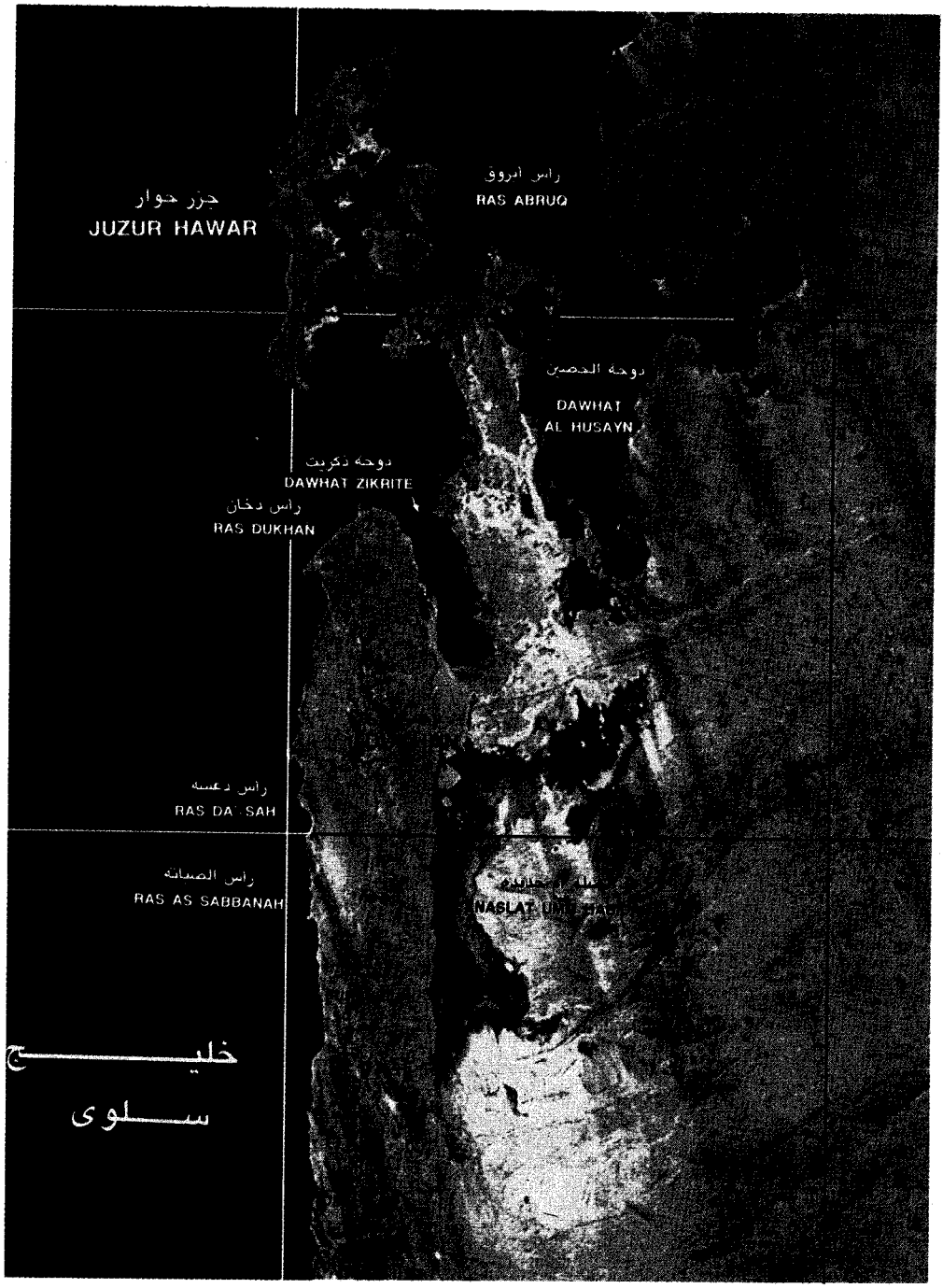
ويتجمع حول سيقان نباتات هذه الأنواع أكمات ترابية تسهل من امكانية تميزها على مرئيات القمر الصناعي ، ومن الجدير بالذكر أن بعض نباتات هذه الأنواع تصلح كنباتات رعوية للجمال والإبل .

مكونات رواسب السبخة

سبخة دخان عبارة عن تربة عالية الملوحة تتميز بقوام طيني وقطاع متوسط الى عميق يتراوح من ٦٥ سم إلى ثلاثة أمتار . وقد وجد أن محتواها الملحي مرتفع جدا بصفة عامة على امتداد عمق قطاع التربة الذي يصل الى منسوب الماء الأرضي المرتفع حيث المياه شديدة الملوحة . وقد لوحظ في بعض المواقع وجود معدن الهاليت على هيئة قشرة ملحية سطحية ينتقل جزء منها إلى أسفل في رواسب السبخة حيث يتبلور بين حبيباتها . كما يوجد الجبس أو الأنهيدريت على هيئة تجمعات بلورية على سطح السبخة أو بين رواسبها بالقرب من السطح مكونا طبقة صلبة يتراوح سمكها بين ٥ ـ ١٠ سم . وتتواجد معادن طينية ذات ألوان خضراء ورمادية مختلطة مع الرمال الناعمة مكونة لمعظم رواسب السبخة وقد يتواجد معها في بعض الأحيان بعض المواد الكلسية التي تتكون أساسا من معدن الكالسيت وبناء على التفسير البصري لمرئيات الماسح متعدد الأطياف للقمر الصناعي « لاندسات » وفي ضوء الأعمال الحقلية بالمنطقة ودراسة توزيع المكونات الرئيسية لتربة السبخة ونسيجها وخواصها المورفولوجية ، فانه يمكن تصنيف سطح سبخة دخان إلى ثلاث وحدات رئيسية تسمى : غرين رملي كلسي ، طين جبسي ، قشرة ملحية . ويمكن تمييز كل من هذه الوحدات على المرئيات الفضائية ذات المقياس الصغير (١ : ٢٥٠,٠٠٠) نظرا لأن سطح كل وحدة يظهر خصائص انعكاسية وتصويرية مميزة له بناء على تركيب الوحدة (شكل ٥) .

(أ) **الغرين الرملي الكلسي** : تتواجد هذه أساسا في الأجزاء المرتفعة نسبيا بمنطقة السبخة ، وغالبا ما يكون قطاع تربتها ضحلا حيث يتراوح عمقها بين ٣٠ سم و ١٠٠ سم ، كما تتميز بقوام رملي إلى غريني مع توافر المواد الكلسية والتي تتكون أساسا من معدن الكالسيت .

(ب) **الطين الجبسي** : وتكوّن هذه الوحدة تربة المنخفض الرئيسي كما توجد في الأراضي التي تقع



شكل (٥) مرئية فضائية بألوان كاذبة مركبة من خلط بيانات المجالات الطيفية أرقام ٤ ، ٥ ، ٧ يظهر بوضوح سبخة دخان والمنطقة المحيطة بها

تحت منسوب سطح البحر ، وتتميز بقطاع تربة عميق يتراوح بين متر ونصف إلى ثلاثة أمتار وقد يصل إلى أكثر من ذلك في بعض المواقع ، ونسيج هذه الوحدة طيني يحتوي على طبقات دقيقة الحبيبات رمادية اللون تظهر تحت السطح نظرا للظروف اللاهوائية المشبعة نتيجة لتوافر المياه الأرضية ووجود تجمعاتٌ الجبس أو الانهيدريت في معظم المواقع بالقرب من سطح السبخة .

(جـ) **القشرة الملحية** : وعادة ما توجد على هيئة قشرة سطحية رقيقة في أنحاء متفرقة من سبخة دخان حيث يختلف سمكها من عدة ملليمترات إلى حوالي خمسة سنتيمترات . وتتكون هذه القشرة أساسا من الهاليت الأبيض جيد التبلور (الملح الصخري) وفي بعض الأحيان تصاحبه بلورات دقيقة من الجبس والأنهيدريت . وتعمل هذه الأملاح على التحام وتماسك حبيبات المواد السطحية للسبخة مما يمنع تعريتها بفعل الرياح . وفي بعض أجزاء من السبخة تتجمع الأملاح بسبب ضعف تصريف التربة وارتفاع المياه تحت السطحية المالحة بالخاصة الشعرية تحت تأثير ظروف البخر المرتفع . والجدول (٢) يتضمن نتائج التحليل الكيميائي لعينات من مياه السبخة ومياه بعض بحيرات لاجون بالقرب من دخان مقارنة بمياه البحر العادية ، اما الجدول (٣) فيعطي نتائج التحليل الكيميائي لعينات تربة من مواقع مختلفة في سبخة دخان (كافيليه ـ ١٩٧٠) . واختلاف المظاهر السطحية لمواقع العينات يرجع أساسا لاختلاف التركيب الكيميائي لعينات التربة .

جدول (٢) نتائج التحليل الكيميائي لعينات* من مياه البحر ومياه السبخة ومن المنطقة المحيطة بسبخة دخان في غربي قطر (عن كافيليه - ١٩٧٠)

المكونات (جزء في المليون)	رقم العينة			مياه البحر العادية
	M - 3	M - 4	M - 5	
صوديوم	٣٨٠٠٠	٢٠٧٥٠	١٨٥٠٠	١٠٥٦٠
بوتاسيوم	٢٤٨٠	٨٢٠	٧٠٠	٣٨٠
كالسيوم	٧٤٥٠	١٣٢٥	١٥٠٠	٤٠٠
مغنسيوم	١٧٤٧,٥٠	٢٠٦٢,٥٠	١٦١٧,٥٠	١٢٧٠
حديد	٠,٠٨	٠,٠٢	٠,٠١	٠,٠١
كبريتات	٤٨٥٠	٤١٦٧,٥٠	٤٣١٥	٢٦٥٠
كلوريد	٧٥٥٠٠	٣٨٠٠٠	٣٣٥٠٠	١٩٠٠٠
كربونات	٤٨	٦٤,٨٠	٧٩,٢	—
نترات	١,٦٠	٥٣,٢٨	—	—
نيتريت	٠,٠١	—	٠,٠٠٠٢	—
سليكا	٢٤	٠,٤٠	—	—
فلور	٧,٥٠	٥,٥٠	٢,٥٠	١,٣٠
يود	٢,٨٥	١,٠٥	١,١٠	٠,٠٦
ليثيوم	١,٦٦	٠,٨٠	٠,٧٢	٠,١٧
بورون	٥,٨٦	٦,٢٢	٨,٥٩	٤,٦٠
بروميد	٧٨	٣٢	٣٤	٦٥
المجموع	١٣٠١٩٦,٣٧	٦٧٢٨٩,٠٧	٦٠٢٥٨,٤١	
مجموع الأملاح المذابة	١٣٠,٥٠٠	٦٨,٠٠٠	٦٠,٣٠٠	٣٤,٧٢٠
التوصيل الكهربي ، ميكروموز/سم٢	١٧٠,٠٠٠	٨٥,٠٠٠	٧٧,٠٠٠	
الأس الهيدروجيني	٧,٥	٨	٨	
القلوية (كربونات كالسيوم)	٨٠	١٠٨	١٣٢	
العسر الكلي للمياه	٢٥٨٢٤,٧	١١٨	١٠,٤١٤	
عكارة المياه	٣	٢	١	

* مواقع العينات : M - 3 مياه السبخة - جنوب الشرق ، من عمق ٦٠ سم .

M - 4 مياه بحيرة لاجون برأس أبروق على بعد ٥٠ متر للداخل من الساحل ، من عمق ١٠ سم .

M - 5 مياه بحيرة لاجون بدوحة الحصين على بعد ٨٠ متر للداخل من الساحل عمق ١٠ سم .

جدول (٣) نتائج التحليل الكيميائي لعينات تربة من سبخة دخان (عن كافيلييه ـ ١٩٧٠)

رقم العينة	SK - 5	SK - 6	SK - 7	SK - 8	SK - 9
الموقع	جنوب دخان	جنوب شرق زكريت	جنوب شرق زكريت	جنوب شرق العينة SK - 7	جنوب سبخة دخان
مكونات العينة التحليل ٪	رمل جبسي بني أصفر	قشرة ملح متبلور أبيض	غرين رملي بني مخضر	طين بني مخضر	رمل جبسي بني اللون
كلوريد	١٠,٧٠	٥٨,١٠	٥,٧٥	٥,٨٥	١٠,٤٠
صودا	٨,٩٠	٤٨,٨٠	٤,٩٠	٥,١٥	٨,٥٥
مغنيزيا	٣,٩٠	٠,٣٠	١٢,٧٠	١٧,٨٠	٥,٠٠
كبريتات	٣٤,١٠	٠,١٧	٤,٥٠	٣,٣٠	٣٢,٢٠
جير	٢٢,١٠	١,٢٥	١٤,٨٥	٧,٥٥	٢١,٧٠
بوتاس	—	٠,٠٦	٠,٨٠	١,٠٥	٠,٤٠
ثاني أكسيد كربون	٢,٦٠	٠,٥٥	٨,٨٠	٧,٧٠	٠,٢٢
سليكا	٨,٦٠	٠,٣٢	٢٣,١٠	٣٠,٣٠	٨,٥٥
سترونشيوم	٠,١٣	٠,٠٢٢٥	٠,٠٨	٠,٠٠٨٥	٠,١٥٠٠
بورون	٠,٠١٩٥	٠,٠٠٢٠	٠,٠١٦٣	٠,٠٢٠٥	٠,٠١٠٣

مناقشة نتائج تفسير المرئيات الفضائية

بالنسبة لرواسب السبخة فان كمية المياه المختزنة بين حبيبات تربتها لها أهمية كبيرة حيث أنها تؤثر كثيرا على كمية الطاقة المنعكسة واستشعار رطوبة التربة عن بعد يعتمد على قياس الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة أو المنبعثة من السطح ، حيث ان الاختلافات في كثافة هذه الطاقة ترتبط بالخواص الكهربية والبصرية لمكونات التربة مثل معامل الانكسار أو بخواصها الحرارية أو بهما معا . ومن العوامل الهامة والمؤثرة جدا نطاق الطول الموجي الذي تسجل فيه الانعكاسات الطيفية . وتتغير قيمة الانعكاس المطلق بدرجة كبيرة مع الاختلافات المرتبطة بالنسيج والتركيب والخشونة والمواد العضوية ونوعية المعادن وظروف الاضاءة وقت تسجيل الانعكاسات الطيفية للتربة وبالرغم من هذا فقد وجد أن العامل المؤثر بدرجة كبيرة هو رطوبة التربة والانعكاسات الطيفية التي تسجل في مدى الطول الموجي بين ٠,٥٩ - ٠,٧٠ ميكرون ونتيجة لذلك فان رواسب السبخة تظهر في الصور العادية (أبيض وأسود) المطبوعة من مرئيات القمر الصناعي لاندسات في مختلف المجالات الطيفية بلون رمادي غامق بصفة عامة (شكل ٥) . أما على المرئيات الملونة بألوان كاذبة والمركبة من خلط بيانات المجالات الطيفية أرقام ٤ ، ٥ ، ٧ فان السبخة تظهر بألوان بنية ذات سحنة زرقاء قاتمة ، وذلك في تباين واضح مع السحنات الفاتحة للألوان البيضاء والبنية والرمادية التي تمثل مكاشف الأحجار الجيرية السائدة في المنطقة المحيطة بسبخة دخان . وفي المناطق التي تنمو بها نباتات فانها تظهر بالمرئيات الفضائية قاتمة اللون بالنسبة لما حولها على الصور العادية (أبيض وأسود) ولكنها تظهر بدرجات متفاوتة من اللون الأحمر والبني الفاتح على الصورة الملونة . وفي بعض أجزاء من السبخة التي تغطيها قشرة ملحية فانها تظهر بألوان بيضاء مزرقة أو زرقاء فاتحة مميزة . وبالنسبة لمرئيات التشريح اللوني لبيانات المجال الطيفي رقم (٥) فان رواسب السبخة تظهر عموما بلون أزرق يزداد عمقه عندما تتواجد فوقها قشرة ملحية .

الاســـــتنتاج

من أهم نتائج هذه الدراسة انه يمكن الاستعانة ببيانات الماسح متعدد الأطياف بالقمر الصناعي « لاندسات » في تحديد مناطق رواسب السبخة الداخلية والتعرف على بعض المتغيرات الاقليمية في شكلها ومكوناتها وملوحتها ، وقد وجد أن أفضل النتائج يمكن الحصول عليها من طريقة التشريح اللوني خاصة لبيانات المجال الطيفي رقم (٥) ذي الطول الموجي ٠,٦ - ٠,٧ ميكرون (اللون الأحمر) والتي يمكن منها تحديد المسطحات الملحية والتمييز بين أنواع رواسب السبخة ويرجع ذلك أساسا إلى تأثير الضوء المساوي في هذا النطاق من الطيف الكهرومغناطيسي (جدول ٤) . وقد

أوضحت الدراسة أيضا التغيرات الهامة في خط الشاطىء على امتداد الساحل الغربي لشبه جزيرة قطر والتي حدثت خلال الحقب الرباعي وذلك بفعل عدة عوامل ذات تأثيرات متباينة على حركة خط الشاطىء . وان وجود السبخة الداخلية في منطقة دخان يمثل بقايا تقدم البحر في الحقب الرباعي حيث غمرت مياه الخليج العربي هذه المنطقة من غرب قطر . ومن المعتقد أن سبخة دخان ظهرت على سطح الأرض كوحدة موروفولوجية بوضعها الحالي بعد آخر عملية تقدم للبحر التي حدثت قبل حوالي ١٣ ألف سنة . وان وجود بعض التشققات وضعف تركيبة الصخور أسفل منخفض السبخة قد تمثل المصدر الرئيسي للمياه المالحة بها والتي تختلط ببعض مياه الأمطار التي نادرا ما تسقط خلال فصل الشتاء .

جدول (٤)

مجالات استخدام مرئيات لاندست (MSS) لتحديد بعض المظاهر في سبخة دخان والمنطقة المحيطة بها

المجال الطيفي	طول الموجة (ميكرون)	اللون الرمزي للأشعة	مجالات التطبيق والاستخدام
٤	٠,٥ ــ ٠,٦	الأخضر	ــ عكارة المياه الساحلية . ــ أعماق المياه ــ التباين في أنواع التربة
٥	٠,٦ ــ ٠,٧	الأحمر	ــ تحديد أنظمة استخدام الأرض ــ التمييز بين أشكال سطح الأرض ــ أنماط التصريف المائية ــ خرائط المناطق المبللة ــ التعرف على القشرات الملحية
٦	٠,٧ ــ ٠,٨	تحت الحمراء القريبة	ــ اظهار الحدود بين اليابسة والمياه ــ الرطوبة الأرضية ــ تحديد المناطق المغمورة
٧	٠,٨ ــ ١,١	تحت الحمراء القريبة	ــ تحديد رطوبة التربة السطحية ــ توزيع الغطاء النباتي ــ تحديد خشونة التربة

المراجع

أ ـ المراجع العربية :

١ ـ وزارة المواصلات والنقل . تقارير إدارة الارصاد الجوية ـ (الدوحة ٨٢ ـ ١٩٨٦) دولة قطر .

٢ ـ عيسي حسين الماجد . « مناخ دولة قطر » ـ إدارة الارصاد الجوية (الدوحة ـ بدون تاريخ) دولة قطر .

ب ـ المراجع الأجنبية :

ASHOUR, M.M. and El-KASSAS, I.A. (1984) : Geomorphological Mapping of Qatar Peninsula Using Landsat Imagery. Proceedings of the International Conference on Remote Sensing for Resource Management and Environmental Planning, Bayreuth, West Germany, October 8 - 10, 1984.

BATANOUNY, K.H, (1981) : Ecology and Flora of Qatar. Scientific and Applied Research Center, University of Qatar, Doha, Qatar, Published by Alden Press, Ltd., Oxford, 245 p.

CAVELIER, C. (1970) : Geological Description of the Qatar Peninsula, Department of Petroleum Affairs, Doha, Qatar, and Bureau de Recherches Geologiques et Minieres, Paris, France, 39 p.

CAVELIER, C.; SALATT, A. and HEUZE, Y. (1970) : Qatar Geological Map, Scale 1 : 100,000. Department of Petroleum Affairs, Doha, Qatar.

ECCLESTON, B.L. and HARHASH, I.E. (1982) : The Hydrogeology of Qatar : FAO Water Resources and Agricultural Development Project in Qatar – Phase III. Department of Agricultural and Water Research, Ministry of Industry and Agriculture, Doha, Qatar.

EL-KASSAS, I.A. (1985) : Landsat Geologic Investigation of Dukhan Area, Western Qatar. Presented at the Fourth Thematic Conference on Remote Sensing for Exploration Geology, San Francisco, California, April 1 - 4, 1985.

F.A.O. (1973) : Reconnaissance Soil Survey and Land Classification. Technical Report 1 on Project No. AGL : DP/QAT/71/501, Hydro-Agricultural Resources Survey of Qatar, F.A.O., Rome, 52 p.

I.D.T.C. (1980) : Qatar Geological Map, Scale 1 : 100,000 and Explanatory Booklet. Industrial Development Technical Center, Doha, Qatar, 20 p.

PERTHUISOT, J.P. (1977a) : La Sebkha de Doukhane (Qatar) et la Transformation Gypse → Anhydrite + Eau. Bull. Soc. Geol. France, Vol. XIX, No. 5, PP. 1145 - 1149.

PERTHUISOT, J.P. (1977b) : Contribution a L'Etude du Quaternaire Marine de la Peninsule de Qatar. Bull. Soc. Geol. France, Vol. XIX, No, 5 PP. 1167 - 1170.

POWERS, T.W.; RAMIREZ, L.F.; REDMOND, C.V. and ELBERGE, E.L, Jr. (1966) : Geology of the Arabian Peninsula : Sedimentary Geology of Saudi Arabia. U.S. Geological Survey Professional Paper 560 D, 147 P., U.S. Geological Survey, Washington D.C.

SHEARMAN, D.J. (1963) : Recent Anhydrite, Gypsum, Dolomite and Halite from the Coastal Flats of the Arabian Shore of the Persian Gulf. Proceedings of the Geological Society of London, No. 1607, PP. 63 - 64.

SWAIN, P.H. and DAVIS, S.M., Editors. (1978) : Remote Sensing : The Quantitative Approach. McGraw - Hill Book Company, New York, 396 P.

LANDSAT IMAGERY INTERPRETATION OF DUKHAN SABKHA, WESTERN QATAR, THE ARABIAN GULF

By

IBRAHIM A. EL-KASSAS and BASSAM A. NASR
University of Qatar,
Doha - Qatar

ABSTRACT

In western Qatar, Dukhan Sabkha occurs some 6 to 8km from the coast of the Gulf of Salwa. It occupies an elongated depression covering an area of some 130km^2 of nearly flat land, with an average elevation ranging from 2.8m to 1.8m relative to the mean sea level. In the present work, Landsat imagery data have been interpreted to delineate the major morphologic features of this sabkha, and to investigate its surface materials in an attempt to elucidate their origin. The satellite data used include black-and-white images of the MSS bands 4, 5 and 7, their false-colour composites, and the colour-sliced images of band 5. The visual interpretation of these images has been corroborated by intensive field work and compilation of all available published information.

This study led to an accurate delineation of the boundaries of this inland sabkha and its classification, for the first time, into three main tonal units of characteristic spectral signatures on Landsat-MSS images. These units are named according to their abundant constituent as : (1) calcareous sandy slits, (2) gypsiferous clays, and (3) salt crust. In addition, wherever halophytic plants are growing they display relatively darker tones on the Landsat images.