

## **Space Image Atlas of the Kingdom of Saudi Arabia**

*Abdulmalek Al Al-Shaikh and Ali-Wafa Abu-Risheh*  
Prince Sultan Research Center for Environment, Water and Desert  
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

With the extensive development of electronics and information systems, there has been an expansion of the use of remote sensing techniques; especially satellite imagery which has emerged as an effective means for studying the environment, the features of the earth's surface and its natural resources such as water, soil, rocks, and vegetation cover, at local, regional, and international scales, and on a multitemporal basis.

His Royal Highness, Prince Sultan bin Abdulaziz, Crown Prince, Deputy Prime Ministers, Minister of Defense and Aviation and Inspector General financially supported the project to develop the *Space Image Atlas of the Kingdom of Saudi Arabia* through the Sultan Bin Abdulaziz Al Saud Foundation. The Prince Sultan Research Center for Environment, Water, and Desert at King Saud University initiated the project and conducted it in cooperation with a group of distinguished specialists from the following institutions: King Saud University, Space Research Institute at King Abdulaziz City for Science and Technology, General Commission for Surveys, King Fahd University for Petroleum and Minerals, and Geospace-Austria.

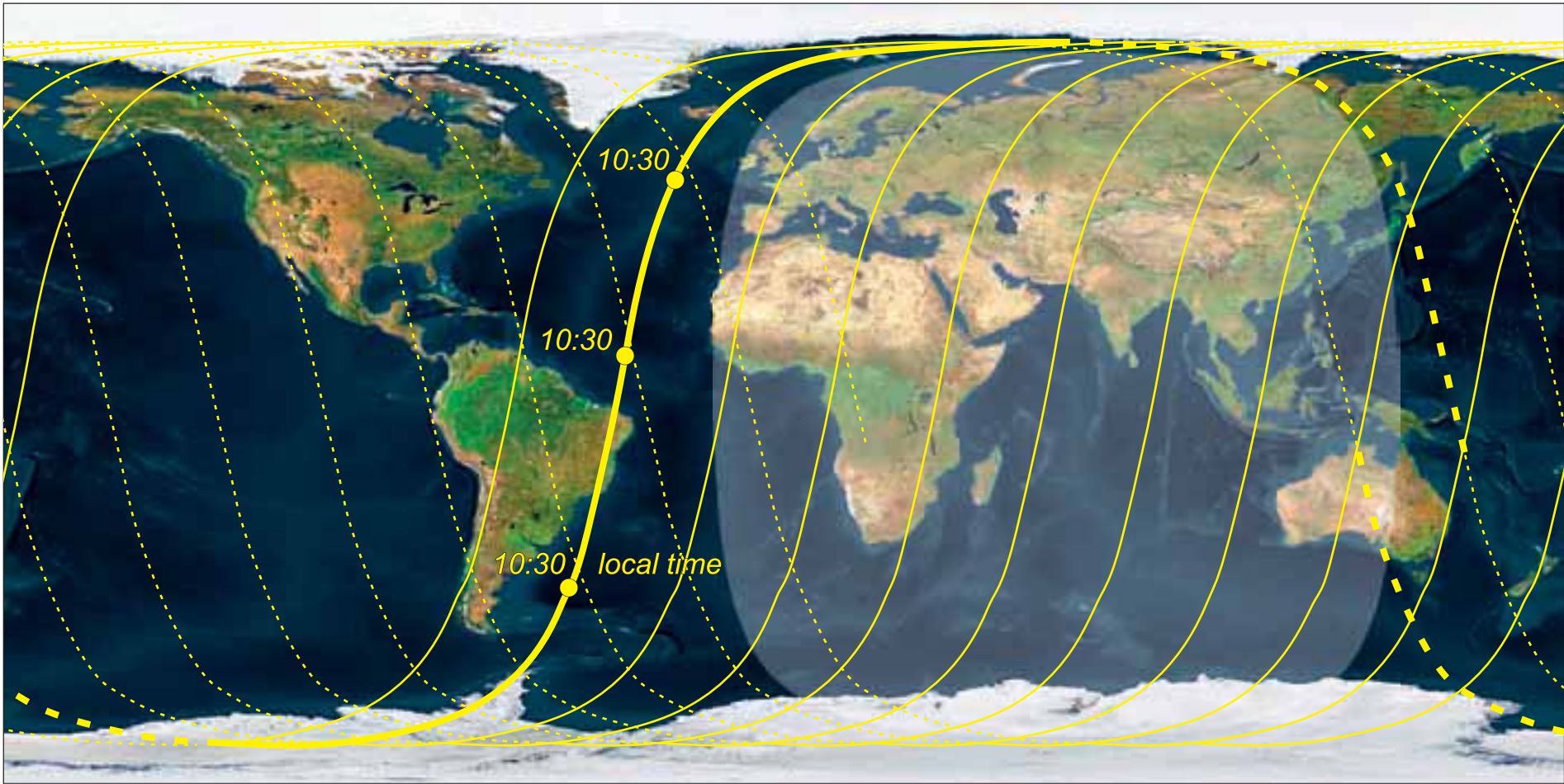
The *Space Image Atlas of the Kingdom of Saudi Arabia* employs remote sensing techniques and digital satellite image processing to obtain a comprehensive view of all features of the Kingdom's surface from space. It exists both as a printed book and in digital format.

The *Atlas* is divided into a number of chapters, beginning with a general introduction to Remote Sensing techniques, Digital Satellite Image Processing, and Geographic Information Systems. The first chapter then takes up the Geography of Saudi Arabia by displaying summarized information on most of its geographic features, with the overlay of a map of each of these elements over the mosaic of satellite images of the entire Kingdom. The second chapter displays the major cities of the Kingdom through high-resolution satellite images along with summarized information on these cities. The third chapter contains satellite images of selected sites displayed at various scales, taken by different satellites, and showing the most important morphological and specific characteristics of the Kingdom, as well as its major environmental phenomena, geographic features, and natural resources. The images are accompanied by a summary on each subject. The fourth chapter presents a series of sheets of satellite images taken by Landsat-5 satellite. The images were geometrically corrected, color-enhanced, and processed in a unified manner at a scale of 1:500,000. As a group they cover all regions of the Kingdom, and each sheet includes the names of the most important sites.

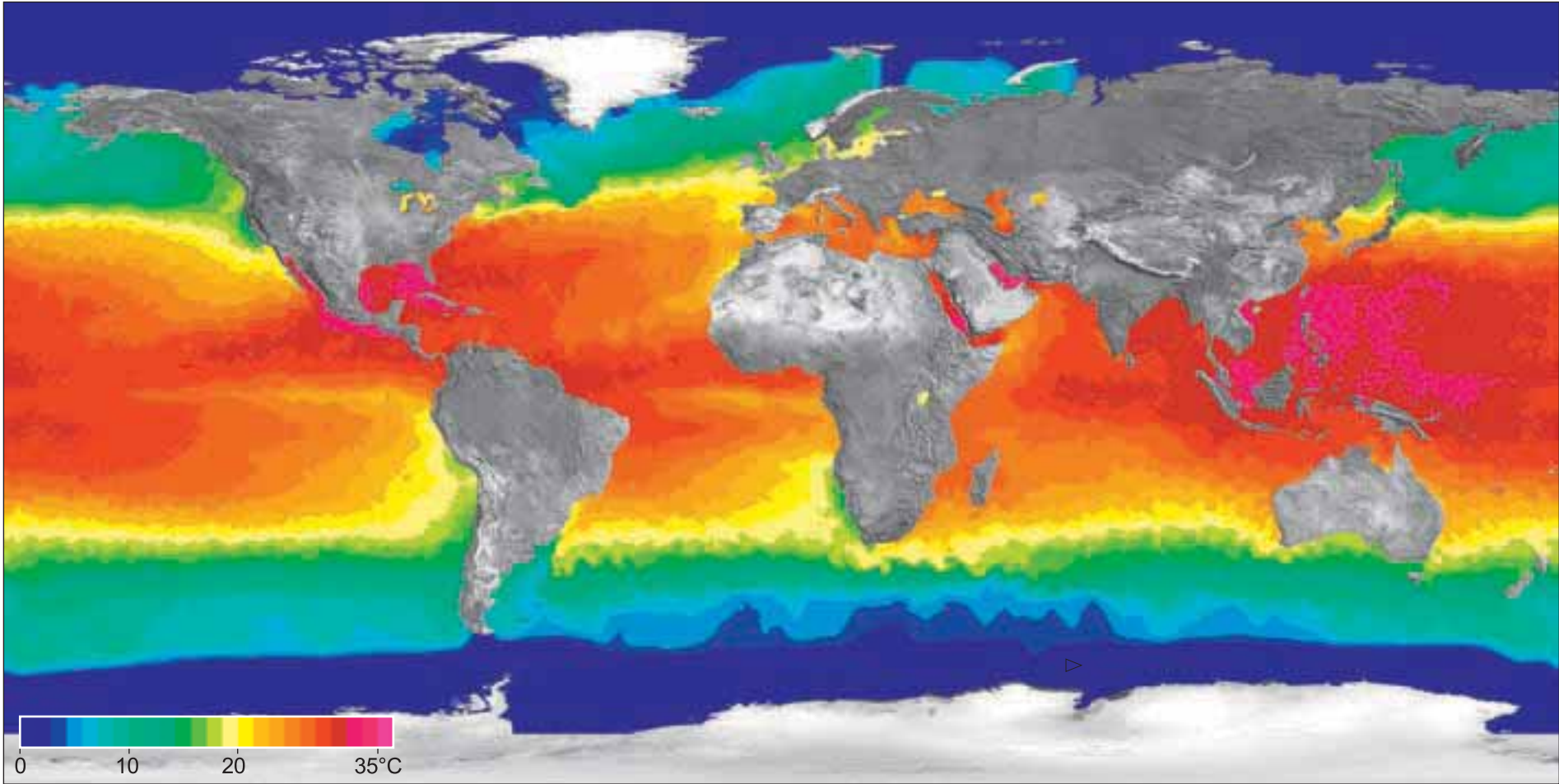
The *Atlas* comprises an important reference that enables researchers and specialists to better understand the Kingdom's history and archaeology, its geographic features, modes of land use, urban expansion, and distribution and management of natural resources. It offers major examples of the Earth's phenomena, and it has been a starting point for the initiation of specialized projects. The *Atlas* has also helped in obtaining information on changing environmental phenomena in the Kingdom. In this way, the *Atlas* can contribute to protecting the environment from pollution, combating desertification, limiting sand dune encroachment, and providing solutions for numerous problems associated with natural hazards.

What follows are sample pages from the *Atlas* that represent the content of the various chapters.

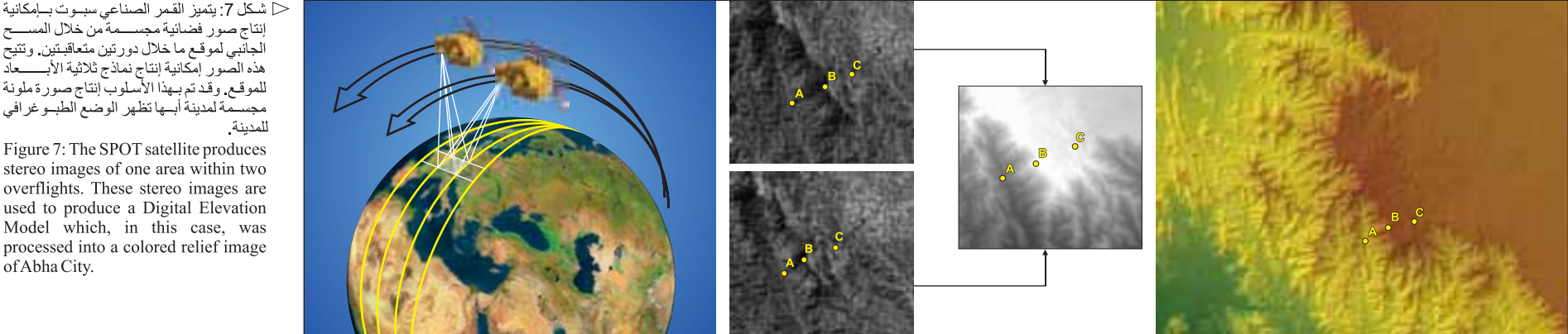




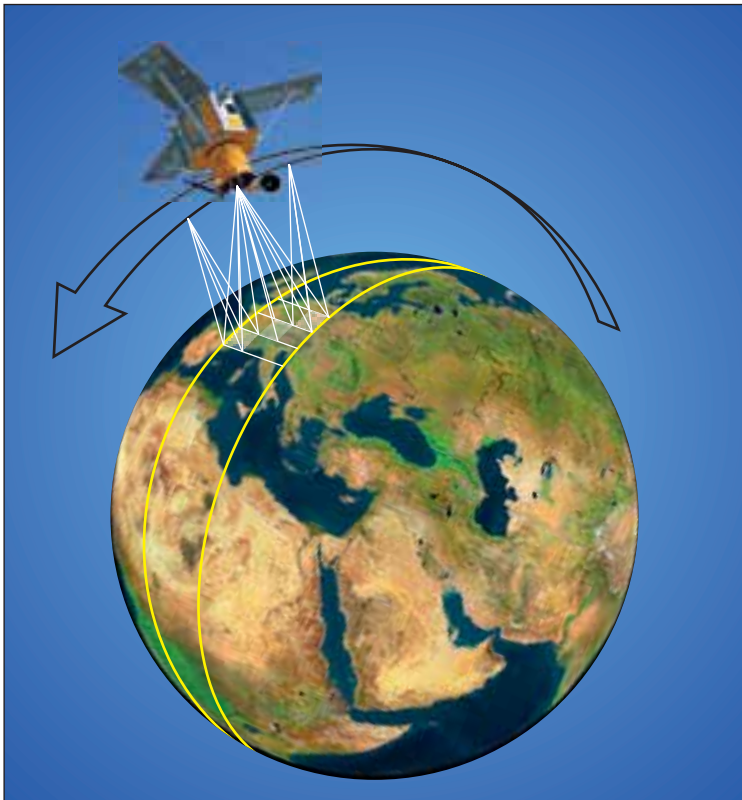
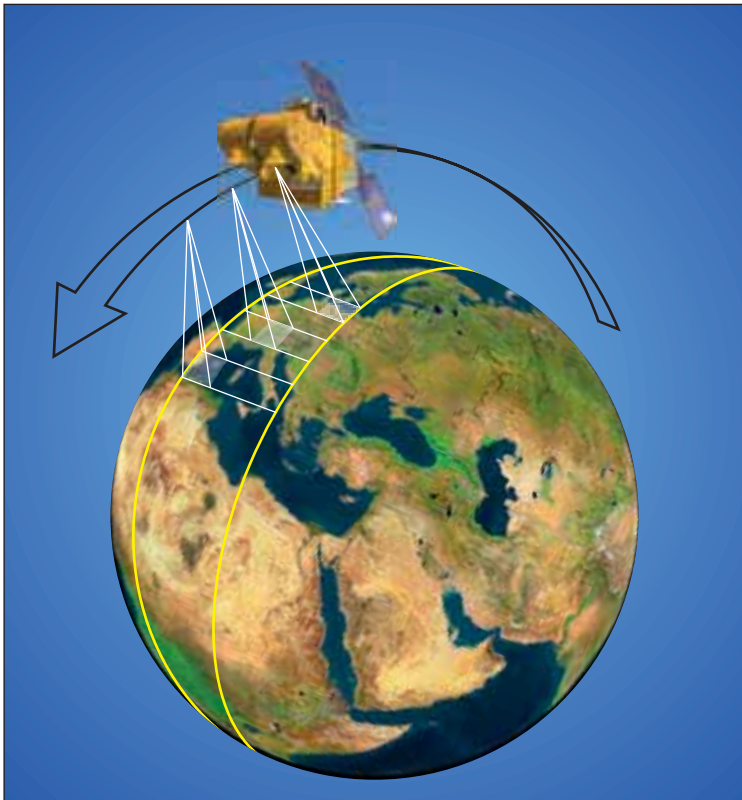
شكل 5: المدارات المتزامنة مع الشمس خلال يوم واحد للقمر الصناعي لاندسات والتغطية الأرضية للقمر الصناعي ميوتوسات ذو المدار الثابت والمخصص للمناخ.  
Figure 5: Sun synchronized orbit of the Landsat satellite during one day and ground coverage of the geostationary meteorological satellite Meteosat.



شكل 6: صورة فضائية لمنطقة من القمر الصناعي نوا يعكس تدرج الألوان فيها التباين الحراري لسطح مياه البحار والمحيطات.  
Figure 6: In this NOAA satellite image, the graded colors mirror differences of sea and ocean surface temperatures.



شكل 7: يتميز القمر الصناعي سبوت بإمكانية إنتاج صور فضائية مجسمة من خلال المسح الجانبي لموقع ما خلال دورتين متعاقبتين، وتنتج هذه الصور إمكانية إنتاج نماذج ثلاثية الأبعاد للموقع. وقد تم بهذا الأسلوب إنتاج صورة ملونة مجسمة لمدينة أبها تظهر الوضع الطبوغرافي للمدينة.  
Figure 7: The SPOT satellite produces stereo images of one area within two overflights. These stereo images are used to produce a Digital Elevation Model which, in this case, was processed into a colored relief image of Abha City.



شكل 1: سلسلة صور فضائية متعاقبة زمنية لسطح الأرض التقطها القمر الصناعي ميوتوسات من ارتفاع 36,000 كم في يوم 7 محرم 1423 هـ.  
Figure 1: Series of multitemporal space images of the globe taken on March 21st, 2002 by Meteosat satellite at 36,000 km altitude.

شكل 2: المسح الفضائي العمودي للقمر الصناعي لاندسات من ارتفاع 705 كيلومتر.  
Figure 2: Vertical scanning system of the Landsat satellite at an altitude of 705 km.

شكل 3: المسح الفضائي العمودي والمائل للقمر الصناعي سبوت من ارتفاع 832 كيلومتر.  
Figure 3: Vertical and side viewing scanning system of the SPOT satellite at an altitude of 832 km.

شكل 4: المسح الفضائي المتعدد الاتجاهات للقمر الصناعي إيكونوس من ارتفاع 680 كيلومتر.  
Figure 4: Variable scanning system of the IKONOS satellite at an altitude of 680 km.



# The Location of The Kingdom in The World

# موقع المملكة في العالم



Figure 1: Mosaic of Earth's globe images taken by SPOT-4 Vegetation sensor. It displays the location of the Kingdom of Saudi Arabia.

The Kingdom of Saudi Arabia is located in the southwest corner of Asia, facing the Red Sea to the west and the Arabian Gulf to the east (Fig. 1). This geographic position has helped strengthen its cultural and commercial ties with the rest of the world. Its cultural heritage and its vast oil reserves have contributed to its strategic position and its international role. The Kingdom has given special attention to scientific advancements and technological development. The King Faisal International Prize, the King Abdullah Bin Abdulaziz Prize for Scientific

Research, and the Prince Sultan Bin Abdulaziz International Prize for Water exemplify the Kingdom's appreciation of scientists, scholars and researchers worldwide. Through its active membership in the United Nations, and other international decision-making bodies, the Kingdom participates in resolving the world's problems. Saudi Arabia enjoys a high degree of international confidence as a result of its balanced political system and its wise leadership in support of justice, peace, and humanitarian issues.

العلمي، وجائزة الأمير سلطان بن عبدالعزيز العالمية للمياه نماذج لتقدير المملكة للعلماء والباحثين في مختلف أرجاء العالم. وتشترك المملكة من خلال عضويتها الفاعلة في هيئة الأمم المتحدة والمنظمات والمحافل العالمية ومراكز صنع القرار الاستراتيجي الدولي- في حل العديد من المشكلات في العالم. لذا فهي تتمتع بثقة دولية مرموقة؛ نتيجة لنظامها السياسي المتزن، وقيادتها الحكيمة الداعمة للعدل والسلام والقضايا الإنسانية.

تقع المملكة العربية السعودية في الجنوب الغربي من قارة آسيا، وتطل على البحر الأحمر في الغرب والخليج العربي في الشرق (شكل 1). وقد ساعد هذا الموقع، وتوفر وسائل المواصلات والاتصالات الحديثة، ومواكبة التطورات العلمية والتقنية والفنية في تعزيز اتصال المملكة الثقافي والتجاري بدول العالم. كذلك أسهم الإرث التاريخي والحضاري للمملكة، واكتشاف البترول فيها وضخامة احتياطيه، في تعزيز مكانتها الإستراتيجية وتفعيل دورها السياسي والثقافي والاقتصادي عالمياً، وتقوية علاقاتها بدول العالم. وتولي المملكة التقدم العلمي وتطوير التقنيات الحديثة اهتماماً خاصاً. وتعد جائزة الملك فيصل العالمية، وجائزة الملك عبدالله بن عبدالعزيز للبحث

شكل 1: صورة للكرة الأرضية مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزاييك) ملتقطة بواسطة مساح الفضاء النباتي في القمر الصناعي سينت-4 تظهر موقع المملكة في العالم.





شكل 3: جانب من المسجد النبوي الشريف في المدينة المنورة.

Figure 3: Part of the Prophet's Holy Mosque in Al-Madinah al-Munawwarah.

شكل 4: قبة الصخرة في القدس.

Figure 4: The Dome of the Rock in Jerusalem.

شكل 5: المسجد الأموي في دمشق.

Figure 5: Umayyad Mosque in Damascus.

شكل 6: الجامع الأزهر في القاهرة.

Figure 6: Al-Azhar Mosque in Cairo.

As the land of divine revelation and the country responsible for the custody of the two Holy Sanctuaries of Makkah and Al-Madinah and the other sites of the rites of pilgrimage, Saudi Arabia enjoys a distinctive position. Its role in the Muslim world is enhanced by its system of governance based on the foundations of Islam, its active membership in Islamic organizations, such as the Muslim World League, and its support of Islamic causes. Its location at the center of the Muslim world (Fig. 1) has facilitated the travel of pilgrims for *hajj* and *umrah* as well as trade with other Islamic countries. The Kingdom has made prominent efforts in spreading Islam and building mosques worldwide, and in supporting charitable projects such as schools and orphanages. It has worked hard to provide aid to Muslim peoples afflicted by natural disasters, to help them resolve their social and economic problems, and to support them in issues of justice.

تحظى المملكة العربية السعودية بمكانة دينية رفيعة، لاحتضانها مهبط الوحي ولتشرّفها بخدمة الحرمين الشريفين والمشاعر المقدسة، الأمر الذي جعلها محط أنظار المسلمين في مشارق الأرض ومغاربها، ويزيد من أهمية المملكة ودورها الريادي في العالم الإسلامي نظام حكمها القائم على الدين الإسلامي الحنيف، وعضويتها الفاعلة في المنظمات الإسلامية ومنها رابطة العالم الإسلامي، ودعمها للقضايا الإسلامية. وقد سهّل موقع المملكة الوسط بين دول العالم الإسلامي (شكل 1) حركة الحجّج والمعتّمرين، ويسرّ حركة الاتصال والتبادل التجاري بينها وبين مختلف الدول الإسلامية وعزّز دورها الاقتصادي. وتبذل المملكة جهوداً بارزة في نشر الإسلام، وإقامة المساجد في مختلف أنحاء العالم، ودعم المشاريع الخيرية كإنشاء المدارس ودور الأيتام، والوقوف إلى جانب الشعوب الإسلامية عند وقوع الكوارث الطبيعية ومساعدتها في حل مشكلاتها الاجتماعية والاقتصادية ومساندتها في قضاياها العادلة.



شكل 1: صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزاييك) ملتقطة بواسطة مساح الغطاء النباتي في القمر الصناعي سبوت 4 تظهر موقع المملكة في قلب العالم الإسلامي.

Figure 1: Mosaic of images taken by SPOT-4 Vegetation sensor. It displays the location of the Kingdom of Saudi Arabia in the heart of the Islamic World.

شكل 2: صورة للمسجد الحرام في مكة المكرمة وتوسطه الكعبة المشرفة.

Figure 2: The image of the Holy Ka'bah at the center of the Holy Mosque in Makkah al-Mukarramah.



# General Geographic Overview of The Kingdom



# الملامح الجغرافية العامة للمملكة

تشغل المملكة العربية السعودية نحو 2 مليون كيلومتر مربع من مساحة شبه الجزيرة العربية (شكل 1). وبلغ إجمالي عدد سكانها في عام 1425 هـ نحو 22,7 مليون نسمة منهم حوالي 16,5 مليون نسمة من السعوديين. يحدها المملكة من الشرق دولة الكويت ومملكة البحرين ودولة قطر والإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان على الخليج العربي، بينما يحدها من الغرب البحر الأحمر وخليج العقبة. ويحدها من الشمال المملكة الأردنية الهاشمية وجمهورية العراق، بينما يحدها من الجنوب سلطنة عمان والجمهورية اليمنية. يستند نظام الحكم في المملكة على الشريعة الإسلامية التي تعدّ منحه الدولة ودستورها. وقد أولت المملكة الحرص على الشرعيين في مكة المكرمة والمدينة المنورة اهتماما خاصا شمل العديد من برامج التوسعة والتطوير وتيسير سبل وصول الحجاج والمعتمرين إليهما عبر شبكات النقل البري والجوي والبحري والمتطورة. وتتمتع المملكة بعمقها التاريخي والحضاري وغناها الأثري والتراثي. تقسم المملكة إلى 13 منطقة إدارية تتكون كل منها من عدد من المحافظات، وتعدّ المدينة الرئيسية في المنطقة مقرا للإمارة. تتكون المملكة جيولوجيا من الدرع العربي في الغرب والرف العربي المحاذي له من الشرق. وتتنوع مظاهر السطح من مكان إلى آخر فتشمل الشواطئ والسهول الساحلية والمرتفعات الجبلية والهضاب والجروف والمنحدرات الصخرية والسهول الحصوية والأودية والكثبان الرملية والسبخات والمنخفضات والحرار. ويسود أجواء المملكة المناخ القاري الذي يعد امتدادا لمناخ شرق البحر الأبيض المتوسط باستثناء الأجزاء الجنوبية الغربية التي تقع تحت تأثير المناخ المداري الرطب والربع الخالي الذي يقع تحت تأثير المناخ المداري الجاف. ويتصف المناخ في المملكة عموما بصيفه الحار والجاف عدا المرتفعات الجنوبية الغربية وشتائه البارد المحدود التساقط. وتتركز الرطوبة بصفة عامة في المناطق الساحلية وتقل في المناطق الداخلية. وتتنوع مصادر المياه فتشمل المياه السطحية، والمياه الجوفية، ومياه البحر المحلاة، ومياه الصرف الصحي المعالجة. وتتنوع أنواع التربة في المملكة من مكان لآخر فتشمل التربة الرملية، والتربة الفيضية، والتربة الجيرية، والتربة الملحية ذات الأفق الجبسي. وتمثل التربة الصالحة للزراعة خمس مساحة المملكة. وتتميز المملكة بغطاء نباتي طبيعي متنوع. وتغطي الغابات مساحات كبيرة نسبيا من المنطقة الجنوبية الغربية، أما المراعي الطبيعية فتشكل نحو 70% من مساحة المملكة. وتتمتع المملكة بموارد طبيعية أخرى كالثروات المعدنية والاحتياطي الهائل من النفط.

Saudi Arabia occupies some two million sq km, covering most of the Arabian Peninsula (Fig.1), and in 2005 its population numbered about 22.7 million people, of whom 16.5 million were Saudi citizens. To the east, the Kingdom is bounded by Kuwait, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates, and Oman on the Arabian Gulf, while to the west it is bounded by the Red Sea and the Gulf of Al-'Aqabah. To the north it borders Jordan and Iraq, and on the south, Oman and Yemen. The Kingdom is governed on the basis of the Islamic Shari'ah, which is the country's legal system and constitution. Saudi Arabia has devoted special care to the two Holy Sanctuaries of Makkah and Al-Madinah; this responsibility has involved projects to develop the holy sites, and to provide efficient transportation networks for the pilgrims who come by land, air, and sea to perform the *hajj* and *'umrah*. The Kingdom has deep historical and cultural roots, and a rich cultural and archaeological heritage. The country is divided into 13 administrative regions, each consisting of a number of districts, while the main city in each of these regions serves as its administrative center. Geologically, the Kingdom is made up of the Arabian Shield to the west and the Arabian Shelf to the east. Its surface features include shorelines and coastal plains, mountain ranges, plateaus, escarpments, gravel plains, wadis, sand dunes, salt flats, depressions, and lava flows. The Kingdom's climate is predominantly continental, and is an extension of the eastern Mediterranean climate, except for the southwestern parts, which are subject to humid tropical climatic influences, and Ar-Rub' al-Khali, which has a dry tropical climate. The climate is characterized by hot, dry summers, except in the southwestern highlands, and by cool winters with limited rainfall; atmospheric humidity is concentrated mainly in the coastal regions and is low in the interior. The Kingdom's water resources include surface waters and groundwater, desalinated seawater, and treated effluent. Its soils range from sandy to alluvial, limey, and saline; arable soils comprise about a fifth of the country. A diverse natural plant cover includes woodlands in the southwest, while rangelands make up some 70% of the country. The Kingdom's other natural resources include its mineral wealth and enormous oil reserves.

|                      |   |
|----------------------|---|
| مقر أمانة المنطقة    | □ |
| مدينة رئيسية         | ○ |
| الحدود الدولية       | ▬ |
| Region capital       | □ |
| Major city           | ○ |
| International border | ▬ |

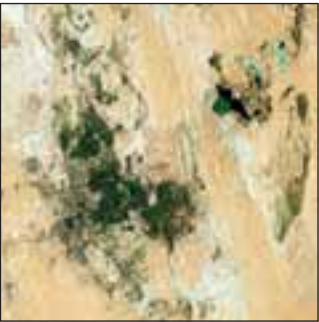
شكل 1: صورة فضائية تبين طوبوغرافية المملكة وحدودها السياسية مع الدول المجاورة.  
Figure 1: A space image showing the topography of the Kingdom and its geopolitical borders with neighboring countries.



شكل 2: صورة فضائية لمدينة الرياض.  
Figure 2: A space image of Ar-Riyadh City.



شكل 3: صورة فضائية لمدينة جدة على ساحل البحر الأحمر.  
Figure 3: A space image of Jiddah City on the Red Sea Coast.



شكل 4: صورة فضائية لواحة الأحساء في شرق المملكة.  
Figure 4: A space image of Al-Ahsa' Oasis in the Eastern Province of the Kingdom.



شكل 5: صورة فضائية للعروق الرملية في نفود الثويرات في وسط المملكة.  
Figure 5: A space image of sandstone formations in Al-Thowairat Desert in the middle of the Kingdom.



شكل 6: صورة فضائية لبعض الأودية والحرار في الدرع العربي.  
Figure 6: A space image of some wadies and harrats in the Arabian Shield.



Historical Routes of Pilgrimage



طرق الحج التاريخية



شكل 4: صورة تاريخية للمسجد الحرام بمكة المكرمة.

Figure 4: A historical image of the Holy Mosque in Makkah al-Mukarramah.



شكل 5: الكعبة المشرفة أثناء موسم الحج.

Figure 5: The Holy Ka'bah in the Hajj (pilgrimage) holy occasion.

شكل 2: صورة حديثة للمسجد الحرام في مكة المكرمة.

Figure 2: A recent image of the Holy Mosque in Makkah al-Mukarramah.



شكل 6: الروضة الشريفة في المسجد النبوي الشريف بالمدينة المنورة.

Figure 6: Ar-Rawdah Ash Shareefah in the Prophet's Holy Mosque in Al-Madinah al-Munawwarah.

شكل 3: صورة حديثة للمسجد النبوي الشريف في المدينة المنورة.

Figure 3: A recent image of the Prophet's Holy Mosque in Al-Madinah al-Munawwarah.

تشمل طرق الحج التاريخية البرية المؤدية إلى مكة المكرمة والمدينة المنورة ما يلي (شكل 1):

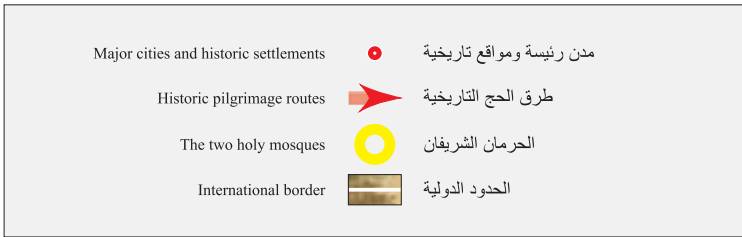
- 1- طريق حج الكوفة - مكة المكرمة والمعروف بدرب زبيدة. 2- طريق حج البصرة - مكة المكرمة الذي يرفده طريق حجاج البحرين عبر اليمامة. 3- طريق الحج المصري الذي يخدم الحجاج القادمين من بلاد المغرب والأندلس وأفريقيا عبر مصر. 4- طريق الحج الشامي الذي يبدأ من دمشق ويمر بتيوك ومنها إلى المدينة المنورة فمكة المكرمة. 5- طرق الحج اليمنية إلى مكة المكرمة. 6- طريق الحج العماني الذي يبدأ الأول من عمان إلى يبرين فاليمامة ومنها إلى مكة المكرمة. أما الطريق الثاني فيتجه من عُمان عبر جنوب الجزيرة العربية، ويرتبط بأحد طرق الحج اليمنية المؤدية إلى مكة المكرمة. وإضافة إلى الطرق البرية كان بعض الحجاج يصلون بحراً إلى عدد من الموانئ على البحر الأحمر ومنها إلى مكة المكرمة والمدينة المنورة.

وقد اهتمت المملكة منذ تأسيسها بإنشاء العديد من الطرق البرية المؤدية إلى مكة المكرمة والمدينة المنورة وفقاً لأحدث المواصفات. كما اهتمت بشبكتي النقل الجوي والبحري وتطويرهما بشكل مستمر مما يسر سبل وصول الحجاج والمعتمرين والزوار إلى هاتين المدينتين. وتشهد مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في عرفات ومزدلفة ومنى وكذلك المدينة المنورة العديد من برامج التوسعة والتطوير ذات العلاقة بشؤون الحج والعمرة والزيارة. ومن أهم هذه المشاريع التوسعة الكبيرة التي تمت في عهد خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز للمسجد الحرام في مكة المكرمة ليستوعب أكثر من مليون مصل، والمسجد النبوي في المدينة المنورة الذي أصبح يتسع لنحو 700 ألف مصل. بالإضافة إلى تطوير شبكة الطرق الحديثة والبنى التحتية في المشاعر المقدسة.

The historical pilgrimage routes leading to Makkah al-Mukarramah and Al-Madinah al-Munawwarah include the following (Fig.1):

- 1- The Kufa-Makkah Route, known as "Darb Zubaydah". 2 - The Basrah-Makkah Route, joined by the Bahrain Route by way of Al-Yamamah. 3 - The Egyptian Pilgrimage Route, which served the pilgrims from Morocco, Andalusia, and Africa through Egypt. 4 - The Syrian Pilgrimage Route, which began in Damascus and ran through Tabuk and then to Al-Madinah and Makkah. 5 - The Yemeni Pilgrimage Routes to Makkah. 6 - The two Omani Pilgrimage Routes; the first of these ran from Oman through Yabrin and Al-Yamamah to Makkah; while the second passed from Oman through southern Arabia, from where pilgrims continued their journey by one of the Yemeni Pilgrimage Routes. In addition to these land routes, some pilgrims arrived by sea to one of the Red Sea ports and then traveled overland to Makkah al-Mukarramah and Al-Madinah al-Munawwarah.

From the time of its founding, the Kingdom has taken care to develop road networks of the highest standard leading to Makkah al-Mukarramah and Al-Madinah al-Munawwarah, and likewise to develop the sea and air transportation networks, facilitating access to these two cities for the pilgrims performing *hajj* and *umrah*, and visiting the Prophet's Mosque. Makkah and the sacred sites of 'Arafat, Mina, and Muzdalifah have seen a number of expansion and development projects related to the *hajj*, *umrah*, and visitation, as has Al-Madinah al-Munawwarah. Among the most important of these projects was the great expansion of the Two Holy Mosques undertaken during the reign of King Fahad bin Abdulaziz, the Custodian of the Two Holy Mosques. As a result of this expansion, the Holy Mosque in Makkah now accommodates more than a million worshippers, while the Prophet's Mosque in Al-Madinah al-Munawwarah accommodates around 700,000 worshippers. A modern network of roads and infrastructure has been developed in the sacred sites of 'Arafat, Mina, and Muzdalifah.

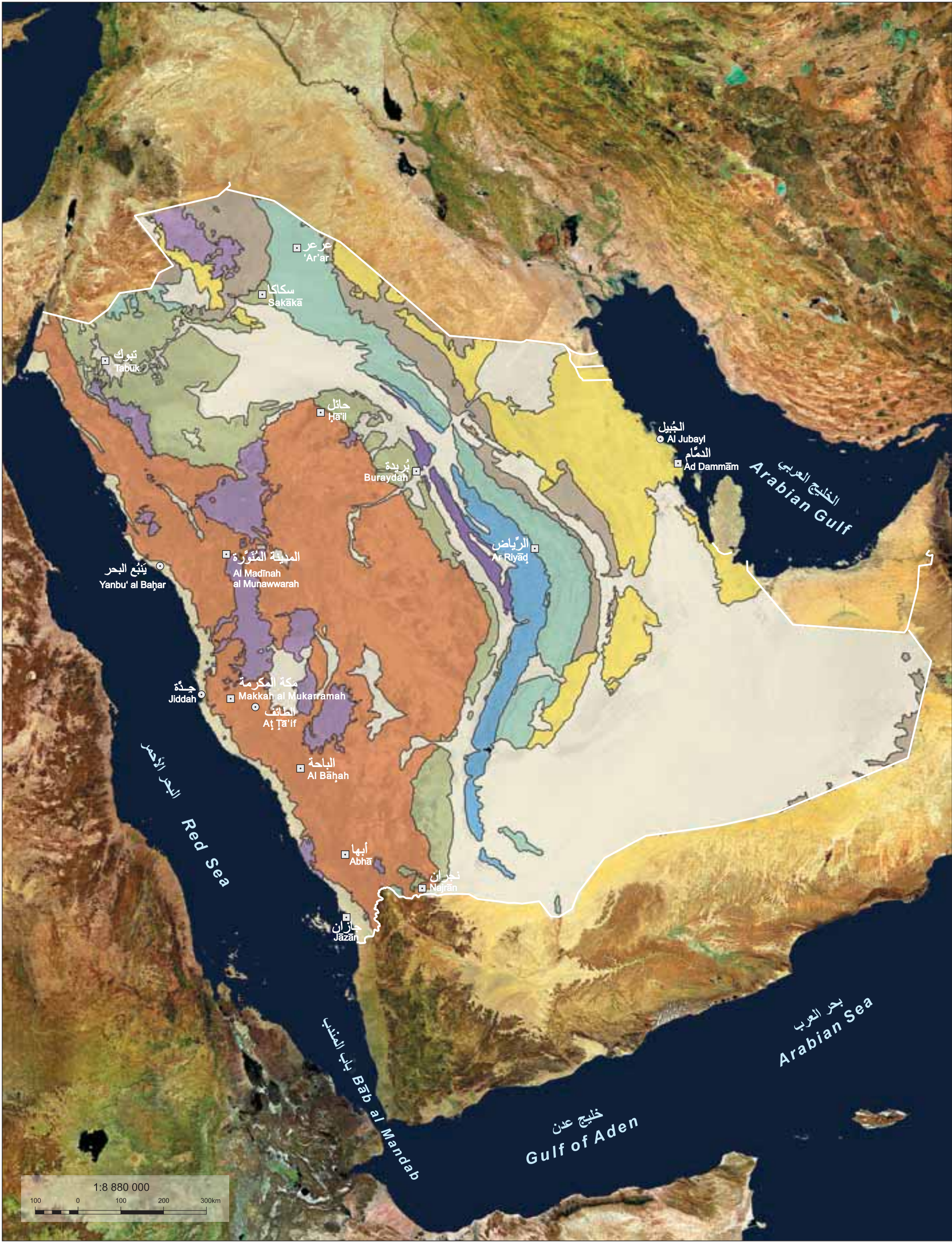


شكل 1: طرق الحج التاريخية إلى مكة المكرمة والمدينة المنورة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزايك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.

Figure 1: Historical pilgrimage routes to Makkah al-Mukarramah and Al-Madinah al-Munawwarah superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.







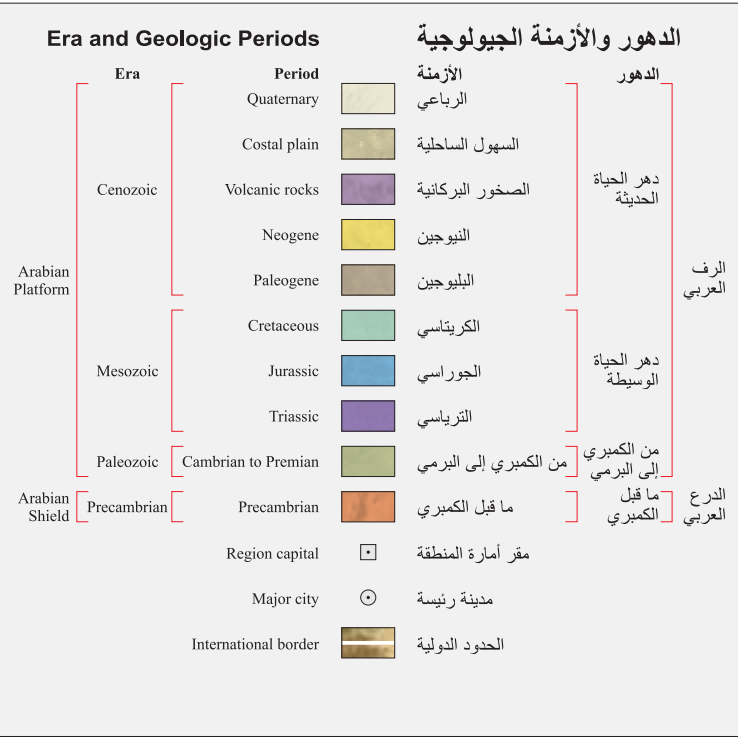
شكل 2: جانب من مرتفعات الدرع العربي غرب المملكة.  
Figure 2: Part of the Arabian Shield Heights to the west of the Kingdom.



شكل 3: كثبان رملية في صحراء الربع الخالي.  
Figure 3: Sand dunes in Ar-Rub' al-Khali Desert.

كانت جزيرة العرب خلال دهر ما قبل الحياة القديمة (ما قبل الكامبري) جزءاً من قارة تدعى (جندوانا) ويغطي الجزء الشمالي منها آنذاك بحر يسمى تيثيسس. وفي أواخر دهر الحياة الوسيطة وأوائل دهر الحياة الحديثة تعرضت أرض هذه القارة لهزات أدت إلى تقبب وتصدع الجزء الغربي منها، مكونة حفرة إندامية انسابت فيها مياه بحر تيثيسس مشكلة أخدود البحر الأحمر. وخلال تلك الحقبة مالت أرض الجزيرة العربية باتجاه الشمال الشرقي مما زاد في انفتاح البحر الأحمر. أما الجزء الشرقي من الجزيرة فقد تعرض لتقوس طبقاته إلى الأسفل بفعل الحركات الالتوائية الجانبية العنيفة فتشكل حوض الخليج العربي الذي غمرته فيما بعد مياه المحيط الهندي. تنقسم المملكة جيولوجياً إلى الدرع العربي في الغرب، والرف العربي المحاذي له من الشرق (شكل 1). ويتكون معظم الدرع العربي من صخور نارية كالجرانيت والديوريت والجابرو، وصخور متحولة كالتاليس والرخام والتيسيت، بالإضافة إلى قدر ضئيل من صخور رسوبية كالجر الجيري والرملي، وتعود جميع هذه الصخور إلى دهر ما قبل الحياة القديمة. وخلال دهر الحياة الوسيطة والحديثة ازداد تعرض هذه الصخور - خاصة الرسوبية منها- للطي والبروز والتعرية وسالت حمم البراكين مكونة الحرات البازلتية. يشمل الدرع العربي المرتفعات الغربية كجبال مدين في الشمال، وجبال الحجاز في الوسط، ومرتفعات عسير في الجنوب، إضافة إلى القسم الغربي من هضبة نجد كجبال أجا وسلمى. وتتميز صخور الدرع العربي بمعادنها الفلزية؛ كالذهب والفضة والنحاس والزنك والحديد. أما الرف العربي فيتكون من صخور رسوبية تتدرج في نشأتها من دهر الحياة القديمة حتى دهر الحياة الحديثة، مثل: الحجر الرملي والغريني والجيري والرواسب الملحية. وترسبت هذه الصخور بشكل طبقات أفقية مستوية في بيئات: قارية، وديلتاوية، وبحرية، وجليدية، بطريقة توافقية وغير توافقية فوق صخور القاعدة الدنيا التابعة للدرع العربي. تمثل طبقات الرف العربي بزاوية ضئيلة باتجاه الشمال الشرقي وتظهر على هيئة أحزمة متوازية تتجه من الأقدم غرباً إلى الأحدث شرقاً. ويشمل الرف العربي مجموعة من الهضاب كهضبة نجد وهضبة الصمان والأحواض كحوض الربع الخالي وحوض البديدة وحوض الجوف والأودية كوادي الرمة ووادي السرحان ووادي الدواسر. وتحتوي صخور الرف العربي على خامات البوكسيت والفوسفات والإنهيدرايت والسيليكات، كما تضم هذه الصخور أماكن النفط والغاز وخاصة في شرقي المملكة.

شكل 1: خريطة لجيولوجية المملكة مصنفة حسب الدهور والأمانة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزايك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.  
Figure 1: Geologic map of the Kingdom based on the general stratigraphic classification (categorized based on eras and periods) superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.



شكل 4: صخور رسوبية في الرف العربي تظهر بشكل طبقات أفقية مستوية ترسبت في بيئات بحرية ضحلة.  
Figure 4: Sedimentary rocks in the Arabian Shelf displayed in the form of horizontal layers deposited in shallow marine environments.





| الوحدات الجيومورفولوجية   |                      | Geomorphological Units    |                      |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| السهول الساحلية           | Coastal plains       | المرتفعات الجبلية         | Mountains            |
| الهضاب                    | Plateaus             | المرتفعات الجبلية         | Mountains            |
| الجروف والمنحدرات الصخرية | Escarpments          | الهضاب                    | Plateaus             |
| السهول الحصوية            | Gravel plains        | الجروف والمنحدرات الصخرية | Escarpments          |
| الأودية                   | Wadis                | السهول الحصوية            | Gravel plains        |
| الكثبان الرملية           | Sand dunes           | الأودية                   | Wadis                |
| السيح                     | Sabkhas              | الكثبان الرملية           | Sand dunes           |
| المنخفضات                 | Depressions          | السيح                     | Sabkhas              |
| الحرات                    | Harrahs              | المنخفضات                 | Depressions          |
| مقر إمارة المنطقة         | Region capital       | الحرات                    | Harrahs              |
| مدينة رئيسية              | Major city           | مقر إمارة المنطقة         | Region capital       |
| الحدود الدولية            | International border | مدينة رئيسية              | Major city           |
| وادي الباطن               | Wadi al-Batin        | الحدود الدولية            | International border |
| وادي الحانوكية            | Wadi al-Hanukiyah    | وادي الباطن               | Wadi al-Batin        |
| وادي الرمة                | Wadi ar-Rumayh       | وادي الحانوكية            | Wadi al-Hanukiyah    |
| وادي بن هشبل              | Wadi Bin Hashbal     | وادي الرمة                | Wadi ar-Rumayh       |
| وادي بيشة                 | Wadi Bishah          | وادي بن هشبل              | Wadi Bin Hashbal     |
| وادي حلي                  | Wadi Hali            | وادي بيشة                 | Wadi Bishah          |
| وادي حنيفة                | Wadi Hanifah         | وادي حلي                  | Wadi Hali            |
| وادي خلب                  | Wadi Khulab          | وادي حنيفة                | Wadi Hanifah         |
| وادي نجران                | Wadi Najran          | وادي خلب                  | Wadi Khulab          |
| وادي رابغ                 | Wadi Rabigh          | وادي نجران                | Wadi Najran          |
| وادي رنية                 | Wadi Rania           | وادي رابغ                 | Wadi Rabigh          |
| وادي تليلث                | Wadi Tathlith        | وادي رنية                 | Wadi Rania           |
| وادي تندبه                | Wadi Tindhah         | وادي تليلث                | Wadi Tathlith        |
| وادي تربه                 | Wadi Torabah         | وادي تندبه                | Wadi Tindhah         |

شكل 1: خريطة للوحدات الجيومورفولوجية في المملكة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزايك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.

Figure 1: Map of the geomorphological units in the Kingdom superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.



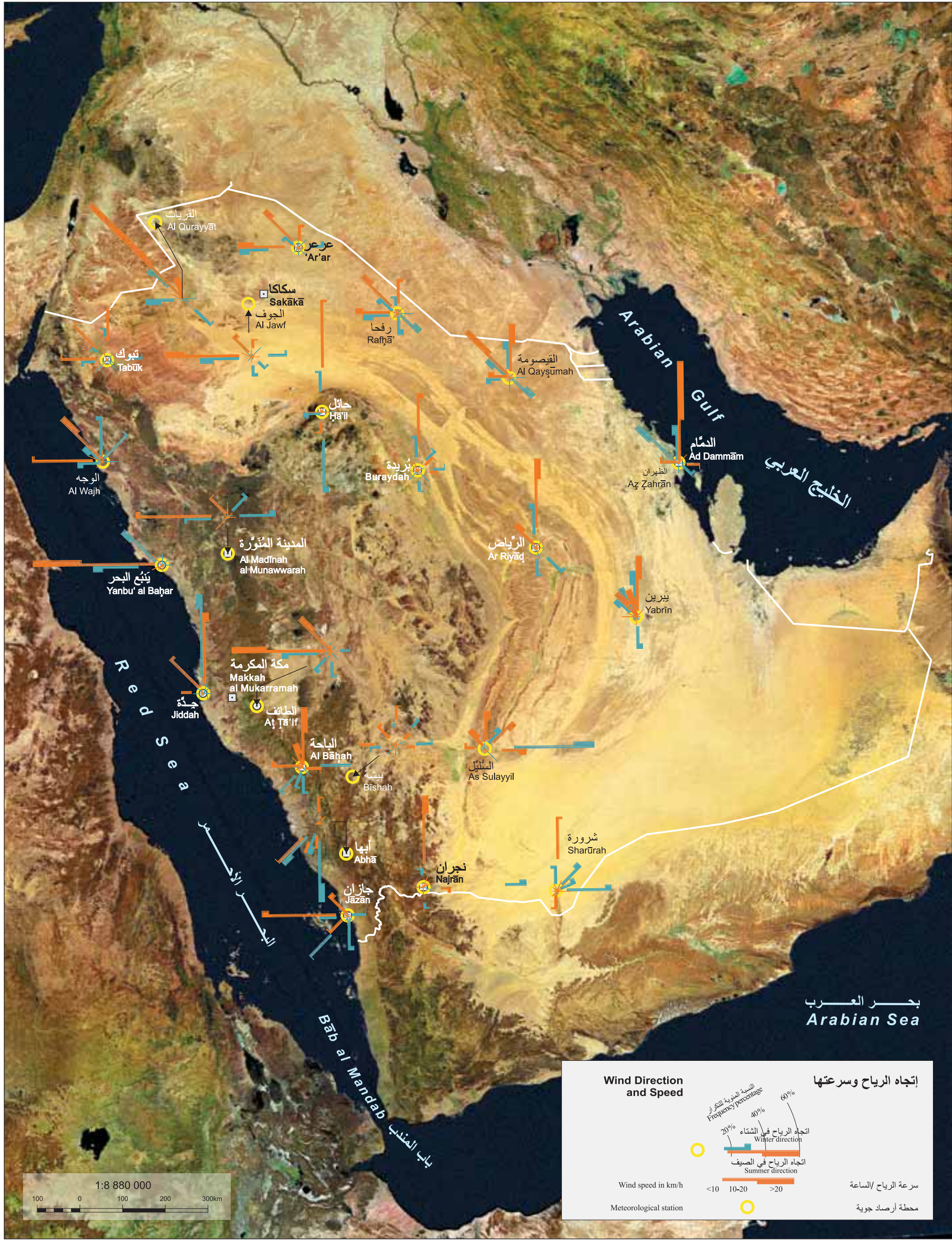
| الوحدات الجيومورفولوجية   |                      | Geomorphological Units    |                      |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| السهول الساحلية           | Coastal plains       | المرتفعات الجبلية         | Mountains            |
| الهضاب                    | Plateaus             | الهضاب                    | Plateaus             |
| الجروف والمنحدرات الصخرية | Escarpments          | الجروف والمنحدرات الصخرية | Escarpments          |
| السهول الحصوية            | Gravel plains        | السهول الحصوية            | Gravel plains        |
| الأودية                   | Wadis                | الأودية                   | Wadis                |
| الكثبان الرملية           | Sand dunes           | الكثبان الرملية           | Sand dunes           |
| السيح                     | Sabkhas              | السيح                     | Sabkhas              |
| المنخفضات                 | Depressions          | المنخفضات                 | Depressions          |
| الحرات                    | Harrahs              | الحرات                    | Harrahs              |
| مقر إمارة المنطقة         | Region capital       | مقر إمارة المنطقة         | Region capital       |
| مدينة رئيسية              | Major city           | مدينة رئيسية              | Major city           |
| الحدود الدولية            | International border | الحدود الدولية            | International border |
| وادي الباطن               | Wadi al-Batin        | وادي الباطن               | Wadi al-Batin        |
| وادي الحانوكية            | Wadi al-Hanukiyah    | وادي الحانوكية            | Wadi al-Hanukiyah    |
| وادي الرمة                | Wadi ar-Rumayh       | وادي الرمة                | Wadi ar-Rumayh       |
| وادي بن هشبل              | Wadi Bin Hashbal     | وادي بن هشبل              | Wadi Bin Hashbal     |
| وادي بيشة                 | Wadi Bishah          | وادي بيشة                 | Wadi Bishah          |
| وادي حلي                  | Wadi Hali            | وادي حلي                  | Wadi Hali            |
| وادي حنيفة                | Wadi Hanifah         | وادي حنيفة                | Wadi Hanifah         |
| وادي خلب                  | Wadi Khulab          | وادي خلب                  | Wadi Khulab          |
| وادي نجران                | Wadi Najran          | وادي نجران                | Wadi Najran          |
| وادي رابغ                 | Wadi Rabigh          | وادي رابغ                 | Wadi Rabigh          |
| وادي رنية                 | Wadi Rania           | وادي رنية                 | Wadi Rania           |
| وادي تليلث                | Wadi Tathlith        | وادي تليلث                | Wadi Tathlith        |
| وادي تندبه                | Wadi Tindhah         | وادي تندبه                | Wadi Tindhah         |
| وادي تربه                 | Wadi Torabah         | وادي تربه                 | Wadi Torabah         |

شكل 2: حرة الحرة في شمال المملكة.

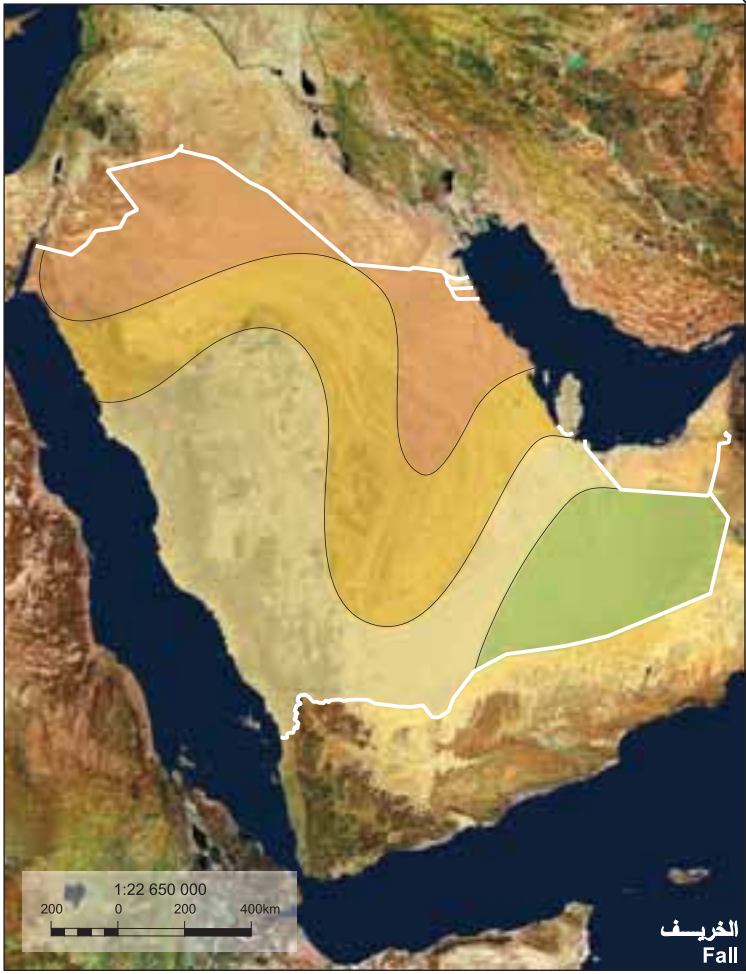
Figure 2: Harrat al-Harrah in the northern part of the Kingdom.



Atmospheric Pressure and Winds



الضغط الجوي والرياح



شكل 2-5: معدلات الضغط الجوي في المملكة خلال فصول السنة مسقطاً على صور مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزاييك) لمنطقة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.

Figures 2-5: Rates of atmospheric pressure in the Kingdom throughout the year superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.

| Three Months Mean Sea Level Pressure in millibar | متوسط الضغط الجوي عند سطح البحر لمدة 3 أشهر بالميليبار |
|--|--|
| 996-998  | 996-998  |
| 998-1000   | 998-1000   |
| 1000-1002  | 1000-1002  |
| 1002-1004  | 1002-1004  |
| 1004-1006  | 1004-1006  |
| 1006-1008  | 1006-1008  |
| 1008-1010  | 1008-1010  |
| 1010-1012  | 1010-1012  |
| 1012-1014  | 1012-1014  |
| 1014-1016  | 1014-1016  |
| 1016-1018  | 1016-1018  |
| 1018-1020  | 1018-1020  |
| International border                             | الحدود الدولية   |

In winter, Saudi Arabia is generally dominated by high-pressure systems. Among the most important of these are the subtropical high-pressure system and the Azor high-pressure system, both of which are accompanied by strong winds and sometimes very cold winds, especially in the north of the Kingdom. On some winter days, however, Mediterranean dynamic low-pressure systems cross the country, generating atmospheric instability and rainstorms.

In summer, some parts of the country are affected by an extension of the Indian monsoonal low-pressure system. This system is accompanied by southwesterly winds from Africa, which affect the southern and southwestern parts of the country, bringing rains and thunderstorms to the mountain heights. Oscillating high- and low-pressure systems dominate the Kingdom's weather in fall and spring.

يمثل الضغط الجوي القوة التي يؤثر بها وزن الجو على وحدة مساحة معينة من سطح الأرض. ويعرف بأنه: وزن عمود الهواء الواقع فوق سنتيمتر مربع واحد ممتد من سطح الأرض حتى نهاية الغلاف الجوي. ويتباين الضغط الجوي بحسب اختلاف الفصول، والارتفاع عن سطح البحر.

يسيطر على المملكة بشكل عام في فصل الشتاء أنظمة للضغط الجوي المرتفع من أهمها الضغط المرتفع شبه المداري والضغط المرتفع الأزوري اللذين يصاحبهما عادة رياح قوية باردة وباردة جداً أحياناً وخاصة في شمالي المملكة. وتعتبر أجواء المملكة في بعض أيام فصل الشتاء منخفضات البحر الأبيض المتوسط الحركية التي ينشأ عنها أحياناً حالة من عدم الاستقرار الجوي تؤدي إلى هطول الأمطار. أما في فصل الصيف فتتأثر بعض أجزاء المملكة بامتداد منخفض الهند الموسمي. وتصاب هذا الضغط رياح جنوبية غربية قادمة من قارة أفريقيا تؤثر على الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من المملكة، وتؤدي في أغلب الأحيان - إلى سقوط أمطار رعدية على المرتفعات الجبلية. وتتذبذب أنظمة الضغط المسيطرة على أجواء المملكة خلال فصلي الخريف والربيع.

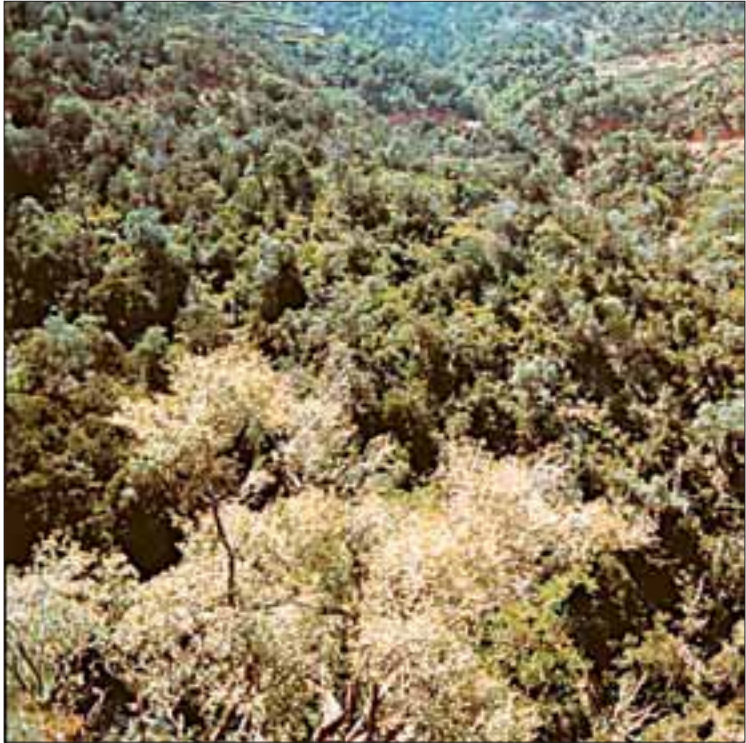
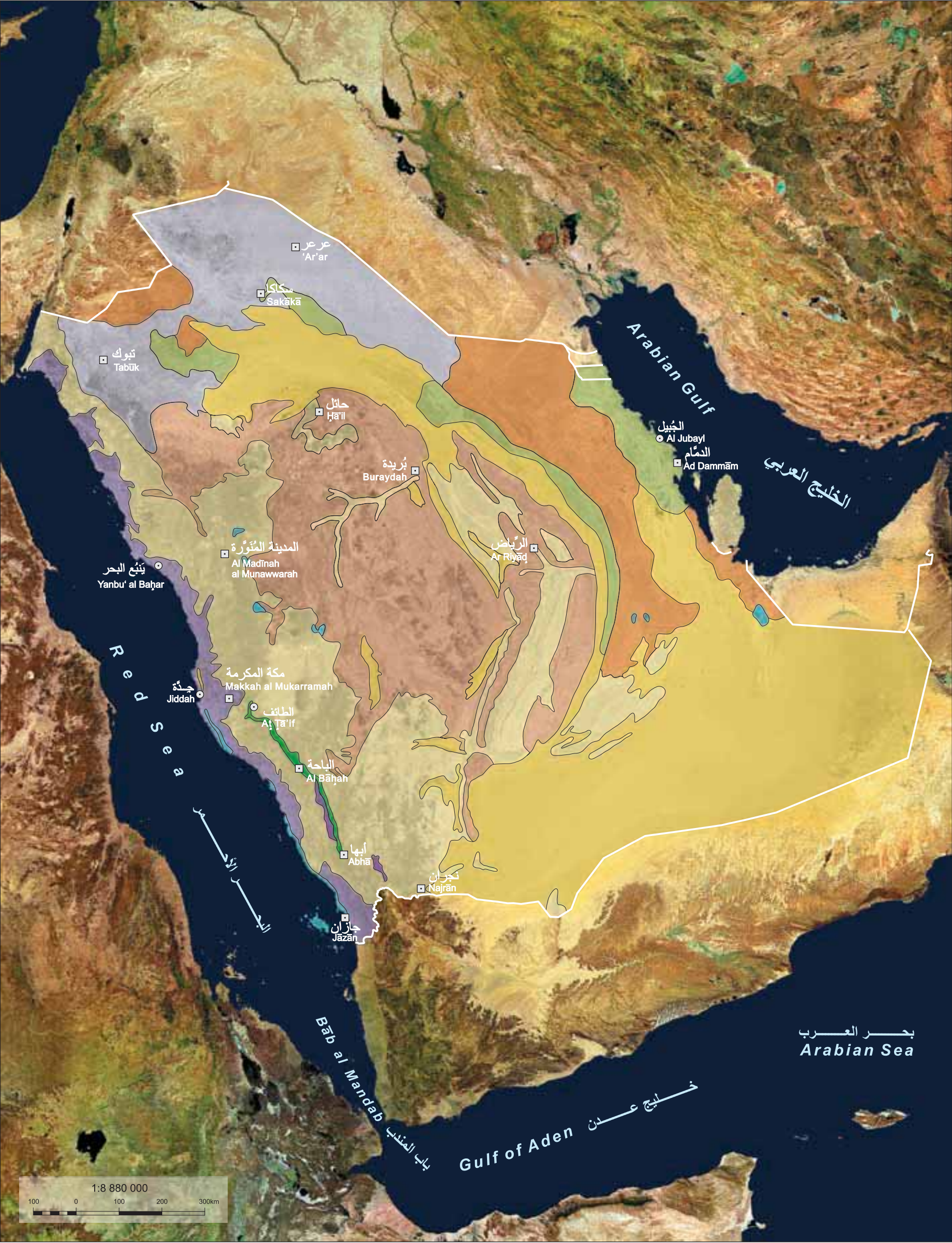
شكل 1: وردت الرياح التي تبين التكرار النسبي لاتجاه الرياح وسرعتها لبعض مدن المملكة مسقطاً على صور مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزاييك) لمنطقة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.

Figure 1: Wind roses display relative occurrence of both direction and speed of wind in some cities of the Kingdom superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.



Vegetation

الغطاء النباتي



شكل 2: أحد أودية المملكة التي تكثر فيها أشجار الطلح و السدر و السمر.  
Figure 2: One of the Kingdom's wadis where *Ziziphus spina-christi* and *Acacia* trees are abundant.

شكل 3: الغابات التي تزدهر في مرتفعات جنوب غرب المملكة.  
Figure 3: Forests that flourish in the southwestern heights of the Kingdom.

تشتمل المملكة بغطاء نباتي متنوع وكثيف نسبياً في بعض البينيات. ويقدر عدد الأنواع النباتية البرية بنحو 2250 نوعاً تنتوزح في بيئات متعددة مثل: الجبال، والهضاب، والأودية، والسهول، والكثبان الرملية، والروضات والسبخات. ولكل بيئة من هذه البينيات مجتمعات نباتية خاصة بها. تقدر مساحة المراعي بالمملكة بحوالي 171 مليون هكتار (76% من مساحة المملكة). وهي تشتمل على أغلب المجتمعات النباتية المهيمنة في الصورة الفضائية (شكل 1) ومن أهمها مجتمعات الأوطى، ومجتمعات الرمث، ومجتمعات السنط. ينتشر في هذه المراعي أغطية نباتية فقيرة في مكوناتها الحولية، وتنمو وتزدهر بعد هطول الأمطار. تبلغ مساحة الغابات بالمملكة حوالي 2.7 مليون هكتار (1.2% من مساحة المملكة)، وتنتشر هذه الغابات بمختلف مراحلها في أعالي مرتفعات سلسلة جبال السروات التي يزيد ارتفاعها على 1200 متر مثل جبل فيفا وجبل رضوى وجبل الورد وجبل اللوز. ويزيد أعلى ارتفاع لهذه السلسلة على ثلاثة آلاف متر وهو ارتفاع جبل السوداء في منطقة عسير. تعد الغابات في المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة الثروة الغابية الرئيسة لتتبعها الشجري، وكثافتها، ودورها في الحد من انجراف التربة بفعل الأمطار والفيضانات وتنظيم عملية تخزين المياه الجوفية. ومن أهم الأشجار الطبيعية الممثلة للغابات في المملكة أشجار العرعر التي تظهر مواقع غاباتها في الصورة الفضائية (شكل 1) باللون الأخضر الغامق محيطة قمم الجبال. وتعد واحة خريم وروضة التنها أمثلة للغطاء النباتي الذي ينمو في المنخفضات التي تتجمع فيها مياه الأمطار. وتنتشر نباتات الشورة في البينيات الساحلية وجزر البحر الأحمر والخليج العربي.

شكل 4: مراعي يزدهر فيها الغطاء النباتي بعد موسم الأمطار.  
Figure 4: Pastures that flourish with abundant vegetation cover after a rainy season.

| Plant Communities       | المجتمعات النباتية  |
|-------------------------|---------------------|
| Acacia communities      | مجتمعات السنط       |
| Calligonum communities  | مجتمعات الأوطى      |
| Haloxylon communities   | مجتمعات الرمث       |
| Juniperus communities   | مجتمعات العرعر      |
| Lycium communities      | مجتمعات العوسج      |
| Panicum communities     | مجتمعات التمام      |
| Phantherium communities | مجتمعات العرفج      |
| Salsola communities     | مجتمعات الروثة      |
| Tealea communities      | مجتمعات زريم القريم |
| Suaeda communities      | مجتمعات السواد      |
| Region capital          | مقر إمارة المنطقة   |
| Major city              | مدينة رئيسة         |
| International border    | الحدود الدولية      |

شكل 1: خريطة للمجتمعات النباتية بالمملكة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موزايك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4.  
Figure 1: Map of vegetation communities in the Kingdom superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.



Oil, Gas and Minerals



النفط والغاز والمعادن

The extraction, refinement, and export of petroleum play an important role in the Kingdom's national economy, as it is the chief source of the country's income. Petroleum was first discovered in the year 1937, in Ad-Dammam Well No. 7 in the Eastern Province. Since then, the number of oil and gas fields in that region has multiplied, and others have been discovered in the Red Sea and the Arabian Gulf, in Ar-Riyadh Region, from which very light Arabian crude oil is produced, and in the Shaybah field in the Empty Quarter (Fig. 1). A network of pipelines links these fields to refineries and terminals on the shores of the Arabian Gulf and the Red Sea. At the end of 2003, the Kingdom's crude oil reserves stood at 259.4 billion barrels, while its reserves of natural gas amounted to some 234.5 trillion cubic feet. The Kingdom's oil reserves constitute some 25% of the world's reserves. In 2003, the average crude oil production rate was 8.1 million barrels per day, while the average production rate for natural gas was about 6.52 billion cubic feet per day. The Kingdom occupies a significant position in OPEC, as it owns more than 30% of that organization's shares.

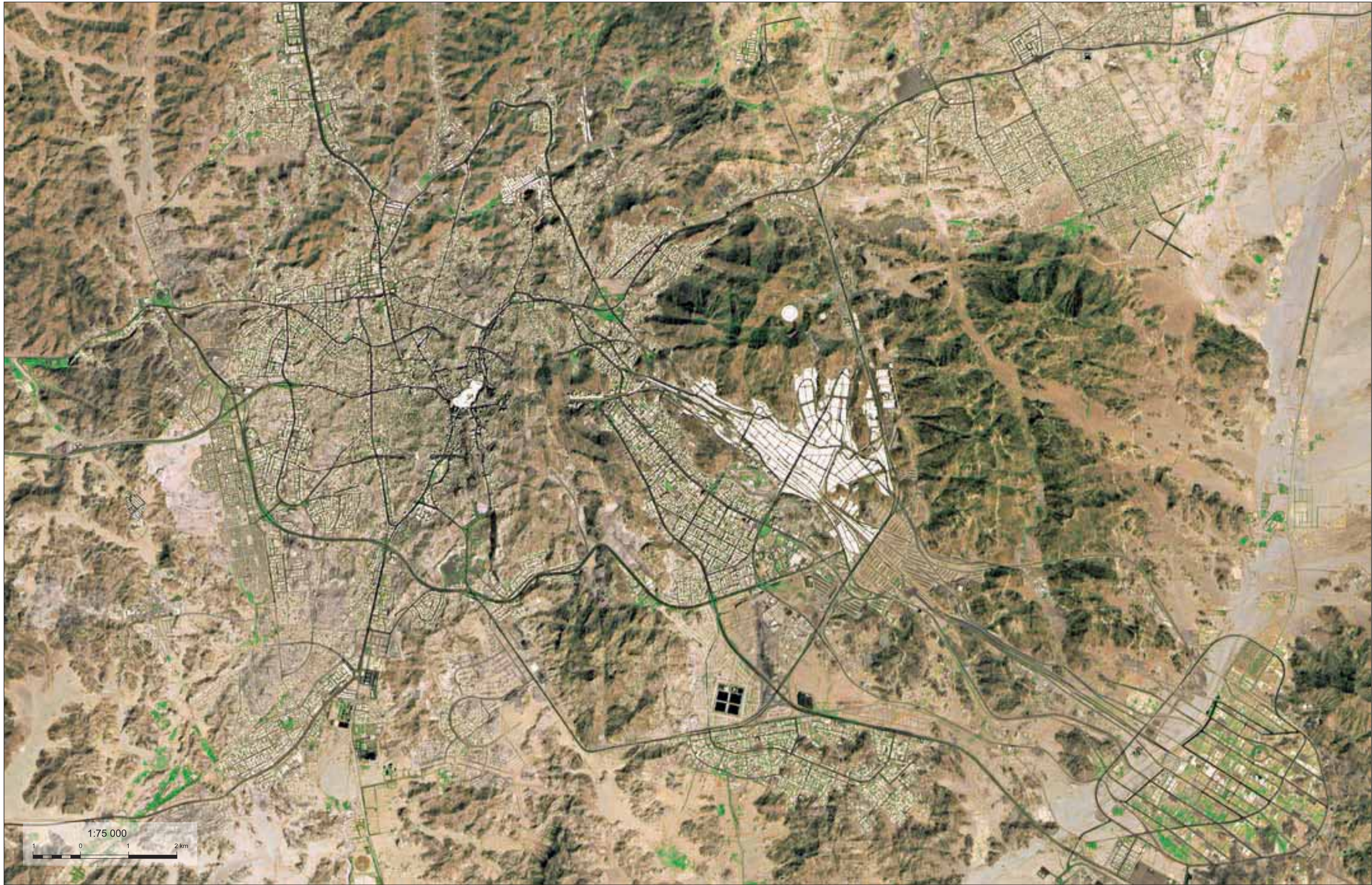
Mineral resources also contribute substantially to the Kingdom's economy, owing to the great diversity and high quality of the mineral deposits that have been verified by geological surveys. These minerals include phosphates, manganese, zinc, iron ore, copper, and gold, most of which occur in the Arabian Shield. Saudi shareholding companies have been established and charged with the responsibilities of mineral exploration and the exploitation and development of mines, such as the Mahad adh-Hahab, Amar, and the Hajar and Sukhaybarat mines.



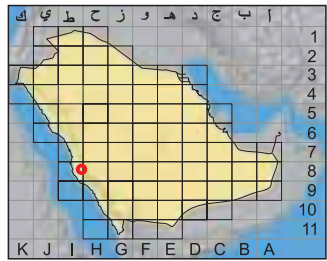
شكل 3: منشأة نفطية.







شكل 1: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي سيوت لمكة المكرمة والمشاعر المقدسة في منى ومنطقة عرفات.



Makkah al-Mukarramah is situated in the west of the Kingdom at the edge of the Hijaz foothills that run parallel to the Red Sea (Fig. 1), at an elevation of about 300 m above sea level. The city is surrounded by mountains enclosing Wadi Ibrahim, and this topography has shaped its pattern of urban development. Makkah al-Mukarramah is the third largest city in the Kingdom, with a population that reached 1,294,168 in 2005. This sacred city, which grew up on an ancient trade route between Syria and Yemen, has the most lofty religious status in Muslims' hearts. Here revelation descended on the Prophet Muhammad ibn Abdullah, upon him be peace and the blessing of Allah, and from it Islam spread; in it is the Holy Mosque (the *Haram*), in the center of which is the *Ka'bah* toward which Muslims throughout the earth face in prayer, and to which the pilgrims throng for *hajj* and *'umrah* (Fig. 2). Makkah's network of new roads, tunnels, and flyovers link the Holy Mosque to the sacred sites to facilitate the pilgrims' journeys. It contains a number of Islamic centers and educational institutions.

تقع مدينة مكة المكرمة - مقر إمارة منطقة مكة المكرمة - غرب المملكة على الأطراف الغربية لجبال الحجاز المحاذية للبحر الأحمر (شكل 1). ويبلغ ارتفاعها نحو 300 متر فوق مستوى سطح البحر، وتحفها مجموعة من الجبال التي تحتضن وادي إبراهيم الذي تؤثر طبيعته الطبوغرافية على النمو العمراني لهذه المدينة. وتأتي مكة المكرمة في المرتبة الثالثة بين مدن المملكة من حيث عدد السكان إذ بلغ عدد سكانها عام 1425 هـ 1294168 نسمة. تحتل هذه المدينة المقدسة، التي نشأت على طرق التجارة القديمة بين بلاد الشام واليمن، أرفع مكانة دينية في قلوب المسلمين. ففيها هبط الوحي على النبي محمد بن عبد الله صلى الله عليه وسلم، ومنها انتشر الإسلام، وفيها يوجد المسجد الحرام الذي تتوسطه الكعبة المشرفة قبلة المسلمين في كافة بقاع الأرض وملتقى الحجاج والمعتمرين (شكل 2). تمتاز مكة المكرمة بشبكة من الطرق الحديثة والأنفاق والجسور التي تربط المسجد الحرام بالمشاعر المقدسة لتيسير حركة الحجاج والمعتمرين. ويوجد فيها العديد من المراكز الإسلامية والمؤسسات التعليمية.

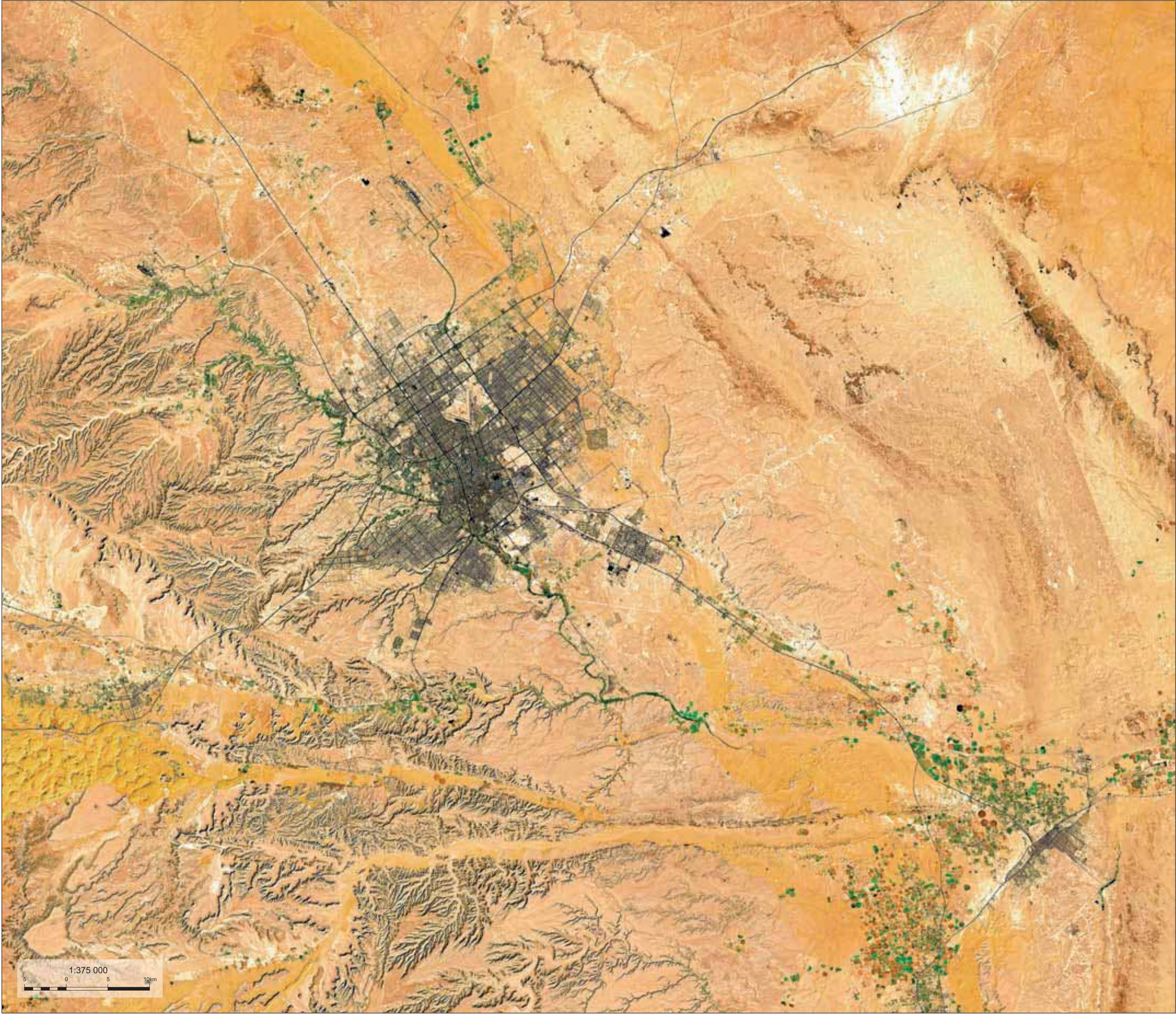


شكل 2: صورة فضائية للنسيج العمراني بمكة المكرمة ملتقطة من القمر الصناعي إيكونوس، ويظهر المسجد الحرام في وسط الصورة وجمع من المائتين حول الكعبة المشرفة.

شكل 3: خيام الحجيج في منى.

شكل 4: صعيد عرفات ويظهر في وسط الصورة جبل الرحمة.





شكل 2: منظر من مدينة الرياض ويظهر في مقدمة الصورة قصر الحكم ومركز وسط المدينة التجاري وبعض المباني التقليدية.

Figure 2: A scene of Ar-Riyadh City with the Governance Palace and the downtown commercial center along other traditional building architecture.

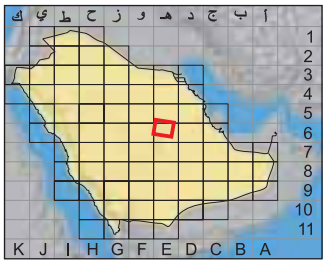
شكل 3: المباني الحديثة في بعض أحياء مدينة الرياض.

Figure 3: Modern buildings in some quarters of Ar-Riyadh City.

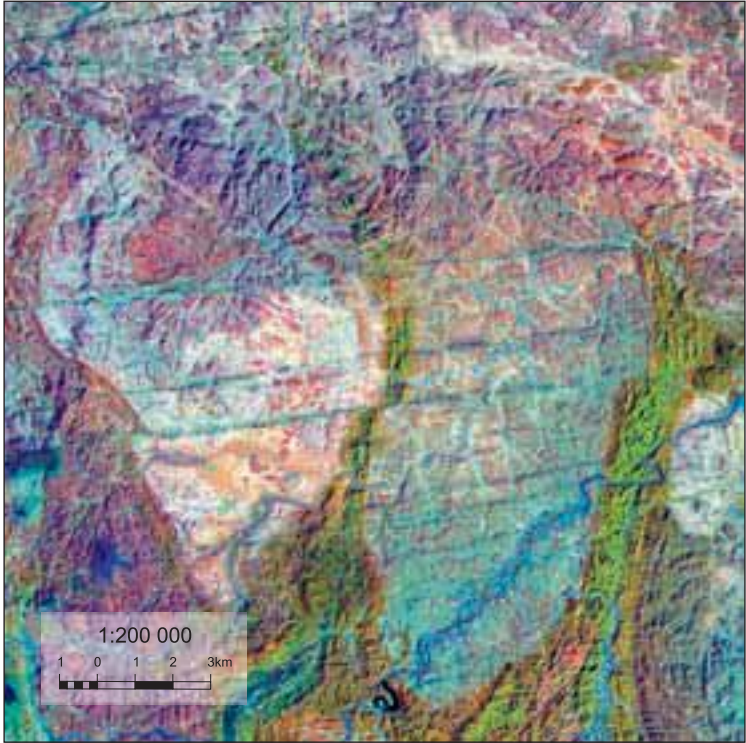
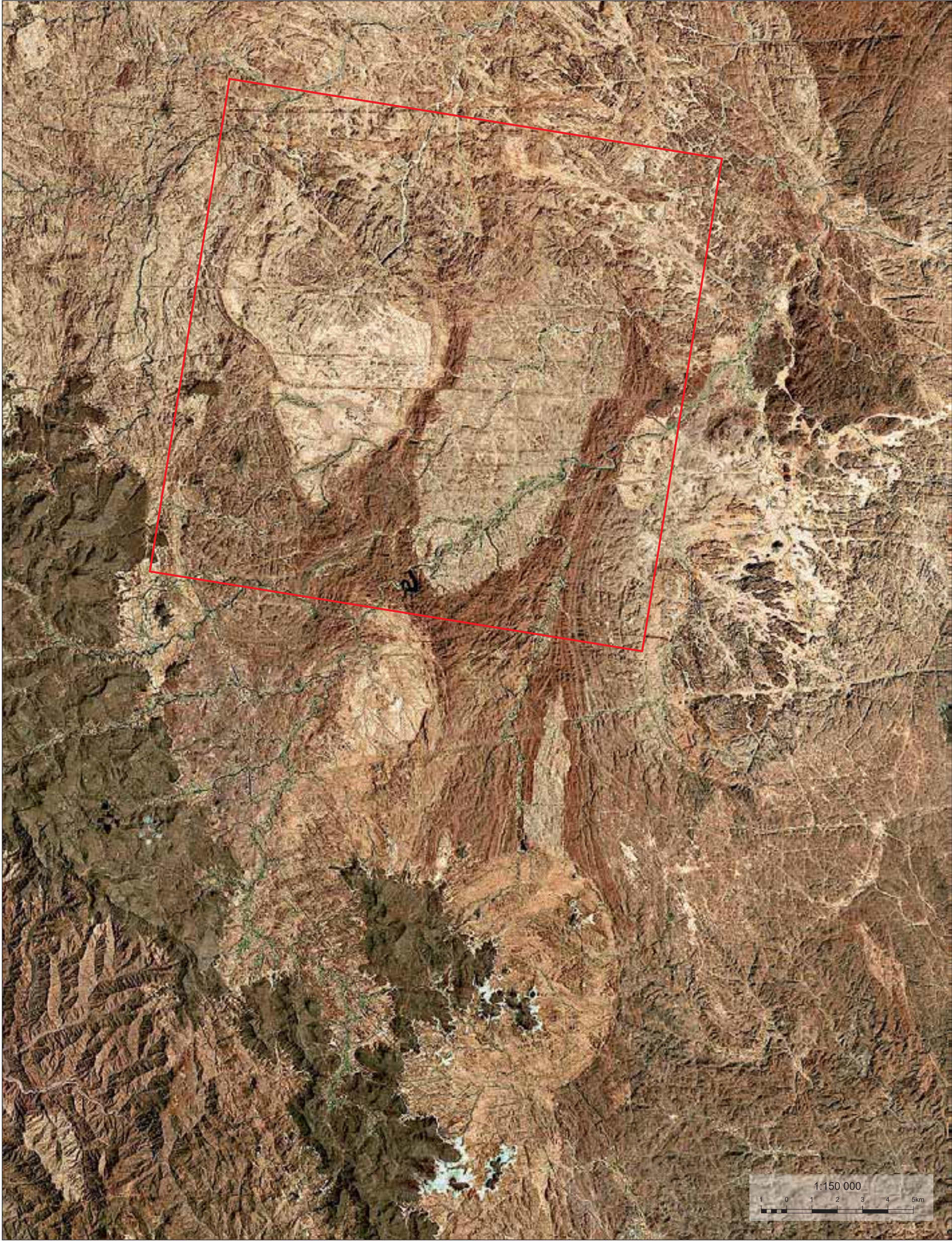
شكل 1: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي لاندسات 7 لمدينة الرياض، ويظهر فيها وادي حنيفة من الغرب وادي نيساح من الجنوب كما تظهر في الصورة مدينة الخرج إلى الجنوب الشرقي من الرياض.

Figure 1: Landsat 7 image of Ar-Riyadh City with Wadi Hanifah shown to the west and Wadi Nissah shown to the south and Al-Kharj City located in the southeast of Ar-Riyadh.

The city of Ar-Riyadh, the Kingdom's capital and administrative center of Ar-Riyadh Region, lies in the heart of the Najd Plateau in the central part of the country, at an elevation of nearly 600 m above sea level (Figs. 1, 2). Ar-Riyadh began about three centuries ago as a village on the ruins of the city of Hajar, which was the capital of the region of Al-Yamamah and a meeting point for the supply of caravans that traded in agricultural produce. Ar-Riyadh is now among the fastest growing cities: its area was about one sq km when King Abdulaziz retook it in 1902, and by the year 2003 its developed urban area exceeded 1000 sq km. The population has grown from about 8000 in 1951 to more than 4,087,152 inhabitants in 2005. Ar-Riyadh is distinguished by its well-developed infrastructure, which is among the newest on Earth with wide speedways, flyovers, tunnels, parks, government facilities, and malls. Ar-Riyadh contains ministries, universities, institutes, research centers, cultural centers, and museums, as well as specialized health services, the larger national and international corporations, embassies and diplomatic missions.

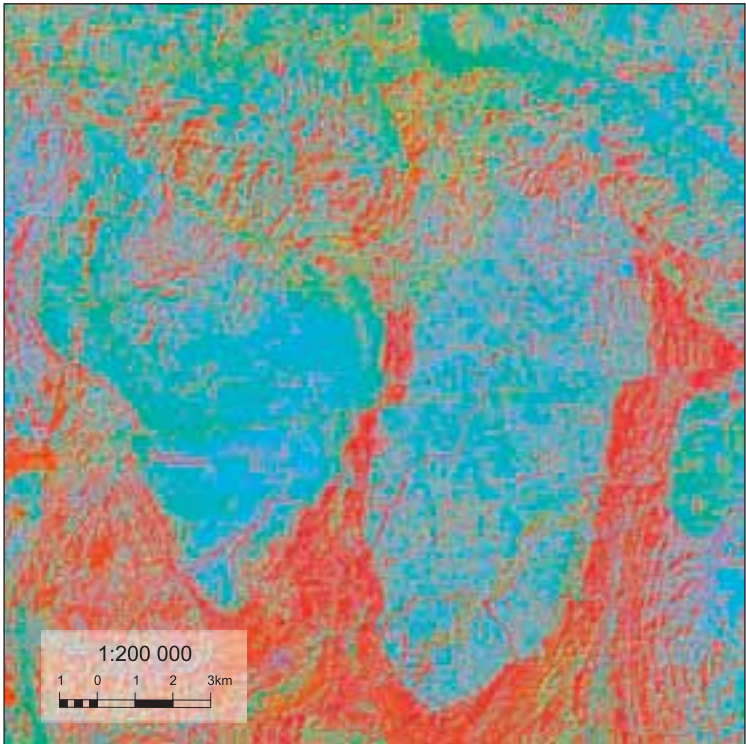






شكل 2: صورة فضائية تظهر بعض الصدوع في الجزء المحدد بالإطار في شكل 1 ملتقطه بواسطة الماسح الموضوعي في القمر الصناعي لاندسات ومركبة من النطاقات الطيفية 7 و4 و2 في المرشحات الحمراء والخضراء والزرقاء على التوالي.

Figure 2: Landsat Thematic Mapper (TM) image displays some of the faults specified in figure 1. The image is composed of bands 7,4,2 : in red, green, and blue filters respectively.



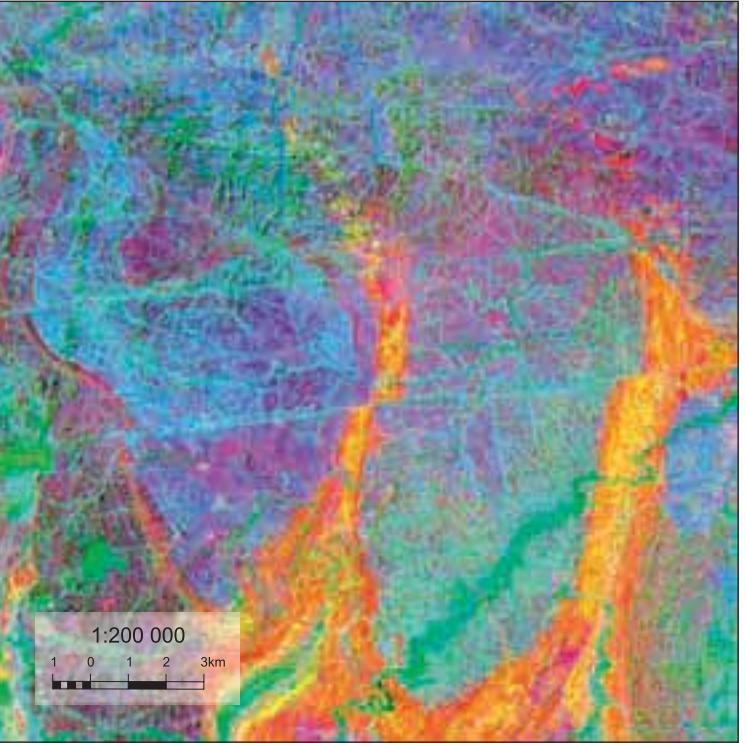
شكل 4: صورة ملونة ناتجة عن المعالجة الرقمية للصورة الفضائية في شكل 2 بقسمة النطاقات الطيفية 5/4 و5/7 و3/1 وباستخدام المرشحات الحمراء والخضراء والزرقاء على التوالي.

Figure 4: A color image developed by applying Band Ratio Process to the image in figure 2. Band ratio is conducted by dividing the bands as follows: 5/4 and 5/7, and 3/1 using red, green, and blue filters, respectively.

Metasedimentary rocks of volcanic origin, which constitute a part of the Halaban Group, outcrop to the southeast of the city of Khamis Mushayt in the southwestern part of the Arabian Shield (Fig. 1). These rocks were subjected to tectonic movements that resulted in the formation of two regional folds with their axes oriented to the south and southwest. In some places, they are intruded by younger post-tectonic plutons, of which the most important are composed of gabbros and various granitic compositions. The satellite images, which were enhanced digitally (Figs. 2 - 4), show that this part of the Arabian Shield was deformed by a right-lateral strike-slip fault system trending east-west over a distance of more than 20 km. The satellite images also illustrate the crosscutting relation of these faults with the axial traces of the previously mentioned folds, and the igneous intrusions which correspond to the faults in their orientation. The geologic map (Fig. 5), which was drawn on the basis of these images, shows the relationship between the system of folds, the faults, and the various rock units that make up this part of the Arabian Shield.

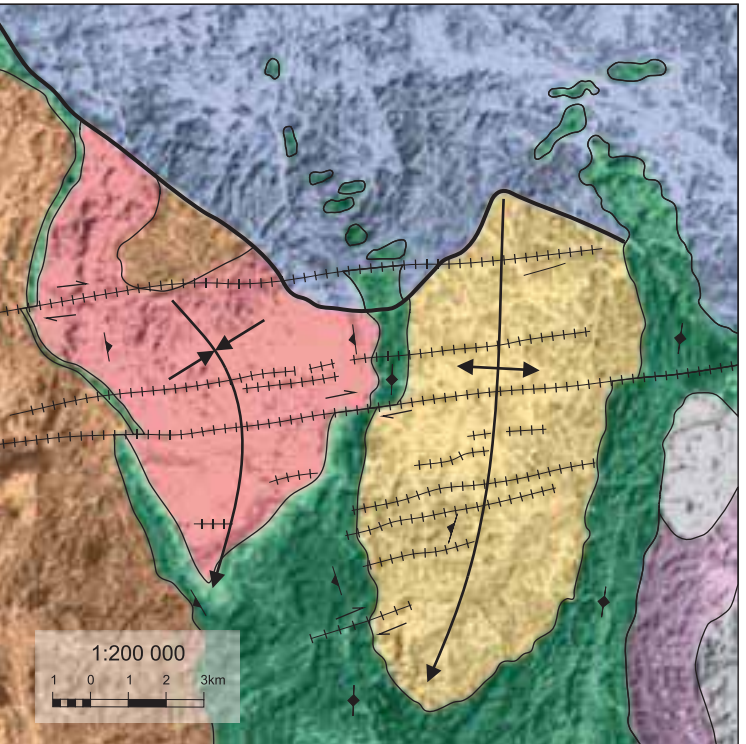
شكل 1: صورة فضائية ملتقطه بواسطة الماسح الموضوعي في القمر الصناعي لاندسات تظهر الصدوع جنوب شرق مدينة خميس مشيط

Figure 1: A Landsat Thematic Mapper (TM) image shows the faults in the southeast of Khamis Mushayt City.



شكل 3: صورة ملونة ناتجة عن تحليل المكونات الأساسية للصورة الفضائية في شكل 2، وتظهر الاختلافات الأرضية في هذه الصورة باستخدام المرشح الأحمر والأخضر والأزرق.

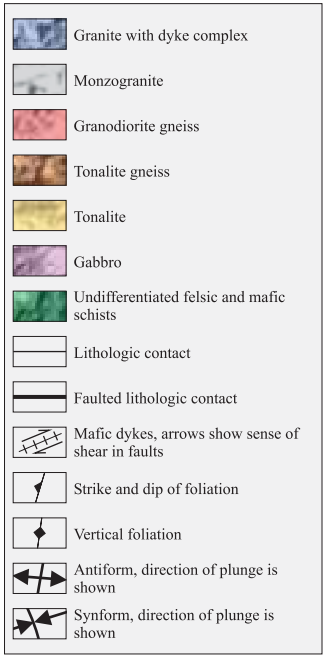
Figure 3: A color image developed by applying Principal Component Analysis (PCA) to the image in figure 2. It displays different land features with red, green, and blue filters.



شكل 5: خريطة جيولوجية ناتجة عن تفسير الصورة الفضائية في شكل 2، وعن المعالجات الرقمية التي أجريت عليها كما في شكل 3 و4.

Figure 5: A geological map produced from image interpretation and from digital image processing applied on the images shown in figures 3 and 4.

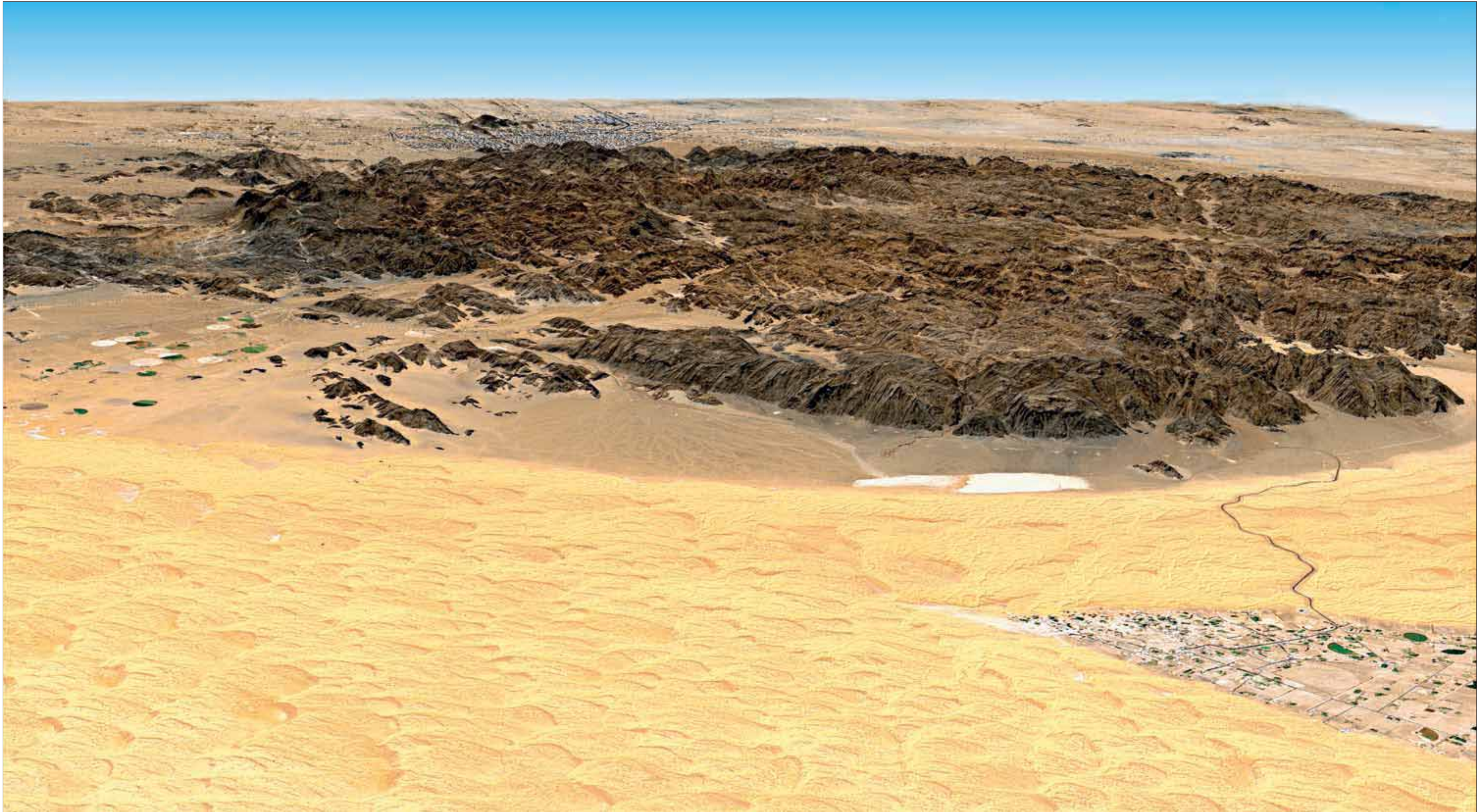
تعرضت الصخور الرسوبية المتحولة من أصل بركاني - والتي تمثل جزءاً من مجموعة حليان و المكتشفة في جنوب شرق مدينة خميس مشيط الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من الدرع العربي ( شكل 1) - تعرضت إلى حركات تكتونية أدت إلى تشكل طيتين إقليميتين يتجه محورهما نحو الجنوب والجنوب الغربي. ويقطع هذين المحورين في بعض الأماكن متداخلات من صخور نارية جوفية حدثت بعد هذه الحركات. ومن أهم هذه المتداخلات صخور الجابرو والصخور الجرانيتية المختلفة التراكيب. تبين الصور الفضائية (شكل2-4) التي عولجت رقمياً بعدة أساليب تأثير هذا الجزء من الدرع العربي بمجموعة من صدوع المضرب (يمينية الإزاحة) ممتدة باتجاه (شرق غرب) بمسافة تزيد على 20 كيلومتراً. كما تبين هذه الصور تقاطع هذه الصدوع مع محوري الطيتين المشار إليهما أعلاه والمتداخلات الصخرية التي يتوافق اتجاهها مع اتجاه الصدوع. وتوضح الخريطة الجيولوجية (شكل 5) التي رسمت بالاستعانة بهذه الصور العلاقة بين نظام الطيات والصدوع والوحدات الصخرية المختلفة في هذا الجزء من الدرع العربي.



شكل 6: مثال لصدع معكوس.

Figure 6: A sample of a reverse fault.





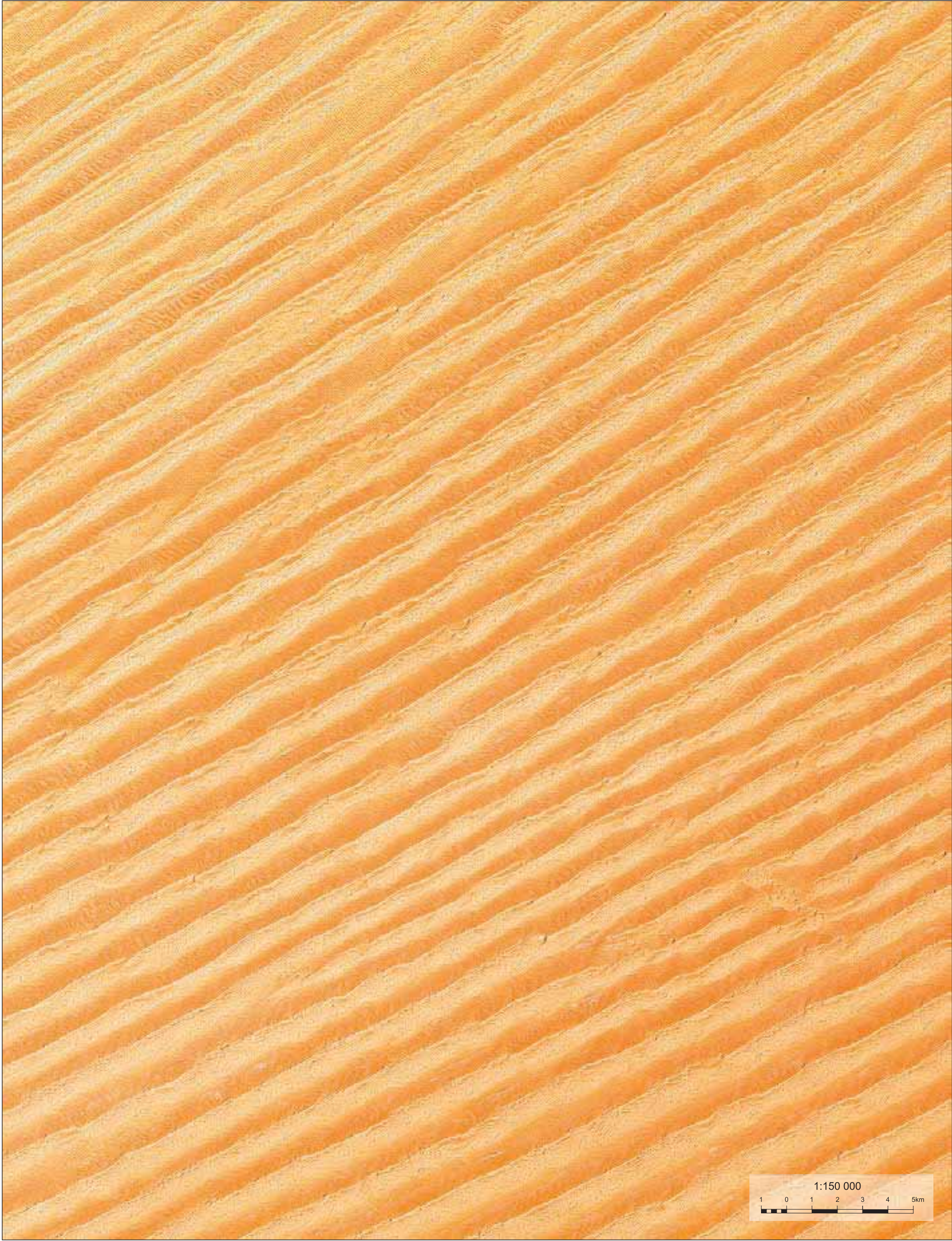
Remote sensing techniques integrated with Digital Elevation Models (DEM) are used to develop realistic three-dimensional panoramic views of a site. These techniques provide detailed information on the topography of a given area and the relationships between its various landforms. The panoramic view of the Ha'il area (Fig. 1), produced by merging a SPOT-4 image and the DEM, shows the village of Al-

Hufayr in the foreground, surrounded by the sands of An-Nafud, and beyond them the mountain range of Jabal Aja', and a group of alluvial fans formed by the wadis that drain from the mountains towards the sands. In the background, the town of Ha'il appears in the upper part of the panorama.

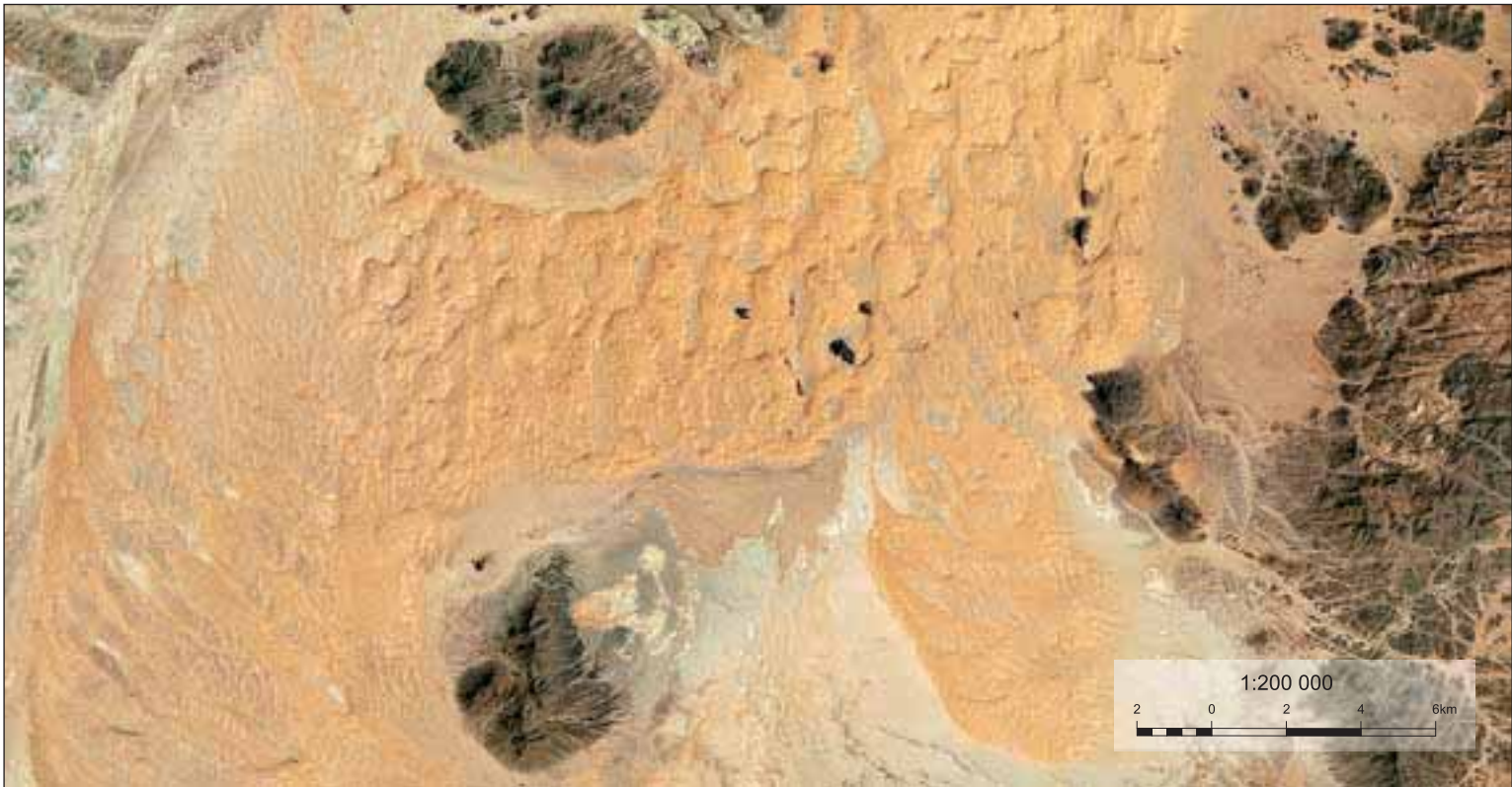
الفضائية للقمر الصناعي سبوت 4 مع النموذج الثلاثي الأبعاد للمنطقة ، في مقدمته قرية الحفير التي تحيط بها رمال النفود ، تليها سلاسل جبال أجا ومجموعة من المراوح الفيضية التي كونتها الأودية التي تصب منها في الرمال ، ثم مدينة حائل التي تظهر في أعلى المشهد.

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد وخاصة عمليات دمج الصور الفضائية مع النماذج الرقمية الأرضية الثلاثية الأبعاد لموقع ما في إنتاج مشاهد مجسمة شمولية (بانورامية) . ويفيد هذا النوع من المجسمات في التعرف على تفاصيل أدق عن طوبوغرافية موقع ما وعن العلاقة بين وحداته الأرضية المتنوعة. ويوضح المشهد المجسم لنطاق مدينة حائل (شكل 1) ، الذي أنتج بدمج الصورة





شكل 2: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي سيوت لنطاق رملي مكون من كثبان رملية ذات حواف هلالية الشكل في صحراء الربع الخالي تظهر فيما بينها السبخات الملحية.



شكل 3: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي لاندسات للكثبان الرملية في نفود العريق الواقعة إلى الجنوب من وادي الرمة بالقرب من عتلة الصقور.

Large parts of the Kingdom are covered by sand seas such as An-Nafud, Ad-Dahna', Al-Jafurah, and Ar-Rub' al-Khali, each of which has different types of sand bodies as crescentic (barchan), parabolic, dome, linear, and star dunes. The predominant types of sand dunes in An-Nafud are barchanoid, linear, and star dunes. Ad-Dahna' is characterized by linear and barchanoid dunes that are composed of yellowish to reddish fine-grained sand, while Al-Jafurah is mostly characterized by parallel chains of crescentic sand dunes that are composed of white coarse-grained sand. Ar-Rub' al-Khali is made up of linear and crescentic dunes that are composed of reddish fine-grained sand; in some parts the height of mega-barchan dunes reaches up to 200 m above the ground surface. Some other sand bodies such as sand sheets cover the floors of some wadis and flat landforms.

Remote sensing techniques, (Figs. 1-3) can be utilized to identify the sandy terrain, types of sand dunes, and to monitor and estimate the rate and direction of sand dune movement. Such technology is also useful to determine sand control measures needed to stop or minimize the sand encroachment that may pose hazards to urban facilities and urbanization projects within sandy desert landforms.

يغطي أرض المملكة عدد من البحار الرملية مثل: النفود و الدهناء و الجافورة و الربع الخالي التي تتكون من أنماط متعددة من الأجسام الرملية كالكثبان الرملية الهلالية والقيابية، و الطولية، و النجمية. و يغلب على رمال صحراء النفود الكثبان الهلالية و الطولية و النجمية. و تتصف صحراء الدهناء بكتبانها الطولية و الهلالية ذات الرمال الصفراء و الحمراء الناعمة. و تتشكل صحراء الجافورة في الغالب من الكثبان الهلالية ذات الرمال البيضاء الخشنة التي تتجمع في سلاسل متوازية. أما صحراء الربع الخالي فتتألف من كثبان هلالية و طولية ذات رمال حمراء ناعمة يزيد ارتفاعها عن مستوى سطح الأرض في بعض المناطق بنحو 200 متر. تأخذ الرمال في المملكة أشكالاً أخرى تتمثل في الرواسب الرملية التي تمتد على شكل فرشاة تغطي قيعان بعض الأودية أو المناطق المنبسطة.

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد وبصورة خاصة صور الأقمار الصناعية (شكل 1-3) في تحديد المناطق التي توجد فيها الكثبان الرملية، وأنماطها، ومتابعة اتجاهات حركتها، وتقدير معدلات زحفها. كما تساهم هذه التقنيات في وضع الحلول اللازمة للحد من مخاطر زحف الرمال الذي يهدد المرافق الحيوية ومشاريع الإعمار في البيئة الصحراوية.



شكل 4: كثبان رملية هلالية ونجمية الشكل في صحراء الربع الخالي تتوزع فيما بينها رواسب السبخات.

Figure 4: Star and crescent dunes in Ar-Rub' al-Khali Desert with marsh depositions spread in between.



شكل 5: كثيب رملي هلالى الشكل في صحراء الدهناء.

Figure 5: A crescent dune in Ad-Dahna' Desert.

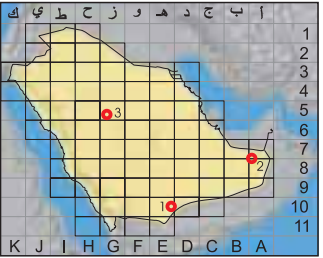


شكل 6: فرشاة رملية يكثر فيها الغطاء النباتي.

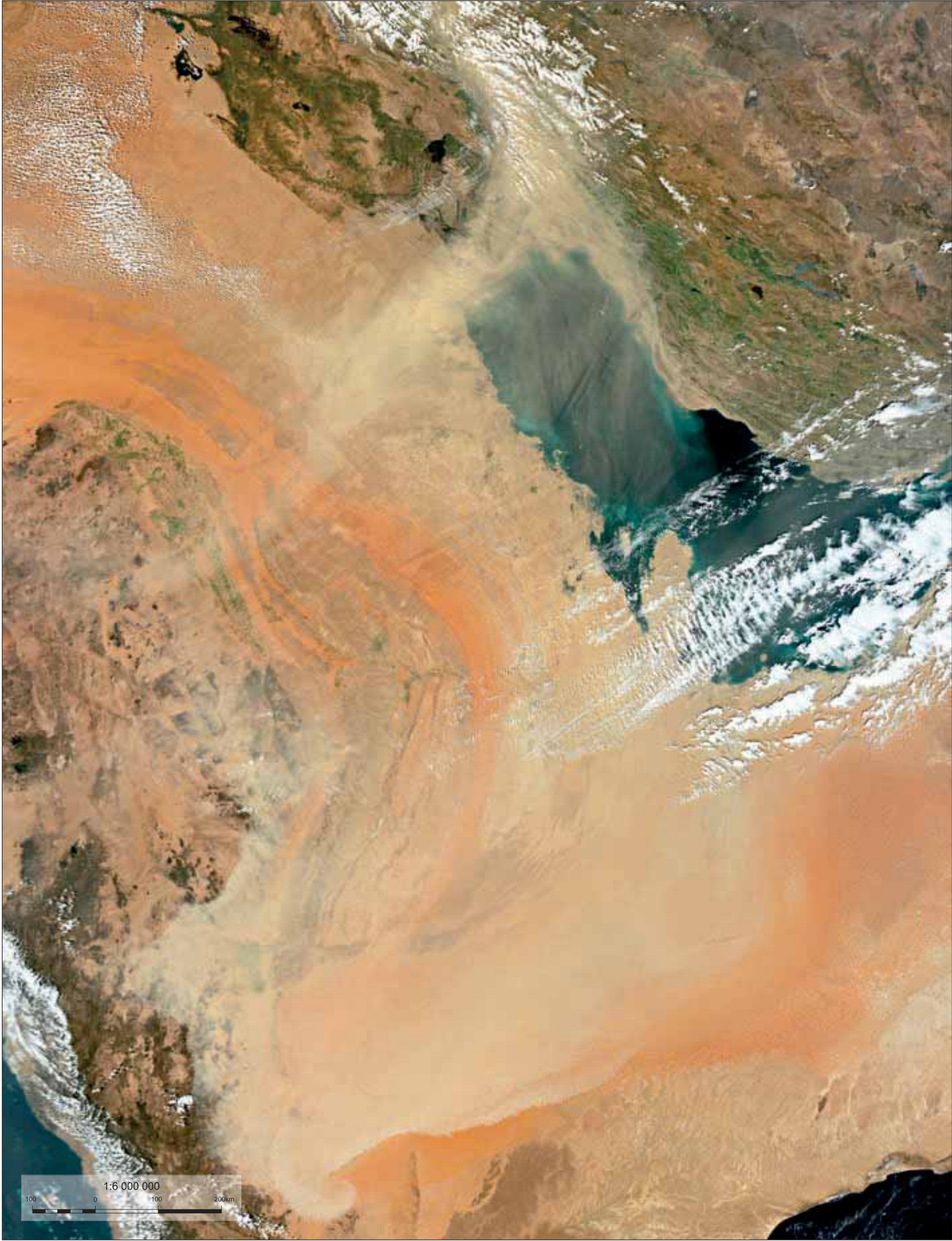
Figure 6: Sand sheets covered by vegetation.

شكل 1: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي لاندسات لنطاق مكون من الكثبان الرملية الطولية في صحراء الربع الخالي شمال شرق شرورة.

Figure 1: Landsat image of longitudinal sand dunes in Ar-Rub' al-Khali Desert located in the northeast of Sharurah.

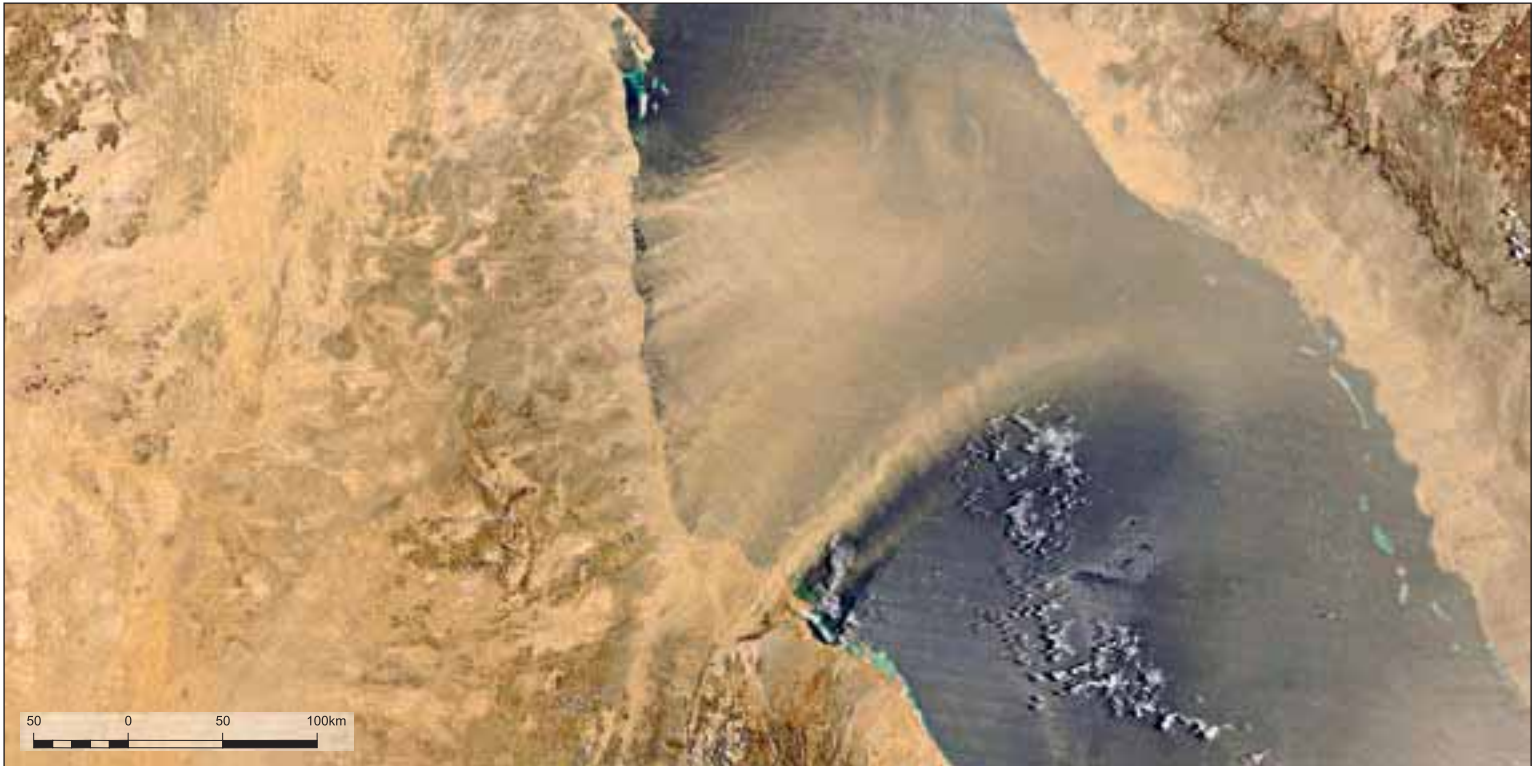






شكل 2: صورة فضائية التقطت من القمر الصناعي مودس في 24 ربيع ثاني 1424 هـ لعاصفة غبارية متجهة من أفريقيا غربا إلى المملكة شرقا عبر البحر الأحمر.

Figure 2: MODIS satellite image shows a sandstorm coming from Africa, crossing the Red Sea, and moving eastward. The date is June 24, 2003.



شكل 3: صورة فضائية التقطت في اليوم التالي للعاصفة الغبارية الموضحة في شكل 2.

Figure 3: A space image taken the next day of the sandstorm shown in figure 2.



شكل 4 - 9: لقطات متتالية لعاصفة غبارية تعرضت لها مدينة جدة في يوم 28 صفر 1426 هـ ناتجة عن هواء قوي مصاحب لعاصفة رعدية.

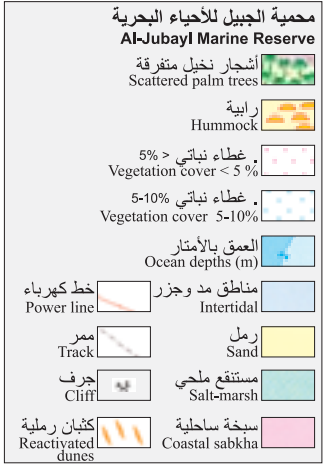
Figures 4-9: Sequential shots of a sandstorm that hit Jeddah on April 8th, 2005 developed by the accompaniment of a strong wind with a thunderstorm.

Meteorological satellite images are used to identify the conditions that give rise to duststorms and sandstorms, to monitor their development, and to identify the places that are likely to influence them or be affected by them (Figs. 1 - 3). Dust storms and sandstorms are among the atmospheric phenomena to which the Kingdom's weather is subject, especially during periods of atmospheric instability at the change of the seasons resulting from changes in air pressure and the nature and strength of rising air currents. Sandstorms and duststorms differ in the size of the grains that are suspended in the air, as well as the height that these grains rise above the surface of the earth, and the speed of the winds that give rise to them. Sandstorms cover smaller areas than dust storms and blow at lower heights because of their larger grains. Factors that affect the frequency and severity of these storms include the nature of the land surface, its moisture and plant cover, wind direction, the duration of the gale, and the distance that it blows.

شكل 1: صورة فضائية التقطت من القمر الصناعي مودس في 24 محرم 1424 هـ لعاصفة غبارية تغطي معظم اجزاء المملكة ناتجة عن تقدم جبهة هوائية باردة مصاحبة للتلخض الجوي الحركي الذي عبر شمال المملكة في ذلك اليوم.

Figure 1: MODIS satellite image shows a sandstorm covering a wide range of the Kingdom. The storm is developed by a cold front accompanied with a low pressure as they crossed the northern part of the Kingdom in March 27, 2003.





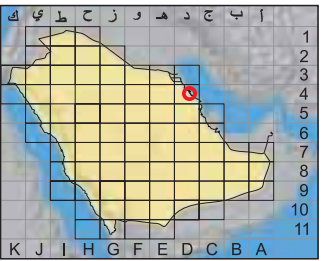
شكل 3: بيئة بحرية غنية بالأسماك في محمية الجبيل للأحياء البحرية.  
Figure 3: Marine environment abounds with fish in Al-Jubayl Marine Reserve.

شكل 2: خريطة للبيئات البحرية في محمية الجبيل للأحياء البحرية المحددة ضمن الإطار في شكل 1.  
Figure 2: Marine environment map of the defined frame in figure 1.

The Jubayl Marine Wildlife Sanctuary was initiated north of Jubayl Industrial City in 1993 in order to restore the wildlife and marine habitats along the shore of the Arabian Gulf (Figs. 1 and 2). The sanctuary covers more than 2300 sq km; it includes the shallow bays of Dawhat ad-Dafi and Dawhat al-Musallamiyah and the coral islands of Harqus, Karan, Kurayn, Jana, and Jurayd, as well as a coastal strip extending from Abu 'Ali Island to Ra's az-Zawr. Along the shores and islands are found flamingos, seagulls, and ducks, as well as migratory seabirds. Thickets of black mangrove on Qurmah Island and in Dawhat ad-Dafi serve as nurseries for invertebrate species including shrimp, crabs, and marine mollusks, as well as fishes. Coral reefs make up a suitable environment for crustaceans, many fish species, and sea turtles. Red fox and rodents also inhabit the sanctuary.

أنشئت محمية الجبيل للأحياء البحرية شمال مدينة الجبيل الصناعية في عام 1413 هـ بغرض إعادة تأهيل الحياة الفطرية والمواطن الطبيعية البحرية الفريدة على الشاطئ الغربي للخليج العربي (شكل 1 و 2). وتزيد مساحة هذه المحمية على 2300 كيلومتراً مربعاً، وتشتمل على خليجين ضحلين هما دوكة الدافي ودوكة المسلمية، وخمس جزر مرجانية هي: حرقص وكران وكرين وجانا وجريد، بالإضافة إلى الشريط الساحلي الممتد بين جزيرة أبو علي جنوباً ورأس الزور شمالاً. ويوجد في شواطئ وجزر هذه المحمية أنواع من الطيور مثل: النحام، والنورس، والبط، بالإضافة إلى الطيور البحرية المهاجرة التي تغد إليها في فصل الشتاء. وتنتشر في جزيرة قرمة وبين صخور دوكة الدافي شجيرات الشورة التي تعد بيئة مناسبة لنمو الروبيان وأنواع أخرى من الأحياء البحرية كالسرطانات، والقواقع، وأسماك الحرصون العربية. ويكثر المرجان على حواف الشعاب في المحمية مما يجعلها بيئة مناسبة للقشريات وأنواع متعددة من الأسماك والسلاحف البحرية. ويكثر في المحمية الثعلب الأحمر وعدد من القوارض.

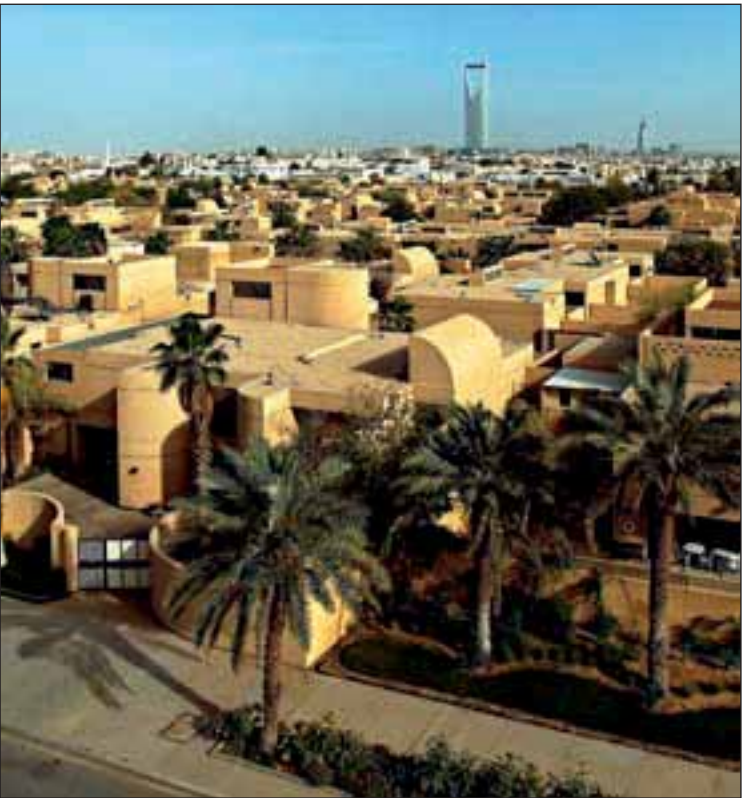
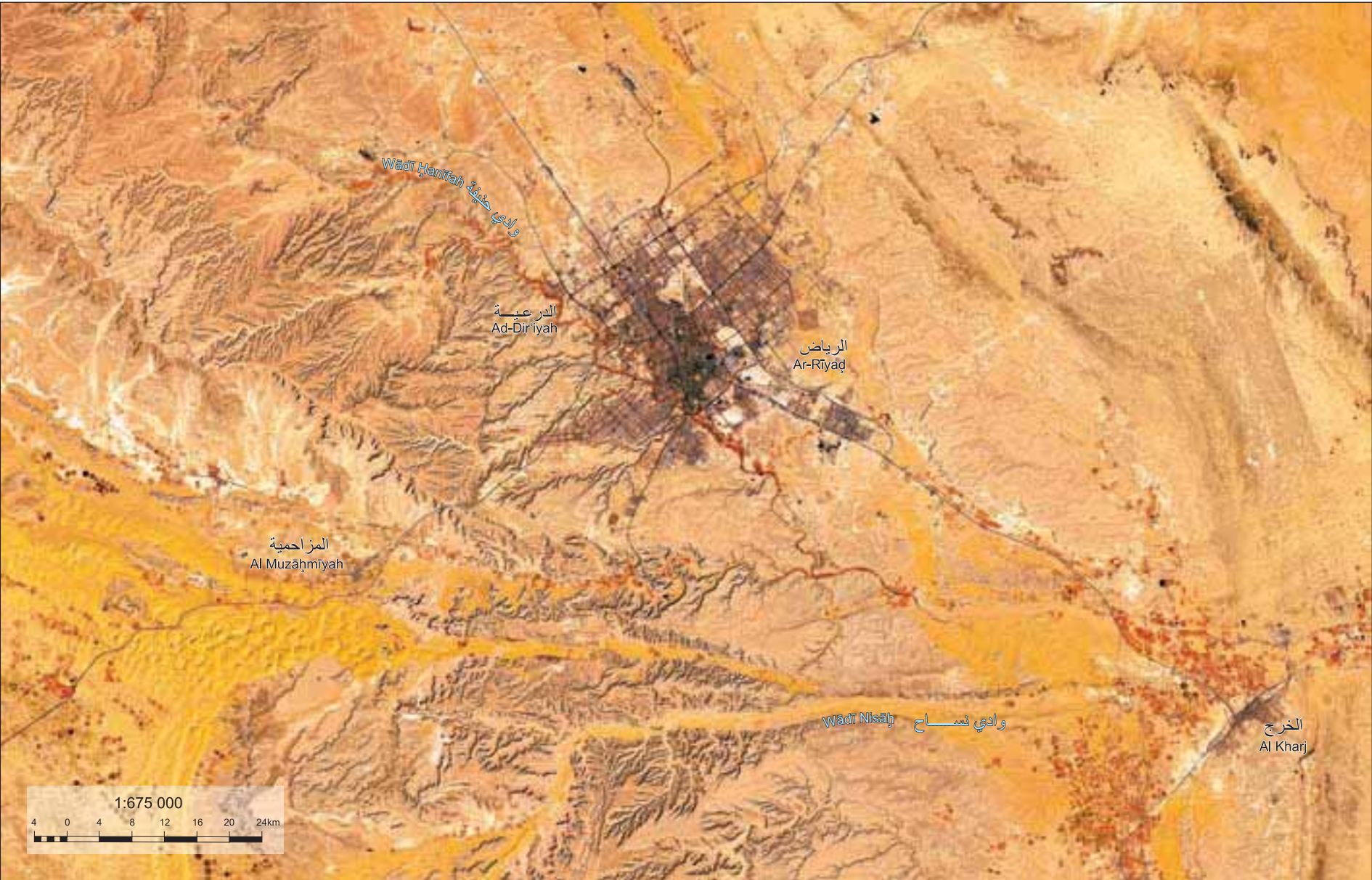
شكل 1: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي لاندسات لمحمية الجبيل للأحياء البحرية.  
Figure 1: Landsat image of Al-Jubayl Marine Reserve.





Urban Growth

# Ar-Riyadh Urban Growth



شكل 1: صورة فضائية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي لاندسات لمدينة الرياض وما حولها عام 1972.

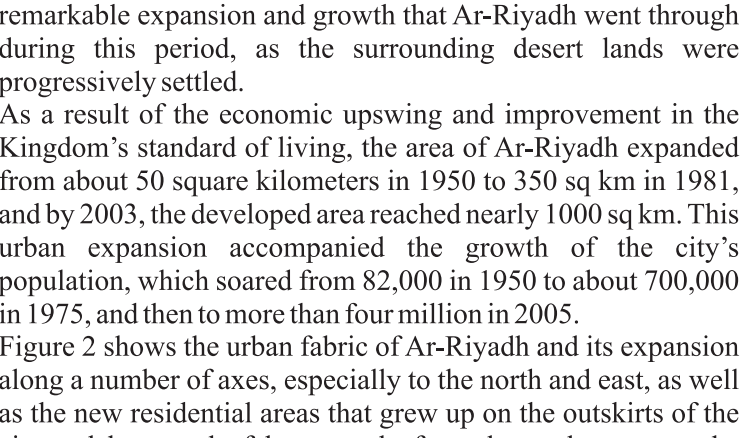
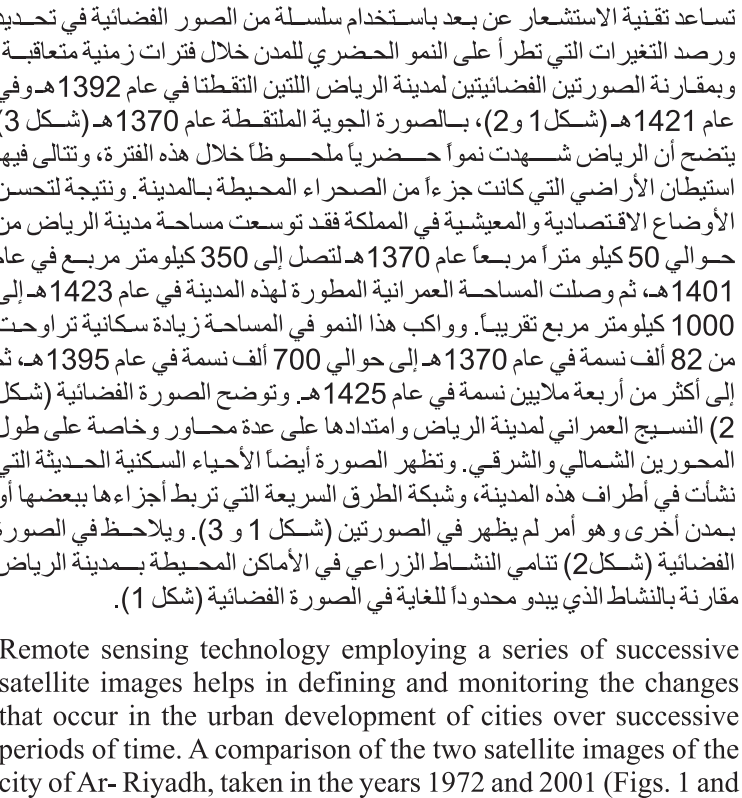
شكل 2: صورة فضائية ملتقطة بواسطة القمر الصناعي لاندسات لمدينة الرياض وما حولها عام 1422هـ.

Figure 1: Landsat Multispectral Scanner (MSS) image of Ar-Riyadh City and vicinities taken in 1972.

Figure 2: Landsat Thematic Mapper ( TM) image of Ar-Riyadh City and vicinities taken in 2001.

النمو الحضري

# النمو الحضري لمدينة الرياض



شكل 3: صورة جوية لمدينة الرياض عام 1369هـ.

Figure 3: Aerial photograph shows the city of Ar-Riyadh in 1950.

شكل 4: صورة قديمة لمدينة الرياض عام 1369هـ.

Figure 4: An old photo of Ar-Riyadh City in 1950.

شكل 7: برج الفيصلية في مدينة الرياض.

Figure 7: Al Faysaleyah Tower in Ar-Riyadh City.

شكل 5: صورة حديثة لمدينة الرياض عام 1426هـ.

Figure 5: A recent photo of Ar-Riyadh City in 2005.

شكل 8: برج المملكة في مدينة الرياض.

Figure 8: The Kingdom Tower in Ar-Riyadh City.

شكل 6: شبكة الطرق الحديثة في مدينة الرياض.

Figure 6: Modern road network in Ar-Riyadh City.

شكل 3: صورة جوية لمدينة الرياض عام 1369هـ.

Figure 3: Aerial photograph shows the city of Ar-Riyadh in 1950.

شكل 4: صورة قديمة لمدينة الرياض عام 1369هـ.

Figure 4: An old photo of Ar-Riyadh City in 1950.



شكل 7: برج الفيصلية في مدينة الرياض.

Figure 7: Al Faysaleyah Tower in Ar-Riyadh City.

شكل 5: صورة حديثة لمدينة الرياض عام 1426هـ.

Figure 5: A recent photo of Ar-Riyadh City in 2005.



شكل 8: برج المملكة في مدينة الرياض.

Figure 8: The Kingdom Tower in Ar-Riyadh City.

شكل 6: شبكة الطرق الحديثة في مدينة الرياض.

Figure 6: Modern road network in Ar-Riyadh City.

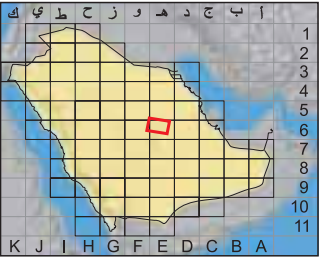




Image Interpretation

دليل تفسير الصور الفضائية





















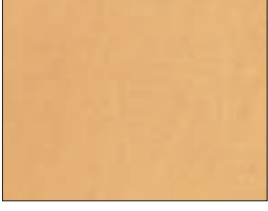









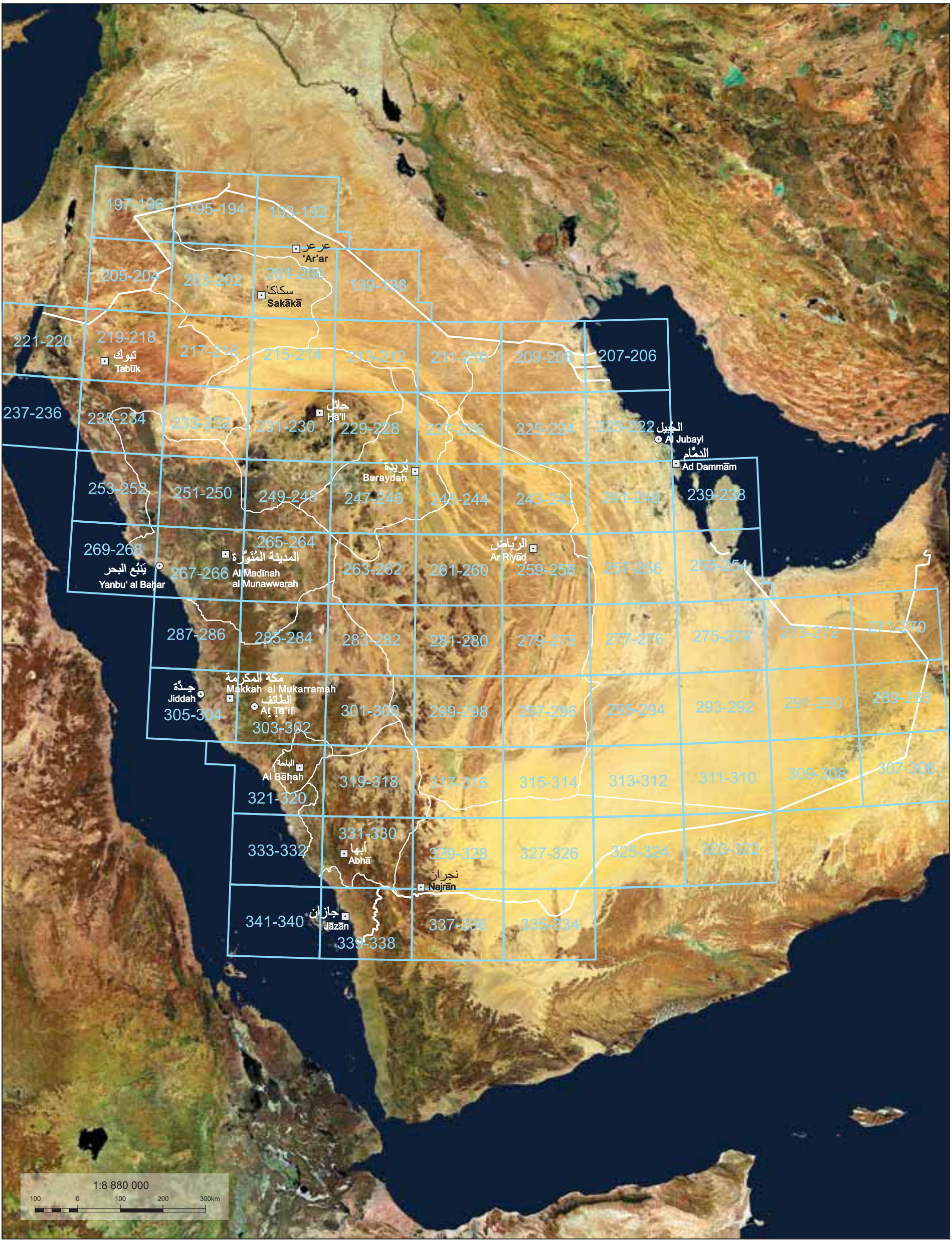
|  |  |  |
|--|--|--|
|  <p>مدينة<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)</p> <p>City<br/>(Sample extracted from page 258-259)</p>  |  <p>زراعة مكثفة<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 202-203)</p> <p>Intensive Agriculture<br/>(Sample extracted from page 202-203)</p>                  |  <p>متداخلات صخرية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 260-261)</p> <p>Intrusive Rock<br/>(Sample extracted from page 260-261)</p>                   |
|  <p>ميناء<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)</p> <p>Harbour<br/>(Sample extracted from page 238-239)</p>   |  <p>زراعة مختلطة<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)</p> <p>Mixed Agriculture<br/>(Sample extracted from page 258-259)</p>                     |  <p>فوهات بركانية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 250-251)</p> <p>Volcanic Craters<br/>(Sample extracted from page 250-251)</p>                  |
|  <p>مطار<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 238-239)</p> <p>Airport<br/>(Sample extracted from page 258-259)</p>  |  <p>الزراعة في الأودية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 328-329)</p> <p>Wadi Agriculture<br/>(Sample extracted from page 328-329)</p>                |  <p>طفوح بركانية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 252-253)</p> <p>Lava Flow<br/>(Sample extracted from page 252-253)</p>                          |
|  <p>سد مع بحيرة تخزين المياه<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 318-319)</p> <p>Dams and Water Reservoirs<br/>(Sample extracted from page 318-319)</p>            |  <p>واحة<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 240-241)</p> <p>Oasis<br/>(Sample extracted from page 240-241)</p>   |  <p>حرات<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 234-235)</p> <p>Harrahs<br/>(Sample extracted from page 234-235)</p>                                    |
|  <p>حقول نفط<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 240-241)</p> <p>Oil Fields<br/>(Sample extracted from page 240-241)</p>  |  <p>أودية ومجري تصريف مياه<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)</p> <p>Wadi and Drainage Channels<br/>(Sample extracted from page 258-259)</p> |  <p>صحراء صخرية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 262-263)</p> <p>Rocky Desert<br/>(Sample extracted from page 262-263)</p>                       |
|  <p>جزر<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 340-341)</p> <p>Islands<br/>(Sample extracted from page 340-341)</p>   |  <p>سبخات<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 284-285)</p> <p>Sabkhahs (Salt Marshes)<br/>(Sample extracted from page 284-285)</p>                    |  <p>صحراء جيرية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 208-209)</p> <p>Gravel Plain<br/>(Sample extracted from page 208-209)</p>                      |
|  <p>شواطئ ضحلة المياه<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 340-341)</p> <p>Continental Shelf<br/>(Sample extracted from page 340-341)</p>                         |  <p>منحدرات صخرية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)</p> <p>Escarpments<br/>(Sample extracted from page 258-259)</p>                        |  <p>صحراء رملية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 274-275)</p> <p>Sandy Desert<br/>(Sample extracted from page 274-275)</p>                      |
|  <p>غابات<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 338-339)</p> <p>Forests<br/>(Sample extracted from page 338-339)</p>   |  <p>صدوع<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 330-331)</p> <p>Faults<br/>(Sample extracted from page 330-331)</p>                                      |  <p>كتبان رملية طولية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 326-327)</p> <p>Longitudinal Sand Dunes<br/>(Sample extracted from page 326-327)</p>     |
|  <p>نباتات ساحلية ونبات الشورة<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 332-333)</p> <p>Coastal Vegetation and Mangroves<br/>(Sample extracted from page 332-333)</p> |  <p>طيات<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 330-331)</p> <p>Folds<br/>(Sample extracted from page 330-331)</p>                                       |  <p>كتبان رملية مع سبخات<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 288-289)</p> <p>Sand Dunes with Sabkhahs<br/>(Sample extracted from page 288-289)</p> |
|  <p>مراعي<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 224-225)</p> <p>Steppe<br/>(Sample extracted from page 224-225)</p>  |  <p>تشكيلات خطية<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 286-287)</p> <p>Lineaments<br/>(Sample extracted from page 286-287)</p>                          |  <p>تعرية ريحية ورواسب<br/>(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 194-195)</p> <p>Wind Erosion and Deposits<br/>(Sample extracted from page 194-195)</p>  |

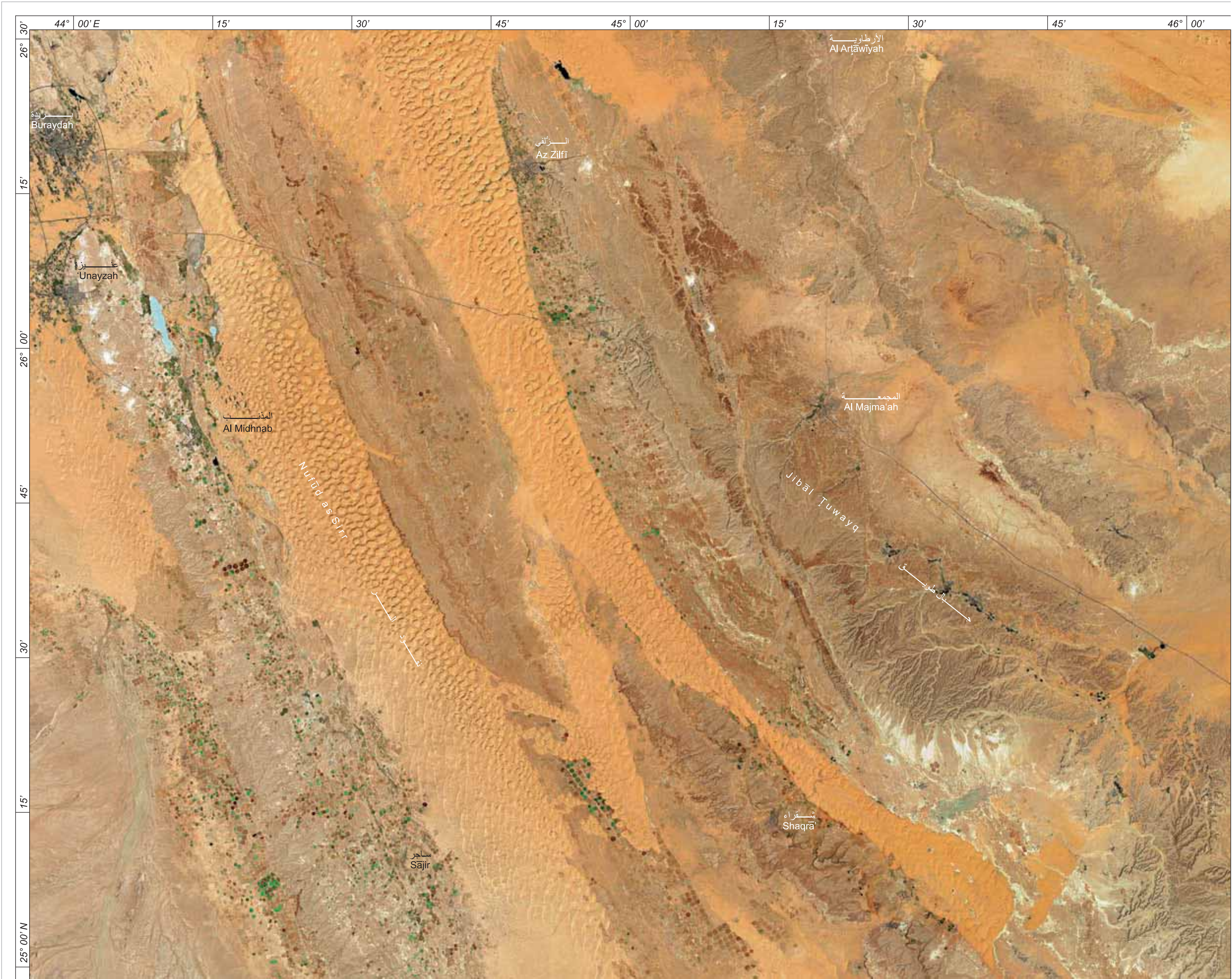
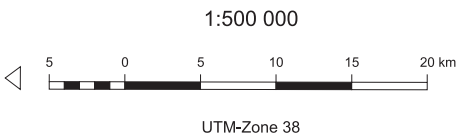
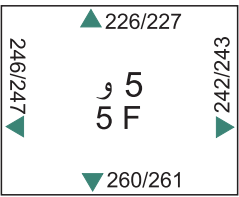
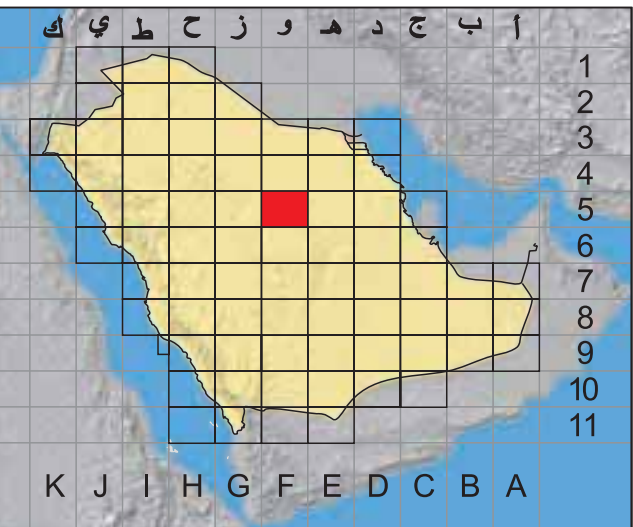
Image Plates Index

دليل لوحات الصور الفضائية





عنيزة  
'UNAYZAH





نهوقة  
NAHŪQAH

