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.

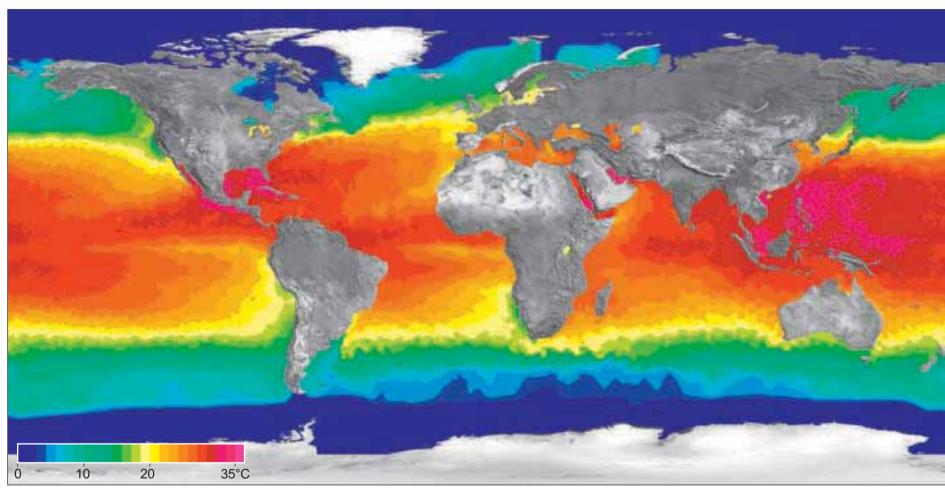
The *Atlas* is divided into a number of chapters, beginning with a general introduction to Remote Sensing techniques, Digital Satellite Image Processing, and Geographic Information Systems. The first chapter then takes up the Geography of Saudi Arabia by displaying summarized information on most of its 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.

Remote Sensing Technology

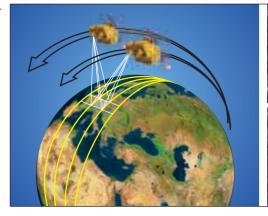
شكل 5: المدارات المتز امنة مع الشمس خلال يوم و احد للقمر الصناعي لاندسات و التغطية الأرضية للقمر الصناعي ميتوسات ذو المدار الثابت و المخصص للمناخ. Figure 5: Sun synchronized orbit of the Landsat satellite during one day and ground coverage of the geostationary meteorological satellite Meteosat

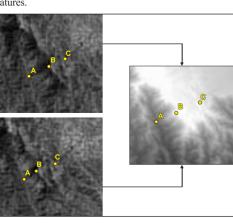


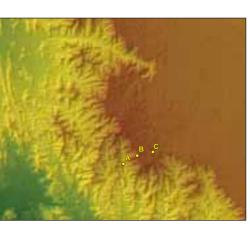
شكل 6: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي نوا يعكس تدرج الألوان فيها التباين الحراري لسطح مياه البحار والمحيطات.

Figure 6: In this NOAA satellite image, the graded colors mirror differences of sea and ocean surface temperatures ك شكل 7: يتميز القمر الصناعي سبوت بامكانية إنتاج صور فضائية مجسمة من خلال المست الجانبي لموقع ما خلال دورتين متعاقبتين. وتتيح هذه الصور امكانية انتاج نماذج ثلاثية الأب للموقع وقد تم بهذا الأسلوب إنتاج صورة ملونة مجسمة لمدينة أبها تظهر الوضع الطبوغرافي

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.













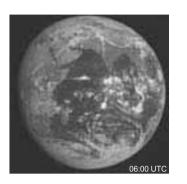
تقنيات الإستشعار عن بعد

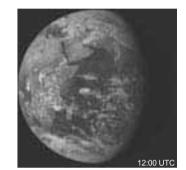
تعد تقنيات الاستشعار عن بعد وسيلة فعالة لاستكشاف ودراسة تضاريس وموارد سطح الكرة الأرضية وبحارها ومحيطاتها وغلافها الجوي والحيوي. وتحقق هذه التقنيات مسحًا لمناطق واسِعة في زمن قياسي، وتوفر صوراً متكررة عالية الدقة لموقع معين الصناعية. وتختلف هذه الأجهزة في طبيعة عملها وأنظمة تصوير ها لسطح الأرض. فتحمل بعض الطائرات والأقرمار الصناعية أجهزة تعمل بواسطة أنظمة المواه الضوئية التي تستقبل-ضمن نطاقات طيفية متعددة-موجات الأشعة الكهر ومغناطيه المنعكَسة أو المنبعثة عن سطح الأرض ويتم معالجة هذه الموجات لإنتاج صور جوية او فضائية بينما تحمل بعض الطائرات والأقمار الصناعية أجهزة من نوع آخر تعمل واسطة أنظمة رادارية ترسل موجاتها إلى سطح الأرض ثم تسجل مدى وشدة ارتدادها عن السطح منتجة صوراً رادارية. ونتيجة للتقدم السريع في علوم الفضاء، فقد از دهرت تقنيات الاستشعار عن بعد خاصة بعد إطلاق القمر الصنّاعي الأمريكي لاندسات 1(إرتس 1) عام 1392 هـ. وتلا ذلك إطلاق العديد من الإقدمار الصناعية والمركبات، وتشييد المعامل والمحطات الفضائية المتعددة الأغراض، وتنفيذ برامج المكوك الفضائي المأهول. وصاحب هذا التقدم تحسين قدر ات أجهزة الاستشعار عن بعد علي تمبيز معالم سطّح الأرض، و زيادة مجالات الطيف المستخدمة في التصوير الفضائي، وتطوّير وسائل معالجة الصور". وتصنف الأقمار الصناعية إلى مجموعتين أساسيتين: تشملُ المجموعة الأولى الأقمار المخصصة لمراقبة معالم سطح الأرض التي تلتقط صوراً من مدارات قريبة من السطح متزامنة مع إضاءته بأشعة الشمس. ويدور كل قمر من هذه الأقمار حول محور الأرض على ارتفاع مئات الكيلومترات بزاوية ميل محددة. ومن أشهر أقمار هذه المجموعة سلسلة الأقمار الأمريكية لاندسكات (1-7) ونوا، وإيكونوس، وكويك بيرد، وسلسلة أقمار سبوت الفرنسية (1-5)، والأقمار الْهندية، واليابانية، والأوروبية. وتختلف قدرة تمييز هذه الأقمار لمعالم سطح الأرض، إذ يمكن للقَمْر كُويِكَ بِيرُدُ أَنْ يُوفُر صوراً فضائيةً عالية الوضوح للأجسام الأرضية التي تزيد أبعادها على 60 سم، وتصل قدرة التمييز إلى 1 متر في القمر إيكونوس، و5 متر في القمر سبوت (5) و 15 متر في القمر الاندسات (7) و 30 متر في الماسح الموضوعي القمر الندسات (4) و 30 متر في القمر الأقمار المجموعة الثانية فتشمل الأقمار المخصصة لرصُدُ أَحَـوْالُ الطَّقَسَ والمَّناخ والتنب وات الجوية التي تدور على ارتفاع 36000 كيلومتر في مدارات ثابــــّة فوق خطّ الاســـتواء متزاّمنة في دورانها مع اتجاه دوران الأرض حول محورها، ومن أشهر أقمار هذه المجموعة القمران ميتوسات وجوز. ولنقنيات الاستشعار عن ببعد تطبيقات عدة منها: المسوحات الجيولوجية والجيومور فولوجية، واستخدامات الأراضي، وحصر الموارد الطبيعية، ورصد أحوال الطقس والمناخ والتلوث البيئي، ومراقبة الكوارث الطبيعية، ومكافحة التصحر، وتخطيط المدن، والنمو العمر أني، وتقدير الإنتاج الزراعي، وكشف الآفات، ومتابعة التغير ات التي تطرأ على سطح الأرض، وإنتاج الخرائط المتعددة الأغراض.

Remote sensing technologies are effective operational tools in











شكل 1: سلسلة صور فضائية متعاقبة زمنيا لسطح إرتفَاع 36,000 كم في يوم 7 محرم 1423هـ. Figure 1: Series of multitemporal March 21st, 2002 by Meteosat

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

الصناعي سبوت من ارتفاع 832 كيلومتر. Figure 3: Vertical and side viewing

شكل 4: المسح الفضائي المتعدد الاتجاهات للقمر الصناعي ايكونوس من أرتفاع 680 كيلومتر Figure 4: Variable scanning system of the IKONOS satellite at an altitude of

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.

وتشارك المملكة - من خلال عضويتها الفاعلة في هيئة الأمم المتحدة و المنظمات والمحافل العالمية و مر اكر 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 و السلام و القضايا الإنسانية.

تقع المملكة العربية السعودية في الجنوب الغربي من قارة آسيا، وتطلُ على البحر الأحمر في الغرب و الخليج العربي في الشرق (شكل 1). وقد ساعد هذا الموقع، وتوفر وسائل المواصلات و الاتصالات الحديثة، ومواكبة التطور ات العلمية و التقنية و الفنية في تعزيز اتصال المملكة الثقافي و التجاري بدول العالم. كذلك أسهم الإرث التاريخي و الحضاري للمملكة، و اكتشاف البترول فيها وضخامة احتياطيه، في تعزيز مكانتها الإستر اتبجية و تفعيل دورها السياسي و الثقافي و الاقتصادي عالميا، و تقوية علاقاتها بدول العالم. و تولي المملكة التقدم العلمي و تطوير التقنيات الحديثة اهتماماً خاصاً. و تعدُ جائزة الملك فيصل العالمية، و جائزة الملك عبدالغريز للبحث

شكل 1: صورة للكرة الأرضية مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موز اييك) ملتقطة بواسطة ماسح الغطاء النباتي في القمر الصناعي سبوت4 تظهر موقع المملكة في العالم.

The Kingdom's Status in The Islamic World

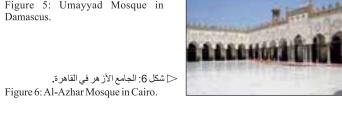
مكانة المملكة في العالم الإسلامي



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

 شكل 4: قبة الصخرة في القدس. Figure 4: The Dome of the Rock in Jerusalem.

كل 5: المسجد الأموي في دمشق. Figure 5: Umayyad Mosque in







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 ولتشرفها بخدمة الحرمين الشريفين والمشاعر المقدسة، الأمر الذي جعلها محطّ أنظار المسلمين في مشارق الأرض ومغاربها. ويزيد من أهمية المملكة ودورها الريادي في العالم الإسلامي نظام حكمها القائم على الدين الإسلامي الحنيف،

وقد سهل موقع المملكة الوسط بين دول العالم الإسلامي (شكل 1) حركة الحجيج والمعتمرين، ويسر حركة الاتصال والتبادل التجاري بينها وبين مختلف الدول الإسلامية وعزز دورها الاقتصادي.

وتبذل المملكة جهودا 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 و الاقتصادية ومساندتها في قضاياها العادلة.



تظهر موقع المملَّكة في قلب العالُّم الاسلامي. Figure 1: Mosaic of images taken by the location of the Kingdom of Saudi Arabia in the heart of the Islamic

شكل 2: صورة للمسجد الحرام في مكة المكرمة > وتتوسطه الكعبة المشرفة. Figure 2: The image of the Holy Ka'bbah at the center of the Holy Mosque in Makkah al-Mukarramah.

General Geographic Overview of The Kingdom

لبحر الأبيض المتوسط Mediterranean KINGDOM OF SAUDI ARABIA خلسیج عُمسان Gulf of Oman Ar Rub'al Khālī Arabian Sea 1:8 300 000

الملامح الجغرافية العامة للمملكة

تشغل المملكة العربية السعودية نحو 2 مليون كيلومتر مربع من مساحة شبه الجزيرة العربية (شكل1). وبلغ إجمالي عدد سكانها في عام 1425هـ نحو 22,7 مليون نسمة منهم حوالي 16,5 مليون نسمة من السعوديين. يحد المملكة من الشرق دولة الكويت ومملكة البحرين ودولة قطر والإمارات العربية المتحدة وسلطنة عمان على الخليج العربي، بينما يحدها من الغربُ 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 تعدُّ منهج الدولة ودستورها. وقد أولت المملكة الحرمين الشريفين في مكة المكرمة والمدينة المنورة اهتماما خاصا شمل العديد من برامج التوسعة والتطوير وتيسير سبل وصول الحجيج والمعتمرين إليهما عبر شبكات النقل البري والجوي والبحري ولصون مسبعي والمسلكة بعمقها التاريخي والمستساري و غناها ألاثاري والتراثي. تقسم المملكة إلى 13 منطقة إدارية تتكون كل منها من عدد من المحافظات، وتعد المدينة الرئيسة في المنطقة مقر اللإمارة. تتكون المملكة جيولو جيا من الدرع العربي في الغرب والرفّ العربي المحاذي له من الشرق. وتتنوع مظاهر السطح من مكانّ إلى آخر فتشمل الشواطئ والسهول الساحلية والمرتفعات الجبلية والهضاب والجروف والمنحدرات الصخرية والسهول الحصوية والأودية والكثبان الرملية و السبخات و المنخفضات و الحرات. 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 بـصيفه الحار والجاف عدا المرتفعات الجنوبية الغربية وشتائه البارد المحدود التساقط. وتتركز الرطوبة بصفة عامة في المناطق الساحلية و تقلل في المناطق الداخلية. و تتنوع مصادر المياه فتشمل المياه السطحية، والمياه الجوفية، ومياه البحر المحلاة، ومياه الصرف الصحبي المعالجة. وتتباين 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 مررات مساحات كبيرة نسبياً من المنطقة الجنوبية الغربية ، أما المراعي الطبيعية فتشكل نصو 70% من مساحة المملكة و 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-'Agabah. 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.



شكل 1: صورة فضائية تبين طوبو غرافية 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



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



المملكة. Figure 4: A space image of Al-Ahsa' Oasis in the Eastern Province of the



شــكل 5: صورة فضائية للعروق الرملية في نفود لثوير ات 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 والحرات في الدرع العربي. Figure 6: A space image of some wadies and harrats in the Arabian Shield.

Historical Routes of Pilgrimage

طرق الحج التاريخية



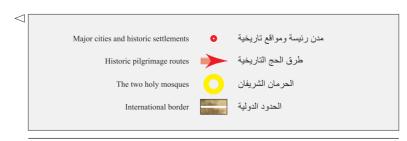


The historical pilgrimage routes leading to Makkah al-Mukarramah and Al-Madinah al-Munawwarah include the following (Fig. 1):

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 مُسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور 🔾 الفضائية (موزاييك) 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.



تشمل طرق الحج التاريخية البرية المؤدية إلى مكة المكرمة والمدينة المنورة ما يلي

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 بتبوك ومنها إلى المدينة المنورة فمكة المكرمة. 5- طرق الحج اليمنية إلى مكة المكرمة. 6- طريقاً الحج العماني الذي يبدأ الأول من عمان إلى يبدرين 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 وفقًا لأحدث المواصفات. كما اهتمت بشبكتي النقل الجوي والبحري وتطوير هما بشكل مستمر مما يسر سبل وصول الحجآج والمعتمرين والزوار إلى هاتين المدينتين. وتشهد مكة المكرمة والمشاعر المقدسة في عرفات ومزدلفة ومنى وكذلك المدينة المنورة العديد من بـرامج التوسيعة والتطوير ذات العلاقة بشؤون الحج والعمرة والزيارة. ومن أهم هذه المشاريع التوسعة الكبيرة التي شكل 3: صورة حديثة للمسجد النبوي الشريف في √ تمت في عهد خادم الحرمين الشريفين الملك فهد بن عبدالعزيز للمسجد الحرام في مكة المكرمة ليستوعب أكثر من مليون مصل، وللمسجد النبوي في المدينة المنورة الذي أصبح يتسع لنحو 700 ألف مصل بالإضافة إلى تطوير شبكة الطرق الحديثة والبنى



Figure 4: A historical image of the

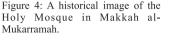




Figure 5: The Holy Ka'bbah in the *Hajj* (pilgrimage) holy occasion.

شكل 2: صورة حديثة للمسجد الحرام في مكة ⊳ المكرمة. Figure 2: A recent image of the Holy



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

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



Geology

الجيولوجيا (علم الأرض)

المملكة. Figure 2: Part of the Arabian Shield Heights to the west of the Kingdom.



During Precambrian times, the Arabian Peninsula was part of the ancient continent known as Gondwana, the northern part of which was covered by the Tethys Sea. In the late Mesozoic Era and the beginning of the Cenozoic Era, this continent was subjected to tectonic activity, leading to upwarping and faulting of the western part. This resulted in a rift, into which flowed water from the Tethys Sea to form the Red Sea. The land of the Arabian Peninsula was then tilted downward to the northeast, increasing the expansion of the Red Sea. Strong lateral folding pressures in the eastern part of the Peninsula led to downwarping of its strata to form the basin of the Arabian Gulf, which was later submerged in the waters of the Indian Ocean. The Kingdom is divided geologically into the Arabian Shield in the west and the Arabian Shelf in the east (Fig. 1).

The Arabian Shield is composed mainly of igneous rocks, such as granite, diorite, and gabbro, and metamorphic rocks, such as gneiss, marble, and schist, with a few sedimentary rocks, such as limestone and sandstone. All of these rocks predate the Paleozoic Era. During the Mesozoic and Cenozoic Eras, these rocks, especially the sedimentary rocks, were subjected to additional folding, uplifting, and erosion, while lava flows from volcanic eruptions produced basaltic *harrahs*. The western part of the Arabian Shield is characterized by highlands such as the Madyan Mountains in the north, the Hijaz Mountains in the center, the 'Asir Highlands in the south, and in the western part of the Najd Plateau, the Aja' and Salma Mountains. The rocks of the Arabian Shield are rich in metallic minerals such as gold, silver, copper, zinc, and iron

The Arabian Shelf is composed of sedimentary rocks formed gradually from the Paleozoic through the Cenozoic Eras, such as sandstones, siltstones, shale, limestones, and salt deposits. These rocks form horizontal strata that were deposited, both conformably and unconformably, over the basement rocks of the Arabian Shield, in continental, deltaic, marine, and glacial environments. The strata of the Arabian Shelf are tilted with a slight angle dipping to the northeast, and they crop out in the form of parallel belts from the oldest in the west to the most recent in the east. The Arabian Shelf is characterized by plateaus such as those of Najd and Summan, basins such as those of Ar-Rub' al-Khali, Ad-Dibdibah, and Al-Jawf, and major wadis such as Wadi ar-Rumah, Wadi as-Sirhan, and Wadi ad-Dawasir. The rocks of the Arabian Shelf contain minerals such as bauxite, phosphate, anhydrite, and silica. These rocks also contain oil reserves, especially in eastern part of the Kingdom.

شكل 1: خريطة لجيولوجية المملكة مصنفة حسب الدهور والأزمنة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من ⊳ الصور الفضائية (موزاييك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4. Figure 1: Geologic map of the of the Kingdom based on the general stratigraphic

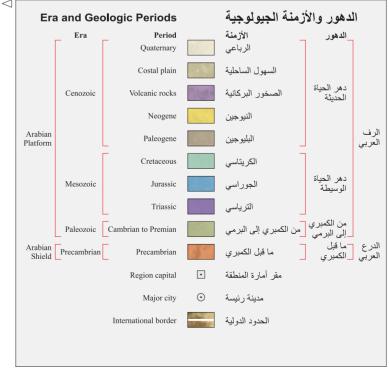


تنقسم المملكة جيولو جيا إلى الدرع العربي في الغرب، والرف العربي المحاذي له من الشهرق (شكل 1). ويتكون معظم الدرع العربي من صخور نارية كالجرانيت والديور ايت والجابرو، وصخور متحولة كالنايس والرخام والشيست، بالإضافة إلى قدر ضئيل من صخور رسوبية كالحجر الجيري والرملي، و تعود جميع هذه الصخور إلى دهر ما قبل الحياة القديمة. وخلال دهري الحياة الوسيطة والحديثة از داد 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 الفازية؛ 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، ودلتاوية، وبحرية، وجليدية، بطريقة توافقية وغير توافقية فوق صخور القاعدة الدنيا التابعة للدرع العربي. تميل طبقات الرف العربي بزاوية ضئيلة باتجاه الشمال الشرقي وتظهر على هيئة أحرمة متوازية تتجه من الأقدم غربا إلى الأحدث شرقا. ويشمل الرف العربي مجموعة من الهضاب كهضبة نجد وهضبة الصمان والأحواض كحوض الربع الخالي وحوض الدبدبة وحوض الجوف والأودية كوادي الرمة ووادي السرحان ووادي الدواسر. وتحتوي صخور الرف العربي على خامات البوكسايت والفوسفات والإنهيدرايت والسيايكا، كما تضم هذه الصخور مكامن النفط والغاز وخاصة في شرقي المملكة.



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





شكل 4: صخور رسوبية في الرف العربي تظهر بشكل طبقات أفقية مستوية ترسبت في بينات بحرية ضحلة.

Figure 4: Sedimentary rocks in the Arabian Shelf displayed in the form of horizontal layers deposited in shallow marine environments.

41

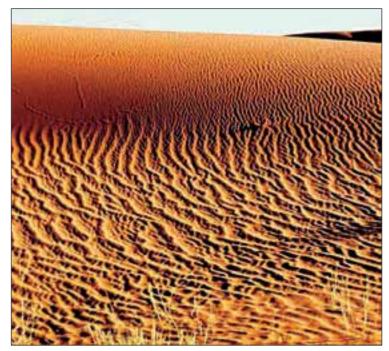
نيج عن Gulf of Aden

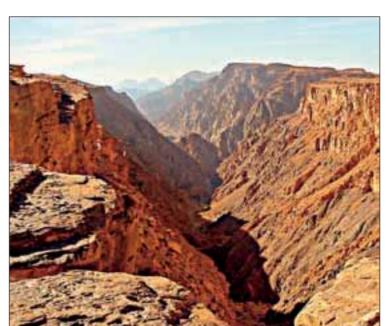
Figure 1: Geologic map of the of the Kingdom based on the general stratigraphic classification (categorized based on eras and periods) superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.

Geomorphology



الجيومورفولوجيا (أشكال سطح الأرض)







شكل1: خريطة للوحدات الجيومور فولوجية في المملكة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور المساقد الفضائية (موز ابيك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4. Figure 1: Map of the geomorphological units in the Kingdom superimposed onto a mosaic of SPOT-4 images.



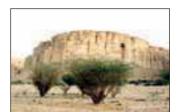
□ تتكون أرض المملكة من عدة وحدات جيومور فولوجية رئيسة تتضح في الصورة الفضائية (شكل 1) هي:

(1) الشُّرُواطئ والسُهول الساحلية المحاذية للبحر الأحمر والخليج العربي. (2) المرتفعات الجبلية كجبال مدين والحجاز وعسير في سلسلة جبال السروات. (أ3) الهضاب كهضبة نجد المركزية، و هضبة الحسمة، و هضبة الصمان و هضبة شُدفَع، وبعض الهضاب الداخلية. (4) الجروف والمنحدرات الصخرية كمنحدرات وجروف جبال طويق والعرمة. (5) السهول المصوية التي توجد عند سفوح المرتفعات الجبلية والهضاب والجروف والمنحدرات الصخرية وبعض مجاري ومصبات الأودية. (6) الأودية التي تنحدر من مرتفعات السروات وينتهي بعضها في البحر الأحمر كوادي حلى ووادي بيش ووادي الليث، أو في الأحواض أو السهول الداخلية كوادي الدواسر ووادي بيشة ووادي الرمة. وتشمل هذه الوحدة أيضاً أودية وسط المملكة ذات التصريف الداخلي كوادي حنيفة. ويشكل جريان بعض هذه الأودية مراوح فيضية، كمروحة الدبدبة في نهاية وأدي الباطن. (7) الكثبان الرملية، وتوجد في صحراء الربع الخالي والنفود والدهناء والجافورة، وتشكل هذه الصحارى الرملية أكثر من ثلث مساحة المملكة. كما توجد الكثبان الرملية في عدد من النفود مثل: نفود الثويرات ونفود الدحي، وفي بعض أودية أواسط المملكة وشواطئ الخليج العربي. (8) السبخات، وتشمل السبخات الساحلية المنتشرة على طول ساحل البحر الأحمر وُسَاحِل الخليج العربي. كما تشمل السبخات الداخلية التي تتشكل في المنخفضات الواقعة بين المرتفعات أو بين الكثبان الرملية كما هو الحال في القصيم وحائل. (9) المنخفضات، وهي عبارة عن قيعان تتجمع فيها مياه الأمطار وينمو فيها الغطاء النباتي الطبيعي مثل: روضة خريم وروضة التنهاة. (10) الحرات، وهي عبارة عن سحنات سوداءً بازلتية تنتشر في بعض مناطق المملكة كحرة الحرة، وحرة هتيم،

Saudi Arabia's landforms are classified into several basic geomorphologic units (Fig. 1): (1) Shores and Coastal Plains which are distributed along the Red Sea and Arabian Gulf. (2) Mountain Highlands including the mountains of Madyan, the Hijaz and 'Asir in the Sarawat Range. (3) Plateaus such as Central Najd and the Hisma, As-Summan and Shadqam plateaus, and several other interior plateaus. (4) Escarpments and cliffs, such as Jabal Tuwayq and Al-'Urumah Escarpments. (5) Gravel plains, which occur at mountain highlands, plateaus, escarpments and cliffs, and some wadi channels and outlets. (6) Wadis and Drainage Basins include wadis that flow from the Sarawat Highlands to the Red Sea, such as Wadi Hali, Wadi Baysh, and Wadi al-Lith, and others that end in inland basins or plains, such as Wadi ad-Dawasir, Wadi Bishah, and Wadi ar-Rumah. This unit also includes internally draining wadis in the interior of the Kingdom, such as Wadi Hanifah. The flow of some of these wadis forms alluvial fans, such as the Dibdibah fan at the termination of Wadi al-Batin. (7) Sand Dunes: more than one third of Saudi Arabia is covered with the sand seas of Ar-Rub' al-Khali, An-Nafud, Ad-Dahna', and Al-Jafurah. Sand dunes are also found in Nafud ath-Thuwayrat and Nafud ad-Dahi, some wadis in the interior, and on the Arabian Gulf coast. (8) **Sabkhahs** or salt flats including coastal sabkhahs, found along the Red Sea and Arabian Gulf, and inland sabkhahs, which form in depressions among highlands or sand dunes, as in the regions of Al-Qasim and Ha'il. (9) Depressions: basins in which rainwater collects and natural vegetation flourishes seasonally, such as Rawdat Khuraym and Rawdat at-Tanhah. (10) Harrahs: black basaltic lava flows, such as Harrat al-Harrah, Harrat Hutaym, and Harrat al-Bugum.



شكل 3: كثبان رملية في صحراء الدهناء.
Figure 3: Sand dunes in Ad-Dahna
Desert



شكل 5: المنحدر ات الصخرية في جبال طويق. Figure 5: Escarpments in Tuwayq Mountains

شكل 4: جبل الشق في منطقة تبوك. Figure 4: Ash Shaq Mountain in Tabuk Region.



شكل 6: روضة التنهاة خلال موسم الأمطار. Figure 6: Rawdat At-Tanhat during rainy season.



شكل 7: شاطئ قرب أملج على البحر الأحمر. Figure 7: A shore near Umluj on the Red Sea



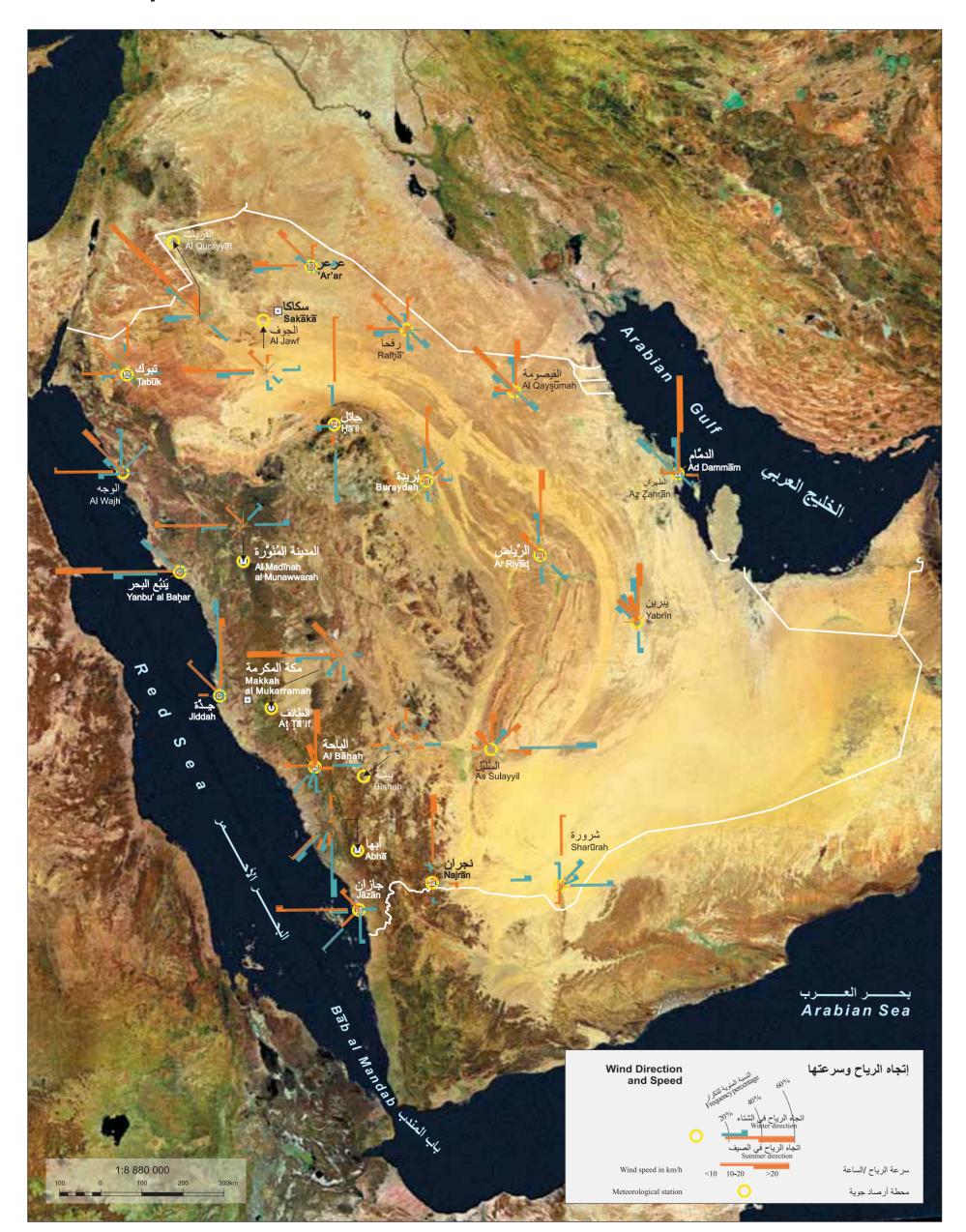
شكل 8: سبخة ملحية تحيط بها كثبان رملية في الربع الخالي. Figure 8: A salty marsh surrounded by sand dunes in Ar-Rub' al-Khali Desert.

Atmospheric Pressure and Winds

الضغط الجوي والرياح

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

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



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 مساحية معينة من سطح الأرض. ويعرَف بأنه: وزن عمود الهواء الواقع فوق سنتمتر مربع واحد ممتد من سطح الأرض حتى نهاية الغلاف الجوي. ويتباين الضغط الجوي بحسب اختلاف الفصول، والارتفاع عن سطح البحر.

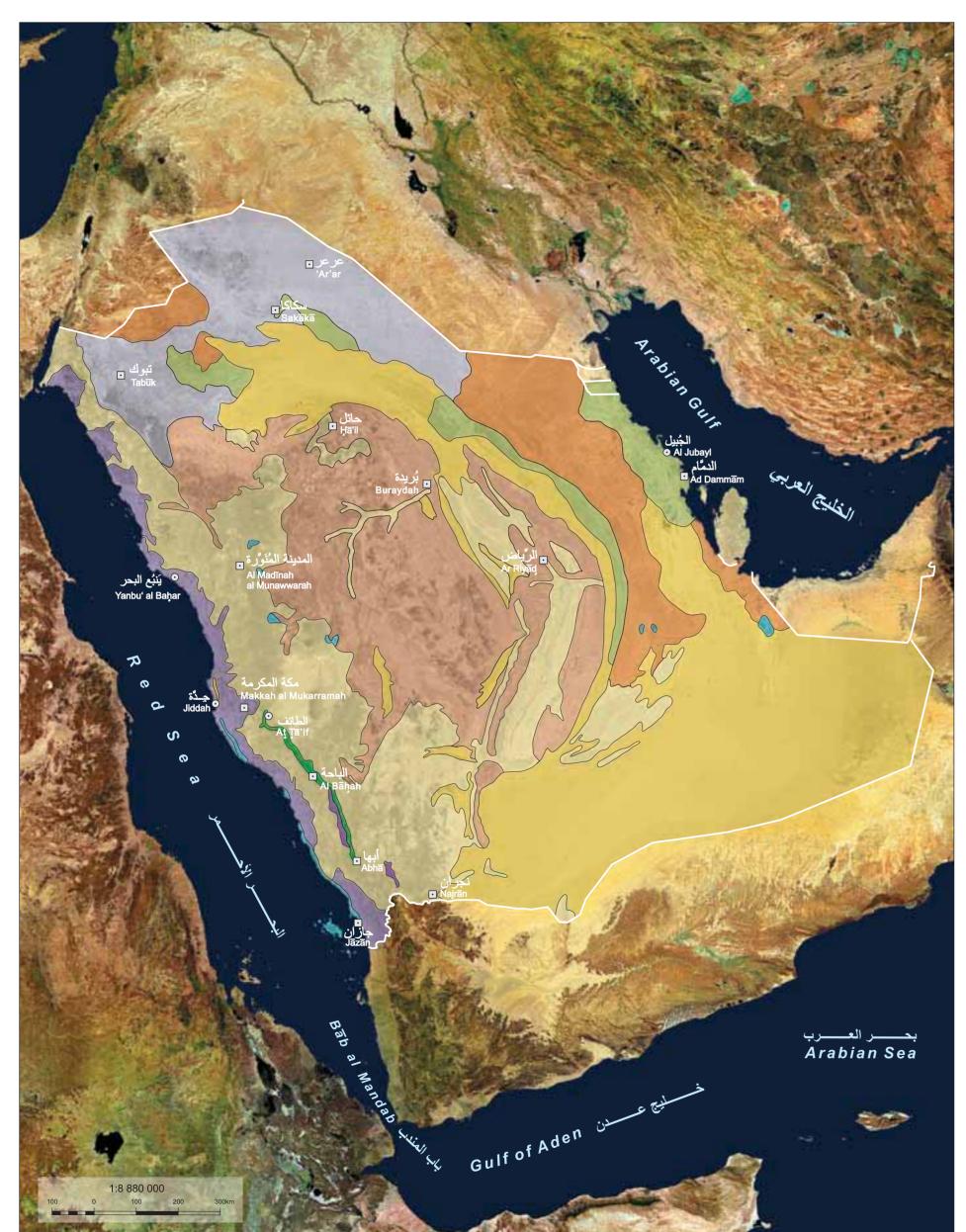
يسيطر على المملكة بشكل عام في فصل الشتاء أنظمة للضغط الجوي المرتفع من أهمها الضغط المرتفع شبه المداري والضغط المرتفع الأزوري اللذين يصاحبهما عادة رياحٌ قوية باردة وباردة جداً أحياناً وخاصة في شمالي المملكة. وتعبر أجواء شكل 1: وردات الرياح التي تبين التكرار النسبي

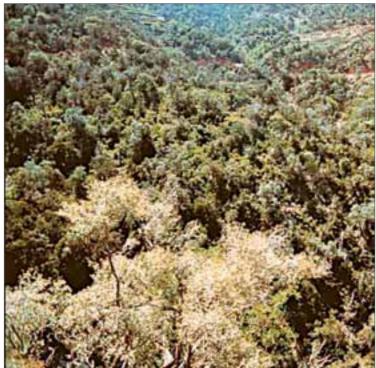
المملكة في بعض أيام فصل الشتاء منخفضات البحر الأبيض المملكة. وتعبر اجواء المتعلق المركية التي مسقطة على صور مركبة من مجموعة من ينشأ عنها أحيانا حالة من عدم الاستقر ار الجوي تؤدي إلى هطول الأمطار. الصور الفضائية (موزاييك) ملتقطة بواسطة المافي فصل الصيف فتتأثر بعض أجزاء المملكة بامتداد منخفض الهند الموسمي. القبر الصناعي سبوت 4.

وتصاحب هذا الضغطرياح 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

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.

الغطاء النباتي Vegetation

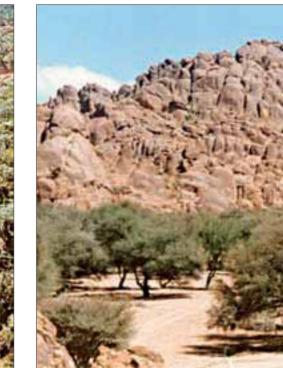








شكل1: خريطة للمجتمعات النباتية بالمملكة مسقطة على صورة مركبة من مجموعة من الصور الفضائية (موز ايبك) 🖊 ملتقطة بواسطة القمر الصناعي سبوت 4. Figure 1: Map of vegetation communities in the Kingdom superimposed onto a mosaic of



تتسم المملكة بغطاء نباتي متنوع وكثيف نسبياً في بعض البيئات. ويقدر عدد الأنواع النباتية البرية بنحو 2250 نوعًا تتوزع في بيئات متعددة مثل: الجبال، والهضاب، والأودية، والسهول، والكثبان الرملية، والروضات والسبخات. ولكل بيئة من هذه البيئات مجتمعات نباتية خاصة بها. تقدر مساحة المراعي بالمملكة بحوالي 171 مليون هكتار (76% من مساحة المملكة). وهي تشتمل على أغلب المجتمعات النباتية شكل 3: الغابات التي تزدهر في مرتفعات جنوب المبينة في الصورة الفضائية (شكل 1) ومن أهمها مجتمعات الأرطى، ومجتمعات الرمث، ومَّجتمعات السنط. ينتُشر في هذه المراعي أغطية نباتية فقيرة في مكوناتها وذَات طبيعة صحر اوية, قوامها الرئيسي الأعشابُ المعمرة والأجماتُ الشُّوكية، أما الحوليات فتنمو وتزدهر بعد هطول الأمطار. تبلغ مساحة الغابات بالمملكة حوالي 2.7 مليون هكتار (1.2% من مساحة المملكة)، وتنتشر هذه الغابسات بــمختلف مراحلها في أعالي مرتفعات سلسلة جبال السروات التي يزيد ارتفاعها على 1200 متر مثل جبل فيفاً وجبل رضوى وجبل الورد وجبل اللوز. ويزيد أعلى ارتفاع لهذه السلسلة على ثلاثة آلاف متر و هو ارتفاع جبل السودة في منطقة عسير. تعد العابات في المنطقة الجنوبية الغربية من المملكة الثروة الغابية الرئيسة لتنوعها الشجري، وكَثافتها، ودور ها في الحد من انجر اف التربُّة بـفعل الأمطار والفيضانات وتنطَّيم 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 محتلة قمم الجبال. وتعدر وضة خريم وروضة ألتنهاة أمثلة للغطاء النباتي الذي ينمو في المنخفضات التي تتجمع فيها مياه الأمطار. وتنتشر نباتات الشورة في البيئات الساحلية وجزر البحر الأحمر والخليج العربي.

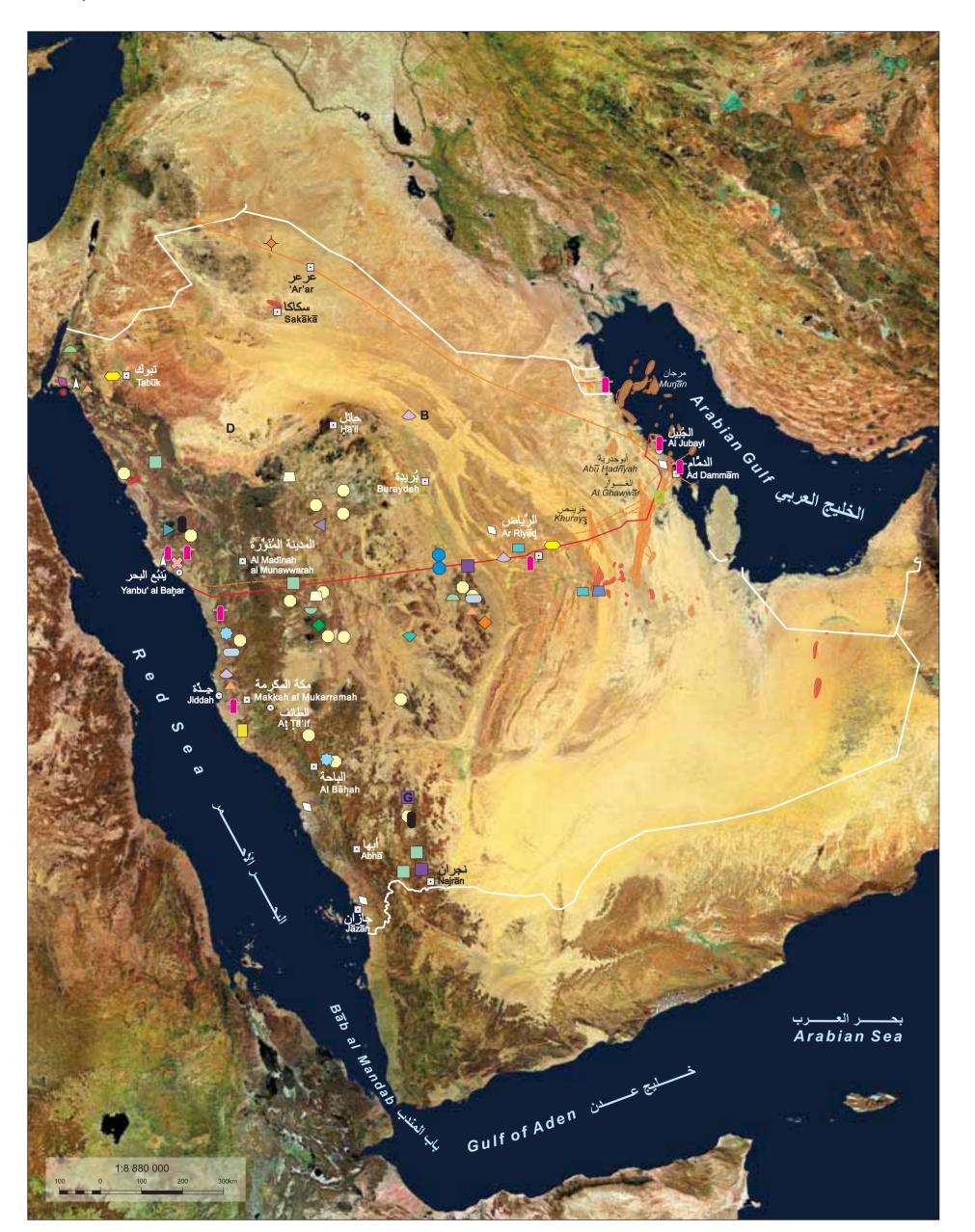
The Kingdom is characterized by a diverse plant cover, that in some ecosystems is relatively dense. Approximately 2250 مراعي يزدهر فيها الغطاء النباتي بعد 🕼 2250 شكل 4: مراعي يزدهر فيها الغطاء النباتي بعد الله terrestrial plant species are distributed among a variety of biotopes, from mountains to plateaus, wadis, plains, sand dunes, rawdahs, and sabkhahs. Distinctive plant communities characterize each of these biotopes. The area of the Kingdom's rangelands has been calculated at 171 million ha, some 76% of the country's total area. These rangelands include most of the plant communities illustrated in the satellite image (Fig. 1), the most important of which are communities of Calligonum comosum, Rhanterium epapposum, and Acacia species. A meager desertic plant cover consisting mainly of perennial herbs and grasses and spiny shrubs characterizes these rangelands; annuals grow and flower after rains. Saudi Arabia's woodlands cover approximately 2.7 million ha, some 1.2% of the Kingdom's total area. Woodlands predominate at various levels in the heights of the Sarawat Mountain Range, at elevations above 1200 m on mountains such as Jabal Fayfa', Jabal Radwa, Jabal al-Ward, and Jabal al-Lawz. This range rises to a height of over 3000 m at its highest crest, Jabal as-Sudah in the 'Asir Region. The woodlands in the southwestern part of the Kingdom constitute its main forest resource because of their diversity and density, as well as their role in reducing the severity of soil erosion caused by rains and floods, and enhancing the process of groundwater storage. Among the most important native trees in the Kingdom's woodlands are the junipers, stands of which appear dark green in the satellite image (Fig. 1), where they occupy the mountain summits. Rawdat Khuraym and Rawdat at-Tanhah are examples of vegetation growing in depressions in which rainwater gathers. Mangrove thickets occur in coastal environments and islands in the Red Sea and Arabian Gulf.

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

Figure 3: Forests that flourish in the

abundant vegetation cover after a

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-Dhahab, Amar, and the Hijar and Sukhaybarat mines.





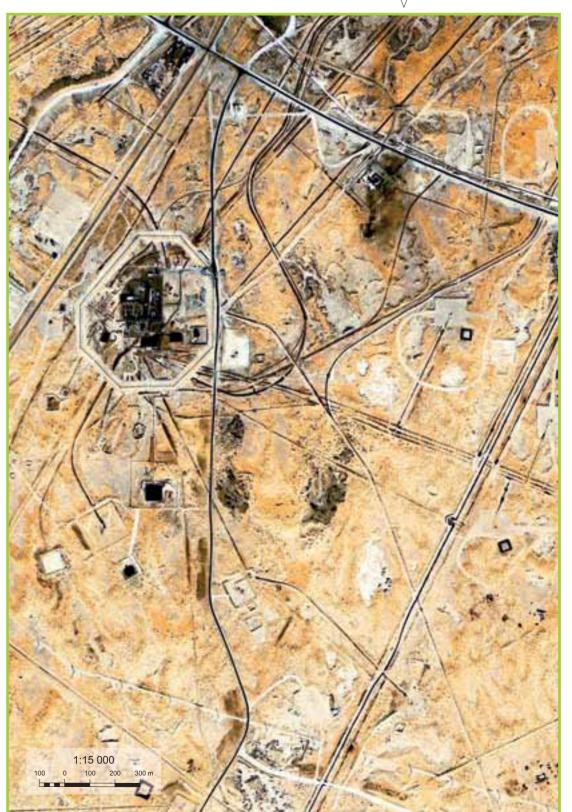
شكل 1: توزيع حقول النفط والغاز ومناجم ك يؤدي استخراج الغاز والنفط وتكريره وتصديره درواً مهماً في الاقتصاد الوطني الخامات المعدنية في المملكة مسقطة على صورة للمملكة إذيسهم بشكل رئيس في إير ادات الدولة. وقد اكتشف النفط لأول مرة في بئر (مرزابيك) ملتقطة بواسطة القمر الصناعي الدمام رقم 7 بالمنطقة الشرقية في عام 1356هـ. ومنذ ذلك التاريخ تزايدت أعداد الدمام رقم 7 بالمنطقة الشرقية في عام 1356هـ. ومنذ ذلك التاريخ تزايدت أعداد حقول النفط والغاز في هذه المنطقة، واكتشفت حقول أخرى في البحر الأحمر والخليج العربي، وفي منطقة الرياض التي ينتج منها النفط العربي الخفيف جداً، وفي حقل شيبه في الربع الخالي (شكل 1). وقد ربطت هذه الحقول بعدد من مصافي التكرير ومرافئ التصدير على سو أحل الخليج العربي والبحر الأحمر بشبكة من الأنابيب.

وقد بلغ احتياطي المملكة من النَّفط الخام في نهاية عام 1423هـ حوالي 259.4 بليون برميل بينما بلغ احتياطي الغاز الطبيعي في العام نفسه نحو 234.5 ترليون قدماً مكعباً. ويشكل احتياطي المملكة من النفط حوالي 25% من الاحتياطي العالمي. بلغ معدل إنتاج النفط الخام في عام 1423هـ 8.1 مليون برميل في اليوم، بينما بلغ معدل إنتاج الغاز الطبيعي في ذلك العام نحو 6.52 بليون قدماً مكعباً في اليوم. وتحتل المملكة مكَّانة مرموقة في منظمة الأوبك حيث تمتلك أكثر من 30% من حصة هذه

وتسمم الثروة المعدنية أيضاً بشكل فاعل في اقتصاد المملكة نتيجة للتنوع الكبير في المعادن التي أثبتت المسوحات الجيوفيزيائية وجودها مثل: الفوسفات والمنجنيز والزنك وخام الحديد والنحاس والذهب وخاصة في منطقة الدرع العربي. وقد أنشئت شركات سعودية مساهمة تولت مسؤولية استكشاف خامات المعادن واستغلالها وتطوير بـــعض المناجم مثل: منجم مهد الذهب ومنجم الأمار ومنجم الحـــجار

Figure 1: Distribution of oil, gas, and mineral exploration fields in the Kingdom superimposed onto a mosaic of SPOT-4.

Figure 2: IKONOS image shows oil installations in the Eastern Province



Makkah al-Mukarramah





م كل 1: صورة فضائية ملتقطة من القصر الصناعي سبوت لمكة المكرمة و المشاعر المقدسة في منى ومز دلفة و عرفات. Figure 1: SPOT image of Makkah al-Mukarramah and other holy sites in Mena, Muzdalifah, and 'Arafat.

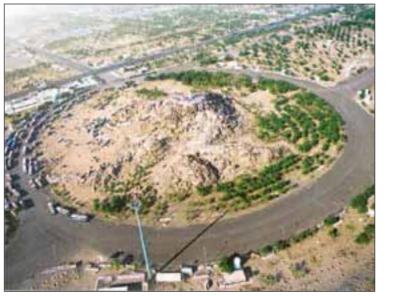


Makkah al-Mukarramah is situated in the west of the Kingdom at the edge of the Hijaz foothills that run parallel to the Red Sea (Fig. 1), at an elevation of about 300 m above sea level. The city is surrounded by mountains enclosing Wadi Ibrahim, and this topography has shaped its pattern of urban development. 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 1425هـ 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 عبدالله صلى الله عليه وسلم، ومنها انتشر الإسلام، وفيها يوجد المسحد الحرام الذي تتوسطه الكعبة المشرفة قبلة المسلمين في كافة بقاع الأرض وملتقى الحجاج والمعتمرين (شكك).

تمتاز مكة المكرمة بشبكة من الطرق الحديثة والأنفاق والجسور التي تربط المسحد الحرام بالمشاعر المقدسة لتيسير حركة الحجاج والمعتمرين. ويوجد فيها العديد من المراكز الإسلامية والمؤسسات التعليمية.

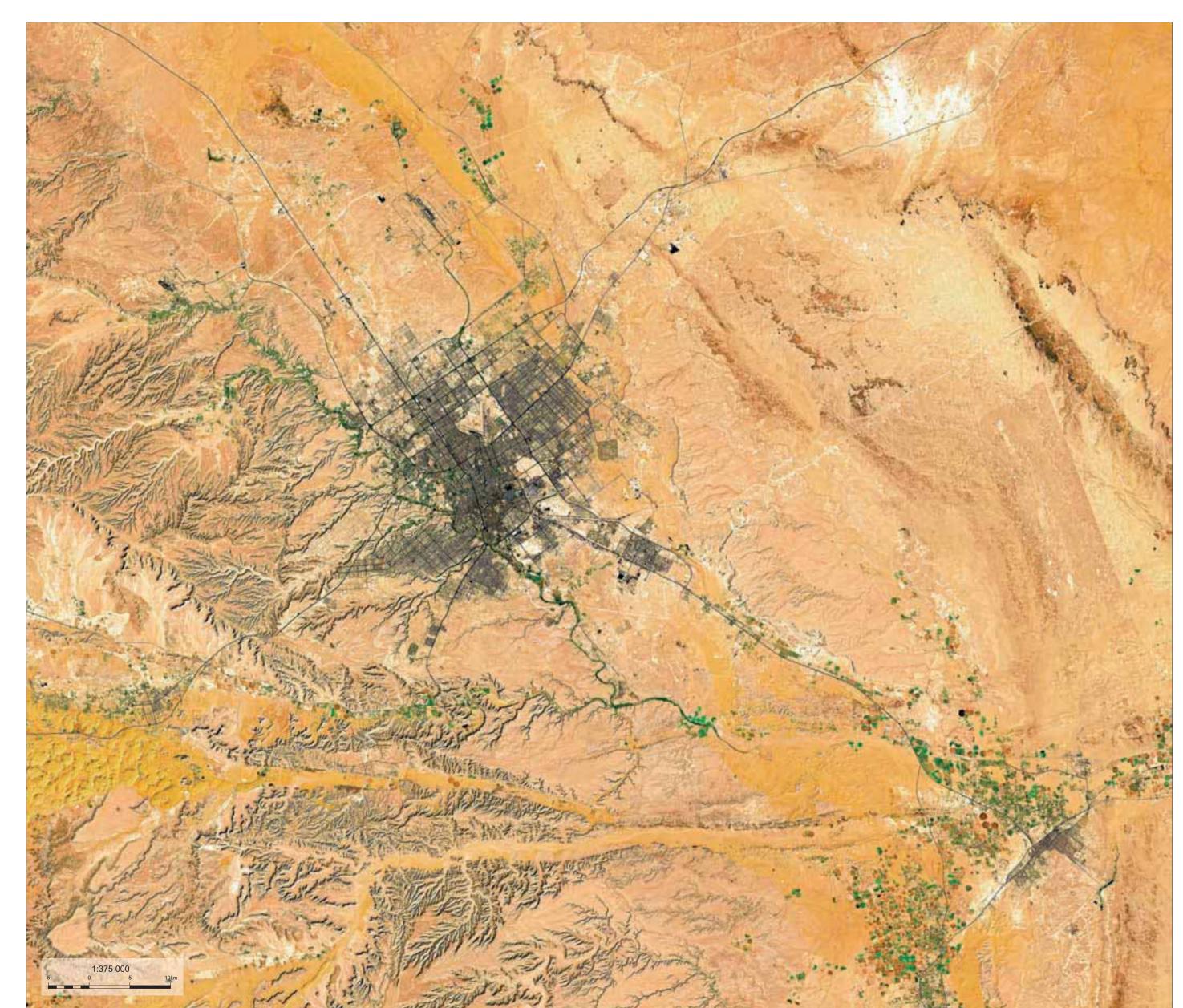




م كل2: صورة فضائية النسيج العمراني بمكة المكرمة ماتقطة من القصر الصناعي إيكونوس، ويظهر المسجد الحرام في وسط الصورة وجمع من الطائفين حول الكعبة المشرفة. Figure 2: IKONOS image of the urban areas in Makkah al-Mukarramah where the Holy Mosque is shown in the middle of the image with a congregation of pilgrims circling the Holy Ka'bah.

شكل3: خيام الحجيج في منى. Figure 3: Pilgrim tents in Mena.

شكل4: صعيد عرفات ويظهر في وسط الصورة [ك جبل الرحمة. Figure 4: Plain of 'Arafat Mountain with Ar-Rahmah Hill shown in the middle.







تقع مدينة الرياض - عاصمة المملكة ومقر أمارة منطقة الرياض - في قلب هضبة نجد نفع مدينه الرياض - عاصمه المملكه ومعر امارة منطقه الرياض - في قلب هضبه نجد وسط البلاد على ارتفاع 600 متر تقريباً فوق مستوى سطح البحر (شكل 1و2). نشأت الرياض منذ حوالي ثلاثة قرون قرية صغيرة على أنقاض مدينة حجر التي كانت قاعدة لإقليم اليمامة، ومانقى لتزود القوافل التجارية بالمحاصيل التي كانت تزرع في أودية وشعاب هذا الموقع. وتعد الرياض من أسرع المدن نموا، فقد كانت مساحتها حوالي كيلومتر مربع واحد عندما استعادها الملك عبد العزيز رحمه الله في عام 1319هـ 1000 عام 1319هـ وتنميز الإف نسمة في عام 1370هـ إلى كيلومتر مربع. كما زاد عدد سكانها من نحو ثمانية آلاف نسمة في عام 1370هـ إلى تواكب أحدث البنى في العالم. فتشمل الطرق السريعة الواسعة والجسور والأنفاق تواكب أحدث البنى في العالم. فتشمل الطرق السريعة الواسعة والجسور والأنفاق والمتسنة هاتم والمراحة المراحة التري كما تشمل الوزاد التربية التورية الكيرى كما تشمل الوزاد التربية التحدي كما تشمل الوزاد التربية الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة المراحة المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد المتربية المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد المراحة المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة المراحة المراحة المراحة الكيرى كما تشمل الوزاد التربية المراحة والمتــنزهات والمرافق الحكومية والأسواق التجارية الكبرى. كما تشمل الوزارات والجامعات والمعاهد والمراكز البحثية والثقافية والمتاحف. وتضم الخدمات الصحية المتخصصة وكبريات الشركات الوطنية والعالمية ومقار السفارات والبعثات

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 من الغرب ووادي نساح من الجنوب كما المعلق على المعلق عل 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.

شكل2: 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 downtown commercial center along other traditional building architecture.

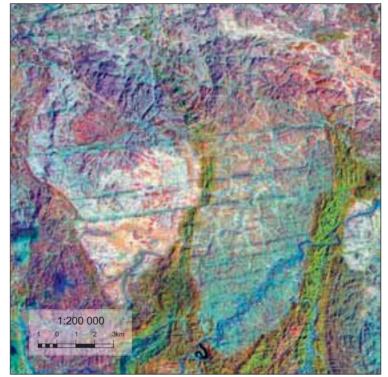
الرياض. Figure 3: Modern buildings in some quarters of Ar-Riyadh City.

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.



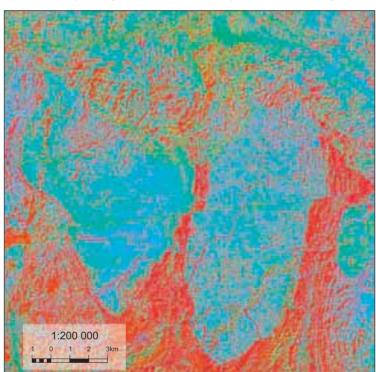
الصدوع جنوب شرق خميس مشيط

Faulting in Southeastern Khamis Mushayt



شكل 2; صورة فضائية تظهر بعض الصدوع في الجزء المحدد بالإطار في شكل 1 ملتقطة بو اسطة الماسح الموضوعي في القمر الصناعي لاندسات ومركبة من النطاقات الطيفية 7و 4 و 2 في المرشحات الحمراء والخضراء والزرقاء على التوالي.

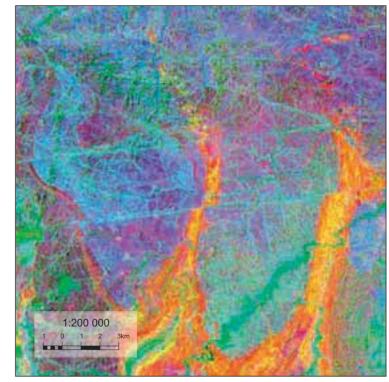
Figure 2: Landsat Thematic Mapper (TM) image displays some of the faults specified in figure 1. The image is composed of bands 7,4,2: in red, green, and blue filters respectively.



شكل 4: صورة ملونة ناتجة عن المعالجة الرقمية للصورة الفضائية في شكل 2 بقسمة النطاقات الطيفية 5/4 و5/7 و 3/1 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,

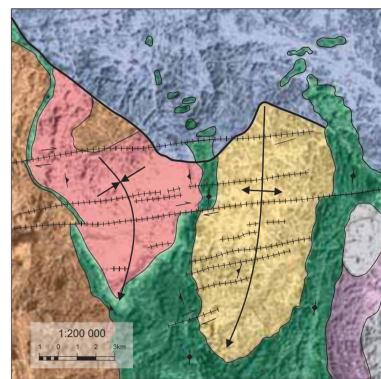
Metasedimentary rocks of volcanic origin, which constitute a part of the Halaban Group, outcrop to the southeast of the city of Khamis Mushayt in the southwestern part of the Arabian Shield (Fig. 1). These rocks were subjected to tectonic movements that resulted in the formation of two regional folds 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 ملتقطة 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



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 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 حلبان والمتكشفة في جنوب شرق مدينة خميس مشيط الواقعة في الجزء الجنوبي الغربي من الدرع العرّبي (شكل 1)- تعرضت إلى حركات تكتونية أُدت إلّى تشكل طيتين إقليميتين يتَّجه محور اهما نحو الجنوب والجنوب الغربي. ويقطع هذين المحورين في بعض الأماكن متداخلات من صخور نارية جوفية حدثت بعد هذه الحركات. ومنَّ أهم هذه المتداخلات صخور الجابـرو والصخور الجرانيتية المختلفة التراكيب تبين الصور الفضائية (شكل2-4) التي عولجت رقمياً بعدة أساليب تأثر 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 بهده الصور العلاقة بين نظام الط

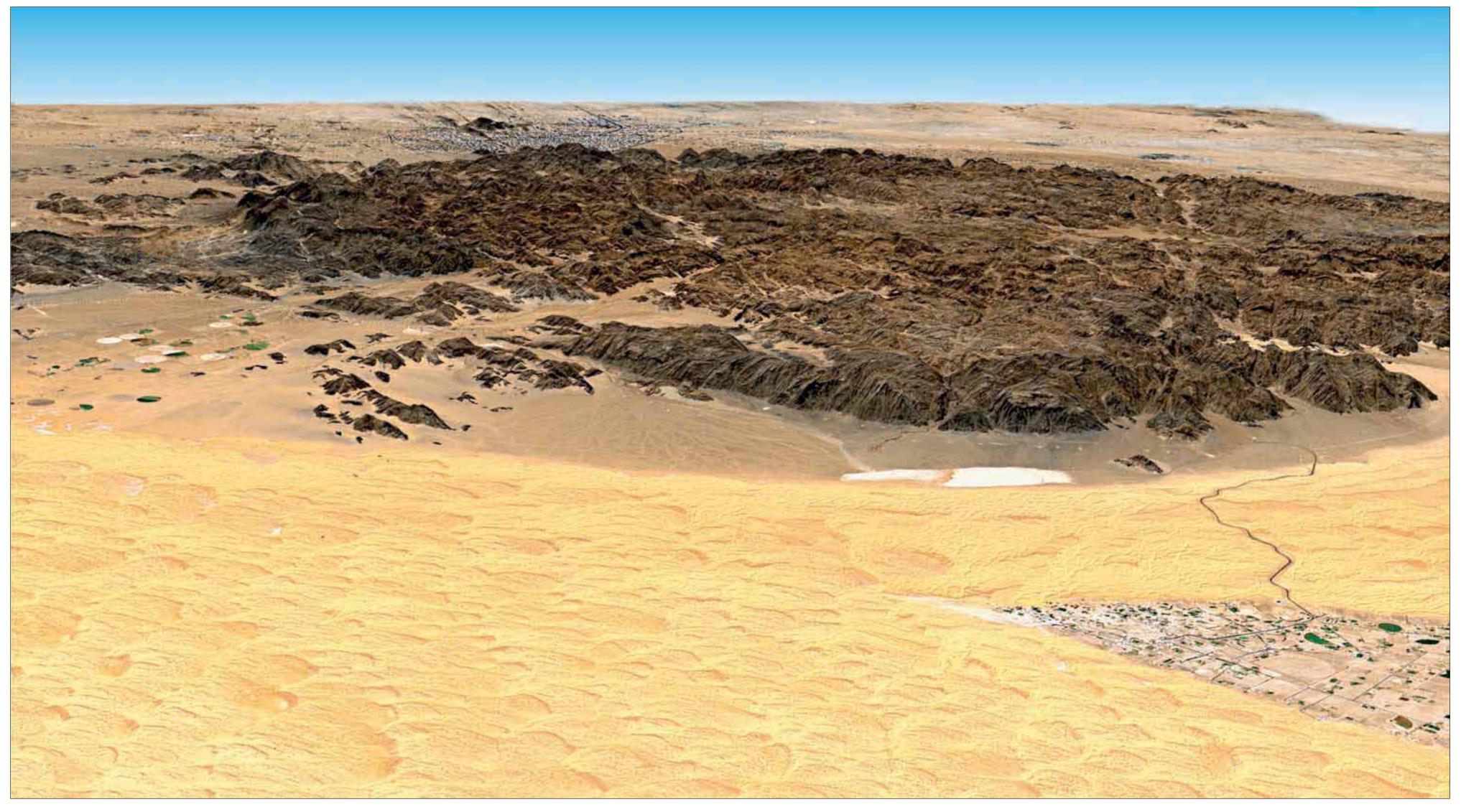
Mafic dykes, arrows show sense of shear in faults Synform, direction of plunge is shown

Figure 6: A sample of a reverse fault.



Panoramic 3D View of Ha'il City Area

الطبوغرافيا (التضاريس) مشهد مجسم لنطاق مدينة حائل



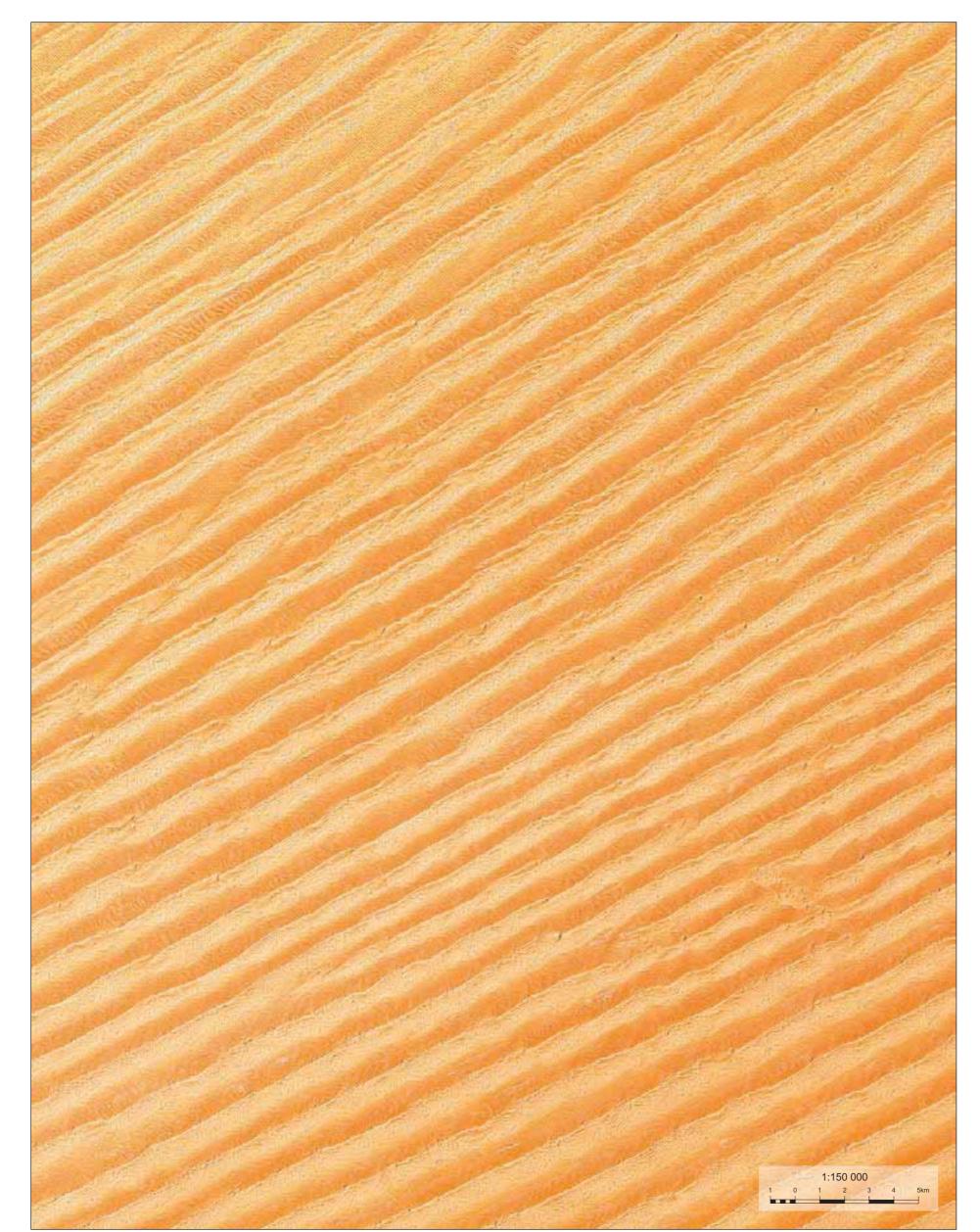
Remote sensing techniques integrated with Digital Elevation Models (DEM) are used to develop realistic three-dimensional panoramic views of a site. These techniques provide detailed information on the topography of a given area and the relationships between its various landforms.

The panoramic view of the Ha'il area (Fig. 1), produced by merging a SPOT-4 image and the DEM, shows the village of AlHufayr 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.

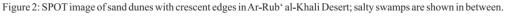
تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد وخاصة عمليات دمج الصور الفضائية مع النماذج الرقمية الأرضية الثلاثية الأبعاد لموقع ما في إنتاج مشاهد مجسمة شمولية (بانور المية). ويفيد هذا النوع من المجسمات في التعرف على تفاصيل أدق عن طبو غرافية موقع ما وعن العلاقة بين وحداته الأرضية المتنوعة. ويوضح المشهد المجسم لنطاق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

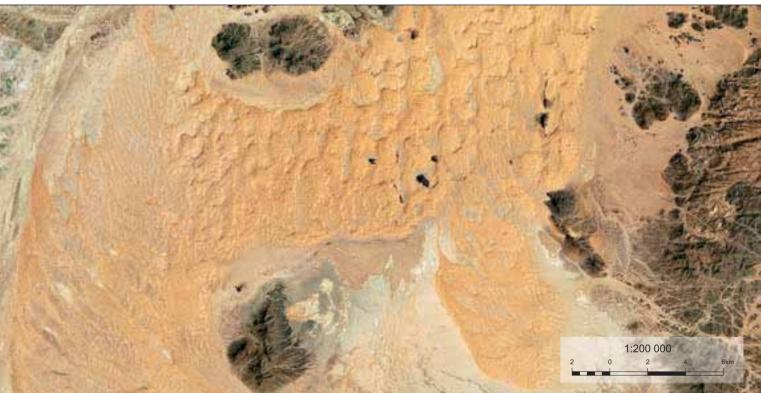






شكل 2: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي سبوت لنطاق رملي مكون من كثبان رملية ذات حواف هلالية الشكل في صحراء الربع الخالي تظهر فيما بينها السبخات الملحية.





شكل 3: صورة فضائية ملتقطة من القمر الصناعي لاندسات للكثبان رملية في نفود العريق الواقعة إلى الجنوب من وادي الرمة بالقرب من عقلة الصقور. Figure 3: Landsat image of sand dunes in Nufud al-'Areeq in the south of Wadi ar-Rumah near Uqlat as Suqur.

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 megabarchan 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 والدهناء والجافورة والربع الخالي التي تتكون من أنماط متعددة من الأجسام الرملية كالكثبان الرملية الهلالية والقبابية، والطولية، والنجمية. ويغلب على رمال صحراء النفود الكثبان الهلالية والطولية والنجمية. وتتصف صحراء الدهناء بكثبانها الطولية والهلالية ذات الرمال الصفراء والحمراء الناعمة. وتتشكل صحراء الجافورة في الغالب من الكثبان الهلالية ذات الرمال البيضاء الخشنة التي تتجمع في سلاسل متوازية. أما صحراء الربع الخالي فتتألف من كثبان هلالية وطولية ذات رمال حمراء ناعمة يزيد ارتفاعها عن مستوى سطح الأرض في بعض المناطق بنحو 200 متر. تأخذ الرمال في المملكة أشكالا أخرى تتمثل في الرواسب الرملية التي تمتد على شكل فرشات تغطي قيعان بعض الأودية أو المناطق المنبسطة.

تستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد وبصورة خاصة صور الأقمار الصناعية (شكل أ-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 الصحر اوية.



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

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

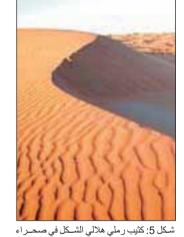


Figure 5: A crescent dune in Ad-



شكل 6: فرشات رملية يكثر فيها الغطاء النباتي. Figure 6: Sand sheets covered by

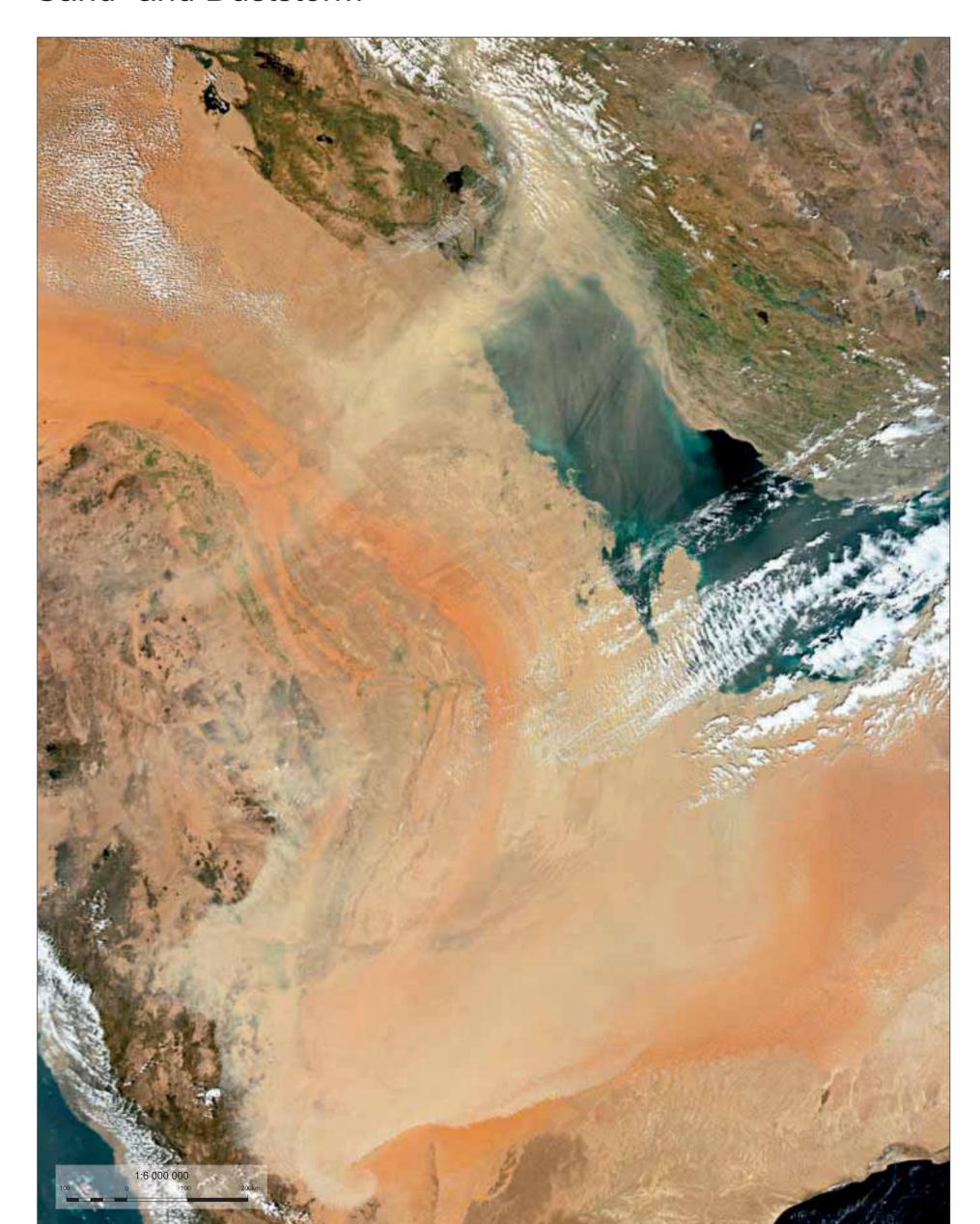
شكل 1: صورة فضائية ملتقطة من القمر ال الصناعي لاندسكات لنطاق مكون من الكثيان الرملية الطولية في صحراء الربع الخالي شمال

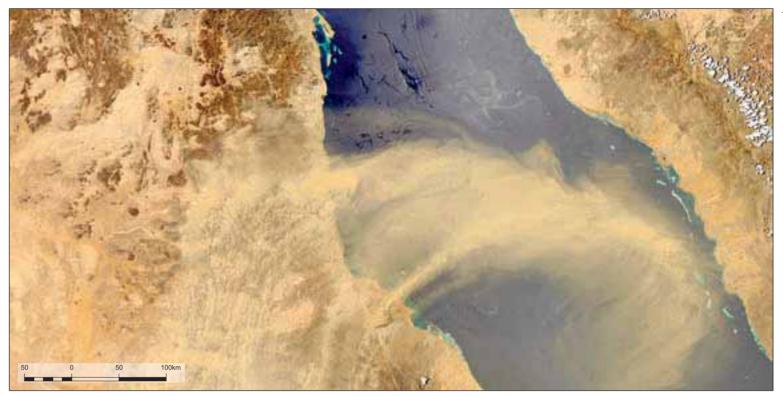
Figure 1: Landsat image of al-Khali Desert located in the northeast of Sharurah.



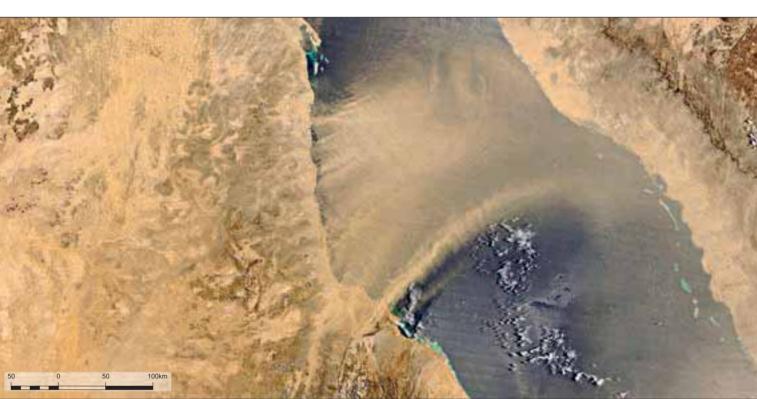
Sand- and Duststorm

العواصف الرملية والغبارية





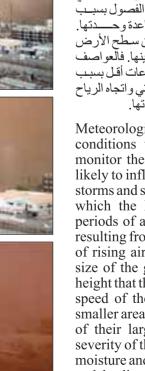
مسكل 2: صورة فضانية التقطت من القسر الصناعي مودس في 24 ربيع ثاني 1424هـ الصناعي مودس في 24 ربيع ثاني 1424هـ لعاصفة غيارية متجهة من أفريقيا غربا إلى المملكة شرقا عبر البحر الأحمر. Figure 2: MODIS satellite image shows a sandstorm coming from Africa, crossing the Red Sea, and moving eastward. The date is June 24, 2003.



شكل 3: صورة فضائية التقطت في اليوم الثاني 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 متتابعة لعاصفة غيارية > نساعد الصور الفضائية للأقمار الصناعية المخصصة لدر اسة الطقس في تحديد ظروف نعو صفح عصفر عصفر المواقع عرضة عرضة المواقع العواصف الرملية والغبارية ومتابعتها وتحديد الأماكن التي يمكن أن تتأثر بها أو توثر فيها (شكل 1-4). وتعدُ العواصف الرملية والغبارية من الظواهر المناخية التي تعرض لها أجواء المملكة وبصورة خاصة في الفترات الانتقالية بين الفصول بسبب الاختلافات في أنظمة الضغط الجوي وطبيعة التيارات الهوائية الصاعدة وحسدتها. الاختارات في انظمة الصغط الجوي وطبيعة النيارات الهوالية الصاعدة وحسدتها. وتختلف العواصف الرملية عن الغبارية في ارتفاع مستويات هبوبها عن سطح الأرض وفي أحجام حبيباتها العالقة في الجو وسرعة الرياح التي تؤدي إلى تكوينها. فالعواصف الرملية تغطي مساحات أصغر من العواصف الغبارية وتهب على ارتفاعات أقل بسبب كبر حجم حبيباتها. وتؤثر طبيعة السطح ورطوبته وكثافة غطائه النباتي واتجاه الرياح ومدة وطول مسافة هبوبها على درجة تكرار حدوث هذه العواصف وشدتها.



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 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.

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

الصناعي مودس في 24 محرم 1424 هـ لعاصفة 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.

Al-Jubayl Marine Reserve

محمية الجبيل للأحياء البحرية



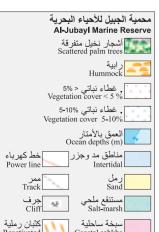






Figure 3: Marine environment abounds with fish in Al-Jubayl Marine Reserve.

أشكل 2: خريطة للبينات البحرية في محمية الجبيل للأحياء البحرية المحددة ضمن الأطار 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 then 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.

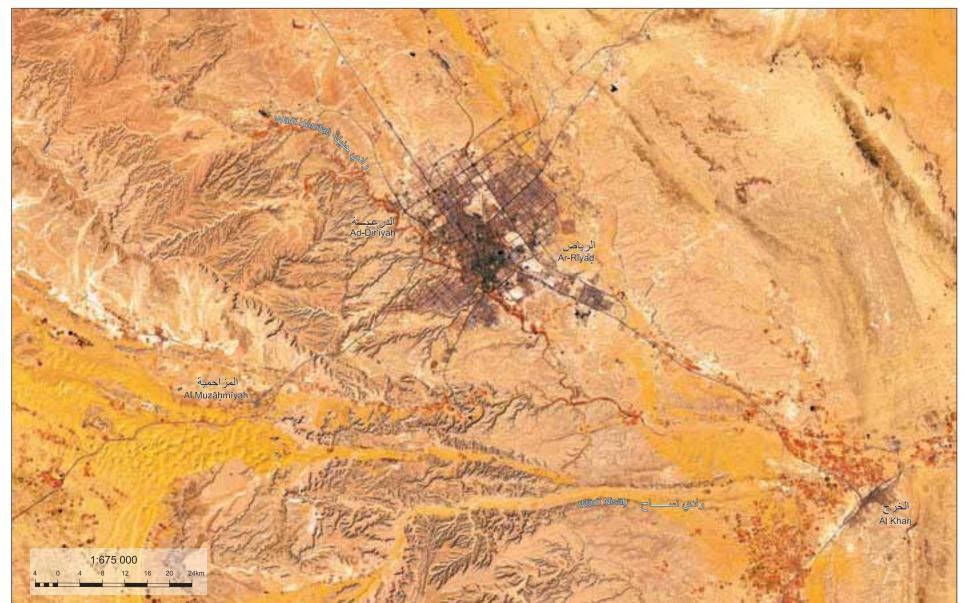
أنشئت محمية الجبيل للأحياء البحرية شمال مدينة الجبيل الصناعية في عام 1413 هـبغرض إعادة تأهيل الحياة الفطرية والمواطن الطبيعية البحرية الفريدة على الشاطئ الغربي للخليج العربي (شكل 1و2). وتزيد مساحة هذه المحمية على 2300 كيلومتراً مربعاً، وتشتمل على خليجين ضحلين هما دوحة الدفي ودوحة المسلمية، وخمس جزر مرجانية هي: حرق—وص 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 تفد إليها في فصل الشتاء. وتنتشر في جزيرة قرمة وبين صخور دوحة الدفي 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.

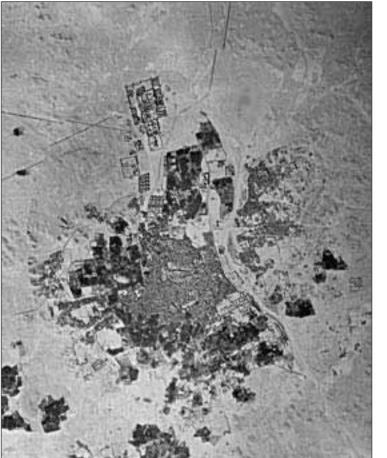


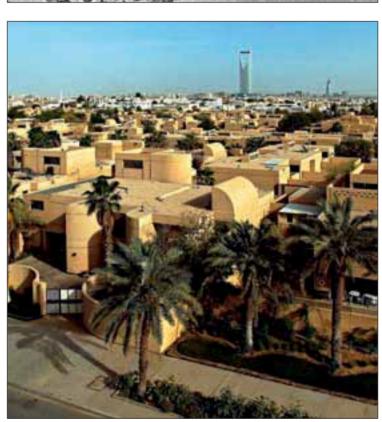


Ar-Riyadh Urban Growth





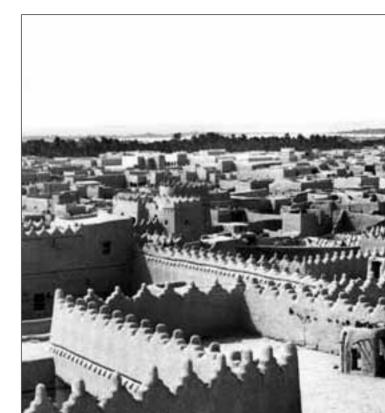






شكل 1:صورة فضائية ملتقطة بواسطة الماسح المتعدد الأطياف في القمر الصناعي لاندسات لمدينة الرياض وما Figure 1: Landsat Multispectral Scanner (MSS) image of Ar-Riyadh City and vicinities

شكل 2: صورة فضائية ملتقطة بواسطة الماسح الموضوعي في القمر الصناعي لاندسات لمدينة الرياض وما حولها > Figure 2: Landsat Thematic Mapper (TM) image of Ar-Riyadh City and vicinities taken



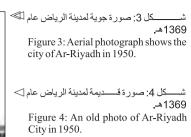
تساعد تقنية الاستشعار عن بعد باستخدام سلسلة من الصور الفضائية في تحديد ورصد التغيرات التي تطرأ على النمو الحضري للمدن خلال فترات زمنية متعاقبة. وبمقارنة الصورتين الفضائيتين لمدينة الرياض اللتين التقطتا في عام 1392هـ وفي عام 1421هـ (شكل 1 و2)، بالصورة الجوية الملتقطة عام 1370هـ (شكل 3) يتضح أن الرياض شهدت نموا حصريا ملحوظا خلال هذه الفترة، وتتالى فيها استيطان الأراضي التي كانت جزءاً من الصحراء المحيطة بالمدينة. ونتيجة لتحسن الأوضاع الاقتصادية والمعيشية في المملكة فقد توسعت مساحة مدينة الرياض من حوالي 50 كيلو مترا مربعاً عام 1370 هـ لتصل إلى 350 كيلومتر مربع في عام 1401هـ، ثم وصلت المساحة العمر انية المطورة لهذه المدينة في عام 1423هـ إلى 1000 كيلومتر مربع تقريبًا. وواكب هذا النمو في المساحة زيادة سكانية تراوحت من 82 ألف نسمة في عام 1370هـ إلى حوالي 700 ألف نسمة في عام 1395هـ، ثم إلى أكثر من أربعة ملايين نسمة في عام 1425هـ. وتوضح الصورة الفضائية (شكل 2) النسيج العمر اني لمدينة الرياض وامتدادها على عدة محاور وخاصة على طول المحورين الشمالي والشرقي. وتظهر الصورة أيضاً الأحياء السكنية الحديثة التي نشأت في أطراف هذه المدينة، وشبكة الطرق السريعة التي تربط أجزاءها ببعضها أو بمدن أخرى و هو أمر لم يظهر في الصورتين (شكل 1 و 3). ويلاحظ في الصورة الفضائية (شكل2) تنامى النشاط الزراعي في الأماكن المحيطة بمدينة الرياض مقارنة بالنشاط الذي يبدو محدوداً للغاية في الصورة الفضائية (شكل 1).

Remote sensing technology employing a series of successive satellite images helps in defining and monitoring the changes that occur in the urban development of cities over successive periods of time. A comparison of the two satellite images of the city of Ar-Riyadh, taken in the years 1972 and 2001 (Figs. 1 and 2), and the aerial photograph taken in 1950 (Fig. 3), reveals the remarkable expansion and growth that Ar-Riyadh went through during this period, as the surrounding desert lands were Figure 6: Modern road network in Ar-Riyadh City. progressively settled.

As a result of the economic upswing and improvement in the Kingdom's standard of living, the area of Ar-Riyadh expanded from about 50 square kilometers in 1950 to 350 sq km in 1981, and by 2003, the developed area reached nearly 1000 sq km. This urban expansion accompanied the growth of the city's population, which soared from 82,000 in 1950 to about 700,000 in 1975, and then to more than four million in 2005.

Figure 2 shows the urban fabric of Ar-Riyadh and its expansion along a number of axes, especially to the north and east, as well as the new residential areas that grew up on the outskirts of the city, and the growth of the network of speedways that connect the different parts of Ar-Riyadh with one another or with other cities; this does not appear in Figures 1 and 3.

Also note in figure 2 the development of agricultural activities in the area surrounding Ar-Riyadh, as compared with the extremely limited extent of such activities in figure 1.



النمو الحضري لمدينة الرياض



Figure 7: Al Faysaleyah Tower in Ar-

igure 5: A recent photo of Ar-Riyadh



شكل 8: برج المملكة في مدينة الرياض. Figure 8: The Kingdom Tower in Ar-



Image Interpretation

دليل تفسير الصور الفضائية

دليل لوحات الصور الفضائية



City
Sample extracted from page 258-259)



زراعة مكثفة **Intensive Agriculture**



متداخلات صخرية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 260-261) **Intrusive Rock**

ample extracted from page 260-261)

Image Plates Index



زراعة مختلطة (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259) **Mixed Agriculture**



فوهات بركانية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 250-251) **Volcanic Craters** Sample extracted from page 250-251)







طفوح بركانية Lava Flow Sample extracted from page 252-253)





Oasis

Sample extracted from page 240-241)



(مقطع من الصورة الفضائية صفحة 234-235) Harrahs

(Sample extracted from page 234-235)

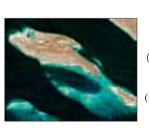


أودية ومجاري تصريف مياه Wadi and Drainage Channels



صحراء صخرية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 262-262) **Rocky Desert**

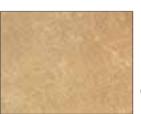
(Sample extracted from page 262-263)



Islands (Sample extracted from page 340-341)



Sabkhahs (Salt Marshes)



صحراء جيرية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 208-209)



Gravel Plain



شواطئ ضحلة المياه (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 340-341) **Continental Shelf** Sample extracted from page 340-341)



منحدرات صخرية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 258-259)



صحراء رملية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 274-275)

Sandy Desert

(Sample extracted from page 274-275)



Escarpments (Sample extracted from page 258-259)



كثبان رملية طولية



Faults ple extracted from page 330-331)



Longitudinal Sand Dunes (Sample extracted from page 326-327)



نباتات ساحلية ونبات الشورة (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 332-333) Mangroves

ample extracted from page 332-333)

Forests (Sample extracted from page 338-339)



Folds

(Sample extracted from page 330-331)



كثبان رملية مع سبخات (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 288-289)

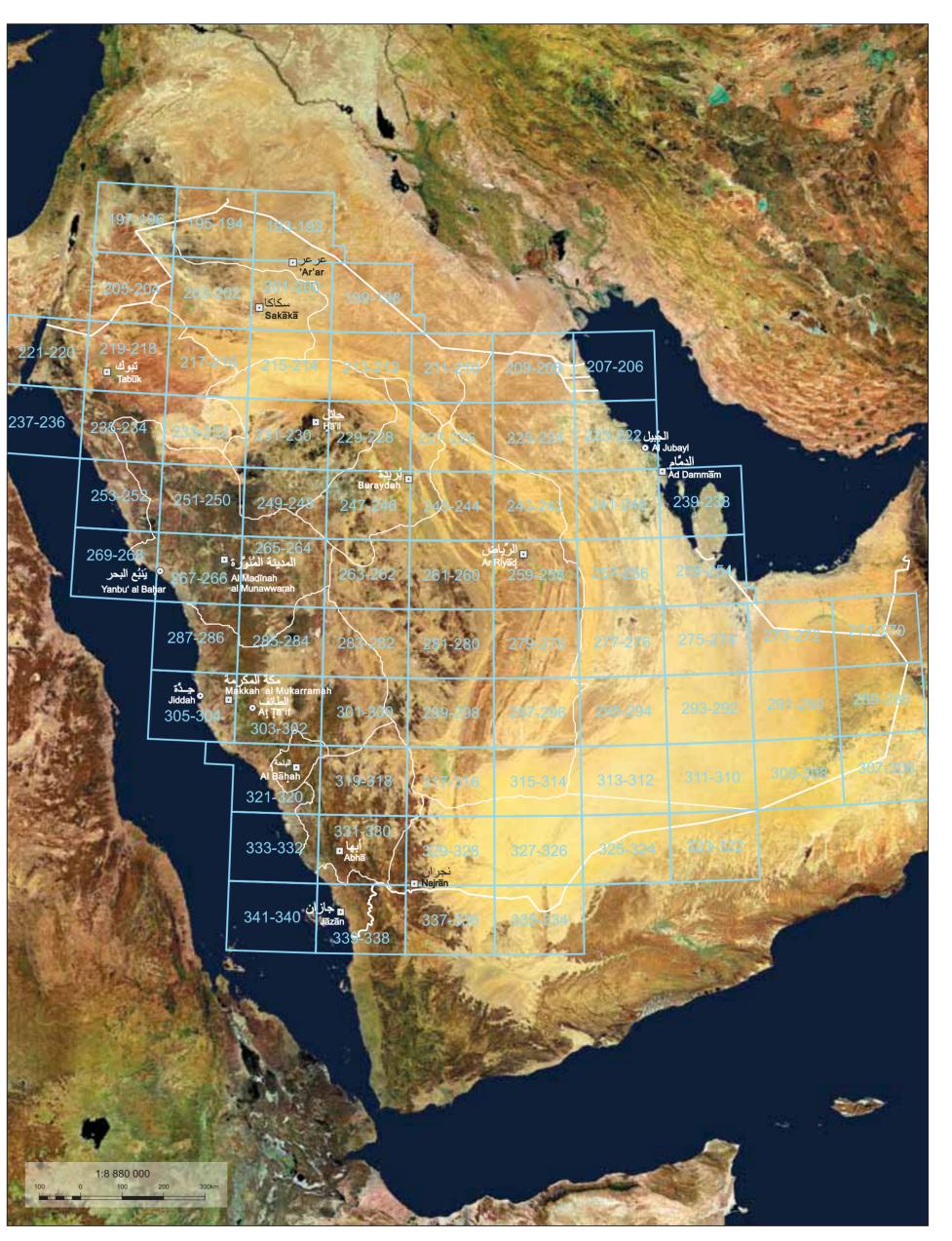
Sabkhahs Sample extracted from page 288-289)

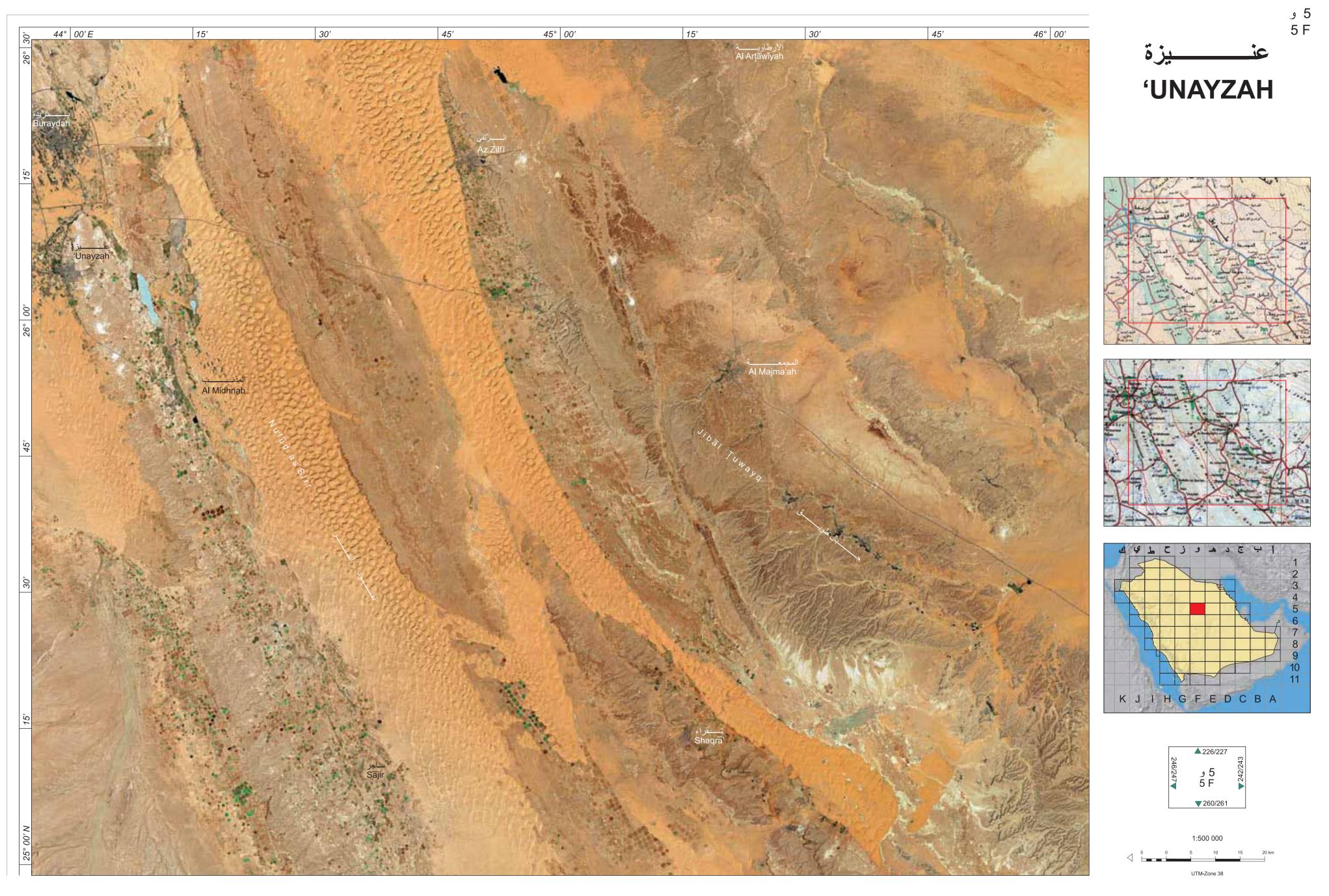


تشكيلات خطية (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 286-287) Lineaments (Sample extracted from page 286-287)

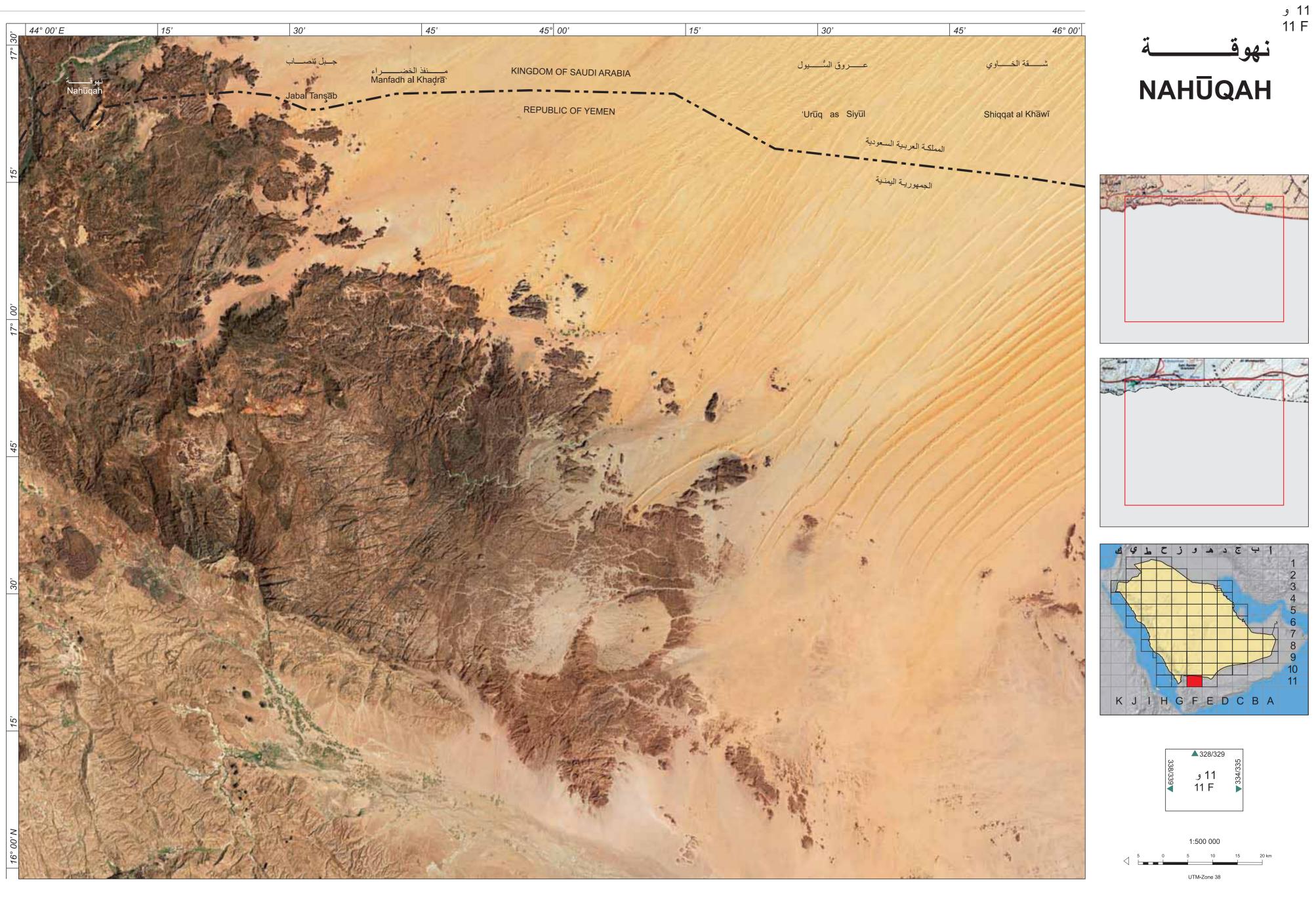
تعرية ريحية ورواسب (مقطع من الصورة الفضائية صفحة 194-195)

Wind Erosion and **Deposits** Sample extracted from page 194-195)





245 'Unayzah



337 Nahūqah نهوقة