# جيومـورفولـوجية جبـل اللسـي ذمـار- الجمهورية اليمنية

د. أحمد السامرائي *
د/ علي مشعل

## منهجية البحث :

تقع الدراسة الحالية ضمن الدراسات الجيومورفولوجية التفصيلية لمنطقة تعد مـن أحـدث المنـاطق البركانية وأكثرها نشاطا في اليمن، وهي منطقة جبل اللسي.

يهدف هذا البحث إلى دراسة الخصائص الجيومورفولوجية والجيولوجية للمنطقة عن طريق التعـرف علـى أنواع المكاشف الصخرية والتراكيب والرواسب المختلفة وأثرها في تشـكيل المظـهر الجيومورفولوجـي للمنطقة. كما يهدف أيضا إلى توثيق هذه الدراسة في خريطة جيومورفولوجيـة تفصيليـة بالاسـتناد إلى الصور الجوية والتحقق الحقلي. فقد تم تفسير اثني عشرة صورة جوية بالأسود والأبيض [1] غطت منطقـة الدراسة، وبمقياس رسم تقريبي 20000/1 تم فيها تفسير كل صـورة جويـة، وفصلـت الوحـدات الجيومورفولوجية وأعطيت الرموز الخاصة بها ثم ربطت مع بعضها بشكل موزائيك غير مربـوط Loose

*أستاذ مساعد- قسم الجغرافيا ، كلية الآداب والألسن ، جامعة ذمـار

Mosaic لتكون الخريطة الجيومورفولوجية، والتي أعتمد فيها الباحثان نظـــام ITC** في تصنيـــف المظاهر الأرضية وترميزها . كما تمّت الاستعانة بالخريطة الطوبوغرافية [2] لرسم القطـــاع التضاريســـي في المنطقة المدروسة.

## موقع منطقة الدراسة:

تشغل منطقة جبل اللسي جزءاً من الجانب الشرقي لمنطقة مدينة ذمار، وتحديداً من قرية ورقة غربـــاً إلى قرية حمامة الدهيمي وقرية القاهر شرقاً ومن قرية الجراشة العليا شمالاً إلىقرية السويدا جنوباً. وبامتداد مـــن الغرب إلى الشرق يبلغ 9.5كم ومن الشمال إلى الجنوب 8,5 كم وفلكياً بين دائـــرتي عـــرض 30َ 14ْ – 35َ 14ْ شمالاً، وخطي طول 30َ 44ْ – 35َ 44ْ شرقاً، شكل (1).

## الوضع الجيولوجي:

يمكن تلخيص جيولوجية المنطقة في حقل ذمار – رداع من الأقدم إلى الأحـــدث بـــالوحدات: الأولى أجنمبرايت ذمار والتي تكونت نتيجة لتعرض هذه المنطقة إلى عدة فوالق رأسية تتخذ إتجاه شمال شمال غـــرب – جنوب جنوب شرق وموازية لمنخفض معبر – ذمار تقريباً. تلت هذه المرحلة خروج كميات كبيرة مـــن الطفوح البركانية خلال شقوق غير معروفة الاتجاه وغير مرتبطة بأية فوهـــات بركانيـــة أدت إلى تكـــون الوحدة الثانية المسماة ببازلت ذمار.

وباستمرار الثورانات البركانية تكونت وحدة الورقة – الحريشة المكونة من صخور الرماد والتفرا البركانيـــة على هيئة حلقات أنبوبية ومحطمة. وخلال الخمسة ملايين سنة الأخيرة تكونت بعض المخـــاريط البركانيـــة المنعزلة مثل بركان اللسي المكون أساساً من الزجاج الريولايتي والمواد الفلذ بركانية، وفي الجهة الشـــرقية بركان حمام اسبيل المكون من طفوح بركانية – زجاجية وتف.

انتهت ذروة النشاط البركاني بتكون وحدة البازلت الحديث، وقد وجد من خلال دراسة نطاقات هذه المخاريط واتجاه الطفوح البازلتية أن الشقوق المغذية لهذه الصخور تضرب في اتجاهـــات شـــرق – غـــرب وشمال شمال غرب – جنوب جنوب شرق. [3]

ومن خلال الدراسة الحقلية وجدت ترسبات البيومس المنتشرة في أغلب منطقة الدراســـة ولوجـــود تراكيب التطبق المتقاطع وبأحجام كبيرة يتعدى امتدادها الـــ (30) متر،

جعل الاعتقاد أن مصدر ترسيبها هو عامل ريحي، وقد وجدت أسفل الوحـــدات الجيولوجيـــة المذكـــورة سابقاً.

---

** ITC: مركز مسوحات الفضاء وعلوم الأراضي، هولندا.

## المناخ:

تقع منطقة الدراسة ضمن النطاق المعتدل حرارياً في اليمن. إذ تتراوح معدلات درجات الحرارة السنوية بين 18 – 20 °م وتصل في الصيف إلى 30°م. وتتميز أيضا بانخفاض درجات الحرارة ليلاً بشكل مستمر، وفي ليالي الشتاء قد تقارب الصفر المئوي. كما تتميز منطقة جبل اللسي بمدى حراري سنوي يبلغ 22-30° م. كما أن المديات الحرارية اليومية كبيرة، تصل إلى أكثر من 20° م وخاصةً في فصل الشتاء.

وتبلغ معدلات الأمطار السنوية بين 200–400 ملم وهي متذبذبة من سنة إلى أخرى. ويتصف التساقط في اليمن بصفة عامة بالشذوذ والانحراف عن المعدل السنوي، وأن عدد السنوات التي تتصف بالشذوذ كبير ويصل 70–80 % من الحالات. وتصل طول فترة الجفاف في منطقة الدراسة من 7–8 أشهر [4].

وقد ساهمت هذه الأوضاع الحرارية والتباين الحراري اليومي والسنوي في زيادة فعالية التجوية الفيزيائية التي نشطت وما تزال وظهرت نتائجها في الفواصل والشقوق الرأسية في المخاريط والهضاب البركانية في المنطقة. وكذلك في البريشيا الصخرية المنتشرة أسفل المخاريط البركالية وفي جوانب الهضاب البركانية. تساعد كميات الأمطار الساقطة مع قلتها الظروف الحرارية السابقة إذ أن دورها في زيادة فعالية التجوية الفيزيائية كبير خاصةً وأن الأمطار الساقطة على هذه المناطق هي مدرارة، تسقط في زخة واحدة نسبة كبيرة من المجموع السنوي لها. ويساعد فعالية الأمطار والأوضاع الحرارية وعملهما الجيومورفولوجي تبعثر وقلة النبات الطبيعي الذي يقتصر على بعض أنواع النباتات الشوكية والحشائش.

## التحليل الجيومورفولوجي:

يؤكد التحليل الجيومورفولوجي افتراض سطح الأرض مؤلفاً من مناطق محدبة مقعرة، مقعرة مستوية يفصل بينها تغير مفاجئ في الانحدار نتيجة اختلاف في طبيعة المكشف الصخري أو عوامل التعرية أو نتيجة للعوامل التكتونية. وبهذا يمكن تصنيف الأشكال الأرضية اعتماداً على أساس الشكل **Morphology** والجيولوجيا **Geology** واصل النشأة **Genetic**. [5]

ووفقا لما تقدم فإن جيومورفولوجي منطقة البحث تتميز بتأثرها الكبير والشامل بالنشاط البركاني الذي ترك آثاره في تشكيل أغلب المظاهر الأرضية. كما ساهمت بعمليات التعرية المائية والريحية وعمليات التجوية الكيمياوية والفيزيائية في تعديل الأشكال الجيومورفولوجية وتشكيل بعض المظاهر الأخرى.

وقد تم تصنيف ثماني وحدات جيومورفولوجية ترجع إلى الأصل البركاني والبركاني التعـــروي والترســيبي ثُبتت على الخريطة الجيومورفولوجية شكل (2) ويمكن وصفها بالشكل التالي:-

**أ. وحدات الأصل البركاني**

**1. حدة المخاريط البركانية:**

تنتشر هذه الوحدة في منطقة الدراسة، وتشمل المخاريط البركانية النموذجية وعددها سبعة مخاريط لهـا فوهات في أعلاها، أكبرها مخروط جبل اللسي. وهذه جميعها براكين من النوع المركب، تكونـــت نتيجـة الثورانات الانفجارية فأصبحت ذات طباقية تقريبية، تكونت من تعاقب غطاءات مـــن الحمـم والمـواد المقذوفة والتف البركاني. وتدل بنيتها على تعاقب فترات من الثوران الانفجاري والهادئ صورة (1).

يصل ارتفاع أعلى المخاريط البركانية وهو جبل اللسي إلى 350 متر فوق مستوى الأراضي المجـاورة، أما بقية المخاريط فيتراوح ارتفاعها بين 120 – 250 متر فوق مستوى الأراضي المجاورة أيضـاً. تنتشـر على بعض جوانبها جميعاً المقذوفات البركانية المختلفة الأحجام والتي تعرضت لمختلف عمليـات التجويـة الفيزيائية والكيمياوية.

وخلال الدراسة الحقلية اتضح أن الجزء الأسفل من بركان جبل اللسي يتكـون مـن طبقـات مـن الأوبسيدين المتداخلة مع الزجاج الريولايتي والمختلطة مع طبقات من التف البركاني. صـورة (2). كمـا تظهر بعض الأحيان الفواصل التي ربما تعود إلى نشاط تكتوني لاحق، وكذلك تظـهر بعـض الكـهوف البسيطة التي تكونت نتيجة إزالة مواد الرماد البركاني الأكثر استجابة لفعل عوامل التعرية. صورة (3). ولا توجد آثار للطفوح البازلتية كما أشارت الخريطة الجيولوجية، وإنما ينتشر فتات الصخور الريولايـــتي والإندسايتي والأبسيديني بأحجام مختلفة، وتسود صخور بأحجام متقاربة تـتراوح أقطارهـا بـين 15-25سم على جوانب جبل اللسي فضلا عن انتشار فتات التف البركاني.

**. وحدة الفوهات البركانية:**

تمثل هذه الوحدة الأجزاء العليا من المخاريط البركانية، والتي تكونت نتيجة لنشـاط سـابق لهـذه البراكين، وهي تمثل منخفضات قمعية الشكل بإمتداد بيضوي أو دائري، تكونت أصـلا نتيجـة خـروج وتجمع المقذوفات البركانية المختلفة. وتشكيل هذه المواد وبنائها لحلقة تحيط بالقناة الأنبوبية للبراكين كـون فوهة في النهاية. وقد امتلأت الآن بالرواسب نتيجة عمليات الجوية والنقل للمواد المكونة للحلقات المحيطـة بالفوهات.

ولعل فوهة بركان اللسي تمثل وحدة نموذجية لها، يمكن وصفها بأنها منخفض قمعي الشـكل بـامتداد بيضوي وبأبعاد 150 متر طولا و 100 متر عرضا، تحيط بها حلقة في شكل حافة تنحدر نحـو الداخـل

بشدة. ترتفع هذه الحلقة عن قاع الفوهة في حدود 15– 20 مترا. يتكون قاع الفوهة من رواسب الرماد والحصى البركاني والطين، وقد تكونت تربة حمراء في وسط قاع الفوهة نمت فيها الأعشاب صورة (4)، في حين تتكون الحافات من التف البركاني المتصلب في نوع من الصخور الخفيفة الوزن صورة(5)، استخدمت قطع من هذه الصخور في بناء قلعة على الحافة تحيط بالفوهة، ربما تعود إلى العهد العثماني.

## 3. الهضاب البركانية:

تحتل هذه الوحدة الجزء الشرقي والشمالي من منطقة الدراسة، تبدو بشكل مرتفعات بمستويات مختلفة الارتفاع يتراوح ارتفاعها بين 10 و40 متر فوق مستوى الأراضي المجاورة ذات حافات شديدة الانحدار تمتد على جوانب المخاريط البركانية شرق وشمال جبل اللسي وهي تبدو بسطوح مستوية بعد استخدامها من قبل الفلاحين للزراعة. وإلى الجنوب من جبل الهمام تتكون هذه الهضاب من مقذوفات بركانية من الريولايت والإندسايت والإبريشيا الصخرية المختلطة بالتف البركاني، تنتشر فوق رواسب ريحية تعود إلى رواسب السهل الترسيبي نفسها والمنطبقة تطبقا متقاطعا (الوحدة الجيومورفولوجية 6)،

وفي شمال غرب جبل الهمام تظهر الطفوح البازلتية الفقاعية تغطي الأجزاء العليا من هذه الهضاب، وفي بعض الحافات المتعرية يظهر التطبق المتقاطع في الأسفل، وتدل الشواهد الحقلية على تعرض هذه المنطقة إلى انفجارات بركانية بعد تشكل السهل الترسيبي، فتجمعت نواتج هذه الانفجارات على شكل مقذوفات بركانية من الحصى البركاني والتف والصخور الريولاتية والإندسايتية. ويعتقد الباحثان أن الطفوح البازلتية الموجودة في شمال غرب جبل الهمام تعود إلى ثورة حديثة لهذا الجبل. كما يعتقد الباحثان أيضا أن حافات هذه الهضاب الجنوبية تمثل حافات لكالديرا كبيرة تقع شرق قرية اللسي. أما الهضاب الواقعة شمال جبل اللسي فهي تتكون من مقذوفات بركانية من البريشيا الصخرية مختلفة التكوين مع كتل ريولاتية وأندسايتية مختلطة بالتف البركاني

## 4. الكالديرا: *

توجد وحدتان للفوهات الحوضية أو الكالديرا في منطقة الدراسة، وهي تشغل منطقة شبه دائرية محصورة بين جبل اللسي وجبل النصع والأخرى يظهر جزء منها في الجزء الشمالي الشرقي من جبل الهمام. تظهر الكالديرا المجاورة لجبل اللسي على شكل حوض مملوء بالرواسب البركانية الحديثة التي قامت عمليات التعرية المائية والريحية بنقلها من مظاهر النشاط البركاني المختلفة المجاورة لها. ويحيط بهذه الفوهة

* الكالدير (caldera) كلمة إسبانية معناها الوعاء الكبير وهي تعبر عن فوهة بركانية كبيرة تأخذ شكل حوض كبير ضحل.

قوس من المقذوفات البركانية الحديثة المتكونة من فتات الصخور الريولايتية والإندسايتية، والتف البركاني تنتشر فوق السهل الترسيبي الذي أصبح متموجا ويحيط بالفوهة الحوضية وتظهر طبقاته الترسيبية واضحة أسفل المقذوفات البركانية. يصل قطر الفوهة إلى 900 متر ويبدو أنها تكونت نتيجة لعمليات الانخساف الذي تبع انفجارات عنيفة وهبوط مستوى الماكما في الخزان الرئيسي ونظرا إلى عدم وجود ما يستند عليه، يؤيد ذلك وجود كميات غير كافية من المواد المقذوفة حول الكالديرا بحيث لا يمكن أن تكون سببا في تكونها.

## 5. العروق البركانية الحديثة:

تنتشر هذه الوحدة في مختلف أنحاء منطقة الدراسة، يتراوح ارتفاعها بين 10 – 30 متر فوق مستوى الأراضي المجاورة وتظهر في أشكال اقرب إلى المخاريط أو النتوءات
البارزة بجوانب شديدة الانحدار. وتتألف من مقذوفات بركانية نجمت عن نشاط بركاني
شقي تبع نشأة السهل الترسيبي، بدليل ظهور الطبقات الترسيبية للسهل الريحي أسفل هذه الكتل. ولا تظهر فوهات بركانية وسطية فوق هذه الكتل، مما يؤيد أنها نجمت عن شقوق أرضية. تتألف هذه الوحدة من كتل صخرية من الريولايت والإندسايت المختلطة بالحصى والتف البركاني.

## ب- وحدة الأصل الارسابي.

## 6. السهل الترسيبي:

يحتل هذا السهل مساحة واضحة في منطقة الدراسة وهو يبدو في شكل أرض مستوية في الأجزاء الجنوبية، إلا أنه يأخذ مظهرا متموجا قرب المناطق التي تعرضت للفعاليات البركانية عند المخاريط والهضاب البركانية والكالديرا، صورة (6).

تكون هذا السهل قبل أحداث فترة النشاط البركاني بفعل التعرية الريحية التي كانت نشطة في نقل كميات كبيرة من الرماد البركاني ورسبتها في المناطق المنخفضة المحيطة بالمخاريط البركانية. ويؤكد التطبق المتقاطع الكبير المقياس لرواسب هذا السهل صورة(7)، على أصله الريحي.
يتكون هذا السهل من رواسب ريحية من الرماد البركاني واللويس والرمل ويتغطى ببيريشيا صخرية مكونة من فتات صخري ريولايتي وأنديسايتي وأوبسيديني في المناطق القريبة من المخاريط والهضاب البركانية والكالديرا.

## جـ . وحدات الأصل البركاني التعروي:

### 7. الأحدور المتعري.

تشمل هذه الوحدة منطقة صغيرة شمال شرق منطقة الدراسة، تتكون من الرماد البركاني النـاعم ذي نفاذية ضعيفة تعرض لعمليات التعرية المائية مما أدى إلى تكون نسيج صرف ناعم، فأصبحت أراضٍ محـزززة تنتشر فيها الأخاديد.

### 8. المنخفضات البركانية:

تمثل هذه الوحدة مناطق منخفضة بين الطفوح والكتل البركانية والمخـاريط، فشـكلت منخفضـات حوضية صغيرة امتلأت بالرواسب الحديثة المكونة من ترسبات الرماد البركاني والرمل والغرين. تطـورت فيها تربة جيدة استغلت في الزراعة.

## التطور الجيومورفولوجي:

تعرضت منطقة ذمار – رداع بعد تكون صخور بركانيات اليمن في الحين الثلاثـي إلى عـدة فوالـق رأسية تتخذ اتجاه شمال شمال غرب – جنوب جنوب شرق. نجم عنها صعود كميات كبيرة من الصخـور الفلذ بركانية انتشرت على مساحات واسعة مغطية قاع المنخفضات المجاورة. وقد رافـق هـذا النشـاط البركاني خلال الخمسة مليون سنة الأخيرة تكون بعض المخاريط المنعزلة [6] .

ثم تعرضت المنطقة إلى نشاط عمليات التعرية الريحية، فنقلت الرياح كميات كبيرة من الرماد البركـاني ورسبتها فوق المناطق المنخفضة مكونة الوحدة الجيومورفولوجية السادسة (السـهل الترسـيبي). ودلـت الشواهد الحقلية على أن هذا السهل الترسيبي المؤلف من التف البركاني والرمل واللويس والذي يتطبـق تطبقاً متقاطعاً هو أقدم في نشأته من المظاهر الجيومورفولوجية الأخرى. فالمقذوفـات البركانيـة والحصـى البركاني وكتل الريولايت والإندسايت تحتل مواضع فوق التطبق الترسيبي على جوانب الكالديرا والعـروق البركانية الحديثة والهضاب البركانية.

استمر النشاط البركاني على فترات متتالية خلال الحين الرباعي، إذ خرجت الحمم البركانية ثانيةً علـى مستويات التصدع القديمة لتكون الوحدة الجيومورفولوجية الأولى وكذلك الهضاب البركانية ( وحـدة 3 ) والعروق البركانية الحديثة ( وحدة 5 ). وتميزت براكين الحين الرباعي بتواجدها علـى شـكل مخـاريط بركانية مركزية لها فوهات واضحة، كما هو الحال في جبل اللسي المظهر الجيومورفولوجي الأبرز في منطقـة الدراسة. وكذلك جبلي العر والهمام. وتكونت أيضا الفوهات الحوضية الممثلة في الكالديرا التي يظهر منها

فوهتين الأولى مجاورة لجبل اللسي والأخرى مجاورة لجبل الهمام، ويعتقد الباحثان وجود كـالديرا أخـرى مجاورة لجبل اللسي من الشرق.

وتعد منطقة الدراسة من أنشط الحقول البركانية في اليمن، إذ لا تزال مظـاهر النشـاط في خـروج الغازات وبخار الماء من قنوات أنبوبية كما في جبل اللسي الذي تنتشر على جانبه الشمالي خمس فتحـات ينفث منها بخار الماء الممزوج بغاز كبريتيد الهيدروجين. إذ يترسب الكبريت على الصخور المنتشـرة علـى الفتحات ويغطيها باللون الأصفر.

كما توجد فتحتان أخريان في أعلى الجبل عند حافة الفوهة البركانية. ويدل المقطع المخروطـي المتناسـق لجبل اللسي شكل (3) ومظاهر النشاط المتبقي على جبل اللسي على أن النشاط البركـاني قـد انتـهى حديثاً* فضلاً عن أنه يشير إلى المسامية العالية التي تتميز بها المواد المكونة لمخروط الجبـل وخشـونتها إذ تنتشر على جوانبه البريشيا الصخرية ونواتج التجوية والرماد البركاني فتغور المياه الجارية بسـهولة فيـها. فمع أن نمط الصرف على الجبل هو شعاعي إلا أنه غير متطور، فمجاري السيول قصيرة تغور أحياناً علـى منحدرات المخاريط البركانية قبل وصولها إلى الأراضي المجاورة. وهذه الإشارات كلها تعطي الدلائل علـى المرحلة الجيومورفولوجية التي تمر بها المنطقة وهي مرحلة الشباب.

* حدثت الثورات البركانية الرئيسة في منطقة الدراسة منذ أكثر من 3000 سنة ( مصدر3 ، صفحة 172).

## الإستنتـاجـات

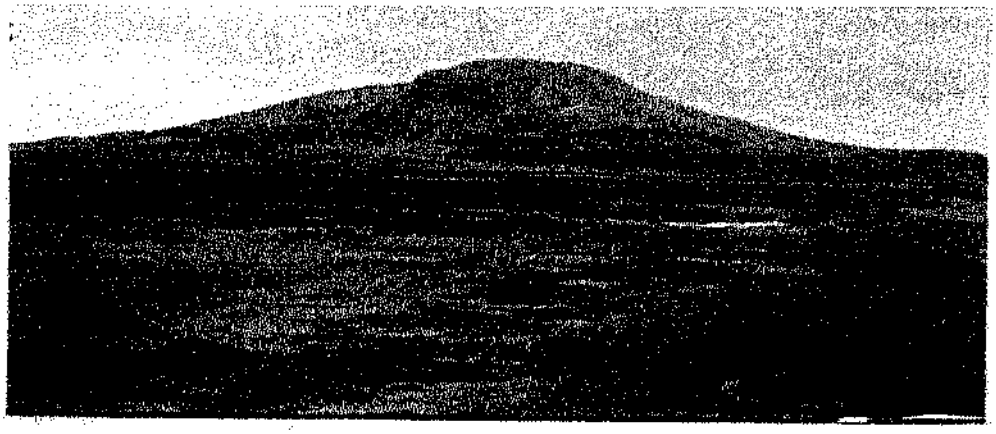
خلال الفحص والتحليل المجسم للصور الجوية بالأسود والأبيض وبمقياس رسـم تقريـبي 20000/1 أمكن تحديد ثماني وحدات جيومورفولوجية، ترجع خمس منها إلى الأصل البركاني وترتبط نشأتها بالفعاليـات البركانية التي سادت منطقة الدراسة وهي: المخاريط البركانية، الفوهات البركانية، الهضـاب البركانيـة، الكالديرا والعروق البركانية الحديثة، واثنتين منها ترجع إلى الأصل البركاني التعـروي، وهـي الآحـدور المتعري والمنخفضات البركانية نجمت عن نشاط عمليات التجوية الفيزياوية والكيمياوية والتعريـة المائيـة والريحية، وواحدة ترجع إلى الأصل الأرسابي وهي وحدة السهل الترسيبي.

ومن خلال الدراسة الحقلية أمكن التحقق من صحة فصل الوحدات الجيومورفولوجية. وأمكن تحديـد الأصل الريحي للسهل الترسيبي المؤلف من رواسب التف البركاني والرمل والويس والمتطبقة تطبقا متقاطعـا وبإحجام كبيرة يتعدى إمتدادها30 مترا.

كما أظهرت الدراسة الحقلية أن نشأة الهضاب والعروق البركانية الحديثة والكالديرا تبع تكـون السـهل الترسيبي، بسبب وجود الطبقات الترسيبية للسهل تحت المقذوفات البركانية التابعة للوحـدات السـابقة. وأتضح للباحثين شواهد حقلية تشير إلى كالديرا نشأت شرق جبل اللسي مباشرة.

وأوضحت الدراسة أن المنطقة تمر بمرحلة الشباب والدليل على ذلك النشاط الحالي لجبل اللسي والمتمثـل بخروج الغازات من قنوات أنبوبية على جانبه الشمالي وفوق القمة. إضافة إلى تناسق المخـاريط البركانيـة الأخرى في منطقة الدراسة .

ومن الدراسة الجيولوجية الحقلية لجبل اللسي تم تحديد الوحـدات الصخريـة، والمتمثلـة بصخـور الأوبسيديان المندمجة ببريشيا بركانية وتطبقات من رواسب الرماد البركاني الأحمر والرصاصي.



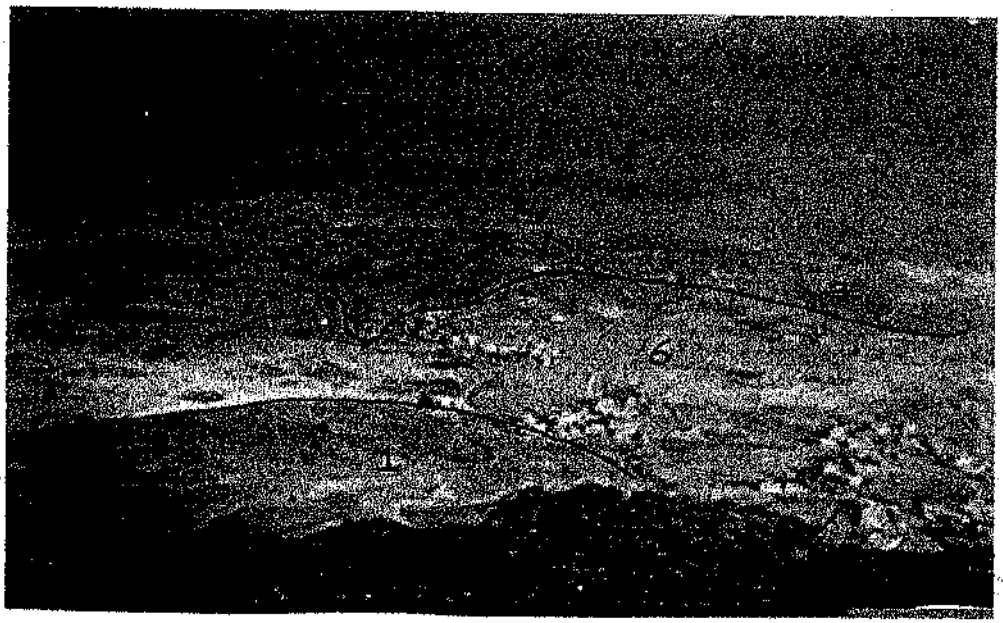
صورة (١) جبل اللسي ووحدة السهل الترسيبي

صورة (٢) المقذوفات البركانية الريولايت المندمجة بالتف البركاني أسفل جبل اللسي

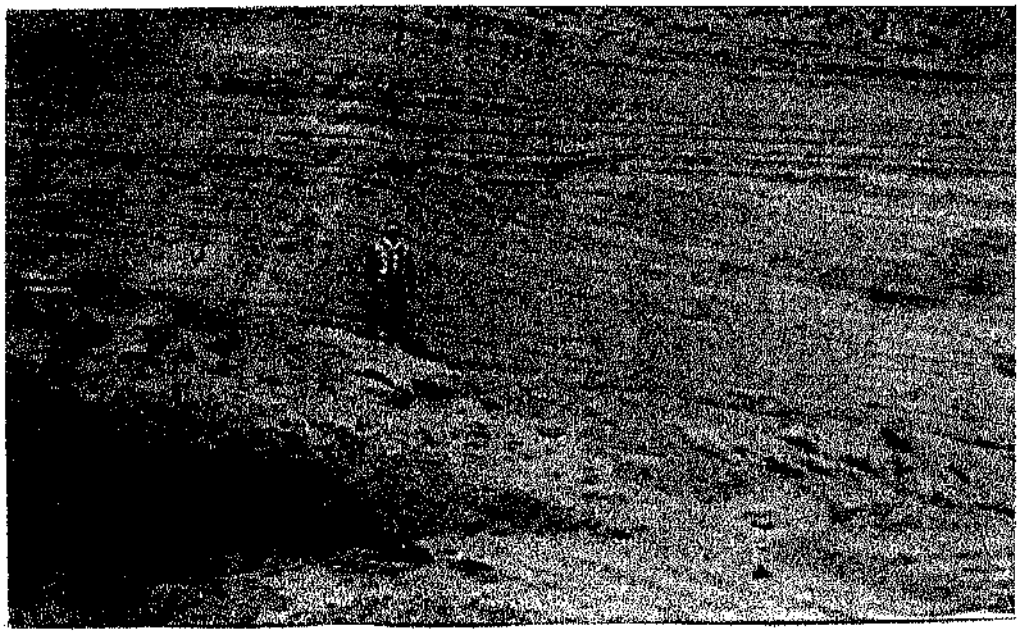
صورة (٣) كهوف صغيرة نجمت عن إزالة الرماد البركاني اسفل جبل اللسي

صورة (٤) فوهة بركان جبل اللسي ويظهر قاع الفوهة ورواسب الرماد والحصى البركاني

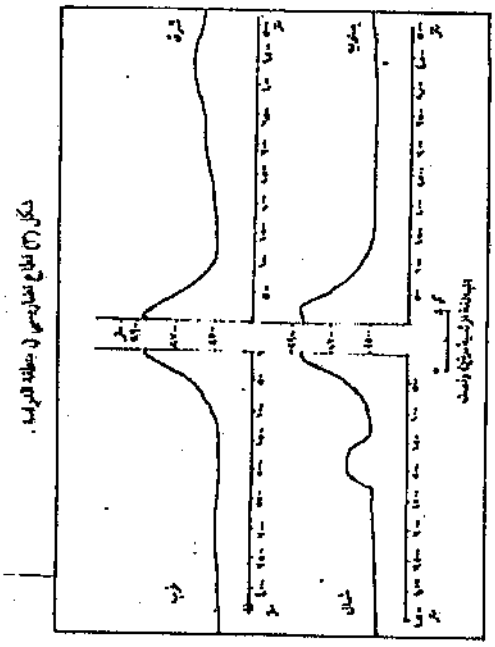
صورة (٥) صخور الرماد البركاني في أعلى جبل اللسي

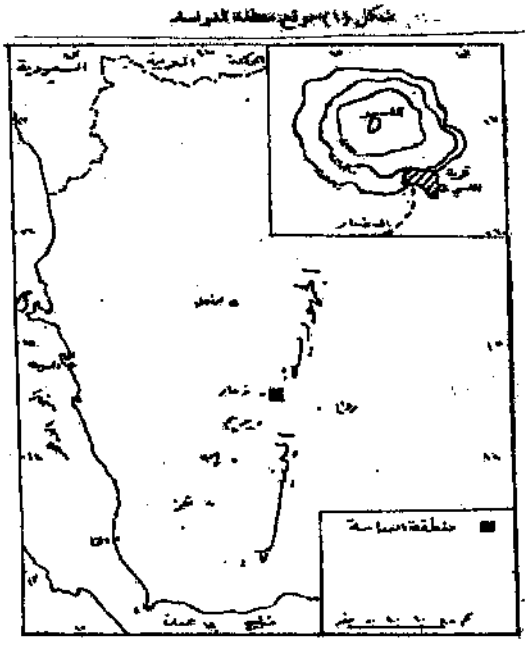


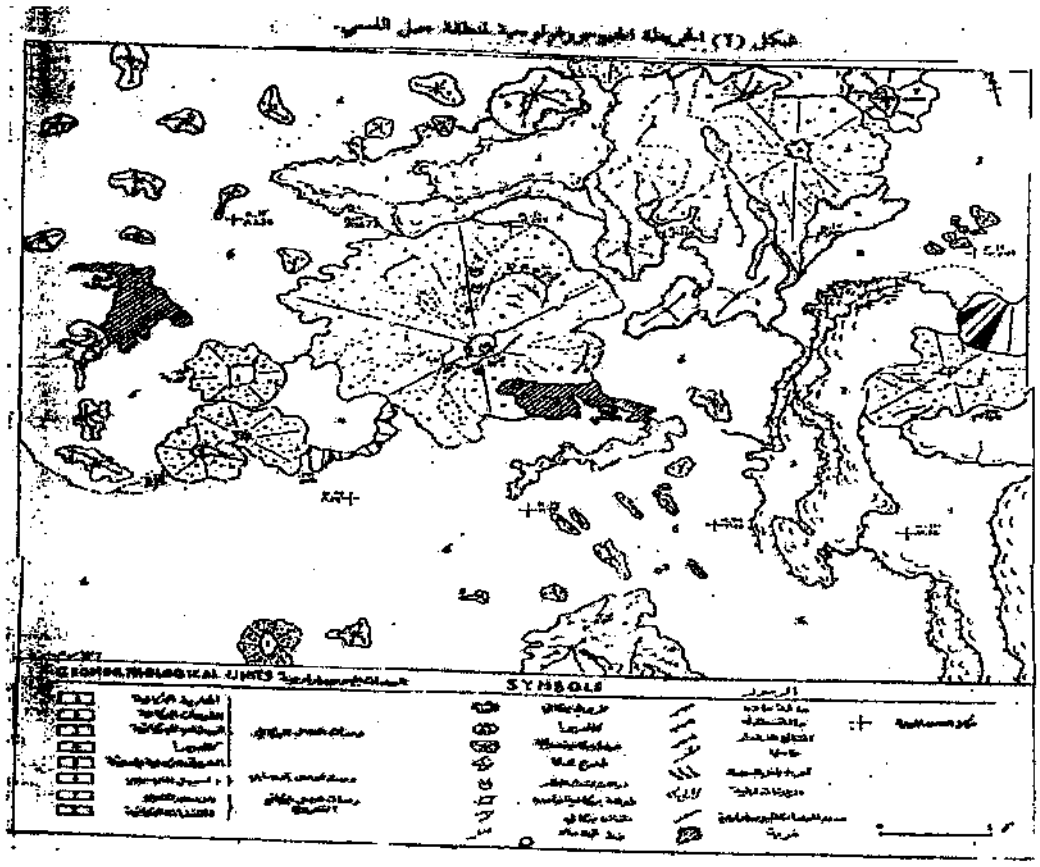
صورة (٦) الهضاب البركانية والسهل الترسيبي كما تبدو أعلى جبل اللسي



صورة (٧) التطبق المتقاطع في وحدة السهل الترسيبي






SYMBOLS

## الهوامـش والمصـــادر

1. الجمهورية اليمنية، مصلحة المساحة، صور جوية بالأسود والأبيض، مقياس رسم 20000/1، تصوير 1990م.

**Run 15:**

**Picture No.: 236, 237, 238, 239, 240, 241.**

**Run 14:**

**Picture No.: 16, 17, 18, 19, 20, 21.**

2. الجمهورية اليمنية، مصلحة المساحة، خريطة طوبوغرافية، مقياس رسم 50000/1 صفحة1444 D 3، طبعـة1- OSD ، 1989.

3. د. صلاح الخرباش ود. محمد الإنبعاوي، جيولوجية اليمن، مركز عبـــادي للدراســـات والنشـــر، صنعـــاء، 1996، ص109-112.

4. د. شاهر جمال أغا، جغرافية اليمن الطبيعية، مكتبة الأنوار، دمشق، 1983، ص285-301.

5. Zuidam, R.A. Van, and Zuidam – Cancelado I., ITC., Text book of Photo – interpretaion , Vol, 6, Instructions for Handing and Measuring Aerial photographs, The Netherlands, 1978, P.P. 29-30.

6. د. صلاح الخرباش ود. محمد الأنبعاوي، مصدر سابق ، ص 111.

المراجع:-

1. د. هيرمان فيرستابن ود. روى فان زويدام، نظام المسح الجيومورفولوجـــي لمســـوحات الفضـــاء وعلوم الأراضي، مجدلاوى، عمان، 1988.

2. وليم دى ثورنبرى، أسس الجيومورفولوجيا، ترجمة د. وفيق الخشاب، جامعة بغداد، 1975.

شكل (1) موقع منطقة الدراسة.

شكل (2) الخريطة الجيومورفولوجية لمنطقة جبل اللسي.

شكل (3) قطاع تضاريسي في منطقة الدراسة .

صورة (1) جبل اللسي ووحدة السهل الترسيبي.

صورة (2) المقذوفات البركانية في صخور الريولايت المندمجة بالتف البركاني أسفل جبل اللسي.

صورة (3) كهوف صغيرة نجمت عن إزالة الرماد البركاني أسفل جبل اللسي.

صورة (4) فوهة بركان جبل اللسي ويظهر قاع الفوهة ورواسب الرماد والحصى البركاني

صورة (5) صخور الرماد البركاني في أعلى جبل اللسي.

صورة (6) الهضاب البركانية والسهل الترسيبي كما تبدو في أعلى جبل اللسي.

صورة (7) التطبق المتقاطع في وحدة السهل الترسيبي.