وزارة التعليـم العـالي والبحـث العلمـي
المدرسـة العليـا للأساتـذة
العلامة الشيخ مبارك بن محمد إبراهيمي الميلي الجزائري
بوزريعة - الجزائر

محاضـرات في مقيـاس
جـغرافيـة العـالـم الـقديـم

مقدمة لطلبة الماستر:
في : العلاقـات الحضـاريـة في الـعصـور القديمـة
قسـم التـاريـخ والجغـرافيـا

تأشيرة رئيس اللجنة العلمية
لقسم التاريخ والجغرافيا

من إعداد الدكتورة : **مفتـاح سعيـدة**
أستاذة محاضرة (أ)

رئيسة اللجنة العلمية لقسم التاريخ والجغرافيا
إمضاء: أ. د/ نجاة بية

1446/1445 ه - 2025/2024 م

الـفـهـــارس

فـهــرس المحـتـويـــات

المحتـــويـــــات	الصفحة
المقــدمــة	8
المحاضرة الأول : النظريات القديمة لنشأة الكون	**9**
1 – نشأة الأرض	9
1-1- نظرية " كانت "	10
1-2- نظرية " لابلاس"	10
المحاضرة الثانية : النظريات الحديثة لنشأة الكون	12
1 – نظرية " تشمبرلن ومولتن "	12
2 – نظرية " جيفري و جينز "	13
3 – نظرية " هويل "	14
4 – نظرية " فايسبكر "	15
5 – نظرية " يوري "	16
المحاضرة الثالثة : عمر الأرض	19
المحاضرة الرابعة : نظرية الصفائح التكتونية	24
1 - تكتونيات الصفائح	24
1- 1 - مميزات الصفائح	24
1-2- النتائج المترتبة عن حركة الصفائح	25
1-2-1- حركة الصفائح المتباعدة	25
1-2-2- حركة الصفائح المتقاربة	26
2 - انواع حركة التقاء الصفائح	27
3 – النتائج المترتبة عن تقارب الصفائح	27
4 – الصفائح المتحوّلة	28

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ وجغرافيا

4-1- النتائج المترتبة عن حركة الصفائح المتحولة	29
المحاضرة الخامسة : القوى المشكلة لسطح الأرض	30
1- العوامل الباطنية التكتونية (الداخلية)	30
2- القوى الباطنية البطيئة	31
3- تغيّر وضع الطيات وانعكاس التضاريس	34
4- الحركات الإلتوائية الكبرى خلال العصور الجيولوجية	35
المحاضرة السادسة : القشرة الأرضية " الصخور، (اليابس)	39
1- الصخور النارية	39
1-1- انواع الصخور النارية	40
1-2- التركيب المعني للصخور النارية	40
2- الصخور الرسوبية	41
2-1- الخصائص العامة للصخور الرسوبية	41
2-2- تصنيف الصخور الرسوبية	42
2-3- تركيب الصخور الرسوبية	43
3- الصخور المتحولة	43
3-1- الخصائص العامة للصخور المتحولة	44
3-2- عوامل التحول	44
المحاضرة السابعة : القشرة الأرضية (الماء)	45
1- العمليات المرتبطة بالمياه	45
1-1- الدورة المائية	45
2- توزيع التساقط على سطح الأرض	46
3- الحركات الكتلية	47
4- النشاط النهري	53
4-1- مصادر مياه النهر	54

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة بيوزريعة
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا

2-4- تصنيف الأنهار	54
5- النشوء التضاريسي البحري	62
5-1- النموذج الساحلي والديناميكية الساحلية	63
المحاضرة الثامنة : التعرية الجليدية	74
1- خط الثلج الدائم	74
2- الوادي الجليدي	76
3- دور الجليد في تكوين سطح الأرض	78
4- تكوين الوادي الجليدي	78
5- خصائص الوادي الجليدي	79
5- القمم الهرمية	84
الملاحـــق	85
المراجع	112

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
مبارك بن محمد ابراهيمي الميلي
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا

فـهـرس الأشكـــال

الرقم	العنـــــــوان	الصفحة
01	تفسير نظرية (تشمبرلن ومولتن) "نظرية الكويكبات"	11
02	تفسير نظرية (جيفريز وجينز) "أ"	14
03	تفسير نظرية (جيفريز وجينز) "ب"	14
04	طريقة نشأة الأرض حسب نظرية (فايسبكر)	16
05	تشكل الأخاديد	26
06	تكوين ألواح قارية و ألواح محيطية	28

07	الحركة الانزلاقية للصفائح عند مناطق التحوّل	28
08	القوى المشكلة لسطح الأرض الالتواء	29
09	دورة الصخر في الطبيعة	39
10	البركان في حالة ثوران	40
11	دورة الماء	46
12	امثلة عن الحركات الجليدية	50
13	مقطع عرضي لوادي جليدي	74
14	اشكال النحت الجليدي	75

اللجنة العلمية لقسم التاريخ وجغرافيا

فهـرس الصـــور

الرقم	العـنـــــوان	الصفحة
01	اثر الفيضانات في الأوساط الحضرية	60
02	الأنهار العشوائية	61
03	الأنهار العشوائية	61
04	الأنهار العشوائية	61
05	الأودية العشوائية الكاذبة	62
06	الأودية العشوائية الكاذبة	62
07	صور فضائية لدلتا النيل	73
08	ارضية لدلتا صغير الحجم	73
09	صورة فضائية لخط الثلج الدائم	75
10	الوادي الجليدي	76

11	الوادي الجليدي	77
12	وادي جليدي بعد ذوبان الثلج وتكوين مجرى مائي	78
13	منطقة جليدية صيفا و شتاءا	82
14	الحلبات الجليدية	84
15	حلبة جليدية بعد ذوبان الثلج	84

مقدمــة

نحاول في هذه المطبوعة الخاصة بمقياس جغرافية العالم القديم دراسة الأبعاد النظرية والتطبيقية لموضوع مهيمن في تكوين وتأهيل طلبة الماستر في العلاقات الحضارية في العصور القديمة التابعة لقسم التاريخ والجغرافيا.

وسنتطرق في هذه المطبوعة أيضا الى تحليل أسس وخصائص ومكونات كوكب الأرض والأبعاد النظرية لنشأة العالم القديم من الجوانب الفلسفية والعلمية والدينية.

و لا ندّعي قلة المراجع والمواد العلمية باللغة العربية في هذا المجال فلا ربما سبقنا آخرون الى هذا العلم ولكن نعتقد بأننا ومن خلال هذه المطبوعة نعطي كثير من الملاحظات التي قد تساهم في إثراء النقاش والحوار العلمي، وقد ابتعدنا عن استعراض أهم نظريات نشأة المجموعة الشمسية .... الواردة في كتب بشكل متكرر، فليس لدينا ما نظيف عليها، واكتفينا بشرح وتحديد نظريات الفضاء الكوني والنظام الشمسي بأنواعها المختلفة

كما أن دراسة الظواهر الطبيعية الكبرى لكوكب الأرض تعّد أول اركان علم الجغرافية الطبيعية التي هي أحد فرعي الجغرافية العامة.

ومن نافلة القول ان دراسة جغرافية العالم القديم تقوم على شرح الحقائق العلمية عن أسس وخصائص الكوكب الذي نعيش فيه، مما تستدعي بذل المزيد من الجهد في استيعاب تفصيلاتها، لذلك فقد حرصنا على كتابة المحاضرات بأسلوب سهل، وعرض المعلومات والمفاهيم الأساسية عرضا مبسطا لكنه شاملا للتطورات الحديثة في هذا الميدان.

المحاضرة رقم (01) : النظريات القديمة لنشأة الكون:

تعتبر الأرض أحد وحدات النظام الشمسي، أو هي كوكب من كواكب المجموعة الشمسية، وهي تدور حول الشمس كغيرها من الكواكب. والسؤال او الأسئلة التي تطرح الآن هي :

- ماذا كان شكل الأرض منذ 500 مليون سنة ؟
- متى ظهرت الجبال الالتوائية على سطح الأرض ؟
- متى انشقت الأرض وتكونت القارات وما بينها من محيطات ؟

وغيرها كثير من الأسئلة التي تطوف دائما بخاطر المرء. وقبل ما نبدأ في بحث تاريخ الأرض نفسها منذ تكوينها الى وقتنا الحالي يجب أن نلم ولو إلماما موجزا عن أصلها، وعن أهم النظريات التي حاولت أن تشرح طريقة تكوينها وانفصالها كغيرها من كواكب المجموعة الشمسية.

1- نشأة الأرض :

اختلفت آراء العلماء من وقت بعيد في وضع تفسير موّحد لنشأة الكون بوجه عام و لنشأة المجموعة الشمسية، والأرض أحد أفرادها، بصفة خاصة، وهكذا قامت عدة نظريات للعديد من علماء الجيولوجيا والفلك والرياضيات والطبيعة وغيرها....، تحاول كل منها البحث في كيفية نشأة و تكوين الأرض. ويمكن تقسيم هذه النظريات الى مجموعتين هما[1]:

أ – مجموعة النظريات القديمة، وتشمل :

1- نظرية كانت، (I.Kant)
2- نظرية لا بلاس، (P.Laplas)

ب – مجموعة النظريات الحديثة، وتشمل :

3- نظرية تشمبرلن ومولتن (Chamberlin and Moulton)
4- نظرية جفريز وجينز (Jefferys and Jeans)
5- نظرية هويل (Hoyle)

[1].فتحي عبد العزيز أبوراضي: "أسس الجغرافية الطبيعية" ، دار النهضة العربية – بيروت- 2001، ص59.

6- نظرية فايتسيكر (Von Weizzsacher)

7- نظرية يوري .(Yory)

وبديهي أن كل هذه النظريات افتراضية، وستعطي فكرة سريعة مختصرة خالية من التعقيد عن كل نظرية منها.

1 - 1 - نظرية كانت :

تقدم الفيلسوف الألماني " إيمانويل كانت " في سنة 1755 بنظرية لتفسير نشأة المجموعة الشمسية تتلخص في أن : " المجموعة الشمسية كانت عبارة عن أجسام صغيرة صلبة تسبح في الفضاء الكوني بسرعة فائقة.

ونظرا لخضوع هذه الأجسام لقوى الجذب فيما بينها وهي تتحرك فتجمعت الأجسام الصغيرة حول الأجسام الكبيرة ،ونشأ عن هذه التجمعات عقد ضخمة من المواد الكونية، اخذت تتجاذب وتتصادم، ونتج عن تصادمها حرارة شديدة كانت كافية لأن تحوّل هذه المواد الى غازات متوّهجة كالغازات التي يتكون منها السديم (Nebula)، وتوّلدت قوة ساعدته على الدوران حول نفسه بسرعة كبيرة، ونتيجة لتلك الحركة السريعة وما نشأ عنها من قوة طاردة مركزية برزت الأجزاء الاستوائية من كتلة السديم ، وبدأت تنفصل منه من حلقات غازية كان لكل حلقة لها قوة جاذبة خاصة، وبانفصال الحلقات الواحدة تلو الأخرى لم يتبق في النهاية إلا نواة السديم " الجزء الأوسط " وهو الذي تتكون منه الشمس الحالية. و أخذت تتحد ببعضها بتأثير قوي الجذب مكونة لكوكب أو لكواكب المجموعة الشمسية المعروفة في ذات الوقت "

ونظرية " كانت " لا يمكن قبولها من الناحية الديناميكية ، لأنها تؤمن بأن الأجسام تتحول من الحالة الصلبة الى الحالة الغازية دون أن تمر بحالة السيولة.

ولكن اكتسبت شهرتها بقيمتها التاريخية ، اذ انها تعد في حقيقة الأمر اللبنة الأولى التي بني حولها العالم الفرنسي نظريته المشهورة.

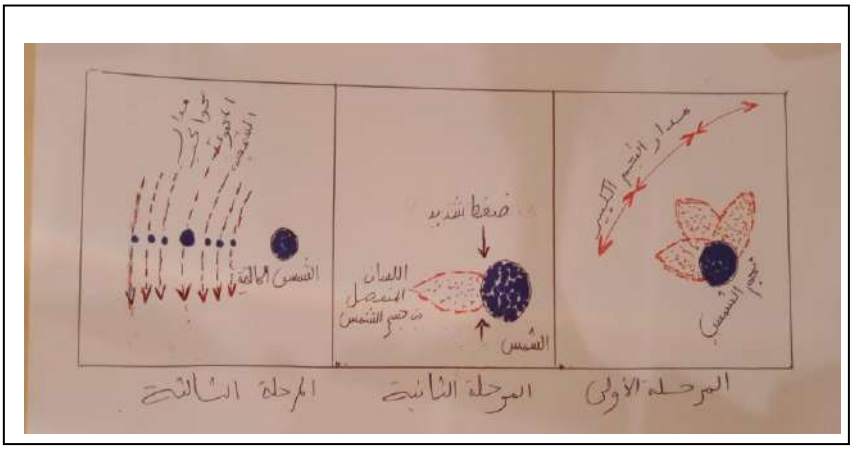
1-2 - نظرية لابلاس :

توصل العالم الفلكي الفرنسي " لابلاس " عام 1796 الى وضع نظريته المعروفة باسم النظرية السديمة أو الحلقية (Nebular or Ring hpothesis) وذلك بعد أن قرأ عن حلقات حول الكوكب زحل (Saturne). ويمكن تلخيص هذه النظرية في : " أن كل كواكب المجموعة الشمسية كانت عبارة عن

كتلة كروية من الغازات الشديدة الحرارة " السديم" ذات قطر أكبر من قطر النظام الشمسي المعروف حاليا. كذلك افترضت هذه النظرية أن الكتلة السديمية كانت في حركة دائرية منتظمة و أن اتجاه دورانها كان هو نفس اتجاه دوران الكواكب الحالية، وبعد ذلك أخذت هذه الكتلة في الانكماش تدريجيا نتيجة لفقدان حرارتها بالإشعاع وكان من نتيجة ذلك زيادة سرعة حركتها الدائرية ونتج عن هذه الحركة إنبعاج في منطقة السديم الاستوائية بفعل القوة الطاردة.

وافترضت النظرية بعد ذلك انفصال حلقة من الغازات من حول الأجزاء المنبعجة عندما تعادلت القوة الطاردة المركزية (Centrifugal Force) مع قوة الجذب ناحية المركز. ثم استمر انكماش كتلة السديم وزادت سرعته فانبعجت اجزائه الاستوائية وانفصلت حلقة بعد الاخرى ، حتى أصبح عدد هذه الحلقات سبعا، هي التي كونت فيما بعد الكواكب السبعة المعروفة آن ذاك والتي اتخذت لنفسها مدارات مختلفة حول الشمس. وقد استمر انكماش الكواكب نفسها قبل أن تبرد فانفصلت عنها، بنفس الطريقة التي تكونت بها بعض الحلقات التي كونت فيما بعد توابع هذه الكواكب (الاقمار) (Satellites) (أنظر الشكل رقم (01)).

وقد سادت هذه النظرية في أغلب الاوساط العلمية زهاء ثلثي قرن الى أن تقدم العالم الإنجليزي "ماكسويل " (Maxwell) في عام 1859 برأي يقول أن حركة دوران الكواكب تبلغ في مجموعها نحو 49 مرة قدر حركة دوران الشمس نفسها (نواة السديم) . بينما لا يتعدى مجموعة مادتها جزءا واحدا من 700 جزء من مادة الشمس، فكيف أمكن لتلك الحلقات الغازية – التي انفصلت من السديم بفعل القوة الطاردة المركزية – أن تمنح لنفسها تلك المقادير الهائلة من حركة الدوران ؟ ومن هنا سقطت نظرية لابلاس



الشكل رقم (01) : تفسير نظرية تشمبرلن ومولتن (نظرية الكويكبات)

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة بوزريعة
مبارك بن محمد إبراهيمي الميلي
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا

المحاضرة رقم (02) : النظريات الحديثة لنشأة الكون:

1 – نظرية تشمبرلن و مولتن :

تعرف هذه النظرية بنظرية الكويكبات أو النظرية الحلزونية

(Planetesimal or Spiral Hypothesis) وتقدم بها في عام 1904 العالمان الأمريكيان الجيولوجي "تشمبرلن" والفلكي "مولتن". ويفترضان أن مادة الكتلة الضخمة التي كانت تتكون منها الشمس و الكواكب المختلفة، كانت على هيئة حلزونية أو لولبية (Spiral) وأن هذه المادة كانت تتكون من جزيئات منفصلة سمّيت بالكويكبات (Planetesimals) وقد كان مكانها و حركتها داخل هذه الكتلة الضخمة يعتمدان على مدى سرعة هذه الكويكبات و قوة الجاذبية المشتركة بينها.

والمعتقد أن السبب في تكوين مثل هذه الكتلة الحلزونية من الكويكبات حسب هذه النظرية هو في الأصل نتيجة للانفجارات الشمسية من جهة ، ونتيجة من المد الشديد نشأ عنها تولّد لسان كبير أو نتوء غير عادي من مادة الشمس التي سببها نجم مار حول الكتلة الشمسية من جهة أخرى.

ونتيجة لحركة هذا النجم المنتظمة فإن قوة جذب الكويكبات اليه بالنسبة لكل نقطة يمر بها حول الشمس فسببت الشكل الحلزوني لمدارات هذه الكويكبات .

وعندما زاد اقتراب النجم من الشمس ضعف تماسك ذلك النتوء الشمسي فانفصلت أجزاء منه على أبعاد مختلفة وحدث بعد ذلك أن تبلورت تلك الأجزاء المنفصلة لتشكل كتلة كاملة أخذت تتجمع مكونة في النهاية الكواكب.

وهكذا يمكن تصور كوكب الأرض على أنه واحدة من هذه الأجسام التي انفصلت عن الشمس اثناء مرور ذلك النجم الذي كان يدور حولها. وافترض تشمبرلن و مولتن أن الأرض بردت بسرعة بعد انفصالها عن الشمس ثم اخذت تصطدم خلال ملايين عديدة من السنين ببعض الكويكبات الأخرى التي اخذت تضمها الى كتلتها الواحدة تلو الأخرى.

كذلك اكد هذان العالمان أن الأرض لم تكن في حالة سائلة في ذلك الوقت، و ان اصطدام هذه الكويكبات بسطح الأرض أثناء دورانها كان كافيا لصهر هذا الجزء من سطح الأرض والتصاق الجسم الغريب به. ونتيجة لتجمع هذه الكويكبات الكثيرة مع الأرض أثناء نموها ، ازدادت قوة الجاذبية وتركزت هذه القوة

في مركز الأرض ، بينما انطلقت الغازات وتكثفت بعضها و كونت الغلافين الجوي والمائي حول سطح الأرض اليابس.

2 - نظرية جيفريز وجينز:

تعرف هذه النظرية بنظرية المد الغازي (Gaesous Tidel Hyothésis) وقد تقدم بها العالمان الإنجليزيان " هارولد جيفريز " عالم الطبيعة الأرضية، والفلكي "جيمس جينز" في عام 1927 لكي يتدارسا نقاط الضعف والاعتراضات المختلفة التي عانت منها نظرية تشمبرلن و مولتن (نظرية الكويكبات) .

وتقوم هذه النظرية على اساس أن انفصال الكواكب من الشمس كان بسبب عامل واحد فقط هو جذب النجم السيّار للشمس وليس كما ذكر تشمبرلن و مولتن عن الطريقة التي انفصلت بها الكواكب عن الشمس كانت نتيجة عاملين هما :

- عامل الانفجار الذي يصيب جسم الشمس ،

- عامل جذب النجم الشمسي،

و تقول النظرية أن قوة جذب النجم قد اثرت في جسم الشمس، فكونت مدا هائلا في جانب واحد من جوانب الشمس و هو الجانب المواجه للنجم (كما هو مبيّن في الشكل رقم (02))، وساعد ذلك على امتداد عمود اسطواني هائل من الغاز بلغ طوله طول المسافة بين الكوكب بلوتون والشمس. ولم يكن قطر هذا العمود الاسطواني واحد في جميع اجزاءه ، اذ كانت نهايته اقل سمكا منه في وسطه .

وبمرور الوقت انفصل هذا العمود الى عشرة اجزاء ، تكوّن منها تسعة كواكب ، وهي التسعة كواكب المعروفة حاليا ، وكوّن الجزء العاشر مجموعة الكويكبات التي تقع بين المريخ والمشتري (كما هو مبيّن في الشكل رقم (03))

ويفهم من هذه النظرية ان الكواكب جميعها كانت في أول الأمر غازية، ثم تحوّلت بالتريج الى سائلة ثم الى الحالة الصلبة. كما يفهم أن الكواكب الغازية انفصلت منها قبل تكاثفها كتل كوّنت فيما بعد الاقمار التابعة لها.

وما نفهمه ايضا من النظرية أن الكتل التي انفصلت واستقلت في الوسط كانت اكبر من غيرها ومنها نشأت الكواكب الاكبر حجما، اما الكواكب الصغيرة فقد تكوّنت عند طرفي العمود الاسطواني الغازي.

ويتفق هذا الترتيب مع الوضع الحالي لكواكب المجموعة الشمسية كما راينا من قبل.

الشكل رقم (02) و (03) : تفسير نظرية جيفريز وجينز

3 – نظرية هويل (Hoyle Hypothesis):

تعرف هذه النظرية بنظرية الازدواج النجمي أو نظرية ميلاد نجم جديد (The Nova Theory) وهي من احدث النظريات الخاصة بنشأة الكرة الأرضية، وقدمها الفلكي " الفريد هويل " لكي يتفادى الاعتراضات الرئيسية التي وجهت الى نظرية المد الغازي وهي أن الكواكب ماهي الا قسم بسيط من الكتلة الكلية للمجموعة الشمسية تركب في معظمها من عناصر غازية خفيفة كالأيدروجين والهليوم وهي عناصر يقل وجودها في الأرض ،كما تتركب الكواكب من نسب كبيرة من عناصر ذرية مركبة وزنها الذري عظيم كالحديد والألومنيوم، وهي عناصر نادرة الوجود في جسم الشمس.

وتعتمد نظرية هويل في صياغتها على أن الشمس لم تكن الأصل الذي تكونت منه الكواكب، بدليل أن الجزء الأكبر من مادة الأرض يتكون من مواد معيّنة ثقيلة، لا تتواجد بهذه النسب العالية في جسم الشمس التي تتكون مادتها من الايدروجين ورماده بعد التفجير الذري وهو الهليوم، وتقودنا هذه الحقيقة الى أن الأرض و امثالها من الكواكب تدخل الى الكون انواعا من المادة تختلف في مجموعها كثيرا عما يسود داخل الشمس.

وتذكر هذه النظرية ايضا ، أن تكون الكواكب من نتائج انفجارات "سوبرنوفا .Suernova" وقد يصل معدل استهلاك الايدروجين الذي ينبني منه "سوير نوفا" الى نحو ضعف معدل استهلاكه في الشمس، ويكون بذلك عمر النجم جزءا واحدا من مائة جزء من عمر الشمس بالتقريب.

بمعنى انه اذا قدّر للشمس ان تعيش 50 الف مليون سنة فإن النجم العملاق لا يعيش الا نحو500 مليون سنة فقط . وعندما يستنفذ كل الايدروجين الذي في النجم تنقطع بذلك امدادات الطاقة فيه. الا انها تستمر تنطلق من المركز الى السطح حيث تفقد بالإشعاع المستمر فيتآكل النجم من الداخل وينهار على نفسه وتتضاعف بذلك مكوناته وترتفع درجة حرارته بشدة فائقة بالتضاغط، ويعمل الضغط الشديد والحرارة المرتفعة على تكوين العناصر الثقيلة داخل السوبرنوفا.

وكلما انكمش النجم ازدادت سرعة دورانه وكلما ادى ذلك لازدياد القوة الطاردة المركزية التي تعمل على طرد اجزاء جسم النجم الساخن بعيدا عن المركز ويتم انفجار النجم عندما لا تقوى قوة الجاذبية على العمل على تماسك اجزائه و تنطلق بذلك مادة النجم في الفضاء متناثرة على ابعاد كبيرة.

وادى تكاثف اجزاء النجم فيما بعد الى نشأة الكواكب المعروفة. وبديهي ان أصل ذلك النجم الذي انفجر. بالطريقة التي ذكرتها النظرية، وتكونت منه المجموعة الشمسية كان قرين لشمسنا الحالية ومصاحبا لها. وكثير من الشموس في الفضاء الكوني اليوم يصاحبها مثل هذه النجوم المتفجرة، وبذلك فان ظاهرة الازواج النجمي نجدها شائعة نسبيا في الكون.

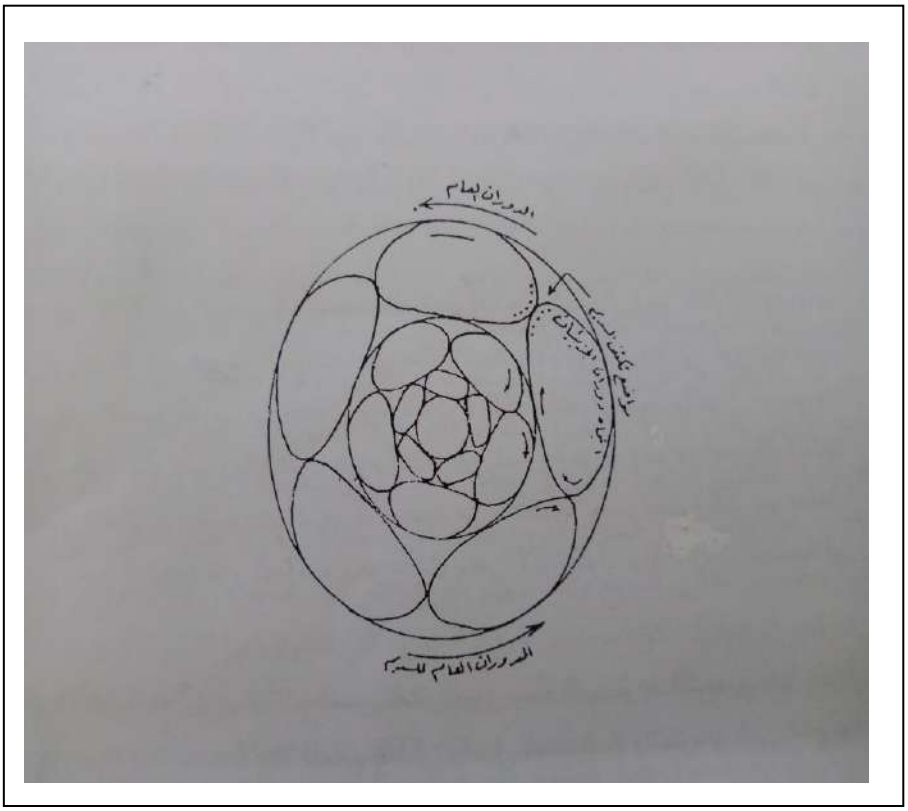
وترى النظرية ايضا أن انفجار السوبرنوفا ولّد حرارة مرتفعة وهائلة تصل الى نحو 300 ضعف قدرة درجة حرارة في مركز الشمس (أي 6 x 910 درجة مئوية) وهي الحرارة التي يعتقد أنها كافية لتكوين شتى العناصر التي تتكون منها الكواكب.

4 – نظرية فايسبكر:

وقد قدمها الفلكي الألماني فايسبكر (Von Weizsacher) على أساس نظرية "كانت" ، تعرف بنظرية السحب السديمية (Nebular-Cloud Theory) والتي تقول بان أصل المجموعة الشمسية عبارة عن كتلة غازية هائلة كانت تدور حول نفسها. ولم يكن بتلك الكتلة اختلاف اول الامر في خصائصها الكيمائية. ثم برد اطارها الخارجي، وتكثفت عناصرها الثقيلة التي تشكلت على ما يشبه القطرات التي تكونت تدريجيا على مدى زمني طويل، أخذت اثناءه حركة مثل دوامات كبيرة. ثم أتحدت تلك القطرات مع بعضها ثم تحوّلت الى كواكب.

وهذه الكتل الغازية كانت تضم دوّامات جزئية تشبه تلك التي تلاحظ عن انبثاق كتل الغاز الملتهب فجأة، وهذه الدوّامات اتخذت مسارا لها مع المسار العام لكتلة الغاز الأصلية (مثلما هو مبيّن في الشكل رقم 04). وبينما كانت تقترب دوّامات من بعضها يحدث بينها احتكاك كبير مما يؤدي الى تكويرها

واختلاف اتجاه دورانها، فبعضها يأخذ حركة دوران عقرب الساعة والآخر عكسها، وبمثل تلك الطريقة تكوّنت الأقمار وتباين اتجاه دورانها.



الشكل رقم (04): طريقة نشأة الأرض حسب نظرية فايسبكر.

5 – نظرية يوري:

وتعرف بنظرية السحب الغبارية (The Dust Cloud Hypo thesis)، وترجع الى أول الخمسينيات من هذا القرن، عندما نادى بها الكيميائي " هارولديوري"، حامل جائزة نوبل في العلوم.

وتفترض النظرية بأن أصل النظام الشمسي قد نشأ عن دخول سحابة غازية الى منطقة خالية في مجموعتنا النجمية، حيث تضاغطت جزيئاتها، بفعل ضوء النجوم القريبة منها، وقد وصل التضاغط الى حّد معيّن، تبعه انهيار الكتلة بفعل الجاذبية، وقد نشأ عن ذلك الشمس تحيط بها حلقة من تلك السحب والغازات التي تجزأت مكوّنة الكواكب والكويكبات وبقية الأجرام الأخرى في النظام الشمسي. وقد تكوّنت الكويكبات في مراحلها الأولى، نتيجة لتكاثف الماء و النشادر.

وكانت المرحلة الأولى لنشأت الكواكب هي مرحلة البرودة التي تجمع فيها النار والماء، ثم تلت تلك المرحلة، مرحلة السخونة العالية التي تسمح بانصهار الحديد وإتحاد عنصر الكربون مع عناصر أخرى، وتحوّله الى كربون الحديد.

وقد بنى يوري نظريته على النظريات السابقة لكل من "كانت" و " تشمبرلن ومولتن"، وعلى مشاهدات الفلكيين الحديثة .

فاعتبر نشأة المجموعة الشمسية مثل نشأة النجوم التوأمية التي نظهر في مجموعتنا النجمية، والتي تضم نجوما مزدوجة.

وأهم ما في هذه النظرية هو معالجة نقاط النقص في النظريات السابقة، وتوضيح اسباب الاختلافات الهائلة في الكيميائية الموجودة في عناصر المجموعة الشمسية. فهو يرجع ذلك حسب مشاهدات الفلكيين الى هروب الغازات من الكواكب، على سبيل المثال هروب النيون من الأرض وهروب النتروجين والكاربون والماء من داخلها الى السطح، كذلك يعلل ذلك بتحول عناصر الى أخرى مثل الأرجون الذي تحلل اشعاعيا الى البوتاسيوم مع مرور العصور الجيولوجية، كما أن غاز الكربتون والزنيون لم يكن لهما وجود من قبل على الأرض، والكواكب الداخلية الأربع القريبة من الشمس نفدت فعلا غازاتها، بينما احتفظ كل من المشتري و زحل بغازاتهما، وتزايد عليها الهيدروجين والهيليوم، كما فقد اورانوس و نبتون الهيدروجين والهيليوم والميثان والنيون، واحتفظا بالماء والأمونياك.

وعلى ما يبدو أن الماء والأمونياك والهيدروكربونات مثل الميثان قد تصلبت في الكواكب الأولية، أما الغبار فقد تناثر في عواصف ثلجية وانتشر في حيّز يشمل ما بين الكواكب الحالية.

ويؤكد " يوري" بان الأرض قد مرت بحالة السيولة، وإلا استحال تبخر الغازات وهروبها منها. وكما يؤكد أنه قد تبع هروب الغازات، في حالة اكتمال الأرض، زيادة في قوة الجاذبية.

ويرى أيضا ان التغيير في القصور الذاتي في حالة سيولة الباطن، كان يقابله اثر المد والجزر، وبموفقة الحسابات الفلكية التي تدل على زيادة طول اليوم الناتج عن المد والجزر، وسرعة الدوران ...

يرى يوري ان هبوط الحديد من غلاف ما تحت القشرة الأرضية، كان يتم بمعدل 50 ألف طن في الثانية الواحدة نحو المركز، وهو معدل يكفي لأن تتكون نواة الأرض المعدنية في 500 مليون سنة.

كذلك هناك نظريات أخرى قامت كمحاولات لتفسير نشأة المجموعة الشمسية منها نظرية الشمس التوأمية (The Binary Star Theory) للعالم الفلكي " راسيل " (R. Ruussell) والنظريات التي تقدم بها العلماء الروس ومن بينهم العالم " أتوشميت" (Otto. Schmidt) والفلكي الطبيعي "امبارسوميان " (rsumy anAmba) وهي نظرية السحب الغازية المترتبة أو السديم الغازي المترتب.

الخلاصة :

أن لكل نظرية من النظريات التي لخصناها مكانتها، كما أن فيها ايضا مواضع ونقاط ضعف مختلفة. وسواء رجحت نظرية " لابلاس" او " جيفريز وجينز " او "هويل" او غيرها من النظريات، انها بالرغم من اختلافها في تصوير وسائل التشكيل اللازمة لكواكب النظام الشمسي، فان مركبات وعناصر هذا النظام يمكن ان تتواجد ملايين السدم المتعددة مما يزيد من احتمال وجود كواكب أخرى لا حصر لها تتبع ملايين الشموس المنتشرة في ارجاء الفضاء الكوني.

اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا

المحاضرة رقم (03): عمر الأرض:

كانت معرفة عمر الأرض دائما مثار جدل ونقاش بين العلماء، فالإنسان منذ القديم حاول أن يعرف عمر الأرض، والحياة على سطح هذا الكوكب.

وقد أخذ الجدال بين العلماء في أول الأمر شكلا فلسفيا، حيث كان مبنيا على أساس : هل أن الارض ازلية في هذا الوجود ؟ ام أنها ظهرت وتكوّنت في وقت معيّن يمكن تحديده ؟

وقبل ان نخوض في هذا الموضوع يجب ان نفرق بين مصطلحين هما [2]:

العمر المطلق للأرض (Absolute Age)، والعمر النسبي (Relative Age)، لها.

ويقصد بالعمر المطلق تقدير عمر الأرض نفسها، أو على الأقل منذ أن بدأت قشرتها الخارجية في التصلب.

أما العمر المطلق النسبي فيقصد به عمر صخور الأرض وخاصة الصخور الرسوبية التي يعتمد تقدير عمرها على دراسة طبقات تلك الصخور، وما تشمله من حفريات نباتية وحيوانية، وهو ما يفيد في إعطاء تقدير للجزء الحديث من تاريخ الأرض.

وقد كان يعتقد بأن عمر الأرض لا يتجاوز بضعة آلاف من السنين، إذ حدّده الفرس القدماء بنحو 12ألف سنة، وحدّده رجال الدين الهندوسي بنحو بليوني سنة، أما الأسقف الايرلندي " جيمس أسشر " (James Usshe) في القرن الرابع عشر ميلاي، فقد حدّد عمر الأرض إذ قال بأنها خلقت في الساعة التاسعة من صباح يوم 26 أكتوبر (تشرين الأول) عام 4004 قبل الميلاد.

وقد توصل " أسشر " الى هذه النتيجة من حسابات دقيقة استقاها من دراسة المخطوطات والكتب الدينية القديمة.

واعتقد بعض رجال الدين الآخرون بان الفترة الواقعة بين ميلاد سيدنا آدم والمسيح عليهما السلام 5515 سنة.

---

[2]. فتحي عبد العزيز أبوراضي: "أسس الجغرافية الطبيعية" ، مرجع سبق ذكر ، ص 68.

وقد حاول علماء الجيولوجيا والفيزياء والكيمياء تحديد عمر الأرض على أسس علمية وبطرق مختلفة ، منها دراسة ملوحة المحيطات، فمن الحقائق العلمية المسلم بها بين العلماء الجيولوجيين أن المحيطات في بداية تكوينها كانت مياهها عذبة، اما كمية الأملاح الموجودة الآن، في مياه المحيطات (والتي تقدر حاليا بحوالي 22 مليون كم3 ، والتي تشكل طبقة حول الكرة الأرضية بسمك 45 مترا)، نتجت عن عمل الأنهار التي تحمل سنويا كمية كبيرة من الأملاح متجمعة في المحيطات.

وقد أكد بعض العلماء بأنه من الممكن استنتاج طول الزمن الذي مرّ منذ أن تكونت المحيطات وذلك من كمية الأملاح الموجودة حاليا في المحيطات.

ويعد العالم الإنجليزي "ادموند هالي" (الذي سمي بإسمه المذنب المشهور هالي) أول من قام بهذه الدراسات، وقدر عمر المحيطات بحوالي 10 ألاف سنة، والسبب في حصوله على هذا الرقم غير الصحيح هو عدم معرفته كمية المياه الموجودة فعلا في المحيطات وكذلك كمية الأملاح التي تنقلها الأنهار سنويا الى المحيطات.

أما العالم" جولي " فقد وجد بأن هذا الزمن يساوي 80-90 مليون سنة. وقدره آخرون بحوالي 90-350 مليون سنة.

أما التقديرات الحديثة التي أجريت وبنفس الطريقة، فقد حدّدت أن عمر الأرض يتراوح بين 330-1500 مليون سنة، ومما تجدر الإشارة إليه أن التقديرات المبنية على هذه الطريقة غير أكيدة لأسباب عديدة منها أن نسبة الزيادة في ملوحة مياه المحيطات خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة كانت غير ثابتة وكذلك معدل التبخر ليس مساويا لمعدله في الوقت الحاضر.

ثم قام العلماء بعد ذلك بدراسة سمك الطبقات الرسوبية في القشرة الأرضية لتقدير عمر الأرض.

فمن المعروف أن الصخور الرسوبية تتكون من مواد تفتت من صخور أخرى نارية أو متحولة أقدم تكوينا، وحدثت عملية التفتت بسبب عوامل التعرية المختلفة، ثم نقلت هذه المفتتات بواسطة عوامل النقل كالمياه الجارية أو الجليد أو الرياح الى مناطق أخرى حيث تراكمت بعضها فوق بعض وكوّنت طبقات سميكة في القشرة الأرضية . ولما كانت كل طبقة أحدث تكوينا مما تحتها فقد حاول بعض العلماء تقدير عمر الأرض استنادا على حساب السمك الكلي للصخور الرسوبية وعلى أساس سرعة الترسيب في الوقت الحاضر والبالغ 15 سنتمترا في كل عام قريبة من سرعة الترسيب في الأزمنة الجيولوجية المختلفة، واستنتجوا من هذه الحسابات أن عمر الأرض يبلغ حوالي 100 مليون سنة، في حين قدره

البعض بألف مليون سنة .

إلا أن هذه الطريقة لا يمكن الاعتماد عليها في تحديد عمر الأرض لأن سرعة الترسيب كانت مختلفة ومن المحتمل بأنها كانت أبطأ بكثير أو أسرع بكثير مما هي عليه الآن.

ثم قام العالم الفرنسي المشهور " دي بوفون " (De Buffon) ، صاحب نظرية مشهورة في تكوين الأرض في عام 1779 م، بتقدير عمر الأرض وذلك عن طريق دراسة المدة التي استغرقتها الأرض عن تحوّلها من جسم غازي الى كتلة صلبة، بحوالي 75 ألف سنة.

وفي النصف الثاني من القرن التاسع عشر وعن طريق دراسة فقدان الأرض لحرارتها منذ نشوئها الى الآن، قدر العالم الفيزيائي " وليم طومسون " عمر الأرض بحوالي 40 مليون سنة.

ثم تبعه عالم الطبيعة الفرنسي " آراجوه " (Arggo) بمحاولة أخرى عام 1838 م بحساب معدل التناقص في حرارة الأرض، إلا أن هذه المحاولات سرعان ما فقدت أساسها العلمي بعد أن اكتشفت العناصر المشعة وأثر تحللها في قياس الحرارة المنبثقة من باطن الأرض.

وفي أوائل القرن العشرين اكتشف الفيزيائيون وعلى راسهم " هنري بيكيرل " (1852-1908) و السيّدة "ماري كوري " (1867-1934) ظاهرة النشاط الإشعاعي (Radioactivity) لذرات العناصر المشعة، فالنشاط الإشعاعي هو عملية تآكل تلقائي لنواة ذرة غير مستقلة لينتج عنها نواة أخرى أكثر استقرارا، وينتج عن هذه العملية انبعاث جسيمات مشحونة واشعاعات جاما (Gamma).

ووجد العلماء بعد ذلك أنه يمكن بسهولة معرفة عمر الصخور التي تحتوي على معادن مشعة بهذه الطريقة، إذ وجدوا أن الصخور التي تحتوي على اليورانيوم تحتوي أيضا على الرصاص الذي يخلف في النهاية عملية اليورانيوم المشع، وذلك لأن ذرات اليورانيوم تتعرض للانفجار الذاتي المستمر لعدم استقرارها وتتحول الى ذرات الرصاص البسيطة التركيب وغير المشعة. ويصاحب ذلك انطلاق طاقة اشعاعية كبيرة، فهذا معناه أنه كلما زادت كمية الرصاص في مجموعة من الصخور زاد عمر هذه المجموعة بالنسبة للمجموعات الأخرى الي يقل فيها الرصاص. و من المعروف أن لكل مادة مشعة معدل تحلل خاص بها وتسمى بالعمر النصفي للحياة أي الفترة الزمنية اللازمة لتفتت نصف عدد الذرات من كمية معينة من المادة المشعة الى مادة أخرى غير مشعة.

ويعد معدل تحلل اليورانيوم الى الرصاص البطيء جدا إذ أن عمر نصف الحياة لليورانيوم 238 والى الرصاص 206 هو 4.5 بليون سنة، وبمأن الرصاص موجود الان في بعض الصخور بجانب اليورانيوم فهذا معناه أن عمر تلك الصخور لا يقل عن 4.5 بليون سنة وكذلك عمر الأرض.

ووجد العلماء بعد ذلك أن نوعا من البوتاسيوم يتحوّل الى الكالسيوم وفي ظروف أخرى الى غاز الأرجون. وقد أحدث هذا الاكتشاف اهتمام كبيرا عند الجيولوجيين والجيوفيزيائيين ، وذلك لأن البوتاسيوم من العناصر المنتشرة بكثرة في صخور القشرة الأرضية وعلى أساسه يمكن تحديد عمر الصخور.

وقد استخدمت وسيلة النظائر المشعة، التي قامت على تقدير عمر الصخور القديمة، صخور قديمة متعددة. وكان المعتقد أول الأمر أن أقدم الصخور هي التي وجدت في شبه جزيرة " كولا " ويرجع عمرها الى 3.4 بليون سنة.

ثم وجدت بعد ذلك قطعة من الجرانيت في منيسوتا في الولايات المتحدة الأمريكية يرجع عمرها الى 3.5 بليون سنة.

ثم أخيرا أكتشف الجيولوجي الأمريكي " ستانلي هارت " أن أقدم صخور الأرض هي صخور جزيرتي "سان بيترس" و"سان باول" في المحيط الأطلسي، وهما جزيرتان تنتميان جيولوجيا لحافة الأطلسي، وتقعان قرب الدائرة الاستوائية، وتمثلان ظاهرة فريدة على الأرض، إذ انهما تتكونان من صخور البروديتيت ، وهو صخر باطني داكن و ثقيل، يرجع عمره الى 4.5 بليون سنة.

ويتفق هذا العمر مع ما توصل اليه العلماء ومن بينهم عالم الجيولوجيا البريطاني " آرثر هولمز " الذي قام وزملائه من قسم الطبيعة النووية بجامعة أدنبره في العشرينيات من القرن العشرين بتقدير عمر الأرض عن طريق حساب " متوسط العدد الذري" لأقدم صخور الأرض فاكتشفوا أن عمر كوكب الأرض يصل الى 4.5 بليون سنة أو أكثر قليلا (نحو خمسة بليون سنة) وكان يظن حتى أوائل القرن العشرين أن عمر كوكبنا لا يتجاوز 400 مليون سنة فقط.

كما توصل " كلير باترسون " عام 1956 من دراسة عمر النيازك التي وجدت على سطح الأرض، على أساس انها بقايا لشظايا كوكب تحطم بين مداري المريخ والمشتري، مع افتراض أنها نشأت هي والأرض في وقت واحد. ومع افتراض أن النيازك تتكون من نفس المواد الرئيسية التي تتكون منها

القشرة الأرضية، فوجدوا أن أعمار النيازك قريبة من أعمار اقدم الصخور الموجودة على سطح الأرض أي حوالي 4.5 بليون سنة.

وفي الآونة الأخيرة حصل العلماء على عينات من الصخور الجرانيتية من شبه جزيرة "كولسكي" في الاتحاد السوفياتي سابقا وعلى عمق 15 كلم، وتم تحديد عمرها، فوجد أن عمر هذه الصخور يبلغ حوالي 100 بليون سنة.

ومما تجدر الإشارة اليه أن العلماء لم يتوقعوا هذا الرقم الخيالي الذي شكك بكل المعلومات السائدة عن عمر كوكب الأرض.

وبصفة عامة يعطي الباحثون لصخور نوايات القارات عمرا يتراوح متوسطه بين نصف بليون سنة و 2.5 بليون سنة، وبديهيا فان الأرض عمرها أقدم من تلك الصخور، إلا انه قبل ان تستقر الصخور لابد أن تكون القشرة قد مرّت بمراحل طويلة حتى تكوّنت، ويقدر بان هذه المراحل استرقت حوالي 2 بليون سنة حتى بردت قشرتها.

وبناءا على ذلك يعطي العلماء في الوقت الحالي تقديرا لعمر الأرض يتراوح بين 4.الى 6 بليون سنة منذ بداية ظهورها كجسم غازي يتجمع حول نفسه.

وعلى الرغم من ذلك يمكن القول بأن عمر الأرض كبير لدرجة يستحيل تحديده.

المحاضرة رقم (04) : نظرية الصفائح التكتونية:

عناصر المحاضرة

- **مفهوم النظرية**
- **مميزات الصفائح و أنواعها**
- **نتائج حركة الصفائح ودورها في تشكيل التضاريس**

1- نظرية الصفائح التكتونية أو **تكتونيات الصفائح** (بالإنجليزية) (Plate tectonics) من الكلمة اللاتينية القديمة tectonicus، والتي تعني "بنيوية ("هي النظرية العلمية التي تصف الحركات الكبرى لغلاف الأرض الصخري) .اعتمد هذا النموذج النظري على مفهوم نظرية الانجراف القاري التي طُرحت في العقود الأولى من القرن العشرين، وقبلها مجتمع علوم الأرض بعد طرح مفاهيم تمدد قاع البحر في نهاية خمسينيات وبداية ستينيات القرن العشرين.

1-1- مميزات الصفائح:

غلاف الأرض الصخري ليس كتلة واحد بل هو مقسم ومجزأ إلى عدد من الصفائح التكتونية. (ست صفائح رئيسية إضافة إلى العديد من الصفائح الصغرى).

لهذه الصفائح ثلاث حركات متباينة فهي تقترب من بعضها أحيانا وتسمى حركتها تقاربية (أو تعرف بالحدود المتقاربة) أو تبتعد عن بعضها في حركة تباعدية تعرف بالحدود المتباعدة أو تنزلق إلى جانب بعضها البعض في حركة أفقية متعاكسة تعرف (بحركة الحدود المتحولة) .

ونتيجة لهذه الحركة تحدث الزلازل والبراكين وتتشكل الجبال والخنادق المحيطية على حدود الصفائح التكتونية.

يعرف مكان التقاء صفيحتان باسم حد الصفيحة لذلك توجد الحدود المتقاربة والمتباعدة والمتحولة.

تتراوح الحركة الجانبية النسبية للصفائح عادة من صفر إلى 10 سم سنويًا، وتنشط تحتها تيارات الحمل الدورانية التي تدفع بها باتجاه حركتها.

تتكون الصفائح التكتونية من غلاف صخري محيطي وغلاف صخري قاري أكثر سمكًا، يعلو كل منهما قشرة أرضية خاصة بكليهما.

على طول الحدود التقاربية، تغطس الصفائح إلى الوشاح المائع (Asthénosphère)؛ وتعوض المادة المفقودة بتكوين قشرة محيطية جديدة عند الحدود التباعدية الناتجة عن تمدد قاع البحر. وبهذه الطريقة، تبقى مساحة الكرة الأرضية الكلية ثابتة.

1- 2 - النتائج المترتبة عن حركة الصفائح:

1- 2- 1- حركة الصفائح المتباعدة :

أو ما يعرف اصطلاحا بالحدود المتباعدة. وهي عملية تباعد صفيحتين في اتجاهين متعاكسين تحدث عندما تنزلق صفيحتين بعيدًا عن بعضهما البعض. تتشكل تلك الحدود المتباعدة عند تصدعات منتصف المحيطات نتيجة تمدد قيعان البحار.

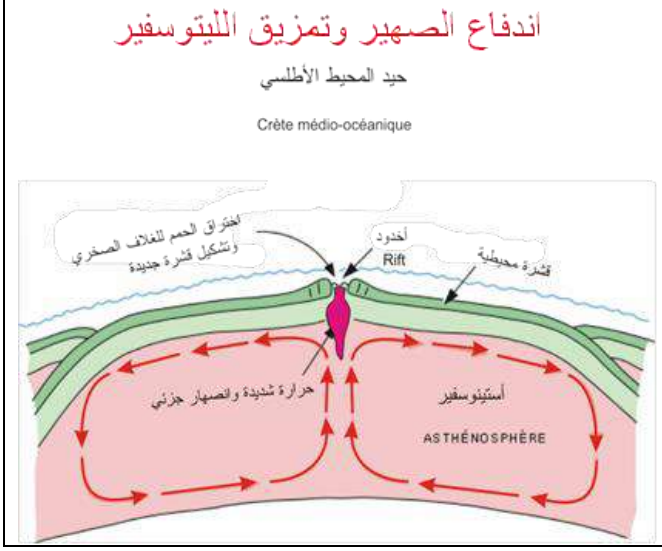
وعند انفصال القارات، تتشكل الأحياد عند المنتصف، فتتمدد أحواض المحيطات، فتتوسع الصفائح متسببة في وجود بعض البراكين البسيطة والزلازل الضعيفة..والحدود المتباعدة ينتج عنها ما يلي:

ا- في القشرة المحيطية:

- اتساع أرضية المحيطات وتكوين قشرة جديدة.
- تكوين المرتفعات المحيطية (الأحياد) (منها حيد وسط المحيط الأطلسي).
- تشكل الأخاديد الانكسارية في قمم هذه المرتفعات.
- حدوث الزلازل القليلة العمق- النشاط البركاني وتشكيل بعض الجزر على السطح (جزيرة إيسلندا في المحيط الأطلسي).

ب- في وسط القارات:

- تشكل الأخاديد داخل القارات (البحر الأحمر نهر- الراين - الأخدود الإفريقي)
- توسع البحار (البحر الأحمر).

الأخدود الإفريقي	اتساع أرضية المحيطات
	

الشكل رقم (05): تشكل الأخاديد

1-2-2- حركة الصفائح المتقاربة :

هي التقاء صفيحتين مع بعضهما البعض فتنشأ مناطق التقاء الصفائح التي تعرف(بالحدود المتقاربة) تحدث عندما تنزلق صفيحتان تجاه بعضهما البعض، لتشكلان عادةً إما منطقة (اندساس) إذا تحركت صفيحة لتنزلق تحت الأخرى أو تصادم قاري.

كما نجد ايضا في بعض مناطق اندساس ما بين القارات مثل مناطق غرب أمريكا الجنوبية وجبال كاسكيد غرب الولايات المتحدة اندسّ الغلاف الصخري المحيطي الأكثر كثافة تحت أطراف القارة الأقل كثافة، فتكونت مناطق زلزالية في مناطق الاندساس، وذابت الصفيحة المندسة جزئيًا مكونة صهارة صعدت إلى السطح في صورة براكين قارية.

وفي بعض مناطق الاندساس الأخرى مثل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية وجزر ألوشيان وجزر ماريانا وقوس الجزر اليابانية، انزلقت القشرة الأرضية المحيطية الأقدم والأبرد والأكثر كثافة تحت قشرة أرضية أقل كثافة، مما تسبب في تكوّن زلازل وخنادق قوسية الشكل وعميقة.

بعد ذلك، ارتفعت حرارة السطح العلوي للصفيحة المندسة، وصعدت صهارة إلى السطح مكونة سلاسل جزر بركانية قوسية الشكل. أما الخنادق البحرية العميقة فتكون عادةً مصحوبة بمناطق اندساس.

2 - أنواع حركة التقاء الصفائح :

1 - *قاري- قاري* : وهنا تتكون سلاسل جبال مثل :جبال الهيمالايا في الهند وجبال زاجروس في ايران ومن أهم مميزاتها : أن الزلازل تكون فيها متوسطة العمق (60-300 كلم)

2 - *محيطي- قاري :* وهنا تندس الصفيحة المحيطية الكثر كثافة تحت الصفيحة القارية الأقل كثافة فتتشكل السلاسل الجبلية الساحلية مثل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية.
مميزاتها :تكون أخاديد وزلازل عميقة بين (300، 650 كلم)

3 - *محيطي- محيطي :* تؤدي إلى تشكل الجزر.

3 - النتائج المترتبة عن تقارب الصفائح:

1- تآكل القشرة المحيطية بفعل عملية الاندساس.

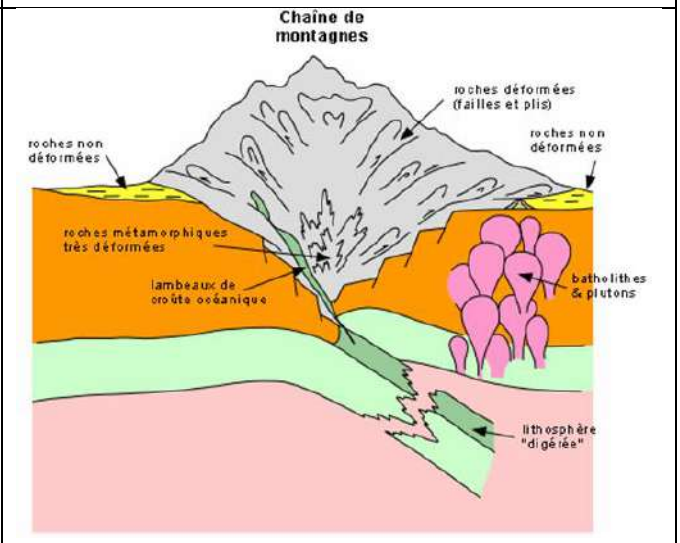
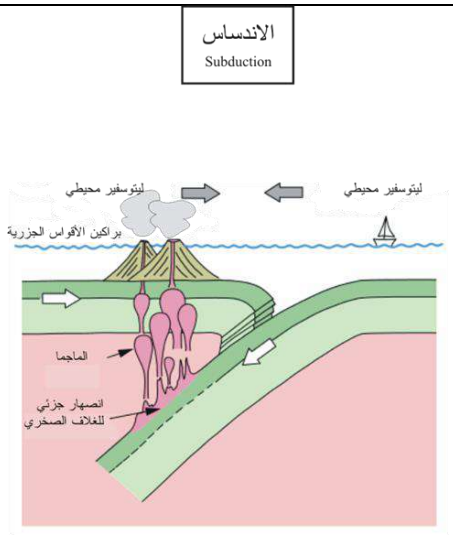
2- تكوين السلاسل الجبلية الساحلية والقارية (الأنديز- الهيمالايا).

3- تشكل الأخاديد العميقة قرب مناطق الاندساس على حواف القارات (اخدود اليابان – اندونيسيا - الفلبين – البيرو والشيلي)

4- حدوث الزلازل القليلة العمق والمتوسطة والعميقة.

5- تكوّن صدوع عكسية.

6- تكوّن الجزر نتيجة التقاء ألواح محيطية.

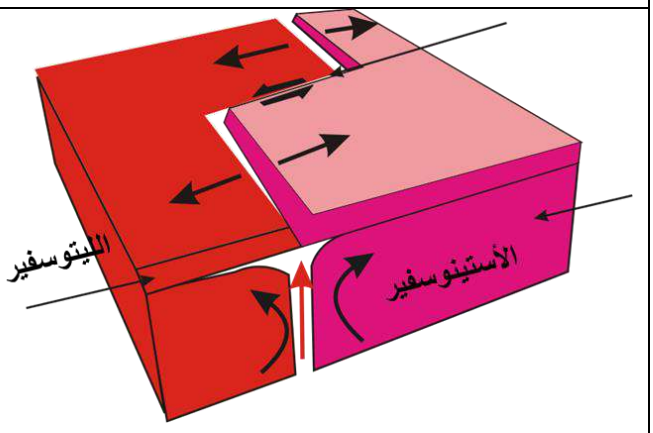
تكوين السلاسل الجبلية (ألواح قارية)	تشكل الجزر (ألواح محيطية)
	

الشكل رقم (06) : تكوين ألواح قارية و ألواح محيطية

4- الصفائح المتحولة:

تحدث عندما تنزلق الصفائح بجانب بعضها البعض حركة أفقية متعاكسة أو بالأحرى عندما تتآكل أطراف الصفائح عند تصادمها مع بعضها على طول مناطق التحول

ويعد الصدع في ولاية كاليفورنيا أحد الأمثلة على الحدود المتحولة ذات الحركة اليمينية

الحركة الانزلاقية للصفائح عند مناطق التحول


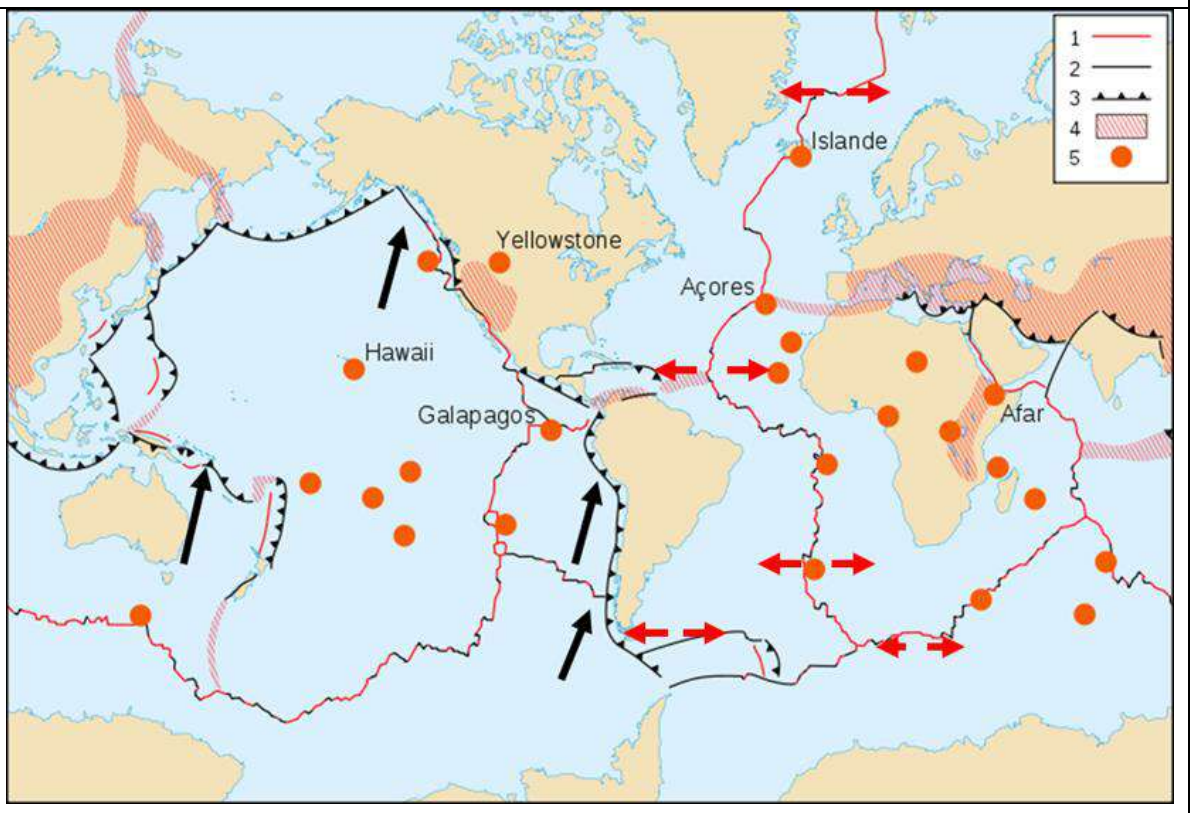
الشكل رقم (07) : الحركة الانزلاقية للصفائح عند مناطق التحول

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا

4-1- النتائج المترتبة عن حركة الصفائح المتحولة:

حدوث الزلازل المدمرة كما هو الحال في غرب الولايات المتحدة بمنطقتي لوس انجلس وسان فرانسيسكو نتيجة لنشاط صدع أندرياس.

خريطة رقم (1) : **أماكن التقارب (باللون الأحمر) والتباعد للصفائح (باللون الأسود)**



الشكل رقم (08) : القوى المشكلة لسطح الأرض الالتواءات

المحاضرة رقم (5) : القوى المشكلة لسطح الأرض:

وسوف نفرد لكل منها دراسة منفصلة، ويجب أن نفهم أن لكل منهما أسبابه ونتائجه، وأن لهما تأثير متبادل كلا على الآخر، ومع أنهما مجموعتين متضادتين؛ حيث تؤدى العوامل الداخلية إلى البناء والرفع في سطح الأرض، أما العوامل الخارجية فتقوم بحركة عكسية وهى حركة الهدم، إلا أن إحداهما لا تتوقف حتى تمارس المجموعة الأخرى عملها، حيث لا تتوقف عملية الهدم الخارجي حتى تتم عملية البناء الداخلية عملها، حتى تبدأ فى عملية الهدم من جديد، بل تبدأ عملها في أول لحظة يرتفع فيها جزء على سطح الأرض. .

كما أن الحركات الباطنية لا تتوقف حتى تتم عملية التعرية إزالة التضاريس الموجبة من فوق سطح الأرض، وإنما تعيد رفع منطقة جبلية أو هضبية لم تنجح عوامل التعرية في إزالتها تماماً، كما وأن الدورات التحاتية كثيراً ما تتعرض لما يقطعها قبل تمامها، ونجد أن المدة الزمنية اللازمة لكل مجموعة لكى تتم عملها تختلف عن الأخرى، حيث أن الزمن المطلوب للبناء والرفع بواسطة العوامل الباطنية يبلغ أضعاف أضعاف ما هو مطلوب لعمليات الهدم بواسطة عمليات التعرية كما تختلف من صخر لآخر.

1- العوامل الباطنية التكتونية (الداخلية)"[3]:

عندما تتعرض القشرة الأرضية لقوى باطنية أو حركات أرضية تكتونية تؤثر في تشكيل سطحها، مما يؤكد أن قشرة الأرض ليست مستقرة وغير ثابتة، فطبقات الصخور الرسوبية التي رُسبت في الأصل على الكتل القارية القديمة أو في الأحواض البحرية، يمكن أن تتعرض للالتواءات والإنكسارات التي تصيب الكتل الصلبة، فيتغير نظام الصخور الرسوبية الأفقي المنتظم الذى كانت عليه عندما رسبت فى الأصل.

إلى جانب ما تتعرض له قشرة الأرض من حركات الإلتواء والانكسار، فإنها تتعرض لقوى فجائية أو سريعة الحدوث والتأثير وتتمثل في الزلازل والبراكين، ولأن هذه الحركات تختلف في المدة التي تستغرقها كل منها لتؤدي عملها.

---

[3].جودة حسين جودة: " معالم سطح الأرض "،الطبعة الخامسة ، 1966 الهيئة المصرية العامة للكتاب، الإسكندرية.

ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما :

1 – قوى باطنية بطيئة: وتتمثل في الالتواءات والانكسارات.

2 - قوى باطنية سريعة أو فجائية: وتتمثل في الزلازل والبراكين.

2 - القوى الباطنية البطيئة :

وتعتبر من أهم هذه الظاهرات التي تدل على عدم استقرار القشرة الأرضية، ومن ثم تنقسم إلى نوعين أساسيين حسب اتجاه القوى المسببة لها هي:

أ- قوى أفقية ينشأ عنها انثناء الصخور الرسوبية والتواؤها، وهى التي تؤدى إلى تكوين السلاسل الجبلية الالتوائية، وتسمى بالقوى الداخلية المكونة للجبال.

ب- قوى رأسية إلى أعلى أو إلى أسفل، والتي تؤدى إلى رفع الكتل القارية أو خفضها دون مستوى سطح البحر، وتمثل النطاقات الساحلية أحسن المناطق التي يعتمد عليها في تحديد مراحل ارتفاع أو انخفاض سطح الأرض بالنسبة لمنسوب سطح البحر، وتعتبر هذه القوى

أهم القوى المكونة للقارات.

أولاً: الالتواءات (Folds):

تؤدى هذه الحركات إلى انثناء بعض طبقات القشرة إلى أعلى أو أسفل، نتيجة لما تتعرض له هذه الطبقات من ضغوط جانبية، ويحدث الالتواء فى طبقات الصخور الرسوبية بسبب مرونتها النسبية، وبالأخص عندما تكون هذه الطبقات حديثة التكوين، بينما لا تنثني الصخور الصلبة مثل الصخور النارية والمتحولة، حيث أن شدة صلابتها تمنعها من الانثناء إلا بدرجات محدودة، فإن مثل هذه الصخور إذا ما تعرضت لشدة الضغوط، فقد يحدث الالتواء فى طبقات الصخور الرسوبية، إما نتيجة قوى الضغط الجانبي من اتجاهين متضادين، أو ربما تكون قوى الضغط من اتجاه واحد، على أن يقابلها من الجهة الأخرى كتلة صلبة جديدة، مما يؤدى إلى عدم التحرك أمام هذا الضغط الجانبي.

وعند حدوث الانثناء لطبقات الصخور الرسوبية، فإن أجزاء منها تتقوس إلى أسفل لتكون ثنايات مقعرة (Syndines)، وتتقوس أجزاء أخرى إلى أعلى لتكون ثنايات محدبة Anticlines، ويتكون الإلتواء من

أجزاء، هي أجزاء الطية. .

1- **طول الطية:** وهو عبارة عن امتداد الطية على طول خط المضرب . strike - line

2- **عرض الطية:** ويمثل المسافة بين الطبقات الملتوية folded فى اتجاه الميل ويتفاوت العرض تفاوتاً كبيراً للغاية ما بين عشرات الكيلو مترات وعدة سنتيمترات.

3- **سطح محور الطية:** وهو عبارة عن المستوى أو السطح الذى يقسم الطية إلى قسمين متماثلين تقريباً، وأحياناً ما يكون عبارة عن سطح منحنى، ويمكن تحديده بخطوط المضرب وذلك بمقدار واتجاه ميله.

4- **محور الطية:** وهو الخط الناتج عن تقاطع مستوى المحور مع سطح الطبقة الملتوية ولكل طية عدد من المحاور قد تكون في وضع رأسي أو مائل أو أفقية الامتداد.

5- **جناحا الطية limbs :** وهما الطبقات المائلة على جانبي السطح المحوري

6- **قمة الطية:** وهى نقطة تمتد على متسوى أعلى منسوب من الطية المحدبة ، وتوجد فى شكل طبقة من الطبقات المكونة للطية.

7- **خطى القمة:** وهو الخط الذى يصل بين النقطة التي تقع في أعلى جزء من الطيه ويعرف مستوى القمة بالمستوى الذى تقع عليه خطوط القمة.

8- **قاع الطية:** وهو النقطة التي تمر بأدنى منسوب للطية المقعرة ويوجد قاع لكل طبقة من طبقات الطية المقعرة.

عندما تتعرض الطبقات لضغوط أقوى من حدود مرونتها elastic-limit فإنها تتشكل ببطء في صورة إلتواءات تأخذ أشكالاً مختلفة على حسب قوة الضغط واتجاهه وسمك الطبقات ونظامها وقوة مقاومتها، وتباين المقاومة من طبقة إلى أخرى أو من موضع إلى آخر، ولذلك فقد قسمت الطيات عموما إلى عدة أنواع أهمها:

1- الطية وحيدة الميل (Monocline) :

وهى طية يشتد ميل الطبقات في جانب واحد من جانبيها، مع بقاء الطبقات أفقية تقريباً أو مائلة ميلاً غير واضح في جانبها الآخر، ومن ثم يحدث تغير في قيمة زاوية الميل، ومن أمثلة هذه الطية بالأراضي

المصرية ما ذكره صبري محسوب عام 1993م طية منطقة أبو سمرة وجروف ساحل السيرة على ساحل البحر المتوسط قرب رأس الضبعة والتي تأخذ اتجاها عاما نحو الشمال الشرقي.

2- الطية المنتظمة أو المتماثلة (Symetrical Fold):

ويتساوى فيه ميل الطبقات على كلا طرفي الطية، سواء كان الالتواء طية محدبة أو طية مقعرة، كما تظل طبقاتها محافظة على نظامها الأصلي، وفى مثل هذه الطية يكون جناحا الطية متساويان، والمحور عمودي على سطح الأرض.

3- الطية المائلة أو غير المنتظمة (Asymetrical Fold) :

تميل الطبقات من هذا النوع من الطيات بزاوية ميل أكبر نوعاً ما عن زاوية ميل الجانب الآخر، وبالتالي فإن أحد جناحي الطية أطول من الجانب الآخر.

4- الطية المقلوبة (Oerturned Fold) :

ويشتد ميل طبقات أحد جناحي الطية بحيث تزيد زاوية هذا الميل عن 5 90درجة، ويكون هذا الجناح أقصر بكثير من الجناح الآخر، ويمثل محورها زاوية حادة مع المستوى الأفقي.

5- الطية المستلقاة (Rcumbent Fold) :

وفيها يستلقى أحد الجانبين على سطح الأرض تماماً؛ بحيث يختفى تحت الجانب الآخر، وفى هذه الحالة يختل ترتيب الطبقات في الجانب الأسفل

بحيث تقع الطبقات الحديثة تحت الطبقات الأقدم منها، ويظهر محورها فى شكل زاوية حادة مع المستوى الأفقي.

6- الطية الزاحفة (Nappe) :

هي عبارة عن الغطاء الصخري الزاحف الذى يمثل الجانب العلوى من طية مستلقية زاد عليه الضغط

الشديد، مما أدى إلى انفصاله عن بقية الطية والتزحزح بعيد عنها، حيث يؤدى زيادة الضغط الجانبي إلى تصدع الطية (انفصالها) عند محورها، وفصل جانبها الأعلى عن جانبها الأسفل كما يظهر محورها موازى لسطح الأرض.

7- الطية المركبة Cmposite Fold :

وهى طية كبيرة تضم بداخلها ثنيات صغيرة نسبياً، وهى تتكون عندما تتعرض منطقة شاسعة سبق أن تكونت بها مجموعة من الطيات للانثناء مرة أخرى ، وقد تشغل الطية التي من هذا النوع عدة آلاف من الكيلو مترات المربعة، ولذلك فإنها تشتهر باسم الطيات الكبرى أو الإقليمية، وبعض هذه الطيات محدبة Geoanticline، وبعضها طيات مقعرة Geosyncline، وتأخذ الطية المحدبة المركبة في بعض الأحيان شكلاً مروحياً.

8- الطية المنحدرة Ptching Fold :

وفيها لا يكون محور الطية أفقياً بل يكون مائلاً على الاتجاه الأفقي سواء من ناحية واحدة أو من ناحيتين، ويطلق على الزاوية التي يصنعها المحور مع الاتجاه الأفقي إسم زاوية الانحدار.

3- تغير وضع الطيات وانعكاس التضاريس:

عندما تظهر الطيات من مختلف أنواعها على سطح الأرض، فإن عوامل التجوية وعوامل التعرية؛ وبالأخص المياه الجارية والجليد والرياح تؤدى إلى تسوية سطحها بالتدريج ، حيث أنها تعمل باستمرار على نحت وتعرية الأجزاء الظاهرة من الطيات المحدبة، ونقل مفتتاتها إلى الطيات المقعرة فينخفض سطح الطيات المحدبة ويرتفع سطح الطية المقعرة.

ومع مرور الزمن يميل سطح المنطقة كلها إلى الاستواء، وتستغرق هذه العمليات أزمنة طويلة جدا قد تصل إلى عشرات الملايين من السنين، خاصة إذا كانت الطيات المحدبة كبيرة الحجم مثل تلك المكونة للجبال الشاهقة، والتي تتميز صخورها بالصلابة الشديدة.

وبعد أن تتم تسوية سطح المنطقة فإن عوامل التعرية لا تتوقف عن نقل المواد الصخرية من أماكن الطيات المحدبة وترسيبها في أماكن الطيات المقعرة، وفى النهاية تتحول مناطق الطيات المحدبة إلى أحواض منخفضة.

وتتحول مناطق الطيات المقعرة إلى هضاب مرتفعة نسبياً، وتسمى هذه الظاهرة باسم ظاهرة انعكاس التضاريس Conversion of Relief وهى ظاهرة قليلة الحدوث ولا توجد إلا في مناطق الجبال الالتوائية القديمة التي مرت على تكوينها مئات الملايين من السنين، كما هو الحال في مناطق الجبال الموجودة في شمال غرب أوربا، ومن أمثلة هذه الظاهرة في مصر منخفض البحرية الذى يقع في منطقة طية محدبة وتحول الآن إلي منخفض.

ومهما يحدث من تغير في مظاهر سطح الطيات أو ما نسميه انعكاس التضاريس، فان الاستدلال على وجود الطيات المحدبة أو الطيات المقعرة، يظل أمراً ميسوراً بواسطة الجيولوجيين الذى يمكنهم أن يحددوا أنواع الطيات، على أساس ميل طبقات الصخور وترتيبها الزمنى حتى أنه من الممكن إعادة تصور الشكل الذى كانت عليه الطية قبل أن تختفى معالمها الظاهرة نتيجة تعرضها للنحت والتعرية.

4 - الحركات الالتوائية الكبرى خلال العصور الجيولوجية :

إن حركات الطى الكبرى التي تعرضت لها قشرة الأرض خلال العصور الجيولوجية المتعاقبة، من أهم نتائج العوامل التكتونية التي أدت إلى تكون الأشكال التضاريسية الكبرى، وأهمها الجبال الإلتوائية التي تمتد في شكل سلاسل ضخمة في مختلف القارات.

وقد نتجت هذه الجبال خلال ثلاث مراحل أساسية، ففي كل منها تعرضت قشرة الأرض لحركات تكتونية عنيفة، نتج عنها هذه الجبال الإلتوائية، كما صاحبها نشاط بركاني وخروج كميات كبيرة من اللافا، هذا إلى جانب حدوث عدد كبير من الصدوع في بعض المناطق حيث صاحبت الصدوع الإلتواءات.

وقد حدثت الحركات الثلاثة في فترات جيولوجية متتابعة، كان يفصل بين كل منها فترة من الهدوء النسبي والاستقرار في قشرة الأرض، كانت فترات الهدوء تستمر لعدة ملايين من السنين، وقد حدثت الحركة الأولى منذ أكثر من 300 مليون سنة.

وفى خلال هذه الفترة الزمنية الطويلة لم تتوقف عوامل التجوية والتعرية عن تغيير معالمها وإزالة أجزاؤها المرتفعة، مما أدى إلى تحولها إلى تلال قليلة الارتفاع أو سهول تحاتية، بل إنه قد حدث انعكاس للتضاريس في بعض أجزاءها .

كما أن بعض المناطق الأخرى قد تعرضت للحركات التكتونية التي أتت بعد ذلك فعاد إليها ارتفاعها مرة أخرى أي استعادت شبابها من جديد، أما الحركة الثانية والتي حدثت في نهاية الزمن الأول أي منذ أكثر

من 200 مليون سنة، فإنه مازالت أجزاء منها تحافظ على ارتفاعها كجبال مثل جبال الأبلاش، بينما تحول بعضها الآخر إلى تلال وسهول تحاتية أيضاً مثل تلال مرتفعات الكاب في جنوب غرب إفريقيا. أما جبال الحركة الثالثة والتي حدثت منذ ما يقرب من 25 مليون سنة، والتي لم يتوقف بها النشاط حتى الآن، فإنها مازالت تحافظ على ارتفاعها، لأن عوامل التعرية لم تجد الوقت الكافي لإزالة مرتفعاتها أو حتى التقليل كثيراً من هذه الارتفاعات، ومن ثم مازالت محتفظة بضخامتها وارتفاعاتها الكبيرة، حتى أنها تعتبر أعظم النطاقات الجبلية في الوقت الحاضر، وهى التى تسمى بالحركة الألبية نسبة لجبال الألب فى أوربا ، وهذه الحركات هي:

1- الحركة الكاليدونية Calidonian Movement:

وتعود تسميتها بهذا الاسم إلى مرتفاعت كاليدونيا في شمال اسكتلندا، والتي ترجع في نشأتها إلى هذه الحركة، وقد حدثت معظم هذه الحركة في أواسط الزمن الجيولوجي الأول في عصري السيلوري والديفوني، ومن أشهر المرتفعات التي تنتمى إلى هذه الحركة مرتفعات شمال إسكتلندا ومرتفعات اسكندنياوه، بينما بدأ تتكون مرتفعات جبال الأبلاش بأمريكا الشمالية في نهاية هذه الحركة، ولكن اكتمالها لم يتم إلا في فترة الحركة الهرسينية، وتوجد كذلك عند الأطراف الجنوبية للكتلة الكندية كما هو في الحوض الأعلى لنهر يوكن.

كما توجد في الجانب الشرقي من جزيرة جرينلند، وتتمثل في أمريكا الجنوبية في الحافة الشرقية لهضبة البرازيل.

ولا يقتصر وجودها في آسيا على الأطراف الجنوبية لكتلة سيبري ، بل توجد أيضاً بقايا التواءات كاليدونية في جبال سايان وبالقرب من بحيرة بيكال.

أما في قارة إفريقيا فتتمثل الإلتواءات الكاليدونية فى مرتفعات جورارة في الصحراء الكبرى والتي تمتد من الشمال إلى الجنوب فى غرب القارة

2- الحركة الهرسينية Hercynian Movement :

ويطلق عليها في بريطانيا وغرب فرنسا الحركة الفارسيكية Variscan Movement وحدثت هذه الحركة في الجزء الأخير من الزمن الجيولوجي الأول خاصة في عصرى الفحمي والبرمي أي في آخر عصرين من عصور الزمن الأول، مما يعني أنها بدأت بعد ان انتهت الحركة الكاليدونية بعشرات

الملايين من السنين، وتوجد إلى الجنوب منها تقريباً في كل القارات، ولأنها أحدث منها فإنها أكثر ارتفاعاً منها، هذا إلى جانب

تعرضها فيما بعد في عصور لاحقة إلى حركات رفع جديدة، وتوجد أهم المرتفعات التي تنتمي لها في جنوب إيرلندا وجنوب ويلز وجنوب انجلترا، وجبال غرب أوربا ووسطها مثل هضبة فرنسا الوسطى وهضبة بوهيما، وجبال السوديت والفوج والغابة السوداء، وبعض مرتفعات إسبانيا وجبال أورال، كما توجد في آسيا في جبال أرمينيا وبعض جبال آسيا الصغرى، وجبال إقليم بيكال وجبال ضنجان وتيان شان، وبعض مرتفعات الصين مثل جبال تسن لن، كما توجد في مرتفعات أرخبيل الملايو وبعض جزر أندونيسيا مثل جزيرة جاوة وجزيرة بورينو.

وتتمثل في معظم جبال الألب الشرقية في استراليا على طول الساحل الشرقي وفي بعض جهات جزر نيوزيلنده، أما في قارة أمريكا الشمالية فتعتبر جبال الإبلاش ممثلاً رئيسياً لهذه الإلتواءات، وتتمثل في أمريكا الجنوبية في القسم الجنوبي لجبال الإنديز، والذى يتمثل في المنطقة الواقعة بين بتاجونيا وسهل البمباس في دولة الأرجنتين، بينما تمثلها في إفريقيا جبال الكاب في جنوب غرب القارة، وكذلك الإلتواءات الهرسينية في هضبة مراكش وجبال أطلس الصغرى والأجزاء الشمالية من الصحراء الكبرى.

3- الحركة الألبية Alpine Movement:

وتمثل أحدث الحركات الالتوائية التي أصابت القشرة الأرضية، ولذلك فإن جبال هذه الحركة أعظم جبال العالم من حيث الامتداد والارتفاع، ولقرب مدة حدوثها حيث بدأت في أواخر الزمن الجيولوجي الثاني وبلغت أوجها في منتصف الزمن الثالث ومازالت مستمرة حتى الآن، فإن عوامل التجوية والتعرية لم تؤثر فيها بالقدر الذى يخفضها.

ونجد أنها لم تحدث كلها في وقت واحد بل تقسم إلى ثلاثة أقسام حسب العصر الذى حدثت فيه، فالجبال الألبية القديمة التي نشأت في أواخر الزمن الثاني وأوائل الزمن الثالث، وجبال الألب المتوسطة التي نشأت في أواسط الزمن الثالث، ثم جبال الألب الحديثة التي نشأت في أواخر الزمن الثالث ومازالت مستمرة حتى الآن.

ويمكن القول أن الإلتوءات الألبية ظهرت على هذا النحو من الضخامة والارتفاع نتيجة الإرسابات الهائلة التي تراكمت في البحار الجيولوجية القديمة، والتي استمر ترسيبها فترة طويلة، هذا بالإضافة إلى أن هذه الإلتواءات حدثت نتيجة ضغوط شديدة واسعة المدى، كما حددت الجبال الهرسينية اتجاه السلاسل

الجبلية الألبية في كثير من المناطق؛، حيث حددت هذه الجبال القديمة إتجاه جبال الألب في أوربا وكذلك في آسيا، مثل اتجاه سلاسل جبال الهيمالايا والتي ساعدت كتلة الصين القديمة على انحرافها نحو الجنوب إلى كل من بورما والملايو.

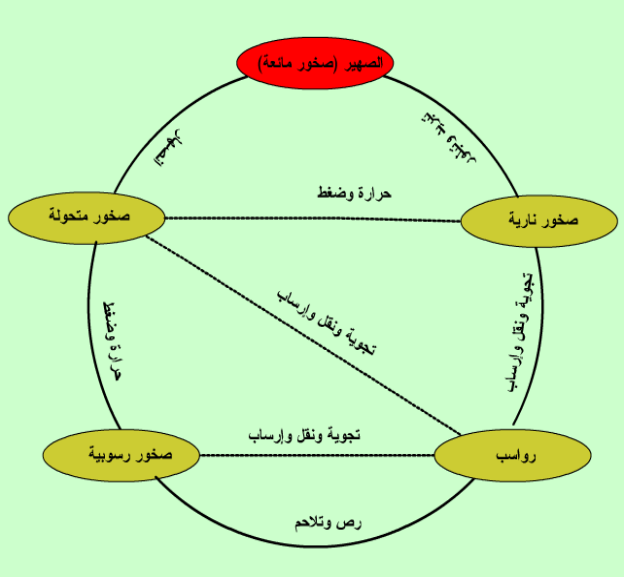
و تمتد سلاسل جبال الألب في شكل نطاقين أولهما نطاق حلقة النار، والذي يمتد على طول جانبي المحيط الهادي في كل من الأمريكتين وقواس الجزر الأسيوية والاسترالية، أما النطاق الثاني فهو نطاق جبال الألب في جنوب أوربا وجبال وسط آسيا، والذى يمتد في شكل نطاق عرضي من أقصى غرب أوربا عند خليج بكساي في غرب اسبانيا حتى جزر الهند الشرقية حيث يتصل بالنطاق الأول في هذه الجزر في داخل إندونيسيا.

ويشمل النطاق الأول جبال غرب الأمريكتين، متمثلاً في جبال الروكى والسلاسل الساحلية بأمريكا الشمالية، وسلاسل جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية، وجبال جزر السواحل الشرقية لأسيا مثل جزر الفلبين واليابان، أما النطاق الثاني فيشمل جبال الألب والسلاسل المتصلة بها في أوربا وجبال أطلس في إفريقيا، ويواصل هذا النطاق امتداده نحو الشرق ليشمل أهم السلاسل الجبلية المرتفعة في آسيا الصغرى والقوقاز وإيران وأفغانستان، وسلاسل جبال هيمالايا وامتدادها في بورما والملايو وجزر أندونيسيا وجزر سواندا.

المحاضرة رقم (6): القشرة الأرضية (الصخور)" اليابـس".

القشرة الأرضية ... ذلك الجزء من الأرض ، الذي يغلف كتلتها الصلبة ويمتد لعمق عدة أميال من سطحها ، والذي يرتفع في بعض المناطق بانيا جبالا شاهقة ، أو ينخفض في مناطق أخرى ليكون الأغوار وأعمق البحار ... القشرة الأرضية تتكون من الصخور النارية والتي ينتج عن تعرضها لعوامل مختلفة تكون الصخور الرسوبية والمتحولة .

ومن ذلك يمكن أن نعرف الصخر بأنه : كل مادة صلبة تكون جزءا من القشرة الأرضية وتتكون من معدن أو عدة معادن أو من مادة عضوية .



الشكل رقم (09) : دورة الصخر في الطبيعة

ويمكن تقسيم الصخور حسب نشأتها إلى ثلاثة أقسام هي :

1- الصخور النارية:

هي تلك الصخور التي تكونت نتيجة تصلب المادة المنصهرة، اما في اعماق سحيقة مكونة الصخور النارية الجوفية، او عند اعماق ضحلة فتتكون الصخور تحت السطحية او على سطح الارض مباشرة فتتكون الصخور البركانية.

الخصائص العامة للصخور النارية:

1- توجد على هيئة كتل لها اشكال مختلفة

2- تتكون في معظم الاحوال من معادن متبلورة

3- وجود خامات معدنية

4- لا تحوي حفريات

1-1- أنواع الصخور النارية:

1- السد: يتكون بتداخل السائل الصهاري موازيا لأسطح الطبقات

2- القاطع: ينشا بتداخل السائل الصهاري في شكل الواح رأسية قاطعة اسطح الطبقات

3- الكتل العميقة: كتل ضخمة تشكل جذور سلاسل الجبال و تمتد لمئات الكيلومترات

4- الدعامة: كتل عميقة تعتبر اجزاء من الكتل العميقة

5- البراكين: ينشأ بتخارج الصهاري على سطح الارض مكونة اشكال قمعية (صورة رقم ())

الشكل رقم (10) : البركان في حالة ثوران

1-2- التركيب المعدني للصخور النارية: و تقسم الى نوعين:

1- معادن ابتدائية: تتكون مباشرة من السائل الصهاري اثناء برودتة:

1-1- معادن اساسية: معادن فلسية(الكوارتز، الفلسبارات، الفلسباثويد)،

1-1-1- مافية (اوليفين، البيروكسين، الامفيبول، الميكا)

1-1-2- معادن اضافية (اباتيت، زركون)

1-2-: معادن ثانوية: ناتجة من تغير او تحول المعادن الابتدائية مثل كاولين و كلوريت

نسيج الصخور النارية : الشكل الناتج عن تراص الحبيبات المكونة للصخر و تقسم الى

خشن التحبب جدا، خشن التحبب، متوسط التحبب، دقيق التحبب

الجدول رقم (01) : تصنيف الصخور النارية

نسبة المعادن المافية (اللون)		فاتح اللون (<30 %)	متوسط اللون (30-60%)	قاتمة اللون (60-90%)	فوق قاتمة اللون(>90%)
نسبة السلكا		حامضية(>66%)	متوسطة (52-66%)	مافية (42-52%)	فوق مافية (< 42%)
مكان التكوين و درجة التحبب	صخور بركانية (دقيقة التحبب)	ريوليت	انديزيت	بازلت	
	صخور جوفية	جرانيت	ديوريت	جابرو	بريدوتيت، دونيت

2- الصخور الرسوبية:

تنشأ الصخور الرسوبية من ترسيب المواد المفتتة أو الذائبة في الماء والتي تنتج من تعرض الصخور المختلفة لعوامل التجوية وتؤدي التعرية الطبيعية الى التفتت المكانيكي للصخور.

2-1- الخصائص العامة للصخور الرسوبية:

1- صخور هشة

2- الطبقات

3- وجود حفريات

4- تتكون من حبيبات مستديرة او من بلورات معدنية

5- تحوي كثير من الخامات المعدنية

6- ألوان فاتحة

7- لها تراكيب خاصة : علامات النيم، شقوق الطين

2-2- تصنيف الصخور الرسوبية:

2-2-1- صخور رسوبية ميكانيكية التكوين:

تتكون من حبيبات المعادن الناتجة من التفتت الميكانيكي لجميع أنواع الصخور، و نقل المواد المفتتة بفعل المياه أو الهواء أو الجليد الى احواض الترسيب.و تقسم على اساس حجم الحبيبات:

الكونجلمرات: و حجم حبيباتها يتراوح بين 2 مم و 250 مم، و منها البريشيا (حبيباتها ذات اجزاء مدببة)

الحجر الرملي: و قطر حبيباتها بين 2 و 16/1 مم

الجر الغريني : و قطر حبيباتها بين 16/1 و 256/1

الحجر الطيني: حبيباتها اقل من 256/1 ، و اذا تشكل الحجر الطيني على شكل رقائق متوازية تولدت بالضغط الواقع عليها سمي (طفلة)

2-2-2- صخور رسوبية كيميائية التكوين:

تتكون نتيجة ترسيب بعض المركبات الذائبة في المحاليل المائية بعمليات التبخر، او نتيجة تغير الوسط الكيميائي الحاوي لها:

الصخور الرسوبية الجيرية: الحجر الجيري و الدولوميت

الصخور الرسوبية الملحية:مثل ملح الطعام و الجبس(كبريتات الكالسيوم و الانهدريت (كبريتات الكالسيوم اللامائية)

الصخور الرسوبية السليكية: ترسيب مادة السليكا من المحاليل الغروية مثل حجر الصوان (الفلنت)

2-2-3- الصخور الرسوبية الكيميائية-المكانيكية التكوين:

مزيج من مواد كيميائية النشأة (كربونات الكالسيوم) مع مواد ميكانيكية النشأة(الغرين)، مثل (المارل)

2-2-4- صخور رسوبية عضوية التكوين:

تراكم بقايا المواد العضوية التي خلفتها الحيوانات أو النباتات التي تعيش في البحار أو اليابسة، و كذلك عمليات التحلل (تفحم النباتات و تحلل بقايا الهياكل الحيوانية). ومن هذه الصخور:

الحجر الجيري العضوي او المرجاني: هياكل الحيوانات البحرية المكونة من كربونات الكالسيوم

الفوسفات: تراكم و تحلل الهياكل الحيوانية البحرية (فوسفات الكالسيوم)

الفحم: ينتج عن تفحم النباتات التي تتعرض للدفن السريع فيمنع من تفاعلها مع الاكسجين الجوي و بالتالي يتم الاحتفاظ بالكربون.

2-3- تراكيب الصخور الرسوبية:

1- التطبق: ميل مكونات الصخور ان تأخذ وضع افقي في شكل طبقات
2- التطبق المتدرج: الحبيبات الكبيرة تكون لأسفل ثم تعلوها الاصغر حجما
3- التطبق المتقاطع: تقاطع مستويات التطبق مع مستوى الترسيب(مع اتجاه التيار)
4- التصفح: وجود الصخر على شكل رقائق متوازية بسماكة تقل عن 2 مم
5- علامات النيم: تموجات على سطح الرسوبيات نتيجة تعرضها للرياح او الماء
6- شقوق الطين: عند تعرض الرسوبيات الطينية لفترة جفاف بعد فترة بلل.

3- الصخور المتحولة :

هي صخور كانت في الاصل نارية أو رسوبية، حدث لها تغير في الشكل او التركيب المعدني او كليهما- صخور متحولة- وذلك نتيجة تأثير الضغط العالي او الحرارة الشديدة او كلاهما او تاثير المحاليل الكيميائية، عمليات التحول تحدث للصخر و هو في حالته الصلبة.

3-1- الخصائص العامة :

1- تحمل بعض الخصائص و التراكيب الاصلية قبل التحول (التطبق، الحفريات)
2- ظهور معادن جديدة
3- التورق : اعادة تشكيل و ترتيب المعادن (المسطحة)بحيث تكون اكثر توازيا
4- تتواجد في الاماكن النشطة تكتونيا
5- اشكال والوان متعددة

3-2- عوامل التحول :

1- الحرارة
2- الضغط
3- المحاليل النشطة كيميائيا

3-2-1- أنواع التحول:

1- التحول الحراري:مثل تحول الرخام من الدلومايت و تحول الهورنفلس من الصخور الجيرية، وهو محدود الانتشار
2- التحول الديناميكي: ناتج عن الضغط الذي يؤدي الى تكسير او تراص الصخور مثل الميلونيت
3- التحول الدنامیكي- الحراري(الاقليمي): يحدث بتأثير مشترك لكل من الضغط و الحرارة مثل النيس و االشيست، ويكون واسع الانتشار
4- التحول الذاتي: ينتج بفعل النشاط الكيميائي للسوائل الحارة و الغازات مثل صخور السربنتبنبت

3-2-2- نسيج التحول :

الشكل الناتج عن وجود الحبيبات او البلورات المطونة للصخر بطريقة خاصة بجانب بعضها، و للصخور المتحولة 3 أنسجة رئيسية:

1- النسيج الغير متورق: ينتج من التحول الحراري الذي يؤدي الى اعادة تبلور المكونات المعدنية للصخر الاصلي قبل التحول دون تغير شكل الحبيبات

2- النسيج المتورق: ينتج من التحوب الاقليمي، يتميز بوجود صفوف من بلورات تتراص على هيئة رقائق او احزمة متوازية، الشستوزي – النيسوزي

3- نسيج الضغط الديناميكي: ينتج من تاثير الضغط الموجه، و نظرا لعدم تجانس التركيب الصخري، ينتج من ذلك نسيج فتاتي دقيق او خشن او نسيج على شكل عدسات طولية عامود على اتجاه الضغط

المحاضرة رقم (7) : العمليات المرتبطة بالمياه "المـــاء"

1- الدورة المائية :

تعتبر المياه التي تجري في الأنهار جزءا مهما من دورة الماء في الطبيعة. وتشمل هذه العملية نطاقا كبيرا يؤدي دوره فوق المحيطات وعلى سطح اليابسة وداخل الغلاف الجوي المحيط بهما.

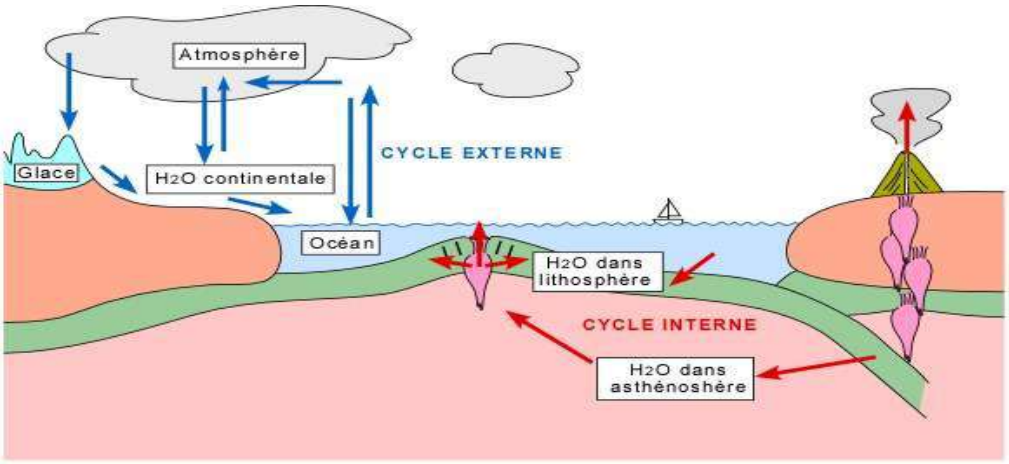
وقد قدرت كمية المياه التي تتبخر في المحيطات بحوالي 000 207 كم3 سنويا يضاف إليه حوالي 000 39 كم3 من المياه التي تتبخر من البحيرات والأنهار والقنوات وسطح اليابسة ....الخ. ويتعادل المجموع العام لكمية التبخر هذا مع مجموع كمية التساقط الذي قدر ما يترسب منه فوق اليابسة بنحو 62000 كم3 بينما تترسب الكمية الباقية فوق المحيطات.

تقسم دورة المياه في الطبيعة إلى ثلاث مراحل: يحدث التبخر في المرحلة الأولى منها ويحدث التساقط في المرحلة الثانية. وينتقل الماء في المرحلة الثالثة نحو المحيط الذي كان قد جاء منه أصلا.

يجري قسم من هذه المياه التي سقطت فوق اليابسة على السطح ويغور القسم الآخر في التربة ويمتص القسم الثالث من قبل النباتات التي تعيده بدورها إلى الغلاف الجوي ثانية عن طريق عملية النتح.

فإذا كانت كمية ما يسقط من مطر فوق منطقة ما حوالي 76 سم في السنة على سبيل المثال يتبخر منها 53 سم إما بصورة مباشرة أو بواسطة النباتات. وتجري الـ 23 سم المتبقية فوق سطح الأرض لكي تنضم إلى المياه السطحية الجارية أو تنفذ إلى الصخور لتنضم إلى المياه الباطنية

التي ستصل إلى المحيط مرة ثانية بصورة غير مباشرة.



شكل رقم (11) : دورة الماء

2 - توزيع التساقط على سطح الأرض:

بالنظر للعلاقة الوثيقة بين الأنهار وكمية وطبيعة التساقط على جهات اليابسة المختلفة لابد من التطرق بشيء من الإيجاز إلى الصفات العامة لتوزيع التساقط على سطح الأرض، إذ يظهر أن توزيع المطر السنوي في العالم يكون كما يلي :

1- تزداد الأمطار غزارة بشكل خاص في الأقاليم الاستوائية وتكون ذات كمية معتدلة في العروض الوسطى وتقل كمية الأمطار في العروض القريبة من المدارين وكذلك في المناطق القطبية.
2- تكون الجهات الغربية من القارات الجافة في العروض المدارية في حين تتميز السواحل الشرقية الواقعة في العروض نفسها بأنها رطبة. وتنعكس الآية في العروض العليا حيث تكون سواحل القارات الغربية ذوات تساقط كبير قياسا إلى كمية التساقط على السواحل الشرقية الواقعة معها على دوائر العرض نفسها.
3- تستلم الأقاليم الجبلية المرتفعة المواجهة للرياح كميات أعظم من السفوح الواقعة في ظل المطر وكذلك تكون كمية الأمطار الساقطة على تلك السفوح أكبر من تلك التي تنزل على المناطق الواطئة المجاورة لها.
4- تقل كمية التساقط كلما توغلنا إلى داخلية القارات لابتعادنا عن المحيط المصدر الرئيسي لبخار الماء في الغلاف الجوي.

5- تستلم الجهات الساحلية المواجهة للرياح القادمة من المحيط كميات من التساقط أكبر بكثير من السواحل التي تخرج الرياح منها باتجاه المحيط.

6- تزداد كمية التساقط على الجهات الساحلية التي تمر بالقرب منها تيارات بحيرة دافئة وتقل كمية التساقط على السواحل التي تمر بالقرب منها تيارات محيطية باردة.

يختلف توزيع كمية التساقط من مكان إلى آخر على سطح الأرض كما يختلف من حيث وقت سقوطه وتوزيعه خلال فصل المطر. ويؤثر هذا بطبيعة الحال على حجم وطبيعة الأنهار وعلى مقدار العمل الجيومورفولوجي الذي تقوم بأدائه، إذ لا تتلقى المناطق الصحراوية إلا كميات ضئيلة من التساقط، فعلى سبيل المثال تبلغ كمية التساقط السنوي في مدينة قسنطينة حوالي 50 ملم وفي ليما في بيرو 5 ملم ، وليم كريك في أستراليا 13.7 ملم ، وفي يوما في أريزونا بالولايات المتحدة 8.3 ملم، وقد لا تسقط الأمطار في بعض الأجزاء من الصحراء اتكاما في شمال شيلي لفترة تتراوح 5 إلى 10 سنوات بشكل متواصل، ولم تسجل أية كمية للمطر في مدينة كالاما الواقعة خلف السلاسل الساحلية في شمال شيلي. وعلى النقيض من ذلك تستلم بعض الجهات من الكرة الأرضية كميات كبيرة من التساقط وخاصة السفوح الجبلية التي تواجه الرياح الرطبة. فعلى سبيل المثال تستلم محطة شرابونجي الواقعة على حافات تلال خاسي في مقاطعة أسام بالهند ما معدله 1079 ملم من المطر سنويا، ويعتبر جبل Waialeale الواقع في جزيرة Kawai في جزر هواي مثلا آخر على مقدار الأمطار الغزيرة إذ يسقط عليه ما معدله 1206 ملم من المطر سنويا. ويسقط على جبل أولمبيك Olimpic في مرتفعات كاسكيد بالولايات المتحدة حوالي 370 ملم من التساقط السنوي، وعلى الرغم من أن للأنهار تأثير عظيما في تكوين التضاريس حتى في المناطق الجافة وشبه الجافة إلا أنها تكون على أشد فعاليتها فوق الأقاليم ذوات المناخ الرطب في العالم.

3- الحركات الكتلية:

يعرف انحدار كميات كبيرة من المفتتات الصخرية على طول المنحدرات والسفوح الجبلية بفعل الجاذبية الأرضية بعملية الانهيار الأرضي ، أو النقل الكتلي.

وغالبا ما ساعد وجود المياه على إتمام هذه العملية بشرط ألا تكون هده المياه عاملا متحركا يستطيع حمل المفتتات الصخرية. ويرجع الفضل في إبراز أهمية هذه العملية إلى العالم الجيومورفولوجي الأمريكي (شارب) الذي كان أول من قام بدراستها وتقسيمها إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

1- الانهيار البطيء أو الكريب (زحف التربة).

2- الانهيار السريع.

3- انزلاق الأراضي.

- الانهيار البطيء أو الكريب:

ويتمثل في عملية زحف التربة والمفتتات الصخرية على طول سفوح الجبال ومنحدراتها بشكل بطيء جدا غير محسوس، ولا يمكن مشاهدتها إلا بدراستها عن كثب ولفترة طويلة، إذ ليس لها آثار طبوغرافية ملموسة، ويقتصر تأثيرها في كثير من الحالات على ثني الجذوع، أو إقتلاعها، وتدمير أعمدة الهاتف والبرق. كما ينجم عن هذه العملية تكسر رؤوس الطبقات شبه الشاقولية وتنحني عندئذ نحو أسفل السفح (الشكل).

وهنالك ظاهرة انحدار كميات كبيرة من المفتتات الصخرية المشبعة بالمياه دون أن يحددها مجرى مائي واضح وقد أطلق عليها (شارب) اسم سيلان التربة.

وتكون هده الظاهرة نشيطة في المناطق القطبية حيث تتوفر هنالك كمية كبيرة من المواد المفككة ميكانيكيا مع كميات كبيرة من المياه الناجمة عن ذوبان الجليد، في الطبقات السطحية، ووجود طبقة متجمدة بشكل مستمر تحت سطح الأرض.

وهذا يؤدي إلى سيلان المفتتات الصخرية، ببطء ملحوظ، على طول جوانب المنحدر بفعل الجاذبية الأرضية. وينجم عن هذه الظاهرة تعرية ما تحت التربة مما يزيد من تأثير أعمال التجوية، وتلطيف التضاريس بملئها لبعض المنخفضات.

- الانهيار الأرضي السريع:

ويتمثل في تدفق كميات كبيرة من المواد الطينية المشبعة بالمياه على طول منحدر ما بسرعة كبيرة وكذلك إنهيار المفتتات الثلجية على طول حافات شديدة الإنحدار.

تشبه ظاهرة التدفقات الطينية ظاهرة سيلان التربة ولكنها تختلف عنها بسرعتها الكبيرة، ويحدد تدفقها مجرى مائي واضح. تحدث هذه الظاهرة في مناطق المنحدرات الجبلية، حيث تتوفر كميات كبيرة من المواد الدقيقة غير المتماسكة وكميات كبيرة من المياه التي تنجم عن ذوبان الجليد بسرعة كبيرة.

تكثر هذه الظاهرة أيضا في المناطق الجافة ونصف الجافة حيث تتوفر الشروط.

1- كميات كبيرة من المواد الناعمة الغضارية.

2- أمطار فجائية غزيرة.

3- وجود منحدرات شديدة.

فعندما تتساقط أمطار فجائية تتخذ شكل سيول جارفة وتنحدر إلى أسفل المنحدرات بسرعة كبيرة مشكلة مخاريط الإنصباب.

وتنجم عن التدفقات الطينية أضرار كبيرة، لأنها تدفع أمامها قطعا صخرية ضخمة قد يصل وزنها إلى بضعة أطنان وتمتد إلى مسافات كبيرة قد تصل إلى 25 كلم.

وكثيرا ما تعمل التدفقات الطينية على سد المجاري العليا للأنهار وتكون بحيرات طويلة.

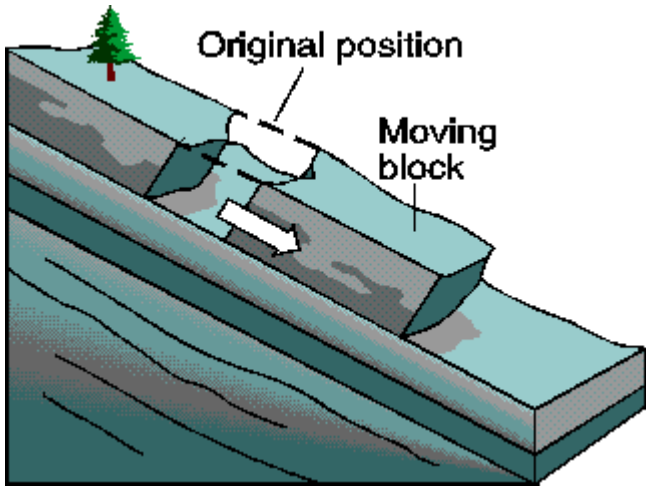
- انزلاق الأراضي:

إنها أكثر أنواع الإنهيارات سرعة وقلة إحتواء على الماء، ويلاحظ الطيات الإنزلاقية، فعندما ترتكز الكتل الصخرية في الجبال، غدا مزلقا بسبب تسرب الماء إليه، فإنها تنزلق إلى أسفل وقد يحصل أن تنزلق الكتل على مراحل مستقلة مما يؤدي إلى تشكل قبة سلمية.

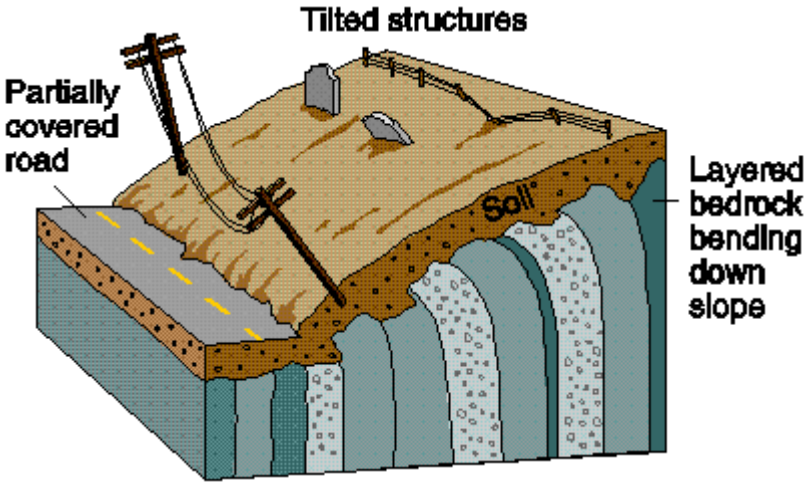
وتصنف أنواع إنزلاق الأراضي إلى:

عملية انزلاق وسقوط المفتتات الصخرية: تنتقل المفتتات الصخرية ببطء، وبصورة مستمرة، على طول المنحدرات الشديدة. ونميز في هذه الحادثة مظهرين: سطح الإقتلاع وتورم الإنزلاق. وقد يؤدي وجود الأودية النهرية، في أسفل المنحدرات، إلى سقوط المفتتات الصخرية.

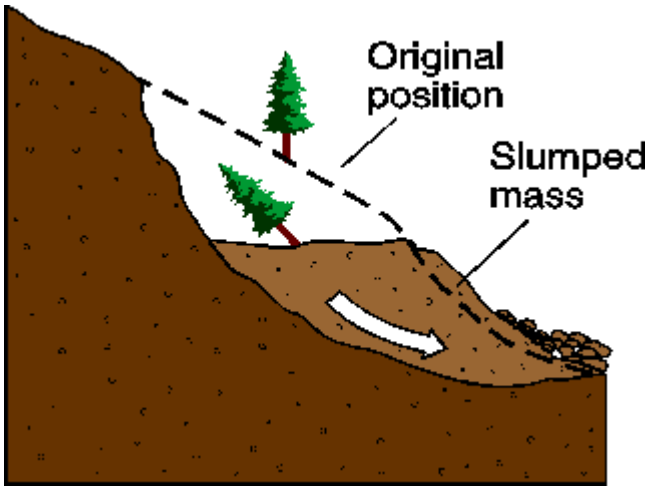
عملية انزلاق الصخر: وهو عبارة عن سقوط كتل كبيرة من الصخر على طول سفح جبلي تتميز صخوره بكثرة مفاصلها وشقوقها.



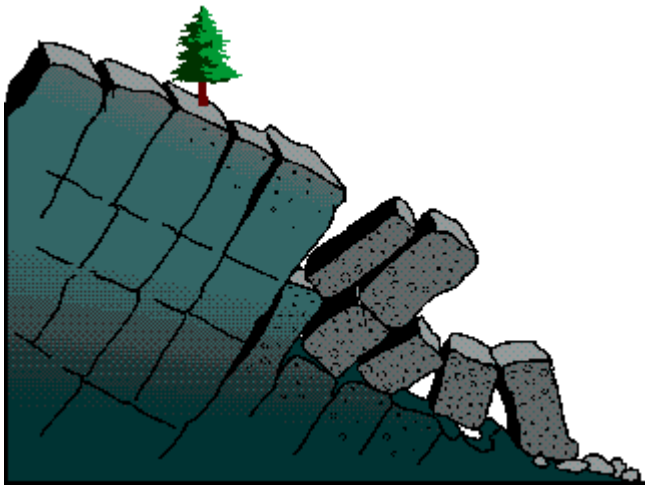
الشكل رقم (12) : أمثلة عن الحركات الكتلية



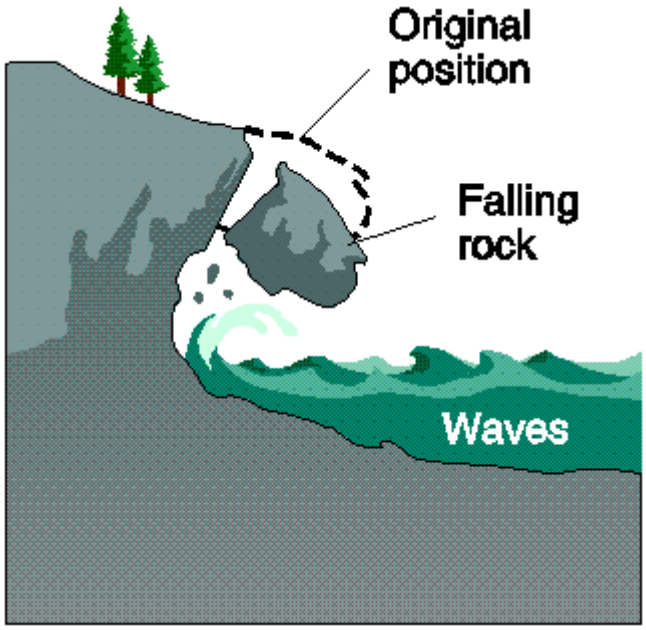
2



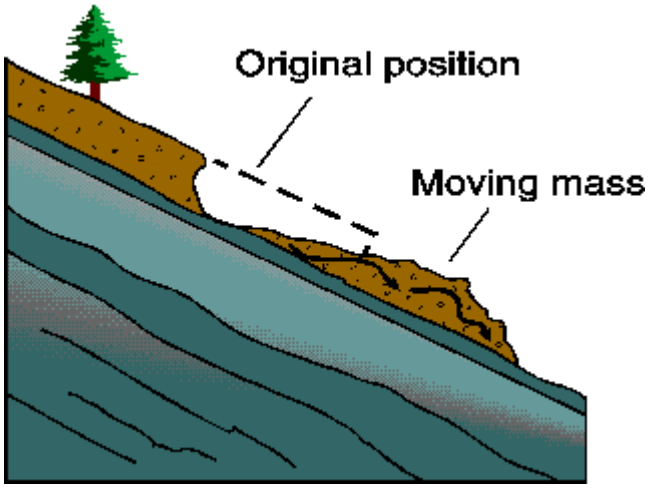
2



4


Original position
Falling rock
Waves

5


Original position
Moving mass

6

7

7

o

8

4- النشاط النهري:

تعتبر الأنهار من أكثر العمليات الجيومورفولوجية انتشارا وأكثرها أهمية في التأثير على سطح الأرض وتغيير مظاهره. إذ تقوم الأنهار بنقل معظم المواد الصخرية القارية التي اقتطعتها هي أو غيرها من العمليات إلى المحيط. وبذلك فإنها تعمل على تخفيض سطوح القارات بشكل متواصل.

تنتشر الأنهار عند كل مستويات الارتفاع عن مستوى سطح البحر تقريبا ما عدا تلك التي ترتفع فوق مستوى خط الثلج الدائم.

وإن المرء ليعجب حقا عندما يرى بعض الأشكال الأرضية التي قامت الأنهار بتكوينها.

لا يقتصر عمل النهر على النحت والتعرية فقط وإنما يقوم أيضا بأعمال إنشائية كبيرة كما في السهول الفيضية والدلتاوات والدالات المروحية. ويمكن أن تكون الأنهار بذلك عوامل إنشائية بقدر ما تكون عليه عوامل تخريبية في الوقت نفسه أحيانا. فيصبح النهر في هذه الحالة نهرا متوازنا إذ يقوم النهر وفي مناطق معينة من مجراه بعملية النحت والتعرية وبذلك فهو نهر حفار ويرسب النهر في واديه في مناطق معينة بعض المواد التي قام بتعريتها ونقلها فيقال أنه نهر مرسب. وليست الأنهار هي العملية

الجيومورفولوجية الوحيدة التي تمر بمثل هذه الحالات إذ تشبهها في ذلك بعض العمليات كالجليديات والرياح والأمواج. غير أن الأنهار وعلى نطاق الأرض كلها يمكن أن تكون أكثرها أهمية وتأثيرا.

4-1- مصادر مياه الأنهار:

تعتبر مياه الأمطار والثلوج الذائبة المصادر المباشرة لمياه الأنهار. يتغلغل قسم من مياه الأمطار والثلوج داخل التكوينات الصخرية والتربة. ويتحرك خلالها ثم يخرج بعضه ثانية بشكل عيون أو ينابيع حيث تقوم هذه المياه بتغذية الأنهار ثانية. وتتغذى كثيرا من الأنهار من خلال البحيرات التي تنبع منها أو تمر فيها. وتتزود تلك البحيرات بدورها بالمياه بواسطة الأمطار الساقطة عليها أو مياه الثلوج التي تذوب وتنتهي فيها أو من مصادر نهرية تصب بدورها في تلك البحيرات.

4-2- تصنيف الأنهار:

يمكن للأنهار أن تصنف إلى عدة تصانيف تبعا للمقاييس المستخدمة في ذلك إذ تقسم الأنهار استنادا إلى:

أولا: طبيعة جريان الماء في الوديان النهرية إلى الأقسام التالية:

* الأنهار الدائمة الجريان:

نعني بهذه الأنهار تلك التي يستمر جريان الماء فيها طيلة العام وتسبب ظروف كثيرة حالة الجريان الدائم للأنهار منها:

أ- تكون كمية التساقط كبيرة وموزعة توزيعا منتظما طيلة العام. كما في أنهار الأقاليم الإستوائية مثل الأمازون والكونغو ...الخ.

ب-ينبع النهر من بحيرة أو من عدة بحيرات أو يمر مجراه خلالها كما في النيل.

ج-ينبع النهر من نهايات الغطاءات الجليدية أو الثلاجات كما في نهري الدانوب والراين في قارة أوروبا.

* الأنهار المتقطعة:

وهي الأنهار التي تنقطع عنها مصادر المياه في فترات وتوجد هذه الأنهار على الأغلب في الأقاليم التي يكون التساقط فيها فصليا وتكون شائعة في الأقاليم شبه الجافة، وتنقسم هذه الأنهار بدورها إلى قسمين هما:

أ- الأنهار المتقطعة التي تتغذى بواسطة الينابيع.

ب- الأنهار المتقطعة التي تتغذى من الجريان السطحي للماء.

ينقطع الجريان بالنسبة للحالة الأولى من الأنهار بسبب أنها لم تقم بتعميق وديانها إلى دون المستوى الدائم للماء الباطني ولذلك ينقطع تزويدها بالمياه الباطنية عندما يهبط مستوى الماء الباطني خلال الفترة الجافة من السنة وينقطع الجريان في حالة النوع الثاني عندما يتوقف التساقط في منطقة تغذية النهر لكونه ذا تساقط فصلي. ويصبح النهر فصليا أيضا إذا لم ينبع من مناطق مرتفعة تغطيها الثلوج أو أنه لا يمر في بحيرة أو ينبع منها.

* الأنهار الوقتية:

تظهر هذه الأنهار في المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا يحدث أي جريان مائي فيها إلا عقب سقوط الأمطار على أحواض ووديان تلك الأنهار، ويعتمد مقدار طول الفترة التي تجري فيها المياه في مثل هذه الأنهار على كمية الأمطار الساقطة وعلى الفترة التي إستغرقتها عملية التساقط.

ثانيا: تصنيف الأنهار تبعا لنظمها:

نعني بنظام النهر أو رجيم النهر الطريقة أو الأسلوب الذي تتصرف بموجبه مياه النهر، أي الفترات التي تكون فيها كمية التصريف عالية في النهر (الفيضان) والفترات التي تنخفض فيها كمية ذلك التصريف (الصيهود) . وتصنف الأنهار تبعا لذلك إلى:

* الأنهار ذوات النظام البسيط:

ترتفع مناسيب المياه في النهر وتزداد كمية التصريف في هذا النوع في من النظام مرة واحدة في السنة ترتبط مع فترة التساقط الكبيرة أو مع فترة زيادة التجهيز المائي من منطقة التغذية. وتنخفض كمية التصريف وتهبط المناسيب للنهر في فترة معينة أخرى من السنة تتفق مع إنقطاع التساقط أو تناقصه وقلة كمية التجهيز المائي من منطقة التغذية.

* الأنهار ذوات النظام المزدوج:

يظهر على أنهار هذا النظام فترتان يرتفع فيهما منسوب المياه في النهر تحصران بينهما فترتين للمناسيب الواطئة والتصريف المائي القليل. وتعتبر الأنهار الاستوائية مثلا جيدا على هذه الحالة حيث توجد في المناخ الاستوائي قمتان للمطر تتفقان مع فترة تعامد الشمس على الأقاليم الاستوائية الأمر الذي يؤدي معه إلى رفع مناسيب المياه في الأنهار. وتنخفض تلك المناسيب في فترتي قلة المطر النسبية المحصورة بين هاتين القمتين، كما في نهري الأمزون والكونغو، ويمكن لهذه الحالة أن تحصل أيضا للأنهار التي تتزود بالماء من الأمطار الغزيرة في الخريف والشتاء ثم تقل الأمطار بنهاية الشتاء ويقل معها التصريف النهري. وتحدث زيادة ثانية للتصريف عندما ترتفع درجات الحرارة في بداية الفصل الحار وتؤدي إلى إذابة الثلوج المتجمعة في منطقة التغذية وتعتبر أنهار جنوب أوروبا التي تنبع من جبال الألب خير الأمثلة على ذلك.

* النظام المركب:

عندما تكون مساحة حوض النهر كبيرة جدا بحيث يمكن أن تضم أنواعا متباينة من الأقاليم المناخية أو تشمل تضاريس متنوعة فإنه من غير المعقول أن يكون نظام الجريان في كل أجزاء النهر الذي يصرف مياه ذلك الحوض متشابهة وتتبع نظاما واحد ولذلك يصبح نظام الجريان مركبا فيها، وتعتبر أنهار الميسيسيبي والدانوب أمثلة جيدة على ذلك. وتتصف هذه الأنهار بكثرة روافدها وتباعد المسافات بين تلك الروافد.

ثالثا: تصنيف الأنهار تبعا لمراتبها :

جرت محاولات عديدة لتصنيف الأنهار تبعا لمراتبها كان من بينها محاولة هورتون horton في سنة 1945، ومحاولة سترالر عام 1952 وشريف shreve سنة 1957 وشايدكر Scheidegger سنة 1965، تهدف كل تلك المحاولات إلى تصنيف الوديان النهرية تبعا لبدء تسلسلها في تكوين المجرى النهري. ولا تهدف عملية ترتيب المجاري النهرية إلى هذا فقط بل يمكن لها أن تعطي دليلا تقريبيا من كمية الجريان الذي يمكن أن يكون في شبكة نهرية معينة. حيث كلما زادت مرتبة النهر فإن من المتوقع أن تكون كمية المياه فيه كبيرة بسبب الروافد التي تغذيه.

يعتبر الدليل الذي وضعه هورتون أكثر تلك المحاولات بساطة حيث قام بتصنيف الأنهار إلى المراتب الآتية:

* أنهار المرتبة الأولى: وهي الأنهار التي ليس لها أية روافد.

* أنهار المرتبة الثانية: وهي الأنهار التي تصب فيها أنهار المرتبة الأولى فقط.

* أنهار المرتبة الثالثة: وتنشا هذه الأنهار من إرتباط الأنهار التي تعود إلى المرتبة الثانية. وتأتي بعد ذلك بقية المراتب بشكل متسلسل.

رابعا: تصنيف الأنهار تبعا لنمط التصريف:

تأخذ شبكة التصريف النهري لأية منطقة شكلا خاصا يعرف بنمط التصريف وهو الوضع الذي تبدو فيه مجاري ووديان الأنهار عندما ترسم على خريطة تلك المنطقة، ومن الطبيعي أن لا يكون وضع الشبكة النهرية هذا إعتباطيا بل أنه يكون نتيجة للعلاقات بين نوعية المناخ السائد وطبيعة التضاريس وكذلك نوعية الصخور وبنيتها وبذلك أمكن تقسيم الأنماط النهرية إلى:

* نمط التعريف النهري الشجري:

يرتبط وجود هذا النمط من التصريف بالمناطق التي تكون صخورها متجانسة وتكون على الأغلب ذوات طبقات صخرية أفقية الامتداد أو تميل ميلا بسيطا. كما ويتصف السطح فيها بأنه ذو تضاريس واطئة كان يكون سهلا أو سطح هضبة.

تبدو الأنهار في هذا النمط وكأنها تفرعات أغصان الأشجار وتختلف كثافة التفرع النهري في هذا التصريف تبعا لدرجة صلابة الصخور ومساميتها وكذلك نوعية المناخ إذ تزداد كثافة التفرع كلما كانت الصخور ذوات صلابة قليلة كما هي الحالة في الصخور الرسوبية في حين يقل التفريغ في المناطق الصخور النارية الصلبة المقاومة. ونزيد درجة التفرع أيضا مع زيادة كمية التساقط وتقل بقلته.

* نمط التصريف المستطيل (المتعامد):

تعتبر المفاصل مناطق ضعف في التكوين الصخري لأية منطقة من المناطق. حيث تحاول الوديان النهرية أن تثبت امتداداتها فوق مناطق الضعف تلك. ويحدث أن تأخذ المفاصل في المنطقة نظاما متعامدا ينعكس بدوره على شكل التصريف حيث تلتقي الأنهار مع بعضها بزاوية قائمة تقريبا.

* نمط التصريف التكعيبي:

يتطور نمط التصريف النهري التكعيبي فوق المناطق ذوات البنيات الإلتوائية التي تكون في مرحلة النضج من الدورة الجيومورفولوجية. حيث تثبت الوديان النهرية الرئيسية نفسها فوق المناطق الصخرية اللينة، وتتصل بهذه الوديان روافد عديدة بشكل متعامد تقريبا ويكون بعضها موافقا في إتجاهه مع إتجاه الميل الأصلي للصخور ويكون البعض الآخر معاكسا لإتجاه ذلك الميل.

* نمط التصريف النهري المدور:

يرتبط بوجود هذا النمط فوق الجهات التي تكون بنياتها قبابية وفي مرحلة النضج من الدورة الجيومورفية حيث تتعاقب الطبقات الصخرية المختلفة في درجة الصلابة وتحيط كلها بالمركز الذي يتكون من صخور نارية متبلورة. تثبت الأنهار الرئيسية وديانها فوق مناطق الصخور اللينة الدائرية الامتداد وتلتقي بها روافد تنبع من الحافات المرتفعة التي تمثل الصخور الأكثر صلابة.

* نمط التصريف النهري الإشعاعي:

يتمثل هذا النمط من التصريف فوق أنواع مختلفة من التضاريس إذ يظهر فوق المخاريط البركانية وفوق القباب التي تكون في مرحلة الشباب وكذلك على الدلتاوات والدالات المروحية. وتتباعد خطوط التصريف عن بعضها كلما ابتعدنا عن نقطة مركزية مرتفعة.

توجد بالإضافة إلى ما تقدم من أنماط التصريف أنماط أخرى ذوات صبغة محلية على الأغلب مثل التصريف المركزي حيث تلتقي خطوط التصريف مع بعضها في منخفض مركزي كما في مناطق الحفر البالوعية والفوهات البركانية وبقية الأشكال الحوضية ونمط التصريف المتوازي الذي يوجد في العادة في المناطق التي تمتد فيها المجاري النهرية على شكل مسافات منتظمة أو بشكل متواز كما في مناطق الركام الجليدي.

خامسا: تصنيف الأنهار تبعا لنشأتها:

تصنف الأنهار تبعا لنشأتها وطبيعة العلاقة بينها وبين ميل الطبقات الصخرية التي تجري عليها إلى:

* الأنهار التابعة:

نعني بها الأنهار التي تتبع في اتجاه جريانها الميل الأصلي للصخور في الإقليم، ترجع معظم أنهار الأرض إلى هذا النوع. وتظهر الأنهار التابعة فوق كل الأشكال الأرضية التي تكونت لتوها كأن تكون جبلا بركانيا.

* الأنهار التالية:

يطلق على هذه الأنهار إسم أنهار المضارب لأن إمتدادها العام يكون مع إتجاه مضارب الطبقات الصخرية وتثبت هذه الأنهار وديانها فوق الطبقات اللينة نسبيا، ولذلك تتميز تلك الوديان بأنها عميقة بسبب شدة تأثير التعرية الراسية أو العمودية فيها. وتحيط بتلك الوديان حافات جبلية مرتفعة تتكون من الطبقات الصخرية الأكثر صلابة تعرف بظهور الحلوف أو الكويستا، تكون الأنهار التالية روافد للأنهار التابعة على الأغلب.

* الأنهار العكسية:

وتعني الأنهار التي تجري باتجاه معاكس لاتجاه ميل الطبقات الصخرية أي عكس إتجاه جريان الماء في الأنهار التابعة الموجودة في الإقليم. وتتصف وديان هذه الأنهار بأنها قصيرة وذوات درجة إنحدار شديدة ولا تكون عميقة لأنها تجري فوق التكوينات الصخرية الصلبة عادة وتعتبر الأنهار العكسية روافد للأنهار التالية على الأغلب.

* الأنهار الحديثة:

يطلق على الأنهار التي تجري مع اتجاه الميل للطبقات الصخرية عادة إسم الأنهار الحديثة، تجري تلك الأنهار مع إتجاه جريان الأنهار التابعة وتختلف عنها في أنها أنهار نشأت بعد نشوء الأنهار التابعة وتكون الأنهار الحديثة روافد للأنهار التالية على الأكثر.

* الأنهار العشوائية:

وهي الأنهار التي لا يمكن أن نجد سببا مقنعا لتحديد مجراها إذ أنها لا تتبع ترتيب البنية الصخرية كما أنها لا تجري باتجاه الميل للطبقات، غير أنها تجري في كل إتجاه مناسب ويكون نمط التصريف النهري المرتبط معها شجريا.

تعتبر الأنواع الخمسة السابقة أكثر أنواع الأنهار من حيث النشأة شيوعا غير أن هناك أنهار أخرى تعرضت وديانها لعمليات باطنية أعطتها صفات نشأة خاصة بها وهي:

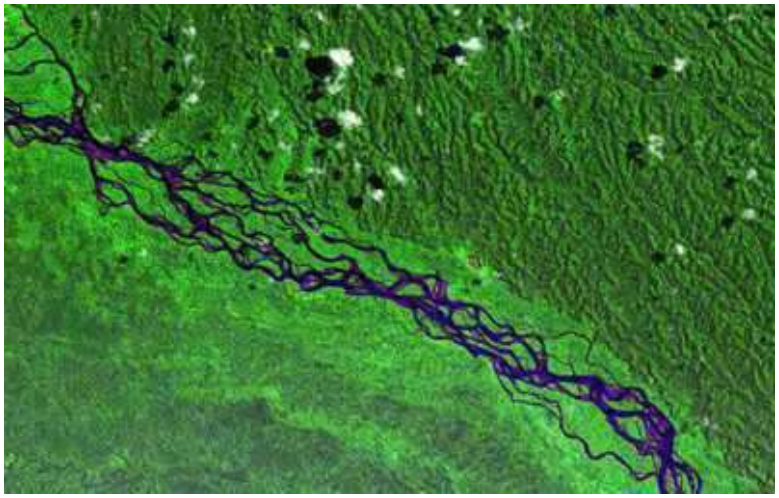
أ- النهر السالف: يحدث في بعض الحالات أن ينحرف مجرى النهر بعد أن كان قد طور مجراه بشكل جيد نتيجة للحركات الأرضية أو بسبب الطفوح البركانية أو إنكشاف التكوينات الصخرية النارية الباطنية. يطلق على النهر اسم النهر السالف إذا كان من القوة بمكان يجعل في مقدوره البقاء في مجراه رغم قوى الانحراف التي يفترض أن تكون بطيئة جدا، وتكون مثل هذه الأنهار ومجاريها غير منسجمة مع المنحدرات المجاورة لها.

ب-النهر المنطبع: يقوم النهر بعملية تعميق لواديه ضمن تكوينات صخرية معينة وضمن بنية معينة أيضا. وتستطيع الأنهار في بعض الحالات ومع استمرار عملية التعرية هذه أن تكشف تكوينات صخرية مطمورة تختلف كثيرا في تكوينها وفي بنيتها، ولذلك تجد الأنهار نفسها وهي واقعة في أماكن غير مناسبة كأن تكون على قمة أو على جوانب إلتواء محدب شديد أو أنهار تعبر صخورا ذات صلابة كبيرة كان من الممكن أن تتحاشاها في ظروف التصريف الإعتيادية.

ومما يساعد على سرعة كشف تلك التكوينات من قبل النهر المنطبع تعرضه إلى حالة إعادة الشباب، حيث تقوم الأنهار بعد ذلك بتسوية الإقليم مع بقاء التكوينات الصلبة أكثر إرتفاعا عن المستوى العام له وتكون وديانها ضيقة وعميقة عند عبورها لتلك الصخور المقاومة.

تكون معظم هذه الأنهار غير منسجمة تماما مع البنيات المحيطة بها ويصعب تمييزها كثيرا عن الأنهار السالفة.

الصورة رقم (01): أثر الفيضانات في الأوساط الحضرية.



الصور رقم (02)،(03) ،(04) : الأنهار العشوائية

الصورتان رقم (05)، (06): الأودية العشوائية " الكاذبة "

5- النشوء التضاريسي البحري:

يلعب البحر دورا كبيرا في تطوير السواحل فبعضها يتراجع بسبب عمليات الحث، وبعضها الآخر يتقدم نحو اليابسة على حساب البحر بفعل عمليات الترسيب.

أما المجال المنحصر بين أعلى مستوى لسطح البحر وأدنى مستوى له، والذي يتم عنده التماس بين اليابسة والبحر، فيسمى نطاقا (الساطر). وهو النطاق المتأثر بشكل مباشر بعمل البحر الجيومورفولوجي.

ويتأثر تشكل السواحل بالعوامل الباطنية لوقوعها على أطراف القارات التي تمثل مناطق ضعف في القشرة الأرضية تتعرض بشكل مستمر لحركات نهوض أو هبوط. فالساحل إذن وضع عابر، لخط الساحل المتحرك الذي ترك آثاره السابقة إما في اتجاه البحر أو اليابسة.

والأشكال الساحلية من أهم الأشكال الناجمة عن عوامل خارجية، والعامل المؤثر هو مياه البحار وحركاتها المتمثلة في الأمواج، (هي المؤثر الرئيسي في عملية الحت) والتيارات البحرية (تعمل على نقل الأنقاض) وحركة المد والجزر (تؤثر في توسيع نطاق الأشكال ونقل الأنقاض).

5-1- النموذج الساحلي والديناميكية الساحلية:

تؤثر على السواحل عمليات جيومورفولوجية متعددة بعضها عمليات غير ثابتة كالأمواج والتيارات الساحلية وأمواج المد والجزر. وأخرى عمليات ثابتة مثل الإحياء كالطحالب والمرجان.

1- الأمواج:

تموجات سطحية ناتجة عن هبوب الرياح فوق سطح البحر بالإضافة إلى الدور الذي يلعبه تباين الضغط. وتنتشر هذه التموجات الإهتزازية على سطح البحر في إتجاه هبوب الرياح التي سببتها، هناك أنواع أخرى من الأمواج تتولد بفعل الزلازل أو الإنزلاقات الأرضية والإنفجارات البركانية في قيعان المحيطات ويطلق على هذا النوع من الأمواج تسونامي Tsunami (أمواج المد)، تؤثر هذه المياه وحركاتها في أطراف اليابسة التي تلامسها بشكل ينعكس على تكون تضاريس ساحلية لها مميزات خاصة.

ولا يعني ذلك أن الماء يتحرك وينتقل بل حركة التموج هي التي تنتقل، هذه الحركة التموجية تؤدي إلى تحرك ذرات الماء في منطقة الموجة حركة دورا نية متعامدة مع إتجاه الموجة.

وتتخذ الأمواج شكل ظهور متطاولة، تتقدم أمام الرياح وتنكسر عندما تصدم بالسواحل أو بالقيعان الضحلة، وعملية تكسر الأمواج على أطراف اليابسة تؤدي إلى انقلاب الحركة الإهتزازية الشاقولية إلى حركة أفقية، تقوم بعمل مورفولوجي يؤثر في السواحل.

ويمكن تحديد ثلاثة أنواع من الأمواج المتكسرة على الشاطئ تبعا للتباين في العوامل التي أدت إلى تكسرها مثل إنحدار الشاطئ، وعمق الماء أمامه، ودرجة إنحدار الموجة، وقوة إتجاه الرياح.

- الموجة المنحدرة: وهي موجة محيطية طويلة ومنخفضة تكسرت على شاطئ شديد الإنحدار، تعد هذه الأمواج من الأمواج المدمرة.
- الموجة المتدفقة: وهي عادة من الأمواج البنائية التي تعمل على الترسيب حيث تتقدم إلى الأمام نحو شاطئ ضعيف الإنحدار.
- الأمواج المندفعة: وهي أمواج غير منكسرة، تتقدم نحو شاطئ شديد الإنحدار تتميز المياه أمامها بعمقها الكبير.

وعندما تقترب الأمواج من الشاطئ تنحرف خطوط القمم متوازية مع بعضها في محاداة خط الشاطئ، حيث طبوغرافية القاع وامتداد اليابسة أمامها، وتوغل الخلجان، تشكل مجموعة عوامل تتضافر مؤدية إلى إنحراف الأمواج هذا الإنحراف يترتب عليه نتائج جيومورفولوجية بالغة الأهمية والخطورة.

2- المد والجزر:

هو إرتفاع وانخفاض عارض لمستوى سطح البحار والمحيطات، تحدث هذه العملية بسبب قوة جذب القمر والشمس للأرض، ولا يزيد دور الشمس في جملة عملية المد والجزر على 11/5 من دور القمر وذلك بسبب بعد الشمس عن الأرض مقابل قرب القمر منها. تحدث هذه العملية مرة كل 12 ساعة و26 دقيقة ، وهنالك مناطق لا تشهد سوى حركة مد وجزر واحدة كل 24 ساعة.

وعلى هذا فإن تأثير قوة جذب الشمس للمياه في سطح الكرة الأرضية ضعيف نسبيا إذا ما قورن بتأثير جذب القمر، ولكن حينما يقع القمر والشمس والأرض على استقامة واحدة كما يحدث في حالتي المحاق والبدر فإن قوة المد والجزر تبلغ ذروتها ويطلق على هذه الحالة بالمد العالي. أما إذا وقع كل من الشمس والقمر بالنسبة للأرض على ضلعي زاوية قائمة رأسها مركز الأرض فإن جذب القمر أقل منه في حالة المد العالي، إلا أنه أعظم من تأثير الشمس، ومن ثم تخف حدة إرتفاع منسوب المد ويطلق عليه المد المعتدل.

تنقلب الحركة العمودية لمياه البحار والمحيطات نتيجة المد والجزر من حالة شاقولية إلى أفقية، مما يؤدي إلى غمر الماء وانحساره عن اليابسة.

3- التيارات الساحلية:

وهي تحريك أفقي للمياه تحت تأثير الرياح أولا واختلاف الكثافة في مياه المحيطات نتيجة لاختلاف درجة الملوحة والحرارة ثانيا.

وتصاحب الأمواج تيارات تقودها الرياح إلى الخلجان والمضايق، نتيجة لهذه الحركة المائية تتعرض الرؤوس الصخرية البارزة لأعمال الحت البحري، بينما تتوضع الرواسب والأنقاض ضمن الخلجان.

6- عمليات التعرية التي تقوم بها الأمواج والتيارات:

تقوم الأمواج بتعرية السواحل بطرق أربعة:

* بواسطة الضغط المائي.
* النحت والصقل الميكانيكي.
* بعملية التحليل الكيماوي.
* بواسطة الأحياء.

- الضغط المائي:

تسبب الأمواج المتقدمة نحو السواحل ضغطا مائيا عظيما فعلى سبيل المثال يبلغ مقدار الضغط الذي تسببه موجة يبلغ إرتفاعها 3 أمتار وطولها 100 متر 117 كلغ للمتر المربع الواحد.

لا يؤثر ضغط الأمواج بصورة مباشرة فقط بل إنه يؤثر أيضا من خلال ما يتعرض له الهواء الموجود داخل الشقوق والمسامات الصخرية من ضغط شديد نتيجة لذلك. فعندما تضرب موجة منكسرة واجهة أحد الأجراف ينضغط الهواء الموجود داخل الشقوق والمفاصل فيها بقوة مكونا اسفينا يندفع داخل تلك الشقوق والمسامات. ويتناقص الضغط المسلط على هذا الهواء عند تراجع الموجة الى الوراء حيث يتمدد.

وتتكرر العملية ذاتها مرة ثانية مع تقدم الموجة المنكسرة ثانية وتراجعها الأمر الذي يؤدي إلى توسيع تلك الشقوق والمفاصل وتحطيم الصخور ثانية وتراجعها الأمر الذي يؤدي إلى توسيع تلك الشقوق والمفاصل وتحطيم الصخور.

ينتقل الرشاش المائي الناتج عن إصطدام الموجة المنكسرة بالصخور والأجراف بسرعة عظيمة جدا تصل إلى حوالي 110 كلم/ ساعة وقد وصل البعض منها إلى سرعة 280 كلم/ ساعة ويمكن بذلك تصور مقدار العمل الذي يمكن أن تقوم به مثل هذه المياه السريعة.

تستطيع أمواج العواصف القوية أن تعري الطبقات الصخرية اللينة وكذلك المفاصل والشقوق الموجودة داخل الأجراف وأن تحرك الكتل الصخرية الموجودة فيها مكونة أشكالا جيومورفولوجية متعددة مثل الكهوف والمسلات وسوف نفصل في هذه بعد قليل.

- النحت:

تبين لنا قبل قليل أن الأمواج القوية تستطيع أن تحطم كتلا كبيرة من الأجراف التي تضربها وتستطيع تلك الأمواج أن تلقي بذلك الحطام الصخري في وجه تلك الأجراف ثانية، كما تستطيع الأمواج المتوسطة القوية أن تحرك ذرات صخرية ذوات أحجام مختلفة إبتداء من الجلاميد وإنتهاء بالرمال، ففي أحد المناجم الموجودة في كرونول والذي يمتد تحت البحر أمكن سماع صوت سحق الجلاميد الصخرية بصورة واضحة عبر سقف صخري يبلغ سمكه حوالي 3 أمتار.

إذ أن نطاق إنكسار الموجة ما هو إلا نطاق طحن للصخور، فعلى سبيل المثال تصبح الشظايا الصخرية المدببة من الغرانيت مدورة بعد مرور عام على تعرضها لعملية نحت الأمواج المنكسرة في كي بان في ولاية مساشوستس بالولايات المتحدة.

وقد تعرضت أجراف شكسبير التي تكون جزءا من الأجراف الطباشيرية في دوفر والتي يبلغ إرتفاعها أكثر من 100 متر للنحت السريع الذي قامت به الأمواج الأمر الذي سبب حدوثا للكثير من الإنزلاقات الأرضية كون أحدهما زلزالا قويا في دوفر سنة 1810.

ولقد تراجعت الأجراف في جزيرة كرا كانوا البركانية في مضيق سندا إلى الوراء لمسافة 1500 متر بين سنتي 1883- 1928 من جراء تعرضها لنحت الأمواج وبمعدل يبلغ 30 م في العام، وعلى الرغم مما بيناه من أمثلة تدل على مقدار الأثر العظيم الذي تحدثه الأمواج على السواحل التي تضربها فإن تراجع الأجراف يعود في معظم الحالات إلى أثر المياه الجارية منه إلى عمل الأمواج.

فعلى سبيل المثال أثبتت الدراسات الدقيقة التي جرت على السواحل التي تتأثر بالرياح التجارية في جزر هاواي أن مقدار التعرية المائية فيها تبلغ 7 أضعاف تأثير تعرية الأمواج على الأقل.

ودلت الدراسات التي أجريت على النحت الساحلي وكمية الرواسب في البحر الأسود أن الأمواج جلبت 5 % من الرواسب في حين جلبت الأنهار حوالي 95 % منها.

لا تقتصر عملية النحت التي تقوم بها الأمواج على المنطقة المحصورة بين خط إنكسار الموج وبين الساحل رغم أن الأمواج تصرف معظم الطاقة التي تحتويها هناك. إذ تتحرك جزيئات الرواسب بقوة عظيمة في أعماق أعظم عندما تكون أطوال الموجات كبيرة. إذ يمكن من الناحية النظرية لأمواج يبلغ طولها 150 مترا وارتفاعها 17 مترا أن تنتج سرعة تقدر بـ 25 سنتمتر /ثا في ماء عمقه 100 متر وهي سرعة كافية لتحريك الرمال الناعمة. وتدل الدراسات على أن تيارات المد وغيرها من التيارات تستطيع أن تبقي ذرات الطين في حركة إلى أعماق تبلغ 200 متر وقد تصل إلى 300 مترا في بعض السواحل. ويعرف العمق الذي يمكن للرواسب أن تتحرك فيه بواسطة الأمواج باسم قاعدة الموجة.

تنعكس حركة جزيئات الرواسب المتحركة بواسطة الأمواج مع كل موجة خارج نطاق انكسار الموجة. إذ تزداد سرعة حركة هذه الرواسب عندما يكون إتجاه الحركة نحو البحر بالنظر إلى إنحدار القاع يكون نحو ذلك الجانب الأمر الذي يزيد من سرعة الماء المتراجع عليه. ثم تستقر ذرات الرواسب تبعا لأحجامها وبشكل تدريجي وتتحطم هذه الذرات إلى ذرات أصغر نتيجة لتصادم بعضها البعض الآخر وبذلك لا تقتصر عملية النحت على نطاق إنكسار الموجة فقط بل في كل نطاق قاعدة الموجة.

الذوبان:

يحتوي ماء البحر على الكثير من المواد الذائبة وبذلك فإنه ذو تأثير على ذوبان الصخور أعظم بكثير من الماء الذي على اليابسة، فقد لاحظ أحد الجيولوجيين أن قابلية الذوبان لبعض المعادن الصخرية كالفلدسبار تتراوح في ماء البحر بين 4 إلى 14 مرة عما هي عليه قابلية ذوبانها في الماء النقي، وقامت المياه في بعض الخلجان المنعزلة في أندونيسيا في إذابة بعض الحزوز الناتجة عن عملية النحت عند خط الساحل ليس فقط في الصخور الجيرية بل حتى في الصخور البركانية.

وتظهر في سواحل بعض المناطق الجافة وشبه الجافة التي تتكون صخورها من الحجر الجيري مظاهر مصغرة للحجر الكارستية ويرجع سبب تكوين بعض هذه التضاريس بطبيعة الحال إلى أثر المياه الباطنية غير أن معضمها يقع في نطاق يمكن للأمواج والرشاش البحري من الوصول إليه وبذلك فهي ناتجة أيضا عن عملية الإذابة التي يقوم بها ماء البحر.

الأحياء:

يمكن للأحياء أن تساهم في عملية تحطيم الصخور الساحلية، فقد دلت الدراسة مثلا على أن الطحالب تغطي سطح صخور الغرانيت الأصلية على ساحل شبه جزيرة يورك الجنوبية في أستراليا في برك مملوءة بماء البحر، وتقتطع هذه الطحالب قسما من تلك الصخور عندما تزال، في حين تظل مناطق الغرانيت الخالية منها غير معرضة إلى هذه الظاهرة.

وبالاظافة إلى التأثير الذي تقوم به النباتات فان هناك أمثلة كثيرة على ما تقوم به بعض الحيوانات، مثال ذلك، نوع من السرطان البحري الذي يعيش بكميات هائلة على سواحل جنوب أستراليا ويغطي كثيرا من الأرصفة حيث يقوم هذا الكائن الحي بحماية تلك الأرصفة من قوة نحت الأمواج، من ناحية ثانية تبقى تلك المناطق رطبة عند حالة الجزر، ويقوم هذا الحيوان في بعض السواحل بجمع الرمال وبقية الحطام الصخري، ويساهم بذلك في تكوين بعض الأشكال الشاطئية الصغيرة، وتقوم النباتات بتثبيت الرمال التي تنقلها الرياح من الشواطئ لتكوين الكثبان الساحلية.

7- معدل تعرية الأمواج:

يعتمد معدل تأثير التعرية الموجية على مجموعة من الظروف أو العوامل:

1- مقدار درجة تعرض أو إنفتاح الساحل لعمل الأمواج وكذلك مقدار قوة الأمواج التي تؤثر عليه.
2- مقدار توفر المواد الصخرية المفككة التي تستعملها الأمواج كأدوات للنحت والتعرية، إذ تشبه الأمواج في ذلك عملية التعرية الأخرى كالأنهار والرياح.

و يتزايد عمل الثلاجات بشكل ملحوظ مع زيادة كمية هذه المواد المفككة، وعلى الرغم من أن الماء الخالي من هذه المواد يستطيع بقوة ضغطه أن يؤثر على المواد الصخرية غير متماسكة مثل الرمال والإرسابات الجليدية وصخور الطفل، ولكنه يكون ذو تأثير قليل على الصخور النارية المتماسكة والمتحولة وكذلك على بعض أنواع الصخور الرسوبية الشديدة التماسك.

وتتعاظم قوة التعرية الموجية بواسطة حطام الصخور المفككة والرمال التي ترفعها الأمواج لتهاجم بها الصخور التي تعترض طريقها.

3- درجة صلابة أو مقاومة الصخور الساحلية لتعرية الأمواج، حيث تكون الصخورالمتماسكة القليلة المفاصل ذوات صلابة عظيمة وذات مقاومة أكبر من الصخور اللينة الفاصل وذوات

الطبقات أو الصخور التي يمكن لماء البحر أن يؤثر عليها تأثيرا كيماويا كالصخور الجيرية مثلا.

4- طبيعة ميل الطبقات الصخرية، إذ يزداد تأثير التعرية الموجية في الأجراف التي يكون فيها إتجاه ميل الطبقات الصخرية نحو البحر حيث تقوم الأمواج بتعرية القسم الأسفل من الأجراف وتتيح المجال بذلك لحصول عمليات تساقط صخري أو إنزلاقات أرضية متنوعة من الأجزاء المرتفعة من الأجراف التي لا تستطيع الأمواج الوصول إليها، على عكس ما يحدث عندما يكون إتجاه ميل الطبقات الصخرية نحو اليابس في الأجراف المطلة على البحر.

5- عمق الماء على بعد من الساحل، فكلما كان البحر عميقا على مقربة من الساحل فإن الموجة سوف تنكسر بالقرب منه وتلقي بكل طاقتها على خط الساحل فتزيد من سرعة تحطيمه في حين لو جرت عملية انكسار الموجة بعيدا عن خط الساحل فإن تأثير التيارات المتقدمة عليه سيكون ضعيفا في هذه الحالة.

6- مقدار تباين مستوى سطح البحر أثناء المد والجزر، فكلما زاد التباين فإن ذلك يعني أن مساحة أعظم سوف تتعرض لتعرية الأمواج.

تستطيع الأمواج مهما كان شكل الساحل الأصلي أن تؤثر فيه بدرجة من الدرجات.

ب- الميدان المتماس:

1- الدلتوات:

عندما يصب نهر كبير حامل للحقيات في بحر هادئ، قليل العمق، تتجمع اللحقيات النهرية على شكل لسان مثلثي متقدم في البحر يعرف باسم الدلتا.

تقسم الدلتات إلى: دلتات ناشطة أي تتقدم باستمرار نحو البحر كما هو الحال في دلتا الميسيسبى. ودلتات معطلة تتشكل في الأنهار التي تصب في البحر الذي يتعرض لمرور تيار يحمل ما تضعه الأنهار، كدلتا نهر النيل حيث يقوم التيار القادم من الغرب بجرف كميات هائلة من المواد التي يوضعها نهر النيل على مصبه.

وتعود هذه التيارات لتستخدمها كمواد يقوم بها ساحل كل من فلسطين ولبنان.

2- المستنقعات وأهميتها:

وهي عبارة عن منخفضات من سطح الأرض ، تمتاز برطوبة عالية في النطاق العلوي من التربة والصخور، وبنمو النباتات الغزير وتشكل التورب، وإن أحد المظاهر الرئيسية للمستنقعات هو تراكم التورب بسماكات كبيرة، مما يؤدي إلى نمو جذور النباتات فيه، ولا تصل إلى الصخور السفلية. وهناك مستنقعات صغيرة وتكون سماكة التورب فيها قليلة وتصل جذور النباتات إلى القاعدة الصخرية. ولكن هذا التقسيم إسمي ويعد مرحلة من مراحل تطور المستنقعات.

وتقدر المساحة المغطاة بالمستنقعات بحوالي 175 مليون هكتار مربع منها 72.6 % في المناطق الشمالية الغربية من روسيا، حيث توجد طبقات كتيمة قريبة جدا من سطح الأرض تساعد على تشكل المستنقعات.

- **أنواع تطور المستنقعات:**

يمكن أن نصنف المستنقعات إعتمادا على نسبة المواد المغذية في غطائها النباتي وشكل سطحها إلى:

- مستنقعات الأراضي المنخفضة.
- مستنقعات الأراضي المرتفعة.
- مستنقعات انتقالية.

- **مستنقعات الأراضي المنخفضة:**

تتشكل هذه المستنقعات في انخفاضات تضاريسية، لها سطح منبسط أو مقعر، وتستمد مياهها من مياه الأنهار، بالإضافة إلى مياه الأمطار التي تكون غنية بالفلزات والعناصر المعدنية، وهو شرط رئيسي لنمو النباتات ذاتية التغذية كالسعديات وأدناب الخيل والطحالب الخضراء وأشجار مثل النشك والبتولا، والتورب المستشكل من النباتات ذاتية التغذية ورية منخفضة ويعطي كميات من الرماد.

كل مستنقعات الأراضي المنخفضة في أحواض بحيرية تصبح تحت شروط معا لترسيب كثيف من الوحل والطين مشكلا مع العوالق الحيوانية رحالا عضوية، ويصبح الوسط ملائما لنمو النباتات المحبة للرطوبة مغطى البحيرة بالنباتات وتتحول إلى مستنقع.

أما البحيرات ذات المناطق الشاطئية شديدة الإنحدار ـ فإن تشكل المستنقعات فيها يتم وفق عمليات مختلفة، حيث تنمو في الأماكن المحمية من تأثير الرياح والأمواج المرتفعة النباتات الطافية مثل

march & cinquefail calla بجذورها الطويلة مع الطحالب وغيرها من النباتات، على سطح الماء، وبهذا يتشكل غطاء نباتي عائم تزداد سماكته بتزايد كثافة النباتات ويأخذ بالإنغماس تدريجيا، وتبدأ الأجزاء الميتة من الطبقات السفلية منه بالتحلل والسقوط على قاع البحيرة مشكلة طبقات رسوبية.

ومع مرور الزمن يصبح سطح البحيرة مغطى بغطاء نباتي سميك متماسك وقاع البحيرة مغطى بسماكات كبيرة من الأوحال العضوية،

وتبدأ النباتات جميعها بالتفسخ بمعزل عن الأكسجين متحولة إلى التورب.

وتتكون مستنقعات الأراضي المنخفضة خاصة في المناطق المدارية وتحت المدارية، إذ تغزو المناطق المنخفضة لشواطئ الأطلسي في شمال أمريكا وفي جزر أندونيسيا وغيرها من المناطق.

- **مستنقعات الأراضي المرتفعة:**

تتشكل هذه المستنقعات في مجمعات مائية لها سطح مقعر، وهي تنجم عن تقاطع الماء الجو في منخفض تضاريسي، وتكون المياه في هذه الحالة فقيرة بالمواد الغذائية، لذلك تنمو فيها النباتات ذات قيمة مرتفعة ويعطي كميات قليلة من الرماد.

- **مستنقعات إنتقالية:**

فيها النباتات متوسطة التغذية حيث تحتاج إلى كمية قليلة نسبيا من المواد الغذائية.

ويمثل هذا التصنيف في حقيقته مراحل مختلفة من تطور المستنقعات يمكن إختصارها فيما يلي:

تأخذ النباتات في مستنقعات الأراضي المنخفضة موادها الغذائية في مرحلة معينة من الأوحال البحرية.

وعندما تنمو فيها طبقات التورب بسماكات أكبر تستطيع النباتات الوصول إلى الأوحال البحيرية.

و تأخذ موادها من التورب، وكل جيل جديد من النباتات يستخرج مواده الغذائية منها وبالنهاية يصل الوسط إلى مرحلة تنخفض فيه نسبة العناصر مما يؤدي إلى ظهور نباتات Mesotrophie ومع نضوب المواد المغذية وبهذا ننتقل من نوع لآخر من المستنقعات.

- **التوضعات المستنقعية:**

يشمل الترسيب المستنقعي رواسب كيميائية المنشأ إضافة إلى الرواسب عضوية المنشأ، ويشار إلى النوع الأول منها بالكلس أو المارن المستنقعي ويكون أصلهما مرتبطا بمركبات تنتقل إلى المستنقعات بواسطة المياه الجوفية بواسطة المياه الجارية السطحية التي تكون غنية بمركبات كربونات الكلسيوم.

ويوجد أيضا في المستنقعات رسوبات حديدية نقلت إليها بواسطة المياه تحت السطحية، وهي تتوضع على شكل كرات صغيرة من السيديريت غالبا، وتكون مختلطة مع الأوحال العضوية مشكلة خامات الحديد المستنقعية.

وعندما يتعرض هذا السيديريت الى الهواء الجوي يتأكسد معطيا الليمونيت، وينتش في رسوبات البينات المستنقعية المرجعة فلز الفيفيانيت وهو عبارة عن فوسفات حديدية مائية , SH20 FeS , 2(po) ويظهر أحيانا مرافقا للسيدريت وغيره من فلزات أكاسيد الحديدي.

ويتضح عادة على شكل بقع ترابية صغيرة بلون أزرق، وأحيانا يظهر على شكل عدسات ويحتمل أن يكون مصدر المركبات الفوسفاتية هذه من البقايا العضوية.

الصورة رقم (07) : صورة فضائية لدلتا النيل.

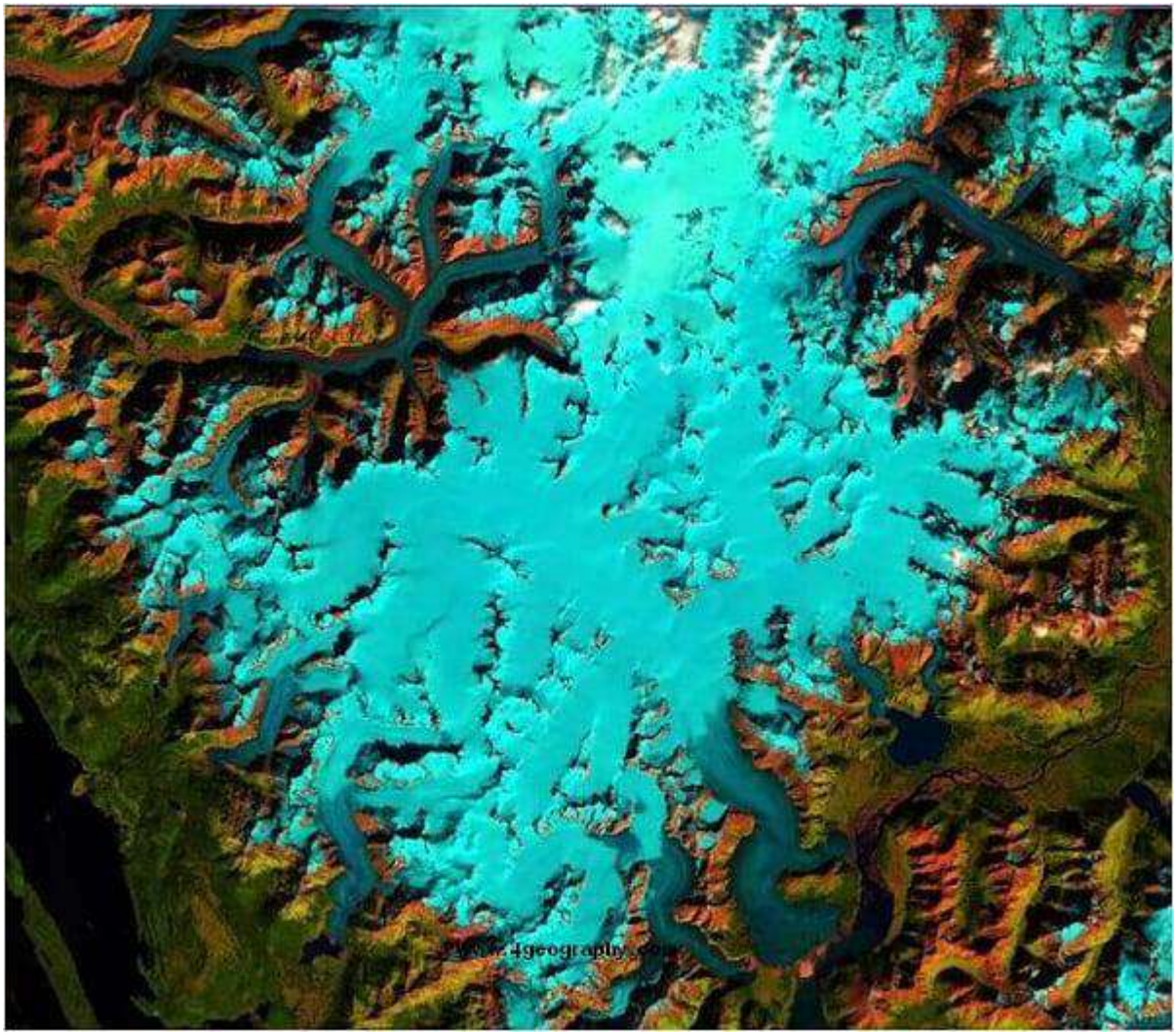
الصورة رقم (08) : أرضية لدلتا صغير الحجم.

المحاضرة رقم (8): التعرية الجليدية

الجليد عبارة عن كتلة متراكمة متجمدة من الثلج Snow، والثلج فى الواقع عبارة عن قشور رقيقة هشة تشبه قطعاً من القطن المندوف ناصعة البياض ، ويسقط الثلج فى حالة إنخفاض درجة حرارة الجو عن الصفر المئوي ، وعندما ينزل الثلج فقد يتراكم فى طبقات سميكة يطلق عليه اسم (جليد Ice، وقد يظل متماسكاً على السطح أو ينصهر ويتحول إلى مياه ، ويتوقف هذا على درجة حرارة الجو ، إلا أن هناك مناطق لا ينقطع عنها الثلج صيفاً أو شتاءاً ، مثل المناطق القطبية ، وقمم الجبال الشاهقة

1- خط الثلج الدائم :

يحدد المناطق الجليدية منسوب أو مستوى معين نطلق عليه خط الثلج الدائم Snow-Line، وينطبق هذا المنسوب مع مستوى سطح البحر في المناطق القطبية، ثم ياخذ هذا المنسوب في الإرتفاع عن سطح البحر تدريجياً كلما بعدنا عن القطبين ، حتى يبلغ أقصى إرتفاع له فى العروض الإستوائية .

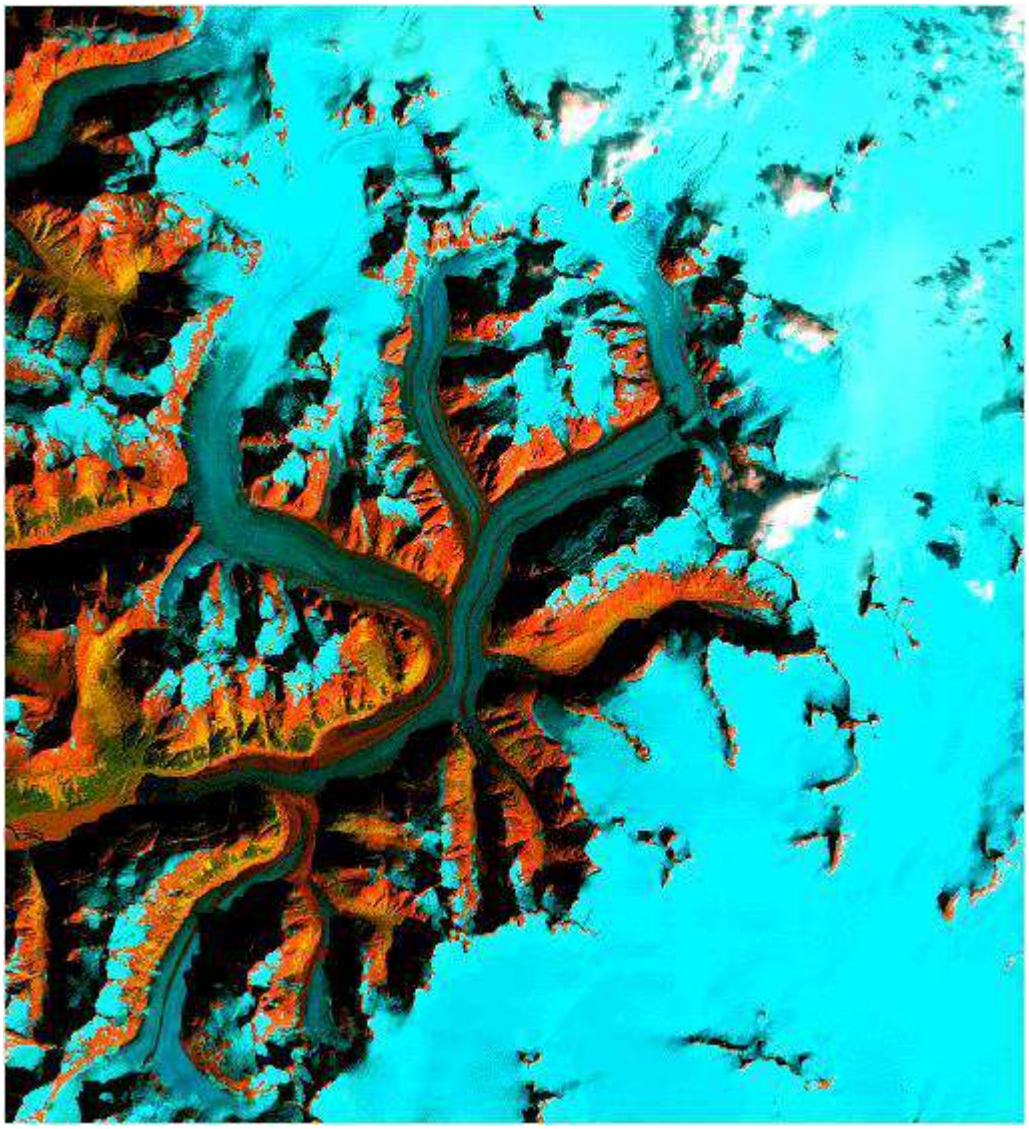


الصورة رقم (09): صورة فضائية لخط الثلج الدائم

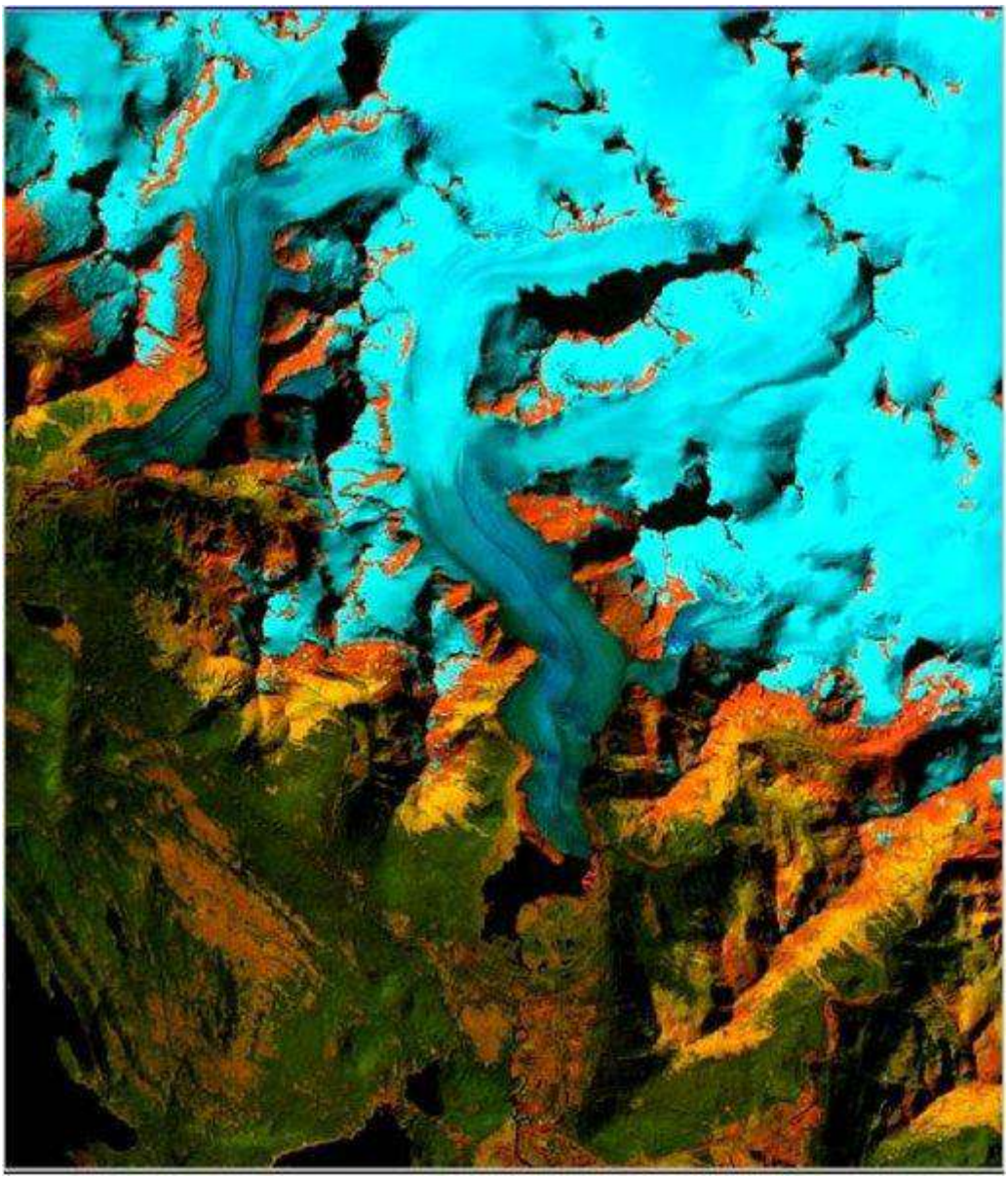
يظهر خط الثلج الدائم عند حدود اللون الأبيض للثلوج التي تغطى قمم الجبال بالمرئية الفضائية

2- الوادى الجليدى (Glacier Valley):

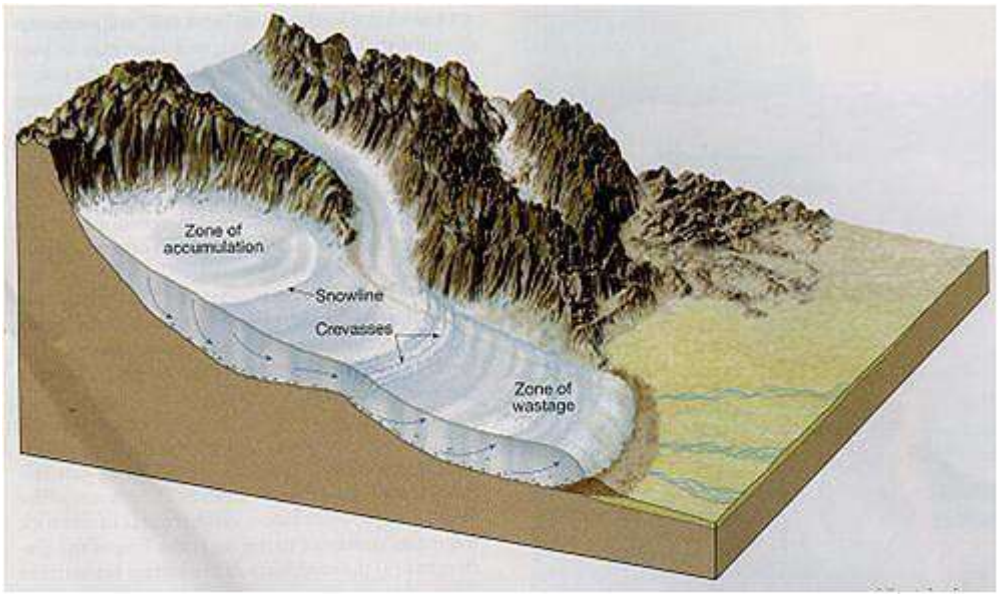
- عبارة عن النهر الذى يخرج من حقل الجليد ويسير فيه الجليد ببطء منزلقاً على سفح الجبل بتأثير الجاذبية الأرضية، حتى يصل إلى خط الثلج الدائم ، فيذوب الجليد ويجرى على شكل نهر مائى.



الصورة رقم (10) : الوادى الجليدى



الصورة رقم (11) :الوادى الجليدى



الشكل رقم (12) : انزلاق الوادي الجليدي

3- دور الجليد في تشكيل سطح الأرض

الجليد المتحرك يقوم بدور مهم فى تشكيل سطح الأر ض كأحد عوامل التعرية المتحركة (Agent Mobile) في المناطق الباردة ، حيث يتحرك الجليد من المناطق الجبلية نحو الحضيض بتأثير الجاذبية الأرضية ودفع الثلج المتساقط من السماء.

4- تكوين الوادى الجليدى:

عند تساقط الثلوج وتجمعها على القمم الجبلية المرتفعة ، يزداد سمكها تدريجيا مع استمرار تساقط الثلج وإنخفاض درجة الحرارة ، ويتحول الثلج نتيجة تراكمه وتضاغطه إلى جليد يتسم بالمرونة يطلق عليه باللغة الألمانية "جليد فيرن " Firn، تنساب منه عند حوافه بعض الألسنة Lodesفى الادوية النهرية التى كانت تتبع من تلك المناطق المرتفعة قبل أن يغطيها الجليد ، وباستمرار الظروف المناخية الجليدية تنمو هذه الألسنة تدريجيا وبزيادة هذا النمو يزداد امتدادها داخل تلك الاودية النهرية فتعرف عندئذ بإسم

الأنهار الجليدية Glaciersويتحرك الجليد من القمم الجبلية نحو المنخفضات المتاخمة لها بتأثيرعاملين هما :

- إنحدار سطح الأرض والجاذبية الأرضية.
- استمرار تراكم الجليد مع تساقط من الثلج.
- سرعة تحرك الجليد تتحدد وفقاً لمجموعة من العوامل نوجزها فى النقاط التالية:

1.درجة إنحدار المقطع الطولى للثلاجة

2.درجة وعورة القاع.

3.سمك الجليد المتحرك فى الثلاجة.

4.مدى تساقط المذيد من الثلج على المنابع العليا للثلاجة ومدى إستيعاب كميات إضافية من الجليد فى الحلبة.

5.درجة حرارة الجو فى منطقة الثلاجة.

6.كمية وحجم حبيبات الفتات الصخرى المنقول فى الثلاجة .

7.طبيعة الغطاء النباتى فى المنطقة

خصائص الوادى الجليدى:

تتميز الأودية الجليدية عن الأودية النهرية بعدة خواص نوجزها فيما يلى:

1.شدة الفاصل الرأسى أى الفارق الرأسى بين المنابع العليا للثلاجة عند الحلبات الجليدية ومصباتها سواء فى الفيوردات الساحلية أو حيثما يذوب الجليد ويتحول إلى نهر مائى ، ولذلك تبدو المقاطع الطولية للثلاجات أشد إنحداراً من المقاطع الطولية للمجارى المائية.

2.يظهر المقطع العرضى للوادى الجليدى على شكل حرف U سواء عند منابعه العليا أو أجزاءه الدنيا بعكس الوادى النهرى الذى يظهر مقطعه العرضى على شكل حرف Vعند منابعه العليا ويتحول لشكل حرف U في أجزاءه الدنيا " صورتا 7-7 ، 7-8. "

3.تمتد الثلاجات على شكل مجار مستقيمة تكاد تخلو من المنعطفات و الثنيات لأن الجليد المتحرك ليست له المرونة الكافية للاستجابة للانثناء والانعطاف، ولذلك تبدو المجارى النهرية التى تتفق مساراتها مع ثلاجات قديمة بصورة خالية من المنعطفات النهرية.

4.تتكون على سطح الثلاجة مجموعات من الشقوق العميقة المتشابكة وهى تنقسم إلى ثلاثة أنواع هى:

5.أ شقوق عرضية Transverse Crevassesتمتد بصورة متعامدة على اتجاه الوادى الجليدى ، وتتكون بسبب تحرك الجليد فوق أجزاء وعرة أو شديدة الإنحدار من سطح الأرض.

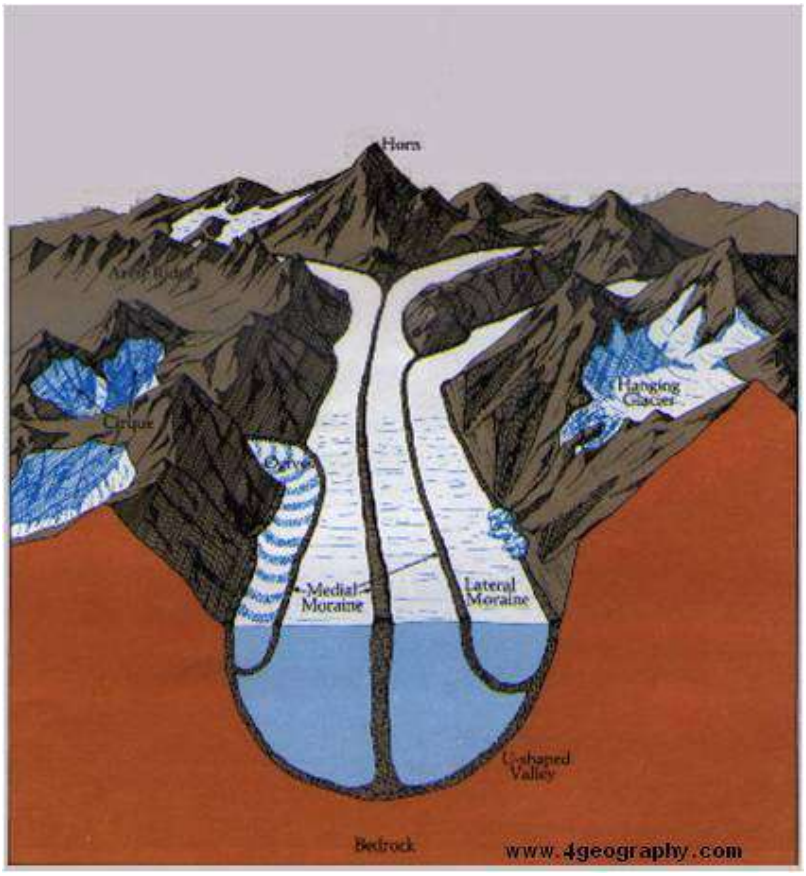
6.ب شقوق طولية Longitudinal Crevassesوهى تمتد موازية لاتجاه الوادى الجليدى ، وتتكون بسبب اختلاف سرعة تحرك الجليد ، فعادة ما يكون أسرع فى منتصف المجرى وبطيئاً على هوامشه بسبب الاحتكاك بمنحدراته الجانبية.

7.ج شقوق حدية أو هامشية Marginal Crevassesوهى تتكون عند مقدمة الوادى الجليدى بسبب اصطدام كتلة الجليد المتحركة بالعوائق التضاريسية التى تعترض تقدمه نحو منحدراته الدنيا.

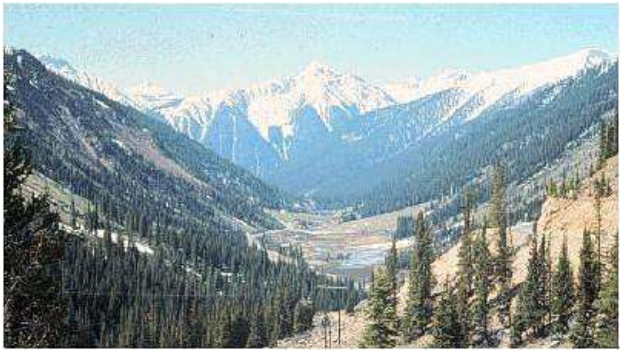
8.وما يهمنا من وجهة النظر الجيومورفولوجية هو دور الشقوق المحفورة فى سطح الثلاجة الجليدية فى المساهمة فى تشكيل بعض الظاهرات الجيومورفولوجية، فالشقوق المحفورة فى جسم الثلاجة لها أهميتها فى نقل المواد الرسوبية ووصولها لسطح الأرض أسفل الثلاجة ، وبخاصة الشقوق الطولية المتاخمة لجوانب الثلاجة ، التى تسهم فى نقل المواد الرسوبية إلى سطح الأرض أسفل جسم الثلاجة ، فتكون بمثابة مصايد يتجمع فيها ما يسقط على جسم الثلاجة من فتات صخرى ، كما أنها تتعرض لحرارة

الشمس أثناء فترات سطوح الشمس ، وتتأثر أيضا باختلاف الظروف الجوية مما يساعد على توسيع هذه الشقوق وذوبان قسم من الجليد.

عناصر الوادى الجليدى

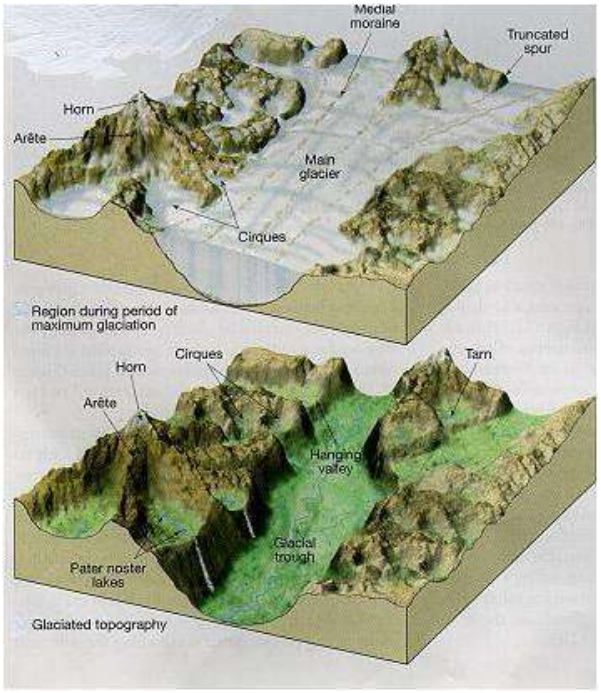


الشكل رقم (13) : مقطع عرضى لواد جليدى



الصورة رقم (12): وادى جليدي بعد ذوبان الجليد وتكون مجرى مائي

الصورة رقم (13) منطقة جليدية صيفا وشتاءً

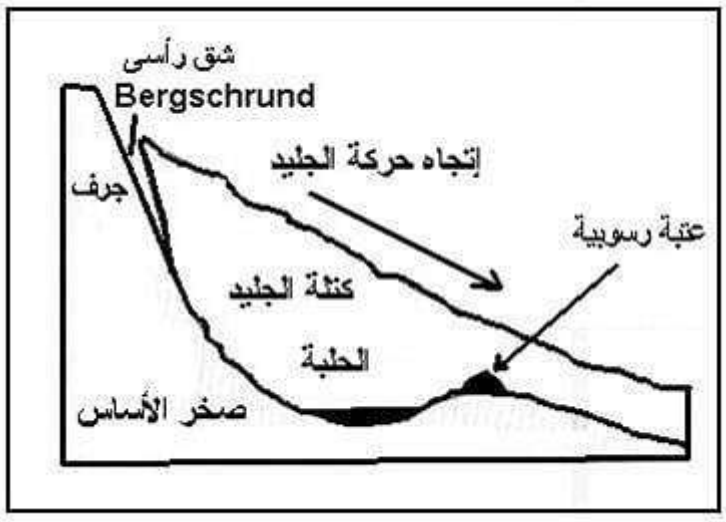


الشكل رقم (14) : أشكال النحت الجليدى

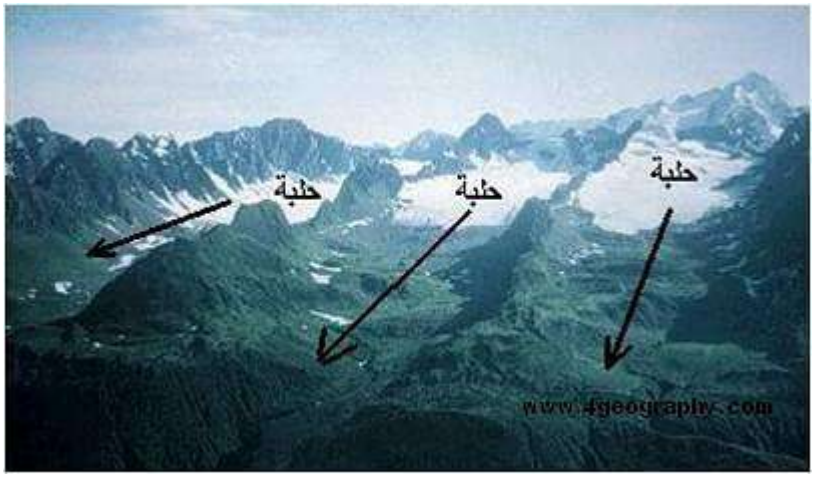
• هناك العديد من الظاهرات الجيومورفولوجية تدل على مقدرة الجليد على النحت والتعديل فى المظهر الجيومورفولوجي السابق لتكون الجليد ، والأودية النهرية تعد من أكثر الظاهرات التى تعرضت للتعديل الجليدى على سطح الأرض فى المناطق المحيطة بالغطاء الجليدى بسبب إنسياب ألسنة جليدية من هذا الغطاء أتبعت مجارى الأنهار .

• أهم أشكال النحت هى:

الحلبات الجليدية Cirques



• مصطلح فرنسى يطلق على تجاويف مقوسة الشكل يقوم الجليد بنحتها على السفوح المحمية من الإشعاع الشمسى ، تحيط بها جروف مرتفعة من ثلاثة جوانب ، أما الجانب الرابع فهو يتميز ببطئ إنحداره مما يسمح بإنسياب وتحرك الجليد من خلاله نحو مصب الوادى الجليدى .



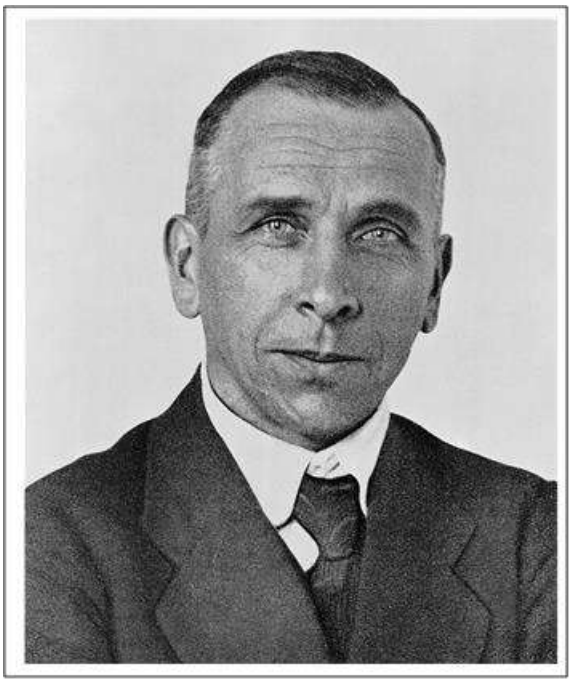
الصورة رقم (14) : الحلبات الجليدية

الصورة رقم (15): حلبة جليدية بعد ذوبان الجليد

7- القمم الهرمية Matherhorns Horns-:

تمثل القمم الهرمية Matherhorns ظاهرات متبقية عن عملية نحت الحلبات الجليدية على سفوح المنحدرات ، وتظهر هذه القمم شامخة ومدببة الشكل تتسم منحدراتها بالوعورة والتضرس.

الملاحـــق



ألفريد لوثر فيغنر

ألفريد لوثر فيغنر " نوفمبر 1880 - نوفمبر 1930" عالم وفلكي ألماني اهتم بدراسة فيزياء الأرض وعلم الأرصاد الجوية في القطب الشمالي. ولقد اشتهر فيغنر في حياته بإنجازاته في علم الطقس وكرائد في أبحاث منطقة القطب الشمالي، ولكن اليوم يعد قيامه بوضع نظرية الانجراف القاري عام 1912 من أعظم أعماله، والتي افترضت أن القارات كانت تنجرف ببطء حول الأرض. ولقد ظلت فرضية فيغنر محل جدل ولم تلق قبولاً واسعًا حتى عقد الخمسينيات في القرن العشرين، عندما تم التوصل إلى العديد من الاكتشافات ومنها الباليومغناطيسية التي قدمت دعمًا قويًا لنظرية الانجراف القاري، والتي أصبحت قاعدة أساسية في النماذج المعاصرة لتكتونيات الصفائح الأرضية. كما توصل فيغنر إلى تفسير لظاهرة الغيوم المتألقة ليلاً.

شارك فيغنر في العديد من الحملات إلى منطقة جرينلاند لدراسة دورة الهواء القطبي قبل قبول فكرة وجود التيار النفاث القطبي، ولقد قدم المشاركون العديد من الملاحظات الطقسية في علم الأرصاد الجوي، ووصلوا لأول مرة إلى المناطق الداخلية في جرينلاند، وقاموا بأول عملية ثقب لأخذ عينات من نهر جليدي متحرك .

سيرته نشأته وتعليمه :

لوحة تذكارية على جدار مدرسة فيغنر السابقة في فالستراش.

ولد ألفريد فيغنر في أول نوفمبر 1880 في برلين وهو أصغر خمس أبناء لأسرة رجل دين. كان والده ريتشارد فيغنر لاهوتيًا ومعلمًا للغات القديمة في إحدى المدارس الدينية. وفي عام 1886، اشترت أسرته منزلاً صغيرًا بالقرب من راينسبرغ الذي استخدمه كمنزل لقضاء

إجازاتهم. ويقع الآن بالقرب منه موقع ألفريد فيغنر التذكاري ومكتب المعلومات السياحية في أحد المباني المجاورة، والتي كانت سابقًا مدرسة محلية.

التحق فيغنر بمدرسة في فالستراش في برلين) أصبحت اليوم مدرسة للموسيقى)، وتخرّج منها كأفضل طلاب صفه. درس بعد ذلك الفيزياء، وعلم المناخ والفلك في برلين وهايدلبرغ وإنسبروك .وبين عامي 1902–1903، عمل كمساعد في مرصد أورانيا الفلكي. وفي عام 1905، حصل على شهادة دكتوراه في علم الفلك قدّم فيها أطروحة أكاديمية كتبها تحت إشراف يوليوس بوشينجر في جامعة فريدريك فيلهلم " وهي اليوم جامعة هومبولت في برلين". إلا أن فيغنر كان له اهتمامًا خاصًا بالتطورات في علمي الطقس والمناخ والتي كرّس دراساته حولهما فيما بعد .

وفي عام 1905، عمل فيغنر مساعدًا في مرصد ليندينبرغ للطيران قرب بيسكو، حيث عمل هناك مع أخيه كيرت الذي يكبره بعامين الذي كان هو الآخر له اهتمامات بعلم المناخ وأبحاث القطب الشمالي. وكان للإثنين الريادة في استخدام بالونات المناخ لتتبع الكتل الهوائية. استخدم الأخوان فيغنر بالونًا لإجراء أبحاث مناخية واختبار طرق الملاحة الفلكية باستخدام ربعية، واستطاعا تحقيق رقمًا قياسيًا جديدًا للطيران المستمر بالبالون، حيث بقيا محلقان 52.5 ساعة من 5–7 إبريل 1906.

حملة جرينلاند الأولى وسنوات ماربورغ:

في نفس العام 1906 م، شارك فيغنر في أولى حملاته الاستكشافية الأربع إلى جرينلاند،

والتي اعتبرها لاحقًا من المحطات الحاسمة التي غيَّرت مجرى حياته. كانت الحملة تحت قيادة لودفيج ميليوس-إريكسن وكان هدفها دراسة آخر أجزاء ساحل شمال شرق جرينلاند التي لم تستكشف من قبل. خلال الحملة، دشّن فيغنر أول محطة مناخية في جرينلاند بالقرب من دنماركسهافن، حيث أطلق الطائرات الورقية والمناطيد المربوطة لإجراء القياسات المناخية في المنطقة القطبية الشمالية المناخية، وقد شهدت تلك الحملة أحداثًا مؤسفة بوفاة قائد الحملة واثنين من زملائه بسبب قسوة الجليد .

بعد عودته عام 1908 م وحتى الحرب العالمية الأولى، عمل فيغنر كمحاضر في علم المناخ وتطبيقات الفلك والفيزياء الكونية في جامعة ماربورغ .وفيها حظى فيغنر بتقدير زملائه وطلابه لقدرته على تقديم شرح واضح ومفهوم للمواضيع المعقدة ونتائج الأبحاث المعاصرة دون إهمال لأدق التفاصيل. أصبحت محاضراته مادة قياسية لتدريس علم المناخ، بعد أن دوّنت لأول مرة في :1909/1910تحت عنوان «Thermodynamik der Atmosphäre»"الديناميكا الحرارية للغلاف الجوي"،

والتي احتوت على العديد من نتائج حملته في جرينلاند .

وفي 6 يناير 1912، نشر أول أفكاره حول الانجراف القاري في محاضرة في الجمعية الجيولوجية في فرانكفورت وفي ثلاث مقالات في صحيفة «بيترمانز الجغرافية».

حملة جرينلاند الثانية :

بعد التوقف في آيسلندا لشراء واختبار أحصنة قصيرة لاستخدامها كحيوانات نقل، وصلت الحملة إلى دنماركسهافن. وقبل حتى بداية الحملة، كادت الحملة أن تفنى بعد أن تعرضت لانهيار ثلجي، أصيب فيه قائد الحملة الدنماركي يوهان بيتر كوخ بكسر في ساقه ظل بسببه حبيس الفراش لشهور. كان فيغنر وكوخ أول من يمضون الشتاء في أعماق المناطق الثلجية في شمال شرق جرينلاند.

وداخل كوخهما حفرا إلى عمق 25 متر مستخدمين مثقاب حفر. وفي صيف عام 1913، عبر أعضاء الحملة الأربع في المناطق الداخلية ضعف المسافة التي عبرها فريتيوف نانسين جنوب جرينلاند عام 1888. على بعد بضعة كيلومترات فقط من مستوطنة كانجرسواتسيك في غرب غرينلاند، نفد الطعام من الفريق وهم يكافحون لإيجاد طريقهم خلال تلك التضاريس الثلجية الصعبة. ولكن في اللحظة الأخيرة، بعد أن أكلوا آخر كلابهم وأحصنتهم، التقطهم رجل دين من آبرناويك في مضيق بحري، حيث كان في زيارة لتلك المنطقة .

وفي وقت آخر من نفس العام 1913، وبعد عودته من تلك الرحلة تزوج فيغنر من إليس كوبن ابنة أستاذه السابق عالم المناخ فلاديمير كوبن، وعاش الزوجان في ماربورغ حيث واصل فيغنر محاضراته الجامعية .

الحرب العالمية الأولى :

مع بداية الحرب مباشرة، التحق فيغنر فورًا بالجيش كضابط مشاة احتياطي، حيث شهد معارك ضارية على الجبهة في بلجيكا، إلا أن فترة خدمته لم تدم سوى بضعة أشهر، حيث صُنّف أنه غير لائق طبيًا للخدمة في الجبهة بعد إصابته مرتين، وأُلحق بدائرة الأرصاد الجوية العسكرية. وتطلب ذلك منه التنقل بانتظام بين محطات أرصاد جوية مختلفة في ألمانيا ودول البلقان وعلى الجبهة الغربية ومنطقة البلطيق .

ورغم ذلك، استطاع فيغنر في عام 1915 أن ينجز الإصدار الأول من أحد أهم أعماله «*أصل القارات والمحيطات* .«وقد وصفه شقيقه كيرت بأن ألفريد فيغنر حاول إعادة الرابط بين فيزياء الأرض من جهة والجغرافيا والجيولوجيا من جهة أخرى، الذي انعدم تمامًا بعد التطور المذهل لهذه الفروع من العلم .لم يحظ هذا المنشور الصغير إلا باهتمام بسيط، ربما بسبب حالة الفوضى في زمن الحرب. وبحلول نهاية الحرب نشر فيغنر ما يقرب من 20 ورقة بحثية أخرى في علم المناخ والجيوفيزيائية. وفي عام 1917، أجرى بحثًا علميًا على النيزك تريزا .

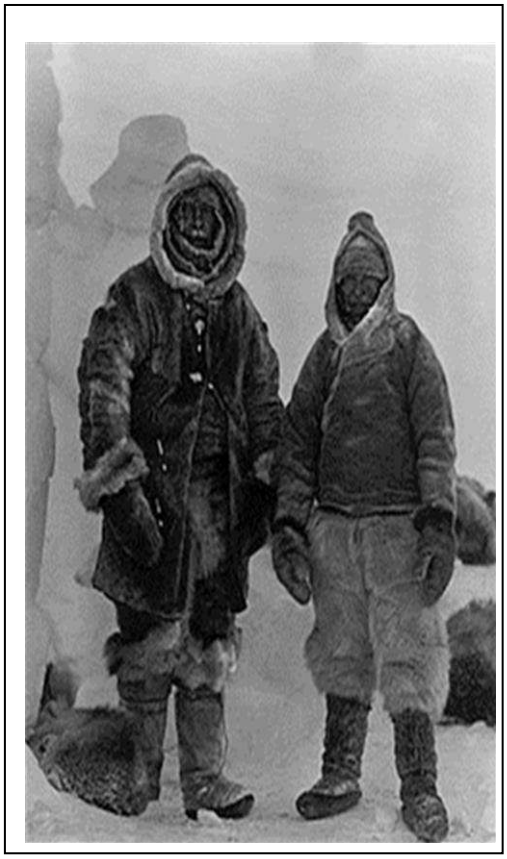
ما بعد الحرب والحملة الثالثة :

حصل فيغنر على منصب عالم مناخ المرصد البحري الألماني وانتقل إلى هامبورغ مع زوجته وابنتيه. وفي عام 1921، تم تعيينه كبير محاضري جامعة هامبورغ الجديدة. بين عامي 1919–1923، عمل فيغنر هو وحموه فلادمير كوبن على كتاب» *المناخ في العصور الجيولوجية* .«وفي عام 1922، أصدر فيغنر الطبعة الثاثة المنقحة بعناية من كتابه «أصل القارات والمحيطات»، التي بدأ فيها شرحه لنظريته حول انجراف القارات، ليواجه انتقادًا شديدًا من معظم المختصين .

في عام 1924، تولى فيغنر منصب أستاذ علم المناخ والجيوفيزياء في جامعة غراتس، حيث ركّز على دراسة فيزياء والظواهر البصرية للغلاف الجوي، إضافة إلى دراسة الأعاصير .وفي نوفمبر 1926، قدّم فيغنر نظريته حول الانجراف القاري في ندوة جمعية جيولوجيي البترول الأمريكية في مدينة نيويورك، حيث لاقى استهجان جميع الحضور عدا الرئيس. وبعد ثلاثة أعوام، أصدر الطبعة الرابعة والأخيرة من كتابه «أصل القارات والمحيطات .

وفي عام 1929، شرع فيغنر في رحلته الثالثة إلى جرينلاند، التي مهدت لحملة تالية أكبر في وقت لاحق، شملت تلك الحملة اختبار أحد النماذج الأولية لزلاجة الجليد الآلية .

الحملة الرابعة والأخيرة :

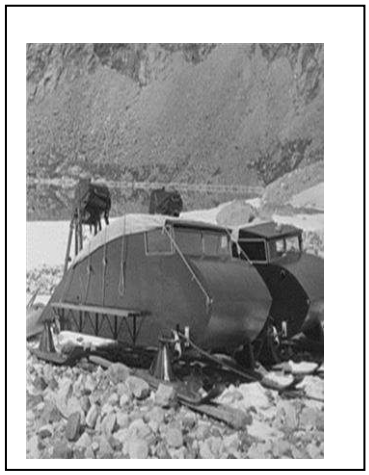


(فيغنر) ***يسار*** **(وفيلومسن)** ***يمين*** **(في جرينلاند; أول نوفمبر 1930.**

كانت آخر حملات فيغنر في جرينلاند عام 1930. كان هو قائد الحملة وبصحبته 14 مشارك في الحملة، هدفهم إنشاء 3 محطات دائمة يمكن من خلالها قياس الطبقة الثلجية في جرينلاند ومراقبة المناخ القطبي الشمالي على مدار العام .أخذ فيغنر على عاتقه نجاح الحملة، نظرًا لمساهمة جمهورية فايمر بمبلغ 120,000$ (فيما يعادل 1.5$ مليون عام 2007) في الوقت الذي كان فيه الألمان يتضورون جوعًا نتيجة نقص الموارد بعد الحرب.

كان نجاح الحملة يتوقف على نقل كمية كافية من المؤن لرجلين من المخيم الغربي إلى

المناطق الجليدية الداخلية ليمضيا فصل الشتاء هناك، وهو العامل الذي جعله يتخذ القرار الذي أدى إلى وفاته. وبسبب تأخر ذوبان الجليد، تأخر جدول البعثة ستة أسابيع عن الموعد المحدد، فبعث الرجلان اللذان في المناطق الداخلية برسالة أنهما سيعودان في 20 أكتوبر نظرًا لعدم كفاية الوقود .



المركبات التي استخدمها أفراد حملة 1930 في تنقلاتهم.

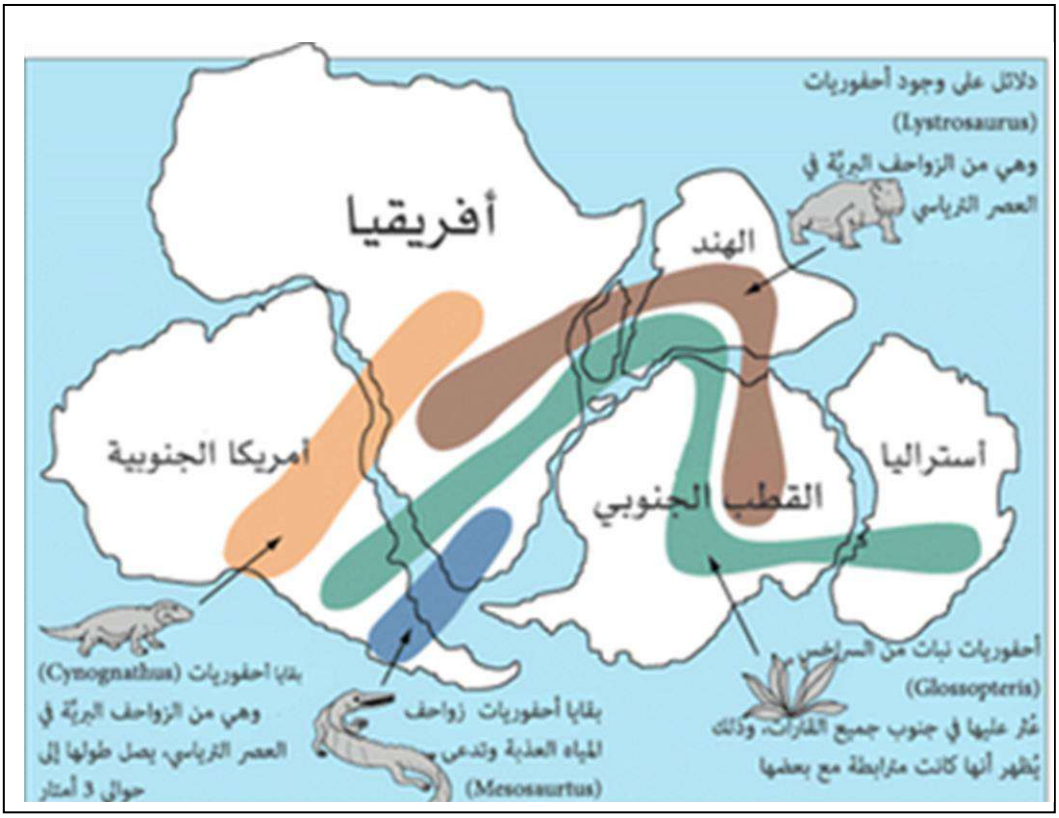
وفي 24 سبتمبر، وبالرغم أن معظم علامات الطريق كانت مدفونة إلى حد كبير تحت الثلوج، أنطلق فيغنر مع ثلاثة عشر من الجرينلانديين وعالم المناخ فريتز لوي لتزويد المخيم على زلاجات الكلاب. خلال الرحلة وصلت درجة الحرارة إلى °60−مئوية "−76 فهرنهايت"، وتعرضت أصابع القدم لوي لعضات الصقيع حتى أنهم اضطروا إلى بترها بسكين دون مخدر. ثم عاد إثني عشر من الجرينلانديين إلى المخيم الغربي. في 19 أكتوبر، وصل الثلاثة الباقون إلى مكان الرجلين. كانت المؤن لا تكفي سوى ثلاث رجال في معسكرهم، فعاد فيغنر وراسموس فيلومسن على زلاجتي كلاب إلى المخيم الغربي. لم يأخذا طعام

للكلاب وقتلوهم الواحد تلو الآخر لإطعام الباقين حتى لم يعد بإماكنهم سوى تشغيل زلاجة واحدة فقط. قاد فيلومسن الزلاجة، واستخدم فيغنر الزحافات. لكنهما لم يتمكنا من الوصول إلى المخيم، وتابعت الحملة عملها تحت قيادة أخيه كيرت فيغنر .

وفاته :

وبعد ستة أشهر في 12 مايو 1931، وجدت جثة فيغنر في منتصف الطريق بين معسكر الحملة في المناطق الثلجية الداخلية والمخيم الغربي .دفنها زميله فيلومسن بعناية فائقة مستخدمًا زوجي الزحافات كشاهد على قبره للاستدلال عليه. كان فيغنر عند وفاته في الخمسين من عمره، كما كان مدخنًا بشراهة، ويعتقد أنه توفي نتيجة قصور القلب .أعيد دفن الجثة في موضعها بواسطة الفريق الذي عثر عليها جيدًا ووضع صليب كبير شاهدًا على قبره. واصل فيلومسن رحلته بعد أن دفن فيغنر إلى المخيم الغربي، لكن لم يتمكن من الوصول. كان عمره عند وفاته 23 عامًا ويعتقد أن جثته ومذكرات فيغنر تقعان الآن تحت أكثر من 100 متر (330 قدم) من الثلج المتراكم .

نظرية الانجراف القاري :



نماذج الأحفوريات عبر القارات.

بدأت فكرة تلك النظرية عند فيغنر عندما لاحظ تقارب الشبه بين الحدود الخارجية للكتل القارية كما لو كانوا قطعًا في أحجية الصور المقطوعة .فمثلاً، يتلائم المنحدر القاري للأمريكتين مع أفريقيا وأوروبا، كما تتلائم أنتاركتيكا وأستراليا والهند ومدغشقر مع شرق وجنوب أفريقيا. إلا أنه لم يبدأ عمليًا في إثبات الفكرة إلا بعدما قرأ ورقة بحثية في خريف عام

1911، رأى فيها التناقض بين غمر المياه للأراضي وفكرة التوازن بين غلاف الأرض الصخري وغلافها الموري.

كان اهتمام فيغنر الرئيسي بالأرصاد الجوية، وكان يرغب باللحاق بالحملة الدانماركية إلى جرينلاند منتصف عام 1912. لذا سارع إلى تقديم فرضيته حول الانجراف القاري في 6 يناير 1912 أمام الجمعية الجيولوجية الألمانية، بعد أن حلل نوع الصخور والهيكل الجيولوجي والحفريات على جانبي المحيط الأطلنطي، واستخدم لوصف نظريته المصطلح الجديد «الانجراف القاري) «بالألمانية (die Verschiebung der Kontinente: للمرة الأولى.

لاحظ فيغنر أن هناك تشابهًا كبيرًا بين جانبي المحيط، وخاصة في أحفوريات النباتات، وبالتالي دعّم فرضيته بقوة بالدلائل المادية، في محاولة رائدة منه باستخدام نظرية التفسير المنطقي .

وفي عام 1912، أعلن فيغنر نظرية الانجراف القاري زاعمًا بأن جميع القارات كانت يومًا ما كتلة قارية واحدة، وانجرفت متباعدة عن بعضها البعض. وأفترض أن سبب ذلك يرجع لقوى الطرد المركزية الناتجة عن دوران الأرض أو البدارية الفلكية. تكهن فيغنر أيضًا بتمدد قاع البحار ودور أعراف منتصف المحيط ثانية، قائلاً *في منطقة أعراف منتصف المحيط*

الأطلسي ... تواصل أرضية المحيط تمددها، مخلّفة فتحات تسمح للسوائل الساخنة للصعود من باطن الأرض.

لكنه لم يذكر تلك الفكرة في أعماله اللاحقة .

فيغنر أثناء حملة 1912–1913.

في عام 1915، ذكر فيغنر نظريته في كتابه «أصل القارات والمحيطات» بأن القارات كانت مجتمعة في قارة عملاقة أسماها" *بالألمانية*) "*Urkontinent*): وهي كلمة ألمانية معناها «أصل القارات»، وهي تعادل الكلمة الإغريقية» بانجيا«،

التي تعني «كل الأراضي» أو «كل الأرض»)، قبل أن تتكسر وتنجرف إلى مواقعها الحالية.

وفي الطبعات التالية للكتاب خلال العشرينيات، قدَّم فيغنر أدلة أخرى تثبت صحة نظريته، وفي الطبعة الأخيرة التي صدرت قبل وفاته المفاجئة، توصّل إلى كشفه بأن المحيطات الضحلة نسبيًا هي محيطات حديثة العهد جيولوجيًا.

ردود الأفعال:

قدّم فيغنر عددًا كبيرًا من الأدلة القوية للغاية لدعم نظرية الانجراف القاري، لكنه لم يتوصّل إلى الآلية التي تمت بها، بعد أن ثبُت حسابيًا أن قوى الطرد المركزي الناتجة عن دوران الأرض أو البدارية الفلكية ليست كافية لإثبات صحة زعمه. وفي الوقت الذي حظيت فيه نظريته على تأييد عدد قليل من العلماء أمثال الجنوب إفريقي ألكسندر دو توا والإنجليزي آرثر هولمز، شكّك العديد من العلماء المحافظين إلى حد كبير في فرضيته.

كما لم تلق النسخة الأمريكية من كتابه الذي نشر عام 1925 بحماس، حتى أن جمعية جيولوجيي البترول الأمريكيين عقدت ندوة لمعارضة فرضية الانجراف القاري. زعم المعارضون أمثال الجيولوجي فرانز كوسمات، أن القشرة المحيطية ثابتة بحيث لا تسمح بالتخللات بينها، متجاهلاً لدونة كل الصخور في الأعماق تحت تأثير درجات الحرارة العالية

والضغوط. كما تجاهل أيضًا المدى الزمني الكبير الذي حدثت فيه عملية الانجراف القاري عبر عمر الأرض الذي يبلغ حوالي 4.5 مليار سنة .

في عام 1943، كتب جورج جايلورد سيمبسون نقدًا لاذعًا للنظرية، وطرح وجهة نظره الخاصة والتي ثبت خطأ مزاعمه بعدئذ-. وقد عقّب عليه ألكسندر دو توا في العام التالي، إلا أن تأثير أفكار سيمبسون كان كبيرًا، مما أفقد نظرية فيغنر بعض مؤيديها السابقين.

التطورات الحديثة :

الصفائح التكتونية للعالم كما رسمت في النصف الثاني من القرن العشرين.

في الخمسينيات، ظهر العلم الجديد» الباليومغناطيسية «في جامعة كامبريدج على يد سي. كيه. رونكورن وفي الكلية الملكية في لندن على يد باتريك بلاكيت الذي سرعان ما توصّل إلى بيانات تأيد نظرية فيغنر. ومع بداية عام 1953، أُخذت عينات من الهند أظهرت أنها كانت سابقًا في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية كما توقّع فيغنر. وبحلول عام 1959،

كانت هناك كمية كافية من البيانات غيّرت نظرة العقول لها خاصة في المملكة المتحدة حيث عقدت في عام 1964ندوة حول الموضوع في الجمعية الملكية.

إضافَة إلى ذلك، شهدت الستينيات العديد من التطورات في الجيولوجيا، خاصة حول تمدُّد قاع البحار ومناطق واداتي–بينيوف، أدَّت للتأييد السريع لفرضية الانجراف القاري ونظرية تكتونيات الصفائح المترتبة عليه. عندئذ، اعتبر ألفريد فيغنر الأب المؤسس لواحدة من الثورات العلمية الرئيسية في القرن العشرين. ومع ظهور النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS)، أصبح من الممكن قياس الانجراف القاري مباشرة.

الجوائز والتكريم :

في عام 1980 في الذكرى المئوية لمولده، تأسس معهد ألفريد فيغنر للأبحاث القطبية والبحرية في بريمرهافن بألمانيا، وقد خصصت جائزة تمنح باسمه تدعى «ميدالية فيغنر». كما سميت فجوة على سطح القمر وأخرى على سطح المريخ باسمه، إضافة إلى الكويكب 29227 " فيغنر" وكذلك سميت شبه الجزيرة التي توفي فيها في جرينلاند باسمه.كما خصص الاتحاد الأوروبي للعلوم الجيولوجية ميدالية وعضوية فخرية باسم ألفريد فيغنر للعلماء الذين حققوا مكانة دولية استثنائية في علوم الغلاف الجوي والهيدرولوجيا أو علوم المحيطات.

التعريف بنظام التموضع العالمي:

نظام التموضع العالمي (Global Positioning System) ويرمز له (GPS) هو نظام ملاحة عبر الأقمار الصناعية يقوم بتوفير معلومات عن الموقع والوقت في جميع الأحوال الجوية في أي مكان على أو بالقرب من الأرض حيث هناك خط بصر غير معاق لأربعة أو أكثر من أقمار ال.GPS

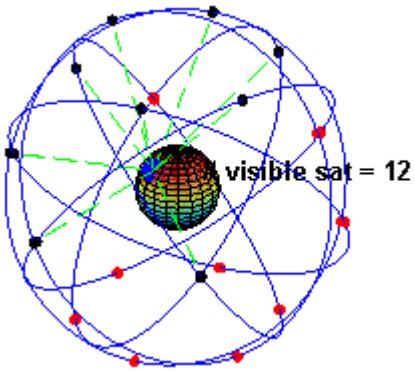
يوفر النظام قدرات مهمة للمستخدمين العسكريين والمدنيين والتجاريين في جميع أنحاء العالم. أنشأت حكومة الولايات المتحدة النظام وهي التي تحافظ عليه وجعلت الوصول له مجاني لأي شخص لديه جهاز استقبال .GPS

بدأت الحكومة الأمريكية مشروع ال GPS في 1973 للتغلب على قيود نظام الملاحة السابق، حيث دمجت أفكار سابقة من ضمنها دراسات هندسية سرية من ستينات القرن الماضي. وزارة الدفاع الأمريكية هي التي طورت النظام، الذي استعمل في الأصل 24 قمراً صناعي. أصبح النظام يعمل بشكل كامل في 1995. وقد أدى التقدم في التكنولوجيا والمطالب جديدة على النظام القائم إلى تحديث نظام ال GPSوتنفيذ الجيل القادم وهو ال GPS III.

إضافة إلى الGPS، هناك أنظمة أخرى تستخدم أو قيد التطوير. نظام الملاحة الروسي (غلوناس) أنشئ بالتزامن مع الGPS، لكنه عانى من تغطية ناقصة للكرة الأرضية حتى منتصف عقد ال2000. هناك أيضاً نظام غاليليو للتموضع التابع للاتحاد الأوروبي "مكون من 30 قمر صناعي، 24 قمرًا في الخدمة و 6 احتياط"

بدأ في تقديم خدماته في 2015 ومن المتوقع أن يعمل بشكل كامل بحلول 2020 .

التطبيقات :



حركة أقمار نظام جي بي إس حول الأرض، تكفي إشارات ثلاثة أقمار لتحديد الموقع على الأرض:

.جهاز نافيجاتور يساعد قائد السيارة في الوصول إلى المكان المرغوب فيه .

أنشئ النظام أساسا أثناء الحرب الباردة لأغراض عسكرية بحتة وذلك لتوفير نظام ملاحي للجيش الأمريكي وحلفائه لمساعدة الطائرات والقطع البحرية للوصول لأهدافها في مختلف الأحوال الجوية .وقد كانت الأجهزة الأولى أضخم مما يمكن لجندي المشاة حمله بالسهولة اللازمة وفيما بعد طُوِّر النظام للاستخدام في الأسلحة الموجهة .

في هذه الأثناء توسعت التطبيقات المدنية بشكل كبير حتى أصبح لاغنى عن النظام في الحياة اليومية للمدنيين حول العالم. ويصعب تخيل عمل أنظمة مثل بطاقات الائتمان وأنظمة الصراف الآلي وكثير من شبكات الاتصال بدون وجود نظام الجي بي إس. حيث يستخدم النظام في ضبط تزامن الأجزاء المختلفة من هذه الأنظمة مع بعضها. ومن الجدير بالذكر أن استخدام النظام لضبط التزامن أهم من استخداماته المكانية الأخرى على غير المتعارف عليه عادة. وهو السبب الأساسي الذي دعى الاتحاد الأوروبي للشروع في نظام غاليليو لتقليل الاعتماد على النظام الأمريكي العسكري. وهو ما رد عليه الأمريكيون بخطة تحديث النظام المشهورة سنة 1998 .

يستخدم اليوم النظام في تطبيقات مدنية أخرى على سبيل المثال :

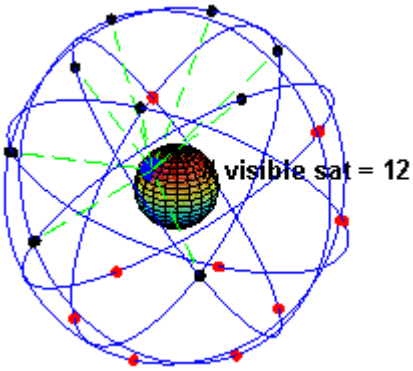
1. توجيه الطائرات المدنية والملاحة البحرية.
2. الاستخدام الشخصي كالرياضة والنزهة
3. أنظمة ملاحة السيارات وإرشاد السائق إلى الهدف.
4. كما أن للنظام تطبيقات في ميدان الجيولوجيا والجيوديسيا وقياسات التصدعات الأرضية وحركة القارات

دقة النظام :

توجد فوارق في دقة نظام تحديد المواقع العالمي حيث أن التطبيقات العسكرية أكثر دقة من الجي بي أس المدني الذي يمكن من الوصول إلى دقة بضعة أمتار (نحو 4 أمتار). حيث أن الولايات المتحدة الأمريكية كانت تقوم عمدا بالتشويش على إشارات الجي بي أس لمنع استعماله مدنيا والحد من جودتها في التطبيقات المدنية، إلا أنه يبدو أنها توقفت عن ذلك منذ سنة 2000 موجهة التركيز على التشويش على رقع جغرافية محدودة. وتبث الأقمار الصناعية الأمريكية بتدفق قدره 50 بت في الثانية على موجتين :

- الموجة للاستعمال المدني بذبذبة قدرها 1575,42 MHz "خاص للاستخدام التجاري"
- الموجة للاستعمال العسكري بذبذبة قدرها 1227,6 MHz "خاص بوزارة الدفاع الأمريكية البنتاغون"

شرح مبسط لطريقة عمل الجي بي أس



حركة الاقمار الصناعية فوق الأرض .

يتكون نظام تحديد الموقع من 24 قمر صناعي تحوم حول الأرض على ارتفاع 20200 كيلومتر .يقوم قمر صناعي ببث إشارة تحمل موقعه أي موقع القمر الصناعي كما تحمل توقيت أو لحظة بث الإشارة بدقة عالية مرجعها إلى ساعة ذرية بالغة الدقة. يقوم جهاز الاستقبال باستقبال الإشارات القادمة من القمر الصناعي، وعن طريق مقارنة توقيت وصول الإشارة وتوقيت بثها يمكن للجهاز معرفة زمن انتقال الإشارة وبالتالي حساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال، وباستقبال ثلاث إشارات من ثلاث أقمار مختلفة فإن نقطة تقاطعهم تحدد موقع جهاز الاستقبال. وبزيادة عدد الأقمار المرصودة يمكن لجهاز الاستقبال تصحيح بعض الأخطاء المرتبطة بطريقة الحساب وبالتالي زيادة دقتها .

التطور التاريخي :

إن تصميم الجى.پى.إس يستند بشكل جزئي على أنظمة ملاحة لاسلكية أرضية مماثلة مثل: الإبحار طويل المدىLORAN ، ونظام إبحار دكا Decca Navigation الذي تم ابتكاره

في أوائل الأربعينيات وتم استخدامه في الحرب العالمية الثانية .في عام 1956 قدم «فريدڤاردت ڤينتربرك» مقترحاً باختبار لنظرية النسبية العامة باستخدام ساعات ذرية دقيقة يتم وضعها في المدار عن طريق زرعها في الأقمار الصناعية. ولدواعي الدقة تستخدم تقنية الجى.پى.إس مبادئ النسبية العامة لتصحيح وضبط الساعات الذرية للأقمار الصناعية . ولقد أتى المزيد من إلهام الجى.پى.إس عندما أطلق الاتحاد السوفيتي أول قمر صناعي يدوي الصنع: «سبوتنيك» في 1957. وكان فريق من العلماء الأمريكيين على رأسهم الدكتور «ريتشارد ب. كيرشنر» يرصدون موجات الراديو التي كان يرسلها سبوتنيك، فاكتشفوا أن تردد الإشارة المرسلة منه – وبسبب تأثير دوبلر – كان يرتفع كلما اقترب منهم القمر الصناعي، وينخفض كلما ابتعد عنهم .وعندما علموا بالتحديد موقعهم على الكرة الأرضية، أدركوا أنه سيمكنهم تحديد موقع القمر الصناعي على مداره عن طريق قياس تحريف دوبلر .إن أول نظام ملاحة باستخدام القمر الصناعي «ترانزيت» – وهو المستخدم لدى أسطول الولايات المتحدة – قد تمت تجربته بنجاح لأول مرة عام 1960، وقد استخدم وقتها مجموعة تتألف من خمسة أقمار صناعية وكان بإمكانه إعطاء تقرير عن الموقع مرة كل ساعة تقريباً .في عام 1967 ابتكرت البحرية الأمريكية «قمر التوقيت» الذي أثبت قدرته على وضع ساعات دقيقة في الفضاء، وهي من التقنيات التي يعتمد عليها الجى.پى.إس .في السبعينات أصبح «نظام أوميجا للملاحة» – وهو نظام أرضي تقوم فكرته على أساس المقارنة بين مراحل الإشارات المرسلة فيما بين أزواج من المحطات –

أول نظام ملاحة لاسلكي عالمي، ولكن بالرغم من ذلك؛ فإن الحدود التي لم تكن تستطيع هذه الأنظمة تجاوزها أظهرت الحاجة إلى إيجاد حل جديد أعظم دقة للملاحة الكونية .بينما كانت هناك حاجات شديدة إلى ملاحة دقيقة في القطاعين العسكري والمدني؛ لم تكن أي منها مبرراً كافياً لإنفاق بلايين الدولارات على الأبحاث، والتطوير، والإطلاق، والتشغيل لمجموعة معقدة من أقمار الملاحة. ولكن حدث أن أتت الحاجة التي تبرر هذا كله في نظر الكونغرس الأمريكي خلال سباق الأسلحة في فترة الحرب الباردة، وبسبب التهديد النووي لوجود الولايات المتحدة نفسها، لهذا السبب الرادع وحده تم تمويل الجى.پى.إس .كان «الثالوث النووي» يتكون من «الصواريخ البالستية في الغواصات «SLBM الخاصة بالبحرية الأمريكية، و«قاذفات القنابل الاستراتيجية» الخاصة بالقوات الجوية الأمريكية، بالإضافة إلى «الصواريخ البالستية عابرة القارات .«ICBM ونظراً لاعتبارها شيئاً حيوياً للردع النووي؛ كان التحديد الدقيق لموقع إطلاق ال (SLBM) يمثل مضاعفاً القوة؛ حيث إن الملاحة الدقيقة كان من شأنها أن تمكن الغواصات الأمريكية من تحديد مواقعها بدقة قبل إطلاق صواريخ (SLBM)الخاصة بها. وكانت القوات الجوية الأمريكية تمتلك وحدها ثلثي (3/2 (الثالوث النووي؛ وبالتالي فإنها كانت في حاجة لنظام ملاحة أكثر دقة وجدارة بالثقة .فعملت البحرية الأمريكية والقوات الجوية الأمريكية سوياً على تطوير تقنياتهما الخاصة على التوازى لحل مشكلهما الأساسية المشتركة .لدواعى زيادة صلاحية صواريخ ال (ICBM) للبقاء؛ كان هناك مقترح لاستخدام منصات إطلاق متنقلة، وبالتالي كان هناك تشابه بين هذا الموقف

وموقف صواريخ ال .(SLBM) في عام 1960 قدمت القوات الجوية مقترحاً لنظام ملاحة لاسلكى يسمى " MOSAIC " النظام المتنقل لتحكم دقيق في(ICBM ، والذي كان بشكل أساسي " LORAN " ثلاثي الأبعاد. وفيما بعد في 1963 تم إعداد دراسة تسمى «المشروع 57» وكانت هذه هي الدراسة التي ولد فيها مفهوم الجى.پى.إس .في نفس العام تمت متابعة العمل في هذا المفهوم باسم «المشروع 621ب» الذي كان به الكثير من المميزات التي تراها اليوم في الجى.پى.إس وقد وعد بدقة أكبر لقاذفات قنابل القوات الجوية وصواريخ ال .(ICBM) كانت التحديثات القادمة من نظام الترانزيت الخاص بالبحرية بطيئة جداً بالنسبة للسرعات التي تتعامل بها القوات الجوية، فواصل «معمل أبحاث البحرية» إنجازاته بإنتاج أقمار توقيت من صنعه تم إطلاقها لأول مرة عام 1967، والنوع الثالث الذي حمل أول ساعة ذرية تم وضعها في مدارها عام 1974 .وبهذه التطورات المتزامنة في الستينيات تم إدراك أنه يمكن الوصول إلى أنظمة متفوقة عن طريق مزج أفضل التقنيات من كل من: 621ب، والترانزيت، وقمر التوقيت، وال (SECOR) في برنامج متعدد الخدمات .في عيد العمال من عام 1973، وخلال اجتماع لاثنى عشر ضابطاً عسكرياً في البنتاجون، تمت مناقشة ابتكار «نظام دفاعى باستخدام الأقمار الملاحية «DNSS، وكان هذا الاجتماع هو «شهادة الميلاد الحقيقية للمزيج الذي أصبح بعد ذلك الجى.پى.إس». وفيما بعد في نفس السنة تمت تسمية ال (DNSS) باسم آخر هو »ناڤستار .«Navstarولما كان اسم ناڤستار مرتبطاً بالأقمار الصناعية الفردية)مثل الأقمار

السابقة «قمر ترانزيت» و«قمر التوقيت»)؛ تم استخدام اسم أكثر شمولية ليعبر عن مجموعة أقمار الناڤستار.. هذا الاسم الأكثر اكتمالاً هو »ناڤستار-جى.پى.إس «Navstar-GPS الذي تم اختصاره بعد ذلك إلى «جى.پى.إس .«GPSبعدما أسقطت طائرة الرحلة «رقم 007» للخطوط الجوية الكورية عام 1983 عندما ضلت طريقها مخترقة المنطقة المحرمة على الطائرات من أجواء الاتحاد السوفيتى؛ أصدر الرئيس الأمريكي «رونالد ريغان» أمراً بجعل الجى.پى.إس متاحاً ومجانياً للاستخدام المدنى، خاصة وقد تطور ليكون ذا فائدة عامة .وقد تم إطلاق أول قمر صناعي عام 1989، والقمر الرابع والعشرون والآخير تم إطلاقه في 1994 .

في البداية، كانت الإشارة ذات الجودة العالية يتم تخصيصها للاستخدام العسكري، والإشارة المتاحة للاستخدام المدنى كانت منخفضة الجودة بشكل متعمد (الإتاحية الانتقائية)، وانتهت الإتاحية الانتقائية في عام 2000، فتحسنت دقة الجى.پى.إس المستخدم في الأغراض المدنية من 100 م إلى 20 م .

التاريخ :

تم إطلاق مشروع نظام التموضع العالمي للمرة الأولى في الولايات المتحدة في عام 1973 بهدف التغلب على القيود التي فرضتها أنظمة الملاحة السابقة، وقد تم دمج أفكار متنوعة

من عدة نُسخ سابقة، بما في ذلك الدراسات المتعلقة بالتصميم الهندسي التي تم القيام بها خلال ستينيات القرن العشرين .طورت وزارة الدفاع الأمريكية هذا النظام، الذي كان يستخدم في الأصل 24 قمرا صناعيا، ليتم استخدامه من طرف جيش الولايات المتحدة وقد أصبح جاهزًا للعمل بشكل تَّام في عام 1995. تم السماح للمدنيين باستخدام نظام التموضع العالمي إبتداء من الثمانينيات .يعود الفضل لاختراع هذا النظام إلى روجر إيستون من مختبر الأبحاث البحرية، وإيفان غيتين من شركة الفضاء الجوي، وبرادفورد باركنسون من مختبر الفيزياء التطبيقية .يُنسب الفضل كذلك إلى عمل الرياضياتية الأمريكية غلاديس ويست في تطوير التقنيات الحسابية لاكتشاف مواقع الأقمار الصناعية بالدقة اللّازمة لنظام التموضع العالمي.

يعتمد تصميم نظام التموضع العالمي جُزْئِيًا على أنظمة الملاحة الراديوية الأرضية المماثلة، مثل نظام لوران الملاحي ونظام ديكا نافيجيتور، التي تم تطويرها في أوائل الأربعينيات .

في عام 1955، اقترح الفيزيائي فريدوردت وينتربيرج اختبارًا للنسبية العامة – للكشف عن تباطؤ الوقت في حقل ذو جاذبية مرتفعة باستخدام ساعات ذرية دقيقة موضوعة في مدار داخل أقمار صناعية. وقد سمحت كلٌ النسبية العامة والخاصة من بالتنبؤ بأن المراقبين من الأرض سوف يرون أن ساعات الاقمار الصناعية لنظام التموضع العالمي أسرع من ساعات الأرض بحوالي 38 ميكروثانية في اليوم. وبذلك سوف تميل المواضع المحسوبة بواسطة

نظام التموضع العالمي بسرعة إلى الخطأ، حيث ستنحرف بحوالي 10 كيلومترات في اليوم (6 ميل / يوم .(ولقد تم التعامل مع هذه المشاكل وتصحيحها عند تصميم نظام التموضع العالمي بشكل نهائي.

المـراجـــع

1- فتحي عبد العزيز أبوراضي: "أسس الجغرافية الطبيعية" ، دار النهضة العربية – بيروت- 2001

2- جودة حسين جودة: " معالم سطح الأرض "،الطبعة الخامسة ، 1966 الهيئة المصرية العامة للكتاب، الإسكندرية.

3- عبد الاله رزوقي كربل، علم الأشكال الأرضية، جامعة البصرة، 1986.

4- سميرة الحصري، الجيولوجيا الفزيائية، مطبعة الانشاء- دمشق،1991.

5- ظواهر جيولوجية وجيومورفولوجيا، مجلة العلوم والتقنية، الرياض، 1996.

http://www.mltaka.net/forums/multka149388/

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة ببوزريعة
اللجنة العلمية
لقسم التاريخ
وجغرافيا