القشرة الأرضية:

الأراضي الزراعية هي ناتج عمليات التفتيت الطبيعي والانحلال الكيميائي لصخور الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تقع مادياً في مجال تأثير الأغلفة المائية والهوائية التي تحيط بالكرة الأرضية. وتتكون القشرة الأرضية أساسا من صخور نارية تسود في طبقتها السطحية المواد الجراينية وتسود في طبقتها التحتية المواد البازلتية. يتراوح سمك القشرة الأرضية حوالي ثلاثون كيلومتر وتقع فوق طبقة سميكة من الصخور البازلتية شبه الصلبة تمتد بعمق 2500 كم حيث يبدأ الجزء السائل من جسم الأرض والذي يتكون من مخلوط من الحديد والنيكل المنصهر حتى مركز الأرض على عمق 6350 كم.

إن دراسة القشرة الأرضية تأتي في المقام الأول من دراسات علوم الأرض (الجيولوجي) وكذلك علوم التربة لأنها تمثل الأصل الوراثي للتربة. كما أنها الخطوة الأولى لدراسة الخصائص الكيميائية للتربة.

لذا يمكن أن تعرف التربة (Soil) بأنها خليط مختلف التركيب من معادن نتجت من عمليات التجوية (Weathering) الفيزيائية والكيميائية والحيوية للصخور والرواسب المكونة لمادة الأصل (Parent material) ومود عضوية نتجت من النشاط الحيوي للكائنات الحية بأنواعها المختلفة والتي تأخذ من التربة العناصر اللازمة لتكوين أجسامها والقيام بنشاطها ثم تعطي للتربة نواتج هذا النشاط الحيوي وفي نهاية حياتها تعطي للتربة أيضا بقايا أجسامها المتحللة. هذه المواد العضوية والمعدنية تكون الطور الصلب (Solid phase) من نظام التربة. ويكون هذا الطور أكثر من نصف حجم الأرض وأكثر من 75% من وزنها. ويكون الجزء المعدني نسبة كبيرة من وزن الطور الصلب تتراوح ما بين 99% في الترب الرملية و 95–97% في كثير من الترب متوسطة القوام و 92% في حالة الترب الداكنة السوداء جيدة الصرف، وتنخفض هذه النسبة الى 60–80% في كثير من الترب الرديئة الصرف حيث تتراكم المادة العضوية.

الجزء المعدني:

يتكون الجزء المعدني من خليط من حبيبات مختلفة الأحجام وبنسب مختلفة على حسب عوامل وظروف تكوين التربة. ويعطي النظام الأمريكي الأقسام الحجمية المختلفة لحبيبات التربة.

القطر (ملم)	القسم
2–1	رمل خشن جداً
1–0.5	رمل خشن
0.5–0.25	رمل متوسط
0.25–0.1	رمل ناعم
0.1–0.05	رمل ناعم جداً
0.05–0.002	غرين
0.002 وأقل	طين

ولما كان تكوين الحبيبات الصغيرة يتم عن طريق التكسر الطبيعي والتحلل الكيميائي للحبيبات الكبيرة نتيجة عمليات تخليق أو تكوين من المواد الأولية فمن المتوقع ان نجد اختلافاً في التركيب المعدني والكيميائي لهذه الحبيبات نتيجة الاختلاف في إحجامها. تعكس بذلك الصفات الكيميائية والفيزيائية لمادة الأصل التي تكونت منها. لذا لا بد من التطرق إلى التركيب الكيميائي والمعدني للقشرة الأرضية. حيث تدخل هذه العناصر في تركيب أكثر من إلفين من المركبات الكيميائية او المعادن (Minerals) إلا انه رغم وجود هذا العدد الهائل من العناصر فان عدداً قليلاً منها فقط هو الذي يدخل في تركيب الجزء الأكبر من القشرة الأرضية وكما في الجدول التالي:

جدول. التركيب الكيميائي للقشرة الأرضية.

العنصر	% على أساس الوزن	% على أساس الحجم	% على أساس الذرات	نق ذرة العنصر
الأوكسجين O	46.46	91.77	62.55	1.40
السليكون Si	27.16	0.80	21.22	0.42
الألمنيوم Al	8.07	0.76	6.47	0.51
الحديد Fe	5.06	0.68	1.92	0.74
الكالسيوم Ca	3.64	1.48	1.84	0.66
الصوديوم Na	2.75	1.60	1.94	0.99
البوتاسيوم K	2.58	2.14	2.64	0.97
المغنيسيوم Mg	2.07	0.56	1.42	1.33
الهيدروجين H	0.14	0.06	–	–
التيتانيوم Ti	0.62	–	–	–

الفسفور P	0.12	–	–	–
الكربون C	0.09	0.01	–	–
المنغنيز Mn	0.06	–	–	–
الكبريت S	0.05	–	–	–
الكلورين Cl	0.4	0.04	–	–
برومين Br	0.03	–	–	–
فلورين F				

من أهم الحقائق التي تتضح من الجدول السابق هي :

1- إن ثمانية عناصر فقط من بين 92 عنصراً الموجودة في الطبيعة تكون حوالي 98% على أساس الوزن من تركيب القشرة الأرضية وان بقية العناصر تكون فقط حوالي 2% من التركيب. هذه العناصر الثمانية حسب ترتيب كمياتها هي الأوكسجين، السيلكون، الألمنيوم، الحديد، الكالسيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، المغنيسيوم.

إن في الحقيقة عنصرين فقط هي الأوكسجين والسيلكون يكونان أكثر من 74% من تركيب القشرة الأرضية على أساس الوزن.

2- إن الأوكسجين يكون نصف وزن القشرة الأرضية تقريباً ويشكل 92% من حجمها. إلا أن الأوكسجين ليس حراً طليقاً وإنما يوجد في حالة ارتباط كيميائي بالعناصر الأخرى الموجودة في التركيب مكوناً مركبات مثل الأكاسيد.

3- على أساس عدد الذرات يوجد في كل 100 ذرة في القشرة الأرضية يوجد أكثر من 60 ذرة أوكسجين، 21 ذرة سيلكون، 6 ذرات ألمنيوم أما الحديد والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم فيوجد من كل منهم ذرتان او أكثر. وإذا ما استثنينا التيتانيوم فإننا نلاحظ أن جميع العناصر الأخرى ليس لها قيمة من ناحية الحجم الذي تشغله في بناء القشرة الأرضية.

من هذه الحقائق عند تركيب القشرة الأرضية تبدو لنا القشرة الأرضية في هيئة هيكل من الذرات (ذرات الأوكسجين) تترك فيما بينها فراغات صغيرة تدخلها ايونات السيلكون والألمنيوم بصفة أساسية وهي ايونات صغيرة الحجم كبيرة الشحنة. تقوم الأيونات الموجبة الصغيرة العالية الشحنة بمسك هذا الهيكل ويؤدي ارتباطها القوي الى إعطاء معادن القشرة الأرضية صلابتها المعروفة.

التركيب المعدني للقشرة الأرضية

تتواجد معظم العناصر السابق ذكرها في صور اتحادات بين عنصرين او اكثر مكونه مركبات يطلق عليها المعادن. ومخلوط هذه المعادن الذي يوجد في الطبيعه يسمى صخرا. قد يتكون الصخر من معدن واحد او من خليط من من المعادن. يمكن تقسيم الصخور حسب نشأتها الى ثلاثة اقسام رئيسيه:

أولا: الصخور الناريه Igneous rocks

وتسمى أيضا بالصخور الأولية Primary rocks وتنشأ من تصلب المادة الصخرية المنصهرة الموجودة في باطن الأرض والتي تعرف بألمكما magma . وتشكل هذه الصخور 95%من صخور القشرة الارضية ومن أمثلتها الكرانيت و السيايت والبازلت والديباس.

ثانيا: الصخور الرسوبية sedimentary rocks

ويعبر عنها بالصخور الثانوية secondary rocks وهي عبارة عن تراكم مواد ناتجة من تفتت الصخور النارية او من تراكم مواد عضويه نباتيه او حيوانيه او من المصدريين معا ثم تماسكت هذه المواد بالضغط والتجفيف. إن العمليات الثلاثة الرئيسية من تجوية weathering ونقل transportation وترسيب deposition هي الأساس في تكوين الصخور الرسوبية. ومن أمثلتها الحجر الرملي sandstone والحجر الجيري limestone والحجر الطيني Mudstone or Clay stone ويمكن النظر الى ان التربة صخر رسوبي لذا تعتبر مصدرا هاما لتكوين الصخور الرسوبية في الدورة الجيوكيميائية في الطبيعة. تغطي الصخور الرسوبية حوالي 75% من سطح الأرض إلا أنها تمثل 5% من حجم الصخور المكونة للقشرة الأرضية.

ثالثا: الصخور المتحولة Metamorphic Rocks

وهي صخور كانت في أول تكوينها إما نارية او رسوبية ثم تأثرت بالحرارة المرتفعة جدا او بضغط عظيم او بالاثنين معا فاكتسبت من جراء ذلك صفات جديدة ليست لأي من نوعي الصخر الأصليين ومن أمثلتها السليت Slate (الطينية والسليكونية والمايكية) والنيس Gneiss والمرمر المتكون من الكربونات والكوارتزايت المتكون من الرمال. تتعرض الصخور الصلبة الى عمليات تجوية تقوم بها العوامل الطبيعية المختلفة مما يؤدي الى تكسرها وتحللها.

عند دراسة المكونات الكيميائية للقشرة الأرضية فإننا نجد إن جزءاً كبيراً من المركبات التي تكونها العناصر ذات بناء بلوري يميز تركيباً كيميائياً وهندسياً معيناً وهو ما يطلق عليه اسم معدن

(mineral) والعلم الذي يختص بدراسة المعادن (mineralogy) علم المعادن. وعلى الرغم من ان عدد العناصر المكونة للقشرة الأرضية محدودة نسبياً، إلا أن التوافيق التي تتحد بها مجموعة من العناصر مع بعضها غير محدودة بحيث تعطي عدد كبير من المعادن. وعموماً فان العناصر يمكن أن تقسم الى قسمين هي الفلزات واللافلزات. وتتحد عناصر القسم الأول بسهولة مع عناصر القسم الثاني حيث يتكون العديد من المركبات عن طريق التجاذب الاليكتروستايكي بين ايونات العناصر. وتأخذ الايونات ترتيباً معيناً أثناء تجاذبها مع بعضها. ويكون لكل مركب ترتيب هندسي معين تحتل بمقتضاه الايونات المكونة له اماكن محددة بالنسبة لبعضها.

تكوين المعادن :

سبق أن ذكرنا أن معظم كتلة القشرة الأرضية في طبقتها السطحية تتكون من عدد محدد نسبياً من العناصر. فالاوكسحين والسيلكون يكونان حوالي 75% من كتلة القشرة الأرضية. وإذا أضيف إليها الألمنيوم والحديد والكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم فان ذلك يمثل أكثر من 98% من كتلة القشرة الأرضية. وباستعمال هذه المجموعة المحدودة من العناصر فإننا نستطيع تصور الخطوات الأولى في نشوء معادن القشرة الأرضية.

فالأوكسجين ليس فقط أكثر العناصر انتشاراً بل انه ايضاً أكثرها قابلية للدخول في التفاعلات الكيميائية كما انه يتبع مجموعة عناصر اللافلزات بينما تتبع معظم العناصر الأخرى الشائعة مجموعة الفلزات. وعلى ذلك فانه يمكن افتراض ان التفاعل الأول في تكوين المعادن هو اتحاد الأوكسجين بالسيلكون والألمنيوم والحديد والعناصر الفلزية الأخرى. والمركبات الناتجة من هذا التفاعل هي اكاسيد السيلكون والألمنيوم والحديد ..... الخ وهي أكثر الاكاسيد شيوعاً كما يتضح من الجدول التالي :

النسب المئوية بالوزن للاكاسيد الشائعة في القشرة الأرضية			
المركب	**النسبة المئوية**	**المركب**	**النسبة المئوية**
SiO_2	59.9	CaO	5.1
Al_2O_3	15.2	MgO	3.5
Fe_2O_3	3.1	Na_2O	3.4
FeO	3.7	K_2O	3.1

والخطوة الثانية في تكوين المعادن هي اتحاد الاكاسيد مع بعضها ومن وجهه نظر النشاط الكيميائي فاننا نجد تشابه بين نشاط الأكاسيد ونشاط العناصر فالأكاسيد الحامضية تقسم كـ لافلزات بينما الأكاسيد القاعدية تقسم كفلزات. والقاعدة العامة لاتحاد هذه الاكاسيد مع بعضها هي ان الأحماض لا تتفاعل مع الأحماض والقواعد لا تتفاعل مع القواعد ولكن الاحماض تتفاعل مع القواعد لتكوين

الأملاح. وعند فحص مجموعة الأكاسيد المعروفة فاننا نجد ان ثاني اوكسيد السليكون هو اوكسيد حامضي في حين ان معظم الأكاسيد الأخرى هي اكاسيد قاعدية وعلى ذلك فان ثاني اوكسيد السيليكون يتحد مع الأكاسيد القاعدية لتكوين المركبات التي تعرف باسم السليكات (Silicates). وهناك مركبات اخرى اقل اهمية من السليكات فثاني اوكسيد الكربون هو اوكسيد حامضي يتحد مع الأكاسيد القاعدية المختلفة لتكوين الكربونات (carbonates) كما يتحد مع الكبريت بطريقة مشابهة اما منفرداً لتكوين الكبريتيدات (sulfides) او مرتبطاً بالأوكسجين لتكوين الكبريتات (sulfates).