अध्याय – 3

मृदा कोलॉइड्स
(Soil Colloids)

कोलॉइड्स शब्द का ग्रीक भाषा के शब्द कोला (Kolla) जिसका अर्थ गोंद तथा ऑड्स का अर्थ समान होता है। थॉमस ग्राहम (1861) जो कि कोलॉइड रसायन के जनक माने जाते हैं, ने जल विलेय पदार्थों को जन्तु झिल्ली में विसरण के आधार पर क्रिस्टलाभ एवं कोलॉइड्स में विभक्त किया। वे पदार्थ इस झिल्ली में से आसानी से विसरित होते हैं, क्रिस्टलाभ कहलाते हैं। वे पदार्थ जिनके विलयन का प्रसारण अति मन्द गति से होता है या पूर्ण रूप से विसरित होने में असमर्थ होते है, कोलॉइड्स कहलाते हैं।

परिभाषा (Definition)–

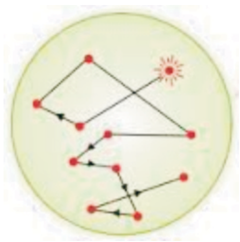
ऐसे मृदा कण जिनका व्यास 1.0 से 100 मिलिमाइक्रोन तक होता है एवं कोलॉइडल गुण रखते हो, मृदा कोलॉइड्स कहलाते है। कणों के व्यास की उच्चतम सीमा 500 मिलिमाइक्रोन होती है। कोलॉइड के कण इलेक्ट्रोन सूक्ष्मदर्शी में ही दिखाई देते हैं।

कोलॉइड्स के गुण (Properties of Colloids) –

(i) विषमांगता (Heterogenity)–कोलॉइड्स वास्तविक विलयन नहीं बनाते हैं। इनका विलयन विषमांगी होता है। इसमें दो प्रावस्थाएं; अपकीर्ण प्रावस्था ठोस एवं अपकीर्ण माध्यम द्रव होता है। इस प्रकार के कोलॉइड विलयन को सोल कहा जाता है। उदाहरणार्थ– अगर माध्यम जल है तो विलयन को हाइड्रोसोल कहा जाता है।

(ii) विसरण (Diffusion)– अर्द्ध पारगम्य झिल्ली में विसरित नहीं होते हैं।

(iii) ब्राउनियन गति (Brownion Movement)– कोलॉइडी कणों के निलम्बन को अल्ट्रासूक्ष्मदर्शी से देखने पर कोलॉइडल कण एक टेढ़े–मेढ़े ढंग से निरन्तर कम्पन्न करते दिखाई देते है। इसको ब्राउनियन गति कहते है। कणों का आकार जितना छोटा होगा उतनी ही गति तीव्र होगी।



चित्र–3.1 कोलॉइडी कणों की ब्राउनियन गति

(iv) विद्युत आवेश (Electric Charge)– कोलॉइडल कणों पर ऋण आवेश होता है, इस कारण धनायनों को अपनी तरफ आकर्षित करते हैं।

(v) टिण्डल प्रभाव (Tyndal Effect)– टिण्डल नाम के वैज्ञानिक ने पाया कि प्रकाश की किरणों का रास्ता नीले रंग से प्रकाशित होता है। जैसे ही अन्धेरे कमरे में तीव्र प्रकाश की किरण प्रवेश करती है तो हवा में धूल के कण स्पष्ट दिखाई देते हैं। अतः कोलॉइड्स के विलयन द्वारा प्रसारित प्रकाश को टिण्डल प्रभाव कहते हैं।

चित्र–3.2 टिण्डल प्रभाव

(vi) अधिशोषण (Adsorption)– कोलॉइड कणों पर ऋण आवेश होने के कारण धनायनों को आकर्षित करते है। आकर्षित होने के उपरान्त ये धनायन कण कोलॉइडल कणों पर एकत्रित हो जाते हैं, जिसे अधिशोषण कहा जाता है।

(vii) अवक्षेपण (Precipitation)– कोलॉइडल विलयन में थोड़ी मात्रा में विद्युत अपघट्य डालने से अवक्षेपण हो जाता है।

मृदा कोलॉइड्स के गुण (Properties of Soil Colloids) :

मृदा कोलॉइड्स के गुण, कोलॉइड्स के गुणों के समान होते हैं। इसके अतिरिक्त कुछ विशेष गुण मृदा कोलॉइड में पाये जाते है जो निम्नलिखित हैं–

(i) ससंजन एवं आसंजन (Cohesion and Adhesion)– समान गुणों वाले अणुओं के मध्य आकर्षण को ससंजन कहते है जैसे जल के दो अणुओं के मध्य आकर्षण। इसी प्रकार असमान अणुओं जैसे ठोस प्रावस्था का द्रव प्रावस्था के मध्य आकर्षण को आसंजन कहते है। मृदा कोलॉइड्स में यह गुण पाया जाता है।

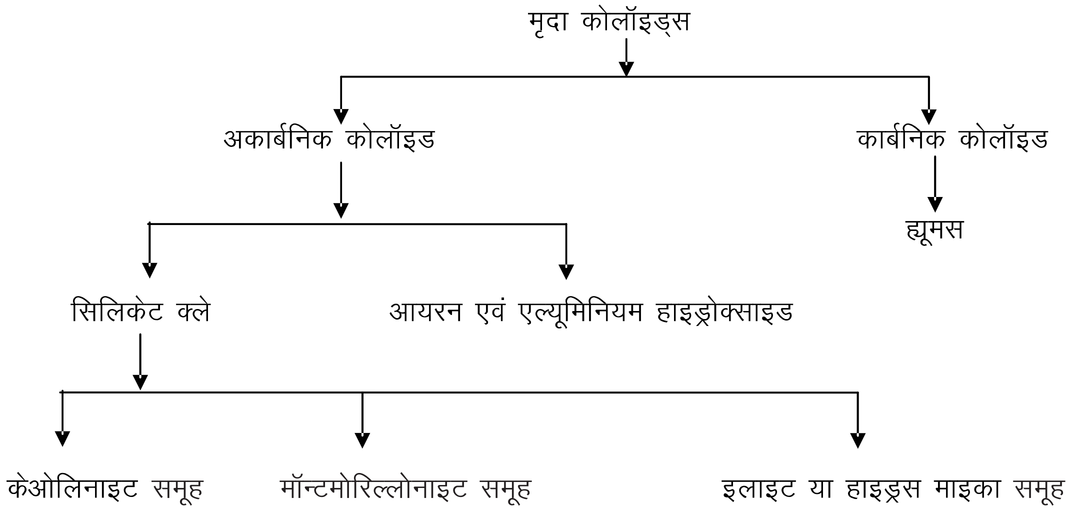
(ii) सुघट्यता (Plasticity)– सिलिकेट मृदा कोलॉइड्स में यह गुण पाया जाता है। बल लगाने पर मृदा एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित हो जाती है एवं बल हटाने पर वापस उसी रूप में बने रहते है। सुघट्यता का गुण सबसे अधिक मोन्टमोरीलोनाइट समूह में तथा सबसे कम केओलिनाइट में पाया जाता है।

(iii) उर्णीपिण्डन एवं विउर्णीपिण्डन (Flocculation and Deflocculation)– मृतिका के कणों पर ऋण आवेश रहता है जिसके कारण इसके कण निलम्बन में रहते हैं। यदि इसके निलम्बन में कोई विद्युत अपघट्य मिला दिया जाता है तो मृतिका कणों का ऋणावेश कम या समाप्त हो जाता है और यह कण आपस में मिलकर समुच्चय बनाते हैं, जिसे उर्णीपिण्डन कहा जाता है। इसके विपरीत वह प्रक्रम जिसमें समुच्चय फिर कणों में टूट जाता है, विउर्णीपिण्डन कहलाता है।

(iv) फैलाव एवं संकुचन (Swelling and Shrinkage)– मृदा कोलॉइड्स जल के सम्पर्क में आने पर जल सोखकर फूलने से आयतन में वृद्धि होती है। इसे फैलाव कहते है तथा जल सूखने की दशा में मृदाओं में सिकुड़न होती है उसे संकुचन कहते है। यह गुण मॉन्टमोरीलोनाइट में सबसे अधिक, हाइड्रस माइका में मध्यम तथा केओलिनाइट में सबसे कम पाया जाता है।

मृदा कोलॉइड्स के प्रकार (Types of Soil Colloids)–

मृदा कोलॉइड्स दो प्रकार के होते है–



अकार्बनिक कोलॉइड (Inorganic Colloids) –

इनको खनिज कोलॉइड भी कहा जाता है। इसमें मुख्य रूप से मृतिका (क्ले) आती है। मृतिका कणों का व्यास 2 माइक्रोन (0.002 मि. मी.) से कम होता है।

मृतिका कोलॉइड्स को मुख्यतया दो समूह में विभक्त किया गया है–(i) सिलिकेट क्ले एवं (ii) आयरन एवं एल्यूमिनियम हाइड्रोक्साइड

सिलिकेट मृतिकाएं (Silicate Clay)– इनका निर्माण समशीतोष्ण प्रदेशों में होता है। इसकी संरचना निम्न प्रकार से होती है –

(i) रूप (Shape)– इलेक्ट्रोन सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखने पर यह कण प्लेट्स के समान, पुस्तक के पृष्ठों की पतली परतों के

समान, स्तरीय (लेमिनेटेड़) आकार या षट्भुजाकार या अनियमित छड़नुमा पाये जाते है।

(ii) सतह क्षेत्रफल (Surface Area)– मृतिका के कण बहुत बारीक होते है, अतः इसका बाह्य क्षेत्रफल बहुत अधिक होता है।

(iii) विद्युत आवेश (Electric Charge)– इनकें कणों पर ऋण आवेश पाया जाता है इसलिए धनायनों को अपनी ओर आकर्षित करते है। इस प्रकार अन्दर की परत ऋण आवेशित रहती है एवं बाहर की परत धनायन की बन जाती है।

(iv) अधिशोषित आयन (Adsorbed Ions)– मृतिका के कणों पर ऋण आवेश होने के कारण इसकी सतह पर धनायन अधिशोषित होते है। धनायन अस्थिर परत के रूप में अधिशोषित रहने से दूसरे धनायनों द्वारा विस्थापित हो जाते है जिसे धनायन विनिमय कहते है।

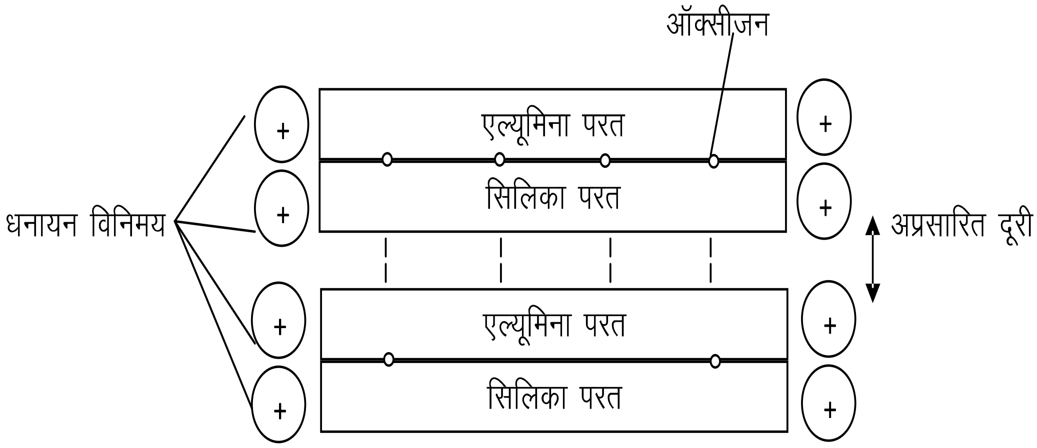
सिलिकेट मृतिका का खनिजन एवं रासायनिक संगठन (Chemical & Mineral Composition of Silicate Clay)–

उच्च क्षमता के इलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखने पर पता चलता है कि मृतिका के कण क्रिस्टलीय होते है।

खनिजन एवं रासायनिक संगठन की दृष्टि से सिलिकेट मृतिकाओं को तीन भागों में बांटा जा सकता है– 1. केओलिनाइट (Kaolinite Group) 2. मोन्टमोरिलोनाइट समूह (Montmorilonite Group) 3. इलाइट समूह (Illite Group)

केओलिनाइट (Kaolinite Group)– इसमें प्रमुख रूप से केओलिनाइट खनिज पाया जाता है। केओलिनाइट के कण क्रिस्टलीय ईकाईयों से बनते है जिनमें परत एल्युमिना (Al_2O_3) तथा दूसरी परत सिलिका (SiO_2) की होती है। इस प्रकार की मृतिका को संरचना 1:1 टाइप कहते है। एल्यूमिना व सिलिका की परतें आपस में O_2 तथा हाइड्राक्सिल द्वारा जुड़ी रहती है जिससे आपस में मजबूती से जुड़ी रहती है।

केओलीनाइटस् की केवल बाहरी सतह ही क्रियाशील होने से धनायन अधिशोषण क्षमता (Cation Exchange Capicity) बहुत कम होती है। सुघट्यता, संसजन, फैलाव तथा संकुचन के गुण भी कम होते है। सरन्ध्रता (Porosity) व पारगम्यता (Permeability) अत्याधिक होती है। इसका संरचना सूत्र $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ है।

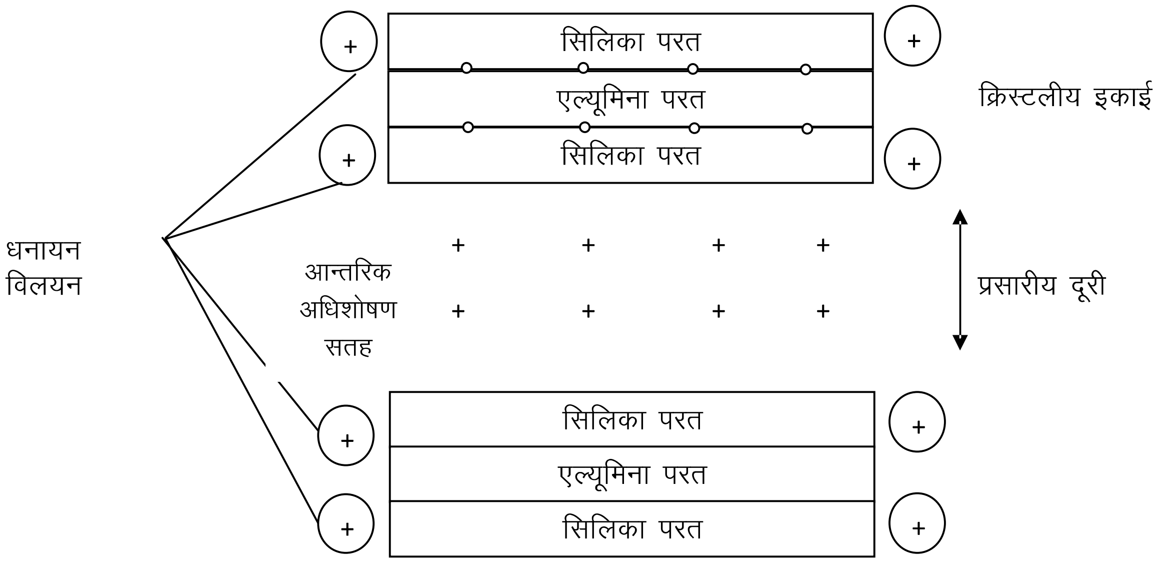


चित्र–3.3 केओलिनाइट समूह की पंक्ति संरचना

2. मॉन्टमोरिलोनाइट समूह (Montmorillonite Capicity)– इसमें प्रमुख रूप से मॉन्टमोरिलोनाइट खनिज पाया जाता है। मॉन्टमोरिलोनाइट के कण भी क्रिस्टलन ईकाईयों से बनते है, जिनमें दो सिलिका (SiO_2) परत तथा एक एलुमिना (Al_2O_3) परत होती है। इस प्रकार की मृतिका संरचना को 2:1 टाइप कहते हैं इसमें एक एल्यूमिना परत बीच में तथा सिलिका परतें इसके दोनों ओर होती है। सिलिका एवं एल्यूमिना परत आपस में ऑक्सीजन परमाणुओं द्वारा जुड़ी रहती हैं। ये आपस में कमजोर बन्धन द्वारा जुड़ी रहती है।

इनमें केओलिनाइट की अपेक्षा धनायन की अधिशोषण क्षमता अधिक होती है, क्योंकि इसकी आन्तरिक व बाहरी सतह अधिक क्रियाशील होती है। इनमें सुघट्यता, संसजन, फैलाव तथा संकुचन के गुण अधिक होते है। सरन्ध्रता तथा पारगम्यता से कम होती है।

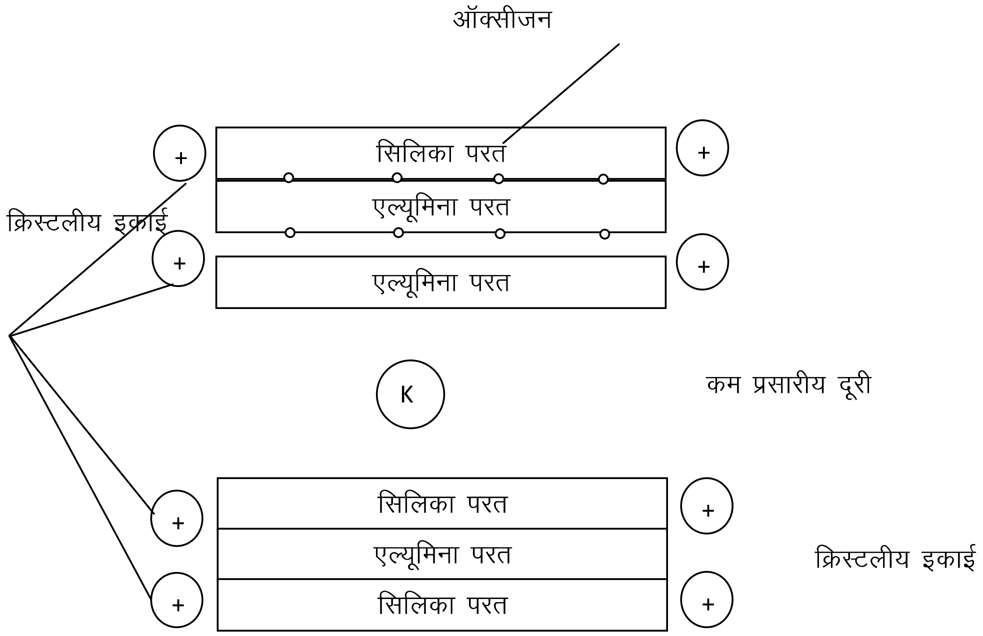
इस प्रकार की मृदाएँ पानी देने से फूल जाती है तथा सूखने पर सिकुड़ने से गहरी दरारें पड़ जाती है जिससे जुताई कार्य में कठिनाई आती है। इसकी संरचना सूत्र $Al_4Si_8O_{20}(OH)_4$ है।



चित्र : 3.4 मॉन्टमोरीलोनाइट समूह की पंक्ति संरचना

3. **इलाइट समूह (Illite Group)–** इस समूह को हाइड्रस माइका भी कहते है। इस समूह में प्रमुख रूप से इलाइट खनिज पाया जाता है। इस समूह में इलाइट के कण भी क्रिस्टलन इकाइयों से बनते है, इसमें संरचना मोन्टमोरिलोनाइट की तरह 2:1 होती है। इसमें भी दो सिलिका परतें एवं एक एल्यूमिना परत होती है। इसमें एक एल्यूमिना की परत के दोनों ओर सिलिका परतें होती है।

इसमें कण मॉन्टमोरिलोनाइट से बड़े होते हैं। इसकी संरचना में दो इकाइयों के मध्य पोटेशियम पाया जाता है। जिसके कारण यह मॉन्टमोरिलोनाइट की अपेक्षा कम प्रसारीय होती है। अतः सुघट्यता, संसजन, फैलाव एवं संकुचन मॉन्टमोरिलोनाइट से कम तथा केओलिनाइट से अधिक होती है। इसका संरचना सूत्र $KAl_4Si_8O_{20}(OH)_4$ है।



चित्र : 3.5 इलाइट समूह की पंक्ति संरचना

सिलिकेट मृतिका खनिज के तुलनात्मक गुण (Comperative properties of silicate clay minerals) :

क्र.सं.	गुण	मॉन्टमोरिलोनाइट	इलाइट	केओलिनाइट
1	संरचना	2:1 फैलावयुक्त	2:1 कम फैलाव	1:1 स्थिर
2	आकार (माइक्रोन)	0.01–1.0	0.1–2.00	0.1–5.0
3	आकृति	अनियमित परत	अनियमित परत	षट्कोणीय क्रिस्टल
4	सतही क्षेत्र (मी^{2} / ग्राम)	700–800	100–120	5–20
5	आन्तरिक पृष्ठ	अत्यधिक	मध्यम	कोई नहीं
6	ससंजन, सुघट्यता एवं फैलना एवं सिकुड़ना	उच्च	मध्यम	निम्न
7	बाह्य पृष्ठ	उच्च	मध्यम	निम्न
8	धनायन विनिमय क्षमता [(cmol (P^+)/kg)]	60–100	20–40	3–15
9	ऋणायन विनिमय क्षमता	निम्न	मध्यम	उच्च
10	प्रतिस्थापन	एल्यूमिना परत में Mg व Fe द्वारा	सिलिका परत में Al द्वारा	प्रतिस्थापन नहीं

मृतिका खनिज का महत्त्व (Importance of Clay Minerals):

मृदा में मृतिका सक्रिय अवयव हैं। ये भौतिक एवं रासायनिक गुणों को प्रभावित करते है। मृदा में मृतिका उपस्थिति मृदा उर्वरता एवं क्षमता को बढ़ाती है। मृतिका खनिज का महत्त्व निम्न है–

(i) मृदा उर्वरता– मृदा में मृतिका की उपस्थिति से पोषक तत्वों की प्राप्यता में वृद्धि होती है, जिससे मृदा उर्वरता में वृद्धि होती है।

(ii) जल धारण क्षमता– मृतिका के कण बहुत महीन होते है तथा रन्ध्रों का आकार भी छोटा होता है जिससे मृदा में जल धारण क्षमता बढ़ जाती है। इससे जल का निक्षालन भी कम होता है एवं पौधों के लिए जल की उपलब्धता बढ़ जाती है।

(iii) धनायन विनिमय क्षमता– मृतिका की उपस्थिति से मृदा में धनायन विनिमय क्षमता में वृद्धि होती है। क्ले कणों पर अधिशोषित आयन धनायन विनिमय द्वारा मृदा विलियन में घुलकर पौधों को प्राप्त हो जाते हैं।

(iv) पोषक तत्वों का अधिशोषण– मृतिका के सूक्ष्म कण होने के कारण इनका बाह्य क्षेत्रफल अधिक होता है। इन कणों के ऋण आवेशित होने के कारण धनायन अधिक अधिशोषित होते एवं पौधों को पोषक तत्व प्राप्त हो जाते हैं।

(v) पोषक तत्वों के भण्डारण में वृद्धि– मृतिका की सतह पर Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, NH_4^+, K^+ इत्यादि धनायनों का अधिक अधिशोषण होने से पोषक तत्वों के भण्ड़ारण में वृद्धि होती है। पौधों की आवश्यकतानुसार मृदा विलयन में ये तत्व आ जाते हैं एवं पौधों को उपलब्ध होते हैं।

(vi) बन्धक प्रभाव– मृतिका के सूक्ष्म कण आपस में मिलकर बड़े कणों का निर्माण करते हैं साथ ही बालू के कणों को बांधने की क्षमता रखते है, जिससे मृदा की भौतिक दशा सुधरती है।

कार्बनिक मृदा कोलॉइड्स (Organic Soil Colloids) :

मृदा कार्बनिक कोलॉइड ह्यूमस है। ह्यूमस गहरे भूरे रंग या काले रंग का विच्छेदित अक्रिस्टलीय पदार्थ है जो कि जटिल पदार्थों का मिश्रण है। ह्यूमस कणों पर ऋण आवेश होता है जिससे धनायन विनिमय क्षमता मृतिका खनिज से अधिक होती है।

ह्यूमस का निर्माण मुख्यतया C, H तथा O तत्वों से बना होता है। ह्यूमस का कोलॉइडल संगठन सिलिकेट मृतिका के कणों के समान ही होता है। ह्यूमस के मिसिल में दो आयनिक परतें होती है। अन्दर की परत पर ऋण आवेश होता है जबकि बाहरी परत पर धनायनों के समूह अधिशोषित रहते है। मिसिल (आयन परत) पर H^+, Ca^{2+} Mg^{2+}, K^+, Na^+, NH_4^+ इत्यादि धनायन के रूप में अधिशोषित रहते हैं। ह्यूमस की प्रकृति पी.एच. मान पर आधारित होती है।

मृदा की अत्यधिक अम्लता की अवस्था में ह्यूमस पर H^+ आयन दृढ़तापूर्वक अवस्थित रहते है, जिससे अन्य धनायनों द्वारा

सरलता पूर्वक विस्थापित नहीं किया जा सकता है। मृदा की क्षारीय अवस्था में कार्बोक्सिल समूह में उपस्थित H^+ आयन का आयनीकरण हो जाता है।

अकार्बनिक एवं कार्बनिक कोलॉइड में अन्तर (Difference in Inorganic and Organic Soil Colloids):

	अकार्बनिक मृदा कोलॉइड	कार्बनिक मृदा कोलॉइड
1	इसमें सिलिकेट मृतिका एवं आयरन व एल्यूमिनियम ऑक्साइड होते है।	इसमें ह्यूमस होता है।
2	इसकी संरचना Si, Al, Fe, O तत्वों से बनती है।	इसका C, H, O निर्माण से होता है।
3	ये खनिज पदार्थ होते हैं।	ये कार्बनिक पदार्थ होते हैं।
4	धनायन विनिमय क्षमता एवं जल धारण क्षमता कम होती है।	इसमें धनायन विनिमय एवं जल धारण क्षमता अधिक होती है।
5	ऋणायन स्रोत OH है।	इसमें ऋणयन स्रोत COOH, OH^- एवं फिनोलिक समूह है।
6	धन विनिमय क्षमता 3–100 सेन्टीमोल (p^+)/किग्रा होती है।	इसकी धनायन विनिमय क्षमता 150–300 सेन्टीमोल (P^+)/किग्रा होती है।

ह्यूमस (कार्बनिक कोलॉइड) का मृदा में महत्त्व (Importance of Organic Colloids in Soil) :

ह्यूमस का मृदा गुणों एवं उर्वरता में महत्त्वपूर्ण स्थान है जिसका वर्णन निम्न बिन्दुओं के आधार पर स्पष्ट किया जा सकता है–

(i) मृदा संरचना– मृदा कणों को आपस में बांधने से मृदा संरचना में सुधार होता है।

(ii) धनायन विनिमय क्षमता– ह्यूमस की धनायन विनिमय क्षमता 150–300 सेन्टी मोल/किग्रा होती है। ह्यूमस धनायनों का भण्डार है एवं उनका निक्षालन रोकता है।

(iii) मृदा ताप– ह्यूमस के काले रंग के कारण सूर्य की गर्मी को अवशोषित होने से मृदा तापमान में बढ़ोतरी होती है।

(iv) जलधारण क्षमता– ह्यूमस मृदा की जल धारण क्षमता को बढ़ाता है जिससे जल पौधों को उपलब्ध रहता है।

(v) सुघट्यता एवं ससंजन– ह्यूमस से सुघट्यता एवं ससंजन गुणों की कमी होती है।

(vi) उभय प्रतिरोधन क्षमता– ह्यूमस के कारण मृदा प्रतिरोधक क्षमता में बढ़ोतरी होती है, जिससे मृदा में क्षारीय या अम्लीय पदार्थ डालने पर पी.एच. मान में एकदम परिवर्तन नहीं होता है।

(vii) पोषक तत्व उपलब्धता– ह्यूमस पोषक तत्वों का भण्ड़ार गृह होने के कारण पौधों को आवश्यक पोषक तत्व उपलब्ध हो जाते हैं।

मृतिका कणों पर आवेश की उत्पत्ति (Origin of Charge in Clay Particles) :

मृतिका कणों पर ऋण आवेश पाये जाते है जिनकी उत्पत्ति दो प्रकार से होती है–

खुले क्रिस्टलीय किनारे (Exposed Crystal Edges)–

सिलिका एवं एल्यूमिना परतों के किनारों पर असंतुष्ट संयोगिकताऐं होती हैं तथा बाहरी सतहों पर ऑक्सीजन एवं हाइड्रोक्सिल (OH^-) समूह होते हैं जो ऋण आवेशित स्थान के रूप में कार्य करते हैं। ये समूह सिलिकॉन एवं एल्यूमिना अणुओं से चिपके रहते हैं। उच्च पी.एच. पर इन OH^- मूलकों का H^+ विघटन द्वारा अलग हो जाता है। यह आवेश पी.एच. मान पर निर्भर करते हैं–

$$SiOH + OH^- \rightleftharpoons -SiO^- + H_2O$$

$$AlOH + OH^- \rightleftharpoons -AlO^- + H_2O$$

(i) समाकृतिक प्रतिस्थापन (Isomorphos Substitution) : मृदा कोलॉइड में एक जैसे आकार परन्तु धनात्मक संयोजकता वाले एक आयन द्वारा दूसरे आयन को प्रतिस्थापित करना, प्रतिस्थापन कहलाता है। उदाहरणार्थ मृतिका के Si^{4+} का प्रतिस्थापन Al^{3+} होने से ऋण आवेश रह जाता है –

$O^{--}Si^{++++}O^{--}$	$O^{--}Al^{+++}O^{--}$
सिलिका परत (आवेश रहित)	आयनिक प्रतिस्थापन (ऋणात्मक आवेश)

इसके अतिरिक्त मृतिका में Al^{3+} का प्रतिस्थापन Mg^{2+} से होने के उपरान्त ऋण आवेश पैदा हो जाता है–

एल्यूमिना परत	आयनिक प्रतिस्थापन
$O^{--}Al^{+++}OH^{-}$	$O^{--}Mg^{++}OH^{-}$
(आवेश रहित)	(ऋणात्मक आवेश)

महत्त्वपूर्ण बिन्दु

1. मृदा कोलॉइड का व्यास 1.0 से 100 मिलिमाइक्रोन तक होता है।
2. मृदा कोलॉइड्स में ससंजन, आसंजन, सुघट्यता, फैलाव एवं संकुचन, उर्णीपिण्डन इत्यादि गुण पाये जाते हैं।
3. मृदा कोलॉइड्स दो प्रकार–अकार्बनिक एवं कार्बनिक, के होते हैं। मृतिका खनिज मुख्य रूप से दो प्रकार– सिलिकेट मृतिका एवं आयरन व एल्यूमिनियम हाइड्रोक्साइड होते हैं।
4. सिलिकेट मृतिका मुख्य रूप से केओलिनाइट, मोन्टमोरिलोनाइट एव इलाइट होती हैं।
5. कार्बनिक कोलॉइड ह्यूमस हैं।
6. मृतिका पर ऋणात्मक आवेश होता है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न–

1. मृदा कोलॉइड कणों का आकार होता है–
   (अ) 200–300 मिलिमाइक्रोन
   (ब) 1–100 मिलिमाइक्रोन
   (स) 1–5 सेमी.
   (द) 600–800 मिलिमाइक्रोन
2. निम्न में से 2:1 टाइप मृतिका खनिज है –
   (अ) केओलिनाइट (ब) क्लोरेट
   (स) मोन्टमोरीलोनाइट (द) उपर्युक्त सभी
3. कोलॉइड रसायन का जनक जाना जाता है–
   (अ) डोकचेव वी.वी. (ब) जेनी
   (स) थामस ग्राहम (द) जोफे
4. मृदा कार्बनिक कोलॉइड है–
   (अ) केओलिनाइट (ब) सेपोनाईट
   (स) ह्यूमस (द) कोई नहीं
5. कार्बनिक कोलॉइड की धनायन विनिमय क्षमता होती है–
   (अ) 3–10 सेन्टी मोल/किग्रा
   (ब) 10–30 सेन्टी मोल/किग्रा
   (स) 150–300 सेन्टी मोल/किग्रा
   (द) 70–80 सेन्टी मोल/किग्रा

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न –

1. मृदा कोलॉइड पर कौनसा आवेश होता है ?
2. कोलॉइड के कण किस सूक्ष्मदर्शी से दिखाई देते हैं ?
3. संसजन बल किसे कहते हैं ?
4. सिलिकेट क्ले कितने प्रकार की होती है ?
5. मॉन्टमोरिलोनाइट क्ले खनिज का रासायनिक सूत्र लिखिए।
6. केओलीनाइट की धनायन विनिमय क्षमता कितनी होती है ?
7. आयनिक प्रतिस्थापन क्षमता किसे कहते हैं ?

लघुत्तरात्मक प्रश्न –

1. मृतिका खनिज के प्रकार उदाहरण के साथ लिखिए।
2. मृदा कोलॉइड के चार गुण बताइये।
3. मृतिका के प्रकार बताइये ।
4. मृतिका में ऋणात्मक आवेश के स्रोत बताइये।
5. मृदा कोलॉइड किसे कहते हैं ?
6. कार्बनिक कोलॉइड किसे कहते हैं ?
7. मृदा कोलॉइड कितने प्रकार के होते हैं ?

निबन्धात्मक प्रश्न–

1. मृदा कोलॉइड के बारे में आप क्या जानते है? इनके गुणों का वर्णन कीजिए।
2. मृतिका के प्रकार लिखिए एवं विस्तारपूर्वक वर्णन कीजिए।
3. सिलिकेट मृदाओं का तुलनात्मक विवरण दीजिए।
4. कार्बनिक कोलॉइड के महत्त्व का वर्णन कीजिए।

उत्तरमाला–

(ब) 2. (स) 3. (स) 4. (स) 5. (स)