# پیدایش و تحول خاکهای آهکی تحت شرایط خشک و نیمه خشک ایران

علی ابطحی*

چکیده :

تکامل خاکهای ایران تحت شرایط خشک و نیمه خشک بسته به وضعیت رطوبتی خاک دارای دو مرحله تکاملی ژنتیکی کاملا" جداگانه می باشد که یکی تکامل خاکها تحت شرایط غیرشور و زهکشی خوب بوده و دیگری متاثر از سفره آب زیرزمینی شور و قلیا در اعماق مختلف می باشد.

تکامل خاک در حالت اول در طول زمان عموما" تابعی از تغییر و تحول آهک می باشد. در رسوبات جوان زمان هولوسن هیچ گونه تغییراتی در پراکندگی آهک صورت نگرفته و کم وبیش از روندمواد مادری مطابقت می کندو معمولا" رسوبات لایه لایه‌ای می‌باشد. درمناطق خشک ایران این خاکها Torrifluvents یا Torriorthents در مناطق نیمه خشک Xerofluvents ، Ustifluvnts یا Xerorthents ویا Ustorthents طبقه‌بندی می‌شوند.با زیاد شدن عمررسوبات ابتداتشکیل طبقه Cambic (Camborthids) درمناطق خشک و درمناطق نیمه خشک Ustochrepts و Xerochrepts و سپس طبقه Calcic (Calciorthids) درمناطق خشک و درمناطق نیمه خشک Xerochrepts و Ustochrepts و در نهایت رسوبات خیلی قدیمی‌تر پلیستوسن تشکیل طبقه Petrocalcic (Paleorthids در مناطق خشک و در مناطق نیمه خشک Petrocalcic Xerochrepts و یا Petrocalcic Ustochrepts تشکیل می‌شوند)

---

* دانشیارگروه خاکشناسی - دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

تکامل خاکها تحت تاثیر سفره آب زیرزمینی شور و قلیادر طی چهار مرحله زیر صورت می گیرد:

۱ - شور و قلیا شدن Salinization & Alkalization

این خاکها در مناطق خشک و نیمه خشک همگی بصورت Salorthids طبقه بندی می شوند.

۲ - شوره زدائی Desalinization

۳ - پیدایش حالت قلیا Solonetzation

این خاکها در مناطق خشک Natrargids و در مناطق نیمه خشک Natrixeralfs و یا Natrustalfs طبقه بندی می شوند.

۴ - قلیا زدائی Dealkalization

این خاکها در مناطق خشک Haplargids و در مناطق نیمه خشک Haploxeralfs و یا Haplustalfs طبقه بندی می شوند.

مقدمه :

خاک یکی از منابع مهم طبیعی بحساب می آید و زیربنای کلیه فعالیتهای کشاورزی است .ضمنا" زیربنای تمدن هر کشور رابوجود می آورد بطوریکه مسیر پیشرفت و یا سیر قهقرائی هر جامعه را اصول و چگونگی بهره برداری از خاک تعیین می کند و بنابر قولی ارزش خاک هنگامی معلوم می شود که مانند آزادی به مخاطره افتد. بدون شک استقلال واقعی مازمانی خواهد بود که از لحاظ تولیدات کشاورزی خودکفا باشیم . متاسفانه در اثر بهره وری بی رویه از منابع اراضی که ناشی از عدم آگاهی و فقدان دانش لازم می باشد هر ساله از قدت تولیدی و حاصلخیزی خاکها کاسته می شود. بطوریکه خاکهای حاصلخیز و زراعی بتدریج به خاکهای فقیر و یا تخریب شده تبدیل می گردد.از عوامل تخریب می توان آبیاری بی رویه ، قطع بی رویه درختان ، چرای بیش از حد و یا بی موقع دام در مرتع ، استفاده از بوته‌ها و درختان بعنوان مواد سوختی ، کاشت مداوم گیاهان و جینی مانند چغندر قند و پنبه و غیره را نام برد.

خاک تامین کننده غذا و پوشاک و بسیاری از مایحتاج دیگر بوده و

شناخت آن به طرق علمی اساس تامین نیازهای جمعیت کشور است . شناخت بهتر خاک از نظر ژنتیکی ، مورفولوژیکی و فیزیکوشیمیائی باعث استفاده و بهره برداری سود برتر از آن می شود.

مطالبی که در این بحث ارائه می گردد نتایج تجربیات و تحقیقات بیست ساله اینجانب در زمینه پیدایش و تکامل خاکهای آهکی در تحت شرایط خشک و نیمه خشک ایران می باشد ( ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، ۵ ، ۶ ، ۷ ، ۸ ، ۹ و ۱۰ ) . باستثنای سواحل دریای مازندران که دارای آب و هوای مرطوب است کشور ایران دارای آب و هوای خشک و یا نیمه خشک بوده ضمنا" مواد مادری تشکیل دهنده خاکها باستثنای نقاط محدود نیز غالبا" آهکی است لذا نتایج این تحقیقات می تواند در غالب نقاط ایران عمومیت داشته باشد.

در این صحبت نحوه پیدایش و تکامل خاکهای آهکی در طول زمان در دو حالت رطوبیت یکی در وضعیت زهکشی خوب و بدون حضور سفره آب زیرزمینی و دیگری تحت تاثیر وضعیت زهکشی ضعیف و وجود سفره آب زیرزمینی شور و قلیا مورد بحث و نقد قرار خواهد گرفت .

## بحث و نتیجه گیری :

### الف - تکامل خاکهای آهکی تحت شرایط غیرشور و زهکشی خوب و بدون حضور سفره آب زیرزمینی

نحوه توزیع و پراکندگی آهک در طول زمان چگونگی تکامل خاکها را در این شرایط نشان می دهد، بمرور زمان در فصول بارانی و سرد آهک از افق های بالائی خاک در آب حل شده و به اعماق پائین تر حمل و در فصول خشک تر سال که هوا نیر گرمتر می شود در اعماق پائین تر رسوب می کند. معمولا" آهکهای رسوب شده در اعماق پائین که کلا" تحت نام آهک ثانویه معروف است یا بصورت پاکت پودری ، نودول و یا کنکریسیون می باشد که در مطالعات مورفوژیکی و صحرائی و میکرومورفولوژیکی قابل تشخیص میباشد. متاسفانه بطریق آزمایشگاهی نمی توان آهک اولیه را از آهک

شانویه تشخیص داد و یابعبارت دیگر پراکندگی آهک و یا تحول آهک را اندازه گرفت . چون آهک شسته شده از افقهای بالائی ممکن است بوسیله مواد رسوبی افزوده شده بخاک در اثر فرسایش سنگهای آهک بالادست جایگزین گردد. در مطالعات میکرومورفولوژی بطریق Thin Section از روی وجود نودول آهک در قسمت زمینه خاک (Soil matrix ) و میکروکریستالین کلسیت در روزنه‌های خاک کاملا" پراکندگی آهکهای ثانویه را می توان تشخیص داد.

تکامل خاکهای آهکی تحت شرایط خشک و نیمه خشک در طول زمان را می توان براساس چهار مرحله تکاملی زیر مورد بحث قرار داد:

## مرحله اول : خاکهای بدون تغییرات در آهک اولیه خاک

خاکهای تشکیل شده در رسوبات جوان هولوسن بجز افق Ochric دارای هیچ نوع طبقه مشخصه‌ای نیست. کربناتها اکثرا" بصورت قطعات سنگی ( Limestone fragments) دیده می شود که نحوه توزیع آنها در طول پروفیل خاک کم و بیش نشان دهنده روند اولیه توزیع کربنات در مواد مادری است . خاکهای رسوبی در این مرحله غالبا" لایه لایه می باشند. این خاکها بسته به رژیم رطوبتی خاک در مناطق خشک به Torrifluvents یا Torriorthents و در مناطق نیمه خشک به Xerofluvents ، Xerorthents ، Ustifuvents و یا Ustorthents طبقه‌بندی می‌گردند.

## مرحله‌دوم: خاکهای باکمی توزیع درآهک ثانویه ویاخاکهای باطبقه Cambic

خاکهای تا حدودی تکامل یافته بر روی رسوبات نسبتا" قدیمی تر دارای افق Cambic می‌باشند که دراثر توزیع آهک ثانویه بوجود می‌آید. نحوه توزیع آهک ثانویه در بافتهای درشتتر اراضی کوهپایه ای بصورت وجود پاکتهای پودری در زمینه خاک (Soil matrix ) و پوشش کربنات در زیر ذرات درشت تر (Calcium carbonate beard gravel) می باشد. در مناطق مسطح تر بابافت ریزتر معمولا" توزیع ثانویه آهک را بصورت وجود ذرات کریستان آهک ثانویه در اتصال بین روزنه های مختلف و وجود

نودول های آهکی کوچک تامتوسط در زمینه خاک (Soil matrix) و همچنین بوسیله افق های تحتانی با آهک بیشتر از افقهای بالائی تشخیص داده میشود. در این مرحله در سولوم خاک حالت لایه لایه‌ای کاملا" از بین میرود. در مواد ریزتر غالبا" ساختمان بلوکی زاویه دار نسبتا" قوی تا قوی بوجود می‌آید . معمولا" خاکهای با افق Cambic بسته به رژیم رطوبتی در یکی از گروههای زیر قرار می گیرد:

در مناطق آب و هوائی خشک Camborthids و در مناطق نیمه خشک Xerochrepts یا Ustochrepts

## مرحله سوم : خاکهای با افق Calcic

خاکهای تشکیل شده دررسوبات قدیمی‌تر دارای افق کلسیک می باشند، در این خاکهای مقدار قابل توجهی آهک ثانویه در تحت الارض خاک تجمع می نماید. تجمع آهک معمولا" بصورت پاکت پودری و نودول‌های مشخص و کنکریسیون در صحرا کاملا" قابل تشخیص می باشد.

در مقطع نازک (Tine Section ) خاک آهک ثانویه بصورت نودول و کریستالهای کلسیت متوسط تا درشت در کانالهای ریشه نیز دیده میشود.

طبقه بندی این خاکها بنابروضعیت رطوبتی خاک فرق میکند و در مناطق خشک به Calciorthids ودر مناطق نیمه خشک Xerochrepts یا Ustochrepts طبقه‌بندی میگردند.

## مرحله چهارم : خاکهای با افق Petrocalcic

درخاکهای بوجود آمده بر روی رسوبات خیلی قدیمی تر دوران پلیستوسن افق کلسیک بمرور زمان بوسیله آهک اضافه شده از افق های بالائی کاملا" متصل و سپس سفت می شودو بصورت طبقه سخت و سفت پتروکلسیک ظاهر می شوند.

این خاکها بسته به وضعیت رطوبتی خاک بصورت زیرطبقه‌بندی میشود. در مناطق خشک Paleorthids و در مناطق نیمه خشک Petrocalcic Xerochrepts یا Petrocalcic Ustochrepts می باشند.

بنابراین در تحت شرایط زهکشی خوب و آب هوای خشک و نیمه خشک خاکهای آهکی طی چهار مرحله تکامل می یابند که از حالت بدون تکامل پروفیلی شروع و به پیدایش طبقه مشخصه پتروکلسیک ختم می گردد.

## ب - تکامل خاکهای آهکی تحت شرایط سفره آب زیرزمینی شور و قلیا

تکامل خاکهای آهکی تحت شرایط سفره آب زیرزمینی شور و قلیا درصورت تغییر در عمق سفره آب در طی چهار مرحله زیر صورت می گیرد:

### مرحله اول : شور و قلیا شدن خاک Salinization & Alkalization

در تکامل خاکهای آهکی تحت تاثیر سفره آب زیرزمینی شور و قلیا، تکشیل خاکهای Salorthids در مناطق پست با سفره آب زیرزمینی بالا اولین مرحله بحساب می آید. در این مناطق بعلت غرقاب شدن خاک در فصل زمستان و انتقال آب به سطح خاک در لوله های موئینه در فصل تابستان بعلت تبخیر شدید آب از سطح خاک مقدار قابل توجهی از املاح آب تحت الارض بخاک اضافه شده که در نتیجه تبخیر غلظت آن در عصاره خاک بتدریج زیاد می شود. تیپ نمکی آبهای تحت الارض در ایران غالبا" از نوع ترکیبات سدیم از قبیل کلرورسدیم و بمقدار کمتر سولفات سدیم می باشد. بمرور در اثر تبادل کاتیونی (Cation exchange) طبق قانون Mass Action تمام محلهای تبادلی (Exchange sites) کلوئیدهای خاک بوسیله کاتیون سدیم اشغال می شود. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک را زیاد نموده خصوصا" درصد اشباع سدیم (ESP) خاک نیز زیاد می گردد یا بعبارت دیگر مهمترین فرآیند تشکیل خاک دراین مرحله شور شدن و قلیا شدن ( Salinization & Alkalization ) خاک می‌باشد.

در این مرحله هرچندESP زیاد است ولی وجودمقدار زیاد املاح محلول خنثی در عصاره خاک مانع از بروز اثر سوسدیم روی کلوئیدها می‌شوند. در نتیجه وضعیت فیزیکی خاک خوب است و شرایط لازم برای انتقال رس از بالا به پائین وجود ندارد.معمولا" این مرحله از تکامل خاک را در اراضی پست که سفره آب زیرزمینی در سطح یا نزدیک به سطح خاک می باشد

اتفاق می افتد و تازمانی که سفره آب زیرزمینی باقی است می تواند پایدار باقی بماند.

## مرحله دوم : شوره زدائی Desalinization

اگر سفره آب زیرزمینی بطور طبیعی و یا مصنوعی پائین رود املاح محلول در خاک در اثر بارندگی های زمستانی و یا شستشوی مصنوعی بتدریج به اعماق پائین انتقال می یابد این مرحله تقریبا" یک مرحله عبوری است بین مرحله اول و مرحله سوم . تازمانی که تمام املاح محلول از خاک شسته نشده باشد ، کلوئیدهای رس بصورت کاملا" فلاکوله و شبیه به مرحله اول می باشد. تنها پس از خروج کامل املاح محلول از قسمت سطحی خاک رس حاوی سدیم قابل تبادل بصورت کاملا" پراکنده و ناپایدار درآمده و در نتیجه مرحله بعدی را بوجود می آورد.

## مرحله سوم : پیدایش حالت سولونتزی Solonetzation

در موقعی که عمل شوره زدائی کامل شد و دیگر عملا" در عصاره اشباع خاک سطح الارض نمکی باقی نماند کلوئیدهای خاک با مقدار نسبتا" زیاد سدیم قابل تبادل دیگر پایدار نبوده بلکه کاملا" Disperse می شوند. در ضمن برای اینکه حالت تعادل بین کاتیونهای مستقر بر روی کلوئید و عصاره خاک بوجود آید مقداری از سدیم‌های قابل تبادل وارد عصاره خاک می‌شوند تا حالت Equilibrium برقرار شود. کاتیونی که می تواند جانشین سدیم تبادلی شود مطابق واکنش زیر از تجزیه آب بدست می آید :

$$H_2O _____ H^+ + OH^-$$

$$\frac{(H^+)\times(OH^-)}{H_2O} = 10^{-14}$$

چون مقدار $H^+$ و $OH^-$ در آب قبل از جذب سطحی $H^+$ بوسیله کلوئید مساوی

میباشد اکنون غلظت نسبی $OH^-$ زیادتر از $H^+$ در عصاره شده و لذا pH خاک بمقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا می کند. در این حالت کلوئیدهای رس کاملا" ناپایدار بوده و بعلت Dispersion از افقهای بالائی شسته شده و به سمت پائینتر حرکت میکنند و درنتیجه تجمع رسها در طبقات پائین تر لایه‌ای را بوجود می آوردکه محتوی درصدرس خیلی زیادتری نسبت به طبقه بالا است. معمولا" این رسهای تجمع یافته دارای درصد سدیم قابل تبادل بالا و ساختمان ستونی و یامنشوری میباشند که به آن Natric horizon میگویند.

این خاکها بستگی به رژیم رطوبتی خاک در مناطق خشک Natragids و در مناطق نیمه خشک Natrixeralfs و Natrustalfs نامیده می شوند.

## مرحله چهارم : مرحله قلیازدائی Dealkalization

در حالتی که سفره آب زیرزمینی کاملا" پائین بیافتد بطوریکه سفره آب زیرزمینی دیگر نتواند بر روی خاک روئی تاثیر بگذارد اختلافات بافتی که از مرحله قبل در نتیجه Dispersion سدیم بوجود آمده بود همچنان باقی میماند. دراین مرحله باگذشت زمان درنتیجه‌حل شدن $CO_3Ca$ مقداری Ca آزاد می شود که جایگزین Na بر روی کلوئیدها می شود و سدیم آزاد شده نیز از طریق آب زهکشی از محیط خاک خارج می شود و در نتیجه طبقه Natric به طبقه Argillic تبدیل می شود و رس ها بعلت دارابودن مقدار قابل توجهی کلسیم تبادلی کاملا" بحالت فلاکوله و پنایدار درمی آید.

این خاکها بستگی به رژیم رطوبتی خاک در مناطق خشک به Haplargids و در مناطق نیمه خشک Haploxeralfs، Haplustalfs نامگذاری می گردند. نظر به اینکه در شرایط طبیعی بدون حضور سدیم ، رس معمولا" در pHهای اسیدی ضعیف ( Mild acid ) یعنی pH بین 5.5-6.5 بحالت Dispersion درآمده و می تواند از طبقات بالائی به طبقات پائین پروفیل منتقل شود. در خاکهای آهکی کلوئیدهای خاک در اثر محلول کربنات کلسیم موجود منعقد شده و درنتیجه مهاجرت رس‌ها در نیمرخ خاک که منعکس کننده تاثیر عوامل خاکسازی درآن ناحیه است فقط پس از

آبشوئی کامل کربنات ها از خاک امکان پذیر می‌گردد. معمولا" در اکثرنقاط ایران بعلت اینکه مواد تشکیل دهنده خاکها کاملا" آهکی‌است و بعلت کمی میزان بارندگی شرایط لازم برای شستشوی کامل آهک از پروفیل خاک وجود ندارد و در ضمن آهک شسته شده از افقهای بالائی ممکن است بوسیله مواد رسوبی افزوده شده بخاک دراثرفرسایش سنگهای آهکی بالادست جایگزین گردد. نظر به اینکه وضعیت آب و هوائی ایران از زمان پلیستوسن تاکنون تغییرات عمده‌ای نداشته بعیدبنظر می رسد که شرایط لازم برای Decalcification کامل خاک بوجود آمده باشد، لذا نتیجه گیری می‌شود که وجود طبقه Argillic در خاکهای آهکی ایران فقط از طریق مسیر گفته شده در قبل یعنی طی مراحل Salinization & Alkalization Solonetzation , Desalinization و Dealkalization صورت می گیرد.

## منابع مورد استفاده :


1- Abtahi, A. 1976. Soil and Ground Water Salinity and Physiography. Plant production under saline conditions. CENTO Symposium Held in Adana. Turkey, May 1976.

2- Abtahi,A.1977. Effect of a Saline and Alkaline Ground Water on Soil Genesis in Semiarid Southern Iran. Soil Sci. Soc. Am. J., 41:583-588.

3- Abtahi,A.1978. Soil and ground water slinity and their relations to physiography. Iran. J. Agric. Res. 6:21-23.

4- Abtahi,A., C. Sys, G. Stoops, and H. Eswaran. 1979. Soil Forming Processes under the Influence of Saline Alkaline Ground Water in the Sarvestan Basin( Iran ). Pedologie, XXIX: 325-357.

5- Abtahi,A. 1980. Soil Genesis as Affected by Topography and Time in Highly Calcareous Parent Material Under Semiarid Conditions in Iran. Soil Sci. Soc. Am. J., 44:329-336.

6- Abtahi,A. 1985. Genesis, Physico- Chemical, and morphological characteristics of highly Saline-Sodic soil after reclamation at the Ahoo-Char Station in Semi-arid Southern Iran. Iran Agric. Res. 4:57-69.

7- Abtahi,A. 1989. Soil Genesis as Affected by Topography and Depth os Saline and Sodic Ground Water under Semiarid Conditions of Iran. Iran Agric. Res. 8: 1-21.

8- Dadgari, F. and A. Abtahi. 1985. Genesis, Morphology and Soil

*Ghemical and Mineralogical Studies of Soils of Dasht-E-Arjan Intermontane Basin. Iran Agric. Red. 4: 71-88.*

9- *Dagrari, F. and A. Abtahi. 1987. Morphological and Mineralogical Study of Soils of Dasht-E-Arjan Intermountain Basin, Southern Iran. Agronomy Abstracts.222.*

10- *Givi, J. and A. Abtahi. 1985. Soil genesis, as affected by topography and depth of saline and alkali ground water, under semiarid conditions, in Southern Iran. Iran. Agric. Res. 4:11-27.*