محور مقاله: پیدایش و رده بندی

شواهد پدوژنیک تغییرات محیطی کواترنری شمال شرق ایران در یک مقطع رسوبات لسی-آبرفتی

بهاره بهشتی[۱]، علیرضا کریمی[۲*]، امید بیات[۳]، غلامحسین حق‌نیا[۴]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] دانشیار و استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

[۳] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

[۴]استاد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

به منظور مطالعه تغییرات محیطی شمال شرق ایران و فهم فرآیندهای تشکیل خاک ، یک مقطع از رسوبات لسی-آبرفتی دارای چند توالی خاک‌سازی در غرب مشهد، کوه‌های خلج انتخاب شد. شناسائی افق‌های ژنتیکی مقطع در صحرا انجام شد. بافت خاک ، کربن آلی، کربنات کلسیم معادل و pH اندازه گیری شد. مقطع مورد مطالعه از یک واحد رسوبات لسی (صفر تا ۱۷۰ سانتی‌متر) بر رو و سه واحد رسوبات آبرفتی تشکیل شده است. واحد دوم رسوبات آبرفتی (۱۷۰-۲۷۵ سانتی‌متر) هستند که تکامل آنها در حد تشکیل افق‌های Bk و Bw است. بخش سوم (۳۶۰-۲۷۵ سانتی‌متر) از افق‌های Btk متکامل تشکیل شده بود. واحد انتهایی (پائین‌تر از ۳۶۰ سانتی‌متر) از یک افق Bkm ضخیم (بیش از ۲ متر) تشکیل شده است که دارای مقدر زیادی سنگریزه و قوه سنگ است. بر اساس شواهد صحرایی (بافت، سنگریزه و رنگ) چهار انقطاع سنگی شناسایی شد. سه واحد آبرفتی دارای افقهای متفاوت، نشان‌دهنده دوره‌های پدوژنز متفاوت طی دوره های مرطوب تر و با شرایط پایداری لنداسکیپ بوده است. جدیدترین انقطاع سنگی منطبق بر مرز رسوبات غنی از سیلت و رسوبات با سیلت کم است و این روند نشانگر تغییرات محیطی در هولوسن و افزایش خشکی در منطقه مورد مطالعه است.

کلمات کلیدی: اقلیم خشک و نیمه خشک، رسوبات سیلتی، پلی ژنز ، افق آرجیلیک، افق کلسیک

مقدمه

تشکیل خاک در دوره های زمانی مختلف رخ می‌دهد و برای تشکیل خاک، تعامل عوامل و فرایندهای خاک‌سازی لازم اس. اقلیم یکی از عوامل اصلی در تشکیل خاک می‌باشد و بنابراین استفاده از خاک‌ها و شواهد پدوژنیک در بازسازی شرایط اقلیمی و محیطی گذشته مورد استفاده محققین قرار گرفته است (Sheldon and Tabor, 2009). تناوب دوره‌های خاک‌سازی و رسوب، یکی از مهم‌ترین شواهد تغییرات اقلیمی در خشکی‌ها هستند. نوع رسوبات (مانند آبرفتی یا بادرفتی)، نوع افق‌ها (فرایندهای خاک‌سازی و شدت آنها) و شواهد فرسایش و رسوب، برای بازسازی شرایط محیطی گشته استفاده می شوند (Karimi و همکاران، ۲۰۱۱؛ Bayat و همکاران، ۲۰۱۸).

وجود رسوبات لسی در اطراف مهد شناسایی شده است. همچنین، در این بخش از ایران، تشکیل خاک در حد افق آرجیلیک که در مناطق خشک ایران معمول است گزارش شده است (Karimi و همکاران، ۲۰۱۱). در غرب مشهد اراضی تپه ماهوری با مواد مادری بازی و فوق بازی وجود دارد که یک مقطع شامل رسوبات لسی و آبرفتی دارای افق‌های آرجیلیک، کلسیک و برای اولین بار افق پتروکلسیک در آن مشاهد شد. این توالی از خاک و رسوبات میتواند برای مطالعات خاک‌سازی و بازسازی شرایط محیطی و اقلیمی گذشته استفاده شود. هدف از این مطالعه شناسائی و معرفی ویژگی‌های مورفولوژیکی این مقطع و بررسی قابلیت آن برای مطالعات تغییرات محیطی بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در غرب مشهد و کوه های خلج و جنوب روستای شلگرد در طول جغرافیایی "۵۵ ´۳۰ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی "۱۸ ´۱۲ °۳۶ شمالی واقع شده است. این منطقه دارای میانگین بارش سالیانه ۲۶۰ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ی آن۱۳/۷ درجه سانتیگراد می باشد. یک مقطع در یک آبراهه حاصل از فرسایش خندقی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و بر اساس روش تاکسونومی خاک مورد تشریح قرار گرفت Key to Soil Taxonomy,

* ایمیل نویسنده ی مسئول :karimi-a@um.ac.ir

(2014a). از افق های مختلف آن نمونه برداری شد. بافت خاک، کربن آلی خاک، کربنات کلسیم معادل وpH عصاره اشباع خاک در افق‌های مختلف تعیین شد (Soil Survey Staff, 2014b).

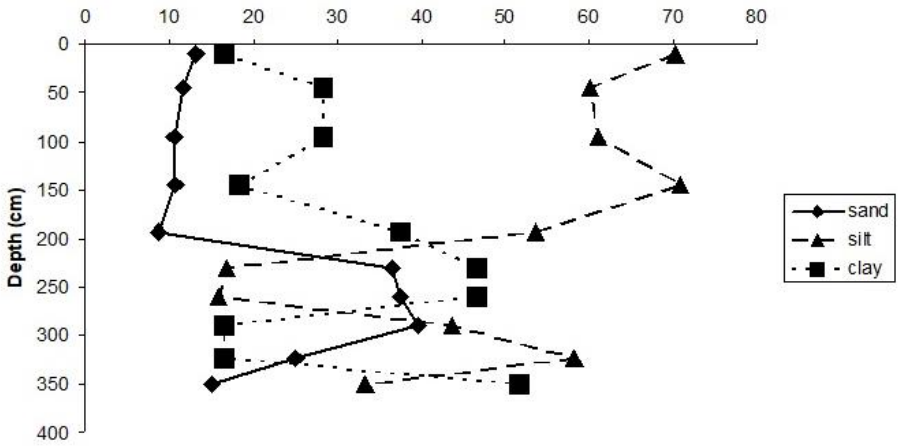
نتایج و بحث

ترتیب و توالی افق‌ها و برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس شواهد صحرایی شمال بافت خاک، رنگ و تغییرات سنگریزه و همچنین فرایندهای خاک‌سازی، یک واحد رسوبات لسی بر بخش بالا و سه واحد رسوبات آبرفتی در زیر آن تشخیص داده شد که توسط انقطاع سنگی از یکدیگر جدا شده‌اند.

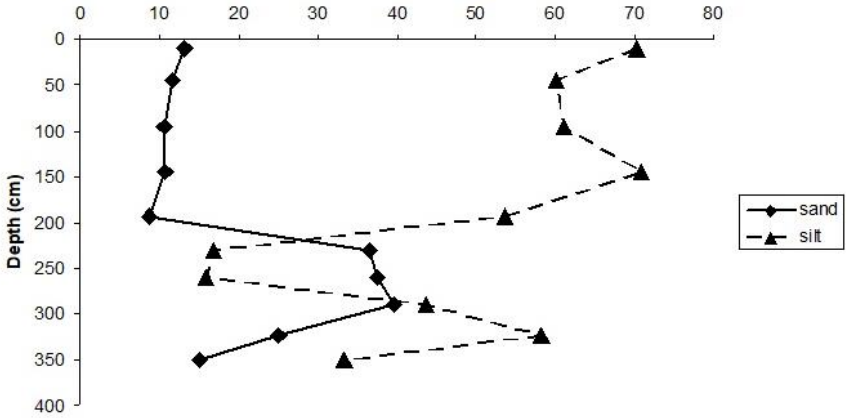
جدول ۱- برخی ویژگی های مورفولوژی، فیزیک و شیمیایی و طبقه بندی خاک مورد مطالعه

افق		عمق	pH	Clay	Silt	Sand	کربنات کلسیم معادل	OC
		cm		%				
واحد لسی	A	۰-۲۰	۷/۹	۱۶/۷	۷۰/۳	۱۳	۲۴/۸	۲
	BC1	۲۰-۷۰	۸	۲۸/۵	۶۰	۱۱/۵	۱۵/۶	۰/۱۸
	BC2	۷۰-۱۲۰	۷/۹	۲۸/۵	۶۱	۱۰/۵	۲۱/۴	۲/۱
	BC3	۱۲۰-۱۷۰	۸,۲	۱۸/۳	۷۱	۱۰/۷	۲۲/۶	۰/۲
واحدهای آبرفتی	2Bw	۱۷۰-۲۱۵	۷/۷	۳۷/۵	۵۳/۷	۸/۸	۲۰/۲	۰/۲
	2BK1	۲۱۵-۲۴۵	۸/۴	۴۶/۶۵	۱۶/۸۵	۳۶/۵	۲۴/۲	۰/۱
	2BK2	۲۴۵-۲۷۵	۸/۴	۴۶/۶۵	۱۵/۸۵	۳۷/۵	۲۳/۹	۰/۳
	3Btk	۲۷۵-۳۰۵	۸/۱	۱۶/۶۵	۴۳/۴۵	۳۹/۷	۲۳	۰/۱
	3Btky	۳۰۵-۳۴۰	۸	۱۶/۷	۵۸/۳۰	۲۵	۲۵/۸	۰/۲
	3Btk'	۳۴۰-۳۶۰	۷/۸	۵۱/۶۵	۳۳/۳۵	۱۵	۴۰/۴	۰/۰۶
	4Bkm	+۳۶۰	۸	-	-	-	۳۸/۷	۰/۰۰۲

آنالیز بافتی و نمودار توزیع اندازه ذرات مقطع مورد مطالعه را در شکل ۱ مشخص شده است. جهت تجزیه و تحلیل فرآیندهای خاک‌ساز، لازم است نقش مواد مادری مشخص شود. بنابراین، ذرات رس (که تحت تاثیر فرایندهای پدوژنز قرار دارند) حذف و مقطع بصورت عاری از رس (clay-free) نمایش داده شده است (شکل ۲). با توجه به این شکلها مشخص است کل مقطع مورد مطالعه را میتوان به ۲ بخش کلی تقسیم کرد: بخش کم شن بالائی بخش پر شن میانی و پایینی در بخش بالائی (تا عمق حدود ۲۳۰ سانتیمتری) حاوی شن کم و سیلت زیاد و نشانگر محیط رسوب گذاری نسبتا دور از منشا مواد مادری هست و با توجه به غنی بودن از ذرات سیلت پیشنهاد می کند که بخش بالائی مقطع دارای مواد مادری لسی هست.



شکل ۱- درصد توزیع نسبی اندازه ذرات



شکل ۲. توزیع ذرات شن و سیلت در مقطع مورد مطالعه

در مورد بخش پایینی روند معکوس بین ذرات شن و سیلت مشاهده میشود بطوریکه در عمق ۲/۵ تا ۳ متری با افزایش مقدار ذرات شن و کاهش ذرات سیلت و احتمالا افزایش انرژی محیط رسوبگذاری مواجه هستیم و افزایش شن با کاهش سیلت می‌تواند ناشی از فرآیندهای آبی در منطقه باشد. از عمق ۳ متری دوباره افزایش ذرات سیلت و پس از آن کاهش این ذرات همراه با کاهش ذرات شن مشاهده میشود. احتمال وجود دارد هر دو فرآیندهای آبی و بادی در بخش پایینی مقطع وجود داشته است در حالیکه در بخش بالائی تنها فرآیندهای بادی مشاهده میشود و این امر با روند خشک شدن اقلیم طی کواترنری ایران هماهنگی دارد. ترکیب ایزوتوپی کربناتها در کرونوسکونس شرق اصفهان هم روند خشک شدن اقلیم طی ۴۰۰ هزار سال گذشته منطقه را نشان داد (Bayat et al., 2018). با توجه به وجود ۴ انقطاع سنگی (جدول ۱)، ۴ واحد چینه خاک برای مقطع مورد مطالعه شناسائی و معرفی شده است

واحد چینه-خاک شماره ۱

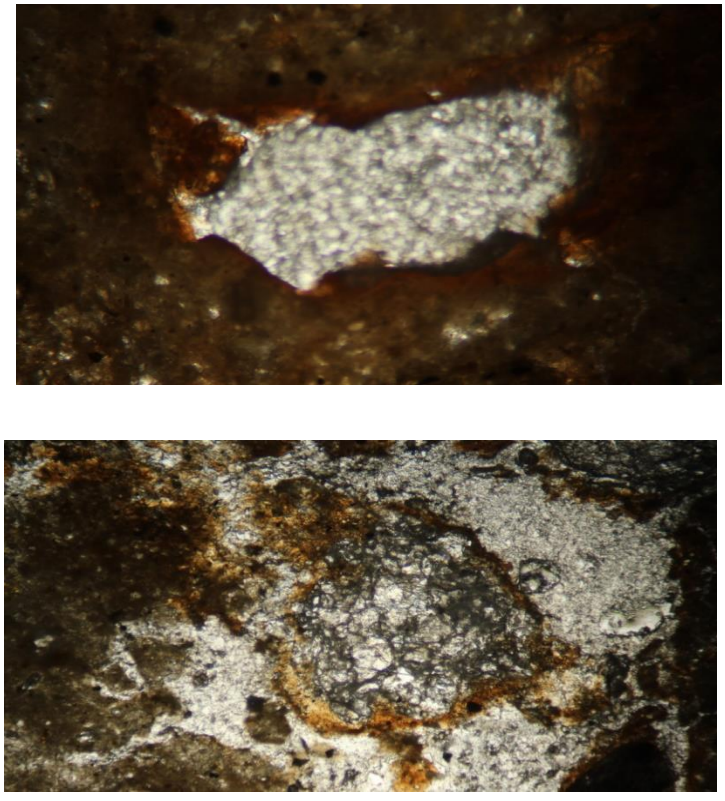
این واحد سطحی‌ترین واحد بود و دارای تکامل کم و متشکل از افقهای A، BC می باشد. افق A اولین افق که در سطح مقطع وجود دارد که دارای پوشش گیاهی می باشد. افق های حدواسطBC در زیر این افق نشان از تکامل کم و جوان بودن این بخش از مقطع دارد. افق BC2 و افق A به ترتیب دارای بیشترین میزان کربن آلی هستند. آخرین دوره تشکیل افق های تجمع کربنات ها در شمال شرق ایران طی هولوسن ابتدائی تا میانی بوده است (Karimi et al.، ۲۰۱۱). در زیر آن افق کمبیک Bw که رس و سیلت بیشتری نسبت به افق های بالاتر خود دارد. این افق در ابتدای مسیر تغییر و تحول است و نشانگر سن کم و حاکمیت اقلیم خشک بوده است و احتمالا طی هولوسن پایانی تشکیل شده است

واحد چینه- خاک شماره ۲

این واحد از افقهای تجمع کربناتها تشکیل شده است. به نظر می رسد فرآیندهای فرسایش باعث شسته شدن افق A قدیمی شده باشد. بیشترین pH متعلق به افق 2BK1 و 2BK2 با عدد ۸/۴۲ و ۸/۴۳ می باشد که نشانگر تاثیر کربناتها در کنترل اسیدیته این افقها میباشد. بیات و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی افق های کلسیک در شمال شرق ایران و مدلهای اقلیمی گذشته نتیجه گرفتند.

واحد چینه- خاک شماره ۳

این واحد متشکل از افقهای آرجیلیک-کلسیک (Btk) می باشد (جدول ۱). با وجود تشکیل پوسته های رسی و شناسائی آنها در صحرا و آزمایشگاه (شکل ۲)، داده های آزمایشگاهی نشان می دهند افق های آرجیلیک میزان رس کمتری نسبت به بقیه ی افق ها داشتند که این امر نشانگر تغییرات در مواد مادری و احتمال وجود مواد مادری غنی از رس در این چینه خاک میباشد و تائید وجود انقطاع سنگی هست. از ویژگی های 3Btk1 به ساختمان سازی خوب آن میتوان اشاره کرد. افق پایین تر آن 3Btky حاوی گچ بوده اما به دلیل کافی نبودن مقدار گچ، ژیپسیک نامگذاری نمی شود. افق 3Btky دارای بیشترین کربنات کلسیم معادل می باشد. مجددا افق '3Btk مشاهده شد که این افق حاوی سنگریزه، رس فراوان که حاصل آبشویی از افق های بالایی ست، کربنات کلسیم معادل این از سایر افق ها بالاتر است و EC آن همانند افق بالایی خود بیشترین مقدار را در این مقطع دارد. خرمالی و همکاران (۲۰۰۳) دررابطه با تشکیل افق آرجیلیک بیان داشتند ،طی شرایط مرطوب ، آهک زدایی اتفاق افتاده وسپس با شستوشوی متعاقب رس، افق آرجیلیک تکوین خواهدیافت. با توجه به مطالعات قبلی (Karimi et al., 2013)، احتمالا تشکیل ابن افقهای آرجیلیک-کلسیک (Btk) در شرایط اقلیمی گرم و مرطوب و طی دوره MIS5 رخ داده است.



شکل ۲- پوسته ی رسی در اطراف حفره در افق 3Btk1 در نور PPL

واحد چینه- خاک شماره ۴

قدیمی ترین لایه در مقطع مورد مطالعه افق پتروکلسیک می باشد. در این افق، کربنات کلسیم خلل فرج این افق را گرفته و تمام ذرات خاک را مانند سیمان بهم چسبانده است. با وجود سیمانی شدن افق پتروکلسیک، مقدار کربناتهای این افق نسبت به افقهای پتروکلسیک با مواد مادری آهکی در مرکز ایران کمتر هست

(Bayat et al., 2018) و این امر می تواند ناشی از پدوژنز این افق پتروکلسیک در مواد مادری غیر اهکی باشد. وجود سنگ دانه های بازی و دگرگونی درون افق پتروکلسیک مورد مطالعه هم این فرضیه را تائید می کند. با توجه به تکامل و ضخامت پتروکلسیک، سن آن بالا تخمین زده می شود. بیات و همکاران(۲۰۱۸) طی مطالعاتی در جنوب شرق اصفهان بر مبنای شواهد ژئومرفیک، سن افق پتروکلسیک این منطقه را ۴۰۰ هزار سال تخمین زدند. 4Bkm و 3Btky بعد از'3Btk از نظر میزان کربنات کلسیم معادل در رده دوم و سوم قرار دارد. شست وشوی آهک از سطح خاک به اعماق پروفیل، تحت پوشش زراعی صورت گرفته که نودول های آهک در افق عمقی خاک(کلسیک) نشان دهنده تجمع آهک است. وجود رطوبت و دی اکسید کربن ناشی از فعالیت بیولوژیکی محیط مناسبی جهت حل شدن کربنات کلسیم و تجمع آن در افق های پایین و در نهایت تشکیل افق کلسیک و در شرایط بهتر پتروکلسیک را فراهم میکند. (خرمالی و همکاران، ۱۳۸۸). کربنات کلسیم پدوژنیک اساساً توسط موادمادری،اقلیم و پوشش گیاهی کنترل می شود(خرمالی و همکاران، ۱۳۸۸). تشکیل آن نتیجه مجموعه فرایندهایی شامل انحلال (هوادیدگی)، انتقال و ترسیب می باشد(Khormali و همکاران،2006). یکی از ویژگی های لس ها ساخت کربنات کلسیم است (خرمالی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به خصوصیات منطقه این کربنات کلسیم این افق میتواند ناشی از مواد مادری و رسوبات لسی باشد.

نتیجه گیری

مقطع مورد مطالعه بطور کلی از ۲ بخش اساسی شامل رسوبات حاصل از فرایندهای رسوب گذاری آبی و بادی (در بخش پایینی) و فرآیند رسوب گذاری بادی فرایند غالب (در بخش بالائی) می باشد . چهار چینه –خاک برای مقطع مورد مطالعه معرفی شده است. در مجموع روند تغییرات محیطی منطقه طی کواترنری پایانی با افزایش خشکی همراه بوده است و این امر با روند خشک شدن اقلیم طی کواترنری ایران هماهنگی دارد. این مقطع قابلیت، استفاده برای مطالعات دقیق مانند سن‌سنجی، بررسی ترکیب ایزوتوپ‌های پایدار کربن و مطالعات گرده‌شناسی رای بازسازی شرایط محیطی و اقلیمی گذشته را دارد.

منابع

خرمالی، ف. قربانی، ر. ۱۳۸۸. منشأ و پراکنش کانیهای رسی در خاکهای سه منطقه اقلیمی شرق استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶، ۲۷-۳۸

Bayat, O., Karimzadeh, H.R., Karimian Eghbal, M., and Karimi. A. and Amundson, R. 2018. Calcic soils as indicators of profound Quaternary climate change in eastern Isfahan, Iran. Geoderma, 315, 220-230.

Bayat, O. Karimi, A., and Khademi, H. 2017. Stable isotopie geochemistry of pedogenic carbonates in loess-derived soils of northeastern Iran: paleoenvironmental implications and correlation across Eurasia. Quaternary International, 429, 52-61.

Karimi, A., Frechen, M., Khademi, H., Kehl, M., Jalalian, A., 2011. Chronostratigraphy of loess deposits in northeast Iran. Quaternary International, 234, 124e132.

Khormali, F., Abtahi, A., Mahmoodi, S. and Stoops, G. 2003.Argillic horizon development in calcareous soils of arid and semi-arid regions of Southern Iran. Catena, 53: 273-301.

Khormali, F., Abtahi, A., and Stoops, G. 2006. Micromorphology of calcitic features in highly calcareous soils of Fars Province, Southern Iran. Geoderma, 132: 31-46.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D. A., Benham, E. C., and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, USA.

Sheldon, N.D., Tabor, N.J., 2009. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. Earth Science Review, 95, 1-52.

Soil Survey Staff, 2014a. Keys to Soil Taxonomy, 14th edition. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Soil Survey Staff, 201b. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5.0., U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Soil genesis and classification

Pedogenic evidence of Quaternary environmental changes in northeastern Iran as recorded in a loess-alluvial sediment section

Beheshti, B.,[1] Karimi, A.,[2*] Bayat, O.[3] Haghnia, G.H.[4]

[1]MSc student, department of soil science, Ferdowsi University of Mashhad

[2]Associate Professor, Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad

[3]Former MSc student, Dept. of Soil Science, Isfahan University of Technology

[4]Professor, Department of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

In order to study the environmental changes in northeastern Iran and understand the soil formation processes, a deep section of loess-alluvial sediment containing sequences of soil genesis in the western part of Mashhad, was studied. Soil texture, organic carbon, calcium carbonate equivalent, and pH of the soil samples were measured. The studied section consists of a loess unit (0-170 cm) on three alluvial units. The second unit (170-275 cm) is composed of Bk and Bw horizons. The third unit (275-360 cm) contains well-develop Btk horizons. The last units (360^{+} cm) is a thick Bkm horizon (>2m) which contains high amount of angular gravels and pebbles. According to field evidences (soil texture, gravel and color) four lithological discontinuity were identified between units. Presence of different horizons in the alluvial units and lithological discontinuity indicates the different periods of pedogenesis during moist climate and stable landscape. The youngest lithological discontinuity is between loess and alluvial units which indicates the increasing the aridity in the Holocene.

Key words: Arid and Semi-arid climate, Silty sediments, Polygenesis, Argillic horizon, Calcic horizon

*Corresponding Author Email: karimi-a@um.ac.ir