



# بررسی تاثیر سرپانتینیت<sup>۱</sup> های گسل نائین - بافت (منطقه شهر بابک) بر پاره‌ای از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک و آب‌های متاثر از این تشکیلات

سلمان محمودی میمند

دانشجوی دکتری رشته خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی

مهرداد اسفندیاری

استاد گروه زمین شناسی دانشگاه تهران

منوچهر زرین کفش

استاد گروه خاکشناسی دانشگاه تهران

## چکیده

در مطالعه انجام شده تاثیر سنگ‌های سرپانتینی بر پاره‌ای از خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک و تلخی آب بررسی گردیده است. سرپانتینیت‌های منطقه حاصل دگر سانی پیرو کسینیت<sup>۲</sup> و دونیت<sup>۳</sup> است. کانی غالب سرپانتینیت‌ها، سرپانتین و به مقدار کمتری کلریت<sup>۴</sup> و مگنتیت<sup>۵</sup> می‌باشد. سرپانتینیت‌ها سریعاً تخریب پذیر بوده و اثرات چشمگیری بر خاک و آب‌های سطحی و زیر زمینی گذاشته‌اند. کانی غالب خاک اسمکتیت<sup>۶</sup> (از نوع ساپونیت)<sup>۷</sup> و به مقدار کمتری سرپانتین بود. با توجه به عدم وجود اسمکتیت در سنگ بستر منشاء اسمکتیت موجود در خاک به صورت نفوورمیشن<sup>۸</sup> و حاصل از انحلال کامل سرپانتین است. واکنش خاک (pH) بین ۸/۲ - ۸/۶ متغیر و قلیاست. دلیل بالا بودن واکنش خاک غلظت بالای منیزیم و نیکل در محلول خاک است. مقدار کروم در سنگ بالا و بین ۱۳۶۲ تا ۲۳۰۰ قسمت در میلیون و در خاک بین ۷۰۰ تا ۱۹۰۰ قسمت در میلیون است. مقدار کبالت در سنگ مادر از ۱۶۰۰ تا ۲۶۹۲ قسمت در میلیون (p.p.m) و در خاک بین ۱۸۰۰ تا ۲۸۵۰ قسمت در میلیون بود. با افزایش عمق خاک مقدار نیکل کل افزایش و لیکن در مورد کروم و کبالت رابطه معنی‌داری مشاهده نگردید. درصد افزودگی و کاهیدگی عناصر طی فرآیند تبدیل سنگ به خاک نشان داد که مقدار  $SiO_2$  و  $FeO$  و  $MgO$  نسبت به سنگ بستر کاهیدگی و  $Al_2O_3$  و

1. Serepentinite
2. Pyroxinite
3. Dunite
4. Chlorite
5. Magnetite
6. Smectite
7. Sapponite
8. Neoformation

$H_2O$  و  $CaO$  و  $FeO$  افزودگی دارند نسبت  $Mg$  به  $Ca$  در محلول خاک بین ۰/۲ تا ۰/۸۹ و برای آب‌های سطحی و زیرزمینی متاثر از این تشکیلات بین ۰/۱۸ تا ۰/۶۷ متغییر است. پائین بودن نسبت کلسیم به منیزیم ( $Ca/Mg$ ) موجب تلخی آب گردیده است. مقدار پتاسیم قابل استفاده و آهک خاک کم، شوری کمتر از یک دسی زیمنس بر متر ( $ds/m$ ) و بافت خاک سبک (لوم شنی تاشنی لومی) همراه با سنگریزه فراوان است. با توجه به دیگرام (نموگرام) پایداری سرپانتین در خاک اکثر نمونه‌های خاک در محدوده ناپایدار و محلول قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** سرپانتین، خاک، تلخی آب، کروم، کبالت

### مقدمه

سرپانتینیت‌ها جزو سنگ‌های فوق بازی با مقدار منیزیم زیاد هستند (۴، ۷، ۱۳) این سنگ همراه با افیولیت<sup>۱</sup>های گسل ناین-بافت و دیگر افیولیت‌های پراکنده در ایران یافت می‌شوند. سرپانتینیت کانی غالب سرپانتینیت‌هاست (۱۶، ۱۷، ۴) این کانی جزو کانی‌های یک به یک و تری اکتاهدرا<sup>۲</sup> با مقدار منیزیم خیلی زیاد در لایه هشت وجهی است. تری اکتاهدرا<sup>۳</sup> بودن کانی سرپانتین موجب شده سنگ‌های سرپانتینیت فوق‌العاده حساس به هوازدگی بوده و فرسایش‌پذیر گردند (۱۷) به دلیل حساسیت زیاد به هوازدگی و فرسایش و همچنین مقدار بالای عناصر سنگین کروم، کبالت، نیکل و عنصر منیزیم در این سنگ‌ها، تاثیر زیادی بر بعضی از ویژگی‌های خاک‌های حاصله و آب‌های سطحی و زیرزمینی متاثر از این سنگ‌ها، بر جای می‌گذارند. در این ارتباط در کشورهای آمریکا، کانادا، انگلیس، ژاپن، اسپانیا، و چند کشور دیگر مطالعاتی انجام شده است (۲۰، ۲۲، ۸). آب و هوای حاکم بر مناطق مطالعه شده در این کشورها مرطوب و رژیم رطوبتی خاک یودیک<sup>۴</sup> و در موارد معدودی زیریک<sup>۴</sup> گزارش گردیده است (۲۲، ۸). منطقه مورد بررسی دارای اقلیم خشک و رژیم رطوبتی اریدیک<sup>۵</sup> است (۶). میانگین بارندگی سالیانه ۱۵۶ میلی متر و ریزش‌های جوی به صورت پراکنده و نامنظم و در اواخر پائیز و طول زمستان صورت می‌گیرد. بنابراین نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در دیگر کشورها با اقلیم متفاوت، قابل استفاده برای ایران با اقلیم خشک نمی‌باشد. مقدار کروم، کبالت و نیکل در خاک‌های تشکیل شده بر روی سرپانتینیت‌ها بالا و در اکثر مطالعات انجام شده مقادیر در حد مسمومیت کروم و نیکل گزارش شده است. (۱۸، ۲۱، ۲۴). وجود مقادیر زیاد کروم و نیکل، نسبت پائین کلسیم به منیزیم ( $Ca/Mg$ ) (کمتر از ۰/۷) کمبود پتاسیم و فسفر قابل استفاده، سبکی بافت خاک، ظرفیت کم نگهداری رطوبت از عمده‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در خاک‌های سرپانتینی است. (۲۱، ۱۵، ۸) ویلدمن<sup>۶</sup> و همکاران (۱۹۹۰) مینرالوژی خاک‌های سرپانتین دار را به ترتیب فراوانی اسمکتیت، کلریت، تالک<sup>۷</sup>، و سرپانتین گزارش کرده است. (۸) الکساندر<sup>۸</sup> و همکاران (۱۹۸۵) گزارش نمودند که چنانچه نسبت  $Ca/Mg$  کمتر از ۰/۷ باشد خاک غیر حاصل خیز و مشکل مسمومیت منیزیم دیده می‌شود. رابین هورست<sup>۹</sup> (۱۹۸۲) و فتحی (۱۳۷۳) نیکل با افزایش عمق افزایش لیکن در مورد کروم و کبالت روند مشخصی دیده نمی‌شود. طی فرآیند هوازدگی سرپانتینیت و تشکیل خاک مقدار زیادی منیزیم آزاد شده و به دلیل سبکی بافت از خاک خارج می‌گردد. (۲۵، ۱۶) علاوه بر این طی فرآیند التراسیون<sup>۱۰</sup> دونیت<sup>۱۱</sup> و پیروکسینیت<sup>۱۲</sup> و تشکیل

1. Ophyolite
2. Trioctahedral
3. Udic
4. Xeric
5. Aridic
6. Wildman
- 7 Talc
8. Alexander
9. Rabinhorst
10. Alteration
11. Dunite
12. Pyroxinite

سرپانتینیت هم مقدار زیادی منیزم آزاد شده و وارد محیط اطراف می‌گردد. (۱۹،۲۲،۲۵) رایت و فوس<sup>۱</sup> (۱۹۷۲) واکنش یک خاک سرپانتینی واقع در آمریکا را بین ۵/۸ تا ۷/۱ گزارش کرده است. پوشش گیاهی خاک‌های سرپانتینی کم و به صورت پراکنده است. (۲۲،۱۰). در ایران در مورد تاثیر سرپانتینیتها بر خاک‌های حاصله و منابع آب متاثر از این تشکیلات مطالعه‌ای صورت نگرفته است. بنابراین در این بررسی سعی شده تا حد امکان و مقدرات خصوصیات سرپانتینیت‌های منطقه و خاک‌های تشکیل شده از آنها و کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی متاثر از این تشکیلات برای افیولیت‌های منطقه شهربابک که بخشی از گسل نائین - بافت که جزو مناطق خشک و کم باران است، بررسی و تعیین گردد.

### مواد و روش‌ها:

بررسی حاضر در سال ۱۳۸۰ بر روی بخشی از سرپانتینیت‌های کمر بند افیولیتی گسل نائین - بافت واقع در شمال غرب شهرستان شهربابک در استان کرمان طی سه مرحله به شرح زیر انجام شد.

- مرحله اول: این مرحله شامل تهیه مقدمات کار از قبیل نقشه توپوگرافی، نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰، مشخص نمودن محدوده مطالعاتی بر روی نقشه زمین شناسی، اطلاعات هواشناسی، گیاه شناسی و منابع آب بوده است.
- مرحله دوم: شامل عملیات صحرایی است که در آن مرحله نمونه‌های سنگ و خاک از روی تپه‌های سر پانتین برداشت گردید. علاوه بر این تعدادی نمونه آب از چشمه‌های سطحی و چاه‌های نیمه عمیق مجاور سرپانتینیت‌ها تهیه گردید. نمونه‌های آب، سنگ و خاک برداشت شده برای تجزیه‌های لازم به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان، مس سرچشمه و دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) ارسال شد.
- مرحله سوم: تجزیه نمونه‌های فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی نمونه خاک، سنگ و آب انجام گردید. تجزیه شیمیایی سنگ‌ها شامل مقدار کروم، کبالت و نیکل، درصد  $SiO_2$ ,  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $FeO$   $Na_2O$  L.O.I. و پراش اشعه ایکس (به روش پودر متراکم) است. برای نمونه خاک پارامترهای واکنش خاک (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، پتانسیم قابل استفاده (Av..K)، بافت خاک، کروم، کبالت و نیکل کل، کاتیون‌های محلول، مینرالوژی بخش رس خاک و تجزیه کامل عنصری انجام گردید. برای نمونه‌های آب میزان آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول، واکنش (pH) و هدایت الکتریکی (EC) اندازه گیری شد. واکنش خاک و آب با دستگاه پتانسیومتر، هدایت الکتریکی خاک و آب با دستگاه هدایت سنج الکتریکی، پتانسیم و سدیم خاک و آب به روش شعله سنجی، فسفر به روش اولسن، کلسیم و منیزیم محلول خاک و آب به روش تیتراسیون با E.D.T.A، بافت خاک به روش هیدرومتری، کلر به روش تیتراسیون بانیترات نقره، کربنات و بی کربنات به روش تیتراسیون با اسید سولفوریک، کربنات کلسیم به روش حجم سنجی و خنثی کردن آهک با اسید سولفوریک و تیتراسیون اسید اضافی برای تجزیه کامل خاک و سنگ ابتدا در محلول سه اسید ( $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HF$ ) حل گردیده و سپس تجزیه‌های مورد نیاز بر روی محلول حاصله انجام شد. درصد  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$   $SiO_2$   $MgO$ ,  $Na_2O$  به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (vis-uv) اندازه‌گیری گردید. عیار  $CaO$  و  $FeO$  به روش تیتراسیون و مقدار کروم، کبالت و نیکل کل با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. منحنی‌های پراش اشعه ایکس برای نمونه‌های سنگ به صورت پودر متراکم و در مورد نمونه‌های خاک ابتدا عوامل پیوند دهنده ذرات خاک شامل آهک، مواد آلی، املاح محلول و گچ و اکسیدهای آهن و منگنز از بین برده شده. سپس تیمارهای مورد نیاز بر روی نمونه‌های رس جدا شده از محلول اعمال و منحنی‌های به دست آمده از دستگاه پراش اشعه ایکس (XRD) براساس روش پیشنهادی دیکسون<sup>۲</sup> (۱۹۷۷) و گریم<sup>۳</sup> (۱۹۷۸) تفسیر و نوع رس تعیین گردید.

1. Whrite and Foss  
2. Dixon  
3. Grim

## نتایج:

- ترکیب شیمیایی سرپانتینیت‌ها: تعدادی نمونه سنگ از نقاط مختلف محدوده مطالعاتی برداشت گردید. جدول (۱) نتایج تجزیه کامل عنصری سنگ‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول (۱) مقدار کروم در سنگ بین ۱۳۶۲ تا ۲۳۰۰ قسمت در میلیون متغیر است. مقدار نیکل ۱۶۰۰ تا ۲۶۹۲ و کبالت ۸۲ تا ۱۸۵ قسمت در میلیون است. درصد  $Al_2O_3$  خیلی کم و بالعکس درصد  $MgO$  خیلی زیاد و تقریباً با درصد  $SiO_2$  برابر است. مقدار  $Fe_2O_3$  نسبت به  $FeO$  کمتر و مقدار  $Na_2O, CaO, K_2O$  خیلی کم می‌باشد ناچیز بودن مقدار  $Al_2O_3$  در مقابل  $MgO$  موید تری اکتاهدرال بودن و نسبت تقریباً برابر با یک  $MgO/SiO_2$  بیانگر یک به یک بودن کانی‌های سنگ می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه کامل عنصری سرپانتینیت‌ها

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	عنصر
	۴۳/۲۰	۳۹/۷۸	۴۰/۷۰	۳۷/۶۰	۳۸/۴۰	۳۵/۰۱	$SiO_2$ (%)
	۰/۲	۰/۸۵	۰/۷۵	۳/۱۸	۳/۱۵	۰/۴۵	$Al_2O_3$ (%)
	۰/۷۴	۱/۵۱	۱/۴۱	۱/۵۱	۱/۷۶	۵/۵۱	CaO(%)
	۴۲/۲۹	۴۰/۲۵	۴۱/۱۱	۳۸/۲۷	۳۶/۴۵	۳۵/۹۳	MgO(%)
	۰/۷۹	۵/۱۵	۵/۲۵	۳/۶۴	۵/۰۱	۶/۱۵	$Fe_2O_3$ (%)
	۷/۰۸	۳/۲۴	۳/۳۴	۲/۸۱	۱/۸۰	۰/۶۹	FeO(%)
	-	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۵۱	$Na_2O$ (%)
	-	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۶	$K_2O$ (%)
	-	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۴	$TiO_2$ (%)
	۰/۱۴	-	۱/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۰۶	MnO(%)
	۲/۶۴	۶/۶۸	۱۳/۸۲	۱۲/۷۵	۱۲/۶۹	۱۷/۴۲	L.O.I
	۱۳۶	۱۵۸	۸۲	۱۸۵	۱۶۲	۱۳۳	Co(ppm)
	۲۶۹۲	۲۳۰۰	۱۶۰۰	۱۶۶۲	۱۶۳۰	۱۷۲۲	Ni(ppm)
	۱۳۶۲	۱۸۰۰	۲۳۰۰	۱۶۴۰	۱۸۶۵	۱۵۳۶	Cr(ppm)

- مینرالوژی سرپانتینیت‌ها: با توجه به داده‌های حاصل از پراش اشعه ایکس [ جداول (۲) و (۳) ] کانی غالب در سنگ سرپانتین و به مقدار جزئی مگنتیت و کلریت است. نتایج حاصل از تجزیه کامل عنصری سنگ‌ها نیز موید این موضوع است.

جدول ۲- نتایج تجزیه کامل عنصری خاک‌های منطقه مورد بررسی

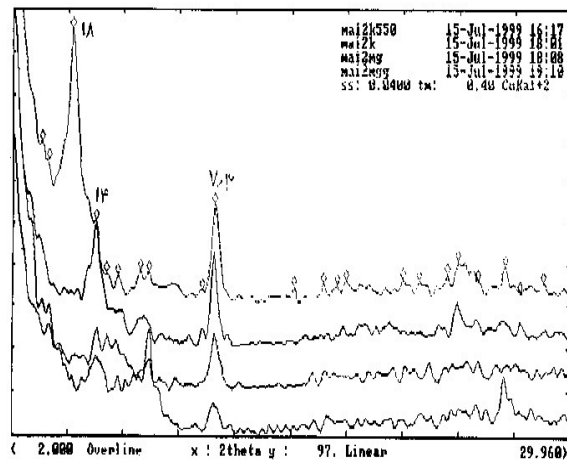
شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	عنصر
	۳۴/۶۹	۳/۰۵	۳۵/۵۷	۳۵/۱۰	۳۵/۳	۳۴/۶۹	$SiO_2$ (%)
	۱/۸۱	۰/۷۵۰	۰/۷۱	۰/۷۹	۰/۷۲	۱/۸۱	$Al_2O_3$ (%)
	۴/۲۳	۹/۰۰	۱/۵۷	۱/۳۵	۱/۵۶	۴/۲۳	CaO(%)
	۲۹/۳۸	۳۰/۴۲	۳۸/۳۴	۳۷/۰۵	۳۸/۱۸	۲۹/۳۸	MgO(%)
	۶/۵۸	۷/۰۱	۰/۹۶	۷/۱۱	۵/۵۶	۶/۸۴	$Fe_2O_3$ (%)
	۰/۸۹	۰/۷۰	۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۹۷	۰/۸۹	FeO(%)
	۱/۴۵	۱/۴۳	۰/۵۴	۰/۳۴	۰/۵۴	۰/۴۱	$Na_2O$ (%)
	۰/۳۲	۰/۲۰	-	۰/۰۴	۰/۵۴	۰/۰۲	$K_2O$ (%)

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	عنصر
	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۴	-	-	TiO <sub>2</sub> (%)
	-	-	۱۵/۲۰	۰/۱۲	-	-	MnO(%)
	۱۸/۱۱	۲۰/۴۳	۹۹	۱۵/۹۵	۱۵/۲۸	۱۸/۱۱	L.O.I
	۱۹۸	۱۵۸	۲۸	۲۳۸	۱۹۹	۱۹۸	Co(ppm)
	۱۹۰۰	۱۸۰۰	۸۰	۲۴۸۰	۱۹۵۶	۱۹۰۰	Ni(ppm)
	۷۰۰	۱۳۰۰	۱۹۰۶	۷۴۴	۱۶۵۰	۹۰۰	Cr(ppm)

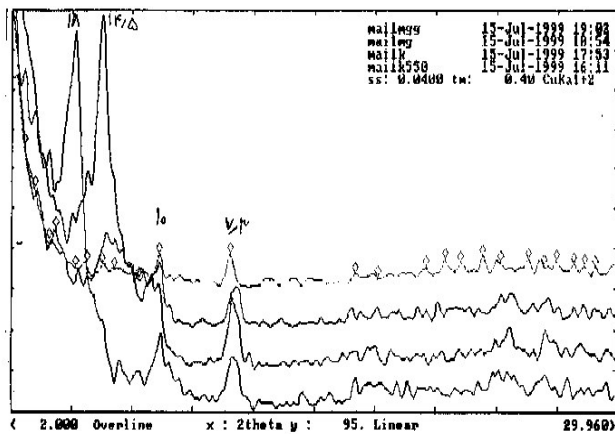
جدول ۳- نتایج پاره‌ای از خصوصیات شیمیایی خاکهای تشکیل شده بر روی تپه های سرپانتینیت

شماره پروفیل	عمق (سانتیمتر)	واکنش خاک (pH)	Ece (ds/m)	آنیون‌های محلول (میلی اکی والان بر لیتر)				کاتیونهای محلول (میلی اکی والان بر لیتر)			
				Cl <sup>1-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
۱	۰-۳۵	۸/۰	۰/۹۲	۴/۰	%	۵/۲	۰/۱۰	۱/۷	۰/۲۰	۴/۰	۶/۲
۲	۰-۳۰	۸/۲	۲/۸	۳/۲	%	۰/۸۵	۳/۷	۰/۲۱	۲/۸	۴/۰	۵/۷
۳	۰-۲۷	۸/۴	۳/۲	۲/۴	%	۰/۵۱	۵/۰	۰/۱۲	۰/۴	۲/۰	۱۰/۰
۴	۰-۴۰	۸/۱	۲/۰	۴/۴	%	۰/۱۰	۱/۰	۰/۱۵	۰/۸	۳/۲۰	۱۲/۸
۵	۰-۲۵	۸/۳	۲/۵	۳/۵	%	۰/۲	۱/۳۱	۲/۴	۲/۰	۳/۰	۵/۳
۶	۰-۳۰	۸/۵	۱/۵	۱/۵	%	۱/۲	۱/۸۰	۳/۱	۰/۶	۲/۱۸	۸/۱
۷	۰-۳۰	۸/۳	۲/۵	۴/۵	%	۰/۱	۰/۹۰	۱/۱	۲/۵	۲/۸۰	۳/۱
۸	۰-۲۸	۸/۰	۳/۵	۴/۲	%	۰/۸۱	۱/۲	۰/۲۱	۳/۲	۴/۰	۵/۰
۹	۰-۳۷	۸/۱	۴/۰	۴/۳	%	۰/۷۵	۱/۸	۰/۱۱	۲/۹	۴/۷۰	۷/۶
۱۰	۰-۳۶	۸/۰	۶/۰	۵/۰	%	۰/۵۴	۴/۲	۰/۱۴	۰/۳۱	۴/۰	۵/۲
۱۱	۰-۳۴	۸/۴	۲/۶	۴/۱	%	۰/۳	۲/۸	۰/۱۰	۲/۳۰	۳/۱	۴/۲
۱۲	۰-۲۰	۸/۵	۲/۱	۳/۱	%	۰/۸	۱/۱	۰/۰۹	۱/۹	۳/۴	۶/۱

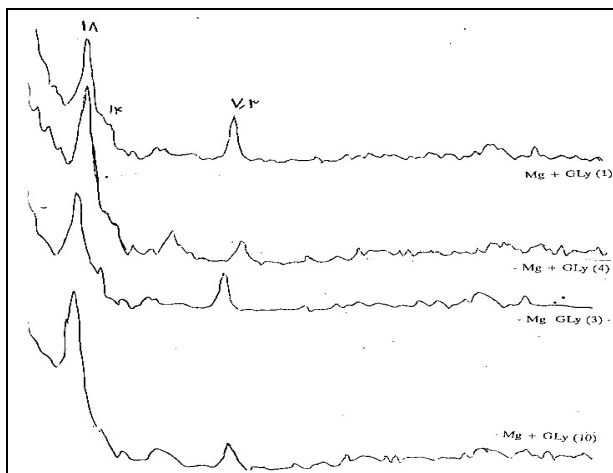
- **مینرالوژی خاک:** هدف از تعیین مینرالوژی خاک بررسی تاثیر سرپانتینیت‌ها بر مینرالوژی خاک‌های حاصل از تخریب و هوازدگی این سنگ‌ها است. بنابراین هر نمونه خاک دقیقاً از روی نمونه سنگ برداشت گردید. با توجه به منحنی‌های پراش اسعه ایکس (نمودارهای شماره ۱ و ۲ و ۳ و ۴) کانی غالب بخش رس خاک اسمکتیت (از نوع ساپونیت<sup>۱</sup>) و به مقدار خیلی کم سرپانتین است. جدول (۲) تجزیه کامل عنصری چند نمونه از خاک‌های منطقه را نشان می‌دهد. داده‌های جدول (۲) با داده‌های جدول (۱) تقریباً همخوانی دارد.



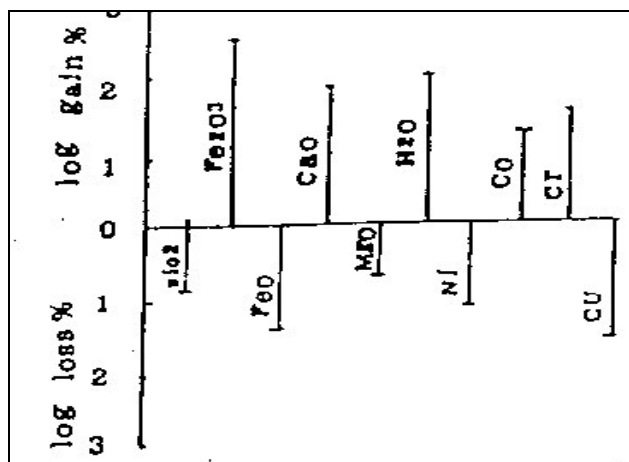
نمودار ۱- منحنی تیمارهای مختلف اشعه ایکس پروفیل شماره ۱



نمودار ۲- منحنی تیمارهای مختلف اشعه ایکس پروفیل شماره ۱



نمودار ۳- منحنی های تیمار اشباع با منیزیم و گلیسرول برای خاکهای منطقه مورد مطالعه



نمودار ۴- تغییرات افزودگی و کاهیدگی عناصر

- مقدار کروم، کبالت و نیکل در خاک: با توجه به داده‌های جدول (۲) مقدارم کروم، کبالت و نیکل کل در خاک‌های تشکیل شده به روی سرپانتینیت‌ها چندین برابر مقدار این عناصر در خاک‌های با مواد مادری دیگر می‌باشد. مقدار کروم ۷۰۰ - ۱۹۰۰ قسمت در میلیون، نیکل ۱۸۰۰ - ۲۸۵۰ قسمت در میلیون و کبالت ۹۸ - ۲۷۰ قسمت در میلیون بر آورد گردیده است.
- واکنش خاک (pH): واکنش خاک‌های تشکیل شده بر روی سرپانتینیت‌ها بالا و قلیا است. با توجه به داده‌های جدول (۵) واکنش خاک بین ۸/۱ - ۸/۶ متغیر است. علت بالا بودن واکنش خاک بالا بدون نسبت (Mg/Ca) و مقدار نیکل در محلول خاک می‌باشد.
- پتاسیم قابل استفاده: خاک‌های سرپانتینی از نظر مقدار پتاسیم قابل استفاده فوق‌العاده فقیر هستند. کمبود پتاسیم قابل استفاده به همراه واکنش زیاد (pH > 8) از عمده‌ترین عوامل محدود کننده رشد برای خاک‌های محدوده مورد بررسی محسوب می‌گردد. با توجه به نتایج جدول (۴) مقدار پتاسیم قابل استفاده بین ۲۰ تا ۸۰ قسمت در میلیون متغیر است.

جدول ۴- نتایج برخی از خصوصیات فیزیکی- شیمیایی پروفیل‌های خاکشناسی حفر شده بر روی تپه‌های سرپانتینیت

شماره پروفیل	عمق (سانتیمتر)	بر (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل استفاده (ppm)	نسبت کلسیم به منیزیم Ca/Mg	درصد مواد خنثی شونده (%)	درصد اجزاء تشکیل دهنده خاک			بافت خاک
						شن	لای رس		
							لای	رس	
۱	۰-۳۵	۰/۰۹	۸۰	۰/۶۴	۳/۱	۷۸	۱۳	۹	L.S
۲	۰-۳۰	۰/۱۴	۲۵	۰/۷۰	۴/۸	۷۰	۲۲	۸	S.L
۳	۰-۲۷	۰/۳۲	۳۱	۰/۲	۵/۲	۷۴	۱۸	۸	L.S
۴	۰-۴۰	۰/۱۸	۴۴	۰/۲۵	۴/۵	۶۸	۱۶	۱۰	S.L
۵	۰-۲۵	۰/۱۵	۲۵	۰/۵۷	۴/۸	۷۵	۲۰	۵	L.S
۶	۰-۳۰	۰/۲۱	۳۵	۰/۲۷	۳/۵	۷۳	۱۸	۹	S.L
۷	۰-۳۰	۰/۴۱	۶۵	۰/۸۹	۳/۸	۷۹	۱۶	۵	L.S
۸	۰-۲۸	۰/۳۰	۲۰	۰/۸۰	۵/۲	۷۷	۱۴	۹	L.S
۹	۰-۳۷	۰/۲۸	۲۴	۰/۶۲	۴/۳	۷۶	۱۴	۱۰	L.S
۱۰	۰-۳۶	۰/۸۱	۲۳	۰/۷۷	۳/۵	۷۵	۱۴	۱۱	S.L
۱۱	۰-۳۴	۰/۹۱	۴۵	۰/۷۴	۶/۸	۷۱	۲۱	۸	S.L
۱۲	۰-۲۰	۰/۲۳	۲۱	۰/۵۶	۵/۴	۸۰	۱۵	۵	L.S

- نسبت کلسیم به منیزیم ( $Ca/Mg$ ) در محلول خاک: منیزیم جزو عناصر غذایی پر مصرف گیاهان محسوب می‌گردد. لیکن چنانچه مقدار آن و به خصوص نسبت بین ( $Ca/Mg$ ) از یک کمتر باشد اثرات سوء زیادی بر حاصلخیزی و باروری خاک‌ها بر جای می‌گذارد و در خاک با ماده مادری سرپانتین این نسبت کمتر از یک و بین  $0/2$  تا  $0/7$  متغیر است. بر اساس مطالعات انجام شده چنانچه این نسبت کمتر از  $0/7$  شود خاک غیر حاصلخیز است. جدول (۴) این نسبت را برای خاک‌های محدوده مورد بررسی نشان می‌دهد.
- تغییر مقدار کروم، کبالت و نیکل با عمق خاک: بدین منظور در پایین دست تپه‌های مورد بررسی دو پروفیل خاک شناسی حفر گردید و مقدار کروم، کبالت و نیکل کل نمونه‌های خاک برای افق‌های مختلف اندازه‌گیری شد (پروفیل ۱۵ و ۱۶). با توجه به داده‌های جدول (۵) نیکل در خاک از تحرک بیشتری برخوردار بوده و با عمق افزایش می‌یابد. در مورد کروم و کبالت هیچ رابطه معنی‌داری مشاهده نگردید. داده‌های بررسی با نتایج تحقیقات فتحی (۱۳۷۳) در محدوده روستای خبر شهرستان شهربابک همخوانی دارد.

جدول ۵- تغییرات کروم، کبالت و نیکل نسبت به عمق نمونه برداری از خاک برای پروفیل‌های ۱۵ و ۱۶

شماره پروفیل	عمق (سانتی متر)	افق	نیکل (Ni) (قسمت در میلیون)	کرم (قسمت در میلیون)	کبالت (قسمت در میلیون)
۱۵	۰-۲۵	A	۱۸۰۰	۱۳۰۰	۲۳۸
	۲۵-۶۵	C1	۱۸۵۰	۷۸۰	۱۸۰
	۶۵-۱۳۵	C2	۲۲۰۰	۱۱۰۰	۲۸۰
	۱۳۵-۱۸۰	C3	۲۸۵۰	۷۰۰	۱۰۰
۱۶	۰-۲۵	A	۱۶۰۰	۱۱۰۰	۱۵۸
	۲۵-۸۰	C1	۱۶۵۰	۷۸۰	۱۷۰
	۸۰-۱۳۰	C2	۱۸۲۰	۹۱۷	۱۴۰
	۱۳۰-۱۷۰	C3	۲۱۴۰	۱۰۰۰	۱۹۸

- شوری خاک: هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک‌های مورد بررسی پایین و کمتر از یک دسی زیمنس بر متر ( $ds/m$ ) تعیین گردیده است (جدول ۳). دلیل پایین بودن شوری خاکها به رغم سرعت تخریب شدید سرپانتینیت‌ها، نفوذپذیری سریع و توپوگرافی خاص (تپه ماهور) محدوده مورد بررسی است.
- درصد افزودگی و کاهش‌دهی عناصر در اثر فرآیند هوازدگی و تخریب: برای بررسی درصد افزودگی و کاهش‌دهی عناصر مختلف، درصد عناصر حاصل از تجزیه کامل نمونه‌های خاک و سنگ با یکدیگر مقایسه گردید که نتایج در جدول (۶) و نمودار (۴) منعکس گردیده است. بر اساس داده‌های جدول (۶)  $H_2O$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  افزودگی و  $MgO$ ,  $FeO$ ,  $SiO_2$  کاهش‌دهی دارند. به عبارت دیگر طی فرآیند تبدیل سنگ به خاک بخشی از عناصر همراه با آب حاصل از بارندگی از محیط خاک خارج می‌گردند.
- تلخی آب: تلخی آبهای متأثر از سرپانتینیت‌ها بواسطه بالا بودن نسبت منیزیم به کلسیم ( $Ca/Mg$ ) در این آبها است. همانطور که داده‌های جدول (۶) مربوط به افزودگی و کاهش‌دهی عناصر نشان می‌دهد طی فرآیند تشکیل خاک مقداری از منیزیم ناشی از تخریب کانی‌های سرپانتین از محیط خاک خارج شده و به آبهای زیرزمینی و سطحی وارد می‌شود. علاوه بر عامل گفته شده، طی فرآیند دگرسانی پیروکسینیت و دونیت نیز مقادیر زیادی منیزیم آزاد شده وارد آبهای زیرزمینی می‌گردد. جدول (۷) نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی آبهای متأثر از سرپانتینیت‌ها (نمونه ۱ تا ۸) را در مقایسه با آبهای غیرمتأثر از این سنگها (نمونه شماره ۹ تا ۱۲) نشان می‌دهد.



جدول ۶- درصد افزودگی و کاهیدگی عناصر

عناصر	سرپانتین	سنگ هوازده	درصد افزودگی و کاهیدگی	لگاریتم درصد افزودگی و کاهیدگی
SiO <sub>2</sub>	٪۴۳/۲۲	٪۳۹/۸۷	-۷/۷۵	-۰/۹
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	۰/۸۴	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۰/۷۸	۳/۳۴	+۳۲۸/۲	+۲/۵
FeO	۷/۰۷	۵/۱۴	-۲۷/۳	۱/۴
CaO	۰/۷۶	۱/۴	+۸۴/۲۱	۱/۹
MgO	۴۲/۲۹	۴/۲۶	-۴/۸	-۰/۷
H <sub>2</sub> O	۲/۸۴	۶/۰۸	+۱۱۴/۰۸	+۲/۵
Ni(ppm)*	۲۶۹۳	۲۳۰۰	-۱۴/۵۶	-۱/۲
Co(ppm)	۱۳۶	۱۵۸	+۱۶/۱۷	-۱/۲
Cr(ppm)	۱۳۶۲	۱۸۰۰	+۳۲/۱۵۸	+۱/۵
Cu(ppm)	۱۴۵	۸۲	-۴۳/۴۴	-۱/۶

\* قسمت در میلیون

جدول ۷- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه آب چشمه های منطقه خیر در مقایسه با آب زیرزمینی منطقه رباط

شماره نمونه	محل	هدایت الکتریکی (میکرو موس بر سانتیمتر)	واکنش (pH)	کاتیونهای محلول (میلی اکیو والنت در لیتر)			آنیونهای محلول (میلی اکی والان در لیتر)			شاخص خطر منیزیم (Mghaz)	نسبت کلسیم به منیزیم (Ca/Mg)
				Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
۱	خبر	۲۹۰۰۰	۷/۵	۲۴/۰	۲۹۶/۰	۶۵/۰	۱۰/۰	۱۵۲	۲۲۳	۷۳/۰	۰/۳۷
۲	خبر	۵۰۳۰	۷/۸	۱/۶	۵۲/۰	۸/۸	۰/۰	۸/۸	۳۲/۰	۸۴/۶	۰/۱۸
۳	خبر	۳۷۷۰	۷/۶	۶/۴	۳۵/۰	۹/۶	۰/۰	۵/۶	۲۸/۲	۶۰/۰	۰/۶۷
۴	خبر	۴۵۵۰	۷/۸	۱/۲	۳۶/۰	۱۱/۹	۰/۰	۸/۱	۲۳/۲	۸۵/۰	۰/۱۹
۵	خبر	۱۸۰۰۰	۷/۵	۲۰/۲	۱۱۲/۵	۵۲/۳	۰/۰	۹/۵	۷۸/۰	۷۲/۱	۰/۳۸
۶	خبر	۵۸۵۰	۷/۶	۱۰/۴	۳۱/۰	۲۰/۶	۰/۰	۴/۴	۳۶/۶	۶۶/۵	۰/۵۰
۷	خبر	۶۸۰۰	۷/۵	۱۴/۱	۱۴/۱	۱۷/۹	۰/۰	۶/۸	۳۷/۲	۵۹/۹	۰/۶۷
۸	خبر	۴۵۰۰	۷/۸	۲۵/۰	۴۵/۰	۱۴/۲	۰/۰	۵/۹	۲۵/۱	۶۷/۶	۰/۴۸
۹	رباط	۵۸۵۰	۷/۳	۴۹/۰	۴۹/۰	۶/۰	۰/۰	۲/۰	۴/۴۰	۲۳/۱	۳/۳
۱۰	رباط	۴۴۲۰	۷/۵	۳۸/۵	۳۸/۵	۵/۲	۰/۰	۳/۶	۲۷/۶	۲۹/۵	۲/۴
۱۱	چاه گله	۳۱۱۰	۷/۹	۴۳/۵	۴۳/۵	۰/۸	۰/۰	۲/۴	۸/۶	۳۳/۳	۲/۰
۱۲	رباط	۶۳۵۰	۷/۶	۶/۰	۶۳/۵	۷/۶	۰/۰	۲/۴	۴۵/۶	۳۳/۹	۹/۹

آبهای زیرزمینی منطقه رباط از موتور پمپ هایی نمونه برداری شده است که در دشت مسطح واقع گردیده و تحت تاثیر تشکیلات سرپانتینی واقع نگردیده‌اند. (نمونه‌های شماره ۹ تا ۱۲)

### نتیجه‌گیری

در این بررسی ترکیب شیمیایی و مینرالوژی سرپانتینیت و پاره‌ای از خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک همراه با تلخی آب از طریق نسبت کلسیم به منیزیم (Ca:Mg) مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل از بررسی بشرح زیر است:

- کانی غالب سرپانتینیت ها، سرپانتین می باشد.
- مقدار کروم، کبالت و نیکل در سرپانتینیت ها و خاک زیاد است.

- کانی غالب بخش رس خاک اسمکتیت (ساپونیت) است. مقدار کمی سرپانتین و کلریت نیز در خاک دیده می‌شود. منشاء اسمکتیت در خاک سرپانتین می‌باشد که اسمکتیت به صورت نئوفورمیشن<sup>۱</sup> تشکیل شده است.
- شوری خاک، کمتر از یک دسی زیمنس بر متر، واکنش خاک بالا و قلیا است کربن آلی صفر، نسبت (Ca/Mg) در عصاره اشباع خاک کمتر از ۰/۷، بافت خاک سبک و همراه با سنگریزه فراوان و مقدار پتاسیم قابل استفاده کم می‌باشد. دلیل پایین بودن پتاسیم قابل استفاده کم بودن مقدار پتاسیم در سنگ مادر (سرپانتینیت) می‌باشد.
- دلیل تلخی آب پائین بودن نسبت (Ca/Mg) است. منیزیم موجود در آب دارای دو منشاء است، یکی منیزیم آزاد شده طی فرآیند دگرسانی دونیت و پیرکسینیت و دوم منیزیم آزاد شده طی فرآیند تخریب سرپانتینیت و تشکیل خاک.
- مقدار نیکل کل در خاک با افزایش عمق افزایش می‌یابد. در مورد کروم و کبالت هیچ رابطه معنی‌داری مشاهده نگردیده است.

#### منابع و مأخذ:

- ۱- بای بوری، محمد؛ ۱۳۷۶. خاک پیدایش و رده بندی. چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- بغدادی، محمد؛ ۱۳۵۶. بررسی کانی های رسی خاکها و سنگهای منطقه اراک، پایان نامه فوق لیسانس دانشگاه تهران.
- ۳- فتحی، غلامرضا؛ ۱۳۷۳. زمین شناسی و ارزیابی پتانسیل معدنی کمر بند افیولیتی خمرد شهر بابک. پایان نامه فوق لیسانس، دانشگاه کرمان.
- ۴- فتحی، غلامرضا؛ ۱۳۷۳. ارزیابی پتانسیل اقتصادی کمر بند افیولیتی خمرد شهر بابک. دانشگاه کرمان. جهاد دانشگاهی.
- ۵- علوی تهرانی، نورالدین؛ ۱۳۵۸. مجموعه سنگهای افیولیتی در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- ۶- محمودی میمند، سلمان؛ ۱۳۷۳. پیدایش و رده بندی خاکهای شور سدیمی و گچی دشت رباط شهر بابک، دانشگاه تهران، پایان نامه فوق لیسانس.
- 7- Alexander, E. B. 1988. Morphology, fertility and classification of production of productive soils on serpentinized peridotite California (U.S.A) Geoderma. 14: 337-351.
- 8- Alexander, E. B. et al. 1990. Mineralogy and classification of soils on serpentinized peridotite of trinity ophiolite, California. Soil Sci. Vol. 149.No.3:132-143.
- 9- Antonovic et al. 1972. Geological maps of khamroud – Shahrababak ophiolitic. Belt (1:100000).
- 10- Ayers, R. S. and Westcot, D.W.W. 1976. Water quality for agriculture, Irrigation and drainage. Paper. No. 29. FAO.
- 11- Beckett, P.H.T. 1958. The Soils of Kerman, south Persian. Journal of soil science. 9:20-30.
- 12- Block, K.C.A., et al. 1965. Method of soil analysis part I: Physical and mineralogical properties.
- 13- Bonifacio, E. et al. 1997. Pedogenesis in a soil catena on serpentinite in north- western Italy, Geoderma. 75: 33-51.
- 14- Brown, G. and Brindly, G.W. 1980. X-ray. Diffraction procedures for clay mineral identification. P. 305-360. In G.W. Brindly and G. Brown (ed) Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineral. Soc. London.
- 15- Duane, M. M., Robert, C. and Reynold, I.R. 1989. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. Oxford university press.

- 16-Bulmer, C. E. Iavkulich, L. M. and Schreier, H.E. 1992. Morphology, chemistry and mineralogy of soils derived from serpentinite and tephra in southwestern British Columbia. *Soil Sci.* vol. 154 No. 1: 72-82.
- 17-Dixon, J.B. 1989. Kaolin and serpentine group minerals In: J.B.Dixon and S.B. Weed (Edifors). *Minerals in soil environments.* *Soil. Sci. Soc. America.* Madison. WI. PP: 467-526.
- 18-Fernandez, S. et al (1999). Plant heavy metal concentrations and soil biological properties in agricultural serpentine soils. *Communications – in Soil-Science-and plant analysis.* 30: 13-14.
- 19-Istock, J.D. and Harward, M.E. 1982. Influence of soil moisture on smectite formation in soil derived from serpentine. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 1106-108.
- 20-Graham, R.C., Diallo, M.M. and Lund. I.J. 1990. Soils and mineral weathering on phyllite colluvium and Serpentinite in northwestern California. *Soil. Soc. Am. J.* 54: 1682-1690.
- 21-Martin, W. E., J. Valamis. And N. M. Stice. 1953. Field correction of calcium deficiency on a serpentine soil. *Agron. J.* 45: 204-208.
- 22-Robenhorst, M.C., Foss. J. E. and Fanning, D. S. 1982. Genesis of Maryland soils from serpentinite. *Soil. Sci. Soc. Am.J.* 46: 607-616.
- 23-Shewry, P.R. and person, P.J. 1976. Distribution of chromium and nickel in plant and soil from serpentine and other sites. *J. Ecol.* 64: 195-212.
- 24-Soane, B.D. and Saunder, D. H. 1959. Nickel and chromium toxicity of serpentine soils in southern Rhodesia. *Soil Sci.* 88: 322-329.
- 25-Wildman, W. E., M. L. Jockson. And D. L. Whitting. 1968. Iron rich mintmorilonite formation in soil derived from serpentine. *Soil Sci. Soc Am. Proc.* 32: 787-791.

# Study Effects of Naein-Baft Fault Serpentinite (Shahrbabak Region) on Some Physico-Chemical Properties of Affected Soil and Water

**S. Mahmoodi meymand**

*Ph.D. Student of Soil Science and Reserch Beranch, Islamic AZAD University, Tehran, Iran.*

**M. Esfandiari**

*Professor of Geology Department, Earth Science Faculty, University of Tehran, Iran.*

**M. Zarin kafsh**

*Professor of Soil Science Department and Reserch Beranch, University of Tehran, Iran.*

**Keywords:** Serpentine, Soil, Water bittering, Chromium, Cobalt.

## Abstract

In this study the effects of serpentine rocks on some physico-chemical properties of soil and waters have been considered. The serpentinite is the products of pyroxinite and dunite alteration. The dominant mineral of serpentinite is serpentine and a less amount of chlorite and magnetite. The mentioned rocks are very sensitive to weatherying and have considerable effects on soil and water quality. The main mineral of soils derived from serpentine rocks is smectite (sappontite) and with less quantity of serpentine. According to the chemical analysis conducted it was observed that there is no smectite mineral in source rocks, thus the source of smectite in soil is neofomation. Soil reaction (pH) varies from 8.2-8.6 and therefore it is alkali. The reason of alkali pH is high concentration of Ni and Mg in soil solution. The amount of Cr in the bed rocks and soil consist of variable amount from 1362 to 2300 ppm in serpentine and 700 to 1900 ppm for soil matrix. The amount of Co in parent rocks varies from 80-185 ppm and for soil matrix from 98-270 ppm respectively. The amount of Ni varies from 1600-2692 and 1800-2850 ppn for mentioned rocks and soil matrix respectively. The amount of Ni increase with depth but there is not significant correlation between of Cr and Co with soil depth. Addition-Reduction percentage of different elements during soil formation show that amount of SiO<sub>2</sub>, FeO and MgO are less in soils in contrast to the bed rocks and the amount of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO have a increasing rate for formed soil. The ratio of Ca/Mg in soil solution varies from 0.2-0.89 and 0.18 to 0.67 for affected water. The low ratio of Ca:Mg are caused bittering of water. The amount of available K and calcite in soils is low, ECe is lees than 1 dsm<sup>-1</sup>, Soil texture is sandyloam to loamysand with large amount of residual gravells. According to stability of serpentine the most of soil samples are seems to be unstable.