# بررسی تغییرات جانبی اندازه ذرات و کانی شناسی به منظور تعیین جهت بادهای غالب در تشکیل رسوبات لس استان گلستان

منصور خواجه[۱] ، جعفر غیومیان[۲] ، سادات فیض نیا[۳]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، ۲- استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۳- استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ وصول : ۸۳/۳/۲۵

## چکیده

رسوبات لس بخش وسیعی از استان گلستان را پوشانده است، اگر چه شواهد زیادی از بادی بودن این نهشته ها حکایت می کند، با این وجود در باره منشاء، نحوه تشکیل و جهت بادهای غالب هنوز بحث های زیادی وجود دارد.روند تغییر اندازه دانه و فراوانی کوارتز در جهت جانبی نه تنها جهت وزش بادهای غالب، بلکه میزان دوری یا نزدیکی به منشاء را نیز معین می کند به طوری که اندازه ذرات و فراوانی کوارتز درجهت وزش باد همواره کاهش و با دوری از منشاء تنزل می یابد. در این تحقیق ضمن تائید بادی بودن این نهشته ها تغییرات جانبی اندازه ذرات و ترکیب کانی شناسی به ویژه کوارتز به عنوان معیار تعیین جهت بادهای غالب مد نظر قرار گرفت، بنابراین پس از تهیه نقشه پراکنش لس در استان گلستان بوسیله داده های ماهواره ای (ETM) و با کمک نرم افزار الویس، از لس های شاخص و هوانزده از عمق ٤ متری نمونه برداری و تحت بررسی دانه سنجی لیزری و اسپکترومتری و کانی شناسی (XRD) قرار گرفت. با توجه به نتایج، کاهش محسوسی در میانگین اندازه دانه و مقدار کانی کوارتز از شمال خاوری به طرف جنوب باختری مشاهده می شود، به طوری که اندازه دانه ها از ٤/٩٧$\phi$ تا ٦/٦٦$\phi$ و فراوانی کانی کوارتز از ٤٥/٤٪ تا ٥٦/٢٪ در روند فوق کاهش می یابد.لذا بر اساس نتایج حاصل جهت بادهای غالب در تشکیل این رسوبات از شمال خاوری و شمال به طرف جنوب باختری و جنوب بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** لس، اندازه دانه ، کوارتز، دانه سنجی لیزری

## مقدمه

نهشته های لس به طور غالب از ذرات کوارتز به قطر ۶۰-۲۰ میکرون تشکیل شده است ، لس و شبه لس ۱۰٪ از سطح خشکی های زمین را می پوشاند (پسی ۱۹۹۰). تغییرات جانبی و عمودی اندازه ذرات در نهشته های لس نه تنها جهت وزش بادهای غالب را معین می کند بلکه شدت این بادها نیز با متوسط اندازه ذرات ارتباط تنگاتنگی دارد به طوری که افزایش شدت باد افزایش اندازه ذرات را به همراه دارد. تحقیق در چندین ناحیه لسی ثابت کرده است که متوسط اندازه دانه ها و مقدار ماسه در جهت وزش باد کاهش و مقدار رس افزایش می یابد (وینسپیر و پای ۱۹۹٦). بررسی دانه های کوارتز نشان داده است که حتی شکل این ذرات نیز در جهت وزش باد تغییر می کند (مازالو و همکاران ۱۹۹۲).

میانگین اندازه ذرات لس با فراوانی کوارتز رابطه مستقیم دارد، لذا در بررسی جهت و شدت باد و تغییرات زمانی و مکانی آن، بررسی میزان کوارتز در کنار میانگین اندازه دانه ها روشی متداول محسوب می گردد. ایگزاو و همکارانش (۱۹۹۵) متوسط اندازه دانه و فراوانی کوارتز در لس های چین را به عنوان معیار ارزیابی تغییرات شدت بادهای موسمی در نظر گرفتند. بیگلاو و همکاران (۱۹۹۰) نیز افزایش کوتاه مدت در اندازه ذرات لس های آلاسکا را معلول افزایش مختصر شدت باد می دانند.تغییرات جانبی در اندازه ذرات تا حدودی فاصله از منشاء را آشکار می کند. پای و شروین (۱۹۹۹) لس های تونس را به جهت بزرگتر بودن میانگین اندازه دانه، نزدیک به منشاء و لس های چین را بخاطر کوچکتر بودن متوسط اندازه دانه دور از منشاء در نظر می گیرند. موادی در حد سیلت درشت تا متوسط به طور نسبی در نزدیکی سطح زمین حمل می شوند این مواد به آسانی توسط پوشش گیاهی و موانع توپوگرافی و توده های آب به دام می افتند (سوار و پای ۱۹۸۷)، در حالی که سیلت دانه ریز براحتی در مقیاس وسیعی در جهت عمودی منتشر می شود و ممکن است قبل از رسوب کردن مسافت زیادی را طی کند، در نتیجه لس هایی که از منشاء فاصله بیشتری دارند نسبت به لس های نزدیک به منشاء از میانگین اندازه دانه کمتری برخوردارند (پای و شروین ۱۹۹۹) بنابراین تغییرات جانبی اندازه ذرات معیار مناسبی برای تعیین جهت بادهای غالب و میزان دوری یا نزدیکی به منشاء محسوب می شود.

کاهش یا گسترش نواحی صحرایی نیز باعث تغییر پراکنش لس می گردد.روکوش و همکاران (۲۰۰۳) عدم یکنواختی اندازه ذرات لس های چین در توالی های عمودی را به طور غیر مستقیم به تغییر در حجم توده های یخ ناحیه ای و جهانی نسبت می دهند، به طوری که از نظر این محققین این مسئله مؤید تغییر آب و هوا و در نتیجه شدت وزش باد می گردد، لذا لس های دانه درشت در مقاطع عمودی را به بادهای موسمی شدیدتر دوره های یخچالی و لس های دانه

ریز را به بادهای ضعیف تر دوره های بین یخچالی نسبت می دهند.

کانی شناسی نهشته های لس به زمین شناسی ناحیه منشاء و تا حدودی فرایندهای ثانوی بستگی دارد. نوع کانی های رسی بویژه بوسیله زمین شناسی ناحیه منشاء، شرایط هوازدگی و محیط رسوب گذاری کنترل می شود. در یک مقیاس جهانی بین آب و هوا و کانی های رسی ناشی از هوازدگی انطباق خوبی وجود دارد ( شاملی ۱۹۸۹ ). بررسی ها نشان می دهد که کانی های رسی را می توان در شناخت ویژگی های محیطی منشاء مد نظر قرار داد به طوری که کائولینیت خاص آب و هوای نیمه حاره و حاره ،ایلیت و کلریت نیز خاص نواحی سرد و خشک است( شاملی ۱۹۸۹ ).

نهشته های لس در استان گلستان بیش از ۳۲۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارند (خواجه ۱۳۸۱). بحث های زیادی درباره مکانیسم تشکیل و سنگ منشاء این رسوبات وجود دارد، شواهد زیادی بر بادی بودن این رسوبات دلالت می کند ولی در باره جهت این بادها هنوز اتفاق نظر کامل وجود ندارد. پاشایی (۱۳۷۶) بر اساس ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، جهت بادهای غالب در تشکیل این رسوبات را از طرف شمال تا شمال باختری عنوان می کند، وی رسوبات دشت سیلابی و تپه های ماسه ای شرق خزر را به عنوان منشاء این نهشته ها در نظر می گیرد. روزیکی (۱۹۹۱) بر اساس جهت اصلی حرکت توده های هوای قطبی و بادهای محلی، جهت شمال شرق به طرف جنوب غرب را به عنوان روند بادهای غالب در تشکیل لس های شمال ایران در نظر می گیرد از آنجا که اندازه ذرات در توالی های عمودی لس های استان تغییرات معنی داری را در رخنمون های موجود نشان نمی دهد (خواجه ۱۳۸۱)، این تحقیق می کوشد تا با استفاده از تغییرات جانبی اندازه ذرات و فراوانی کانی کوارتز جهت و شدت بادهای غالب و میزان دوری یا نزدیکی به منشاء را ارزیابی کند، این مهم خود می تواند گامی موثر در بررسی منشاء این رسوبات و ارائه الگوی توزیع اندازه ذرات باشد.

## روش تحقیق

ابتدا با استفاده از تصویر اطلاعات ماهواره ای لندست (ETM) و با کمک نرم افزار الویس نقشه پراکنش لس های استان گلستان اعم از لس های شاخص، هوازده، هوانزده و حمل شده بوسیله تفسیر چشمی تهیه گردید. سپس شش مکان در مناطق آجی سو (Loess-1)، آق بند (Loess-5)، هزارپیچ (Loess-4)، قرناوه (Loess-2) پل چشمه (Loess-6) و قوری چای رامیان (Loess-3) به دلیل وجود لس های شاخص، ترانشه های جدید، وضعیت توپوگرافی متنوع و پراکنش مناسب جهت نمونه برداری مد نظر قرارگرفت. این نقاط در شکل۱ مشخص شده است. به لحاظ کاستن اثر هوازدگی شیمیایی و فرایندهای خاک زایی در توزیع اندازه دانه ها و ترکیب کانی شناسی اولیه، نمونه برداری از عمق ٤ متری انجام شده است، نمونه های فوق بوسیله روش گرانولومتری لیزری وXRD به ترتیب تحت

بررسی دانه سنجی و کانی شناسی قرار گرفت، همچنین مقدار سیلیس (کانی کوارتز) به روش اسپکترومتری با دقت ۰/۰۱ درصد تعیین گردید. با استفاده از دانه سنجی لیزری کمیت های رسوب شناسی (میانگین اندازه دانه، جورشدگی، کج شدگی و کشیدگی) برای هریک از نقاط بر اساس روش فولک و وارد (تاکر ۱۹۹۱) و درصد تقریبی کانی ها بوسیله دیفراکتوگرام های حاصل محاسبه و در نهایت پس از تجزیه و تحلیل نتایج و مقایسه با الگوی جهت باد روزیکی در آسیای میانه و نتایج سایر محققین، جهت بادهای غالب برای تشکیل لس های گلستان ارائه گردید.

## نتایج

اغلب کانی هایی که در لس های اولیه یافت می شوند شامل کوارتز، فلدسپات، میکاها، کلسیت، دولومیت، کانی های رسی و سنگین می باشد. البته بصورت محلی ژیپس، پالی گورسکیت و هیدروکسیدهای آهن نیز ممکن است از اجزاء مهم به شمار رود (پای و شروین ۱۹۹۹). کانی های فوق کمابیش در لس های اولیه گلستان نیز مشاهده می شود.

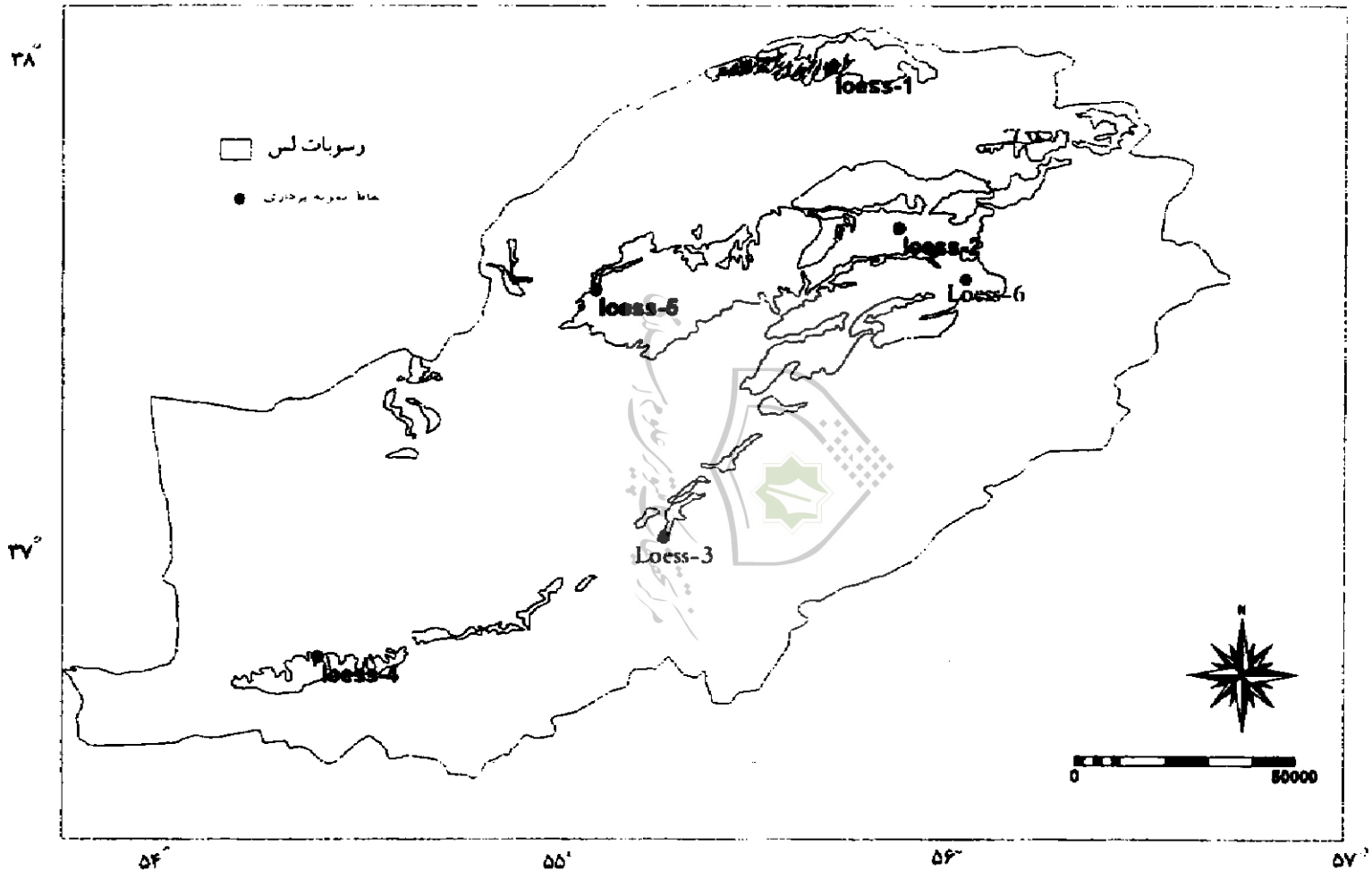
جدول ۱ فراوانی تقریبی کانی های تشکیل دهنده لس های گلستان را بر اساس نتایج XRD نشان می دهد.

براساس نتایج بدست آمده مقدار کانی فلدسپات بین ۹/۳ ٪ در هزار پیچ گرگان تا ۱۲/۲٪ در آجی سو تغییر می کند. همچنین مقدار کانی های رسی و میکا در لس های گلستان در آجی سو با ٤/٥٪ کمترین و در لس های هزار پیچ به بیش از ۱۲٪ می رسد.. با توجه به نتایج بدست آمده کمیت های رسوب شناسی در رسوبات هوانزده و شاخص لس در مناطق مورد بررسی در گستره معینی تغییر می کند، به طوری که میانگین اندازه دانه ها بین $\phi$ ٤/٩٧ تا $\phi$ ٦/٦٦، جورشدگی از $\phi$ ۱/٤ تا $\phi$ ۱/۷۳، کشیدگی ۰/۷٥ تا ۱/۸٤ و کج شدگی ۰/۲۳ تا ۰/٥۱ در نوسان است.

به طور کلی میانگین اندازه دانه ها از شمال خاوری تا شمال به طرف جنوب باختری تا جنوب کاهش می یابد. با توجه به نتایج بدست آمده لس های هزارپیچ گرگان ( $loess-4$ ) و قوری چای رامیان ( $loess-3$ ) به دلیل فراوانی رس از نظر بافتی لس رسی و لس های آجی سو ( $loess-1$ ) و تا حدودی یل چشمه ( $loess-6$ ) لس ماسه ای محسوب می گردند.

شکل (٤ الی ۹) منحنی تجمعی اندازه ذرات را در مناطق مورد بررسی نشان می دهد.

مقدار سیلیس یا فراوانی کانی کوارتز در لس های گلستان از شمال شرقی تا جنوب غربی از٥٦/۲٪ تا ٤٥/٤٪ تغییر می کند. نتایج نشان می دهد که فراوانی سیلیس و میانگین اندازه دانه در لس های گلستان از همبستگی بسیار بالایی برخوردار است (شکل ۱۰).

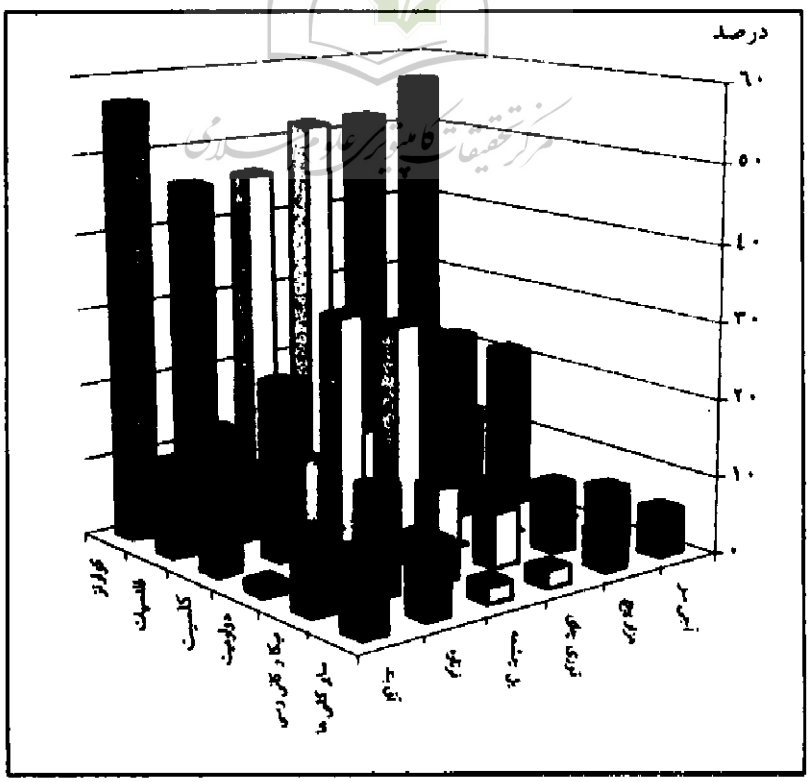



شکل(۱) پراکنش رسوبات لس در استان گلستان و نقاط نمونه برداری

**جدول ۱: فراوانی تقریبی کانی های تشکیل دهنده در لس های مناطق مختلف استان گلستان ( بر اساس نتایج XRD )**

| ردیف | مکان نمونه برداری | کوارتز | فلدسپات | کلسیت | دولومیت | میکا و کانی رسی | سایر کانی ها |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | آق بند | ۲۵/۵۶ | ۱۰/۲ | ۲۱/۲ | ۰ | ٦/٤ | ٦/۹۵ |
| ۲ | فرناوه | ۵۱/۸۸ | ۹/۷ | ۲٤/۷ | ۰ | ۸/۸ | ٦/۹۲ |
| ۳ | یل چشمه | ۵۱/۷ | ۱۱/۲ | ۲۷/٦ | ۰ | ۷/۳ | ٤/۲ |
| ٤ | قوری چای | ٤٦ | ۹/۳ | ۳۰/۱ | ۰ | ۱۲/۲ | ۲/٤ |
| ۵ | هزاربیچ | ٤۵/٤٦ | ۸/۱ | ۲۲/۷ | ۰ | ۱٤/۱ | ۹/٦٤ |
| ٦ | آجی سو | ۵٦/۹۱ | ۱۲/۲ | ۱۸/۳ | ۱/٤ | ٦/۵ | ٦/٦۹ |
| ۷ | میانگین | ۵۱/۳٦ | ۱۰/۱ | ۲٤/۳ | ۰/۲۳ | ۹/۲ | ٤/٤ |

مقادیر بر حسب درصد می باشد.

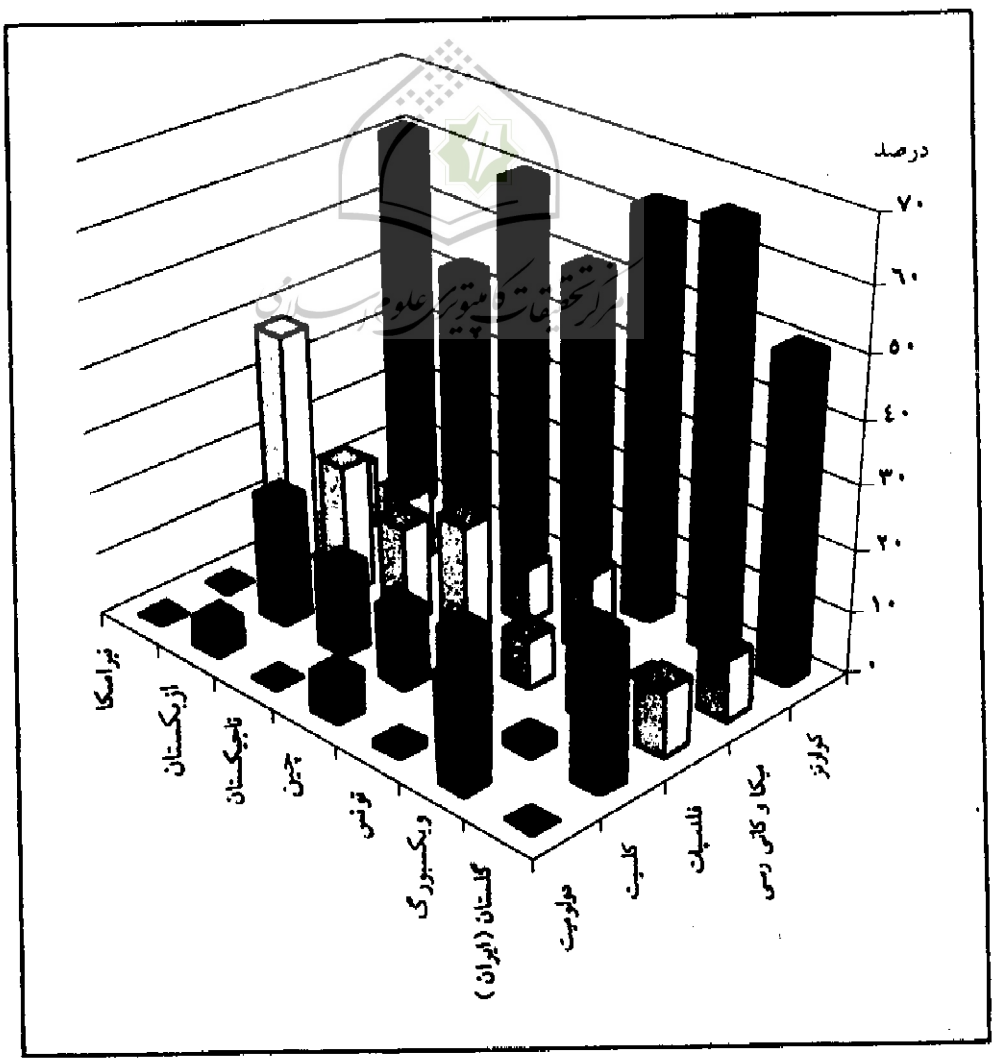



**شکل ۲: هیستوگرام ترکیب کانی شناسی لس های مناطق مختلف استان گلستان**

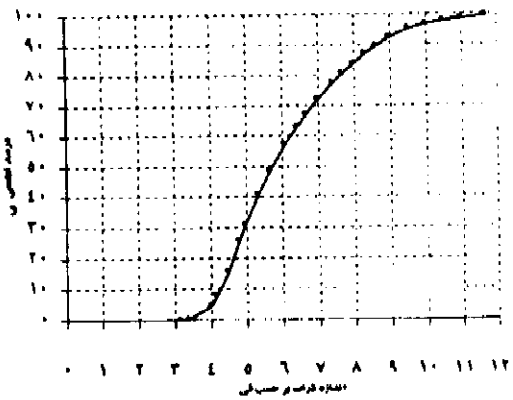
**جدول ۲: میانگین ترکیب کانی شناسی لس های مناطق مختلف جهان و استان گلستان ( بر حسب درصد)**

| مناطق لسی | کوارتز | فلدسپات | کلسیت | دولومیت | میکا و کانی رسی |
|---|---|---|---|---|---|
| نبراسکا( کانادا ) | ٦١ | ٣٨ | ٠ | ٠ | ١١ |
| ازبکستان | ٤٣ | ٢١ | ٢٠ | ٥ | ١١ |
| تاجیکستان | ٦١ | ١٦ | ١٤ | ٠ | ٨ |
| چین | ٥١ | ٢١ | ١٢ | ٧ | ٩ |
| تونس | ٦٤ | ٨ | ١٤ | ١ | ١٣ |
| ویکسبورگ | ٦٦ | ١٤ | ٢ | ١٨ | ٠ |
| گلستان ( ایران ) | ٥١ | ١١ | ٢٤ | ٠ | ١٠ |

اطلاعات مربوط به لس های مناطق مختلف جهان از پای و شروین (۱۹۹۹) اقتباس شده است.



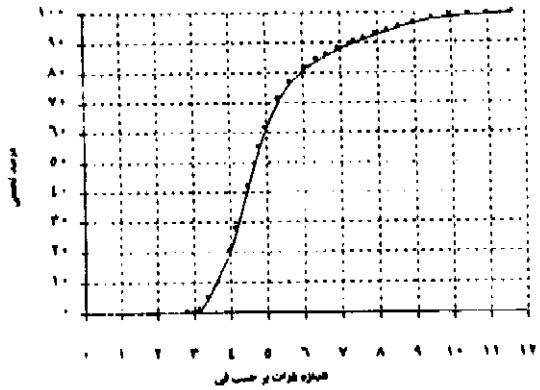

**شکل ۳ : هیستوگرام میانگین ترکیب کانی شناسی لس های مناطق مختلف جهان و استان گلستان**



شکل( ۱ ) منحنی تجمعی اندازه ذرات نمونه( Loess-2)

$K_G$ = ۰.۷۱
$M_z$ = ۶.۰۸ φ
$\sigma_\varphi$ = ۱.۵
Sk = ۰.۱۷
ماسه = ۰
سیلت = ۷۸٪
رس = ۱۷٪
سیلیس = ۵۱/۸٪

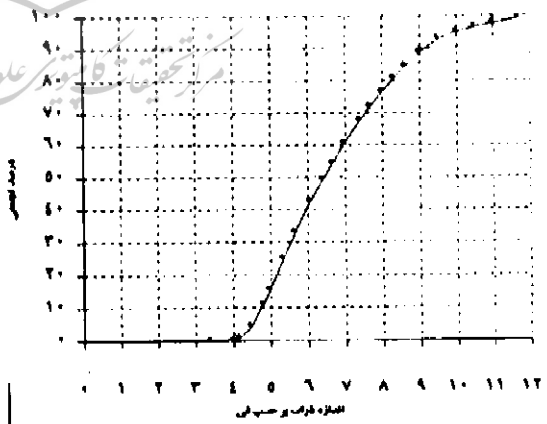
مختصات = (۴۹۸۸۳۰ ، ۴۱۷۵۳۸۱)



شکل( ۵ ) منحنی تجمعی اندازه ذرات نمونه( Loess-1)

$K_G$ = ۱.۱۲
$M_z$ = ۴.۹۷ φ
$\sigma_\varphi$ = ۱.۴۴
Sk = ۰.۲۳
ماسه = ٪۲۰
سیلت = ٪۷۵
رس = ٪۵
سیلیس = ٪۵۱/۷

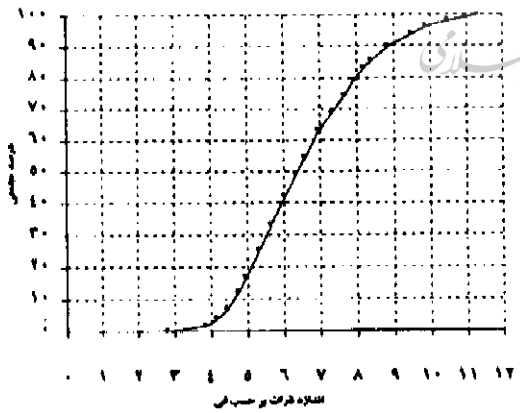
مختصات = (۳۸۲۷۶۹ ، ۴۲۰۲۷۲۷)



شکل( ۶ ) منحنی تجمعی اندازه ذرات نمونه( Loess-4)

$K_G$ = ۱.۰۹۱
$M_z$ = ۶.۶۶ φ
$\sigma_\varphi$ = ۱.۷۳
Sk = ۰.۲۶
ماسه = ٪۰/۵
سیلت = ٪۷۶
رس = ٪۲۳/۵
سیلیس = ٪۵۰/۴

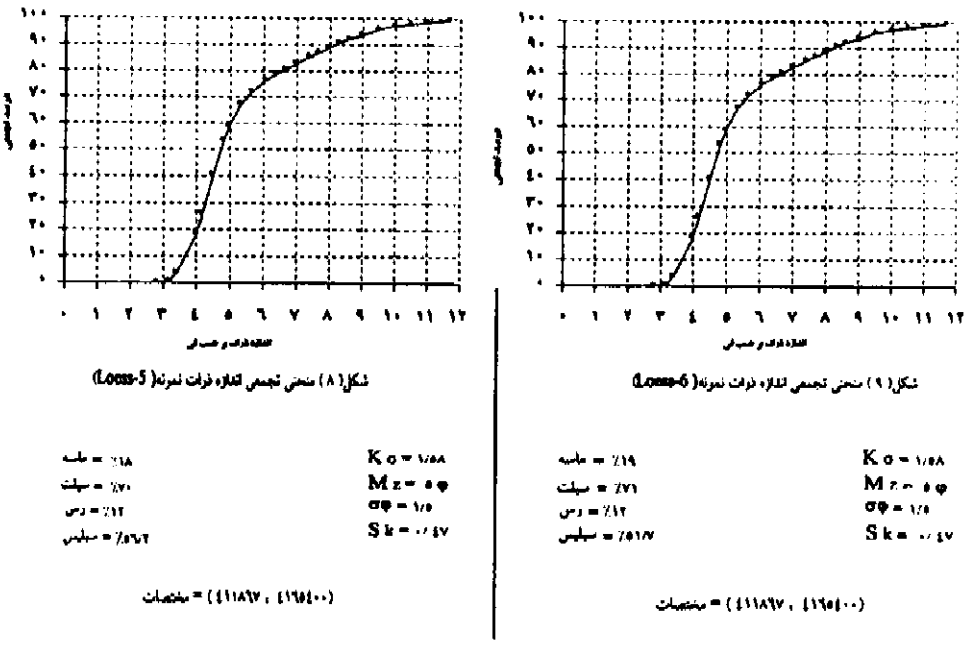
مختصات = (۲۶۸۲۳۹ ، ۴۰۷۹۸۱۰)

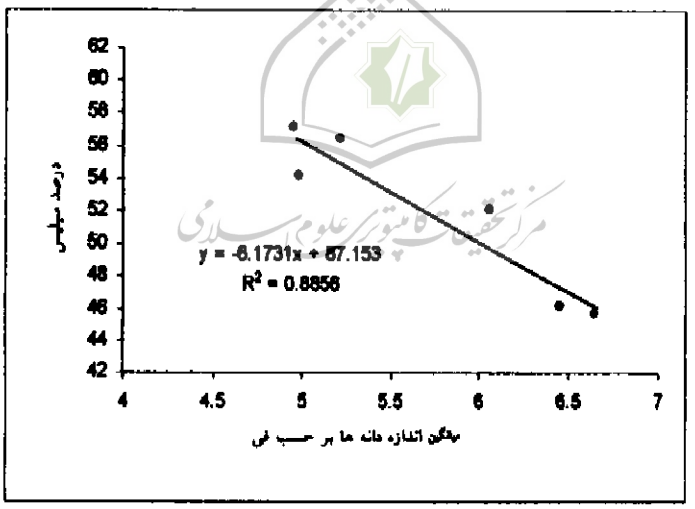


شکل( ۷ ) منحنی تجمعی اندازه ذرات نمونه( Loess-3)

$K_G$ = ۰/۹۱
$M_z$ = ۷.۴۷ φ
$\sigma_\varphi$ = ۱/۶۶
Sk = ۰/۲۳
ماسه = ٪۲
سیلت = ٪۷۸
رس = ٪۲۰
سیلیس = ٪۴۶/۱

مختصات = (۴۱۱۸۶۷ ، ۴۱۶۵۴۰۰)




**شکل ( ۱۰ ) میانگین اندازه دانه ها بر حسب سیلیس در لس های اولیه گلستان**

## نتیجه گیری

بخش وسیعی از استان گلستان بوسیله رسوبات لس پوشیده شده است. بسیاری از کمیت های رسوب شناسی وکانی های تشکیل دهنده برای لس های جهان در دامنه نسبتا وسیعی تغییر می کند (شکل ۳). ترکیب کانی شناسی لس های گلستان در نقاط مختلف با یکدیگر یکسان نیست با توجه به شکل ۲ بخشی از تفاوت های مشاهده شده در مقدار فلدسپات به دلیل اختلاف نرخ هوازدگی شیمیایی در این نهشته ها می باشد به طوری که این تفاوت در رسوبات سطحی از شدت بیشتری برخوردار است. کانی های نامقاوم مانند فلدسپات در اثر فرایند هوازدگی به کانی های رسی تبدیل می شوند. بر

اساس نتایج حاصل لس های هزار پیچ با وجود حداقل مقدار فلدسپات حاوی کائولینیت بیشتری هستند، کائولینیت در لس های گلستان ثانوی بوده و تحت شرایط معتدل از تجزیه فلدسپات پلاژیوکلاز و فلدسپات های قلیایی حاصل شده است (خواجه ۱۳۸۱). کانی کلسیت یکی از کانی های متداول در لس های گلستان می باشد فراوانی کلسیت در رسوبات لس بیشتر به عوامل آب و هوایی و فرایندهای شستشو بستگی دارد معمولا مقدار این کانی در افق های سطحی مناطق خشک بیشتر و در لس های نواحی مرطوب کمتر است به عبارت دیگر تغییرات این کانی بیشتر به فرایندهای ثانوی بستگی داشته و تغییرات فراوانی آن نمی تواند اطلاعات مناسبی در باره شرایط تشکیل این نهشته ها ارائه دهد.مقدار کانی های رسی در رسوبات لس نیز تا حدودی به نوع آب و هوا و شدت فرایندهای هوازدگی شیمیایی بستگی دارد با این وجود نوع کانی های رسی اغلب برای تفسیر ویژگی های محیطی منشاء مد نظر قرار می گیرند. صرف نظر از کائولینیت که یک کانی رسی ثانوی است و بیشتر در شرایط معتدل امروزی شکل گرفته وجود ایلیت و کلریت به صورت اولیه در لس های گلستان وجود یک آب و هوای سرد و خشک را برای منشاء این نهشته ها نشان می دهد( خواجه ۱۳۸۱ ) . کانی کوارتز تقریبا در تمام لس های جهان فراوانترین کانی تشکیل دهنده می باشد. فراوانی این کانی در نقاط مورد بررسی به بیش از ۵۶٪ می رسد . تجزیه و تحلیل شرایط رسوب گذاری بر اساس فراوانی کوارتز روش مطمئن تری برای درک شرایط حمل غبار است زیرا کوارتز تحت تاثیر فرایندهای هوازدگی و خاک زایی قرار نمی گیرد. فراوانی کوارتز در لس های گلستان از شمال شرقی تا جنوب غربی به طور محسوس کاهش می یابد. اندازه دانه ها در رسوبات لس گلستان در دامنه معینی تغییر می کند به طوری که انواع لس های ماسه ای تا رسی قابل تشخیص است. مطالعاتی که تا کنون در باره اندازه ذرات لس در استان گلستان انجام شده بر اساس روش هیدرومتری استوار است در حالی که بسیاری از محققین روش گرانولومتری لیزری را به دلیل دقت بیشتر توصیه می کنند.

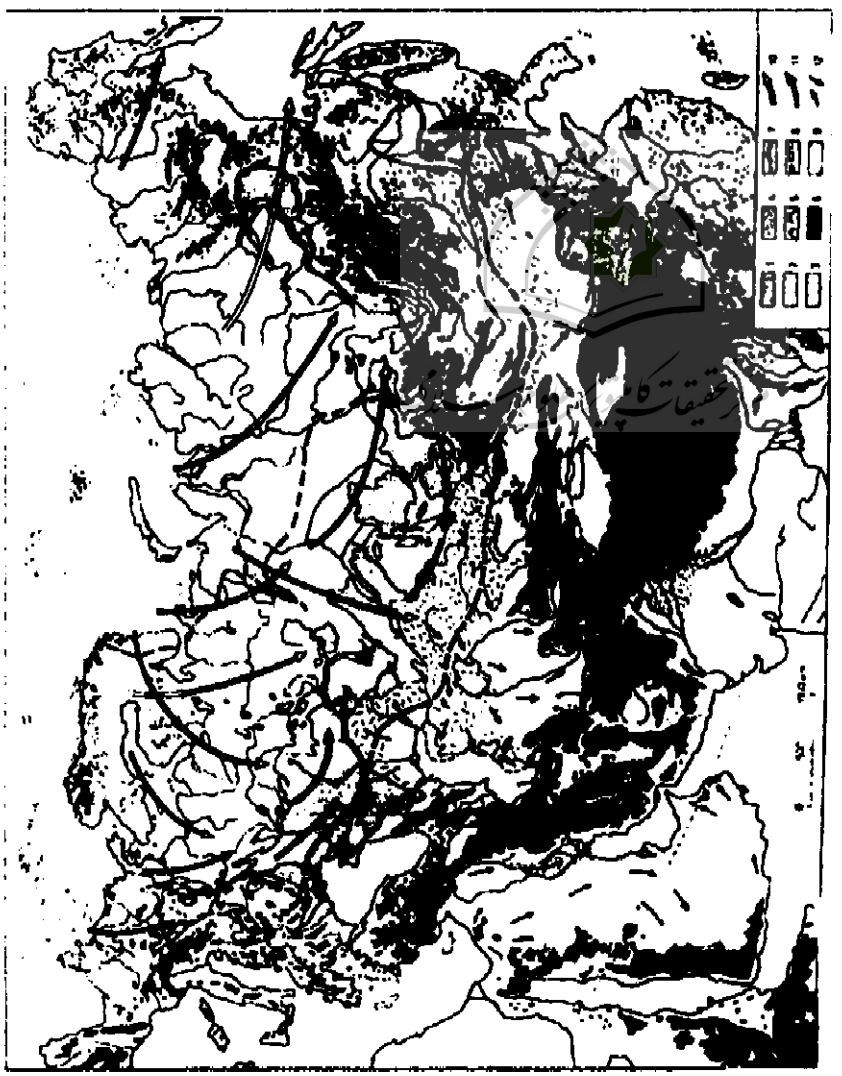
اندازه دانه و فراوانی کوارتز در جهت وزش باد همواره کاهش می یابد (پای ۱۹۹٤). با توجه به نتایج بدست آمده میانگین اندازه ذرات لس به طور جانبی تغییر می کند، در حالی که اندازه دانه ها در مقاطع عمودی بدون در نظر گرفتن افق های خاک قدیمی (مدفون) تغییرات قابل ذکری ندارند (خواجه ۱۳۸۱)، به عبارت دیگر اندازه دانه ها در طول زمان تقریبا ثابت بوده در حالی که از نظر مکانی بسته به انرژی و جهت باد مقادیر متفاوتی را نشان می دهند.فراوانی کوارتز نیز به موازات جهت کاهش اندازه دانه ها تنزل می یابد (شکل ۱۰). بر اساس نتایج حاصل جهت باد برای تشکیل لس های گلستان از سمت شمال خاوری و شمال به طرف جنوب باختری و جنوب بوده است، به طوری که با وزش بادهای شدید در طول دوره یخچالی اخیر ذرات سیلت درشت و تا حدودی ماسه دانه ریز در افق های پائین

جو حمل و در شمال خاوری توسط برجستگی های کم ارتفاع سازند سنگانه و سرچشمه به دام افتاده و اغلب دامنه های شمالی و خاوری این واحدها را پوشانده است در حالی که سیلت های دانه ریز در افق های بالاتر جو حمل و فقط بوسیله ارتفاعات بلند البرز متوقف شده است. بنابراین لس دانه ریز بیشتر در نواحی جنوب باختری تا جنوب متمرکز شده اند. روند کاهش اندازه دانه ها به وضعیت توپوگرافی در جهت وزش باد بستگی دارد ، از آنجا که افزایش ارتفاع از شمال خاوری به طرف جنوب باختری منظم نیست لذا کاهش در اندازه دانه و مقدار کوارتز به طور منظم صورت نمی گیرد.

به نظر پاشایی ( ۱۳۷٦ ) جهت بادهای غالب در تشکیل نهشته های لس گلستان از طرف شمال تا شمال باختری بوده است به گونه ای که منشاء این نهشته ها را رسوبات دشت سیلابی و تپه های ماسه ای واقع در حاشیه خاوری دریای خزر می داند، یکی از دلایل ایشان بزرگتر بودن اندازه دانه در تپه های اطراف دریاچه اینچه ( شکل ۱ ) در مقایسه با نمونه های شمال خاوری است. بررسی رسوبات تپه های اینچه نشان می دهد که این نهشته ها در زمره لس های حمل شده قرار دارند، به طوری که در بین ذرات آن خرده های استراکود و فرامینیفر خزر مشاهده می شود (خواجه ۱۳۸۱)، درصد بالای ماسه در این نهشته ها خود دلیلی دیگر بر این مدعاست. در بررسی توزیع اندازه ذرات در جهت عمودی یا جانبی باید تنها لس های شاخص مد نظر قرار گیرند زیرا فقط این نهشته ها می توانند میزان تغییرات انرژی رسوبی را منعکس کنند.تغییرات اندازه ذرات در لس های حمل شده و یا مقایسه آنها با لس های شاخص نمی تواند معیار مناسبی برای تعیین جهت بادهای غالب به حساب آید.اگر بادهای غالب از طرف شمال و شمال باختری وزیده باشند و یا به عبارت دیگر منشاء لس های گلستان رسوبات دشت سیلابی و تپه های ماسه ای شرقی خزر بوده باشد ، اولا در این صورت سطح دانه های کوارتز می بایست وجود منشاء فوق را تائید کند ، در حالی که بررسی های *SEM* در دانه های کوارتز، بافت سطح دانه محیط های یخچالی مانند شکستگی های پله ای و شیاری را نمایان می کند ( خواجه ۱۳۸۱ )، ثانیا بسیاری از رخنمون های نزدیک به خزر مانند لس های گرگان باید نسبت به رخنمون های دور از خزر مانند لس های شمال خاوری گلستان تا شمال خراسان از میانگین اندازه دانه بیشتری برخوردار باشد،در صورتی که نتایج دانه سنجی این امر را تائید نمی کند.

با توجه به شکل ( ۱۱ ) که جهت های اصلی حرکت توده های هوای قطبی و بادهای محلی در اورازیا را نشان می دهد، لس های شمال ایران بوسیله بادهایی با جهت شمال خاوری به طرف جنوب باختری حاصل شده اند (روزیکی ۱۹۹۱). در مقیاس محدودتر در استان گلستان با توجه به روند کاهش اندازه دانه ها و مقدار کوارتز می توان دریافت که جهت کلی باد برای تشکیل لس های گلستان تقریبا دارای همان روند شمال خاوری و شمال به سمت جنوب باختری و جنوب است. بوسیله تغییرات

اندازه دانه و مقدار سیلیس در جهت جانبی می توان به جهت کلی بادهای غالب پی برد ولی برای تعیین منشاء لس های گلستان علاوه بر بررسی های فوق نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه *SEM*، ژئوشیمی ایزوتوپی و فراوانی عناصر فرعی و کمیاب وجود دارد.



شکل ۱۱ توزیع لس در اوراسیا ( اقتباس از روزو یکی (۱۹۹۱)

1 مجموعه تپه های لسی
2 دشت های آبرفتی ( که غبارهای لس در آن ته نشست شده اند)
3 صحراهای ماسه ای
4 صحرای گبی
5 فلات های قلیایی
6 کوهستان هایی با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر
7 مرز جنوبی ناحیه یخبندان دائمی
8 مرز یخبندان دائمی در پلیستوسن
9 محدوده غربی غبار های بادی روی دریای خزر و اورال
10 جهت اصلی حرکت توده های هوای قطبی
11 تغییر جهت اصلی سیکلون های آتلانتیک
12 بادهای مسلط

## منابع

۱- پاشایی، ع. (۱۳۷٦). بررسی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و چگونگی خاستگاه رسوب های لسی در منطقه گرگان و دشت، نشریه علوم زمین. شماره ۲٤-۲۳، صفحه ۷۸-٦۷.

۲- خواجه، م. (۱۳۸۱). بررسی رسوب شناسی ،محیط رسوبی و رسوب زایی نهشته های کواترنر حوضه گرگانرود. رساله دکتری زمین شناسی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۵۰ صفحه.

3- Bigelow, N., Beget, J.,and Powers, R., 1990. Late Pleistocene increase in wind intensity recorded in aeolian sediments from central Alaska. *Quaternary Research*,34, 160-165.

4- Chamly, H., 1989. Clay Sedimentology, Springer-Verlag, P 3-72.

5- Mazzullo, J., Alexander, A., Tieh, T. and Menglin, D., 1992. The effects of wind transport on the shapes of quartz silt grains. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62, 961-971.

6- Pecsi, M., 1990. Loess is not just accumulation of airborn dust.*Quaternary International*,7/8, 1-21.

7- Pye,K., 1994. Sediment transport and depositional process ,*Blackwell Scientific Pub.*260p, chapter 4 ,p 89-118.

*8- Pye , K. and Sherwin , D., 1999.Loess , in : Aeolian Environments and Landforms, Edited by A.S.Goudie,I.Livingstone and S. Stokes.1999 John Wiely & Sons Ltd ,p 213-239*

9- Rokosh, D. et al., 2003. Hydrological and geologic factors that infuenced spatial variations in Loess deposition in China during the last interglacial-glacial cycle : results from proxy climate and GCM analyses. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 193, 249-280.

10- Rozycki , S . Z., 1991 . Loess and Loess-like Deposits.The Publishing House of the Polish Academy of Sciences, Wroclaw , p 76-107.

11- 36- Tucker, R.M.E.,1989. Techniques in sedimentology, Blackwell Scientific publications, p 11-15.

12- Tsoar. H. and Pye. K., 1987. Dust transport and the question of desert loess formation.*Sedimentology*. 34. 139-153.

13- Winspear. N.R.and Pye. K., 1996. Textural, geochemical and mineralogical evidence for the sources of aeolian sand in central and southwestern Nebraska. USA. *Sedimentary Geology*, 101. 85-95.

14- Xiao, J., Porter, S.C., An, Z. et al., 1995. Grain size of quartz as an indicator of winter Monsoon strength on the Loess Plateau of Central China during the last 130000 Yr. Quaternary Research, 43, 22-29.

# *THE STUDY OF LATERAL VARIATION OF GRAIN SIZE AND MINERALOGY IN ORDER TO DETERMINE PREVAILING WINDS DIRECTION IN THE FORMATION OF LOESS SEDIMENTS OF GOLESTAN PROVINCE*

M. Khadjeh[1], J. Ghauomian[2], S. Faiznia[3]
1- Assistant Prof.of *Islamic Azad University,Gorgon Branch*, 2- Assistant Prof.of Soil Conservation and Watershed Management Research Center, 3- Professor of Natural Resources Faculty, University of Tehran

Received : 14/6/2004

## ABSTRACT

A large part of Golestan Province is covered with loess sediments. Although there are many evidence that these sediments are eolian , there still are many discussions about their source, mode of formation and prevailing wind direction. The changing trend of grain size and quartz abundance in lateral direction determines not only prevailing wind flow direction, but also their source: grain size and quartz abundance decrease in wind flow direction. In this research, it was confirmed that these sediments are eolian and lateral variations of grains size and mineralogical composition, especially quartz were used to determine prevailing winds direction. Afterwards loess distribution map in the Province of Golestan was prepared by satellite data (ETM) and with help of Ilwis software. Loesses and weathered loesses were sampled from the depth of 4 meters, to eliminate the effect of weathering. The samples were studied by Laser granulometry and XRD. According to the results, average grain size and amount of quartz considerably decrease from north-east to south-west: Grain size changes from 6.66φ to 4.97φ and quartz mineral abundance from56.2% to 45.5% . Therefore, according to the obtained results, prevailing winds direction during formation of these sediments was from north-east to south-west and south.

**Key word:** Loess, Grain size, Quartz, Laser granulometry