

## مدلسازی حرکت ماسه های روان با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و شبکه عصبی مصنوعی (منطقه مورد مطالعه: دشت لوت)

علیرضا رضایی

دانشجو دکترا جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

شماره همراه: ۰۹۱۷۳۷۳۶۷۷۸

Ph.d.alirezarezaei@yahoo.com

دکتر مرضیه موغلی

دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی لارستان

شماره همراه: ۰۹۱۷۱۸۱۷۹۵۹

mmoghali@yahoo.com

### چکیده

جهت تهیه مدل ارتفاع رقومی منطقه، از روش رقومی کردن خطوط تراز موجود در نقشه های توپوگرافی و سپس میان یابی کردن آنها استفاده شده است. بدین ترتیب که ابتدا نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه توسط نرم افزار GIS تبدیل به TIN شد و آنگاه از نقشه TIN تهیه شده گردید و سپس DEM منطقه تهیه گردید. تصحیحات و پردازش های لازم روی تصاویر انجام شد. برای مدل شبکه های عصبی مصنوعی از جعبه ابزار شبکه عصبی مصنوعی از نرم افزار spss16 استفاده شده است. جابجایی تپه های ماسه ای با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و مدل های رگرسیونی مدل سازی شد. در یک فرآیند مدلسازی اعم از آماری یا شبکه های عصبی مصنوعی، داده ها معمولا به دو قسمت تقسیم می شوند. یک قسمت برای آموزش یا کالیبره کردن یا واسنجی مدل و قسمت دیگر برای آزمون یا صحت سنجی مدل می باشد. نتایج نشان داد سنجش از دور، شبکه های عصبی مصنوعی و مدل های رگرسیونی دارای قابلیت خوبی برای مدل سازی جابجایی تپه های ماسه ای می باشند. در این تحقیق از تکنولوژی سنجش از دور در مطالعه و مانیتورینگ مرفولوژی تپه های شن روان فعال و منشایابی آن در منطقه استفاده گردیده که جهت تهیه نقشه های ژئومرفولوژی کواترنر، بهبود نقشه زمین شناسی، تفکیک انواع شن در دشت لوت و بالاخره بارزسازی ارتباط بین مناطق برداشت و رسوب مورد استفاده قرار گرفته است.

**کلمات کلیدی:** فرسایش بادی، سنجش از دور، شبکه های عصبی مصنوعی، مدل سازی، کویر لوت

امروزه کمتر منطقه ای را در سطح زمین می توان یافت که در معرض تخریب و فرسایش قرار نگرفته باشد. حفظ و نگهداری از منابع طبیعی به مفهوم عدم بهره برداری و دور نگه داشتن آنها از دسترس جوامع انسانی نیست، بلکه این عنوان به بهره برداری منطقی، علمی و جلوگیری از نابودی و تخریب تدریجی منابع طبیعی و سنجش میزان بهره وری آنها اطلاق می شود. در مطالعات جغرافیایی، خاک فقط به عنوان یک منبع طبیعی در کانون توجه قرار ندارد، بلکه بشتر به خاطر آنکه در معرض یک خطای تباه کننده به نام فرسایش قرار گرفته نیازمند بررسی، حفاظت و مراقبت است. مقدار و نوع فرسایش خاک از مکانی به مکان دیگر متفاوت است و آگاهی از آنها می تواند در برنامه ریزی ها بسیار سودمند باشد. واژه فرسایش از لغت فرسودن گرفته شده است این مفهوم شامل فرآیند تخریب، انحلال، حمل و رسوب گذاری است. به گزارش سازمان بهره وری آسیا، فرسایش خاک در ایران معادل دو تن در هکتار در سال می باشد. و آمارها نشان می دهد که ده سال گذشته، فرسایش ۳۱ تن در هکتار در سال بوده و طی این مدت فرسایش خاک دو برابر شده است. (UNDP, 1999) به همین دلیل مسئله مبارزه با فرسایش خاک یکی از مهمترین وظایف و اقدامات در کشور ما می باشد. اولین تحقیقات علمی در زمینه فرسایش در سال های آخر قرن نوزدهم توسط ولنی (Wollny) دانشمند آلمانی انجام گرفت و به دنبال آن نخستین آزمایشات کمی در آمریکا و به سال ۱۹۱۵ عملی گردید. الیسون (Ellisoin) در سال ۱۹۴۴ اولین کسی بود که مطالعه بر روی عمل مکانیکی قطعات باران بر خاک را به انجام رسانید. بعدها ویشمایر و اسمیت (Wischmeier & smith) با فنون پیشرفته توانستند فرسایش را به طور کمی تعیین نمایند و محصل کار آنها ابداع معادله جهانی فرسایش (Universal Soil Loess equation) خاک بود. سوال اصلی پژوهش، این است که آیا با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، سیستم اطلاعات مکانی و سنجش از دور تا چه اندازه ای می توان حرکت ماسه های روان را مدل سازی کرد؟ کریمی و همکاران (۱۳۸۶) در مقاله ای به ارزیابی و طبقه بندی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات مکانی پرداخته و منطقه خشک شمال اصفهان را با تصاویر TM و ETM+ مورد بررسی قرار داده اند. یمانی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات مورفومتری تپه های ماسه ای با استفاده از روش سنجش از دور در منطقه جنوب شرقی عشق آباد پرداخته اند، در این مطالعه تغییرات مورفومتری تپه ماسه ای جنوب شرقی شهر عشق آباد، در دوره زمانی دوازده ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۲) با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷، مورد بررسی قرار گرفته است تصاویر ماهواره ای پس از تصحیحات هندسی، به سه روش نظارت شده با بیشترین شباهت، نظارت شده با کمترین فاصله از میانگین و روش نظارت نشده، در نرم افزار ENVI طبقه بندی شدند. محمدحسین رامشت و همکاران در سال (۱۳۸۹) میزان گسترش تپه های ماسه ای شرق جاسک در بازه زمانی (۱۳۸۳-۱۳۶۹) با استفاده از GIS و RS پرداخته است. بیهقی و همکاران (۱۳۹۳) به شناسایی اهداف محیطی با استفاده از دو روش MTMF و MNF مطالعه ی موردی جنوب غرب سبزوار را بررسی کردند. کاظمی نیا و همکاران (۱۳۸۹) به مطالعه مورفولوژی و کانی شناسی تپه های ماسه ای اهواز با استفاده از تکنیک های سنجش از دور پرداخته

پرداختند. در این مطالعه داده سنجنده های ETM<sup>2002</sup>، TM<sup>1991</sup> ماهواره لندست برای ارزیابی و مطالعه تپه های ماسه ای موجود در اراضی شمال غرب و غرب شهر اهواز استفاده گردیده است Jank (2016) با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست تغییرات و جابجایی تپه های ماسه ای را بررسی کرد. QONG (2015) با استفاده از تصاویر رادار به بررسی تپه های ماسه ای در بیابان تاکلیماکان پین پرداخت این خصوصیات شامل ارتفاع، شیب و جهت تپه های ماسه ای بود و به منظور بررسی ارتباط بین شکل تپه های ماسه ای و رژیم بادی منطقه از تصاویر ماهواره ای TM جهت تفکیک انواع تپه ها از نظر مورفولوژی استفاده کردند. (Chappell 2014) با استفاده از تصاویر ماهواره ای به بررسی فرسایش بادی در منطقه ای در جنوب غرب نیجریه پرداخت.

## مواد و روش ها

### منطقه مورد مطالعه

دشت لوت محدوده ای است که بین استان های خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان و کرمان دشت لوت بین دو گسل نهبندان در شرق و نای بند در غرب قرار دارد. که در شکل ۱ نشان داده شده است. حد شمالی آن در حد مدار ۳۲ درجه و حد جنوبی در حد مدار ۲۸ درجه است. وسعت حوضه آبرگیر دشت لوت، حدود ۱۷۵ هزار کیلومتر مربع (یک دهم مساحت کشور) طول آن از شمال به جنوب حدود ۹۰۰ کیلومتر و غرب به شرق حدود ۵۰۰ کیلومتر است پست ترین نقطه دشت لوت ۱۹۰ متر از سطح دریا است. منطقه مورد مطالعه در محدوده عرض های ۳۱ درجه و ۵۲ دقیقه و ۵۶ ثانیه تا ۳۴ درجه و ۱ دقیقه و ۱۸ ثانیه شمالی و محدوده طول های ۵۰ درجه و ۲۷ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۵۳ درجه و ۳۱ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی قرار دارد. از نظر دسترسی یکی از راه های مهم منطقه مورد مطالعه راه شهرستان کرمان با جاده ای به طول ۱۲۰ کیلومتر است و نیز جاده ای به طول ۱۸۰ کیلومتر که سیستان را به یزد متصل می کند. دشت لوت از شمال غربی به جنوب شرقی کشیده شده است. طول آن حدود ۳۲۰ کیلومتر (۲۰۰ مایل) و عرض آن حدود ۱۶۰ کیلومتر (۱۰۰ مایل) می باشد. در منتهی الیه جنوبی منطقه ای هموار مرکزی، بر اثر تعدیل نسبی شرایط آب و هوایی و وجود آب قابل مصرف بیشتر و خاک بهتر نسبت به منطقه ای وسیع شمالی، امکان زندگی مساعدتری فراهم گردیده است. اما در منطقه ای وسیع شمالی جز در مرز دشت و پایکوه، آن هم به طور محدود، زندگی انسانی وجود ندارد. این اختلاف در مورد گسترش زندگی نباتی نیز کاملاً محسوس است.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی دشت لوت

## روش تحقیق

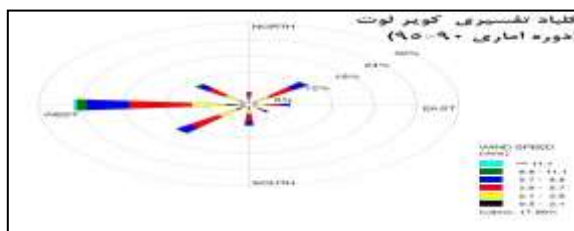
روش تحقیق چهار چوب یا نظام فکری که تحقیق باید در حیطه آن انجام پذیرد را مشخص می کند که در این تحقیق مطالعات مقدماتی و طراحی مدل مفهومی تحقیق انجام گرفته سپس به جمع آوری و تهیه لایه های اطلاعاتی مورد نیاز مانند نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و نقشه های زمین شناسی منطقه و نیز تهیه اطلاعات اقلیمی از طریق ایستگاه های سینوپتیکی منطقه پرداخته شده در مرحله بعد تهیه و پردازش تصاویر ماهواره ای و طبقه بندی تصاویر برای رقومی کردن لایه های اطلاعاتی جهت ورود به محیط GIS و زمین مرجع نمودن (Georefrencing) آنها برای بررسی لایه های اطلاعاتی مورد استفاده در مدل شبکه عصبی و تلفیق این لایه ها در نظر گرفته شده سپس اجرای آنالیز همبستگی جهت مشخص شدن همبستگی بین پارامترها و مولفه های اندازه گیری شده با یکدیگر و جابجایی های موجود برای اجرای شبکه عصبی مصنوعی شبیه سازی حرکت ماسه های روان و ارزیابی دقت شبیه سازی انجام شده نهایتاً تجزیه و تحلیل یافته ها و ارائه مدل نهایی تحقیق ارائه شده است.

## هوا و اقلیم منطقه

دشت لوت از جمله مناطق فراگرم و خشک جهان است. هسته آن در سالهای ۲۰۰۴، ۲۰۰۵، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷ و ۲۰۰۹ گرمترین نقطه بر سطح کره زمین شناخته شده است که بیشترین آن در سال ۲۰۰۵ با بیشینه دمای ۷۰٫۷ درجه سانتیگراد ثبت گردیده است. دانشمندان علت گرمای بالای آن را رنگ تیره و خشکی سطح آن دانسته اند که موجب جذب گرمای خورشید می شود. در تحقیقات جدیدناساکه با استفاده از اطلاعات ماهواره ای ۲۰ سال گذشته انجام شد مشخص شد دمای دشت لوت در طول این سالها حتی دمای ۸۱ درجه سانتیگراد را تجربه کرده است. میانگین سالانه دما ۲۲ درجه سانتی گراد بوده، متوسط بارندگی سالانه ۴۳ میلیمتر و متوسط سرعت باد ۱۳/۹۵ نات و حداکثر

سرعت باد ۲۴ جهت شمالی، اقلیم منطقه مورد مطالعه فراخشک می باشد که در شکل ۲ نشان داده شده و در جدول ۱ موقعیت مکانی ایستگاه های سینوپتیکی در نظر گرفته شده است

شکل ۲ نمودار گلباد کویر لوت



تأییدیه لکالی قبیل از چاب الکترونیک

جدول ۱ موقعیت مکانی ایستگاه های سینوپتیکی

فاصله تقریبی	موقعیت مکانی	نام ایستگاه سینوپتیک
50km	LATITUDE 30 25N LONGITUDE 57 42E ELEVATION 400.0M	شهداد
10Km	LATITUDE 29 51N LONGITUDE 59 59E ELEVATION 1127M	نصرت آباد
20Km	LATITUDE 32 51N LONGITUDE 58 59E ELEVATION 1307M	نابیند

تپه هایی که در این تحقیق بر مورفولوژی آنها تاکید شده است به اندازه ای بزرگ هستند که قابل تشخیص توسط تصاویر لندست ۸ می باشند. این تپه ها در پاسخ به رژیم بادی سالانه ایجاد می شوند. در حالیکه تپه های نسبتاً کوچک نظیر آنهایی که در پاسخ به تغییرات فصلی رژیم باد بوجود می آیند. توسط لندست قابل دیدن نیستند و محیط های بادی منحصر برای این تپه ها قابل تشخیص بوسیله داده های باد قابل دسترس نمی باشند و این تپه ها معمولاً تحت تاثیر بادهایی قرار دارند که به شدت متأثر از توپوگرافی داخل دشت لوت می باشند.

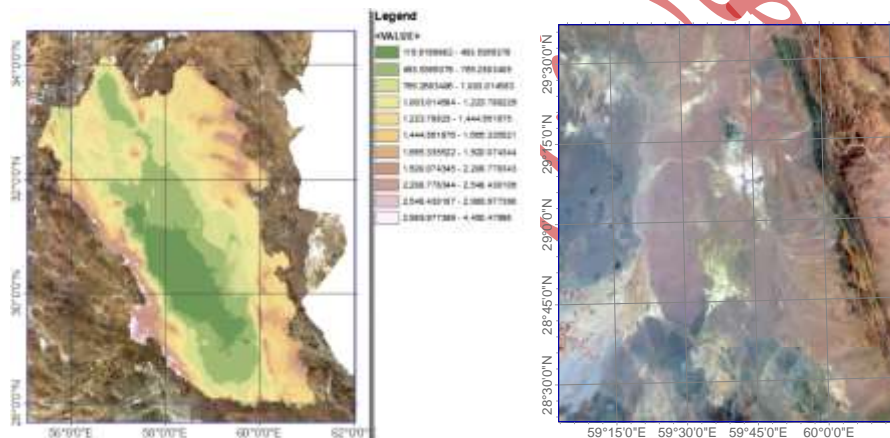
### آنالیز های دور سنجی

در این تحقیق از تصاویر ماهواره لندست ۸، سنجیده OLI منطقه فوق به تاریخ ۲۹ آوریل ۲۰۱۷ استفاده شده است. نرم افزارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل Erdas, Envi, Imagine8.5, Ilwis جهت انجام عملیات و تکنیک های RS و سایر نرم افزارهای مطرح جهت انجام محاسبات عمومی و تهیه نمودارها می باشد. برای تفکیک مناطق برداشت، حمل و انباشت نیز از مدل ارتفاعی رقومی منطقه، تصویر حاصل از آستانه گیری طیفی، ترکیب کاذب رنگی و تصاویر حاصل از کاربرد مجموعه عملیات فیلتر بر روی باندها B6 و نیز تصویر حاصل از افزایش تباین و روشنایی تصویر استفاده شده است. با توجه به آنکه نهشته های بادی مختلف متأثر از جهت باد فرساینده منطقه می باشد، با بررسی وضعیت نهشته ها در تصاویر یاد شده از جمله تصویر حاصل از فیلتر، جهت باد فرساینده غرب، جنوب و جنوب غربی لحاظ گردید. بنابراین مناطقی که در غرب، جنوب و جنوب غربی نهشته های ماسه ای قرار دارند می توانند منشأ تپه های ماسه ای نظیر باشند. در این رابطه نمودارهای گل ماسه نمایش داده شده است، ثانیاً تپه های ماسه ای به طور معمول در مناطق مسطح میانی کریدورهای باد (دشت پوشیده) شکل می گیرند و سایر دشت سرها و اوئدها (خشکه رودها) منشأ مهم نهشته های بادی هستند. با توجه به این تصویر حاصل از ترکیب کاذب رنگی و مدل ارتفاعی رقومی منطقه جهت تفکیک مناطق برداشت و انباشت مورد استفاده قرار گرفت. تصویر حاصل از افزایش تباین و روشنایی ترکیب کاذب رنگی RGB642 نیز در منشأ یابی

نهشته های بادی کاربرد قابل توجهی دارد. در این تصویر مناطق آبی، قرمز و فیروزه ای رنگ هم در منطقه انباشت و هم در منطقه برداشت به خوبی قابل مشاهده هستند. اگر چه تشابه رنگ را نمی توان تشابه ماهیت دانست اما تلفیق تصویر حاصل از افزایش تباین و مدل ارتفاعی رقومی منطقه ارزشهای تصویر حاصل از افزایش تباین را آشکار می سازد.

### تهیه مدل ارتفاع رقومی (DEM) منطقه

جهت تهیه مدل ارتفاع رقومی منطقه، از روش رقومی کردن<sup>۳</sup> خطوط تراز موجود در نقشه های توپوگرافی و سپس میان یابی کردن آنها استفاده شده است. بدین ترتیب که ابتدا نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه توسط نرم افزار GIS تبدیل به TIN شد و آنگاه از نقشه TIN تهیه شده گردید و سپس DEM منطقه تهیه گردید. که در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است همچنین برای انجام عملیات فاز های مطالعاتی، منشأ یابی در این منطقه، برای تفکیک مناطق برداشت، حمل و انباشت و شناخت محل تپه های ماسه ای فعال از مدل ارتفاعی رقومی منطقه استفاده شده است.



شکل ۳ تصویر کاذب (RGB642) منطقه مورد مطالعه شکل ۴ مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد مطالعه

### بحث و یافته ها

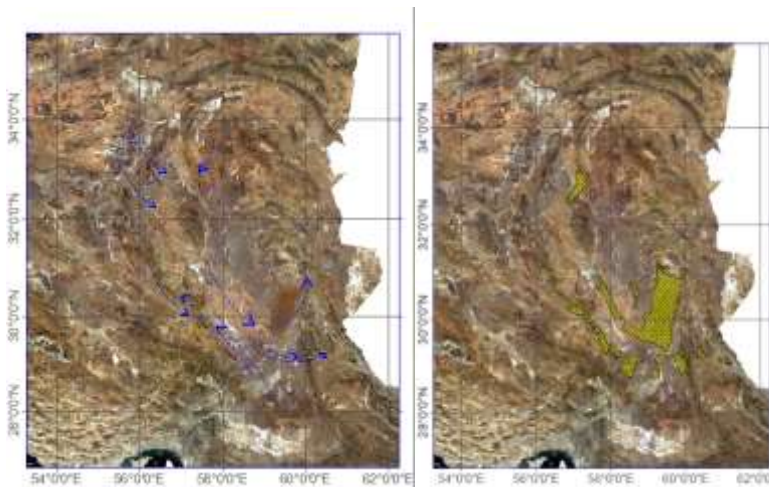
#### منشاء یابی

برای منشاء یابی مکان های برداشت تپه های ماسه ای از تپه های ماسه ای فعال و بعضاً غیر فعال نمونه برداری انجام پذیرفته است. بدین منظور ابتدا به شناخت مکان های تپه های ماسه ای فعال پرداخته شد که نتایج آن در نقشه ی ۶ و ۵ نشان داده شده است.

<sup>2</sup> Digital Elevation model

<sup>3</sup> Digitized





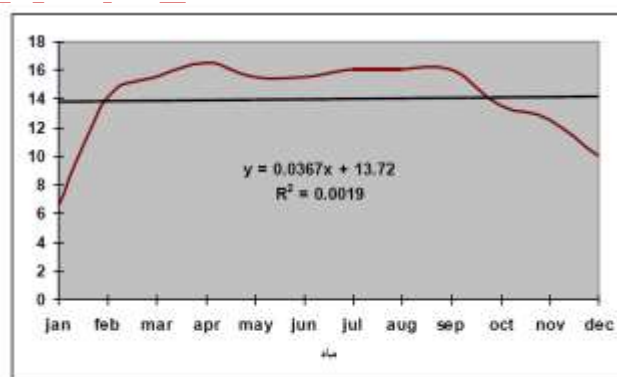
شکل ۵: مکان تپه های ماسه ای فعال شکل ۶: جهت وزش باد غالب

همچنین با توجه به انالیز باد غالب منطقه و حرکت تپه های ماسه های روان نقشه زیر تهیه گردید: در جدول ۲ تحلیل آمار بادها نشان می دهد که بیش ترین فراوانی بادها مربوط به بادهای شمالی و شمال غربی در منطقه است و سریع ترین بادها در ماه های آوریل تا سپتامبر می وزد.

جدول ۲: فراوانی سرعت بادها

فراوانی سرعت بادها در ماه های مختلف سال با جهت های آن ها

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Speed	6.5	14	15.5	16.5	15.5	15.5	16	16	16	13.5	12.5	10
Direction	SW	NW	N	W	NW	N	N	N	N	N	N	N



فراوانی سرعت بادهای منطقه مورد مطالعه در ماه های مختلف

شکل ۷: فراوانی سرعت بادهای منطقه مورد مطالعه در ماه های مختلف

در شکل ۷ گلباد منطقه نشان میدهد که بیش ترین فراوانی بادها دارای جهت "شمالی" است و جهت های شمال شرق و شمال غرب در مقام های بعدی قرار دارد. با توجه به این موارد، حرکت و جا به جایی ارگ مورد



مطالعه به سمت جنوب \_ جنوب شرق و شمال غربی به طور کامل توجیه پذیر است، زیرا ماسه های روان که بیش تر اشکال پویایی مانند برخان ها در منطقه ی مورد مطالعه را ساخته است، تحت تاثیر بادهای حرکت کرده و موجب جابه جایی ارگ در طی سال های متمادی می شود. نتیجه بررسی های حاصل از تصاویر ماهواره ای Bing در شکل ۸ و ۹ نشان میدهد. :



شکل ۸: تپه های ماسه ای فعال شمال شرقی دشت لوت



شکل ۹- تپه های ماسه ای فعال شرقی دشت لوت

در شکل ۱۰ و ۱۱ تحت تاثیر قرار گرفتن جهت گیری تپه های ماسه ای مشخص شده است. تپه های ماسه ای ستاره ای شکل یا صلیبی که در اثر فرسایشی باد هایی هستند که در دو جهت متقابل شمال غربی - جنوب شرقی و شمال شرقی - جنوب غربی میوزند و طی سالیان متمادی ایجاد شده اند.



شکل ۱۰: تپه های ماسه ای فعال جنوب دشت لوت



شکل ۱۱: جهت گیری کلی تپه های ماسه ای فعال جنوب غربی

تصویر بالا نمونه ای از برخان ها است که با توجه به جهت گیری خاصشان به جنوب شرقی حرکت می کنند. تصویر بالا مربوط به بررسی های تپه های ماسه ای از روی تصاویر هوایی است که نشان دهنده ی جهت گیری کلی این عوارض ماسه ای در جهت شمال شرقی می باشد .



شکل ۱۲: گوگل ارث مربوط به سال ۲۰۱۲/۱



شکل ۱۳ گوگل ارث مربوط به سال ۲۰۱۶/۱

پس از مقایسه دو شکل ۱۲ و ۱۳ که مربوط به یک بازه پنج ساله است به میزان جابجایی در هر سال در این منطقه بخصوص دست یافتیم. در نهایت پس از بررسی همه نتایج فوق و نیز نوع مواد حمل شده در مناطق مختلف کویر لوت کهتر شکل ۱۴ نشان داده شده بعنوان منشاء برداشت تپه های ماسه ای شناسایی گردید :



شکل ۱۴: منشأ برداشت تپه های ماسه ای

مورفومتری تپه های فعال شمال غربی و غرب دشت لوت :

جدول ۳ : مورفومتری تپه های حومه شهداد 1383

داده های مورفومتری سال ۱۳۸۰						
ردیف	جابجایی	ارتفاع	عرض	طول	مساحت	حجم
۱	۳,۷۶	۶,۳۷	۱۱۵,۵	۵۲۳	۶۵۹۷۵	۱۵۹۶۰۳
۲	۴,۴۸	۶,۳۸	۱۴۴,۵	۳۷۲,۷	۴۳۱۷۵	۱۱۱۰۷۲
۳	۳,۰۳	۶,۸۳	۹۶,۶	۵۱۴,۲	۵۳۶۱۷	۱۵۹۴۳۷
۴	۵,۳۲	۶,۰۱	۱۱۶,۵	۲۲۳	۲۱۵۱۳	۵۹۲۰۲
۵	۵,۱۱	۶,۶۶	۹۵,۸	۲۶۴,۹	۳۰۵۶۵	۹۴۶۶۲
۶	۲,۹۳	۷,۶۶	۸۵,۵	۴۸۸,۴	۴۹۵۷۲	۱۶۴۴۷۱
۷	۵,۰۴	۷,۸	۱۰۲,۵	۳۶۳,۹	۳۰۰۲۹	۱۱۱۴۲۰
۸	۴,۹۲	۶,۹۸	۶۸,۲	۲۵۸	۲۰۹۱۲	۶۶۹۷۴
۹	۵,۶۶	۵,۷۱	۷۸,۹	۲۵۴,۱	۲۰۳۸۸	۶۰۵۱۲
۱۰	۶,۹۹	۵,۳۷	۹۸	۱۷۶,۱	۱۵۵۳۲	۳۹۶۶۹
۱۱	۴,۹۵	۴,۱۵	۱۶۳	۴۰۹,۹	۵۷۳۲۲	۹۰۵۹۶
۱۲	۵,۸۵	۴,۷۴	۹۹,۲	۲۷۷,۵	۲۲۱۶۷	۳۳۰۵۳
۱۳	۵,۰۶	۳,۶۵	۲۰۱,۰۸	۳۵۷,۷	۵۸۹۵۳	۵۸۳۸۰
۱۴	۴,۳۳	۵,۶۲	۱۵۹,۷	۴۱۶,۶	۶۱۵۷۹	۱۴۰۳۸۲
۱۵	۶,۲۱	۳,۵۱	۱۲۱,۴	۳۸۲,۱	۳۷۳۹۲	۳۹۶۷۹
۱۶	۶,۰۸	۵	۱۲۹,۲	۲۲۸,۱	۲۷۶۳۶	۵۲۳۳۵
۱۷	۴,۰۱	۶,۳۱	۱۴۷,۸	۵۱۳,۴	۶۹۷۹۰	۱۴۱۸۲۱
۱۸	۶,۷۷	۳,۶۱	۱۴۶,۷	۱۸۷,۹	۲۳۶۵۴	۲۹۷۸۲
۱۹	۷,۰۷	۳,۴۹	۱۴۱,۹	۲۲۱,۲	۲۶۵۵۳	۲۵۸۱۴
۲۰	۵,۶۸	۶,۰۸	۱۶۸,۸	۳۱۶,۱	۴۴۳۷۱	۸۲۸۶۸

جدول ۴: مورفومتری تپه های حومه شهداد ۱۳۹۷

داده های مورفومتری سال ۱۳۹۴						
ردیف	جابجایی	ارتفاع	عرض	طول	مساحت	حجم
۱	۳,۷۶	۶,۵۴	۱۱۵,۶	۵۲۴,۲	۶۶۱۶۳	۱۶۲۰۲۲

۲	۴,۴۸	۶,۷۵	۱۴۶,۱	۳۷۲,۳	۴۳۴-۸	۱۱۷۲۸۶
۳	۲,۰۳	۷,۱۵	۹۷,۶	۵۲۰,۴	۵۴۱۵۱	۱۶۸۷۲۷
۴	۵,۳۲	۶,۱۵	۱۱۹,۵	۲۲۱,۵	۲۱۸۰۰	۶۰۸۹۴
۵	۵,۱۱	۶,۷۶	۹۶,۸	۳۶۷	۳۰۷۴۲	۹۵۱۲۱
۶	۲,۹۳	۷,۸۳	۸۴,۵	۵۰۴,۲	۵۰۰۳۹	۱۶۹۶۰۶
۷	۵,۰۴	۷,۸۵	۱۰۳	۳۶۶,۶	۳۰۰۴۸	۱۱۲۵۱۱
۸	۴,۹۲	۷,۰۳	۶۶,۶	۲۵۹,۳	۲۱۰۲۷	۶۷۸۲۸
۹	۵,۶۶	۵,۹۲	۸۴,۱	۲۵۴,۱	۲۰۴۷۴	۶۲۱۲۱
۱۰	۶,۹۹	۵,۴۶	۱۰۱,۲	۱۷۴,۹	۱۵۵۷۹	۴۰۵۳۱
۱۱	۴,۹۵	۴,۱۲	۱۶۰,۹۶	۴۱۱,۱	۵۷۴۰۴۹۸	۹۷۳۶۴
۱۲	۵,۸۵	۴,۸۳	۹۵,۷	۲۸۱,۶	۲۱۹۳۱	۳۸۰۵۸
۱۳	۵,۰۶	۳,۸۷	۱۹۸,۸	۳۶۷,۷	۵۹۳۲۱	۶۱۷۹۴
۱۴	۴,۳۳	۵,۹۶	۱۵۹,۸	۴۲۱,۳	۶۱۵۹۸	۱۴۲۱۲۵
۱۵	۶,۳۱	۳,۵۴	۱۲۸,۳	۳۷۲,۴	۳۸۱۰۹	۴۰۱۳۸
۱۶	۶,۰۸	۵,۲۱	۱۳۰,۷	۲۲۶,۶	۲۷۶۲۵	۵۲۹۳۱
۱۷	۴,۰۱	۶,۴۵	۱۴۷,۹	۵۱۳,۸	۶۹۸۴۲	۱۴۲۹۵۴
۱۸	۶,۷۷	۳,۷۵	۱۵۸,۹	۱۹۰,۸	۲۳۸۴۷	۳۱۲۲۸
۱۹	۷,۰۷	۳,۷۱	۱۴۲,۷	۲۲۳,۶	۲۶۴۰۴	۲۷۴۱۸
۲۰	۵,۶۸	۶,۳۵	۱۶۸,۸	۳۱۲,۴	۴۴۸۵۱	۸۶۴۸۲

## مدل سازی

مدل سازی آماری و مراحل انجام آن با استفاده از نرم افزار spss به شرح زیر انجام گردیده است:

اندازه گیری و منشأ یابی تپه های ماسه ای فعال در منطقه: ابتدا در منطقه کویر لوت محل تپه های ماسه ای فعال که همیشه در حال حرکت هستند و ثابت نشده اند توسط تصاویر ماهواره ای BING MAPS و LANDSAT مکان یابی شد. در مرحله بعد نواحی تپه های مکان یابی شده از تصاویر ماهواره ای جدا شده و با استفاده از نرم افزار MATLAB و برنامه EDGE آشکار سازی لبه ها را انجام دادیم تا لبه ها آشکار تر شده و جهت اندازه گیری ها به وکتور تبدیل می کنیم پس از اینکه نقشه وکتوری از تصاویر ماهواره ای در چهار ماه مختلف انجام شد. حال در مرحله بعد میبایست تپه های را از بین چهار تصویر ماهواره ای در سالهای مختلف به صورت تصادفی در سالهای مختلف انتخاب کرده و با استفاده از مختصات و موقعیت قرار گیری هر کدام از تپه های انتخاب شده نسبت به

موقعیت قبلی خود در تصاویر ماهواره ای سالهای قبل میزان جابجایی هر یک از تپه های ماسه ای را محاسبه کرده و تپه هایی که در طول این مدت جابجایی محسوسی را داشته اند جهت نمونه های آزمایشی مدلسازی با شبکه های عصبی مصنوعی انتخاب می کنیم. در مرحله بعد می بایست پس از انتخاب تپه های ماسه ای فعال که در طول مدت مورد نظر جابجایی زیادی داشتند. در محل رفته و مشخصات مورفومتری تپه های ماسه ای را به نحوی که در زیر آمده است برداشت کرد. ابتدا داده های مورفومتری تپه های ماسه ای در سال ۱۳۸۳ از روی نقشه های تهیه شده از منطقه توسط شرکت نفت اندازه گیری و وارد نرم افزار شد و در سال ۱۳۹۷ اندازه گیری مورفومتری تپه های ماسه ای توسط عملیات نقشه برداری تپه های ماسه ای با استفاده از دوربین Total station با دقت سانتی متر برداشت و وارد نرم افزار شد. در مرحله بعد توپوگرافی نقاط برداشت شده توسط دوربین، در محیط نرم افزار CIVIL 3D ترسیم گردید و سپس از روی نقشه های توپوگرافی مشخصات مورفومتری برخان ها استخراج گردید. در مرحله بعد نیز تپه های ماسه ای مورد نظر با استفاده از دستگاه GPS دستی برداشت شدند. تا تپه های برداشت شده را با تپه های ماسه ای برداشت شده در سال ۱۳۹۷ تطبیق دهیم. داده های برداشت شده به دو گروه واسنجی و صحت سنجی تقسیم می شوند تا بتوان عملکرد مدل های تولید شده را ارزیابی نمود. برای این منظور ۷۰٪ داده های هر سری به عنوان داده های آموزش و ۳۰٪ داده های هر سری به عنوان داده های آزمون اختصاص یافته اند. از آنجا که در مدلسازی رگرسیون به دنبال یافتن رابطه ای بین متغیر وابسته و متغیر یا متغیرهای وابسته می باشیم این رابطه ممکن است از نوع خطی یا غیر خطی باشد. تابعی که ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیرهای وابسته را بیان می کند به تابع رگرسیون موسوم است. برخی توابع رگرسیونی خاص به صورت پیش فرض در مسیر تحلیل رگرسیون تحت عنوان برآورد منحنی قرار داده شده اند، بنابراین با تعریف داده های واسنجی مستقل و وابسته و انتخاب مدل های رگرسیونی و انتخاب جدول آنالیز واریانس می توان نتایج مدل های خطی، لگاریتمی، درجه دو، درجه سه، توانی، مرکب، نمایی و رشد را مشاهده نمود و با یکدیگر مقایسه کرد.

ج: بعد از اجرای فرمان خروجی های مدل ها در قالب جداول شماره ۳ الی ۸ نمایش داده می شود

جدول ۵: آنالیز همبستگی بین داده های مورفومتری

	درجه	مساحت	طول	عرض	ارتفاع	جابجایی
درجه همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	1	.738**	.884**	-.072	.697**	-.931**
	20	.000	.000	.761	.001	.000
	20	20	20	20	20	20
مساحت همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	.738*	1	.870**	.515*	.104	-.696**
	.000		.000	.020	.662	.001
	20	20	20	20	20	20

طول همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	.884* .000 20	.870** .000 20	1 20	.084 .726 20	.410 .073 20	-.862** .000 20
عرض همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	-.072 .761 20	.515* .020 20	.084 .726 20	1 20	-.542* .014 20	.121 .613 20
ارتفاع همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	.697* .001 20	.104 .662 20	.410 .073 20	-.542* .014 20	1 20	-.668** .001 20
جابجایی همبستگی پیرسون Sig. (2-tailed)	-.931** .000 20	-.696** .001 20	-.862** .000 20	.121 .613 20	-.668** .001 20	1 20

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

مدلسازی با شبکه های عصبی مصنوعی

جدول ۶: مدل سازی انجام شده توسط مدل های رگرسیونی

متغیر وابسته: جابجایی

معادله	خلاصه مدل					برآورد پارامتر			
	مربعات	F	df1	df2	Sig.	ثابت	b1	b2	b3
خطی	.866	116.81 4	1	18	.000	7.195	-2.356E-5		
لگاریتمی	.849	100.82 8	1	18	.000	25.77 4	-1.839		
معکوس	.747	53.149	1	18	.000	3.480	104801.112		
درجه دوم	.867	55.352	2	17	.000	7.291	-2.620E-5	1.384E-11	
مکعب	.904	50.513	3	16	.000	9.328	.000	1.126E-9	-3.943E-15
ترکیب	.865	115.69 0	1	18	.000	7.682	1.000		
قدرت	.800	71.949	1	18	.000	331.0 27	-.374		
S	.664	35.527	1	18	.000	1.282	20676.3 58		
رشد	.865	115.69 0	1	18	.000	2.039	-4.927E-6		
نمایشی	.865	115.69 0	1	18	.000	7.682	-4.927E-6		



لجستیک	.865	115.69 0	1	18	.000	.130	1.000	
--------	------	-------------	---	----	------	------	-------	--

متغیر مستقل حجم است.

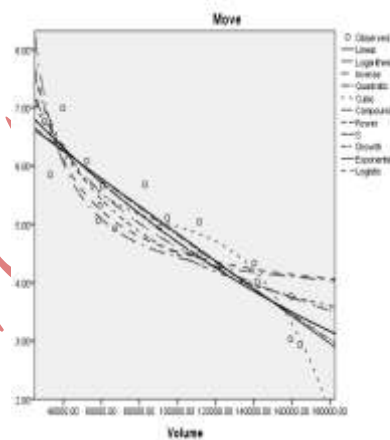
مراحل انجام کار با شبکه های عصبی مصنوعی با استفاده از نرم افزار spss16 صورت پذیرفته است. برای مدل شبکه های عصبی مصنوعی از جعبه ابزار شبکه عصبی مصنوعی از نرم افزار spss16 استفاده شده است و مراحل کار به اختصار ارائه گردیده است:

الف: ابتدا لازم است آماده سازی داده ها جهت تغذیه ی شبکه عصبی مصنوعی صورت پذیرد. برای این منظور باید داده ها را در محیط نرم افزار Excel وارد کرد.

ب: معیار نمودن داده ها به منظور افزایش توانایی پیش بینی شبکه یا افزایش حساسیت به بزرگی داده ها به افزایش قدرت یادگیری صورت می پذیرد.

ج: مرحله سوم: در این مرحله ماتریس ورودی و خروجی شبکه را تشکیل می دهد.

د: مرحله چهارم: مرحله تقسیم داده ها می باشد. در یک فرآیند مدلسازی اعم از آماری یا شبکه های عصبی مصنوعی، داده ها معمولا به دو قسمت تقسیم می شوند. یک قسمت برای آموزش یا کالیبره کردن یا واسنجی مدل و قسمت دیگر برای آزمون یا صحت سنجی مدل می باشد.



شکل ۱۵: نمودار مقایسه همبستگی جابجایی و حجم با دیگر پارامترها

در مرحله بعد بهتر است نمودار های ما به صورت دو به دو در مقایسه همبستگی جابجایی و دیگر پارامترها رسم گردد که در شکل ۱۵ نشان داده میشود. حال میخواهیم مدل چند متغیره تشکیل بدهیم و ببینیم مدل چند متغیره بهتر است یا مدل تک متغیره تا متغیرهایی که کاهش محسوسی در ایجاد خطا ندارند را حذف نماییم. در اینجا می بینیم مدل ایجاد شده و نرم افزار به صورت گزینشی عمل کرده و فقط جابجایی و حجم را به عنوان عامل انتخاب شده اند که کاملا طبیعی است زیرا پارامترهای مساحت، طول، عرض، ارتفاع و ... همگی پارامترهایی متاثر از حجم هستند.

روش گام به گام (Stepwise Method):

در این روش، متغیرها یک به یک وارد مدل می شوند. یعنی ابتدا متغیری که بیشترین همبستگی را با متغیر وابسته دارد انتخاب می شود. دومین متغیری که وارد تحلیل می شود متغیری است که پس از تفکیک متغیر مقدم بر آن موجب بیشترین افزایش در مقدار ضریب  $R^2$  می شود. در این روش ورود متغیرها به مدل را یک به یک و تا زمانی ادامه می دهیم که معنی داری متغیر به  $0,95$  برسد. یعنی سطح خطا  $0,05$  گردد. در این روش، متغیرهای وارد شده در تحلیل در معادله باقی می ماند ولی در روش **Stepwise** با ورود متغیر جدید، متغیرهایی که قبلاً وارد معادله شده اند از نو آزموده می شوند تا مشخص گردد آیا هنوز هم حضور آن ها در مدل به موفقیت آن کمک می کند یا خیر؟ بنابراین احتمال دارد برخی از متغیرهایی که در مرحله اول قدرت تبیین بالایی داشته اند در مرحله بعدی حذف شوند.

جدول ۷: مقادیر آماری مدل رگرسیونی به روش **StepWise**

#### خلاصه مدل

مدل	R	مربعات	تنظیم میدان R	برآورد خطا استاندارد
1	.93 1 <sup>a</sup>	.866	.859	.44629

پیش بینی ها: (ثابت)، حجم a.

#### ANOVA<sup>a</sup>

مدل	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	23.266	1	23.266	116.81 4	.000 <sup>b</sup>
باقیمانده	3.585	18	.199		
کل	26.851	19			

متغیر وابسته: جابجایی a.

پیش بینی ها: (ثابت)، حجم b.

#### Coefficients<sup>a</sup>

مدل	ضریب غیراستاندارد		ضریب استاندارد	t	Sig.
	B	خطای استاندارد	Beta		
(ثابت)	7.195	.213		33.858	.000
حجم	-2.356E-5	.000	-.931	-10.808	.000

متغیر وابسته: جابجایی a.

## ضرایب

روش همزمان (Enter Method):

در این روش کلیه متغیرهای مستقل بطور همزمان وارد مدل می شوند تا تأثیر کلیه متغیرهای مهم و بی اهمیت بر متغیر وابسته مشخص گردد. در این روش تمام متغیرها در یک مرحله به ترتیب حداقل تولرانس وارد تحلیل می شوند. یکی از مشکلات روش همزمان این است که چون تمامی متغیرها بدون توجه به ضریب همبستگی شان با متغیر وابسته وارد معادله می شوند بنابراین احتمالاً متغیرهایی هم که حضورشان در معادله معنی دار نیست، در آن باقی می ماند که در اثر حضور نابجا، مقادیر  $F$  و  $R^2$  کاهش می یابد.

جدول ۱۱ مقادیر آماری مدل رگرسیونی به روش Enter

### خلاصه مدل

مدل	R	مربعات	تنظیم میدان R	برآورد خطا استاندارد
1	.943 <sub>a</sub>	.889	.849	.46136

a. پیش بینی: (ثابت)، حجم، عرض، ارتفاع، طول، منطقه.

### ANOVA<sup>a</sup>

مدل	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	23.871	5	4.774	22.429	.000 <sup>b</sup>
باقیمانده	2.980	14	.213		
کل	26.851	19			

a. متغیر وابسته: جابجایی

b. پیش بینی: (ثابت)، حجم، عرض، ارتفاع، طول، منطقه.

مدل	ضریب غیراستاندارد		ضریب استاندارد	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(ثابت)	7.744	1.459		5.307	.000
ارتفاع	-.193	.206	-.222	-.938	.364
عرض	.006	.008	.186	.809	.432
طول	-.001	.004	-.128	-.355	.728
مساحت	-2.666E-5	.000	-.391	-.781	.448
حجم	-9.123E-6	.000	-.361	-.895	.386

متغیر وابسته: جایجایی a.

جدول ۹: داده های آموزشی و آزمون

ردیف	داده آموزشی
1	1
2	0
3	1
4	0
5	1
6	1
7	1
8	1
9	0
10	1
11	0
12	1
13	1
14	0
15	1
16	1
17	1
18	0
19	1
20	1

آموزش شبکه عبارت است از تصحیح وزن های انتخابی اولیه تا رسیدن به مقادیری از وزن ها که منجر به تولید کمترین خطا بین الگوهای مصرف شده به شبکه و مقادیر پیش بینی شده توسط شبکه شود. به این منظور همان گونه که اشاره شد باید وزن های اولیه به روش صحیح و خطا انتخاب شود فرآیند تصحیح خطا به صورت پس خور توسط خود نرم افزار انجام می شود اما قبل از آن نرم افزار برای برخی پارامترهای شبکه و نیز حداکثر تعداد فرآیند تصحیح مقادیری به صورت پیش فرض تعبیه می کند که این مقادیر توسط کاربر قابل تغییر می باشد. می توان گفت توقف آموزش شبکه به دنبال وقوع یکی از شرایط زیر رخ می دهد:

الف: شبکه به حداکثر تعداد تکرارها رسیده باشد.

ب: زمان آموزش از حداکثر زمان تعیین شده تجاوز کرده باشد.

ج: شبکه به حداقل مقدار خطای معین رسیده باشد.

د: از آنجا که رابطه بین مورفومتری و میزان جابجایی تپه های ماسه ای از پیچیدگی های خاصی برخوردار است، هیچ گاه خطای شبکه به صفر نمی رسد، همچنین به دلیل اهمیت مسأله از محدود کردن شبکه به زمان پرهیز می شود. بنابراین مهمترین معیار توقف، تعداد تکرار هاست. مرحله پس از انتخاب تنظیمات آموزشی، شروع فرآیند تعلیم می باشد که همزمان با شروع فرآیند تعلیم منحنی مربوط به معیار حداقل مربعات خطا به ازای تعداد تکرار های انجام شده برای آموزش ترسیم می شود.

نتایج شبیه سازی شبکه های عصبی مصنوعی در جدول شماره 9 الی 17 و شکل 16 و 17 نشان داده شده است :

جدول 10: مشخصات ورودی نوروں ها

اطلاعات شبکه

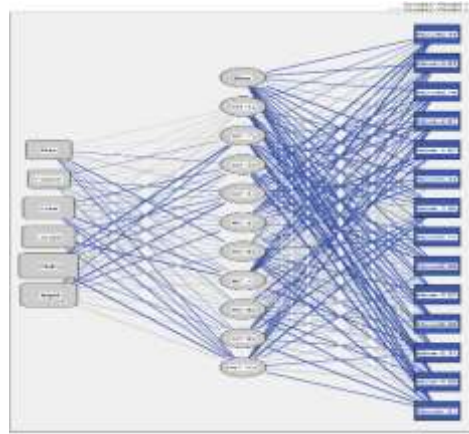
	1	حجم
	2	مساحت
	3	طول
کوواریات ها	4	عرض
لایه ورودی	5	ارتفاع
	تعداد واحدها	5
	روش پوسته پوسته شدن برای Covariates	استاندارد شده
	تعداد لایه های مخفی	1
(لایه مخفی ها)	تعداد واحدهای در لایه پنهان a1	10
	تابع فعال سازی	Sigmoid
	1	جابجایی
	متغیرهای وابسته	
	تعداد واحدها	14
لایه خروجی	تابع فعال سازی	Sigmoid
	تابع خطا	مجموع مربعات

به غیر از واحد مورب a.

جدول 11: پردازش نمونه های آموزش

خلاصه پرونده پردازش

	N	درصد
آموزش نمونه	14	100.0%
معتبر	14	100.0%
حذف شده است	6	
جمع	20	



شکل ۱۶: معماری شبکه های عصبی

جدول ۱۲: محاسبه خطای آموزش

خلاصه مدل

آموزش	مجموع مربعات خطا	3.047
	درصد اشتباهات پیش بینی شده	7.1%
	متوقف کردن قانون استفاده شده	حداکثر تعداد دوره (۱۰۰) بیش از حد است
	زمان تمرین	0:00:00.01

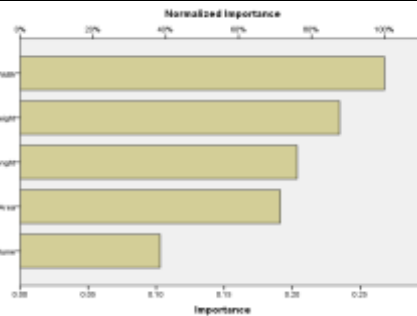
متغیر وابسته: جایابی

جدول ۱۳: اهمیت متغیر های مستقل در جایابی ماسه های روان

اهمیت متغیر مستقل



	اهمیت	اهمیت عادی
حجم	.103	38.4%
مساحت	.191	71.4%
طول	.204	76.0%
عرض	.268	100.0%
ارتفاع	.235	87.7%



شکل ۱۷: اهمیت متغیر های مستقل

### روش ارزیابی مدل ها

همه مدل های طراحی شده از آماری و شبکه های عصبی مصنوعی با استفاده از داده های آموزشی تعلیم داده شده ، سپس به کمک داده های آزمون ، یک بردار جابجایی پیش بینی می نماید. بصورت کاملا اتفاقی و راندوم تعداد ۱۴ عدد از تپه ها جهت آموزش و تعداد ۶ عدد جهت آزمون انتخاب شدند . که در ستونی مجزا با قالب صفر و یک مشخص کردیم. در این تقسیم بندی صفر جهت داده های تست و یک جهت داده های آموزشی آورده شده است. بنابراین برای ارزیابی مدل ها می توان از مجموع تغییرات ناشی از خطا (SSE) استفاده کرد.

رابطه ۱

$$SSE = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2$$

N: تعداد کل داده ها

$X_i$ : اعضای جامعه آماری

جدول ۱۴: نتیجه ارزیابی

خلاصه مدل

آموزش	مجموع مربعات خطا	3.047
	درصد اشتباهات پیش بینی شده	7.1%

متوقف کردن قانون استفاده شده	حداکثر تعداد دوره (۱۰۰) بیش از حد است
زمان تمرین	0:00:00.01

متغیر وابسته: جابجایی

جدول ۱۵: نتایج پیش بینی و مقادیر اولیه

ردیف	میزان جابه جایی اولیه	داده آموزشی	میزان جابه جایی ثانویه
1	3.76	1	۳,۷۶
2	4.48	0	۵,۶۸
3	3.03	1	۳,۰۳
4	5.32	0	۶,۹۹
5	5.11	1	۵,۰۴
6	2.93	1	۲,۹۳
7	5.04	1	۵,۰۴
8	4.92	1	۴,۹۲
9	5.66	0	۴,۹۲
10	6.99	1	۶,۹۹
11	4.95	0	۵,۰۶
12	5.85	1	5.85
13	5.06	1	5.06
14	4.33	0	4.01
15	6.31	1	6.31
16	6.08	1	6.08
17	4.01	1	4.01
18	6.77	0	7.07
19	7.07	1	7.07
20	5.68	1	5.68

در جدول زیر مقایسه ای بین مقادیر محاسبه شده از روش های Enter و Stepwise و شبکه عصبی مصنوعی آورده شده است. در برخی پیش بینی ها دقت محاسبه شبکه عصبی نسبت به دیگر روش ها کمتر می باشد که با ورودی های دقیق تر و با تعداد بیشتر، جهت آموزش شبکه های عصبی می توان به راحتی بر این مشکل غلبه کرد.

جدول ۱۶: مقادیر محاسبه شده از روش های Enter و Stepwise و شبکه عصبی مصنوعی

ردیف	میزان جابه جایی اولیه	میزان جابه جایی به روش شبکه عصبی	میزان جابه جایی به روش Enter	میزان جابه جایی به روش Stepwise
------	-----------------------	----------------------------------	------------------------------	---------------------------------

1	3.76	3.76	3.33	3.44
2	4.48	5.68	4.77	4.57
3	3.03	3.03	3.46	3.44
4	5.32	6.99	5.91	5.8
5	5.11	5.04	4.89	4.96
6	2.93	2.93	3.33	3.32
7	5.04	5.04	4.58	4.57
8	4.92	4.92	5.31	5.61
9	5.66	4.92	5.71	5.77
10	6.99	6.99	6.32	6.26
11	4.95	5.06	5.08	5.06
12	5.85	5.85	6.2	6.42
13	5.06	5.06	5.73	5.82
14	4.33	4.01	4.19	3.89
15	6.31	6.31	5.97	6.26
16	6.08	6.08	6.08	5.96
17	4.01	4.01	3.62	3.85
18	6.77	7.07	6.82	6.49
19	7.07	7.07	6.73	6.58
20	5.68	5.68	5.28	5.24

### معماری شبکه عصبی

برخی از سوالات متداول در مدلسازی حرکت ماسه های روان چگونگی انتخاب و معماری شبکه برای حصول بهترین مدل با توجه به اندازه گیری های موجود می باشد. هر یک از انواع شبکه های عصبی در زمینه بخصوص قابلیت بهتری نسبت به سایر انواع دیگر دارد اما برای عمل تقریب تابع شبکه های عصبی انتشار برگشتی مناسب ترین می باشد. در ساختار شبکه عصبی ورودی های اعمال شده، تعداد لایه های مخفی، تعداد لایه های نرون ها، نحوه آموزش و نیز تعداد بردارهای خروجی هر شبکه در ارزیابی عملکرد مدل مؤثر است. ترکیب های گوناگون در پارامترهای ورودی و تعداد لایه های مخفی برای رسیدن به یک خروجی مطلوب شبکه قلمداد می شود. در شبکه های از نوع انتشار برگشتی قاعده مشخصی برای انتخاب لایه های پنهان و همچنین تعداد نرون ها در لایه های پنهان وجود ندارد. همچنین تعداد لایه های پنهان با توجه به نوع مسئله تغییر می کند. لیکن به طور معمول تعداد نرون های موجود در لایه های پنهان مختلف با یکدیگر برابر هستند و در حل مسائل ژئومورفولوژی با توجه به تغییرات شدید داده ها در تأثیر از عوامل محیطی و اغتشاش حاکم بر داده ها استفاده از شبکه های از نوع پس انتشار خطا به دلیل قابلیت انعطاف پذیری آن ها از یک یا دو لایه مخفی و توابع محرک سیگموئیدی توصیه شده است

Flad and Cartman, and; Warip Lay, (1996). با توجه به عدم وجود لایه در ایجاد و توسعه شبکه عصبی مصنوعی تجربیات موفق قبلی می تواند مفید واقع شود. اطلاعات موجود در حوضه مطالعاتی و شیوه سعی و خطا می تواند در معماری بهینه شبکه مؤثر باشد.

## نتیجه گیری

به طور کلی می توان نتیجه گرفت مدل سازی حرکت ماسه های روان با استفاده از قابلیت ها و توانایی های سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و همچنین دقت بالای فناوری ها و تکنیک های سنجش از دور نسبت به روش های تجربی که توام با خطای انسانی و همچنین زمان بر و هزینه بر هستند از دقت بیشتری برخوردار است. در ضمن قابل توجه است در زمان بررسی، مدل سازی و اندازه گیری ها به روش تجربی امکان بررسی تغییرات مورفولوژی در سطح منطقه مورد مطالعه وجود نداشته که این مهم باعث بروز خطاهای بسیاری در محاسبات و اندازه گیری ها و مدل سازی های ما به روش تجربی می شود. همانطور که در مورد پارامترهای موثر در ارزیابی و مدل سازی حرکت ماسه های روان گفته شد اگر در مورد هر تپه نیز بخواهیم تغییرات مورفومتری را بررسی کنیم قسمت های مختلف یک تپه ماسه ای جایجایی های متفاوتی نسبت به هم داشته اند و همچنین پارامترهای مورفومتری تپه های ماسه ای قابل اندازه گیری دقیق می باشند و تغییرات آنها در زمانهای متفاوت به عنوان پارامترهای ورودی شبکه های عصبی بکار می روند. موضوع مدل سازی شن های روان، یکی از موضوعاتی است که مورد توجه بسیاری از محققین در رشته های مختلف زمین شناسی، جغرافیا، ژئومورفولوژی، خاکشناسی، منابع طبیعی و بیابان بوده است. هر محقق براساس تخصص خود روشی را ارائه نموده که در آن برخی از فاکتور های موثر در مدل سازی حرکت ماسه های روان مورد بررسی قرار گرفته است. هر چه تعداد این فاکتور ها کمتر بوده، نتایج به کلی گویی بیشتری منجر شده است. گاه به دلیل عدم بررسی تمام فاکتور های موثر در مدل سازی، نتایج حاصل از تحقیقات مختلف در یک منطقه متناقض بوده و مدل های متفاوتی برای یک منطقه معرفی شده است. علیرغم یکسان بودن روند کلی، روش بررسی هر یک از فاکتورهای فوق و میزان تاکید بر آنها در تحقیقات مختلف متفاوت بوده است. بعنوان مثال در بررسی مورفولوژی تپه ها، معیار طبقه بندی و نامگذاری تپه ها متفاوت بوده و بیشترین تاثیرها را در مدل سازی و پیش بینی تپه های ماسه ای داشته است. بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی پدیده ها از جمله پیش بینی حرکت ماسه های روان نیازمند بکار گیری الگو های پویا در زمان است که در این میان شبکه های عصبی مصنوعی به سبب ساختار ساده و پویای خویش و نیز برخورداری از ویژگی های قدرتمند مکانی به طور گسترده در اینگونه مدل سازی مورد استفاده قرار گرفته است. به کمک شبکه های عصبی مصنوعی در صورت نیاز به افزودن یک فاکتور جدید به مدل با تغییر اندک در ساختار مدل (تعداد نرون ها در شبکه عصبی مصنوعی) به راحتی می توان یک متغیر جدید وارد مدل نمود. از آنجا که مدل سازی حرکت و اندازه گیری حرکت جهت جلوگیری و مهار آسیب های ناشی از حرکت ماسه های روان امری بسیار مهم و ضروری می باشد و همچنین کنترل و پیشگیری از این آسیب ها در بیشتر موارد باید در مدت زمان کوتاهی انجام گیرد، استفاده از سنجش از دور جهت منشأیابی و تعیین و تشخیص تپه های فعال جهت کنترل بسیار ضروری می باشد. استفاده از پردازش داده های رقومی ماهواره و سیستم اطلاعات مکانی و همچنین شبکه های عصبی مصنوعی در مدل سازی حرکت ماسه های روان از تکنولوژی روز جهان محسوب می شوند که به نحو گسترده ای در مطالعات منابع طبیعی، مورد توجه قرار گرفته است و به سرعت در حال پیشرفت و

توسعه است. لذا بررسی امکان استفاده از این تکنولوژی در مدلسازی ماسه های روان کشور، جهت تسریع بخشیدن به مطالعات و کاهش صرف وقت و هزینه ضروری می باشد. در این تحقیق از تکنولوژی سنجش از دور در مطالعه و مانیتورینگ مرفولوژی تپه های شن روان فعال و منشایابی آن در منطقه استفاده گردیده که جهت تهیه نقشه های ژئومرفولوژی کواترنر، بهبود نقشه زمین شناسی، تفکیک انواع شن در دشت لوت و بالاخره بارزسازی ارتباط بین مناطق برداشت و رسوب مورد استفاده قرار گرفته است.

#### منابع و ماخذ

۱. بیهقی حسن، فیض نیا، سادات و قانعی بافقی، محمدجواد، ۱۳۹۴، بررسی روشهای کنترل فرسایش بادی برای حفاظت راه آهن مطالعه موردی: منطقه بافق، مجله منابع طبیعی ایران. نشریه منابع طبیعی ایران، پاییز ۱۳۸۱، دوره ۵۵، شماره ۳
۲. رامشت محمد حسین، احمدی حسن، خلیلی علی، کاربرد گلباد، گل طوفان و گلماسه در تحلیل فرسایش بادی و تعیین جهت حرکت ماسه های روان (مطالعه موردی، حوزه دشت یزد اردکان)، نشریه دانشکده منابع طبیعی، جلد ۵۹ شماره ۳ مهر ماه ۱۳۸۹
- ۳-کاطمی نیا احمدوهمکاذا، ۱۳۸۹، بررسی تغییرات مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ریزگردهای استان کرمان، پایان نامه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده منابع طبیعی، [کارشناسی ارشد]
۴. کریمی محمد، ۱۳۹۴، شبکه های عصبی و کنترل کننده شبکه های عصبی پیشرفته، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران.
- کاطمی نیا احمدوهمکاذا، ۱۳۸۹، بررسی تغییرات مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ریزگردهای استان کرمان، پایان نامه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده منابع طبیعی، [کارشناسی ارشد]
- ۵ - یمانی مجتبی، مقصودی مهران، عزیزی قاسم، پاییز ۱۳۹۲، بررسی جاذبه های مورفودینامیک و ویژگی های آسایش اقلیمی اکوسیستم های بیابانی جهت توسعه ی اکوتوریسم مطالعه ی موردی. حاشیه ی غربی دشت لوت (شهاداد)، مجله ی برنامه ریزی و توسعه گردشگری سال دوم، شماره ی ۶.

6- Chappell (2014). "Spectral signature of alpine snow cover from the Landsat

Thematic Mapper." Remote sensing of Environment 28: 9-22.

7-Flad and Cartman, AND; Warip Lay, (1996) Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey." Remote Sensing of Environment 97(2): 216-230.

8-(Ellisoin. (1944). "Satellite remote sensing for operational hydrology: present needs and future opportunities." Remote Sensing Reviews 4(2): 451-466.

9-Jank. (2016). "MODIS snow-cover products." Remote sensing of Environment 83(1): 181-194.

10-QONG. (2015). "Global snow cover monitoring using MODIS." Information for sustainability: 363-366.

11- UNDP (1999). "Automated mapping of montane snow cover at subpixel resolution from the Landsat Thematic Mapper." Water Resources Research 32(1): 115-130.

12-(Wischmeier & smith) (2002). "MOD09 (Surface Reflectance) User's Guide./h ttp." modis-sr. ltdri. org/products/MOD09\_UserGuide\_v1\_2. pdf S.

13-Wollny, X., H. Xie, et al. (1915). "Evaluation of MODIS snow cover and cloud mask and its application in Northern Xinjiang, China." Remote Sensing of Environment 112(4): 1497-1513.

### **Abstract**

To provide digital elevation model, the method of digitalising the alignment lines in topographic maps and then their interpolation is used. First, topographic maps of 1: 50000 area were converted to TIN by GIS software, then TIN map was prepared and then DEM of the region was prepared. Corrections and processing were done on the images. For artificial neural network models, the Artificial Neural Network Toolkit has been used with spss16 software. The displacement of sand dunes was modeled using artificial neural networks and regression models. In a modeling process, either statistical or artificial neural networks, data are usually divided into two parts. One part for training or calibration of the model and another part for testing or verifying the model. The results showed that remote sensing, artificial neural networks and regression models have good ability to model the displacement of sand dunes. In this research, remote sensing technology was used in the study and monitoring of the morphology of active sand gravel and its source in the region. In order to provide Quaternary geomorphological maps, improve geological map, separation of sand types in the Lut plain and, finally, Harvesting and sedimentation have been used.

**Keywords:** wind erosion, remote sensing, artificial neural networks, modeling, lute desert.