# آنالیز زمین‌آماری چندمتغیره توزیع مکانی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بررسی منبع تغییرات در اراضی دشت تبریز

محمود شهابی[۱]، علی اصغر جعفرزاده[۲]، محمدرضا نیشابوری[۳]، محمدعلی قربانی[۴]، خلیل ولیزاده کامران[۵]، صالح فصیحی[۶]

۱، ۲ و ۳- دانش‌آموخته دکتری و استاد گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۴- استاد گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۵- دانشیارگروه سنجش ازدور دانشکده جغرافیا دانشگاه تبریز و ۶-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه سنجش ازدور دانشکده جغرافیا دانشگاه تبریز

## چکیده

اراضی کشاورزی دشت تبریز بدلیل واقع شدن در کنار دریاچه ارومیه مستعد تغییرات و تخریب در طول زمان و مکان می باشند. بنابراین مشخص کردن عامل تغییرات می تواند باعث یک رویکرد عملی برای توسعه کشاورزی پایدار در منطقه شود. برای این هدف ۱۵۰ نمونه خاک سطحی از دشت تبریز جمع آوری و۹ خصوصیت فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه گیری سپس روش زمین آماری چند متغیره برای بررسی تغییرات استفاده شد. با استفاده از تجزیه به مولفه های اصلی ۳ مولفه ای که بیش از ۷۳ درصد تغییرات را توصیف می کردند استخراج شدند. آنالیز مولفه های اصلی و زمین آمار نشان داد که مولفه اول شامل خصوصیات آهک سیلت و شن تحت تاثیر فرآیندهای ذاتی منطقه می باشند در حالیکه مولفه سوم شامل ماده آلی و فسفر نتیجه فرآیندهای غیرذاتی مثل عملیات کشاورزی و کاربری اراضی می باشد و مولفه دوم نیز ترکیبی از هر دو عامل می باشد.

واژه های کلیدی: دشت تبریز، زمین آمار، آنالیز مولفه های اصلی

## مقدمه

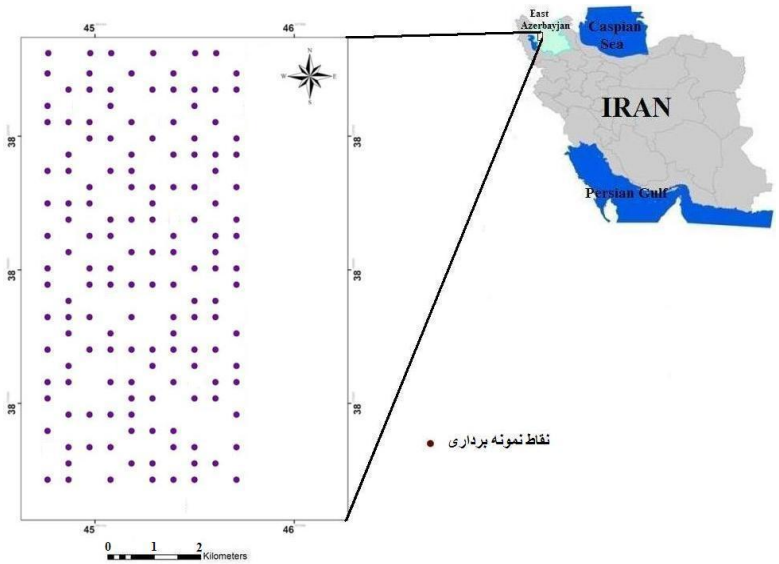
خصوصیات خاک دارای تغییرات مکانی وزمانی از مقیاسهای کوچک تا بزرگ می باشند که تحت تأثیرخصوصیات ذاتی ( فاکتورهای خاکسازی مانند مواد مادری ) و خصوصیات غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک،خاک ورزی ) قرار میگیرد (کویین و زانگ ،۲۰۰۲) . تغییرپذیری خصوصیات خاک در مزرعه میتواند در عملکرد خاک جهت جذب عناصر غذایی و رشد گیاه تأثیرگذار باشد(شوکلا و همکاران ،۲۰۰۴). لذا به منظور درک بهتر تأثیر فاکتورهایی مانند مدیریت و آلودگی ونهایتاً دستیابی به عملیات زراعی مناسب نیازمند مشخص کردن و کمی نمودن غیریکنواختی خصوصیات خاک می باشیم. تشخیص و تفسیر تغییرات خصوصیات خاک به کمک روشهای مختلف امکان پذیر می باشند، روشهای آمار کلاسیک به طور معمول ابزار مناسبی برای بررسی تغییرپذیری خاک در مقیاس منطقه ای بوده، ولی روشهای زمین آماری برای نشان دادن تغییرپذیری خاک در مقیاس محلی می باشند .پکری و همکاران(۲۰۰۴) از روش زمین آمار برای تعیین خصوصیات خاک مناطق مناسب برای احداث چراگاه در حوضه آمازون در کشور برزیل استفاده کردند .آنها توزیع مکانی عناصر نیتروژن و فسفر را در گیاهان فلات اردوس بررسی نموده و میزان آنرا در گیاهان منطقه درون یابی کردند محمدی (۲۰۰۰) با استفاده از تخمینگرهای آماری و با کمک گرفتن از اطلاعات رقومی سنجنده TM به عنوان متغییر ثانویه، برخی از خصوصیات خاک سطحی شامل شوری، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصدآهک را برآورد نمودند .در این تحقیق کارآیی روشهای مختلف زمین آماری شامل کوکریجینگ، کریجینگ ورگرسیون خطی مورد مقایسه قرارگرفتند. نتایج نشان دادند که تخمینگرهای زمین آماری

نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر برآورد دادههای مکانی خاک معرفی شد.

یکی از آنالیزهای مهم که در توصیف تغییرپذیری خصوصیات خاک به کار گرفته شده ، آنالیز مؤلفه های اصلی است که توسط محققین مختلف به کارگرفته شده است. تچینکوا و زک ( ۲۰۰۴ )ضمن استفاده از آنالیز مؤلفه های اصلی، تغییرپذیری مکانی ۱۶ متغیر خاک را مورد بررسی و تحلیل قرار دادند. شوکلا و همکاران ( ۲۰۰۴ ) درتوصیف تغییرپذیری ۱۴متغیرخاکهای اوهایوی آمریکا ازآنالیز مؤلفه های اصلی کمک گرفته و تغییرات تولید ذرت را به تغییرات خصوصیات خاک نسبت دادند. ایوبی و خرمالی( ۱۳۸۷) ضمن انجام آنالیز زمین آمار چند متغیره پی بردند که چهار مؤلفه اول دارای ارزش ویژه بیش از یک بوده اند و جمعًا۷۱/۶۴ درصد کل تغییرات را توجیه کرده اند . مقایسه الگوی مکانی مؤلفه ها نشان میدهد که درالگوی پراکنش مؤلفه اول و سوم با مهمترین عناصر غذایی همانند نیتروژن کل، منیزیم ،پتاسیم، مس، کلسیم و فسفر، با الگوی کشت و ابعاد مزارع مطابقت دارد . این امر نشان دهنده آن است که تغییرپذیری عناصر مزبور عمدتًا تحت مدیریتزارعین قرار گرفته و جهت رعایت بهینه مصرف عناصر غذایی بایستی میزان کوددهی توسط زارعین مورد بازنگری قرار گیرد .هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دشت تبریز جهت اعمال یک رویکرد عملی برای کشاورزی پایدار در منطقه می باشد که بدلیل مجاورت با دریاچه ارومیه تحت تاثیر تغییرات مکانی و زمانی شدید قرار دارد. به این منظور ترکیبی از روشهای آمار چند متغیره و زمین آمار برای کلاس بندی خصوصیات خاک و تعیین تغییرات خصوصیات ذاتی و غیر ذاتی خاک بکار گرفته شد.

## مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه بخشی از دشت تبریز به وسعت تقریبی ۵۰۰۰ هکتار می باشد که در جنوب و جنوب غربی شهر صوفیان بین ۳۸ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. نمونه برداری از منطقه با استفاده از موقعیت های مشخص شده طبق شکل ۱ به تعداد ۱۵۰ نمونه و بصورت شبکه ای انجام و نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال نمونه های خاک به آزمایشگاه ابتدا نمونه ها هوا خشک و سپس از الک ۲ میلیمتری عبور داده شده و برای آزمایشات فیزیکی، شمیایی آماده شدند سپس ۹ خصوصیت درصد شن، سیلت، رس، آهک، ماده آلی، هدایت الکتریکی، فسفر، پتاسیم قابل استفاده و pH در آزمایشگاه اندازه گیری شدند.




**شکل۱- منطقه مورد مطالعه**

آنالیز زمین آماری چند متغیره براساس ماتریس همبستگی بین داده ها در برنامه SPSS انجام و در سه مرحله آنالیز آماری مولفه ها و خصوصیاتی که بیشترین نقش را در تغییرات منطقه دارند مشخص و در مرحله اول وزن دهی ابتدایی هرعامل با استفاده از روش تجزیه به مولفه های اولیه تعیین شد .بدلیل اینکه هر خصوصیت خاک دارای واحد و محدوده تغییرات متفاوتی می باشد از داده های استاندارد شده با میانگین صفر و انحراف معیار یک جهت انجام آنالیز مولفه های اصلی استفاده می شود . در مرحله دوم فاکتورهایی با عدد مشخصه بیش از یک انتخاب و برای بیشتر شدن اختلاف بین مولفه ها وبه حداقل رسیدن همبستگی بین آنها از رویه واریمکس استفاده خواهد شد .در داخل هر مولفه انتخاب شده که عدد مشخصه بیش از یک دارند، وزن( بار )خصوصیات خاک در آن مولفه بررسی و خصوصیاتی که دارای وزن بیشتری برای آن مولفه می باشند به عنوان شاخص آن مولفه انتخاب خواهد شد .در مرحله آخر با استفاده از رویه امتیاز و روش رگرسیون برای هرمولفه بر اساس خصوصیات خاک مقدار امتیاز یا رتبه آن محاسبه می گردد سپس مقدار مولفه هر نقطه محاسبه و برای تحلیل زمین آماری وارد نرم افزارGs+ گردید.

## نتایج و بحث

نتایج همبستگی پیرسون طبق جدول ۱ نشان می دهد که بیشتر خصوصیات خاک همبستگی معنی دار در سطح احتمال ۵درصد با یکدیگر دارندکه این امر باعث قرار گرفتن این خصوصیات در گروه های همسان می شود که نشان دهنده تاثیر یکسان عوامل ذاتی، محیطی و یا انسانی بر روی این خصوصیات می باشد.

**جدول۱- همبستگی بین خصوصیات خاک اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه**

| | EC | کربن آلی | رس | سیلت | شن | K | P | آهک | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EC | 1 | | | | | | | | |
| کربن آلی | 0.307* | 1 | | | | | | | |
| رس | 0.441** | 0.285* | 1 | | | | | | |
| سیلت | 0.440** | 0.352* | 0.337* | 1 | | | | | |
| شن | -0.168 | -0.023 | -.406** | -0.620** | 1 | | | | |
| K | 0.678** | 0.573** | .503** | 0.389** | -0.174 | 1 | | | |
| P | 0.275 | 0.494** | 0.151 | 0.111 | 0.266 | 0.571** | 1 | | |
| آهک | 0.325* | 0.282 | 0.469** | 0.836** | -0.572** | 0.209 | 0.041 | 1 | |
| pH | 0.03 | -0.007 | 0.098 | -0.191 | 0.09 | 0.298* | 0.179 | -0.309* | 1 |

.*معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد.

.**معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

در بین خصوصیات فیزیکی شن با سیلت و رس رابطه معنی دار قوی ومنفی داشته و EC با رس، سیلت و پتاسیم رابطه مثبت نشان داد و ماده آلی نیز رابطه مثبت قوی با فسفر و پتاسیم نشان می دهد. همانطور که جدول همبستگی نشان میدهد می توان خصوصیات خاک را به گروههای تقریبا یکنواخت بر اساس فاکتورهای موثر بر روی منشا و تغییرات آنها مجزا نمود به همین دلیل روش تجزیه به مولفه ها بر روی خصوصیات خاکهای سطحی انجام گرفت. انجام تجزیه به مولفه ها روی نمونه ها برای تشخیص اثر عوامل محیطی منجر به ایجاد ۳ عامل با عدد مشخصه بیشتر از ۱ گردید .در روش تجزیه مولفه ها از چند عامل اول که بیشترین مجموع واریانسها و عدد مشخصه بالاتر از یک دارند استفاده می گردد (منلی ۲۰۰۵ ). سه مولفه اول در مجموع ۷۳ درصد واریانس بین داده ها را توجیه می نماید (جدول۲ و۳).

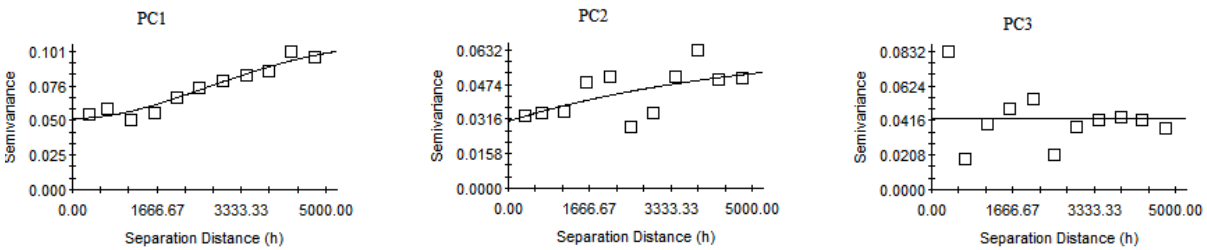
**جدول۲-تجزیه به مولفه های اصلی**

| عامل ها | مقادیر مشخصه | | | مجموع مربعات بارهای عاملی | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | کل | درصد واریانس | درصد تجمعی | کل | درصد واریانس | درصد تجمعی |
| ۱ | ۳/۴۵۷ | ۳۸/۴۰۷ | ۳۸/۴۰۷ | ۲/۲۸۱ | ۳۱/۳۴۹ | ۳۱/۳۴۹ |
| ۲ | ۱/۹۸۶ | ۲۲/۰۶۹ | ۶۰/۴۷۷ | ۲/۱۰۳ | ۲۳/۳۶۴ | ۵۴/۷۱۲ |
| ۳ | ۱/۱۸۵ | ۱۳/۱۶۶ | ۷۳/۶۴۳ | ۱/۷۰۴ | ۱۸/۹۳۱ | ۷۳/۶۴۳ |
| ۴ | ۰/۸۱۶ | ۹/۰۶۹ | ۸۲/۷۱۲ | | | |
| ۵ | ۰/۶۷۹ | ۷/۵۴۳ | ۹۰/۲۶۱ | | | |
| ۶ | ۰/۵۵۶ | ۶/۱۷۳ | ۹۶/۴۳۴ | | | |
| ۷ | ۰/۲۱۷ | ۲/۴۱۵ | ۹۸/۸۴۹ | | | |
| ۸ | ۰/۱۰۳ | ۱/۱۴۲ | ۹۹/۹۹۱ | | | |
| ۹ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۹ | ۱۰۰ | | | |

**جدول۳- بارهای عاملی خصوصیات خاک در منطقه مورد مطالعه**

| خصوصیات | مولفه ها | | |
|---|---|---|---|
| | مولفه ۱ | مولفه۲ | مولفه۳ |
| EC | ۰/۲۱۸ | ۰/۷۱۶ | ۰/۱ |
| ماده آلی | ۰/۲۳۸ | ۰/۰۴۹ | ۰/۷۸۲ |
| رس | ۰/۳۰۶ | ۰/۷۱۱ | -۰/۱۲۸ |
| سیلت | ۰/۸۷۷ | ۰/۲۱۴ | ۰/۱۰۸ |
| شن | -۰/۸۲۱ | -۰/۵۲۵ | -۰/۰۲۶ |
| K | ۰/۰۴۴ | ۰/۷۱۳ | ۰/۶۰۹ |
| P | -۰/۲۱۵ | ۰/۰۰۳ | ۰/۸۲۲ |
| آهک | ۰/۹۱۷ | ۰/۱۳۱ | -۰/۰۴۵ |
| pH | -۰/۵۳۹ | ۰/۵۴ | ۰/۰۷۴ |

بررسی مولفه ها نشان داد که در مولفه اول خصوصیات آهک، سیلت و شن قرار دارند که با توجه به نمودار تغییرنما ( شکل ۲) می توان نتیجه گرفت که این ها خصوصیات ذاتی خاک می باشند و تحت تاثیر کاربری اراضی نیستند .در مولفه دوم شوری خاک، رس و پتاسیم قرار می گیرند که بر اساس نمودار نیم تغییرنما می توان هم به ذاتی بودن و هم دینامیک بودن این خصوصیات اشاره کرد در حالیکه در مولفه ها سوم خصوصیات ماده آلی و فسفر قرار دارد که بر اساس نیم تغییر نما در منطقه تحت تاثیر بیشتر کاربری اراضی هستند این مولفه را می توان مولفه حاصلخیزی نیز نام نهاد.




**شکل ۲- نمودار نیم تغییرنمای مولفه ها در منطقه مورد مطالعه**

با توجه به پارامترهای نیم تغییرنما (جدول ۴ و شکل ۲) مولفه اول که نشان دهنده خصوصیات ذاتی خاک می باشد از مدل گوسین پیروی می کند این مدل نشان دهنده وابستگی مکانی ومنشا گرفتن این مولفه از ویژگیهای ذاتی مثل ژئومورفولوژی و زمین شناسی می باشد که کلاس همبستگی متوسط نیز نشان دهنده این موضوع می باشد دامنه تاثیر زیاد ۷۷۵۰ متر نیز می تواند نشان دهنده همگنی ناحیه مورد مطالعه باشد. در حالیکه مولفه سوم که مولفه حاصلخیزی می باشد ازمدل خطی پیروی می کند این مدل نشان دهنده عدم وابستگی مکانی و استقلال این عامل می باشد که کلاس همبستگی ضعیف نیز نشان دهنده این موضوع می باشد بیشترین دامنه تاثیر برای بترتیب مولفه اول با ۷۷۵۰ متر و مولفه دوم با ۴۸۴۰ و مولفه سوم با ۹۲۰ متر می باشد دامنه تاثیر کم برای مولفه سوم نشان دهنده وابستگی زیاد مولفه سوم به عوامل مدیریتی مانند نوع کاربری، شخم، اثر آبیاری و کوددهی می باشند که مولفه سوم از وابستگی مکانی ضعیفی برخوردار بوده که بیانگر این است که این مولفه به شدت تحت تاثیر عوامل غیر ذاتی و مقیاس می باشند ( ونگ و همکاران ۲۰۰۹).

**جدول۴- پارامترهای نیم تغییرنما و معیارهای انتخاب مدل و کنترل اعتبار برای خصوصیات خاک**

| مولفه (PC) | مدل | اثر قطعه ای | سقف | دامنه تاثیر | نسبت همبستگی | کلاس همبستگی | ریشه دوم میانگین مربعات خطا | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مولفه اول | گوسین | ۰/۰۵ | ۰/۱۰۹ | ۷۷۵۰ | ۴۵ | متوسط | ۰/۰۰۰۱۶ | ۰,۹۴۶ |
| مولفه دوم | نمایی | ۰/۰۳ | ۰/۰۶۴ | ۴۸۴۰ | ۴۶ | متوسط | ۰/۰۰۰۷۶ | ۰/۳۵۶ |
| مولفه سوم | خطی | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۴۲ | ۹۲۰ | ۱۰۰ | ضعیف | ۰/۰۰۲۹ | ۰ |

با توجه به نتایج بدست آمده روش ترکیبی تجزیه به مولفه های اصلی و زمین آمار می تواند به عنوان روشی کارآمد برای کلاس بندی خصوصیات خاک و بررسی منشا این خصوصیات جهت ارایه رویکرد عملی در کشاورزی پایدار استفاده شود.

## منابع

ایوبی، ش . فرهاد،خ . ۱۳۸۷ ، تغییرپذیری مکانی عناصرغذایی قابل استفاده درخاک سطحی به کمک آنالیزمؤلفه های اصلی وتکنیک زمین آمار( مطالعه موردی درمنطقه آپاپیولی،ایالت آندراپرادش هند). علوم وفنون کشاورزی ومنابع طبیعی ، شماره ۴۶ ب . ص۶۲۰-۶۰۹

Mohammadi J. 2000: Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area (Khuzestan) using disjunctiveKriging. J. Agricultural Research 25 (6), 45–57.

Pcerri, C.E., M .Bernoux, V. Chaplot, 2004. Assessment of soil property spatial variation in an Amazon Pasture, Geodrama 123:51-68.

Quine, T. A. and Y. Zhang. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon,U.K. J. Soil and Water Conserv. 57: 50-60.

Schweizer L.E., Nyquist W.E., Santini J.B. and Kimes T.M. 1986. Soybean cultivar mixtures in a narrow-row, noncultivatable production system. Crop Science, 26: 1043-1046

Shukla, M. K., R. Lal and M. Ebinger. 2004. Principal component analysis for predicting corn biomass and grianyield. Soil Sci. 169: 215-224.

Tchienkoua, M. and W. Zeck. 2004. Statistical analysis of soil variability in humid forest landscape of central Cameron. International J. Appl. Earth Observ. and Geoinform. 5: 69-79.

Wang, Y., X.C. Zhang; J.L. Zhang; and S.J. Li. 2009. Spatial variability of soil organic carbon in a watershed on the loess plateau. Pedosphere. 19: 486-495.

# Multivariate geostatistical analysis of spatial distribution of soil physical and chemical properties and source of changes in Dashte-Tabriz

M. Shahabi[1], A. A. Jafarzadeh[1], M. R. Neyshabouri[1], M. A. Ghorbani[2], K. Valizadeh Kamran[3], S. Fasihi[3]
1 .Faculty of Agriculture, Department of Soil Science, University of Tabriz, Tabriz, 2. Faculty of Agriculture, Department of Water Engineering, University of Tabriz, Tabriz and 3. Faculty of Geography and Planning, University of Tabriz, Tabriz

**Abstract**
Agricultural lands of Dashte-Tabriz due to being located near the Lake of Urmia are prone to change and destruction over time and place. Therefore, identifying the factors of change can provide a practical approach to sustainable agricultural development in the region. For this purpose, 150 soil samples from Dashte-Tabriz were collected and 7 soil physical and chemical properties were measured. Then, the multivariate geostatistical method was used to assess the changes. Using principal component analysis, the three main components which described more than 73% of the variation were extracted. The analysis of principal components and geostatistic showed that the first component including lime, sand and silt was influenced by the lithologic processes of the region, while the third component including organic matter and phosphorus was the result of processes such as agriculture management and land use and the second component is a combination of both factors.

**Keywords:** Dashte-Tabriz, Geostatistic, Principal component analysis