کاربرد آمار چند متغیره در تعیین ویژگی‌های خاکی موثر بر عملکرد هلو در منطقه سامان شهرکرد

نرگس کیوانی[۱] ، محمدحسن صالحی[۲] ، جهانگرد محمدی[۲]
۱-دانشجوی دکتری علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهرکرد، ۲- استادان گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه شهرکرد

چکیده

به منظور بررسی رابطه‌ی بین عملکرد هلو با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تعیین ویژگی‌هایی که بیشترین تاثیر را بر عملکرد دارند، این پژوهش در بخشی از باغات هلو ۲۰۰ هکتاری منطقه سامان انجام گردید. در این راستا برای تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی موثر بر عملکرد هلو از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی برای تحلیل داده‌ها استفاده شد و تخمین عملکرد هلو نیز با استفاده از روش رگرسیون گام به گام انجام شد. به طور کلی با تحلیل نتایج به دست آمده از دو روش فوق، درصد ذرات شن، آهن، پتاسیم و فسفر قابل‌جذب به عنوان ویژگی‌های مهم و تاثیرگذار بر عملکرد هلو تعیین شدند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پارامترهای حاصل از دو روش فوق، به عنوان مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی موثر بر عملکرد هلو مورد توجه قرار گیرند و همچنین تاثیر مصرف کودهای NPK و آهن بر عملکرد هلو به منظور روشن‌تر شدن تاثیر این عناصر بررسی گردد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مولفه‌های اصلی، ویژگی‌های خاک، رگرسیون گام به گام، عملکرد هلو، سامان.

مقدمه

مدیریت ویژه‌ی مکانی مستلزم شناخت تغییرپذیری خاک در جهت مصرف بهینه‌ی نهاده‌ها می‌باشد (شوکلا و همکاران، ۲۰۰۴). تغییرپذیری ویژگی‌های خاکی تحت‌تاثیر ویژگی‌های ذاتی (عوامل تشکیل‌دهنده‌ی خاک مانند موادمادری) و ویژگی-های غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک، کوددهی، تناوب زراعی و ...) قرار دارد (یمیفاک و همکاران، ۲۰۰۵). شناسایی فاکتورهای خاکی به عنوان مبنای تصمیم‌های مدیریتی اغلب به دلیل اثرات متقابلی که بین آن‌ها وجود دارد، فرآیند پیچیده-ای است (ایوبی و همکاران ۱۳۸۸). آگاهی از چگونگی این تغییرات برای افزایش بهره‌وری، حفظ حاصل‌خیزی خاک و اعمال مدیریت مناسب ضروری و قابل تامل است. کشور ما از نقطه نظر تولید محصولات باغی از ظرفیت بالایی برخوردار است. زاگرس مرکزی یکی از مناطق مهم کشور ما از نظر کشاورزی و منابع طبیعی است که بخش وسیعی از اراضی شیب‌دار این ناحیه که تحت مدیریت مرتع بوده و دارای شیب‌های متفاوت و جهت‌های مختلفی است به باغات تبدیل گردیده است. هلو، یکی از محصولات مهم باغی در استان چهارمحال و بختیاری است. درختان هلو بطور معمول در گستره وسیعی از شرایط خاکی و آب و هوایی پرورش داده می‌شوند. بهترین عملکرد درختان هلو، در خاک با زهکشی خوب و اسیدیته بین ۶/۵-۶ به دست می‌آید. با توجه به تاثیرپذیری کیفیت خاک از ویژگی‌های مختلف خاک، ارائه‌ی ارزیابی جامع از وضعیت کیفیت خاک نیازمند روش‌هایی است که بتواند به نحو مطلوبی ویژگی‌های مختلف موثر بر کیفیت خاک را با هم ترکیب و با در نظر گرفتن همبستگی بین آن‌ها، مهم‌ترین آن ویژگی‌ها را مشخص کند. یکی از این روش‌ها، تجزیه به مولفه‌های اصلی (Principal Component Analysis, PCA) است. مدل‌ها ابزارهایی عملی هستند که به کمک آن‌ها می توان به درکی از واقعیت، البته نه کل آن، بلکه بخش مفید و قابل فهم آن دست یافت. انواع مختلفی از مدل‌های پیش‌بینی عملکرد وجود دارد که یکی از رایج ترین و در عین حال ساده‌ترین آن‌ها مدل‌های تجربی رگرسیونی است. رنجبر و همکاران(۱۳۹۴) با هدف تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی موثر بر عملکرد زعفران در منطقه قائنات از دو روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و رگرسیون گام به گام استفاده کردند و بیان داشتند که براساس نتایج حاصل از این دو روش، غلظت عناصر کم‌مصرف (آهن و روی) و میانگین وزنی

قطر خاکدانه‌ها مهم‌ترین ویژگی‌های موثر بر عملکرد زعفران می‌باشند. هدف از این پژوهش تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی باغات هلو و بررسی روابط ویژگی‌های خاکی با عملکرد هلو، شناسایی مهم‌ترین ویژگی‌های موثر بر عملکرد و تعیین میزان نسبی نقش هر یک از آن‌ها بر روی عملکرد به منظور تخمین عملکرد هلو بر اساس این ویژگی‌ها بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۳ و در بخشی از باغات هلو ۲۰۰ هکتاری شرکت باغ گستران واقع در شهرستان سامان (استان چهارمحال و بختیاری) که از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین عرض‌های جغرافیایی″۳۵۰ ´۸۸ °۳۵ و″ ۴۴۹ ´۸۸ °۳۵ شمالی و طول‌های جغرافیایی ″۴۸ ´ ۰۸ °۴۹ و″ ۵۸ ´۱۰ °۴۹ شرقی قرار گرفته، به مرحله اجرا در آمد. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۰۸۵ متر، میانگین بارندگی سالانه‌ی منطقه، ۳۲۱/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه‌ی هوا، ۱۱/۸ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. از دیدگاه ژئومورفولوژی، لندفرم‌های منطقه شامل تپه‌های مرتفعی می‌باشد که در دو جهت شیب شرقی و غربی قرار گرفته‌اند. رژیم حرارتی و رطوبتی خاک منطقه به ترتیب، مزیک و زریک می‌باشد. نمونه‌برداری خاک قبل از شروع رشد سالیانه درختان (فروردین‌ماه ۱۳۹۳) در ۶۸ نقطه به شکل تصادفی از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری انجام شد و به‌طور کلی ۱۳۶ نمونه‌ی خاک، از منطقه برداشت گردید. جهت تعیین عملکرد هلو، پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری، دو درختی که فاصله کمتری با نقاط نمونه‌برداری شده داشتند، انتخاب شده و نمونه‌برداری بصورت ترکیبی و همزمان با برداشت تجاری محصول (شهریورماه ۱۳۹۳) انجام گردید. لازم به ذکر است که همه درختان، رقم کاردی و هم‌سن (۵ ساله) بودند و تحت سیستم آبیاری قطره‌ای و مدیریت مشابهی قرار داشتند. در این پژوهش ۱۱ ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک به عنوان کل مجموعه ویژگی‌های موثر بر عملکرد هلو در نظر گرفته شدند و در تمام ۱۳۶ نمونه با روش‌های معمول آزمایشگاهی اندازه-گیری شدند. برای گزینش مجموعه‌ی مهم‌ترین ویژگی‌های خاک موثر بر عملکرد هلو، به علت قابلیت روش تجزیه‌ی به مولفه-های اصلی (Principal Component Analysis, PCA) در انتخاب این ویژگی‌ها از این روش استفاده شد. در تجزیه به مولفه-های اصلی اولین مولفه (PC1) تا آن‌جا که ممکن است علت بیشترین واریانس موجود در داده‌ها می‌باشد و به مرور از میزان این واریانس کاسته می‌شود، بعلاوه هر مولفه مستقل از مولفه‌های دیگر است (Cox, 2003). جهت انتخاب مولفه‌های مهم طبق نظر گوارتز و همکاران (۲۰۰۶) مولفه‌هایی انتخاب شدند که مقدار ارزش ویژه (Eigenvalue) آن‌ها بیشتر از یک باشد. در راستای تفسیر ویژگی‌های مهم در هر مولفه که بیشترین تغییرات را کنترل می‌کنند از معیار انتخاب (SC) استفاده شد (Cox, 2003).

$$SC=0.5/(PC_{Eigenvalue})^{0.5} \quad (۱)$$

که در این معادله $PC_{Eigenvalue}$ ارزش ویژه مولفه مربوطه و SC معیار انتخاب می‌باشد.

علاوه بر روش PCA، روش رگرسیون گام به گام می‌تواند ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی موثر بر عملکرد هلو را رتبه‌بندی کند، بنابراین برای تعیین سهم ویژگی‌هایی که بیشترین تاثیر را بر عملکرد هلو داشتند از این روش استفاده شد. در این روش عملکرد هلو به عنوان متغیر وابسته و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند و ابتدا تمام ویژگی‌ها وارد معادله شدند و و بعد ویژگی‌هایی که ضریب آن‌ها معنی‌دار نبود، از معادله حذف شدند. میزان تاثیرگذاری هر ویژگی بر روی متغیر وابسته از روی قدر مطلق بتای استاندارد آن ویژگی تعیین شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار Statistica 8 انجام شد.

نتایج و بحث

توصیف آماری داده‌ها شامل میانگین و ضریب تغییرات در جدول ۱ ارائه شده است. بطور کلی در بین متغیرها، در هر دو عمق مورد مطالعه، pH دارای کمترین ضریب تغییرات (به ترتیب با ۳/۷۳ و ۳/۱۵ درصد) و آهن قابل‌جذب (به ترتیب با ۸۴/۱۲ و ۸۸/۷۸ درصد) دارای بیشترین ضریب تغییرات است. مطالعات بسیاری نیز کمترین ضریب تغییرات را برای pH گزارش نموده‌اند (صالحی و همکاران، ۲۰۱۳؛ حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). در ارتباط با بیشترین ضریب تغییرات صالحی و

همکاران (۲۰۱۳) برای درصد ماده‌آلی بیشترین ضریب تغییرات را گزارش نمودند. براساس طبقه‌بندی ارائه شده توسط ویلدینگ (۱۹۸۵) در هر دو عمق مورد مطالعه pH دارای تغییرپذیری کم، EC، درصد کربنات کلسیم معادل و درصد ذرات سیلت دارای تغییرپذیری متوسط و آهن، فسفر، پتاسیم و روی قابل جذب، درصد کربن‌آلی و ذرات رس و عملکرد هلو دارای تغییرپذیری زیاد می‌باشند و درصد ذرات شن در عمق اول دارای تغییرپذیری متوسط و در عمق دوم دارای تغییرپذیری زیاد می‌باشد.

جدول ۱-خلاصه‌ی آماری ویژگی‌ها در هر دو عمق مورد مطالعه

	ویژگی‌های مورد مطالعه	pH	EC (dS/m)	K (mg/kg)	%$CaCO_3$	P (mg/kg)	%O.C	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	%Clay	%Sand	%Silt	عملکرد هلو (Kg)
میانگین	۰-۳۰(Cm)	۷/۵۲	۰/۲۲	۱۹۴/۴۹	۳۲/۶۱	۲۹/۸۸	۰/۳۲	۳/۳۱	۰/۳۵	۱۴/۲۶	۴۶/۰۶	۳۹/۶۸	۶/۳۷
	۶۰-۳۰(Cm)	۷/۶۲	۰/۲۰	۱۶۴/۹۴	۳۳/۷۸	۲۵/۱۶	۰/۳۰	۲/۹۱	۰/۳۱	۱۴/۹۱	۴۳/۸۱	۴۱/۲۵	
ضریب تغییرات (٪)	۰-۳۰(Cm)	۳/۷۴	۲۶/۲۱	۴۸/۲۲	۲۸/۵۵	۴۴/۰۰	۴۳/۱۰	۸۴/۱۲	۴۱/۲۰	۵۸/۴۳	۳۳/۱۵	۳۲/۳۴	۶۲/۰۹
	۶۰-۳۰(Cm)	۳/۱۶	۱۹/۷۷	۴۸/۴۶	۳۰/۸۳	۴۵/۶۷	۴۵/۷۳	۸۸/۷۸	۴۳/۸۱	۶۴/۶۵	۴۲/۶۵	۳۴/۵۴	

تجزیه به مولفه‌های اصلی براساس فرض در نظر گرفته شده (ارزش ویژه‌ی بیشتر از یک)، منجر به ایجاد ۵ مولفه‌ی اصلی گردید (جدول ۲). همانطور که نتایج نشان داده است، ۵ مولفه‌ی اصلی حدود ۶۸/۰۹ درصد تغییرات را توجیه کرده‌اند. مولفه-های اصلی اغلب براساس کاهش واریانس مرتب می‌شوند. مهم‌ترین مولفه، مولفه‌ی اول است که بیشترین واریانس (۳۳/۸۵ درصد) را دارد. جهت تفسیر ویژگی‌های موثر در یک مولفه از شاخص انتخاب یا SC استفاده می‌شود که مقادیر این شاخص برای مولفه‌های اصلی در جدول ۲ آورده شده است. جهت انتخاب ویژگی‌های مهم برای تفسیر در هر مولفه، ویژگی‌هایی با مقادیر قدر مطلق بردار ویژه‌ی (Eigenvector) بیشتر از معیار انتخاب در جدول ۳ ارائه شده‌اند. به عنوان مثال در مولفه‌ی اول که مهم‌ترین مولفه می‌باشد، ویژگی‌های درصد ذرات شن و سیلت و رس، آهن، پتاسیم و فسفر قابل جذب و درصد کربن‌آلی و میزان هدایت‌الکتریکی در هر دو عمق مورد مطالعه دارای وزن بیشتری از معیار انتخاب مولفه اول (۰/۱۸) می‌باشند و سایر مولفه‌ها اهمیت ندارند. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش شماره مولفه‌ها از تعداد ویژگی‌های مهم کاسته می‌شود. برای کاهش بیشتر تعداد متغیرها می‌توان فاکتورهایی را مدنظر قرار داد که قدر مطلق ضریب مزبور در آن‌ها بیش از ۰/۷۵ باشد (اوالز و کولین، ۱۹۸۸). بدین ترتیب برای مولفه‌ی اول ویژگی‌های درصد ذرات شن و سیلت در هر دو عمق و آهن قابل جذب افق سطحی مهم‌ترین ویژگی‌ها می‌باشند. به عبارای بیشترین واریانس تغییرات خاک در منطقه مورد مطالعه به این متغیرها مربوط می‌شود.

جدول ۲-مولفه‌های اصلی

مولفه اصلی (PC)	Eigenvalue	SC	واریانس کل	واریانس تجمعی
PC1	۷/۴۵	۰/۱۸	۳۳/۸۵	۳۳/۸۵
PC2	۲/۷۹	۰/۳۰	۱۲/۶۷	۴۶/۵۲
PC3	۱/۸۲	۰/۳۷	۸/۲۹	۵۴/۸۱
PC4	۱/۶۱	۰/۳۹	۷/۳۱	۶۲/۱۲
PC5	۱/۳۱	۰/۴۴	۵/۹۷	۶۸/۰۹

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش به نظر می رسد که بافت خاک و فاکتورهای حاصل‌خیزی خاک (درصد کربن‌آلی، پتاسیم، فسفر و آهن قابل‌جذب) نقش بسزایی در کیفیت باغات هلو داشتند، که این نتایج با نتایج حاصل از ضرایب همبستگی (کیوانی و همکاران،۱۳۹۴) و نتایج زمین‌آماری (کیوانی و همکاران، ۱۳۹۶) در این منطقه هم‌خوانی دارد. بافت خاک به طور مستقیم یا غیر مستقیم در تامین نگه‌داری آب، هوا و عناصرغذایی مورد نیاز گیاهان نقش دارند و در واقع ذرات شن به علت نداشتن بار منفی، قدرت نگه‌داری عناصرغذایی را نداشته و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را کاهش داده و از حاصل‌خیزی و باروری خاک می‌کاهد، و باعث کاهش عملکرد و تعداد میوه درختان می‌شود. ایوبی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که نتایج حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی و رگرسیون چندمتغیره در منطقه سرخنکلاته بیانگر این بوده است که قسمت عمده‌ی تغییرپذیری عملکرد گندم بوسیله‌ی فاکتورهای حاصل‌خیزی خاک ایجاد شده است. از سوی دیگر با استفاده از مجموعه‌ی مهم‌ترین ویژگی‌های خاک که تعداد محدودتری از ویژگی‌های خاکی را شامل می‌شوند، می‌توان با اطمینان قابل قبولی وضعیت کیفیت خاک این باغ‌ها را ارزیابی کرد. در نتیجه تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاک با استفاده از روش PCA موجب صرفه‌جویی در هزینه و زمان برای ارزیابی کیفیت خاک می‌شود.

جدول ۳-مقادیر بردار ویژه ویژگی‌های مهم در هر مولفه

ویژگی های خاکی	مولفه‌های اصلی				
	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH_1			-۰/۶۶۴	۰/۵۴۶	
pH_2			-۰/۴۱۰		۰/۵۹۵
EC_1	۰/۴۴۱		۰/۶۶۵		
EC_2	۰/۳۱۱	۰/۳۶۹	۰/۴۳۳		
K_1	۰/۶۱۱	-۰/۵۸۳			
K_2	۰/۵۹۸	-۰/۵۴۴			
CCE_1		۰/۶۷۳			
CCE_2		۰/۸۲۹			
P_1	۰/۴۰۴	۰/۴۳۸			
P_2	۰/۴۸۹	۰/۵۲۸			
OC_1	۰/۷۱۱				
OC_2	۰/۶۶۱				
Fe_1	۰/۷۸۶				
Fe_2	۰/۷۰۶				
Zn_1			۰/۷۰۹		
Zn_2				۰/۷۱۵	
$Clay_1$	۰/۵۵۷	-۰/۳۷۹			
$Clay_2$	۰/۶۴۷	-۰/۳۲۶			
$Sand_1$	-۰/۹۴۷				
$Sand_2$	-۰/۹۲۸				
$Silt_1$	۰/۷۶۵				
$Silt_2$	۰/۷۸۰				

علاوه بر این برای ارزیابی روابط کمی بین ویژگی‌های خاک و عملکرد هلو از روش رگرسیون گام به گام نیز استفاده شد که این تکنیک توانسته است ٪۷۱/۲۰ از تغییرپذیری عملکرد را توجیه نماید. ضریب تاثیرگذاری هر یک از ویژگی‌ها بر عملکرد هلو در جدول ۴ آورده شده است. بر اساس قدر مطلق بتای استاندارد، به ترتیب درصد ذرات شن، پتاسیم و آهن قابل‌جذب عمق دوم بیشترین تاثیر را بر عملکرد هلو داشته‌اند (جدول ۴). درصد ذرات شن به علت نداشتن بار منفی، قدرت نگه‌داری

عناصرغذایی را نداشته و از حاصل‌خیزی و باروری خاک می‌کاهد که با نتایج کیوانی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. بعد از درصد ذرات شن، پتاسیم با بتای استاندارد ۰/۵ به عنوان دومین ویژگی تاثیرگذار بر عملکرد هلو تعیین شد (جدول ۴). اثرات مفید پتاسیم بر عملکرد محصولات باغی سالیان درازی است که شناخته شده است. پتاسیم در سنتز پروتئین و عملیات فتوسنتز در درختان میوه دخالت دارد و باعث افزایش رشد عملکرد و همچنین افزایش اندازه میوه‌ها و بازارپسندی آن‌ها می‌شود. سومین ویژگی موثر بر عملکرد هلو آهن می‌باشد که یکی از عناصر ضروری برای رشد نهایی درختان است که در تولید ملکول کلروفیل و همچنین در فعالیت‌های انتقال انرژی نقش دارد.

با اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک و معادله‌ی بدست آمده از راه رگرسیون گام به گام می‌توان مدل رابطه‌ی بین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی و عملکرد هلو را به صورت زیر پیشنهاد کرد، این رابطه می‌تواند تخمین قابل‌قبولی از میزان عملکرد هلو داشته باشد.

$$Y=39.223 - 0.159\ Sand_2 + 0.025\ K_2 + 0.578\ Fe_2 + 0.069\ P_2 + 6.452\ Zn_1 \quad (۲)$$

$R=84.38\%$ $R^2=71.20\%$

جدول ۴-آماره‌های مدل نهایی رگرسیون گام به گام برای تخمین عملکرد هلو

متغیرهای مدل	ضرایب رگرسیون	ضرایب استاندارد
عرض از مبدا	۳۹/۲۲۳	۰
$Sand_2$	-۰/۱۵۹	-۰/۷۵۴
K_2	۰/۰۲۵	۰/۵
Fe_2	۰/۵۷۸	۰/۳۷۸
P_2	۰/۰۶۹	۰/۱۹۹
Zn_1	۶/۴۵۲	۰/۲۰۵

به طور کلی با تحلیل نتایج به دست آمده از دو روش تجزیه‌ی به مولفه‌های اصلی و رگرسیون گام به گام، درصد ذرات شن، آهن، پتاسیم و فسفر قابل جذب در هر دو روش به عنوان ویژگی‌های خاکی مهم و تاثیرگذار بر عملکرد هلو در منطقه سامان تعیین شدند. علاوه بر آن روی قابل جذب در روش گام به گام و درصد ذرات سیلت و رس و درصد کربن‌آلی در روش PCA پارامترهای تاثیرگذار بر عملکرد هلو تعیین شدند. نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی اهمیت بالای بافت خاک و فاکتورهای حاصل‌خیزی خاک (درصد کربن‌آلی، پتاسیم، فسفر و آهن قابل‌جذب) بر افزایش راندمان محصول هلو در منطقه مورد نظر می‌باشد. مطالعه‌ی تاثیر مصرف کودهای NPK و آهن بر عملکرد هلو در باغات منطقه به منظور روشن‌تر شدن تاثیر این عناصر پیشنهاد می‌گردد.

منابع

ایوبی، ش. محمدزمانی، س. و خرمالی، ف. ۱۳۸۸. پیش‌بینی عملکرد گندم با استفاده از ویژگی‌های خاک به کمک تجزیه به مولفه‌های اصلی. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد چهل و نهم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۵۱ تا ۵۷.

حسین‌زاده، ن. صالحی، م.ح. و محمدی، ج .۱۳۹۳. اثر تراکم نمونه‌برداری بر دقت تخمین برخی از ویژگی‌های خاک در دشت شهرکرد. نشریه‌ی علوم آب و خاک (صنایع غذایی)، جلد بیست و یکم، شماره‌ی ۱، صفحه‌ی ۱۹۰ تا ۲۰۲.

رنجبر، الف. امامی، ح. کریمی کارویه، ع. و خراسانی، ر. ۱۳۹۴. تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های خاکی موثر بر عملکرد زعفران در منطقه‌ی قائنات. نشریه‌ی علوم آب و خاک (صنایع غذایی)، جلد بیست و نهم، شماره‌ی ۳، صفحات ۶۷۳ تا ۶۸۲.

کیوانی، ن. صالحی، م.ح. محمدی، ج. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۳. تاثیر جهت شیب بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت و کمیت هلو در منطقه سامان شهرکرد. دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی محیط زیست و منابع طبیعی پایدار، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران.

کیوانی، ن. صالحی، م.ح. و محمدی، ج. ۱۳۹۴. بررسی ارتباط برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با ویژگی‌های کمی و کیفی هلو در منطقه سامان شهرکرد. کنفرانس ملی کشاورزی پایدار محیط زیست و توسعه‌ی پایدار.

کیوانی، ن. صالحی، م.ح. محمدی، ج. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۶. نقش جهت شیب بر پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های کیفی، کمی و رویشی هلو در منطقه سامان شهرکرد. نشریه‌ی علوم آب و خاک (صنایع غذایی)، جلد سی و یکم، شماره‌ی ۱، صفحات ۲۰۲ تا ۲۱۵.

Cox M.S., Gerard P.D., Warldlaw M.C. and Abshir M.J. 2003. Variability of selected soil properties and their relationships with soybean yield. Soil Science Society of America Journal, 67:1296-1302.

Govaerts B., Sayre K.D. and Deckers J. 2006. A minimum data set for soil quality assessment of wheat and maize cropping in the highlands of Mexico. Soil and Tillage Research, 87: 163–174.

Ovalles F.A. and Collins M.E. 1988. Variability of northwest Florida soils by principle component analysis. Soil Science Society of America Journal, 52:1430-1435.

Salehi M.H., Safaei Z., Esfandiarpour I. and Mohammadi J. 2013. Generalization of continuous Models to Estimate Soil Characteristics into Similar Delineations of a Detailed Soil Map. Soil Reaserch, 51: 350-361.

Shukla M.K., Lal R. and Ebinger M. 2004. Principle component analysis for predicting corn biomass and grain yields. Soil Science, 169:215-224.

Wilding L. 1985. Spatial variability. Its documentation, accommodation, and implication to soil surveys. In: Nielson D.R and Bouma J. (Eds.) Soil Variability. Pudo Wagenigen, the Netherlands.

Yemefack M., Rossiter D.G., and Njomana R. 2005. Multi - scale characterization of soil variability within in agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon. Geoderma, 125: 117-143.

The Use of Multivariate Statistics in order to Determine the Soil Properties Affecting the Peach Yield in Saman Region, Shahrekord

N. Keyvani[1], M.H. Salehi[2], J. Mohammadi[2]
1-PhD student of Soil Science Department, University of Shahrekord
2-Professors of Soil Science Department, University of Shahrekord

Abstract
To study the relationships between the peach yield and some of soil physical and chemical properties the present research was conducted in part of 200-hectare of peach orchards of Saman region, Shahrekord. Soil properties and peach yield were determined and the principal component analysis (PCA) and stepwise regression were then used to understand the most important soil properties affecting peach yield. According to both PCA and regression methods, sand, plant available potassium, phosphorus and iron were determined as the most important and effective soil properties on peach yield in the Saman area. Therefore, it is suggested that Results of two methods were considered as the most soil properties in peach yield and Studying the effects of NPK and iron fertilizers on the peach yield in the orchards of the area is recommended.

Keywords: Principal component analysis, Soil properties, Stepwise regression, Peach yield, Saman.