محور مقاله: پیدایش و رده‌بندی خاک

تأثیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در عصاره‌های مختلف بر رده‌بندی خاک‌ها

عیسی اسفندیارپور بروجنی[۱*]، فاطمه جواهری[۲]، محمدهادی فرپور[۳]، زهره مصلح[۴]

[۱] دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

[۲] دانشجوی دکترای گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

[۳] استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

[۴] استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در عصاره‌های مختلف بر رده‌بندی خاک‌های موجود در پلایای سیرجان (واقع در استان کرمان) می‌باشد. برای این منظور، بر اساس بازدیدهای صحرایی، سه خاک‌رخ در منطقه مورد مطالعه حفر، تشریح و نمونه-برداری شد و آنالیزهای آزمایشگاهی لازم بر اساس روش‌های استاندارد بر روی نمونه‌های برداشت‌شده انجام گرفت. علاوه بر آن، قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌ها در سه عصاره اشباع، ۱:۱ و ۱:۵ (آب:خاک) اندازه‌گیری شد. سپس، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) برای مقادیر مختلف قابلیت هدایت الکتریکی انجام گردید. نتایج نشان داد که عصاره مورد استفاده برای قرائت مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی به میزان زیادی بر نتایج رده‌بندی خاک‌ها تأثیر می‌گذارد و اگر از مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌های ۱:۱ یا ۱:۵ برای طبقه‌بندی این خاک‌ها استفاده شود، نتایج طبقه‌بندی خاک به‌طور کامل متفاوت خواهد بود؛ به‌طوری که تشخیص حضور افق سالیک در خاک‌های مورد مطالعه با مشکل مواجه می‌شود و در رده‌بندی خاک‌ها (حتی تا سطح زیرگروه) این محدودیت نمایان نمی‌شود. به‌نظر می‌رسد تنها در شرایطی که شوری خاک بسیار زیاد باشد و در عصاره-های ۱:۱ یا ۱:۵، مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی نیز این ویژگی را نشان دهند، تفاوتی در رده‌بندی خاک‌ها از این نظر ایجاد نمی‌شود. بنابراین، توجه به تمامی معیارها و دستورالعمل‌هایی که برای تعیین ویژگی‌های خاک در سامانه رده‌بندی آمریکایی آورده شده است، جزء جدایی‌ناپذیر طبقه‌بندی صحیح خاک و استفاده از نتایج آن به‌منظور مدیریت صحیح خاک‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: خاک‌های شور، نسبت خاک به آب، سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی.

مقدمه

مشکلات شوری خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بسیار در حال گسترش می‌باشد و تقریباً ۹۹۵ میلیون هکتار از اراضی جهان متأثر از مشکلات شوری هستند (Kargas و همکاران، ۲۰۱۸). تعیین شوری خاک، یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین تناسب اراضی برای تولیدات کشاورزی است. از این رو، اطلاعات کافی از میزان و توزیع نمک‌ها به‌منظور مدیریت خاک‌های شور لازم و ضروری می‌باشد. یکی از دلایل اصلی ایجاد سامانه‌های طبقه‌بندی خاک، شناسایی ویژگی‌های مهم خاک‌ها به‌منظور اهداف مدیریتی است. با طبقه‌بندی خاک‌ها، تفاوت‌های اساسی موجود در ویژگی‌ها و کارکردهای خاک بین کلاس‌های مختلف آشکار می‌گردد (Cline, 1949). در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی، استفاده از مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره-های اشباع، ۱:۱ و ۱:۵ (آب:خاک) با اهداف مختلف و به‌منظور تشخیص افق‌های مشخصه و یا کلاس‌های خاک استفاده شده است (Soil Taxonomy, 2014). در این سامانه، قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع به‌عنوان معیاری برای تعیین حضور یا عدم حضور افق سالیک، تشخیص برخی گروه‌های بزرگ و زیرگروه‌های هالیک در ورتی‌سول‌ها در نظر گرفته شده است. علاوه بر آن، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۱ برای تعیین خاک‌های آلی شور و در عصاره ۱:۵ برای تشخیص خاک‌های Frasiwassent و Frasiwassists استفاده می‌شود (جدول ۱). با توجه به اینکه شوری خاک یکی از مهم‌ترین مشکلات خاک‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد، آگاهی از این محدودیت‌ها نقش مهمی در مدیریت صحیح خاک‌ها ایفا می-کند. از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در عصاره‌های مختلف بر رده‌بندی خاک‌های پلایای سیرجان در استان کرمان می‌باشد.

* ایمیل نویسنده مسئول: esfandiarpoor@vru.ac.ir

جدول ۱- کاربردهای متفاوت قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌های مختلف بر مبنای سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴)

نوع عصاره	کاربرد
اشباع	تشخیص حضور یا عدم حضور افق سالیک
	تعیین گروه‌های بزرگ Dystraquerts و Dystruderts
	تعیین زیرگروه‌های مختلف در ورتی‌سول‌ها شامل: Halic Endoaquerts, Halic Epiaquerts, Halic Haplotorrerts, Halic Calciusterts, Halic Gypsiusterts, Halic Haplusterts, Halic Durixererts, Halic Haploxerts
۱:۱	تعیین زیرگروه‌های Halic Terric Haplosaprists و Halic Haplosparists
۱:۵	تعیین گروه‌های بزرگ Frasiwassent و Frasiwassists

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل بخشی از پلایای سیرجان می‌باشد که بین طول‌های جغرافیایی ´۱۸ °۵۵ تا ´۲۱ °۵۵ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´۱۰ °۲۹ تا ´۱۳ °۲۹ شمالی واقع شده است. پلایای سیرجان در جنوب غربی شهرستان کرمان و غرب شهرستان سیرجان قرار گرفته است. این پلایا بزرگ‌ترین و مهم‌ترین پلایا در حوضه کرمان و از نوع پلایاهای پهنه‌های رسی- پوسته‌های نمکی است (نیستانی و فرپور، ۱۳۹۳). میانگین بارندگی و دمای سالیانه منطقه، به‌ترتیب ۱۲۶ میلی‌متر و ۱۷/۲ درجه سلسیوس می‌باشد. بر اساس بازدیدهای صحرایی، موقعیت سه خاک‌رخ تعیین شد و اقدام به حفر آن‌ها گردید. سپس، بر اساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (Schoeneberger و همکاران، ۲۰۱۲)، خاک‌رخ‌های مزبور تشریح و از تمامی افق‌های ژنتیکی آن‌ها نمونه‌برداری شد. پس از هواخشک کردن نمونه‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها بر اساس روش‌های استاندارد تعیین گردیدند (USDA-NRCS, 2004). علاوه بر آن، قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌ها در سه عصاره اشباع، ۱:۱ و ۱:۵ (آب:خاک) با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج اندازه‌گیری گردید. در نهایت، بر اساس اطلاعات حاصل از مطالعات صحرایی و نتایج آزمایشگاهی، رده‌بندی خاک‌رخ‌ها بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) بر اساس مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در عصاره‌های مختلف تعیین گردید.

نتایج و بحث

جدول ۲ ویژگی‌های مورفولوژیکی و جدول ۳ نتایج ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهند. طبقه‌بندی خاک‌رخ‌های مورد مطالعه بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴) بر اساس مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی قرائت‌شده در عصاره‌های مختلف (اشباع، ۱:۱ و ۱:۵) نیز در جدول ۴ ارایه شده است. بر اساس نتایج جدول ۴، خاک‌رخ اول بر اساس مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، در سطح زیرگروه به‌صورت Gypsic Haplosalids طبقه‌بندی می‌گردد؛ در صورتی که اگر از مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی عصاره‌های ۱:۱ یا ۱:۵ برای طبقه‌بندی این خاک استفاده شود، نتایج طبقه‌بندی خاک به‌طور کامل متفاوت می‌شود و خاک به‌صورت Sodic Haplogypsids نامگذاری می‌گردد. در این حالت، با توجه به مقادیر کم‌تر از ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر یا حاصلضرب ضخامت در مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی کمتر از ۹۰۰، تشخیص حضور افق سالیک در خاک‌های مورد مطالعه با مشکل مواجه می‌شود. همانگونه که قبلاً نیز اشاره گردید در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی (۲۰۱۴) قید شده است که برای تعیین حضور یا عدم حضور افق سالیک باید از عصاره اشباع به‌منظور تعیین قابلیت هدایت الکتریکی استفاده نمود. مقایسه طبقه‌بندی خاک‌رخ دوم بر اساس مقادیر مختلف قابلیت هدایت الکتریکی نیز گویای آن است که عصاره مورد استفاده برای اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی خاک، نقش به‌سزایی در طبقه‌بندی صحیح خاک و بیان ویژگی‌های ذاتی آن دارد. خاک‌رخ دوم، با در نظر گرفتن مقادیر حاصل از عصاره اشباع، به‌صورت یک خاک شور- گچی (Gypsic Haplosalids) طبقه‌بندی می‌گردد؛ در صورتی که با در نظر گرفتن مقادیر قابلیت هدایت الکریکی در عصاره‌های ۱:۱ یا ۱:۵ به‌صورت Typic Natrigypsids نامگذاری می‌گردد.

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی خاک‌های مورد مطالعه*

شماره خاک‌رخ	افق	عمق (cm)	رنگ		پایداری		ساختمان	پوشش‌ها/ تجمعات
			خشک	مرطوب	خشک	مرطوب		
۱	Az	۰-۲۱	10 YR 5/4	10 YR 4/6	HA	L	2, m, pl	GYM, GNM, SAM, m, 2-4, MAT & BRF
	Byz1	۲۱-۵۲	7.5 YR 4/3	7.5 YR3/3	VH	FI	2, c, abk	GYM, GNM, SAM, m, 2-4, MAT & BRF
	Byz2	۵۲-۷۳	10 YR 6/3	7.5 YR4/3	SH	VFR	2, c, abk	GYX, SAX, m, 2-4, MAT
	Byz3	۷۳-۹۷	10 YR 6/4	7.5 Y 4/4	MH	FR	2, m, abk	GYX, SAX, m, 2-4, MAT
	Byz4	۹۷-۱۳۲	10 YR 6.5/3	7.5 R3/2	MH	FR	2, c, abk	FDG, FDS, TOT
۲	Ayz	۰-۱۲	7.5 YR 4/3	10 YR 5/6	L	L	1, f, gr	GYM, GNM, SAM, m, 2-4, MAT & BRF
	Byz	۱۲-۳۲	7.5 YR 3/3	7.5 Y 4/3	L	L	1, m, sbk	CLF,GYM, GNM, SAM, GYX, SAX, m, 2-4, MAT & BRF
	Btnyz	۳۲-۶۱	10 YR 6/3	7.5 YR3/3	HA	FR	2, m, cpr	CLF,GYX, SAX, m, 2-4, MAT
	Btnyg	۶۱-۱۳۰	10 YR 6/3	7.5 YR3/2	VH	SO	2, m-c, cpr	
۳	Az	۰-۲۱	10 YR 5/3	10 YR 2/2	L	L	1, f, pl	FDS, SAX, TOT
	Btnyzg1	۲۱-۳۸	10 YR 6/3	7.5 YR3/2	VH	SS	sl	CLF,SAX, m, 4, MAT
	Btnyzg2	۳۸-۶۲	10 YR 6/3	7.5 YR3/2	VH	SS	sl	CLF,SAX, m, 4, MAT
	Byzm	>۶۲	-	-	-	-	-	-

* علایم به‌کار رفته در جدول بر مبنای منبع Schoeneberger و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشند.

جدول ۳- نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

شماره خاک‌رخ	افق	عمق (cm)	رس	سیلت	شن	کربنات کلسیم معادل	گچ	کربن آلی	واکنش خاک عصاره اشباع	ظرفیت تبادل کاتیونی	نسبت جذب سطحی سدیم	هدایت الکتریکی عصاره اشباع	هدایت الکتریکی عصاره ۱:۱	هدایت الکتریکی عصاره ۱:۵
			درصد							$cmol^{+}kg^{-1}$	$(meq^{-1})^{0.5}$	$dS\ m^{-1}$		
۱	Az	۰-۲۱	۱۸	۳۱	۵۱	۹	۱۶/۶۶	۰/۳	۷/۵	۷/۹۱	۷۵/۷	۳۲/۹۸	۸/۳	۶/۴
	Byz1	۲۱-۵۲	۱۹	۲۳	۵۸	۱۱/۵	۱۶/۴	۰/۲۵	۷/۴	۸/۳۳	۱۵۶/۸	۴۸/۶۵	۱۰/۸	۹/۴
	Byz2	۵۲-۷۳	۲۱	۴۳	۶۵	۷/۵	۲۶/۴	۰/۰۴	۷/۷	۱۴/۵۸	۲۱۸	۷۰/۱۸	۱۵	۱۳/۶
	Byz3	۷۳-۹۷	۱۷	۱۰	۷۳	۷	۲۳/۲	۰/۰۴	۷/۸	۶/۶۶	۴۶۲	۱۷۰/۲	۳۲/۵	۲۸/۰۳
	Byz4	۹۷-۱۳۲	۱۴	۵	۸۱	۷	۱۲/۵	۰	۷/۹	۶/۲۵	۲۳۷	۶۵/۳۷	۱۴	۱۰/۹۴
۲	Ayz	۰-۱۲	۲۵	۵۷	۱۸	۹/۵	۶/۲۳	۰/۹	۶/۷	۱۹/۱۶	۳۵۶/۹	۱۷۳/۶	۳۶/۳	۳۴/۶۷
	Byz	۱۲-۳۲	۳۱	۴۵	۲۴	۴/۵	۱۸/۴	۲/۰۳	۶/۸	۲۳/۷۴	۲۸۵/۲	۶۰	۲۴/۶	۲۱/۵
	Btnyz	۳۲-۶۱	۵۰	۲۸	۲۲	۹/۵	۴/۷	۱	۶/۸	۲۶/۲۴	۱۱۳/۷	۳۱/۸	۱۶	۱۳/۵
	Btnyg	۶۱-۱۳۰	۴۸	۳۹	۱	۱۱/۵	۱۱/۴	۰/۸	۶/۹	۲۱/۲۴	۱۴۴/۱	۳۱/۴	۱۶/۸	۱۳/۹
۳	Az	۰-۲۱	۲۶	۲۹	۴۵	۷/۵	۲۴/۳	۱/۱	۶/۵	۱۸/۷۴	۱۶۸/۲	۲۲۰	۷۱	۶۸/۵
	Btnyzg1	۲۱-۳۸	۳۵	۲۴	۴۱	۸	۱۸	۰/۴	۶/۴	۲۰/۴۱	۲۴۴/۳	۳۱۷/۷	۹۳	۸۷
	Btnyzg2	۳۸-۶۲	۳۸	۲۷	۳۵	۸	۱۸	۰/۴	۶/۵	۲۰/۸۳	۲۷۲	۳۴۷/۹	۹۶/۷	۹۱/۴
	Byzm	>۶۲	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

جدول ۴- طبقه‌بندی خاک‌های مورد مطالعه بر مبنای سامانه رده‌بندی آمریکایی بر اساس مقادیر مختلف قابلیت هدایت الکتریکی

شماره خاک‌رخ	نوع عصاره	رده‌بندی آمریکایی (۲۰۱۴)
۱	اشباع	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Gypsic Haplosalids
	۱:۱	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Sodic Haplogypsids
	۱:۵	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Sodic Haplogypsids
۲	اشباع	Fine, Mixed, Active, Thermic Gypsic Haplosalids
	۱:۱	Fine, Mixed, Active, Thermic Typic Natrigypsids
	۱:۵	Fine, Mixed, Active, Thermic Typic Natrigypsids
۳	اشباع	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Gypsic Haplosalids
	۱:۱	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Gypsic Haplosalids
	۱:۵	Fine-loamy, Gypsic, Thermic Gypsic Haplosalids

در این شرایط، مشابه خاک‌رخ شماره یک، ویژگی شور بودن این خاک‌ها که مهم‌ترین مسئله می‌باشد و از نظر مدیریت، نقش به‌سزایی دارد نادیده گرفته می‌شود. به‌عبارت بهتر، در چنین شرایطی، تنها به حضور همزمان افق‌های ژیپسیک و ناتریک در عمق ۱۰۰ سانتی‌متری خاک اشاره می‌شود. از سوی دیگر، نتایج طبقه‌بندی خاک‌رخ‌های اول و دوم، گویای آن است که در خاک‌های مورد مطالعه تفاوتی از نظر طبقه‌بندی بر اساس داده‌های حاصل از عصاره‌های ۱:۱ و ۱:۵ وجود ندارد و هیچکدام از مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری‌شده در این دو حالت نمی‌توانند ویژگی شور بودن این خاک-ها را نشان دهند؛ اگرچه در بسیاری از مطالعات که به‌منظور رده‌بندی خاک‌ها انجام می‌شوند توجهی به این موضوع نمی‌شود و در اکثر مواقع مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ اندازه‌گیری می‌شود. بر اساس نتایج جدول ۴، در رابطه با خاک‌رخ سوم شرایط کاملاً متفاوت است و صرف‌نظر از اینکه مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در کدام عصاره اندازه‌گیری شود، واقعیت صحرا و شور بودن خاک‌ها در هر سه عصاره نشان داده شده است و خاک‌ها به‌صورت Gypsic Haplosalids طبقه‌بندی گردیده‌اند. این موضوع احتمالاً به‌دلیل بالا بودن مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در هر سه عصاره می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که حتی مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ نیز شرایط لازم برای نشان دادن حضور افق سالیک در این خاک‌رخ را دارد. با این حال، توجه دقیق به معیارهای قیدشده در سامانه رده‌بندی خاک آمریکایی در رابطه با خاک‌های مختلف و ویژگی‌های متفاوت، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش گویای آن است که عصاره مورد استفاده برای اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی خاک، نقش به‌سزایی در طبقه‌بندی صحیح خاک و بیان ویژگی‌های ذاتی آن دارد؛ به‌گونه‌ای که اگر از مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌های ۱:۱ یا ۱:۵ برای طبقه‌بندی این خاک‌ها استفاده شود نتایج طبقه‌بندی خاک به‌طور کامل متفاوت خواهد بود و ویژگی شور بودن این خاک‌ها که مهم‌ترین مسئله می‌باشد و از نظر مدیریت نقش به‌سزایی دارد نادیده گرفته می‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که علی‌رغم زمان‌بر و هزینه‌بر بودن اندازه‌گیری قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، توجه به اهمیت این موضوع و نشان دادن نقش آن بر نتایج رده‌بندی خاک‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

منابع

نیستانی، م. و فرپور، م. ه. ۱۳۹۳. بررسی نحوه تشکیل، کانی‌شناسی رس و میکرومورفولوژی خاک‌های گچی- نمکی پلایای خیرآباد سیرجان. خشک بوم، ۱ (۴)، ۷۸-۶۵.

Cline, M.G. 1949. Basic principles of soil classification. Soil Science, 67, 81–91.

Kargas, G., Chatzigiakoumis, I., Kollias, A., Spiliotis, D., Massas, I., Kerkides, P. 2018. Soil salinity assessment using saturated paste and mass soil: water 1:1 and 1:5 ratios extracts. Water, 10, 2-11.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., Soil Survey Staff, 2012. Field book for describing and sampling soils. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Soil Taxonomy. 2014. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

USDA-NRCS. 2004. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations. Report No, 42. Version 3, 693p.

Topic for submission: Soil Genesis and Classification

The effect of electrical conductivity in different water to soil extracts on soil classification

Esfandiarpour Boroujeni[*1], I., Javaheri, F.[2], Farpoor, M. H.[3], Mosleh, Z.[4]

[1] Associate Prof., Soil Science Department, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
[2] PhD Student, Soil Science Department, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Iran
[3] Professor, Soil Science Department, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
[4] Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of electrical conductivity in different water to soil extracts on soil classification. For this purpose, three pedons in Sirjan playa of Kerman Province were excavated, described and analyzed. The electrical conductivity was determined in saturated paste, soil:water 1:1 and 1:5 ratios extracts. Then, soils were classified according to Soil Taxonomy (2014) system based on different values of electrical conductivity. Results showed that the extraction methods have a high effect on soil classification and the soils was classified entirely different when using the soil:water 1:1 and 1:5 ratios extracts. So that, the detection of salic horizon in the studied soils was encountered with problem and it does not appear even in subgroup level. Therefore, attention to all criteria and instructions that used in Soil Taxonomy system to determine soil characteristics is inseparable part of the correct soil classification.

Keywords: Saline soils, Soil:water ratio, Soil Taxonomy

[*] Corresponding author, Email: esfandiarpoor@vru.ac.ir