ارزيابي اثر كمي متغييرهاي محيطي در رخداد فرسايش خندقي

قاسم مرتضايي‌فريزهندي*[۱]، حسن احمدي[۲]، جمال قدوسي[۳]، سادات فيض‌نيا[۲] و محمد جعفري[۲]
[۱] استاديار جهاد دانشگاهي دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۲] استاد گروه احياء مناطق خشک و کوهستاني، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاديار مركز تحقيقات حفاظت خاك و آبخيزداري، ايران
(تاريخ دريافت: ۸۴/۹/۱۸، تاريخ تصويب: ۸۵/۵/۲)

چكيده

اين پژوهش در حوزه آبخيز چپ چپ- گميش آباد يكي از زير حوزه‌هاي آبخيز زنجانرود واقع درشمال غرب شهرستان زنجان با گزينش ۳۲ خندق در بخش مركزي منطقه مورد بررسي و با استفاده از اطلاعات بدست آمده از تفسير عكس‌هاي هوايي مربوط به سال‌هاي ۱۳۳۵، ۱۳۴۶، ۱۳۸۰ و تصاوير ماهواره‌اي مربوط به سال‌هاي ۱۳۷۰ و ۱۳۷۷ همراه با عمليات ميداني و بازديد، موقعيت مكاني خندق‌هاي گزينشي انجام شده است. تجزيه و تحليل داده‌ها و استخراج نتايج در محيط سامانه اطلاعات جغرافيايي (GIS) با بكارگيري نرم افزار (ILWIS) و داده‌هاي سنجش از دور (RS) است. بنابر نتايج بدست آمده از اين بررسي‌ها با افزايش سطح بالادست پيشاني خندق رشد طولي بيشتر مي‌شود. يون سديم كه باعث انتشار يافتن ذرات ريز بويژه رس در خاک مي شود در خندق‌هايي كه گسترش بيشتري دارند, به ميزان زيادي وجود دارد هر چه ميزان مواد آلي وهوموس خاک بيشتر باشد پايداري خاكدانه‌ها زيادتر و در نهايت گسترش طولي خندق محدودتر مي‌باشد. همچنين در منطقه مورد بررسي بارش‌هاي ۲۴ ساعته با شدت بالاتر از ۱۲/۵ ميليمتر معادل ۰/۵ اينچ به‌عنوان يكي از عامل‌هاي موثر در رشد طولي خندق عمل نموده است.

واژه‌هاي كليدي: متغيرهاي تأثيرگذار، رشد طولي خندق، GIS، RS، بارندگي ۲۴ ساعته، مساحت پيشاني خندق

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۲-۳۰۳۰۱۱۴ فاكس: ۰۲۶۱۲۲۴۲۸۵۵ Email: mortezaie@ut.ac.ir

مقدمه

در حدود ۹۰ درصد از مساحت كشور را اقليم‌هاي خشک ونيمه خشک فرا گرفته است كه پراكنش نامناسب بارندگي ها، اندكي پوشش گياهي همراه با سطح گسترده اراضي ديم از عامل‌هاي موثر در فرسايش خاک در اين اقليم‌ها به‌شمار مي‌آيند. به‌طوري‌كه از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۸ مقدار فرسايش خاک در كشور رشدي در حدود ۴۵۰ درصد داشته است. اين موضوع نشانگر بحراني بودن وضعيت فرسايش ولزوم كنترل آن در ايران مي‌باشد (۱). همچنين در اثر بهره‌برداري زياد از پوشش گياهي و رعايت نكردن اصول حفاظت خاک و آب، تغييرات قابل ملاحظه‌اي در محيط ايجاد مي‌شود كه منجر به وارد آمدن خسارت‌هاي زيان بار از جمله ايجاد و گسترش فرسايش خندقي مي‌شود (۴، ۶، ۷ و ۹).

در مجارستان با استفاده از عكس‌هاي هوائي و تجزيه و تحليل داده‌ها در محيط سامانه اطلاعات جغرافيايي (GIS) نشان داده‌اند كه وضعيت فعلي فرسايش خندقي و رابطه آن با روند شكل‌گيري تغييرات، گسترش اين نوع فرسايش در سالهاي پيشين، طول خندق‌ها در زمان‌هاي پيشين و مقايسه آنها با طول خندق‌هاي برداشت شده فعلي از راه بررسي‌هاي ميداني، تنها از راه در دسترس بودن عكس‌هاي هوائي و تصاوير ماهواره‌اي امكان‌پذير است (۸).

بررسي‌ها نشان داده است كه كمي كردن تغييرات و ويژگيهاي فرسايش خندقي با استفاده از عكس هوائي و تصاوير ماهواره‌اي علاوه بر افزايش دقت، در فاصله زماني كمتري در مقايسه با بررسي‌هاي ميداني امكان‌پذير است (۵). بالا بودن هزينه كنترل خندق‌ها و فرسايش خندقي، پر حجم بودن اقدامات و عمليات علاوه بر سختي انجام كار با توجه به محل و موقعيت مكاني شكل گيري و گسترش خندق‌ها از جمله مواردي است كه بناچار آگاهي از فعال بودن و يا نبودن خندق‌ها را گريز ناپذير مي كند (۱).

روند و نرخ رشد طولي خندق‌ها شاخص مناسب و قابل قبولي است كه مي تواند مشخص كننده فعال يا غير فعال بودن خندق‌ها باشد. از آنجا كه اندازه گيري رشد طولي خندق‌ها به طور مستقيم نيازمند صرف زمان طولاني و هزينه‌هاي سنگيني براي تجهيزات مورد نياز و نگهداري از آنها و ثبت داده است (۳). بديهي است در صورت دستيابي به عامل‌هاي موثر، مشخص كردن راهبردهاي لازم براي مهار فرسايش خندقي و كنترل پي آمدهاي ناشي از آن از راه گزينش گزينه‌هاي مناسب موجب تثبيت خندق‌ها و احياء حوزه‌هاي آبخيز از اين نظر مي‌شود (۲). به گونه‌اي كه در اين راه از هدر رفت سرمايه‌گذاريهاي سالانه، كه در اين زمينه براي كاهش فرسايش و توليد رسوب در كشور مي شود جلوگيري به عمل آمده و با توجه به سهم قابل توجه فرسايش خندقي در توليد رسوب، از انباشت رسوب‌ها در نهرهاي آبرساني، رودخانه‌ها و مخازن ذخيره آب كه پي آمدهاي خسارت بار اقتصادي و اجتماعي را به كشور وارد مي‌كند جلوگيري به عمل مي‌آيد. به‌نظر مي‌رسد امروزه با گسترش فن و دانش سنجش از دور(RS) شامل عكس‌هاي هوائي و انواع تصاوير ماهواره‌اي امكان بررسي ابعاد مختلف انواع فرسايش خاک از جمله فرسايش خندقي با دقت زياد امكان‌پذير باشد. از اينرو استفاده از عكس هوايي و تصاوير ماهواره‌اي تهيه شده در دوره‌هاي مختلف زماني در بررسي‌هاي ژئومرفولوژي به ويژه پديده فرسايش، اين امكان را فراهم مي‌نمايد، كه بتوان تغييرات بدست آمده را با دقت قابل قبول مورد بررسي قرار داده و عامل‌هاي مؤثر را شناسايي نمود. افزون بر اين امروزه با توجه به قابليت‌ها و توانمنديهاي سامانه اطلاعات جغرافيايي (GIS) در ذخيره‌سازي و تجزيه و تحليل داده‌ها مي‌توان اقدام به گردآوري داده‌ها و اطلاعات نمود.

از اينرو، تلاش بر آن بوده است كه با بررسي ويژگيهاي محيطي منطقه مورد بررسي و ارزيابي تأثير آنها در شكل‌گيري و رشد طولي خندق‌ها، ارتباط كلية متغيرها به‌صورت كمي با رشد طولي خندق‌ها بررسی شود.

مواد و روش‌ها

اين پژوهش در يكي از زير حوزه‌هاي آبخيز زنجانرود به نام چپ چپ- گميش آباد در ۶۵ كيلومتري شمال غرب شهرستان زنجان و در محدوده جغرافيائيً ۵۶ وَ ۵۰ و°۴۷ تا

۵۲ ″و ۰۳ ′و ۴۸ °طول شرقي و ۵۷ ″و ۵۸ ′و ۳۶ °تا ۲۹ ″و ۰۷ ′و ۳۷ °عرض شمالي و مساحت ۳۰۶۴۵/۷۹ هکتار با گزينش ۳۲ خندق در بخش مرکزي درسه مرحله شامل بررسي‌هاي کتابخانه‌اي، بررسي‌هاي ميداني و انجام تجزيه و داده‌ها و جمع بندي نتايج با بهره گيري از نتايج بررسي‌هاي انجام شده در زمينه فرسايش خندقي در جهان و ايران انجام شده است:

- مشخص کردن محدوده‌ي منطقه مورد بررسي بر روي نقشه‌هاي توپوگرافي ۵۰۰۰۰ : ۱ و۱:۲۵۰۰۰

- بازديد از منطقه، پيمايش ميداني و مشخص کردن موقعيت مکاني خندق‌هاي دائمي

- تفسير عکس‌هاي هوايي در دوره‌هاي زماني ۱۳۳۵، ۱۳۴۶ و ۱۳۸۰ و تصاوير ماهواره‌اي TM سالهاي ۱۳۷۰ و ۱۳۷۷ براي مشخص کردن منطقه‌هاي تحت تأثير فرسايش خندقي همراه با مشخص کردن خندق‌ها و براي آن‌ها (زبيري و دالکي،۱۳۸۲) و انتقال نتايج به محيط GIS از راه اسکن نمودن عکس‌هاي هوايي تفسير شده در دوره‌هاي زماني ۱۳۳۵، ۱۳۴۶ و ۱۳۸۰ براي بررسي و تعيين محدوده‌ي مساحت آبخيزهاي بالادست پيشاني (رأس) هر يک از خندق‌هاي گزينش شده وطول هريک از آنها در زمان‌هاي مختلف.

- نمايان سازي[1] خندق‌ها بر روي تصاوير ماهواره‌اي در دوره‌هاي زماني مختلف (سالهاي ۱۳۷۰و۱۳۷۷) از راه کنترل کيفيت،پيش پردازش تصاوير و انجام آزمون ترکيب باندها با استفاده از اندکس و گزينش مناسب‌ترين ترکيب باندها و تحليل شکل، بافت و اندازه خندق‌ها و مشخص کردن حدود تغييرات شماره‌هاي رقومي[2] با توجه به روش نمايان سازي منطقه‌هاي تحت تأثير فرسايش خندقي، با استفاده از نرم افزار ILWIS وتهيه نقشه‌هاي نظارت شده موقعيت مکاني و مسير خندق‌ها،

- نقشه برداري و تهيه نقشه،پروفيل‌هاي طولي و عرضي خندق‌هاي گزينش شده به منظور تعيين شکل،ابعاد و شيب کف خندق‌ها در زمان انجام بررسي،

- تهيه نمونه‌هاي خاک سطحي از محل پيشاني (رأس) خندق‌ها براي تعيين ميزان رس در نمونه‌هاي خاک وبررسي رابطه بين ويژگي‌هاي فيزيکي و شيميايي خاک با رشد طولي خندق‌ها به منظور ارائه مدل،

- محاسبه و مشخص کردن تغييرات طولي خندق‌ها همراه با مساحت آبخيزهاي واقع در بالا دست رأس خندق‌ها و ويژگي‌هاي مرفومتري آنها.

لازم به توضيح است که‌اين بند از روش بررسي با استفاده از نتايج اجراي بندهاي ۱ تا ۶ انجام مي شود،

- بررسي فراواني وقوع فرسايش خندقي با ويژگي‌هاي فيزيکي و شيميايي خاک، ويژگيهاي بارندگي، روانابهاي سطحي، توپوگرافي و فيزيوگرافي محل تشکيل خندق‌ها و ويژگي‌هاي مرفومتري آنها به منظور ارائه مدل رگرسيوني از راه تجزيه و تجزيه و تحليل عامل‌هاي ياد شده به عنوان متغيرهاي مستقل و رشد طولي خندق‌ها به عنوان متغير وابسته.

نتايج

بررسي تعيين منطقه‌هاي تحت تاثير فرسايش خندقي بدين منظوربا استفاده از تصاوير ماهواره‌اي سالهاي ۱۳۷۰ و ۱۳۷۷ و تفسير عکس‌هاي هوائي سالهاي ۱۳۳۵، ۱۳۴۶ و ۱۳۸۰ و استفاده از روشهاي پردازش تصاوير ماهواره‌اي و مشخص کردن موقعيت جغرافيايي خندق‌ها با استفاده از GPS، بازديدها و کنترل‌هاي ميداني و تفسير عکس‌هاي هوائي، مساحت منطقه‌هاي خندقي شده تعيين شد. نتايج بدست آمده گوياي اين است که از کل ۳۰۶۴۵/۷۹ هکتار، درحدود۸۲۸۲ هکتار (۲۷/۰۳ درصد)، مساحت آبخيز چپ چپ – گميش آباد تحت تأثير فرسايش خندقي است. (شکل۱)

۱- Detection

۲- Digital Number

تجزيه و تحليل تأثير عامل‌هاي محيطي مختلف در رخداد فرسايش خندقي

بر پايه طبقه‌بندي موقعيت مكاني و پراكنش منطقه‌هاي تحت تاثير فرسايش خندقي ارتباط آنها با عامل‌هاي محيطي مختلف بررسي شد. نتايج بدست آمده از بررسي‌هاي انجام شده در ارتباط با هر يک از عامل‌هاي شامل: شيب، سازندهای زمین شناسی و ... با منطقه‌هاي تحت تأثير فرسايش خندقي به تفكيک در جداول (۱ تا ۷) ارائه شده است.

جدول ۱- فراواني اراضي خندقي شده بر پايه طبقه‌هاي شيب زمين

شماره رديف	شيب (%)	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده به سطح كل زير آبخيز حوزه
		(هكتار)	(درصد)	(هكتار)	(درصد)	
۱	%۰-۲	۱۱۰۸۵/۷۹	۳۶/۲۳	۳۰۰۰/۳۵	۳۶/۱۷	۹/۷۹
۲	%۲-۵	۴۵۶۳	۳۱/۱۶	۲۵۸۰/۴۵	۱۴/۸۹	۸/۴۲
۳	%۵-۸	۲۹۷۳/۰۳	۱۸/۷۲	۱۵۵۰/۵	۹/۷	۵/۰۶
۴	%۸-۱۲	۱۰۲۴/۳۲	۱۱/۵۳	۹۵۵/۳۶	۳/۳۴	۳/۱۲
۵	%۱۲-۱۵	۴۴۵۶/۲۱	۱/۳۶	۱۱۳	۱۴/۵۴	۰/۳۷
۶	%۱۵-۲۰	۱۱۲۵/۶۲	۱	۸۲/۷۹	۳/۶۷	۰/۲۷
۷	%۲۰-۳۰	۱۲۰۵/۸۵	۰	۰	۳/۹۳	۰
۸	%۳۰-۴۵	۱۶۰۰/۵	۰	۰	۵/۲۲	۰
۹	%۴۵-۶۰	۱۲۸۶/۲۱	۰	۰	۴/۲۰	۰
۱۰	%۶۰<	۱۳۲۶/۲۱	۰	۰	۴/۳۲	۰
مجموع		۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۸۲۸۲/۴۵	۱۰۰	۲۷/۰۳

* طبق نتايج جدول بيش از ۹۵% فزسايش خندفي در شيبهاي كمتر از ۱۲% رخ داده است.

جدول ۲- فراواني اراضي خندقي شده بر پايه جهت شيب زمين

شماره رديف	جهت دامنه	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده به سطح كل زير آبخيز حوزه
		(هكتار)	(درصد)	(هكتار)	(درصد)	
۱	شمالي	۱۰۵۲۱	۳۴/۳	۳۵۹۳/۵	۴۳/۴	۸/۵
۲	شرقي	۸۰۳۴/۴	۲۶/۲	۲۰۲۱/۵	۲۴/۴	۷/۲۵
۳	جنوبي	۳۸۱۳/۳	۱۲/۴	۷۳۰/۶۳	۸/۸	۳/۷
۴	غربي	۸۲۷۶/۹	۲۷	۱۹۳۶/۸	۲۳/۴	۷/۶

* جهت شمالي با ميزان رطوبت بالا بيشترين محدوده خندقي شده را در بر مي‌گيرد.

جدول ۳- فراواني اراضي خندقي بر پايه سازندهاي زمين شناسي

شماره ردیف	سازند زمين شناسي	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده به سطح كل زير آبخيز
		(هكتار)	(درصد)	(هكتار)	(درصد)	
۱	نهشته مارني نئوژن	۱۳۵۲۱	۴۴/۱۲	۵۶۳۳/۷۵	۶۸/۰۲	۱۸/۳۸
۲	رسوبات آبرفتي قديمي	۱۶۱۴۵/۵۵	۵۲/۶۸	۲۴۹۸/۰۵	۳۰/۱۶	۸/۱۵
۳	آبرفت‌هاي رودخانه‌اي و دشت‌هاي سيلابي جديد	۹۷۹/۲۴	۳/۲	۱۵۰/۶۵	۱/۸۲	۰/۴۹
مجموع		۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۸۲۸۲/۴۵	۱۰۰	۲۷/۰۳

* نهشته مارني نئوژن با املاح نمكي ۶۸% سطح اراضي خندقي رادر برمي گيرد.

جدول ۴- فراواني اراضي خندقي بر پايه رخساره

شماره ردیف	شكل زمين	شيب %	رخساره	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده به سطح كل
				(هكتار)	(درصد)	(هكتار)	(درصد)	
۱	كوهستان	>۲۵%	فرسايش آبراهه‌اي	۱۳۲	۰/۴۳	۰	۰	۱۸/۳۸
۲	تپه ماهور	۲۰-۸%	فرسايش خندقي - آبراهه‌اي فرسايش خندقي	۲۶۲۱۵/۱۳	۸۵/۵۴	۷۹۸۲/۴۵	۹۵/۷۸	۰/۴۹
۳	دشت سر پوشيده	۵-۱%	فرسايش شياري- فرسايش خندقي	۴۲۹۸/۶۶	۱۴/۰۳	۳۰۰	۴/۲۲	۸/۱۵
مجموع				۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۸۲۸۲/۴۵	۱۰۰	۲۷/۰۳

* منطقه‌هاي تپه ماهور با شيب كمتر از ۲۰% سطح گسترده‌اي از اراضي خندقي را شامل مي‌شود.

جدول ۵- تغييرات فراواني اراضي خندقي بر پايه نوع استفاده از اراضي طي سالهاي۱۳۸۰-۱۳۳۵

شماره ردیف	نوع استفاده از اراضي	مساحت اراضي خندقي شده (۱۳۳۵)		مساحت اراضي خندقي شده (۱۳۸۰)	
		(هكتار)	(درصد)	(هكتار)	(درصد)
۱	مرتع	۱۸۶۹۴	۶۱	۱۱۱۸۵/۷۱	۳۶/۵
۲	زراعت آبي	۱۵۳۲/۲۹	۵	۲۲۰۶/۵	۷/۲
۳	ديمزار	۹۸۰۶/۶۵	۳۲	۱۶۳۹۵/۵	۵۳/۵
۴	منطقه‌هاي مسكوني و اراضي غيرتوليدي	۶۱۲/۹	۲	۸۵۸	۲/۸
جمع		۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰

* توسعه اراضي ديمزار در طي سال‌هاي ۱۳۸۰-۱۳۳۵ در سطح اراضي خندقي شده را نشان مي‌دهد.

جدول ۶- فراواني اراضي خندقي شده بر پايه گروه‌هاي بزرگ خاک

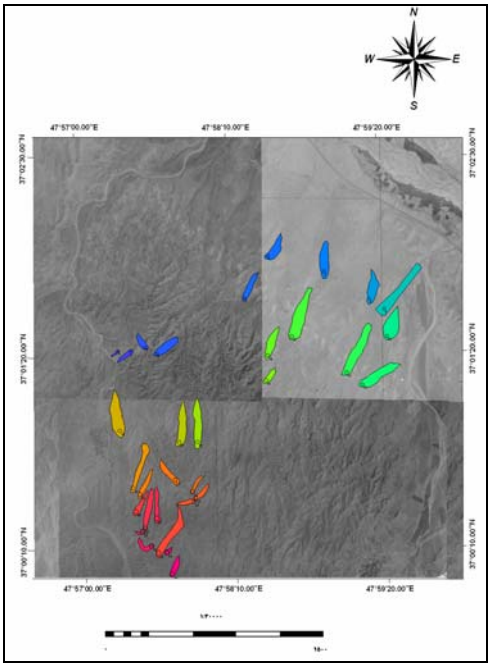
شماره رديف	گروه‌هاي بزرگ خاک	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده
		(هکتار)	(درصد)	(هکتار)	(درصد)	
۱	Calcic.Xerollic.Xerochrepts	۱۷۶۵/۴۱	۵/۷۶	۷۳/۲	۰/۸۸	۰/۲۴
۲	Typic.Xerochrepts	۲۵۳۳/۲۵	۸/۲۷	۴۹۶/۲۷	۶	۱/۶۲
۳	Typic.Xerorthents	۲۱۳۴۷/۱۴	۸۵/۹۷	۷۷۱۲/۹۸	۹۳/۱۲	۲۵/۱۷
مجموع		۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۸۲۸۲/۴۵	۱۰۰	۲۷/۰۳

* بافت نامناسب و املاح بالاي خاک يکي از شاخص‌هاي موثر در توسعه اراضي خندقي مي‌باشد.

جدول ۷- فراواني اراضي خندقي شده بر پايه تيپ‌هاي گياهي

شماره رديف	تيپ گياهي	مساحت زير آبخيز		مساحت اراضي خندقي شده		نسبت اراضي خندقي شده به سطح کل زير آبخيز
		(هکتار)	(درصد)	(هکتار)	(درصد)	
۱	Artemisia Annual grass	۱۰۹۵۷/۷۹	۳۵/۷۶	۳۸۲۳/۲	۴۶/۱۶	۱۲/۴۸
۲	Artemisia grass Hulthemia Annual	۱۰۸۶	۳/۵۴	۳۹۶/۲۷	۴/۷۸	۱/۲۹
۳	Crop lands	۱۸۶۰۲	۶۰/۷	۴۰۶۲/۹۸	۴۹/۰۶	۱۳/۲۶
مجموع		۳۰۶۴۵/۷۹	۱۰۰	۸۲۸۲/۴۵	۱۰۰	۲۷/۰۳

* تيپ گياهي موجود ضعيف تا متوسط با گرايش منفي است که در گسترش اراضي خندقي نقش مهمي دارد.



شکل ۱- مو قعيت ۳۲ خندق مورد بررسي در عکس هوايي سال ۱۳۴۶

تشريح نيمرخ خاک

در سه قسمت پيشاني (راس)، وسط و دهانه خروجي خندق‌ها با فاصله بيشينه ۲ متر از يکي از جداره‌هاي آنها از افق‌هاي مختلف خاک نمونه برداري انجام و درصد عناصر مختلف اندازه گيري شد (جدول ۸).

بررسي تغييرات طولي خندق‌ها

با بهره‌گيري از فن و دانش سنجش از دور (Rs) و روشهاي تشکيل بانک اطلاعات، نقشه‌سازي، براي بررسي تغييرات طولي خندق‌ها از راه تفسير چشمي عکس‌هاي هوائي و تصاوير ماهواره‌اي و تجزيه و تحليل داده‌ها و استخراج نتايج در محيط سامانه‌هاي اطلاعاتي جغرافيايي (GIS) با بکارگيري نرم‌افزار ILWIS، تغييرات شکل ظاهري زمين به ويژه تغييرات ناشي از پديده‌هاي

ژئومرفولوژي و پردازش داده‌ها براي نمايان‌سازي خندق‌ها و ثبت ويژگي‌هاي خندق‌ها و تهيه نقشه منطقه‌هاي تحت تأثير فرسايش خندقي با بهره‌گيري از عكس‌هاي هوائي سال ۱۳۳۵ (۱:۵۰۰۰۰)، ۱۳۴۶ (۱:۲۰۰۰۰) و ۱۳۸۰ (۱:۴۰۰۰۰) و تصاوير ماهواره‌اي TM-لندست سال ۱۳۷۰ و ۱۳۷۷ (۱:۱۰۰۰۰) و تفسير آنها با پردازش اطلاعات به‌دست آمده، اقدام به نمايان‌سازي خندق‌ها بر روي قديمي‌ترين تصاوير ماهواره‌اي (مربوط به سال ۱۳۷۷) از منطقه به صورت چشمي شده و سپس با مشخص كردن موقعيت جغرافيايي آنها با بهره‌گيري از سامانه موقعيت جغرافيايي (GPS[1]) و نقشه توپوگرافي با مقياس ۱:۲۵۰۰۰ اقدام به تهيه نقشه نظارت شده موقعيت مكاني خندق‌ها شده است و در نتيجه ميزان رشد طولي ۳۲ خندق از سال ۱۳۳۵ تا سال ۱۳۸۳ تعيين شده است (جدول ۹).

بررسي رابطه بين ميزان رشد طولي خندق‌هاي محدوده مورد بررسي وشاخص‌هاي فيزيكي وشيميايي

در اين بررسي ميزان رشد طولي خندق از سال ۱۳۳۵ به عنوان سال مبنا تا سال ۱۳۸۳ به عنوان متغير وابسته و ۱۹ شاخص فيزيكي وشيميايي خاک مربوط به نمونه‌هاي برداشت شده از ۳۲ خندق مورد آزمون مشتمل بر:

۱- هدايت الكتريكي (ميكرو موس بر سانتيمتر)،
۲- اسيديته خاك،
۳- كربن آلي (%)،
۴- ميزان شن (%)،
۵- ميزان سيلت (%)،
۶- ميزان رس (%)،
۷- ميزان گچ (ميلي اكي والان در ۱۰۰گرم)،
۸- مواد خنثي‌شونده (%)،
۹- ميزان رطوبت اشباع (%)،
۱۰- ميزان يون پتاسيم(ميلي اكي والان درليتر)،
۱۱- ميزان يون سديم (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۲- ميزان يون منيزيم (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۳- ميزان يون كلسيم (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۴- ميزان يون سولفات (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۵- ميزان يون كلر (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۶- ميزان يون بي كربنات (ميلي اكي والان درليتر)،
۱۷- ميزان تبادل كاتيوني (ميلي اكي والان در ۱۰۰گرم)،
۱۸- ميزان سديم قابل جذب (%)،
۱۹- نسبت سديم قابل جذب،

به همراه ۲ شاخص بارندگي ۲۴ ساعته ومساحت پيشاني حوزه آبخيز بالا دست خندق به عنوان متغيرهاي مستقل درقالب ايجاد روابط رگرسيوني ساده وبه صورت تفكيكي در قالب مدلهاي خطي، لگاريتمي،نمايي وتواني مورد بررسي قرار گرفت و مدلي كه بيشترين سطح معني داري را دارا مي‌باشد انتخاب شد نتايج نشان مي‌دهد بين ميزان كربن آلي، سيلت، سديم قابل تبادل خاک، نسبت جذب سديم، مساحت حوزه آبخيز پيشاني بالادست خندق و بارندگي بيشينه ۲۴ ساعته با رشد طولي رابطه معني دار وجود دارد.

شاخص‌هاي مورد استفاده در مدل ها عبارتند از:

Y= تغيير رشد طولي خندق (متر)
x_3= ميزان كربن آلي (درصد)
x_5= ميزان سيلت (درصد)
x_{18}= سديم قابل تبادل خاک (ESP) (درصد)
x_{19}= نسبت جذب سديم (SAR) (ميلي‌اكي‌والان‌درليتر)
x_{20}= مساحت پيشاني خندق (هكتار)
x_{21}= ميزان بارندگي ۲۴ ساعته (بر حسب ميلي‌متر)

پنج مدل بدست آمده كه با همبستگي بالا مي تواند مورد استفاده قرار گيرد عبارتنداز:

مدل۱:

$$y=-58/372x_3+2/238x_3+0/990x_5+2/468x_{18}+0/004x_{18}+141/186x_{21}+0/005x_{19}+1/749x_5+0/167x_3+2/042x-57/154$$

مدل۲ :

$$y=-58/037x_3+2/432x_5+1/057x_{18}+2/711x_{21}+136/680$$

مدل۳:

$$y=-58/687x_3+2/767x_5+2/931x_{18}+144/724$$

مدل۴:

$$y=-60/851x_3+3/281x_5$$

مدل۵:

۱- Geographic Position System

جدول ۸- برخي از ويژگي‌هاي فيزيكي وشيميايي نمونه خاک

شماره خندق	عمق (cm)	رطوبت اشباع (درصد)	هدايت الكتريكي (دسي زيمنس بر متر)	اسيديته PH	درصد مواد خنثي شونده %T.N.V	گچ CaSo4 (ميلي اكي والان بر ليتر)	كربن آلي O.C (%)	شن Sand (%)	سيليت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت Texture
۱	۰-۵	۹/۳	۰/۲	۷/۶	۱۱/۷	۰/۱۲	۲/۸	۷۵/۴	۲۳/۴	۰/۳	لوم-سيلتي
۲	۰-۵	۱۴/۸	۰/۲۲	۷/۵	۱۰/۴	۰/۶	۱/۶	۶۳/۴	۲۵/۴	۱/۲	لوم-سيلتي
۳	۰-۵	۱۵/۳	۰/۲۲	۷/۵	۱۱/۳	۰/۰۰۵	۲/۷	۶۱/۴	۲۵/۴	۱/۲	لوم-سيلتي
۴	۰-۱۰	۱۶/۹	۰/۲۹	۷/۵	۱۰/۴	۰/۰۰۵	۰/۹	۷۱/۴	۳۲	۳/۲	لوم-سيلتي
۵	۰-۵	۱۵/۹	۰/۲۵	۷/۶	۱۵/۴	۰/۶	۲	۶۱/۴	۲۷/۴	۱/۲	لوم-سيلتي
۶	۰-۱۰	۱۶/۸	۰/۲۹	۷/۶	۱۵/۴	۰/۰۰۵	۰/۸	۵۷/۴	۳۱/۴	۳/۲	لوم-سيلتي
۷	۰-۱۰	۱۵/۵	۰/۲۳	۷/۵	۱۱/۷	۰/۰۵	۳/۱	۵۹/۴	۲۵/۵	۰/۴	لوم-سيلتي
۸	۰-۱۰	۱۶/۳	۰/۲۶	۷/۵	۱۰/۸	۰/۰۵	۱/۶	۶۷/۴	۲۸/۶	۱/۲	لوم-سيلتي
۹	۰-۲۰	۲۰/۴	۰/۶۴	۷/۵	۱۰/۸	۰/۰۰۵	۰/۸	۵۷/۴	۳۷/۴	۹/۲	لوم
۱۰	۰-۲۰	۱۷/۲	۰/۳۴	۷/۶	۱۲/۵	۰/۰۰۵	۱/۴	۶۹/۴	۳۵/۴	۵/۲	لوم-سيلتي
۱۱	۰-۲۰	۲۱/۶	۱/۴۶	۷/۵	۱۴/۵	۰/۶	۰/۱	۶۵/۴	۴۱/۴	۱۰/۶	لوم-سيلتي
۱۲	۰-۳۰	۱۸/۶	۰/۴۲	۷/۷	۱۴/۶	۰/۰۰۵	۱/۶	۵۳/۴	۳۷/۴	۹/۲	لوم-سيلتي
۱۳	۰-۵	۲۱/۹	۲/۹	۸	۱۴/۶	۰/۰۰۵	۰/۴	۷۳/۴	۴۳/۴	۱۳/۲	لوم-سيلتي
۱۴	۰-۲۰	۱۷/۶	۰/۳۶	۷/۷	۱۳/۳	۰/۰۰۵	۰/۶	۵۹/۴	۳۵/۶	۵/۲	لوم-سيلتي
۱۵	۰-۱۵	۱۷/۶	۰/۳۷	۷/۴	۱۰/۴	۰/۰۰۵	۰/۵	۵۷/۴	۳۷/۴	۵/۲	لوم-سيلتي
۱۶	۰-۱۰	۱۷/۷	۰/۴۲	۷/۶	۱۰/۴	۰/۰۰۵	۱/۳	۷۱/۴	۳۷/۴	۵/۲	لوم-سيلتي

جدول ۸- برخي از ويژگي‌هاي فيزيكي وشيميايي نمونه خاک

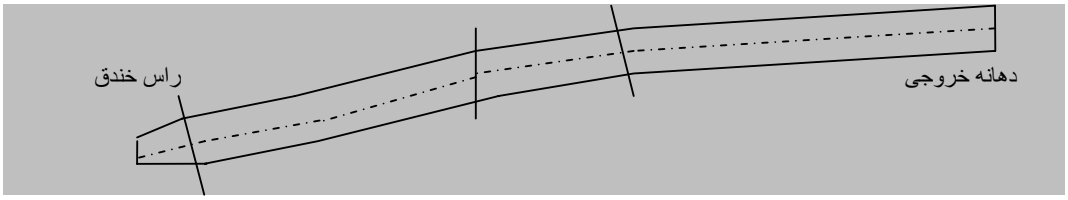
شماره خندق	عمق (cm)	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	So_4^{--}	CL^-	CO_3^-	CEC (Me/100gr)	ESP (%)
۱۷	۰-۳۰	۰/۰۵	۰/۸	۲	۴	۵/۴	۴/۸	۴	۱۵/۶	۰/۵۸
۱۸	۰-۳۰	۰/۴	۱/۶	۳	۳/۴	۰/۶	۲	۴/۶	۱۶/۵	۰/۹۱
۱۹	۰-۱۸	۰/۱۵	۹/۸	۱/۶	۲/۴	۱/۹	۲	۳	۱۶/۵	۱/۴۹
۲۰	۰-۱۵	۰/۴۳	۰/۴	۳/۲	۴	۰	۴	۴/۸	۱۴/۷	۰/۶
۲۱	۰-۵	۰/۲۵	۰/۴	۲	۴/۸	۰	۲	۳	۱۳/۴	۰/۵۱
۲۲	۰-۵	۰/۷۱	۰/۸	۲	۴	۰	۵/۴	۵/۱	۱۳/۴	۰/۹۱
۲۳	۰-۴۰	۰/۵۸	۰/۸	۱/۶	۳/۶	۰/۵۸	۲/۸	۸	۱۳/۴	۰/۸۲
۲۴	۰-۱۵	۰/۱۵	۱/۲	۰/۸	۳/۴	۰	۲/۱	۴/۳	۱۴/۷	۰/۹۴
۲۵	۰-۲۰	۰/۲	۲/۴	۱/۲	۳/۲	۰	۱/۸	۲/۶	۱۷/۳	۰/۹۱
۲۶	۰-۵	۰/۱۷	۲	۰/۸	۳/۲	۰	۲/۱	۲/۸	۱۴/۷	۰/۹۲
۲۷	۰-۲۵	۰/۲۵	۱۶	۲/۸	۲/۴	۰/۵۵	۳/۸	۴/۶	۱۷/۳	۴/۷
۲۸	۰-۵	۰/۲	۰/۸	۰/۶	۳/۶	۰	۲/۱	۳/۸	۱۵/۶	۰/۸۲
۲۹	۰-۵	۰/۳	۰/۴	۲	۴/۸	۰	۲/۳	۳/۷	۱۲/۱	۰/۵
۳۰	۰-۵	۱	۰/۸	۰/۸	۴	۰	۴/۸	۷	۱۳/۴	۰/۹
۳۱	۰-۵	۰/۲۵	۰/۴	۲	۴/۴	۰	۲	۳/۶	۱۲/۱	۰/۵۸
۳۲	۰-۵	۰/۱۵	۰/۸	۱/۲	۳/۶	۰	۲/۱	۳/۸	۱۴/۷	۰/۶

جدول ۹- ميزان رشد طولي خندق از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۳(برحسب متر)

سال خندق / شماره خندق	۱۳۳۵	۱۳٤٦	۱۳۷۰	۱۳۷۷	۱۳۸۰	۱۳۸۳
۱	٦٥	۷۸	۱۱۰	۱۱۸	۱۲۲	۱۲٦
۲	۸۲	۱۰۹	۱۷۳	۱۸۰	۱۸٥	۱۹۰
۳	۱۱۳	۱۲۷	۱٦٥	۱۸٥	۱۹۲	۲۰۰
٤	۲۱۲	۲٥۸	۳۷٥	۳۹٤	٤۰۰	٤۰۷
٥	۲۰۰	۲۲۰	۲۸٦	۲۹٤	۳۰۲	۳۰٥
٦	۲۰٤	۲٤٥	۳٦۲	۳۸٤	٤۰۱	٤۰۳
۷	۲٤۱	۲٤٥	۲٤۸	۲٥۰	۲٥٤	۲٥۹
۸	۲۰۲	۲۳٥	۳۰٥	۳۱۲	۳۲٥	۳۲٦
۹	٤۱۱	٤٤٥	٥۲٥	٥٥٥	٥۷٥	٥۹٥
۱۰	۲۹٤	۳۲۹	٤۲۷	٤۳٥	٤٤۳	٤٥۲
۱۱	۳۳٥	٤۰۰	٥۳٥	٥۸٥	٦۰۲	٦۱٥
۱۲	٤۳٥	٤۹۲	٥٤۱	٥٤٥	٥٥۹	٥٦۱
۱۳	۳۹۱	٤٤٥	٥۹۰	٦۲۰	٦۳۰	٦٤٥
۱٤	۱۸۱	۲۳٥	۳۷٥	٤۱٥	٤۲۰	٤۲٥
۱٥	۱۳۳	۱۹٥	۳۲۹	۳۷٥	۳۹٥	٤۲۰
۱٦	۳۳۰	۳٥٥	٤٤٥	٤٦٥	٤۷۲	٤۸۱
۱۷	۳۰۱	۳۳٥	٤۱۸	٤٤۰	٤٥۲	٤٦۲
۱۸	۳۸٥	٤۳٥	٥٤٥	٥۸۰	٥۹٥	٦۰٥
۱۹	۲۱۱	۲٦۹	٤۲۰	٤٦٥	٤۸٥	٤۹۰
۲۰	۱۹۰	۲۲۷	۲۸٥	۳۰٥	۳۰۹	۳۳۰
۲۱	۱۸۳	۲۰۱	۲٤۱	۲٦۹	۲۷٤	۲۷٤
۲۲	۱۲۳	۱٦۲	۲٤۰	۲٥٦	۲٦٥	۲۷۹
۲۳	۱٤٥	۱۷٥	۲٦٥	۲۹٤	۳۱۰	۳۱۷
۲٤	۱۲۸	۱۷۹	۳۱۷	۳٤٤	۳٤۷	۳٤۹
۲٥	۳۸۳	٤۳٥	٥۰۱	٥۲٥	٥٤۰	٥٥۲
۲٦	۱٦٤	۲۰۲	۳۰۲	۳۲٥	۳۳٦	۳٤۹
۲۷	۳۲٥	۳۷٥	٤۹۰	٥۲٥	٥۳٦	٥٤۸
۲۸	۲۳۳	۲٦۹	۳۷٥	۳۹۳	٤۰۳	٤۱۲
۲۹	٦٦	۹٦	۱۲٤	۱٤٤	۱٥۰	۱٥٦
۳۰	۱٥۷	۲۰۰	۲۹۰	۳۰۹	۳۱۹	۳۲٥
۳۱	٥۱	۷۹	۱۳٥	۱٤۸	۱٥۲	۱٥٦
۳۲	۱٥٦	۱۹٦	۲۹٥	۳۱۰	۳۱۹	۳۳۳

نقشه‌برداري وتهيه نقشه‌ها وپروفيل طولي خندق

به منظور تعيين ابعاد خندق، با نقشه برداري از ۳۲ خندق نقشه و پروفيل طولي ۳۲ خندق حوزه آبخيز تهيه شده است شكل ۲، نقشه خندق شماره (۱)را نشان مي‌دهد.



شكل ۲- نقشه و پروفيل طولي خندق (۱) مقياس :۱:۵۰۰

بحث

صرفنظر از عامل‌هايي مانند شيب، خاک، ويژگي‌هاي زمين‌شناسي، ژئومرفولوژي، پوشش گياهي و ...، آبخيزهاي با وسعت بيشتر رواناب زيادتري توليد مي‌نمايند. و متناسب با حجم رواناب توليدي، خندق‌ها در پايين‌دست آن تشكيل مي‌شود. خندق‌هايي مورد بررسي كه در طي ۵ دوره زماني بيشترين افزايش سطح بالادست پيشاني خندق و نيز رشد طولي بيشتري را نسبت به ساير خندق‌هاي عرصه مورد بررسي دارند، اين موضوع نشاندهندة اهميت سطح بالادست پيشاني حوزه آبخيز هر خندق در رشد طولي آن مي‌باشد. بنابر نتايج بدست آمده, يون سديم كه باعث انتشار يافتن ذرات ريز بويژه رس در خاک مي شود و در حساسيت و نداشتن مقاومت خاک در مقابل نيروي كنش آب مؤثر بوده، در خندق‌هايي كه گسترش بيشتري دارند, به ميزان زيادي وجود دارد. زيرا هرچه خاک انتشارپذيرتر باشد نيروي كنش لازم براي جابجايي ذرات نيز كمتر خواهد بود. در مقابل سولفات كلسيم (گچ) كه عاملي براي پيوند دادن ذرات مي‌باشد به ميزان بسيار كمي در جداره خندق وجود دارد. به همين دليل خاک‌هاي محل تشكيل خندق‌هاي مورد بررسي نمي‌توانند استحكام كافي در مقابل نيروي تخريبي آب داشته باشند. EC رابطه مستقيمي با درصد املاح محلول خاک دارد، همچنين وجود املاح زياد, نشاندهنده تبخير زياد در منطقه است. ميزان هدايت الكتريكي كه نشاندهنده افزايش يا كاهش مواد قابل انحلال در خاک مي‌باشد، بسيار متغيراست و از ۰/۲۲ دسي زيمنس بر مترتا ۳۰/۸ دسي زيمنس بر مترتغيير مي‌نمايد. بنابراين چگونگي تشكيل اين خندق‌ها بيشتر در نتيجه پديده انحلال و ايجاد راهروهاي زيرزميني است. بين سال‌هاي ۸۳-۳۵ بيشترين رشد طولي ساليانه مربوط به خندق ۱۵(داراي نهشته مارني به همراه املاح فراوان) به طول ۵/۹۸ متر و كمينه رشد مربوط به خندق ۷(داراي رسوبات آبرفتي قديمي واملاح كم) با رشد طولي ساليانه ۰/۳۷ متر بوده است. در عرصه مورد بررسي به علت چراي بي رويه و مفرط، گونه‌هاي مختلف گياهي يک ساله علف گندمي، بيشترين وسعت را پس از ديمزارهاي كم بازده از سطح اراضي خندقي شده شامل مي شود همچنين وضعيت مراتع در تيپ گياهي سطح حوزه آبخيز خيلي ضعيف با گرايش منفي است. ضمن آنكه رابطه ميزان كربن آلي با رشد طولي همانند ميزان كلسيم معكوس مي‌باشد، به‌اين معني كه هر چه ميزان مواد آلي وهوموس خاک بيشتر باشد پايداري خاكدانه‌ها زيادتر ودر نهايت گسترش طولي خندق محدودتر مي‌باشد. رابطه بين رشد طولي و ميزان رطوبت اشباع خاک نشاندهنده اين است كه هر چه رطوبت موجود در خاک افزايش يابد ميزان رشد طولي نيز افزايش مي يابد. در منطقه مورد بررسي بارش‌هاي ۲۴ ساعته با شدت بالاتر از ۱۲/۵ ميليمتر معادل ۰/۵ اينچ در خندق‌هاي شماره ۱۹، ۲۰ و ۲۵ به‌ترتيب با مقدار ۲۵، ۲۸ و ۳۲ ميلي‌متر به‌عنوان يكي از عامل‌هاي موثر در رشد طولي خندق عمل نموده است. بررسي‌هاي انجام شده نشان مي‌دهد كه ميزان اين

شاخص بسيار متغير است و از ۱۲/۵ ميليمتر تا ۲۲/۵ ميليمتر در طي۲۴ ساعت تغيير مي‌كند.

نتايج بدست آمده از اين بررسي‌ها نشان مي‌دهد، بين ميزان كربن آلي، سيلت، سديم قابل تبادل خاک، نسبت جذب سديم، مساحت حوزه آبخيز پيشاني بالادست خندق و بارندگي بيشينه ۲۴ ساعته با رشد طولي رابطه معني دار وجود دارد.

بنابر بررسي‌هاي ساير محققان نيز بارش‌هاي بيشينه ۲۴ ساعته، مساحت حوزه آبخيز پيشاني بالادست خندق و ميزان املاح موجود در خاک از عامل‌هاي موثر در رشد طولي خندق مي‌باشد (۳).

منابع

۱- احمدي، حسن، ۱۳۷۸، ژئومرفولوژي كاربردي-جلد ۱–انتشارات دانشگاه تهران-چاپ سوم،۶۸۸صفحه.

۲- قدوسي، جمال، ۱۳۸۲، مدل‌سازي مرفولوژي فرسايش خندقي و پهنه‌بندي خطر آن (مطالعه موردي در آبخيز زنجان رود) رساله دكتري آبخيزداري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران،۳۶۶صفحه.

۳- كريمي، محمد، ۱۳۷۷، بررسي عامل‌هاي مؤثر بر فرسايش خندقي و معرفي مناسب ترين راههاي مهار آن در منطقه زهان قائن- پايان نامه كارشناسي ارشد دانشكده كشاورزي دانشگاه تربيت مدرس،۱۹۲ صفحه.

4-Bobrovisitskaya2000- tlydrolog : cal meteorological and morphological aspects of stadying gully erosion in period of global change Elsevier catena

5-Casanvas – Martinez 2003, A spatial information technology approach for the mapping and quan tification of gully erosion, catena, V56, 2003, pages 293-308

6-Deluna ; Vanderlinden ; Haro, Laquna, Giraldez poesen 2000 Estimate volume of soil lost in a gully of an olive- grave in spain using a total station catena 2001

7-Ezeodi, JI,2000 – The influmce of run off. Lithology and water table on the dimensions and rate of gully processes in eastern, Nigeria else vier. Catena verlag cremlingen.

8-Gabris, G.Y, kertez, zambo 2003, land use change and gully formation over the last 200 years in a hilly cotchment gatena V50, pages 151-164

9- Liu, stalte - Elsen, yan xic 2003 – intensive water cintent and discharge meaburment system in a hillslope gully in china, cotena, V54, 2003, Pages, 93-115

Evaluation of the quantitative effects of environmental parameters on occurance of gully erosion

Gh. Mortezaei[*1], H. Ahmadi[2], J. Ghoddosee[3], S. Feiznia[2], M. Jafari[2]
[1] Assistant professor of Jahad Dsaneshgahi of University of Tehran, I. R. Iran
[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistant professor, Soil conservation Watershed Management Reseach center, Tehran, I. R. Iran
(Received 9 December 2005, Accepted 24 July 2006)

Abstract

This research was conducted in chap chap- Ghomish Abad sub-basin, Zanjanroud basin, located in northwest of Zanjan. 32 gullies in the central part of the region were selected and studied using historical data extracted from aerial photos in 1956,1967 and 2001, and sattelite images in 1990 and 1998 and field observations. The analysis of data related to topography, geology, soil, vegetation, cover, landuse, weather and climatology were obtained from questionaines, sattelite images and aerial photos. Then dataset were incorporated in GIS (ILWIS), R S. The results showed that the content of sodium enhances the dispersion of particles, especially clay particles, in the soil. Higher content of organic carbon stablizes soil particles and limits the gully expansion. The area of forehead catchment as well as daily rainfall (I>12.5mm & 0.5in) have significant relation with longitudinal development of gullies.

Keywords: Effective variables, Longitudinal development, Gully, GIS, RS, Daily rainfall, Forehead area of gully

* Corresponding author: Tel:09123030114 Fax: 02612242855 E-mail: mortezaie@ut.ac.ir