

کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل بود. با استفاده از روش مذکور می‌توان به شبیه‌سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر تغییرات زمانی و نیز مقادیر مولفه‌های مختلف آب نمود پرداخت.

واژه‌های کلیدی: اکولوژی سیمای سرزمین، پراکنش کاربری اراضی، تغییرات آب نمود، تولید رواناب، موقعیت کاربری اراضی.

مقدمه

اتخاذ تصمیمات صحیح در برنامه‌ریزی حوزه آبخیز و تخصیص آب باید بر اساس درک صحیح هیدرولوژی مناطق بالادست و رابطه میان کاربری اراضی، فرآیند تولید رواناب و رسوب بنا نهاده شود [۲۵]. تغییرات کاربری اراضی نتیجه رشد جمعیت، پیشرفت اقتصاد و تکنولوژی است و تغییرات سیمای سرزمین^۱ از نتایج عملده آن است که باعث تغییک سیمای سرزمین به قطعات طبیعی و دست‌ساز انسان می‌شود [۲ و ۱۰]. واکنش رواناب و رسوب خروجی آبخیز به خصوصیات فیزیوگرافی (شکل، اندازه، شیب و الگوی شبکه زهکشی)، الگوی پراکنش کاربری اراضی^۲، نوع خاک، شدت و مدت وقوع بارندگی و دخالت‌های انسانی بستگی دارد که در میان آن‌ها نقش کاربری اراضی دارای اهمیت بیشتری است [۱۳، ۱۸ و ۲۹ و ۳۴]. از طرفی، الگوی مکانی کاربری اراضی بر فرآیندهای اکولوژیک، فیزیکی و اقتصادی-اجتماعی یک منطقه تاثیر می‌گذارد [۷ و ۱۴]. علاوه بر درصد اراضی مختلف، الگوی مکانی تغییر کاربری اراضی و تغییرات پیوستگی در پوشش گیاهی، تاثیر اساسی بر فرآیندهای هیدرولوژیک آبخیز می‌گذارد [۱۲، ۲۹ و ۳۱]. لذا تجزیه و تحلیل تغییرات الگوی سیمای سرزمین، می‌تواند رویکردی عملی و موثر در درک اثرات فعالیت‌های انسانی در بسیاری از چشم‌اندازها باشد [۸ و ۲۷].

در خصوص ارتباط کاربری اراضی و پراکنش مکانی آن بر تغییر رفتار هیدرولوژیک، پژوهش‌های پراکنده‌ای انجام گرفته است. در این راستا واکر [۳۰] در پژوهش‌در سال ۲۰۰۲، خود نتیجه گرفت که با افزایش مساحت اراضی جنگلی، زمان تا اوج آب نمود بیشتر می‌شود و هم‌چنین بیان نمود که آرایش پیچیده الگوی کاربری و پوشش اراضی باعث افزایش همبستگی متغیرهای مستقل می‌شود. هم‌چنین راثو و همکاران [۳۳] در سال ۲۰۰۴، اثر الگوی کاربری

4- Landscape change
5- Land use pattern

مدل‌سازی اثر نوع و الگوی پراکنش مکانی کاربری اراضی بر تغییرات آب نمود جریان

رئوف مصطفی‌زاده^۱، سید‌حمدیرضا صادقی^۲ و امیر سعدالدین^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۱۳

چکیده

ارزیابی اثرات پراکنش و موقعیت مکانی کاربری اراضی بر خصوصیات هیدرولوژیک و تغییرات زمانی آب نمود جریان می‌تواند اطلاعات مورد نیاز در تصمیم‌گیری موفق اقدامات مدیریت پوشش گیاهی و در نهایت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز را فراهم کند، حال آن‌که تاکنون به این موضوع کم‌تر توجه شده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف تعیین سهم مشارکت انواع کاربری اراضی و پراکنش مکانی آن‌ها بر تغییرات رفتار آب نمودهای رگبار حوزه آبخیز کوچک رودخانه گلزار اشنویه با مساحت 10^3 کیلومترمربع در استان آذربایجان غربی انجام پذیرفت. به این منظور پس از انجام مراحل اجراء، واستنجدی و اعتبارسنجی مدل زمان-مساحت کلارک، متحنی هم‌زمان تمرکز حوزه آبخیز مورد مطالعه بهروش توزیعی-مکانی زمان پیمایش استخراج شد و پس از تهیه هیستوگرام زمان-مساحت و لحظه مساحت هر یک از کاربری‌ها، آب نمود جریان به کمک بارش طرح ورودی و مدل زمان-مساحت شبیه‌سازی شد. سپس بر اساس توزیع مقادیر دبی آب نمود در بازه‌های هم‌زمان تمرکز، و نیز دبی اوج آب نمود با لحظه مساحت و نیز الگوی پراکنش کاربری اراضی مورد تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج، تاثیر موقعیت و مساحت کاربری‌های اراضی در هیستوگرام زمان-مساحت و در نتیجه در تغییرات آب نمود رگبار منعکس شده است. هم‌چنین بر اساس مقایسه نتایج مقادیر دبی اوج، بیشترین دبی‌ها به ترتیب به کاربری مرتع، کشاورزی و سپس جنگل اختصاص داشت. سهم حجم رواناب تولیدی نیز به ترتیب برابر 12.84% و 4% درصد در

۱- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده فنواری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی

۲- نویسنده مسئول و استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، پست‌الکترونیک: sadeghi@modares.ac.ir

۳- دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

استخراج هیستوگرام‌های زمان- مساحت را در آبخیز گلاز استان آذربایجان غربی مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که روش توزیعی- مکانی دارای صحت بالاتری در استخراج هیستوگرام‌های زمان- مساحت بوده است. از متريک‌های سيمای سرزمین برای کمی نمودن تغييرات تركيب، ساختار^۳ (الگوي پراکنش) و پيوستگي^۴ پوشش گياهي استفاده مى شود. با تحليل و مديریت تغييرات الگوي سيمای سرزمین و بهره‌گيری از اصول اکولوژي مى توان به تقويت و حفظ سلامت اکولوژيک حوزه آبخیز و ارزیابی اقدامات مديریتی در آبخیز پرداخت [۸ و ۲۷]. با توجه به پيچيدگي فرآيند توليد رواناب و رسوب، مطالعات در خصوص بررسی ابعاد مختلف موثر بر اين فرآيند و اخيراً تمرکز بر مباحث اکولوژيک گسترش يافته است. در اين راستا، الگوي کاربری اراضی و متريک‌هاي سيمای سرزمین و نقش آن به عنوان يكی از عوامل قابل کنترل در زمان و مكان مورد توجه ييش تری قرار گرفته است. هر چند پژوهش‌های متعددی در خصوص ارزیابی اثر الگوي پراکنش کاربری اراضی بر مولفه‌های خروجی حوزه آبخیز شامل رواناب و خصوصیات کیفیت آب انجام شده است، ولی محدودیت دانش و ابزارهای مدل‌سازی در خصوص پيش‌بینی اثرات تغيير و نوع متريک‌های سيمای سرزمین در مديریت آبخیز لزوم انجام پژوهش‌های ييش تر در اين زمينه را توجيه مى نماید. آب‌نمود جريان و نيز مشاركت رواناب از ترکيبي عوامل موثر بر تغييرات جريان و نيز مشاركت رواناب از زير‌حوزه‌های مختلف در آبخیز است. هم‌چنان از طرفی، علاوه بر مساحت هر يك از کاربری‌های اراضی در آبخیز، موقعیت و نيز پراکنش آن‌ها می‌تواند مولفه‌های آب‌نمود جريان را متاثر سازد. بر اين اساس، تعیين سهم مشاركت هر يك از کاربری‌های مختلف اراضی از مواردی است که می‌تواند در برنامه‌ریزی مديریت کاربری و احياء اراضی مورد استفاده قرار گيرد، حال آنکه مطالعه مستندی در اين خصوص گزارش نشده است. لذا، با توجه به اهمیت تعیين ارتباط مکانی ساختار سيمای سرزمین و تركيب کاربری و فرآيندهای هيدرولوژي متاثر از آن، پژوهش حاضر با هدف تعیين و تحليل سهم مشاركت رواناب بر اساس موقعیت و پراکنش کاربری‌های مختلف اراضی در آبخیز رودخانه گلاز شهرستان اشنویه برنامه‌ریزی شده است.

مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز گلاز در استان آذربایجان غربی با مساحت ۱۰۳ کیلومترمربع، در بالادست شهرستان اشنویه واقع شده است. شيب متوسط ۳۲ درصد، و طول رودخانه اصلی ۱۹/۳ کیلومتر می‌باشد. ميانگين بارش و درجه حرارت سالانه حوزه آبخیز گلاز به ترتيب ۴۸۲ ميلی‌متر و ۱۱/۸ درجه سانتي‌گراد و اقلیم منطقه با روش آمبرژه،

2- Combination
3- Structure
4- Continuity

اراضی بر روابط بارش- رواناب و رواناب- رسوب در كشور چين را مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که تغيير کاربری اراضی باعث تغيير اين روابط و افزایش شب منحنی‌های روند شده است. فوهر و همکاران [۷] در مطالعه خود در سال ۲۰۰۵، با هدف ارزیابی اثر الگوي کاربری اراضی بر مولفه‌های هيدرولوژيک در كشور آلمان دریافتند که تغيير در کاربری اراضی تاثير معناداري بر الگوي مولفه‌های بیلان آبی داشته و مولفه دبی اوج جريان ييش ترين تاثيرپذيری را داشته است. کيمارو و همکاران [۱۲] در سال ۲۰۰۵، با استفاده از مدل‌سازی توزيعی به تحليل اثرات تغيير کاربری اراضی بر خصوصیات سيلاب در كشور ژاپن پرداختند و نتيجه گرفتند که دبی‌های حداكثر سيلاب بهشت متاثر از تغييرات توزيع مکانی کاربری اراضی هستند. بهطوری که در اثر تغيير کاربری اراضی، دبی اوج جريان، حدود ۱۸ درصد افزایش داشته است و متناسب با آن، زمان عبور جريان کاهش پیدا کرده است. هم‌چنان، تواناني مدل در لحظه تغييرات مکانی ذخیره سطحي جريان و زبری سطحي، از قabilites‌های مدل در تعیين اثر پراکنش کاربری اراضی بوده است. برقني و همکاران [۴] در سال ۲۰۰۸، بررسی ارتباط واکنش هيدرولوژيک با توزيع بارندگی، پراکنش مکانی کاربری اراضی و خصوصیات خاک دریافتند که دامنه محدود تغيير در شماره منحنی برای پيش‌بینی واکنش هيدرولوژيک مناسب نمى‌باشد. يئو و گلدمان [۳۲] در سال ۲۰۱۰، بر اساس الگوي مکانی کاربری اراضی و با تلفيق مدل هيدرولوژي و بهينه‌سازی، روشي مبتنی بر شب منحنی را در يك چارچوب رياضي شبيه‌سازی نمودند و از توزيع ويبول برای بهينه‌سازی تخصيص محل مناسب کاربری اراضی در کاهش موراد آزمون قرار دادند و بر دقت نتائج حاصل از روش مذكور تاكيد نمودند. گيرالدو [۶] در سال ۲۰۱۲، به بررسی اثر تفكيك مکانی کاربری اراضی بر فرآيندهای هيدرولوژيک در كشور كلمبیا پرداخت و به اين نتيجه رسيد که اثر ترکيبي پوشش گياهي، سيستم‌های کشاورزی و خصوصیات توپوگرافی باید در يك مقاييس مکانی با تفكيك مناسب مورد مطالعه قرار گيرد. هم‌چنان، رابطه معنی‌دار ميان الگوي زراعت و فعالities‌های مديریتی در کشاورزی با خصوصیات کيفيت آب در پژوهش بوسا و همکاران [۵] در سال ۲۰۱۲ در غرب افريقا گزارش شد. در ايران نيز نتائج پژوهش طالبي‌اميري و همکاران [۲۴] در سال ۱۳۸۸ و با بررسی روند تغييرات سيمای سرزمين در حوزه آبخیز نکا نشان دادند که افزایش تعداد لکه‌ها و کاهش ميانگين مساحت، دو شاخص مهم تجزيه بوده و ضمن گزارش روند افزایishi تخریب و تجزیه سيمای سرزمین، بر تاثير معنی‌داری شاخص‌های مزبور بر ميزان رواناب تاکيد داشته است. لازم به ذكر است که بيش ترين استفاده از متريک‌های سيمای سرزمین^۱ در زمينه ارزیابی اثرات تغيير کاربری و تخریب سيمای سرزمین بوده است [۲۸]. صادقی و همکاران [۲۱] در سال ۲۰۱۵، روش‌های مختلف

1- Landscape metrics

مربع باقیمانده‌ها^۲، ضریب تبیین^۳، درصد خطأ^۴ در دبی اوج، زمان تا اوج و حجم رواناب مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۹]. در مرحله واسنجی، دامنه مقادیر ضریب ذخیره و زمان تمرکز در یک دامنه قابل قبول بر اساس داده‌های مشاهداتی و نیز مقادیر غیر صفر برای ۱۵ واقعه واسنجی شدند. برای انجام واسنجی از الگوریتم کاهش شبیه تعمیم‌یافته غیرخطی^۵ استفاده شد. در این مرحله، شاخص‌های ضریب کارآیی و ریشه میانگین مربعات خطأ برای بهینه‌سازی آب‌نمودهای مشاهداتی استفاده شد. سپس مدل آب‌نمود تهیه شده با ۷ واقعه مشاهداتی مجزا مورد اعتبارسنجی قرار گرفت [۱۶ و ۱۹]. روش زمان-مساحت کلارک^۶ یکی از روش‌های معمول در مدل‌سازی آب‌نمود جریان است، که خطوط هم‌زمان تمرکز^۷ و هیستوگرام‌های زمان-مساحت^۸ در آن می‌تواند با استفاده از روش‌های متعدد استخراج شود [۱۶، ۱۹، ۲۲ و ۲۳].

برای انجام این پژوهش، منحنی هم‌زمان تمرکز حوزه آبخیز مورد مطالعه به روش توزیعی- مکانی زمان پیمایش و معادله جنبشی، سپس با استفاده از نقشه سلولی^۹ کاربری اراضی و جداول ضریب زیری و معادله ماننینگ، سرعت جریان در شبکه سلولی محاسبه شد [۱۰، ۱۱ و ۱۲]. مقادیر ضریب زیری در هر کاربری اراضی و بر اساس شرایط منطقه مورد مطالعه و نوع پوشش گیاهی با استناد به تلفیقی از جداول استاندارد موجود، استخراج و تصحیح شده است [۱۱، ۱۲ و ۲۶]. جزوئیات و مقادیر ضریب زیری مورد استفاده در منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) ارائه شده است.

قابل ذکر است که همه نقشه‌های سلولی مورد استفاده در پژوهش حاضر با ابعاد ۳۰ متر در ۳۰ متر تهیه و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در مرحله بعد زمان پیمایش با استفاده از نقشه طول جریان، سرعت و با اعمال زمان تمرکز و حداقل طول پیمایش به دست آمد و در نهایت، هیستوگرام زمان-مساحت حوزه آبخیز تهیه شد [۲۶]. با انطباق هیستوگرام زمان-مساحت بر نقشه کاربری اراضی، میزان مساحت هر یک از انواع کاربری اراضی در هر محدوده هم‌زمان تمرکز مشخص شد. در مرحله بعد، مقدار بارش طرح منطقه بر اساس منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی ایستگاه باران‌نگار اشنویه استخراج شد و آب‌نمود جریان به ازای مساحت هر یک از کاربری‌ها به صورت جداگانه در هیستوگرام زمان-مساحت با استفاده از روش زمان-مساحت شبیه‌سازی و آب‌نمود حاصل از هر یک از کاربری‌ها در هر یک از بازه‌های هم‌زمان تمرکز و نیز آب‌نمود جریان در خروجی حوزه آبخیز محاسبه و رسم شد [۱۹]. از آنجا که نتایج مدل در خروجی حوضه مورد واسنجی و اعتبارسنجی قرار گرفته است،

2- Root Mean Square Error

3- Coefficient of Determination

4- Relative Error

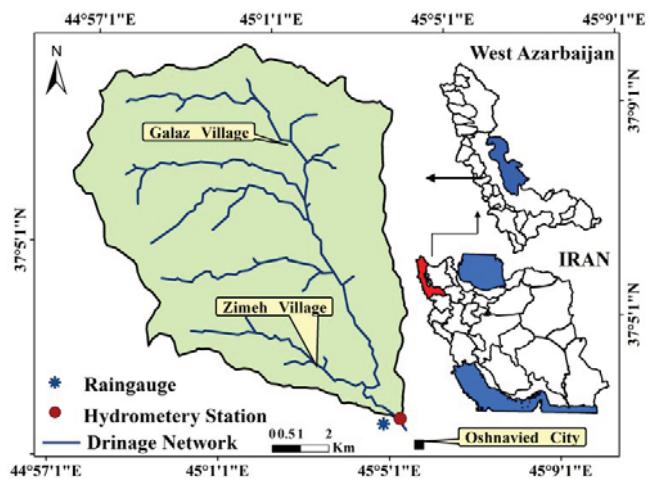
5- Generalized Reduction Gradient Nonlinear

6- Clark's Time-Area Method

7- Isochrone

8- Time-Area Histogram

9- Raster map



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز رودخانه گلاز در کشور و استان آذربایجان غربی

Fig. 1. General view and location of the study area in West-Azabaijan Province and Iran

نیمه‌خشک سرد می‌باشد و هم‌چنین حدائق و حداقل ارتفاع منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۴۸۰ و ۳۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد [۱]. در منطقه مورد مطالعه تشکیلات مربوط به دوران اول و دوم شامل سنگ‌های دگرگونی و نهشته‌های پالئوزوئیک به همراه سنگ‌های آتشفسانی رخنمون فراوانی دارند. پوشش گیاهی غالب منطقه مرتعد بوده و از نوع مراتع ییلاقی است. در بعضی از دامنه‌ها آثاری از جنگل‌های زاگرس در مناطق پرشیب، شامل درختان زالزالک، بادام و حاشی، گلابی وحشی و سیاه‌تلو به صورت توده‌هایی از درختان باقی‌مانده است و در بسیاری از مناطق مسطح زمین‌ها به صورت اراضی زراعی و باغی در حال بهره‌برداری هستند. مساحت اراضی کشاورزی، مرتع و جنگل در منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۱، ۸۷ و ۵ کیلومتر مربع می‌باشد. فصل زراعی در منطقه مورد مطالعه مصادف با اوخر تابستان تا اوایل پاییز در کشت‌های پاییزه و نیز اوایل بهار در کشت نخود، آفتاب‌گردان و یا سایر محصولات در تناوب زراعی سالانه است. شکل ۱ موقعیت منطقه در کشور و استان آذربایجان غربی و هم‌چنین پراکنش انواع مهم کاربری اراضی مورد مطالعه در سطح حوزه آبخیز مطالعاتی را نشان می‌دهد.

به‌منظور انجام پژوهش حاضر، داده‌های باران‌نگار ایستگاه اشنویه و نیز دبی ساعتی ایستگاه هیدرومتری واقع بر رودخانه گلاز از شرکت آب منطقه‌ای استان آذربایجان غربی اخذ و در مجموع تعداد ۲۳ رخداد برای انجام مدل‌سازی استفاده شد. داده‌ها در دو دسته مجزا به تعداد ۱۵ رخداد برای واسنجی و تعداد ۸ رخداد برای صحبت‌سنگی مدل تهیه شده به کار گرفته شدند و در هر مرحله کارآیی مدل با استفاده از معیارهای آماری‌سنجش- ساتکلیف^۱، مجموع

1- Nash-Sutcliffe

جدول ۱- مقادیر ضریب زبری مانینگ بر اساس کاربری اراضی و نوع پوشش گیاهی در آبخیز گلاز اشنویه
Table 1. Summary of Galazchay land-uses with their corresponding Manning's roughness coefficients

توصیف Description	ضریب زبری coefficient Roughness	نوع کاربری/پوشش اراضی cover/use Land	
Fruit trees, Gardens for productive use	درختان مشمر و باغ	0.4	Orchard
Light underbrush	جنگل تنک و نیمه انبوه	0.8	Forest & woodland
Natural rangeland, Meadows	مرتع طبیعی و چمنزار	0.24	Good rangeland
Medium rangeland	مرتع طبیعی با تراکم متوسط	0.13	مرتع با پوشش متوسط
Sparse vegetation, Bare soil	پوشش گیاهی پراکنده، خاک لخت	0.08	Medium rangeland
Rural residential area	مناطق مسکونی روستایی	0.01	Poor rangeland
	اراضی شخم خورده با زراعت آبی در مناطق کم‌شیب	0.05	Residential area
Cultivated soils, Irrigation farming	اراضی شخم خورده دیم (پوشش باقیمانده کمتر از ۲۰ درصد)، اراضی آیش (بدون پوشش باقیمانده) در مناطق شیبدار	0.03	Irrigation farming
Cultivated soils, Sparsely used crop (residue cover below 20%), Follow (no residue)		Dry-farming	

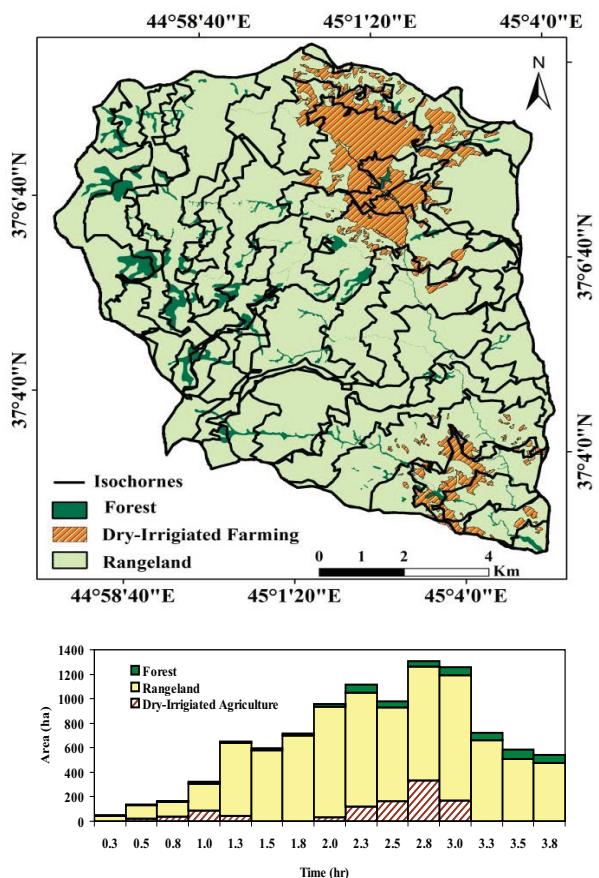
لذا می‌توان با اطمینان آن را برای استفاده در هر یک از زیرحوضه‌ها و کاربری‌های مختلف تعیین داد و استفاده نمود. در ادامه حجم رواناب در هر محدوده از خطوط هم‌زمان تمرکز محاسبه شد و نیز دبی در واحد سطح هر یک از کاربری‌ها محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. در نهایت ارتباط و تاثیرپذیری خصوصیات رواناب از مساحت و موقعیت هر یک از کاربری‌ها مورد تفسیر قرار گرفت [۷ و ۲۱].

نتایج

نقشه کاربری اراضی و هیستوگرام زمان-مساحت حوزه آبخیز گلاز بر اساس روش کار ارائه شده در بخش قبل، در شکل ۲ ارائه شده است. بر همین اساس، آب‌نمود مشاهداتی مقایسه شد. نتایج ارزیابی مساحت کلارک با آب‌نمود مشاهداتی مقایسه شد. نتایج ارزیابی صحت مدل در دو مرحله واسنجی و اعتبارسنجی بر اساس معیار نش-ساتکلیف به ترتیب ۷۵ و ۶۹ درصد بوده است. شکل ۳، آب‌نمودهای مختلف حاصل از کاربری‌های اراضی مختلف را ارائه نموده است.

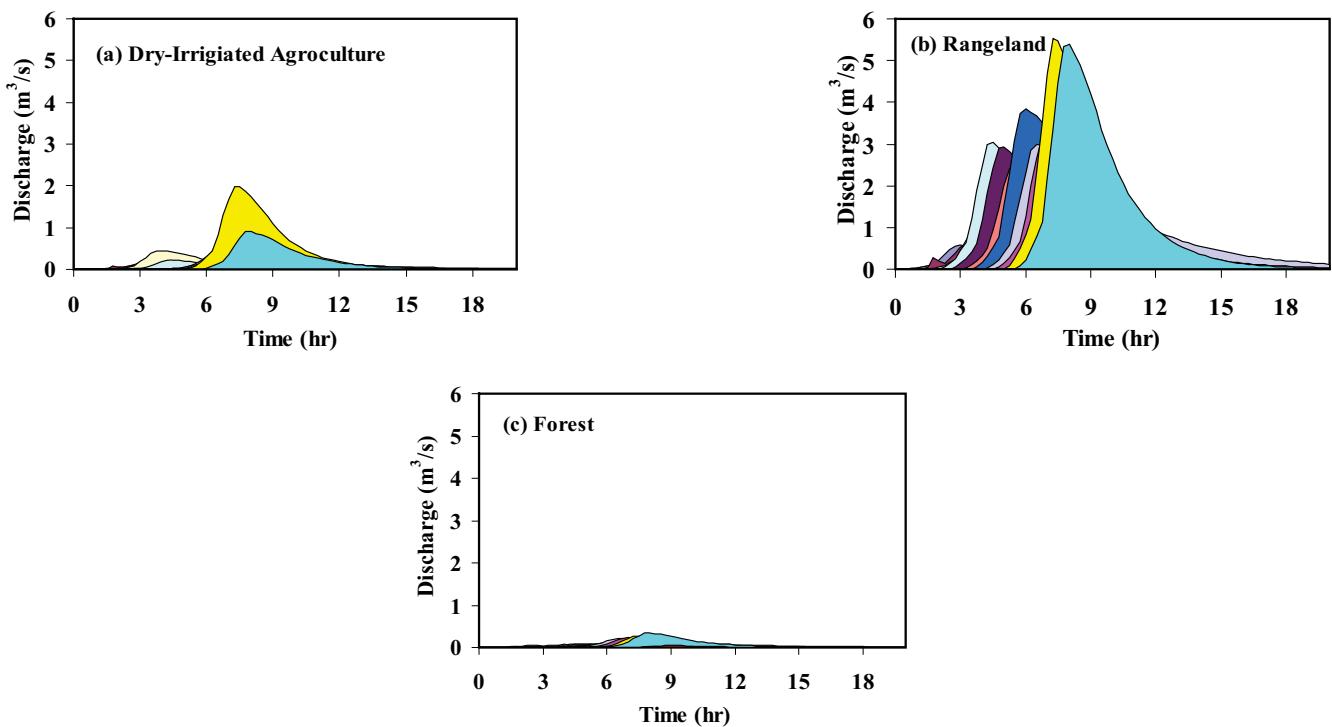
با استفاده از اطلاعات شکل ۳، می‌توان خصوصیات آب‌نمودهای حاصل از هر کاربری در هر یک از محدوده‌های خطوط هم‌زمان تمرکز را با هم مقایسه نمود. در این خصوص دو مشخصه میزان مساحت و موقعیت کاربری اراضی تعیین کننده شکل آب‌نمود مجموع حاصل از هر کاربری مدنظر قرار گرفت. با توجه به میزان بیشتر مساحت کاربری مرتع و توزیع تقریباً یکنواخت آن در منطقه، آب‌نمودهای حاصل از آن دارای دبی بالاتری در مقایسه با دو کاربری دیگر بودند. در حالی که آب‌نمود حاصل از اراضی کشاورزی و جنگلی از دبی پایین‌تری برخوردار بودند.

مقادیر درصد حجمی توزیع رواناب حاصل از آب‌نمود جریان به

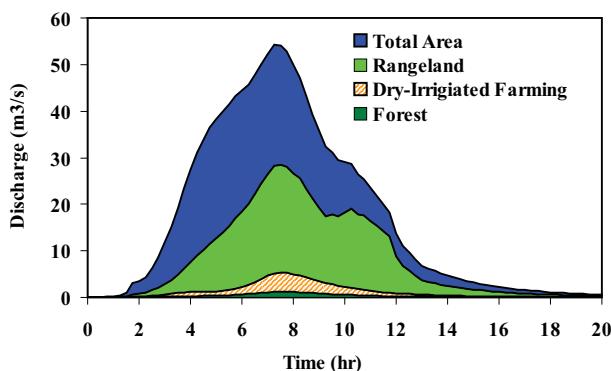


شکل ۲- نقشه کاربری اراضی و موقعیت خطوط هم‌زمان تمرکز (بالا)، مساحت کاربری‌های اراضی در هیستوگرام زمان-مساحت (پایین) حوزه آبخیز گلاز

Fig 2. Land use map and isochrones pattern (up) and time-area histogram (Down) of the Galazchay Watershed



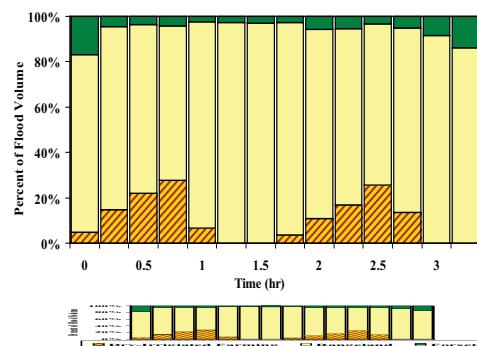
شکل ۳- آب نمودهای حاصل از کاربری های کشاورزی(a)، مرتع(b) و جنگل(c) در فاصله خطوط همزمان تمرکز
Fig 3. Simulated hydrographs of a) agriculture, b) rangeland and c) forest over different isochrones



شکل ۵- توزیع زمانی دبی جریان و سهم هریک از کاربری های موجود در آب نمود خروجی حوزه آبخیز گلاز

Fig 5. Distribution of flow discharge contribution of different land uses in outflow hydrograph

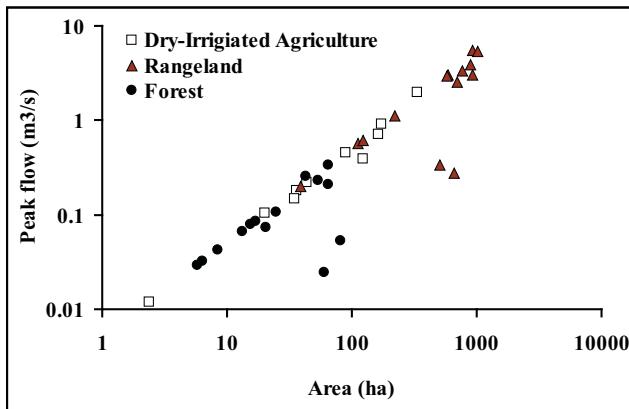
۵). آب نمود حاصل از اراضی کشاورزی در شکل ۵، دارای دو اوج مشخص می باشد که با الگوی پراکنش و موقعیت لکه های کاربری کشاورزی در منطقه مورد مطالعه مطابقت دارد. به دلیل این که بخش قابل توجهی از کاربری کشاورزی (دیم) در دامنه های بالادست حوزه آبخیز (اطراف روستای گلاز) قرار گرفته است، مدت زمان بیشتری برای انتقال رواناب حاصل از این بخش به خروجی حوزه آبخیز مورد نیاز است که اثر خود را به شکل افزایش مقطعي در دبی جریان در شاخه بالارونده و اوج آب نمود نشان داده است. قابل ذکر است



شکل ۴- درصد حجمی توزیع رواناب هریک از کاربری های حوزه آبخیز در مناطق همزمان تمرکز

Fig 4. Distribution of runoff volume resulted from different land uses at various isochrones areas

تفکیک سهم هر یک از کاربری های حوزه آبخیز نیز در شکل های ۴ و ۵ نشان داده شده است. همچنان مقایسه مقادیر دبی اوج آب نمودهای هر یک از کاربری ها در شکل ۶ را ارائه شده است. بر اساس اطلاعات شکل های ۴ و ۵، تاثیر مساحت و موقعیت کاربری اراضی کشاورزی در درصد حجم و آب نمود جریان حوزه آبخیز مورد مطالعه انعکاس یافته است. مقادیر دبی اوج کاربری های مرتع، کشاورزی و جنگل به ترتیب برابر $23/4$ ، $1/2$ و $1/4$ متر مکعب در ثانیه می باشد که با مقدار مساحت هر یک از آنها تناسب دارد (شکل



شکل ۶- مقایسه مقادیر دیباوج آب‌نمودهای هر یک از کاربری‌های مختلف حوزه آبخیز گلاز

Fig 6. Comparison of peak flow discharge over different land uses in Galazchay Watershed

میانگین مساحت لکه در تحلیل‌های سیمای سرزمین در یک راستا است. با توجه به ارتباط نزدیک میان کاربری اراضی و مولفه‌های هیدرولوژیک، می‌توان با تهیه نقشه‌های تولید رواناب و مقایسه آن با کاربری اراضی می‌توان ارتباط و اثر نوع و پراکنش مکانی کاربری اراضی را تفسیر نمود. در راستای نتایج پژوهش حاضر، بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات سیلان به منظور کنترل فعالیت‌های موثر بر پراکنش مکانی کاربری اراضی در حوزه آبخیز مفید خواهد بود. تخمین دقیق اثرات طولانی‌مدت تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات جریان نیازمند استفاده از نقشه‌های کاربری دقیق در دوره‌های گذشته می‌باشد. البته باید ذکر شود که استفاده از مدل‌های فیزیکی مناسب با پارامترهای مرتبط با لایه کاربری اراضی برای مدل‌سازی مولفه‌های هیدرولوژیک در دوره‌های زمانی مختلف ضروری است. بر اساس تحلیل نتایج پژوهش، وقوع اوج زودرس آب‌نمود حاصل از اراضی کشاورزی مؤید مشارکت بخش‌های زراعی در زیرحوزه نزدیک به خروجی حوزه آبخیز و نیز اراضی واقع در اطراف روستای گلاز در بخش بالادست آبخیز رودخانه گلاز است. بدلیل اینکه کاربری کشاورزی در دامنه‌های بالادست آبخیز قرار گرفته است، مدت زمان بیشتری برای انتقال جریان رواناب این بخش به خروجی آبخیز مورد نیاز است که اثر خود را به شکل افزایش مقطعي در شاخه پایین رونده آب‌نمود نشان داده است. مساحت بیشتر اراضی مرتعی در مقایسه با سایر کاربری‌ها باعث شده است که دارای سهم بیشتری از تغییرات آب‌نمود ناشی از کاربری مذکور باشد، به عبارتی وجود اراضی گستردۀ مرتعی در همه بخش‌های حوزه آبخیز با پراکنش تقریباً یکنواخت، عامل اصلی کنترل رفتار آب‌نمود در پژوهش حاضر است. همچنین مقایسه مقادیر و میزان تغییرات آب‌نمود می‌تواند سهم تاثیر نوع کاربری‌های مختلف در تولید رواناب را مشخص نماید. همچنین در نظر گرفتن سایر دخالت‌های انسانی از قبیل اقدامات مدیریت پوشش گیاهی و یا تخریب شدید کاربری اراضی و تغییرات آن بر خصوصیات آب‌نمود از مواردی است که نیازمند مطالعات بیشتر برای جمع‌بندی نهایی می‌باشد.

که در محدوده‌ی اراضی زراعی، سهم اراضی مرتعی در این محدوده از هیستوگرام کاهش یافته که باعث شده است آب‌نمود مربوط به اراضی مرتعی شکل دو اوج داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد که تغییرات آب‌نمود حوزه آبخیز با مساحت و پراکنش مکانی کاربری‌های اراضی در ارتباط است. مطالعه ارتباط مولفه‌های مختلف آب‌نمود با مساحت و موقعیت مکانی کاربری اراضی می‌تواند در تحلیل شرایط هیدرولوژیک حوزه آبخیز در اثر تغییرات کاربری ناشی از فعالیت‌های انسانی مورد استفاده قرار گیرد. بر اساس نتایج، تاثیر موقعیت و مساحت کاربری‌های اراضی در خطوط هم‌زمان تمرکز و هیستوگرام زمان‌مساحت در تغییرات آب‌نمود رگبار منعکس شده است. همچنین بر اساس مقایسه نتایج مقادیر دبی ویژه، بیشترین دبی‌ها به ترتیب به کاربری اراضی مرتع، کشاورزی و سپس جنگل اختصاص دارد. سهم حجم رواناب تولیدی نیز به ترتیب برابر ۸۴ و ۱۲ و ۴ درصد در کاربری‌های مرتع، کشاورزی و جنگل بوده است. با استفاده از روش مذکور می‌توان به شبیه‌سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر تغییرات زمانی و نیز مقادیر مولفه‌های مختلف آب‌نمود پرداخت. بنابراین، علی‌رغم پیچیدگی تحلیل اثرات کاربری اراضی بر پاسخ آبخیز می‌توان رفتار آب‌نمود را با پراکنش و نحوه توزیع مکانی آن مرتبط دانست. در این راستا کیمارو و همکاران [۱۲] نیز نتیجه گرفتند که نوع و پراکنش کاربری اراضی بر حجم و پارامترهای زمانی روند سیلان موثر هستند. بر اساس نتایج پژوهش، علاوه بر دبی‌های اوج، شکل آب‌نمود نیز به شدت متأثر از الگوی توزیع مکانی کاربری اراضی است که با نتایج پژوهش فوهر و همکاران [۷] و نیز کیمارو و همکاران [۱۲] در یک راستاست. بنابراین می‌توان گفت که اثر تغییر مساحت و یا افزایش تعداد لکه‌های مختلف کاربری اراضی به صورت مشخص در هیستوگرام زمان‌مساحت و نیز آب‌نمود خروجی دیده می‌شود، که با نتایج پژوهش طالبی‌امیری و همکاران [۲۴]، مبنی بر اهمیت متريک‌های افزایش تعداد لکه و کاهش

- 11-Hunukumbura, P. B., Weerakoon, S.B., and Herathm S., 2007. Development of a Cell-based Model to Derive Direct Runoff Hydrographs for Ungauged Mountainous Basins. *Journal of Mountain Science*, 4(4):309-320.
- 12-Kimaro, T.A., Tachikawa, Y., and Takara, K. 2005. Distributed hydrologic simulations to analyze the impacts of land use changes on flood characteristics in the Yasu River basin in Japan. *Journal of Natural Disaster Science*, 27(2):85-94.
- 13-Kumar, S. 2008. Studying the effect of spatial scaling on hydrological model calibration using Soil and Water Assessment Tool (SWAT). M.Sc Thesis, Civil Engineering. Purdue University. 110pages.
- 14-Lin, Y.P., Verburg, P.H., Chang, Ch.R., Chen, H.Y., and Chen, M.H. 2009. Developing and comparing optimal and empirical land-use models for the development of an urbanized watershed forest in Taiwan. *Landscape and Urban Planning* 92:242-254.
- 15-Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R.L., Harmel, R.D., and Veith, T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 50(3):885–900.
- 16-Mostafazadeh, R., Bahremand, A., and Sadoddin, A. 2010. Simulating the direct runoff hydrograph using Clark instantaneous unit hydrograph. (Case study: Jafar-Abad watershed, Golestan Province), *Journal of Water and Soil Conservation*. 16(3):105-122. (In Persian)
- 17-Mostafazadeh, R., Sadeghi, S.H.R. and Sadoddin, A. 2015. Analysis of storm-wise sedimentgraphs and rating loops in Galazchay Watershed, West-Azerbaijan. *Journal of Water and Soil Conservation*. 21(5):175-191. (In Persian)
- 18-Mostafazadeh, R. 2014. Effects of Different Management Scenarios of Landscape Metrics on Storm Runoff and Sediment Variations. Ph.D Dissertation in Watershed Management Sciences and Engineering, Faculty of NaturalResources and Marine Sciences.TarbiatModares University. 122pages. (In Persian)
- 19-Sadeghi, S.H.R., and Asadi, H. 2010. Importance of travel time duration between isochrones in estimation of flood resulting from Clark Instantaneous Unit Hydrograph. *Journal of Water and Soil*, 24(4):625-635. (In Persian)
- 1- Ab- banan- Azardasht Engineering Consulting Inc., 2010. Final report on study and design of drainage network for surface runoff & urban floods in the Oshnavieh city. 122p. (In Persian)
- 2- Alemayehu, F., Taba, N., Nyssen, J., Girma, A., Zenebe, A., Behailua, M., Deckers, S., and Poesen, J., 2009. The impacts of watershed management onland use and land cover dynamic in Eastern Tigary (Ethiopia). *Resources, Conservation and Recycling*, 53(7):192-198.
- 3- Ammukutty, A., and Nairn B.T. 2009. Rainfall runoff modelling using distributed unit hydrograph approach. 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09) 6-7 Nov 2009, Trivandrum, Kerala, India. 105-109.
- 4- Berni, N., Viterbo, A., Pandolfo, C., Stelluti, M., Barbetta, S., and Brocca, L. 2008. Effects of rainfall and soil/land use spatial distribution on hydrological response at different Scales. International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs), Barcelona, Spain, 7-8 July, 2008. 8pages.
- 5- Bossa, A.Y., Diekkruger, B., Giertz, S., Steup, G., Sintondji, L.O., Agbossou, E.K., and Hiepe, C. 2012. Modeling the effects of crop patterns and management scenarios on N and P loads to surface water and groundwater in a semi-humid catchment (West Africa). *Agricultural Water Management* 115:20–37.
- 6- Chow V.T., Maidment, D.R., and Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, 572 pages.
- 7- Fohrer, N., Haverkamp, S., and Frede, H.G. 2005. Assessment of the effects of land use patterns on hydrologic landscape functions: development of sustainable land use concepts for low mountain range areas. *Hydrological Process*. 19:659–672.
- 8- Gergel, S.E., Turner, M.G., Miller, J.R., Melack, J.M., and Stanley, E.H., 2002. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Sciences*, 64:118-128.
- 9- Giraldo, M.A. 2012. Spatial scale and land use fragmentation in monitoring water processes in the Colombian Andes. *Applied Geography* 34:395-402.
- 10-Guo, L. 2006. Analysis of spatio-temporal changes in landscape pattern of the Taishan Mountain. *Journal of Mountain Ecology*, 8:1-6.

- 28-Uuemaa, E., Mander, U., and Marja, R. 2013. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. *Ecological Indicators* 28:100–106.
- 29-Van Rompaey, A., Krasa, J., and Dostal, T. 2007. Modelling the impact of land cover changes in the Czech Republic on sediment delivery. *Land Use Policy* 24:576–583.
- 30-Vanacker, V. Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S., 2005. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. *Geomorphology*, 72:340-353.
- 31-Walker, J.W. 2002. A comparison of storm hydrographs from small urban watersheds with different land use. M.Sc Thesis in Environmental Sciences, Louisiana State University. 67pages.
- 32-Yang, M., Li, X., Hu, Y., and He, X. 2012. Assessing effects of landscape pattern on sediment yield using sediment delivery distributed model and a landscape indicator. *Ecological Indicators*, 22: 38-52.
- 33-Yeo, I.Y., and Guldmann, J.M. 2010. Global spatial optimization with hydrological systems simulation: application to land-use allocation and peak runoff minimization. *Hydrology and Earth System Sciences*. 14: 325–338.
- 34-Zhao, W.W., Fu, B.J, Meng, Q.H., Zhang, Q.J., and Zhang, Y.H. 2004. Effects of land-use pattern change on rainfall-runoff and runoff-sediment relations: a case study in Zichang watershed of the Loess Plateau of China. *Journal of Environmental Science* 16(3):436-42.
- 20-Sadeghi, S.H.R., Jalili, Kh., and Nikkami, D. 2009a. Land use optimization in watershed scale. *Land Use Policy*, 26:186-193.
- 21-Sadeghi, S.H.R., Mizuyama, T., Singh, J.K., and Tofiqhi, B. 2009b. Applicability of instantaneous unit sedimentgraph model in an Iranian large watershed. *International Journal of Ecology Economy & Statistics, (IJEEES)* 13(9):30–45.
- 22-Sadeghi, S.H.R., Mostafazadeh, R., Sadoddin, A. 2015. Changeability of simulated hydrograph from a steep watershed resulted from applying Clark's IUH and different Time Area Histograms. *Journal of Environmental Earth Sciences*. 74(4):3629-3643.
- 23- Singh, V.P. 1988. *Hydrologic Systems. Rainfall-runoff modeling*. Vol. (1). Prentice Hall, 480pages.
- 24-TalebiAmiri, Sh., Azari Dehkord, F., Sadeghi, S.H.R., and Soofbaf, S.R. 2009. Study on landscape degradation in Neka Watershed using landscape metrics. *Environmental Science*, 6(3):133-144. (In Persian)
- 25-Thanapakpawin, P., Richey, J., Thomas, D., Rodda, S., Campbell, B., and Logsdon, S. 2007. Effects of land use change on the hydrologic regime of the Mae Chaem river basin, NW Thailand, *Journal of Hydrology* 334(1-2):215-230.
- 26-Usul, N., and Yilmaz, M. 2002. Estimation of instantaneous unit hydrograph with Clark's technique in GIS. 22nd International of ESRI User Conference, ESRI online, San Diego. 21pages.
- 27-Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R., and Mander, U. 2009. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research, *Living Reviews in Landscape Research*, 3:1-28.

Abstract

Modeling the Effects of Land Use Type and Spatial Pattern on Flow Hydrograph Variations

R. Mostafazadeh¹, S.H.R. Sadeghi² and A. Sadoddin³

Received: 2015.10.5 Accepted: 2013.12.8

Assessing effects of land use spatial pattern on hydrologic characteristics and variation of flow hydrograph can provide new information leading more effective decision-making and integrated watershed management. However, less attention has been relatively paid to this subject. The emphasis of this research is to quantify the contribution and effects of different land use types and spatial pattern on flood hydrographs in Galaz Watershed (103 km² area), located in West-Azharbaijan Province, Iran. In the present study, the Clark's Time-Area model has been employed for simulation of hydrograph. The Time Area Histogram (TAH) of the study watershed has been derived based on a spatially distributed travel time approach, and the flow hydrograph was simulated in incorporating with the different land use types and design rainfall. The hydrograph has been routed to the watershed outlet. Then, the distribution of flow hydrograph and the peak discharge were analyzed considering different land uses between isochrones. According to the results, the effect of land use types and patterns led to variations of time area histograms and the obtained hydrograph. Based on the results, the higher peak discharge were determined for rangeland, agriculture and forest land use types, respectively. The generated runoff volume of the rangeland, agriculture, and forest land use types were 84, 12, and 4%, respectively. The implemented method can be used to simulate the effects of land use changes in storm basis to study the temporal flow variations and also to quantify the components of flow hydrograph.

Keywords: *Hydrograph variation, Land use location, Land use spatial pattern, Landscape ecology, Runoff generation.*

1. Former Ph.D Student, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, TarbiatModares University, At now: Assistant Professor, Department. of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agricultural Technology and Natural Resources, University of MohagheghArdabili

2. Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, TarbiatModares University, Noor, Corresponding Author Email: sadeghi@modares.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.