مجله علمی - پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال دوم - شماره ۵ - زمستان ۱۳۸۷ Vol. 2, No. 5, Winter 2009

فهرست مطالب

مقالات علمی:

- **بررسی نقش ویژگی های خاک، پستی و بلندی و زمین شناسی در پراکنش پوشش گیاهی منطقه کوهین قزوین (مطالعه موردی: حوزه آبخیز آبادین)** ۱

  مهدی قربانی، منوچهر گرجی، حسین آذرنیوند، حسین ارزانی و تیمور رمک معصومی

- **نقش عوامل محیطی در آرایش فضایی سکونتگاههای روستایی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز مهاباد)** ۱۱

  سیدمحمد نمکی، اسماعیل علی اکبری، اسماعیل شریفی و نجفقلی غیاثی

- **پیش بینی دبی رودخانه با استفاده از روش های نوروفازی و مدل های سری های زمانی** ۲۱

  ابوالحسن فتح آبادی، علی سلاجقه و محمد مهدوی

- **تجزیه و تحلیل حساسیت و بررسی نسبی اهمیت عوامل موثر بر دبی اوج در روش شماره منحنی** ۳۱

  حسین ملکی نژاد و محمدرضا کوثری

- **مقایسه تولید رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف کاربری کشاورزی** ۴۱

  عطاالله کلارستاقی، حسن احمدی، اباذر اسمعلی عوری، محمد جعفری و جمال قدوسی

- **استفاده از سیستم استنتاج فازی در برآورد رسوب معلق (مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان)** ۵۳

  حسن احمدی، محمد طهمورث و حسین محمدعسگری

- **بررسی روش های درون یابی مکانی جهت تعیین تغییرات مکانی ویژگی های کیفی آب های زیرزمینی دشت رفسنجان** ۶۵

  روح الله تقی زاده مهرجردی، مجتبی زارعیان جهرمی، شهلا محمودی، احمد حیدری و فریدون سرمدیان

گزارش فنی

- **شبیه سازی و تحلیل ارتباط خشکسالی های آبشناختی و اقلیمی با استفاده از مدل های احتمالاتی (مطالعه موردی: جلگه بابل)** ۷۱

  حمیدرضا مرادی، مجید طائی سمیرمی، داود قاسمیان، جواد چزگی و رضا بهاری

داوران این شماره ۸۳

چکیده مقالات انگلیسی

مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
سال دوم - شماره ۵ - زمستان ۱۳۸۷
Vol. 2, No. 5, Winter 2009

مقایسه تولید رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف کاربری کشاورزی

عطاالله کلارستاقی[۱]، حسن احمدی[۲]، اباذر اسمعلی عوری[۳]، محمد جعفری[۴] و جمال قدوسی[۵]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۴

چکیده

اندازه گیری فرسایش خاک و بررسی عوامل کنترل کننده آن تحت شرایط طبیعی و یا آزمایشگاهی با استفاده از کرت‌های دایمی یا موقتی بسیار مفید می‌باشند. در پژوهش حاضر که در اراضی کشاورزی روستای رسکت در منطقه دودانگه شهرستان ساری به انجام رسید، رواناب و رسوب ناشی از رگبارهای منفرد در مقیاس کرت و تحت سناریوهای مدیریت اراضی مختلف اندازه گیری و مقایسه گردید. برای این منظور تعداد ۱۰ کرت به ابعاد ۱۲/۵ × ۲ متر با ۵ تیمار مختلف و ۲ تکرار برای هر یک از تیمارهای کشت نواری (گندم و گیاهان علوفه ای)، کشت با شخم روی خط تراز، تراس‌بندی، کشت با شخم در جهت شیب و دامنه شاهد با پوشش خودرو و بدون اعمال شخم در نظر گرفته شد. نتایج ۹ رخداد بارش منجر به تولید رواناب و رسوب نشان داد که بیش‌ترین مجموع مقدار رسوب در دوره پژوهش در کرت با شخم در جهت شیب و به مقدار ۱۵۶ گرم در متر مربع به‌دست آمده است. هم‌چنین کشت روی تراس با میزان رسوب ۶/۲ گرم در متر مربع کم‌ترین تولید رسوب در دوره پژوهش را به‌همراه داشته است. بیش‌ترین مقدار ضریب رواناب مربوط به تیمار شاهد بدون اعمال شخم (۲۱/۲۴٪) و کمترین ضریب رواناب مربوط به تیمار کشت روی تراس (۷/۰۸٪) بوده است. هم‌چنین نتایج نشان داد که مراحل شخم کرت‌ها، اوایل رشد و تا حدودی در مرحله برداشت محصول، حساس‌ترین مواقع از لحاظ تولید رسوب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تولید رسوب، ضریب رواناب، کرت آزمایشی، مدیریت اراضی کشاورزی، حوزه آبخیز دودانگه و استان مازندران

مقدمه

خاک به عنوان یکی از منابع طبیعی ارزشمندی است که در مقیاس زمانی کوتاه تجدید ناپذیر می‌باشد. فرسایش به عنوان عامل اصلی تخریب خاک محسوب شده و اثرات آن معمولا غیر قابل جبران می‌باشد[۲ و ۱۰]. اندازه‌گیری و تعیین مقدار فرسایش و رسوب در مقیاس کرت و حوزه آبخیز همواره به سهولت میسر نمی‌شود. استفاده از کرت‌های دایمی یا موقتی برای اندازه‌گیری و مطالعه عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب بسیار مفید می‌باشند [۲۳]. از طرف دیگر حتی در صورت وجود ایستگاه‌های اندازه‌گیری، فقط می‌توان متوسط رسوب‌دهی حوزه بالادست ایستگاه را محاسبه نمود. در صورتی که برای برنامه ریزی‌های منطقه ای و آمایش سرزمین، لازم است وضعیت فرسایش و عوامل موثر در تشدید آن در نقاط مختلف یک حوزه آبخیز در دسترس باشد. توی و همکاران [۳۱] دلایل اندازه‌گیری مقدار فرسایش خاک را تعیین اثرات محیطی فرسایش و عملیات حفاظتی، انجام پژوهش‌های علمی فرسایش خاک، توسعه و ارزیابی روش‌های مهار فرسایش، توسعه روش‌های پیش بینی فرسایش و در نهایت، تخصیص صحیح منابع و توسعه برنامه‌ها، سیاست‌ها و قوانین حفاظتی بیان می‌دارند. در این میان روش‌های اندازه‌گیری فرسایش برای اهداف پژوهشی نسبت به موارد دیگر همواره دقیق‌تر و هدفمندتر می‌باشند [۳۰]. مطالعات فرسایش در مقیاس‌های مختلف مکانی و زمانی قابل انجام می‌باشد. یکی از مقیاس‌های مکانی اندازه‌گیری فرسایش مقیاس کرت (مساحت کمتر از ۱۰۰ متر مربع) با طول بین ۴ الی ۱۰ متر می‌باشد که مناسب برای اندازه‌گیری فرسایش‌های شیاری و بین شیاری می‌باشد [۳۰]. در حالی‌که چنان‌چه هدف ارزیابی روش‌های کنترل فرسایش شیاری و بین شیاری باشد، به‌ترتیب عرض و طول کرت‌ها باید بین ۳ تا ۲۵ و ۱۰ تا ۲۵ متر باشد. در این مقیاس مقادیر رواناب و رسوب قابل اندازه‌گیری در مخازن تعبیه شده در خروجی کرت و مقدار رسوب‌گذاری غیر قابل اندازه‌گیری می‌باشد. بین سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۲ که به اعتقاد نلسون (۱۹۵۸) (نقل از لافلن و مولدنهاور) [۱۸] سال‌های طلایی پژوهش‌های حفاظت خاک بود، ایستگاه‌های تحقیقاتی زیادی در زمینه مطالعات کرتی فرسایش در آمریکا و دیگر کشورهای دنیا مستقر گردید که در ادامه منجر به توسعه معادله جهانی فرسایش خاک [32] USLE[۱] و نسخه‌های مختلف دیگر آن نظیر [25] MUSLE[۲] و RUSLE[۳] [27] و نیز بعدها منجر به توسعه مدل [14] WEPP[۴]

۱- نویسنده مسئول و استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری a.kelarestaghi@umz.ac.ir
۲ و ۴- استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۵- استادیار پژوهشی سابق مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

و [۲۴] گردید. هم چنین پژوهشگران زیادی در دنیا در مقیاس کرت با اهداف شناخت عوامل موثر، توسعه روش های حفاظتی و ارزیابی کارایی مدل ها به مطالعه و ارزیابی میزان رواناب و تولید رسوب پرداختند. کوک [۱۲] تاثیر چهار روش کشت آیش، تنک، تناوبی و متراکم را بر میزان هدررفت خاک بررسی کرده و اظهار داشت که مقادیر هدر رفت خاک در کشت متراکم ۱۳ گرم بر مترمربع و در کشت آیش ۱۰۳ گرم بر متر مربع می باشد. کوکال و همکاران [۱۷]، بنت [۹] و لوندکوم و همکاران [۲۰] تاثیر نظام های زراعی و روش های مختلف کشت و کار بر فرسایش خاک در مقیاس کرت را مطالعه کرده و اظهار داشتند که با اجرای عملیات مدیریت زراعی مناسب و شیوه های صحیح کشاورزی می توان با زیاد کردن پوشش سطح خاک، میزان فرسایش را بطور قابل توجهی کاهش داد. پژوهش های مختلف دیگری نیز [۱۳، ۲۶، ۱۶، ۳۳، ۳۴، ۱۹، ۲۸، ۱۱ و ۱۵] در مقیاس کرت در سرتاسر جهان انجام شده است.

در ایران نیز پژوهش های آقا رضی و قدوسی [۱] نشان داد که میزان فرسایش بدست آمده از کرت ها در کاربری مرتع کمترین مقدار و در شخم رها شده بیشترین مقدار می باشد. همچنین اراضی زراعی دارای فرسایش بیشتر از مرتع و کمتر از شخم رها شده می باشد. همچنین صادقی و همکاران [۵]، اظهار داشتند که مقدار رسوب خروجی از قطعات آزمایشی مرتع با چرای آزاد ۲۶/۶ برابر مقدار اندازه گیری شده در کاربری مرتع دست کاشت می باشد. همچنین می توان به پژوهش های دیگری که توسط سیاه منصور [۴]، رئیسیان و اسدی [۳] و صادقی و همکاران [۶] به انجام رسیده، اشاره نمود.

در بیشتر مطالعات فوق اثر انواع کاربری اراضی بر میزان فرسایش خاک و تولید رسوب مورد بحث قرار گرفته است. این در حالی است که ارزیابی اثر نظام های مختلف کشت و کار و تیمارهای حفاظتی کشاورزی در بسیاری از این مطالعات بررسی نشده است. امروزه در کشور توجه به مساله فرسایش خاک در اراضی کشاورزی که بطور متناوب و بدون سیستم های استراحتی و آیش مناسب تحت بهره برداری قرار می گیرند، بسیار حائز اهمیت می باشد [۲].

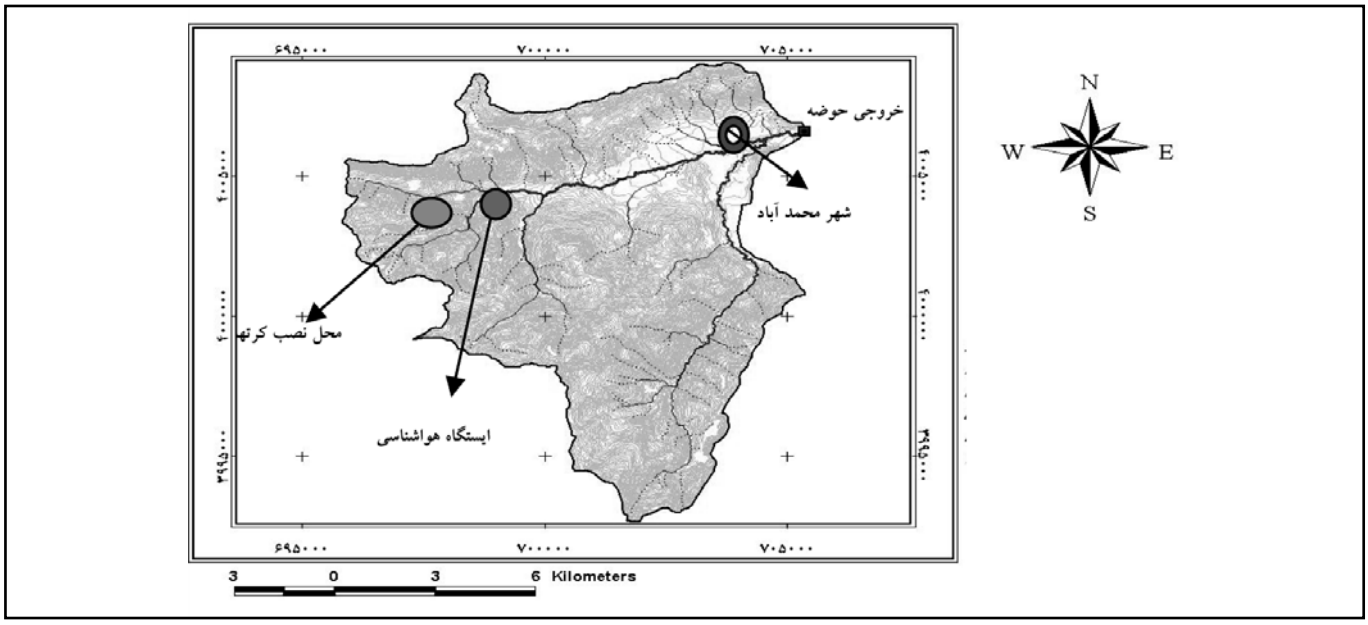
بدین منظور پژوهش حاضر با هدف اندازه گیری رواناب و رسوب ناشی از رگبارهای منفرد در مقیاس کرت و ارزیابی اثر تیمارهای مختلف کشت و کار و تقویم عملیات زراعی بر مقادیر رواناب و تولید رسوب انجام گرفته است.

مواد و روش ها

منطقه مورد بررسی

پژوهش حاضر در حوزه آبخیز دودانگه فریم و روستای رسکت از توابع بخش دودانگه در فاصله ۸۰ کیلومتری شهرستان ساری به انجام رسیده است (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا ۹۹۰ متر، بارندگی سالانه ۵۱۵/۸ میلی متر، متوسط درجه حرارت ۱۲/۴ درجه سانتی گراد، تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه ۱۱۰۰/۱۱ میلی متر، خاک منطقه سیلتی رسی تا رسی و آب و هوای منطقه بر اساس روش دومارتن اصلاح شده نشان دهنده اقلیم مدیترانه ای تا نیمه مرطوب می باشد [۷].

شکل ۱ - نقشه حوزه آبخیز دودانگه فریم به همراه موقعیت کرت ها، ایستگاه هواشناسی و شهر محمد آباد



روش پژوهش

در انجام پژوهش حاضر اندازه گیری و مقایسه مقادیر رواناب و رسوب طی مراحل زیر صورت گرفت:

1- Universal Soil Loss Equation
2- Modified Universal Soil Loss Equation
3- Revised Universal Soil Loss Equation
4- Water Erosion Prediction Project

بررسی خصوصیات خاکشناسی

برای بررسی وضعیت خاک در محل کرت‌ها، اقدام به حفر نیم‌رخ و نمونه برداری از افق های مختلف گردید.

در جدول (۱) برخی نتایج بدست آمده از تجزیه آزمایشگاهی نمونه های خاک آمده است.

مشخصات و نصب کرت‌ها

برای انجام پژوهش حاضر تعداد ۱۰ کرت با ۵ تیمار مختلف و ۲ تکرار برای هر یک از تیمارها در نظر گرفته شد. طراحی و ساخت کرت ها با استفاده از دستورالعمل سازمان خواروبار جهانی در منطقه و به ابعاد ۲ × ۱۲/۵ بوده است [۱۶]. شیب دامنه ها ۳۴ درصد و جهت دامنه شمالی بود. تعداد ۸ کرت برای ۴ تیمار کشت نواری (ترکیب یک نوار گندم و یک نوار گیاهان خودرو به عنوان تیمار حفاظتی)، کشت با شخم روی خط تراز، تراس بندی با ۳ تراس هر یک به طول ۳ متر با دیواره طبیعی، کشت با شخم در جهت شیب که همگی با گندم پائیزه رقم تجن کشت شدند و دامنه شاهد با پوشش خودرو و بدون شخم که عمدتاً از گونه های غیر خوشخوراک مرتعی

جدول ۱ - برخی عامل های فیزیکی شیمیایی خاک لایه سطحی (۲۰-۰ cm) کرتها

عامل	محل احداث کرتها	محل ایستگاه شاهد
درصد رس	۴۹/۷۶	۴۸/۷۶
درصد سیلت	۴۰/۰۴	۳۵/۰۴
درصد شن	۱۰/۲	۱۶/۲
درصد ماده آلی	۳/۷۴	۳/۴۹
EC	۰/۷	۰/۳
pH	۷/۰۸	۷/۴۱
ظرفیت کاتیون تبادلی	۱۸/۹۸	۱۹/۶۱

و علفهای هرز مزارع بوده است در نظر گرفته شد [۷]. علت انتخاب تیمارهای مذکور غلبه استفاده آنها در امور کشاورزی و موجودیت آنها در منطقه بود. جهت جلوگیری از ورود دام و انسان و حیوانات وحشی به داخل کرت ها محدوده آن با استفاده از سیم های گابیون ضخیم به ارتفاع ۱/۵ متری و با پایه های چوبی ۲ متری به فواصل ۱/۵ متر محصور گردید. برای ساخت کرت ها از ورق های گالوانیزه با ارتفاع ۳۰ سانتی متر استفاده شد که جهت جلوگیری از تراوش های جانبی از خارج به داخل کرت و بالعکس این ورق ها تا عمق ۸ سانتی متر در خاک و در حدود ۲۲ سانتیمتر در بالای خاک در نظر گرفته شد به نحوی که بتواند تمامی رواناب ایجاد شده در داخل کرت را به پایین دامنه منتقل کند [۶] و [۲۸]. در پایین دامنه و در قسمت انتهایی کرتها از مخازن ۲۲۰ لیتری استفاده شد و شکل کرتها طوری طراحی گردید که همه رواناب و رسوب را به یک نقطه خروجی منتقل کند (شکل ۲). در نقطه خروجی از لوله های پلی اتیلن برای انتقال رواناب و رسوب درون کرت به مخازن جهت اندازه گیری ها استفاده شد. محل ورود به لوله خروجی کرت جهت جلوگیری از فرسایش موضعی در آن بخش سیمان کاری شد و جهت جلوگیری از رواناب ناشی از بارش مستقیم روی بخش سیمانی قسمت انتهایی کرت با استفاده از پلاستیک پوشش داده شد. پس از انتخاب مکان مورد نظر از لحاظ دسترسی، نزدیکی به محل جهت حفاظت، شرایط طبیعی نظیر شیب و جهت مناسب و از همه مهمتر نزدیکی به یک ایستگاه هواشناسی دارای باران سنج ثبات، عملیات احداث کرتها در تاریخ ۲ آبان ۱۳۸۴ شروع و پس از انجام کلیه مراحل احداث کرت های با تیمارهای مورد نظر در نهایت در تاریخ ۱۰ آذر ۱۳۸۴ کاشت گندم در کرتهای تحت کشت انجام شد. شروع دوره آماربرداری از زمان شخم کرت ها بوده است.

اندازه‌گیری رواناب و رسوب

پس از هر رگبار منتهی به تولید رواناب اندازه گیری حجم رواناب صورت گرفته و نمونه های بار معلق پس از مخلوط نمودن و

شکل ۲ - کرتهای آزمایشی نصب شده در منطقه (راست) و سامانه جمع آوری نمونه (چپ)

همگن سازی رسوبات ته نشست شده در مخزن با رواناب موجود در مخازن برداشت گردید. سپس سه نمونه همگن به روش درون یابی عمقی برداشت گردید تا در این بخش نیز داده ها دارای تکرار مناسب باشند. نمونه ها در زمان مناسب به آزمایشگاه منتقل شده و به روش فیلتراسیون، اندازه گیری بار معلق انجام گردید. بدین ترتیب با اندازه گیری رواناب و بار معلق رسوب و با تعمیم دادن مقادیر به سطح پلات مقدار رواناب و رسوب هر رگبار استخراج گردید[۱۶].

با توجه به اندازه طول کرت و نیز شیب زیاد و یکنواخت دامنه مقدار فرسایش برابر با رسوب در نظر گرفته شد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۵ ب).

در مجموع از هر کرت اطلاعاتی نظیر تاریخ وقوع رواناب، حجم رواناب کل کرت، حجم رواناب در واحد سطح، گل آلودگی و میزان رسوب معلق به دست آمد. هم چنین با تقسیم حجم رواناب به سطح کرت مقدار ارتفاع رواناب محاسبه گردید و با مقایسه آن با ارتفاع بارش ضریب رواناب محاسبه شد.

هم چنین برای تجزیه و تحلیل داده های بارندگی از نمودارهای ماهانه باران سنج ثبات ایستگاه بارانسنجی سد خاکی فریم صحرا که در فاصله ۸۰۰ متری از سایت مطالعاتی واقع شده استفاده گردید. این نمودارها پس از پایان هر ماه از اداره کل آب منطقه ای استان مازندران دریافت گردید و تجزیه و تحلیل رگبارهای منفرد روی آن انجام و اطلاعات بارندگی مورد نیاز از آن استخراج شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها

جهت تجزیه و تحلیل داده های بارش، رواناب و رسوب اندازه گیری شده و نیز مقایسه نتایج به دست آمده در تیمارهای مدیریتی مختلف از نرم افزارهای Excel و MiniTab.13 استفاده

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل نمودارهای باران سنج ثبات برای رگبارهای منفرد اتفاق افتاده طی دوره پژوهش

تاریخ رگبار	مدت بارش (h)	مقدار کل بارش (mm)	متوسط شدت بارش (mm/h)	حداکثر شدت بارش (mm/h)
۱۵ آبان ۱۳۸۴	۷/۷۵	۲۸	۳/۶۱	۱۱/۲
۱۷ و ۱۸ آبان ۱۳۸۴	۲۶	۳۷/۹	۱/۴۶	۵/۲
۲۶ دی ۱۳۸۴	۴	۵/۵	۱/۳۷۵	۳/۲
۲۰اسفند ۱۳۸۴	۱۳/۲۵	۱۴/۵	۱/۰۹۴	۶
۵ اردیبهشت ۱۳۸۵	۴/۵	۶/۸	۱/۵۱	۴
۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۵	۷	۱۶/۳	۲/۳۳	۱۲
۲۷ اردیبهشت ۱۳۸۵	۵	۱۰/۳	۲/۰۶	۱۲
۳۱ اردیبهشت ۱۳۸۵	۶/۵	۶/۶	۱/۰۱	۵/۲
۱۳ و ۱۴ تیر ۱۳۸۵	۱۰/۷۵	۶/۴	۰/۶	۲/۸
۲۲ شهریور ۱۳۸۵	۵/۲۵	۷/۳	۱/۳۹	۸
۲۵ شهریور ۱۳۸۵	۲	۶/۲	۳/۱	۱۱/۲
۲۶ شهریور ۱۳۸۵	۳/۵	۹/۷	۲/۷۷	۸
۴ مهر ۱۳۸۵	۱/۵	۱۲/۱	۸/۰۷	۴۰
۱۴ مهر ۱۳۸۵	۵	۷	۱/۴	۶
۲۷ مهر ۱۳۸۵	۶/۵	۱۶/۸	۲/۵۸	۳۰
۲ آبان ۱۳۸۵	۳/۷۵	۱۰	۲/۶۷	۸
۱۷ و ۱۸ آبان ۱۳۸۵	۱۰/۲۵	۷/۳	۰/۷۱	۲/۸
۲۵ آبان ۱۳۸۵	۵/۲۵	۷/۲	۱/۳۷	۱۲/۸
۲۸ و ۲۹ آبان ۱۳۸۵	۲۲/۷۵	۳۱/۸۵	۱/۴	۴

جدول ۳- برخی از مشخصه های آماری برای تعداد ۱۹ بارش اتفاق افتاده طی دوره پژوهش

مشخصات رگبارها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	بیشینه	کمینه
شدت بارندگی (mm/h)	۲/۱۳	۱/۶۶	۰/۷۸	۸/۰۷	۰/۶
حداکثر شدت بارندگی (mm)	۱۰/۱۳	۹/۵۲	۰/۹۴	۴۰	۲/۸
مدت بارندگی (h)	۷/۹۲	۶/۵۲	۰/۸۲	۲۶	۱/۵
مقدار بارندگی (mm)	۱۱/۹۹	۸/۳۱	۰/۶۹	۳۷/۹	۵/۵

گردید. پس از بررسی نرمال بودن داده ها برخی آزمون های آماری نظیر همبستگی پیرسون و آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA One-way) با استفاده از نرم افزار MiniTab.13 روی نتایج رواناب و رسوب حاصل از تیمارهای مختلف اعمال گردید.

نتایج و بحث

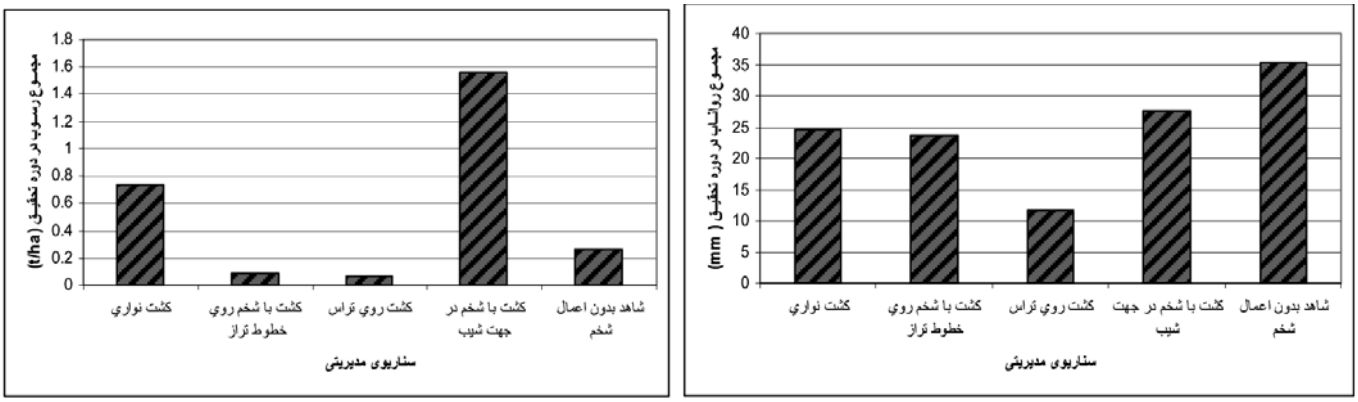
نتایج تجزیه و تحلیل روی نمودارهای باران نگار ثبات که پس از پایان هر ماه از اداره کل آب منطقه ای استان مازندران تهیه گردید، در جدول (۲) آمده است. در دوره پژوهش (۱۳ ماه) در مجموع ۱۹ رگبار در محل کرت ها رخ داده است. هر یک از این رگبارها دارای مشخصات متفاوتی نسبت به دیگری هستند. بدین منظور برخی از مشخصه های آماری داده های بارش در جدول (۳) آمده است.

نتایج جدول های (۲) و (۳) نشان می دهد که در طی دوره پژوهش بیش ترین و کم ترین میزان بارندگی به مقدار ۳۷/۹ و ۵/۵ میلی متر مربوط به تاریخ های ۱۷ و ۱۸ آبان ۱۳۸۴ و ۲۶ دی ۱۳۸۴ بوده است. هم چنین بیش ترین و کم ترین شدت بارندگی به میزان ۴۰ و ۳/۲ میلی متر بر ساعت مربوط به تاریخ های ۴ مهر ۱۳۸۵ و ۲۶ دی ۱۳۸۴ می باشد. از میان ۱۹ رگبار رخ داده در منطقه در طی دوره پژوهش، ۹ رگبار منجر به تولید رواناب و رسوب گردید. برای هر یک از این رگبارها همان گونه که در روش پژوهش ارائه شده، حجم رواناب اندازه گیری شد. هم چنین عمل فیلتراسیون نمونه های رسوب معلق در آزمایشگاه انجام شد و مقادیر رواناب و رسوب مربوطه در جدول (۴) و شکل های (۳) و (۴) آمده است.

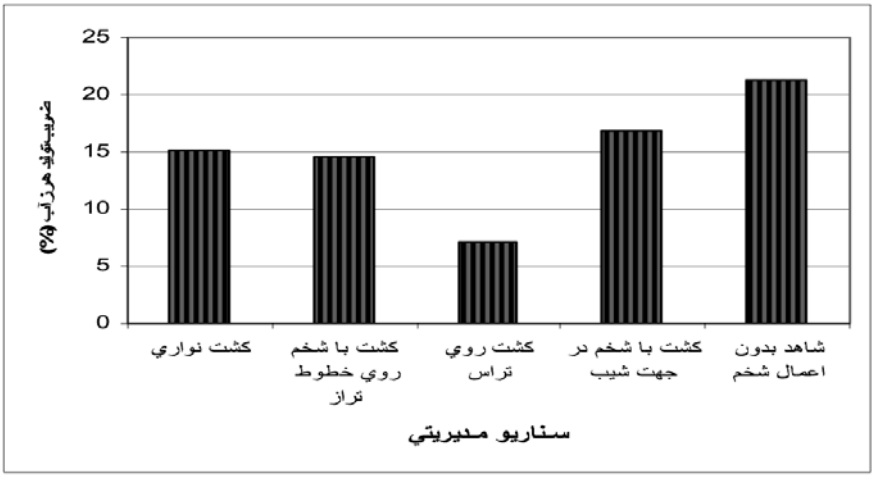
نتایج بدست آمده از اندازه گیری رواناب و رسوب (جدول ۴ و شکل های ۳ و ۴) نشان می دهد که بیش ترین مقدار رواناب و

جدول ۴- مقادیر مشاهده ای رواناب و رسوب کرت های استقرار یافته در تیمارهای مختلف در حوزه آبخیز دودانگه

تاریخ	شاهد		کشت با شخم در جهت شیب		کشت تراس		کشت با شخم روی خط تراز		کشت نواری	
	رواناب (mm)	رسوب (g/m^2)	رواناب (mm)	رسوب (g/m^2)	رواناب (mm)	رسوب (g/m^2)	رواناب (mm)	رسوب (g/m^2)	رواناب (mm)	رسوب (g/m^2)
۱۵ آبان ۱۳۸۴	۱/۳	۷/۴۴	۰/۸	۵/۵۱	۲/۹	۲/۲۲	۰/۳	۴/۶۶	۰/۸	۴/۹۱
۱۷ و ۱۸ آبان ۱۳۸۴	۰/۸	۷/۵۵	۰/۶	۴/۹۴	۱/۶	۱/۲۱	۰/۱	۳/۹۱	۰/۴	۴/۱۰
۲۰ اسفند ۱۳۸۴	۰/۲	۱/۵۷	۰/۲	۰/۸۷	۰/۴	۰/۶۸	۰	۰/۵۴	۰/۱	۰/۶
۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۵	۱۴	۴/۴۴	۰/۸	۳/۷۴	۲/۹	۱/۴۵	۰/۳	۳/۴۰	۰/۹	۳/۴۷
۲۷ اردیبهشت ۱۳۸۵	۰/۵	۱/۷۱	۰/۳	۱/۳۲	۱/۱	۰	۰	۱/۱۲	۰/۳	۱/۱۵
۲۶ شهریور ۱۳۸۵	۰	۰/۴۶	۰/۱	۰/۲۲	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰/۰۱
۴ مهر ۱۳۸۵	۱۸/۵	۳/۹۱	۸/۲	۳/۶۳	۵۰	۱/۴۷	۰/۶	۳/۳۳	۲/۳	۳/۴۹
۲۷ مهر ۱۳۸۵	۳۷/۹	۷/۳۳	۱۵/۴	۶/۷۶	۹۶/۷	۴/۵۲	۴/۹	۶/۳۴	۳/۴	۶/۵۴
۲ آبان ۱۳۸۵	۰/۱	۰/۹۳	۰/۲	۰/۴۶	۰/۳	۰	۰	۰/۳۱	۰/۱	۰/۳۷



شکل ۳- مجموع کل رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف کشت و کار



شکل ۴- ضرایب رواناب در تیمارهای مدیریتی مختلف

رسوب در کلیه کرت‌ها مربوط به رگبار تاریخ ۲۷ مهر ۱۳۸۵ می‌باشد. با مراجعه به جدول (۲) ملاحظه می‌گردد که این رگبار دارای مدت تا حدودی کم و شدت زیاد می‌باشد. از طرف دیگر این زمان از لحاظ تقویم زراعی منطقه، زمان پس از برداشت محصول بوده است. بنابراین می توان نتیجه‌گیری نمود که همزمانی وقوع رگبارهای شدید با کاهش درصد پوشش سطح خاک در تولید رواناب و رسوب بسیار حائز اهمیت می‌باشد که با یافته‌های مورگان[۲۳]، گرونستن و لوندکوام[۱۵] و صادقی و همکاران[۵] مطابقت دارد. از این رو حفظ و یا پخش بقایای گیاهی بر سطح خاک می تواند از تولید رواناب و رسوب تا حد زیادی جلوگیری نماید. همانگونه که نتایج شکل (۳) نشان می‌دهد، مجموع کل رواناب در کرت شاهد بدون اعمال شخم بیشترین مقدار (۳۵/۳۴ میلی متر) و در کرت تراس کمترین مقدار (۱۱/۶۴ میلی‌متر) بوده است. از آنجایی در شروع پژوهش هیچگونه شخمی در کرت شاهد انجام نشده است لذا به‌دلیل تراکم و چسبندگی خاکدانه‌ها، لگدکوبی دام طی ۴ ماه (از پایان سال زراعی گذشته تا شروع پژوهش) در نهایت منجر به افزایش تولید رواناب در این کرت گردیده است. سیاه منصور [۴]، بنت[۹] و آرنالدز و بارکارسون[۸] و صادقی و همکاران[۵] نیز به اهمیت لگدکوبی دام در افزایش میزان رواناب اشاره کردند. اگر چه رواناب این کرتها افزایش یافته است، اما بدلیل قرق اراضی، درصد پوشش گیاهی در این سناریو در تمام زمان پژوهش بیشتر از کرتهای دیگر بوده است. به همین خاطر افزایش میزان رواناب، تاثیر قابل توجهی بر افزایش تولید رسوب نداشته است. نتایج همچنین حاکی از آن است که ارتفاع رواناب در کرت با شخم روی خط تراز و شخم در جهت شیب به ترتیب ۲/۰۳ و ۲/۳۷ برابر مقدار رواناب در کرت با کشت روی تراس می‌باشد. همچنین ارتفاع رواناب در کرت با شخم روی خط تراز ۱۷٪ کمتر از مقدار رواناب در کرت با شخم در جهت شیب می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که سناریوهای مدیریت اراضی تا حد بسیار زیادی قادر به کاهش میزان رواناب و رسوب خروجی از حوزه‌های آبخیز می باشد. کوکال و همکاران[۱۷]، سوتو و دیازفریوس[۲۹]، بنت[۹] و لوندکوام و همکاران[۲۰]، مارتینز کاسانواس و سانچز بوش[۲۲] و مارکز و همکاران[۲۱] نیز به اهمیت سناریوهای مختلف کشت و کار نظیر تراس بندی و کشت‌های محافظ نواری در کاهش تولید رسوب در اراضی کشاورزی اشاره کردند. بررسی مجموع تولید رسوب در دوره پژوهش نیز حاکی از آن است که بیش‌ترین مقدار رسوب در

جدول ۵- نتایج تجزیه وتحلیل واریانس داده‌های رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف

منبع	درجه آزادی	مقدار F	سطح معنی داری
متغیر	۴	(رسوب) ۱/۶۳	۰/۱۸۶ns
خطا	۴۰	(رواناب) ۱	۰/۴۹ns
مجموع	۴۴		

کرت با شخم در جهت شیب و به مقدار ۱/۵۶ تن در هکتار بدست آمده است. همچنین کشت روی تراس با میزان رسوب ۰/۰۶۲ تن در هکتار کمترین تولید رسوب را در دوره پژوهش به همراه داشته است. کاهش میزان شیب در تراس بندی منجر به افزایش میزان نفوذپذیری و کاهش تولید رواناب و در نتیجه کاهش رسوب گردیده است. آقارضی و قدوسی [۱]، رئیسیان و اسدی [۳]، ژانگ و همکاران [۳۴] و مورگان [۲۳] نیز به نقش مثبت کاهش شیب در کاهش رواناب و رسوب اشاره کردند. در این پژوهش تراس بندی با دیواره طبیعی انجام شد. در این روش پشته خاکریزی از آنجایی که دارای خاک لخت و شیب زیادی می باشد، چنانچه با استفاده از

جدول ۶ - نتایج مقایسه زوجی مقادیر رواناب به روش T-student

	تعداد	میانگین	T	سطح معنی داری
کشت نواری شاهد	۹ ۹	۲/۷۳۸ ۳/۹۲۷	-۳/۳۵	۰/۰۱
کشت با شخم روی خط تراز شاهد	۹ ۹	۲/۶۲۳ ۳/۹۲۷	-۳/۴۸	۰/۰۰۸
کشت روی تراس شاهد	۹ ۹	۱/۲۹۳ ۳/۹۲۷	-۳/۹۴	۰/۰۰۴
کشت با شخم در جهت شیب شاهد	۹ ۹	۳/۰۵ ۳/۹۲۷	-۳/۱۹	۰/۰۱۳

جدول ۷ - نتایج مقایسه زوجی مقادیر رسوب به روش T-student

	تعداد	میانگین	T	سطح معنی داری
کشت نواری شاهد	۹ ۹	۰/۰۸۱۴ ۰/۰۲۹۶	۱/۸۹	۰/۰۹۶
کشت با شخم روی خط تراز شاهد	۹ ۹	۰/۰۱۰۲ ۰/۰۲۹۶	-۱/۳۶	۰/۲۱۱
کشت روی تراس شاهد	۹ ۹	۰/۰۰۶۹ ۰/۰۲۹۶	-۱/۷۴	۰/۱۲۱
کشت با شخم در جهت شیب شاهد	۹ ۹	۰/۱۷۳ ۰/۰۲۹۶	۱/۵۱	۰/۱۶۹

پوشش زنده یا بقایای مرده گیاهی حفاظت نگردد باعث تولید رسوب می گردد. در این پژوهش مقدار کم رواناب و رسوب تولید شده در کرت تراس مربوط به همین پشته های خاکریزی است که حفاظت از آنها صورت نگرفت. مورگان[۲۳] نیز به اهمیت این پشته ها در تولید رسوب و ضرورت حفاظت آنها در مقابل برخورد مستقیم قطرات باران اشاره کرده است.

بمنظور انجام آزمون‌های آماری ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد. نتایج اولیه نشان داد مقادیر رسوب همگی در سطح کم‌تر از ۵ درصد نرمال می باشند. اما مقادیر اولیه رواناب نرمال نبوده که به روش لگاریتمی داده‌ها نرمال و سپس از روش آنالیز واریانس به‌صورت ارائه شده در جدول ۵ استفاده گردید. این نتایج نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری بین مقادیر رواناب و رسوب در انواع تیمارها وجود ندارد.

اگر چه نتایج موجود در جدول‌ها و شکل‌های فوق حاکی از وجود اختلاف در میانگین مقادیر رواناب و رسوب تیمارهای مختلف مدیریتی می‌باشد، اما این تغییرات از لحاظ آماری تایید نگردید. این در حالی است که صادقی و همکاران[۶] نشان دادند که در منطقه تالش با بارندگی ۱۲۸۶/۵ میلی متر و اقلیم خیلی مرطوب بین مقادیر رسوب و گل آلودگی در دو منطقه مرتع دست کاشت و مرتع طبیعی با چرای آزاد اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹٪ وجود دارد. از آنجایی که پژوهش حاضر در منطقه نیمه مرطوب با بارندگی ۵۱۵/۸ میلی متر صورت گرفته و همانگونه که در جدول (۳) آمده ویژگی‌های بارش در منطقه همراه با ضریب تغییرات بالایی بوده است، در نتیجه داده‌های رواناب و رسوب دارای واریانس زیاد و در نهایت آنالیز واریانس معنی دار نشده است. همچنین بمنظور ارزیابی بیشتر این تفاوتها از مقایسه جفتی رواناب و رسوب هر یک از تیمارها با تیمار شاهد استفاده شد (جدول ۶ و ۷).

نتایج آزمون T جفتی نشان داد تفاوت معنی‌داری بین رواناب کرت‌های مختلف با کرت شاهد در سطح کمتر از ۵ درصد وجود دارد. در حالی که این تفاوت‌ها برای مقادیر رسوب معنی‌دار نبوده است. در مورد رواناب می‌توان بیان نمود که لگدکوبی دام و تراکم خاک موجب افزایش میزان رواناب در کرت شاهد شده و همانگونه

جدول ۸- ماتریس همبستگی رسوب در سناریوهای مختلف مدیریتی

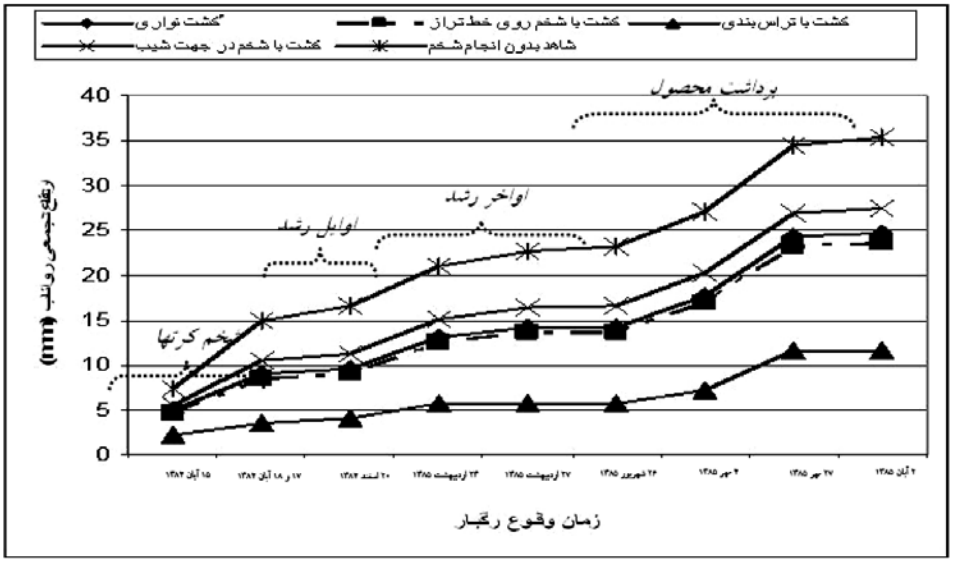
	کشت نواری	کشت با شخم روی خط تراز	کشت روی تراس	کشت با شخم در جهت شیب	شاهد بدون اعمال شخم
کشت نواری	۱	-	-	-	-
کشت با شخم روی خط تراز	۰/۹۳۶ **	۱	-	-	-
کشت روی تراس	۰/۹۰۲ **	۰/۸۵۴ **	۱	-	-
کشت با شخم در جهت شیب	۰/۹۴۶ **	۰/۹۵۲ **	۰/۹۲۳ **	۱	-
شاهد بدون اعمال شخم	۰/۹۴۹ **	۰/۹۵۶ **	۰/۹۲۱ **	۰/۹۸۱ **	۱

* معنی داری همبستگی در سطح ۹۵٪ ** معنی داری همبستگی در سطح ۹۹٪

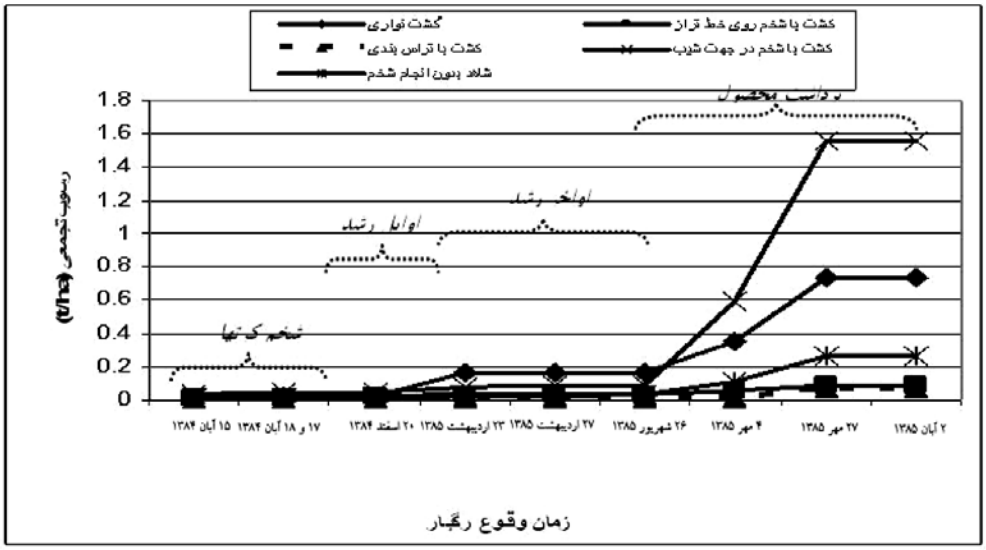
جدول ۹- ماتریس همبستگی رواناب در سناریوهای مختلف مدیریتی

	کشت نواری	کشت با شخم روی خط تراز	کشت روی تراس	کشت با شخم در جهت شیب	شاهد بدون اعمال شخم
کشت نواری	۱	-	-	-	-
کشت با شخم روی خط تراز	۱ **	۱	-	-	-
کشت روی تراس	۰/۹۱۸ **	۰/۹۲ **	۱	-	-
کشت با شخم در جهت شیب	۰/۹۹۶ **	۰/۹۹۵ **	۰/۸۹۲ **	۱	-
شاهد بدون اعمال شخم	۰/۹۴۵ **	۰/۹۴۲ **	۰/۷۸۲ *	۰/۹۷۱ **	۱

* معنی داری همبستگی در سطح ۹۵٪ ** معنی داری همبستگی در سطح ۹۹٪



شکل ۵ - همزمانی مقادیر تجمعی رواناب و تقویم زراعی منطقه در سناریوهای مدیریتی مختلف



شکل ۶ - همزمانی مقادیر تجمعی رسوب و تقویم زراعی منطقه در سناریوهای مدیریتی مختلف

که در جدول (۶) آمده است این مقدار افزایش نسبت به دیگر تیمارها دارای اختلاف معنی دار می باشد. اما باید اذعان نمود که این مقدار کم رواناب (ناشی از مقدار کم بارندگی) برای عمل جدایش و حمل ذرات به پایین دامنه و در نتیجه افزایش میزان رسوب کافی نبوده است و به همین خاطر تفاوت آماری معنی داری در سطح ۵ درصد بین مقدار رسوب کرت شاهد با دیگر کرت ها مشاهده نشد. صادقی و همکاران [۶] این تفاوت را در منطقه ای با بارندگی بیش از دو برابر منطقه مورد مطالعه، معنی دار عنوان نمودند. همچنین به منظور بررسی عکس العمل تیمارهای مختلف کشت نسبت به تولید رواناب و رسوب در طی رگبارهای مورد بررسی، از آزمون همبستگی استفاده گردید. نتایج بدست آمده از این بخش در جدول های (۸) و (۹) آمده است.

نتایج همبستگی داده های رواناب و رسوب در تیمارهای مختلف حاکی از آن است که ارتباط قوی بین این داده ها در تیمارهای مختلف وجود دارد. به عبارت دیگر افزایش یا کاهش مقادیر رواناب و رسوب در هر یک از تیمارها در ارتباط با یکدیگر بوده و عکس العمل تولید رواناب و رسوب در آنها مشابه بوده است. وجود این همبستگی بالا به خاطر یکسان بودن تقویم رویشی و زراعی تیمارها می باشد.

نتایج شکل (۴) نیز نشان می دهد که بیشترین مقدار ضریب رواناب مربوط به تیمار شاهد بدون اعمال شخم (۲۱/۲۴٪) و کمترین ضریب رواناب مربوط به تیمار کشت روی تراس (۷/۰۸٪) می باشد. هم چنین مقادیر تجمعی رواناب و رسوب در طول دوره پژوهش [۱۵] به همراه عملیات و تقویم زراعی همزمان در شکل های (۵) و (۶) آمده است.

شکل های (۵) و (۶) روند افزایش رواناب و رسوب را در طی دوره پژوهش به همراه حساس ترین زمانها از لحاظ تولید رواناب و رسوب نشان می دهند. همان گونه که در این شکل ها نشان داده شده، حساس ترین زمان از لحاظ وقوع رواناب و تولید رسوب، در مرحله شخم کرت ها، اوایل رشد و تا حدودی در مرحله برداشت محصول می باشد. در مرحله اعمال شخم، از آنجایی که در کرت شاهد شخم انجام نشد، لذا به دلیل متراکم بودن خاکدانه میزان نفوذ کاهش یافته در نتیجه میزان رواناب افزایش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد و این در حالی است که در بقیه مراحل تفاوت چندانی بین روند تولید رواناب در کرت شاهد بدون اعمال شخم با کرتهای کشت شده مشاهده نگردید.

در ماههای آخر تابستان که همزمان با برداشت محصول و لخت بودن اراضی از پوشش گیاهی می باشد، همزمانی رگبارهای با شدت زیاد و مدت کم نظیر رگبارهای ۲۵ شهریور و ۴ مهر ۱۳۸۵ و نیز ۲۷ مهر ۱۳۸۵ باعث ایجاد بخش اعظمی از مقدار رسوب گردیده است. یافته های این پژوهش در خصوص اثر زمان و تقویم عملیات زراعی بر تولید رواناب و رسوب با یافته های مارتینز کاسانواس و سانچز بوش [۲۲]، لوندکوام و همکاران [۲۰]، گرونستن و لوندکوام [۱۵] و صادقی و همکاران [۵] مطابقت زیادی دارد.

جمع بندی و نتیجه گیری

این پژوهش به منظور بررسی و نقش انواع سناریوهای مدیریت اراضی بر تولید رسوب و رواناب انجام گرفته است. نتایج این پژوهش نشان داد که با به کارگیری سناریوهای مختلف مدیریت اراضی می توان شاهد کاهش تولید رواناب و رسوب در حوزه های آبخیز بود. این پژوهش نشان داد مجموعه عملیات مدیریت اراضی که منجر به کاهش میزان شیب دامنه ها، افزایش پوشش گیاهی و نفوذپذیری بخصوص در زمان هایی که محصولات اراضی زراعی برداشت می گردد، تاثیر در کاهش میزان رواناب و رسوب دارند. از آنجایی که تنظیم مشخصه های بارش موثر در تولید رواناب و رسوب نظیر شدت و مدت بارش، در اختیار انسان نمی باشد، لذا مدیریت بر اراضی و طراحی و اجرای نظام های حفاظتی و مدیریتی مناسب می تواند به کاهش تولید رسوب در حوزه های آبخیز کمک کند.

در این پژوهش هم چنین مشخص گردید که تقویم زراعی منطقه نیز نقش به سزایی در تولید رسوب دارد. چرا که همزمانی وقوع رگبار با شدت زیاد در زمانی که محصولات زراعی برداشت گردیدند (رگبار ۲۷ مهر ۱۳۸۵) باعث تولید رواناب و رسوب فراوان در کلیه کرتهای آزمایشی گردید. بنابراین این موضوع اهمیت برجا گذاشتن بقایای گیاهی پس از برداشت محصول روی اراضی لخت را بیش از پیش تایید می نماید. اگر چه توسعه و ایجاد برخی نظام های حفاظتی نظیر تراس بندی و نوارهای حفاظتی به دلیل هزینه های زیاد و طراحی تا حدودی پیچیده، از عهده کشاورزان خارج می باشد، اما به کار گرفتن نظام شخم در روی خط تراز که همه کشاورزان نسبت به این موضوع آگاهی دارند نیز نقش به سزایی در کاهش تولید رسوب و رواناب دارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله لازم می دانند تا از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران به دلیل تامین اعتبار طرح، از اداره کل آب منطقه ای استان مازندران به دلیل در اختیار قرار دادن نمودارهای باران نگار جهت تجزیه و تحلیل داده های بارش و نیز از جناب آقای فضل الله احمدی بدلیل در اختیار قرار دادن بخشی از زمین کشاورزی جهت احداث کرتهای آزمایشی تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

۱- آقارضی. ح و قدوسی، ج. ۱۳۸۰. بررسی رابطه کاربری و شیب با فرسایش خاک و تولید رسوب، مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت اراضی، فرسایش خاک و توسعه پایدار، بهمن ماه ۱۳۸۰، اراک، صفحات ۴۵-۴۶.

۲- رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، ۶۷۱ صفحه.

۳- رئیسیان، ر. و اسدی، م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تغییرات پوشش گیاهی و شیب در رسوب دهی، گزارش طرح پژوهشی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان چهار محال و بختیاری، ۵۴ صفحه.

۴- سیاه منصور، ر. ۱۳۷۷. بررسی رابطه بین فاکتورهای پوشش گیاهی، رواناب، فرسایش و حاصلخیزی خاک مراتع، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۳ صفحه.

۵- صادقی، س. ح. ر. قادری وانگاه، ب. و صفاییان، ن. ۱۳۸۵الف. مقایسه تولید رسوب ناشی از رگبارها در مراتع تحت چرای آزاد و دست کاشت، مجله علوم و صنایع کشاورزی ۲۰ (۶): ۳۵-۴۵.

۶- صادقی، س. ح. ر. آذری، م. و قادری وانگاه، ب. ۱۳۸۵ب. به کارگیری، واسنجی و آنالیز حساسیت مدل فرسایش دامنه (HEM) در برآورد فرسایش خاک مراتع طبیعی و دست کاشت (مطالعه موردی منطقه متش تالش)، پژوهشنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۴ (۱): ۱۴-۱.

۷- کلارستاقی، ع.ا. ۱۳۸۵. مدلسازی اثر تغییرات کاربری اراضی در فرسایش خاک، تولید رواناب و رسوب (مطالعه موردی حوزه آبخیز فریم صحرا در استان مازندران)، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۲۴ صفحه.

8- Arnalds, O. and Barkarson, B. H. 2003. Soil erosion and land use policy in Iceland in relation to sheep grazing and government subsidies, Environmental Science & Policy 6: 105-113

9- Bennet, H. H. 2001. Soil Conservation, Agrobios, New Delhi, 993 pp.

10- Bissonnias, Y. L. Montier, C. Jamagne, M. Daroussin, J and King, D. 2001. Mapping erosion risk for cultivated soil in France, CATENA 46: 207-220.

11- Bowen. W. Baigorria. G. Barrera. V. Cordova. J. Muck. P and Pastor, R. 1998. A process-based model (WEPP) for simulating soil erosion in the Andes, CIP program report. Natural Resources Management in the Andes: pp: 403-408.

12- Cooke, J. W. 1985. Effect of fallowing practices on runoff and erosion rates, Australian Journal of Soil Research, 21 (1): 33-46.

13- De Ploey, J. and Gabriels, D. 1980. Measuring soil loss and experimental studies, In: Kirkby, M. J., Morgan, R. P. C. (Eds.), Soil Erosion. Wiley, Chichester, pp: 63-108.

14- Flanagan, D. C. and Nearing, M. A. 1995. USDA-Water erosion prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation. West Lafayette: NSERL Report No. 10, 1995.

15- Gronsten, H. A. and Lundekvam, H. 2006. Prediction of surface runoff and soil loss in south-eastern Norway using the WEPP Hillslope model, Soil & Tillage Research 85: 186-199.

16- Hudson, N.W. 1993. Field measurement of soil erosion and runoff, FAO Soils Bulletin, Vol. 68. FAO, Rome.

17- Kukal, S. S. Khera, K. L. and Hadda, M.S. 1993. Soil erosion management on arable lands of sub mountain Punjab, India, Arid Soil Research and Rehabilitation, 7 (4): 369-375.

18- Laflen, J.M. and Moldenhauer, W.C. 2003. Pioneering soil erosion prediction- The USLE story, World Association of Soil & Water Conservation (WASWC), Special Publication No. 1, 54 pp.

19- Lundekvam, H. and Skoien, S. 1998. Soil erosion in Norway. An overview of measurements from soil loss plots. Soil Use Management 14: 84-89.

20- Lundekvam, H. Romstad, E. and Oygarden, L. 2003. Agricultural policies in Norway and effects on soil erosion, Environmental Science and Policy 6: 57-67.

21- Marques, M.J. Bienes, R. Jiménez, L. and Pérez-Rodríguez, R. 2007. Effect of vegetal cover on runoff and soil erosion under light intensity events. Rainfall simulation over USLE plots, Science of the Total Environment 378: 161-165

22- Martinez-Casanovas, J.A. and Sanchez-Bosch, I. 2000. Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedes-Anoia vineyard region (NE Spain). Soil Tillage & Research 57: 101-106.

23- Morgan, R.P.C. 2005. Soil erosion and conservation, Third Edition, Blackwell Publishing Company, 304 pp.

24- Nearing, M.A. Foster, G.R. Lanem, L.J. and Finkner, S.C. 1989. A process-based soil erosion model for USDA-Water Erosion Prediction Project Technology. Transactions of the ASAE, 32 (5): 1587-1593.

25- Nikas, A.D. Williams, R.D. Williams, J. R. and Gander, G.A. 1994. Estimation soil erosion with models having different technologies, Proceedings of 25th Annual International Conference, Soil Erosion Control Association, Reno, Nevada, USA, pp: 51-61.

26- Poesen, J. and Torri, D. 1988. The effect of cup size on splash detachment and transport measurements: Part I: field measurements, CATENA, Supplement 12: 113-126.

27- Renard, K.G. Foster, G.R. Weesies, G.A., McCool, D.K. and Youder, D.C. 1997. Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation, USDA Agricultural Handbook, No.703, 404 pp.

28- Sadeghi, S. H. R. Ghaderi Vangah, B. And

Safaeeian, N.A. 2007. Comparison between effects of open grazing and manual harvesting of cultivated summer rangelands of northern Iran on infiltration, runoff and sediment yield. Land Degradation & Development 18(6): 608-620

29- Soto, B. and Diaz-Fierros, F. 1998. Runoff and soil erosion from areas of burnt scrub: Comparison of experimental results with those predicted by WEPP model. CATENA 31: 257-270.

30- Stroonsnijder, L. 2005. Measurement of erosion: Is it possible, CATENA 64: 162-173.

31- Toy, T.J., Foster, G.R and Renard, K.G. 2002. Soil erosion, processes, prediction, measurement and control, Wiley & Sons, USA. 338 pp.

32- Wicshmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses- A Guide to Conservation Planning: USDA Agricultural Handbook No. 537, Washington, DC, 58 pp.

33- Williams, J.R. and Berndt, H.D. 1977. Sediment yield prediction based on watershed hydrology, Transaction of the ASAE, 20 (6): 1100-1104.

34- Zhang, X.C. Nearing, M.A. Risse, L. M. and McGregor, K.V. 1996. Evaluation of WEPP runoff and soil loss predictions using natural run off plot data. Transactions of the ASAE, 39 (3): 855-863.