

بررسی میزان هدررفت خاک از مزارع فاریاب در اثر برداشت محصولات مختلف با ریشه غده‌ای

۱- محمد فرجی، استادیار دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان

faraji@bkatu.ac.ir

۲- علیرضا امیریان چکان، استادیار دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان

۳- مسعود جعفری‌زاده، کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان

دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۷

پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۲

چکیده

فرسایش آبی و بادی فرآیندهای مهمی هستند که در مطالعات فرسایش و رسوب بررسی می‌شوند. از دست رفتن خاک در اثر برداشت محصول (SLCH) نوع دیگری از تخریب اراضی است که معمولاً در این مطالعات در نظر گرفته نمی‌شود. طی عملیات برداشت محصولات با ریشه غده‌ای، مقدار قابل توجهی خاک چسبیده به ریشه‌ها همراه محصول از مزارع خارج می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی مقدار SLCH برای محصولات سیب‌زمینی، سیر، چغندر، تربچه و چغندر لبویی در ۴۷ مزرعه فاریاب در استان خوزستان انجام گردید. در هر مزرعه سه پلات ۲×۲ متری به صورت تصادفی مستقر و محصولات مورد نظر همراه با خاک چسبیده به غده‌ها از هر پلات برداشت گردید. سپس خاک چسبیده به غده‌ها جدا، خشک و وزن شد و میانگین مقدار SLCH برای هر محصول در هر هکتار محاسبه گردید. مقدار SLCH برای محصولات مذکور به ترتیب برابر با ۶۲۷۳/۷، ۲۵۲۵/۳، ۲۲۶۴/۹، ۴۱۰۱/۹ و ۶۹۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بین این مقادیر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین میانگین SLCH همه محصولات ۴۳۱۰/۲۵ تن در هکتار به دست آمد که با میزان رسوب خارج شده از حوزه‌های آبخیز کشور تفاوت معنی‌داری نداشت. با در نظر گرفتن سطح زیر کشت، میزان کل SLCH برای کشور و استان خوزستان به ترتیب برابر با ۷۳۱۸۰۷/۸ و ۲۶۸۰۰/۱ تن در سال به دست آمد. نتایج نشان داد که مقدار SLCH در کشور چشمگیر است و همراه با در نظر گرفتن این مقدار در مطالعات فرسایش و رسوب، بهتر است به کشاورزان آموزش‌های لازم جهت کاهش آن داده شود.

واژگان کلیدی: فرسایش خاک؛ محصولات غده‌ای؛ برداشت محصول؛ هدررفت خاک بر اثر برداشت محصول غده‌ای.

مقدمه

دلیل حساسیت بالا به تخریب و سرعت کند تشکیل، از منابع طبیعی محدود و تجدیدناپذیر محسوب می‌شود، می‌تواند امنیت غذایی بشر را در آینده با تهدید جدی مواجه کند [۶].

انواع فرسایش‌های آبی و بادی فرآیندهای رایج و شناخته شده‌ای هستند که باعث از دست رفتن خاک می‌شوند. عامل دیگری که باعث از دست رفتن خاک می‌شود و اغلب در مطالعات فرسایش و رسوب در نظر گرفته نمی‌شود، خروج خاک در اثر برداشت محصولات غده‌ای (SLCH)^۱ است. در عملیات برداشت، خاک چسبیده به غده گیاهانی

افزایش سریع جمعیت در سال‌های اخیر منجر به بهره‌برداری بیش از حد از اراضی و در نتیجه موجب سرعت یافتن روند تخریب اراضی، بیابان‌زایی و کاهش سرانه زمین شده است [۱۲]. حدود ۳۵۰۰ میلیون هکتار (۲۳ درصد) از اراضی سطح کره زمین در معرض تخریب هستند که این تخریب ۱/۵ میلیارد نفر از جمعیت کره زمین را تحت تاثیر قرار داده است [۳]. برای تامین غذای ۱/۵ میلیارد نفری که تا سال ۲۰۲۰ به جمعیت کره زمین افزوده می‌شود، باید راندمان تولید را در اراضی کشاورزی موجود افزایش داد [۵]. استفاده متراکم از خاک که به

مطالعه‌ی دیگری در ترکیه نشان داد که مقدار خاک خارج شده از مزارع در اثر برداشت چغندر قند به حدی است که باید در بررسی مقدار فرسایش خاک در نظر گرفته شود [۲۰]. نتایج بررسی انجام شده در بلژیک بر روی سیب‌زمینی نشان داد که بسته به شرایط خاک، مقدار SLCH از ۰/۲ تا ۳/۶ تن در هکتار متفاوت بود [۲۵]. در مطالعه دیگری که در کشور بلژیک انجام گرفت، مقدار متوسط خاک از دست رفته در هر هکتار طی برداشت محصولات چغندر قند و کاسنی به ترتیب ۵ و ۸/۸ تن برآورد گردید [۲۱].

با توجه به اینکه مطالعات انجام شده روی SLCH بیشتر محدود به کشورهای اروپایی از جمله بلژیک، فرانسه، آلمان و ترکیه است و در کشورهای آسیایی مطالعه در کشور چین [۱۳] انجام گرفته است و در ایران تا کنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است، این تحقیق با هدف بررسی میزان خروج خاک از مزارع در اثر برداشت محصولات مختلف غده‌ای در برخی مزارع استان خوزستان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در برخی مزارع فاریاب تحت کشت سیر، سیب‌زمینی، چغندر قند، تربچه و چغندر لبویی در شهرهای بهبهان، رامهرمز، شوشتر، دزفول و شوش در استان خوزستان واقع در جنوب غرب کشور انجام گرفت. با وجود اینکه بخش بزرگی از استان خوزستان جزء مناطق خشک به حساب می‌آید، ولی به دلیل خاک حاصلخیز، اراضی وسیع و مسطح، و وجود رودخانه‌های دز و کارون، این استان از قطب‌های مهم کشاورزی آبی کشور به شمار می‌آید. بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۲)، در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ استان خوزستان از نظر سطح زیر کشت و تولید محصولات کشاورزی در رتبه نخست کشور قرار داشت.

تحقیق حاضر در سه مرحله انجام گرفت. در مرحله اول در زمان برداشت هر محصول با رفتن به مزارع، محصول چغندر لبویی اسفند سال ۱۳۹۲، محصول تربچه اسفند سال ۱۳۹۲ و فروردین سال ۱۳۹۳، محصول سیر فروردین سال ۱۳۹۳، محصول سیب زمینی و چغندر قند

مانند سیب‌زمینی، چغندر قند، تربچه، پیاز، تره، سیر و هویج از مزارع خارج و به مکان‌هایی خارج از مزارع و کارخانه‌ها منتقل می‌شود. با وجود این‌که این محصولات اهمیت زیادی در دنیا دارند و سطح وسیعی (حدود ۹۰ میلیون هکتار) از اراضی به کشت آن‌ها اختصاص داده می‌شود [۱۳]، ولی توجه کافی به مقدار خاک از دست رفته طی فرآیند برداشت آن‌ها نشده است [۲۶ و ۲۳]. در حالی که با در نظر گرفتن مقدار SLCH در مطالعات فرسایش و رسوب، می‌توان مدیریت اراضی را بهبود بخشید و از خروج بیش از حد خاک از مزارع جلوگیری نمود. همچنین با مدیریت مناسب اراضی هنگام برداشت محصول می‌توان در هزینه‌های تولید صرفه‌جویی نمود [۱۱]، و از گسترش بیماری‌های خاک‌زاد مثل ریزومانیا جلوگیری نمود [۲۳].

پژوهشگران زیادی به بررسی مقدار SLCH پرداخته و بر اهمیت آن در تخریب خاک تاکید نموده‌اند [۱۱ و ۲۱]. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در اراضی کشاورزی نسبتاً مسطح که میزان از دست رفتن خاک در اثر فرسایش آبی به دلیل شیب کم، زیاد نیست، مهم‌ترین عامل از دست رفتن خاک برداشت محصول است [۲]. همچنین بررسی‌ها در کشورهای اروپایی نشان می‌دهد که مقدار SLCH تقریباً به اندازه مقدار خاکی است که توسط فرسایش آبی و بادی از دست می‌رود [۲۵]. این فرآیند باعث خروج عناصر غذایی و ماده آلی، افزایش هزینه‌های تولید [۱۹] و تخریب لایه حاصلخیز خاک می‌گردد [۱۱]. بررسی تحقیقات متعدد در شرایط آگرواکولوژیکی متفاوت، نشان می‌دهد که میزان از دست رفتن خاک توسط محصولات غده‌ای مختلف بسیار متفاوت و از مقادیر کم تا مقادیر زیاد متغیر است. این تغییرپذیری به شرایط متفاوت خاک و روش برداشت بستگی دارد [۲۶].

بر اساس نتایج تحقیقاتی که در کشورهای مختلف انجام گرفته است، متوسط مقدار از دست رفتن خاک از مزارع در اثر برداشت چغندر قند، سیب‌زمینی و تربچه به ترتیب ۵/۵، ۲/۷ و ۸/۵ تن در هکتار است. بررسی تحقیق انجام شده در ترکیه نشان داد که حدود ۲۰ درصد کل خاک از دست رفته در سال که حدود ۱/۲ میلیون تن می‌باشد، در مرحله برداشت محصولات غده‌ای رخ می‌دهد [۱۹]. نتایج

در این تحقیق با میان‌گیری از داده‌های ۲۰۵ ایستگاه مذکور، متوسط رسوب ویژه در کل کشور محاسبه گردید. برای بررسی‌های آماری از جمله مقایسه میانگین‌ها، از تجزیه واریانس یک طرفه و آزمون دانکن در محیط نرم افزار SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی مقادیر متوسط SLCH از هر هکتار مزارع سیر، سیب زمینی، چغندر قند، تربچه و چغندر لبویی (جدول ۱) نشان می‌دهد که برای همه محصولات دامنه تغییرات خاک خارج شده طی مرحله برداشت در مزارع مختلف، بسیار متفاوت است.

خلاصه آماری مقادیر SLCH برای محصولات مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج، میانگین مقادیر SLCH برای محصولات سیر، سیب زمینی، چغندر قند، تربچه و چغندر لبویی به ترتیب برابر با ۶۲۷۳/۷، ۲۵۲۵/۳، ۲۲۶۴/۹، ۴۱۰۱/۹ و ۶۹۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار است. کمترین و بیشترین میزان SLCH برای سیر به ترتیب برابر با ۳۶۶۶/۳ و ۹۷۴۳/۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. این مقادیر برای سیب زمینی به ترتیب برابر با ۸۹۱/۱ و ۵۴۷۱/۰، برای چغندر قند برابر با ۵۲۸/۶ و ۴۷۲۴/۳، برای تربچه برابر با ۴۷۴/۳ و ۹۸۱۳/۳ و برای چغندر لبویی برابر با ۴۵۴۶/۰ و ۱۲۵۵۱/۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

اردیبهشت سال ۱۳۹۳ برداشت گردید. از هر مزرعه، محصول سه پلات تصادفی ۲×۲ متر به طور کامل برداشت و همراه با خاک چسبیده به غده‌ها در درون کیسه‌های پلاستیکی ریخته و به آزمایشگاه منتقل شد. در مرحله بعد، خاک چسبیده به غده‌ها به طور کامل جدا و در دمای ۱۰۵ °C به مدت ۲۴ ساعت در آن خشک و سپس وزن گردید. با به دست آوردن وزن خاک خشک در هر پلات، میانگین وزن خاک خارج شده از هر ۳ پلات در هر مزرعه و در آخر در یک هکتار به دست آمد.

با توجه به آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی [۱۴، ۱۵] و [۱۶] و آمار ارائه شده توسط فائو [۸]، سطح زیر کشت محصولات مورد نظر در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ و همچنین میانگین سطح زیر کشت برای این محصولات در استان خوزستان و کشور به دست آمد. در پایان، با ضرب میانگین میزان SLCH برای هر محصول در سطح کشت شده آن در خوزستان و کشور، مقدار کل SLCH در استان خوزستان و کشور به دست آمد. برای به دست آوردن مقادیر رسوب ویژه در حوزه‌های آبخیز کشور که دارای ایستگاه رسوب‌سنجی هستند و مقایسه آن با مقادیر SLCH به دست آمده از این تحقیق، از داده‌های مرکز حفاظت خاک و آبخیزداری [۱] استفاده گردید. این داده‌ها نتایج برآورد میزان رسوب ویژه مربوط به ۲۰۵ ایستگاه هیدرومتری با استفاده از داده‌های رسوب‌سنجی و روش EPM^۲ بود.

جدول ۱. میزان خاک خارج شده از مزارع مختلف تحت کشت سیر، سیب زمینی، چغندر قند، تربچه و چغندر لبویی.

میزان SLCH (کیلوگرم در هکتار)					
شماره مزرعه	سیر	سیب زمینی	چغندر قند	تربچه	چغندر لبویی
۱	۹۲۴۰	۱۶۹۵/۳۰	۴۳۴۰/۶۰	۱۵۳۸/۸۰	۵۶۷۴/۰۰
۲	۶۹۳۷/۶۰	۵۲۹۸/۶۰	۴۷۲۴/۳۰	۴۷۴/۳۰	۴۵۴۶/۰۰
۳	۸۳۹۹/۰۰	۳۴۰۷/۵۰	۱۶۰۰/۸۰	۳۷۲۹/۰۰	۴۸۱۱/۰۰
۴	۳۹۷۶/۶۰	۱۲۰۹/۰۰	۱۵۰۶/۰۰	۵۶۴۶/۳۰	۵۸۲۳/۰۰
۵	۴۴۲۱/۶۰	۵۴۷۱/۰۰	۱۴۰۰/۱۰	۹۷۵/۳۰	۵۸۹۸/۰۰
۶	۳۶۶۶/۳۰	۱۲۷۳/۸۰	۱۰۳۸/۴۰	۱۷۸۳/۰۰	۵۸۰۸/۰۰
۷	۹۷۴۳/۳۰	۱۹۷۱/۶۰	۱۹۳۸/۸۰	۷۲۹۳/۳۰	۱۰۵۳۶/۰۰
۸	۵۴۶۶/۶۰	۸۹۱/۱۰	۵۸۲/۶۰	۶۸۳۲/۵۰	۱۲۵۵۱/۰۰
۹	۴۶۱۳/۳۰	۱۵۱۰/۰۰	۲۶۱۳/۷۰	۳۹۵۰/۶۰	-
۱۰	-	-	۲۹۵۷/۵۰	۳۰۸۵/۳۰	-
۱۱	-	-	-	۹۸۱۳/۳۰	-

مقدار SLCH برای سیب زمینی در بلژیک برابر با ۳/۲ تن در هکتار با حداکثر ۲۱/۴ و حداقل ۰/۲ تن در هکتار [۲۵] و در روسیه برابر با ۲/۵ تن در هکتار با حداقل ۰/۱ و حداکثر ۳/۴ تن در هکتار به دست آمد. در بررسی انجام شده در روسیه، متوسط SLCH برای تربچه برابر با ۱/۷ تن در هکتار به دست آمد [۴].

کمترین میزان SLCH مربوط به چغندر قند و بیشترین مقدار آن مربوط به چغندر لبویی بود. مقادیر بالای انحراف معیار (جدول ۲) بیانگر تغییرات بسیار زیاد مقدار خاک خارج شده از مزارع مختلف است. این تغییرات برای چغندر قند کمترین مقدار و برای چغندر لبویی بیشترین مقدار است.

جدول ۲. خلاصه آماری میزان خاک خارج شده از مزارع توسط محصولات مختلف.

محصول	تعداد	میانگین (kg ha ⁻¹)	انحراف معیار (kg)	حداقل (kg ha ⁻¹)	حداکثر (kg ha ⁻¹)
سیب زمینی	۹	۶۲۷۳/۷۴	۲۳۶۴/۰۹	۳۶۶۶/۳۰	۹۷۴۳/۳۰
چغندر قند	۹	۲۵۲۵/۳۲	۱۷۷۲/۸۰	۸۹۱/۱۰	۵۴۷۱/۰۰
تربچه	۱۰	۲۲۶۴/۸۸	۱۳۸۸/۳۹	۵۲۸/۶۰	۴۷۲۴/۳۰
چغندر لبویی	۱۱	۴۱۰۱/۹۴	۲۹۷۸/۶۲	۴۷۴/۳۰	۹۸۱۳/۳۰
کل	۸	۶۹۵۲/۵۰	۲۹۶۲/۸۱	۴۵۴۶/۰۰	۱۲۵۵۱/۰۰
	۴۷	۴۳۱۰/۲۵	۲۹۳۹/۳۲	۴۷۴/۳۰	۱۲۵۵۱/۰۰

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین میزان SLCH برای محصولات مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج آزمون دانکن در سطح یک درصد بیانگر این است که از نظر میزان SLCH، چغندر قند، سیب زمینی و تربچه در یک گروه، تربچه و سیر در یک گروه و چغندر لبویی در گروه دیگر قرار می‌گیرند (جدول ۴). این نتایج بیانگر این است که بین سه گروه جدا شده از نظر میزان SLCH، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج آزمون دانکن نشان می‌دهد در سطح آماری پنج درصد

در ترکیه مقدار SLCH برای چغندر قند به ترتیب منبع، ۳/۸۶، ۴/۱۶ و ۳/۴۸ تن در هکتار به دست آمد [۳۰، ۱۸ و ۱۹]. مقدار SLCH برای چغندر قند در دوره زمانی بین ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ در کشورهای هلند، فرانسه، بلژیک و آلمان به ترتیب برابر با ۶، ۱۴، ۹ و ۵ تن در هکتار بود [۲۴]. مقدار SLCH را برای چغندر قند در کشور چین برابر با ۱ تن در هکتار با حداکثر ۱/۹ و حداقل ۰/۲ در هکتار برآورد شده است [۱۳]. همچنین مقدار SLCH را برای سیب زمینی برابر با ۱/۲ با حداقل ۰/۲ و حداکثر ۳ تن در هکتار به دست آمد.

جدول ۳. نتایج آنالیز واریانس مقادیر SLCH برای محصولات مختلف

Sig.	F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۰/۰۰۰	۷/۱۹	۴۰۳۸۴۰۱۵/۴۸	۴	۱۶۱۵۳۶۰۶۱/۹۳	بین گروه‌ها
		۵۶۱۶۳۸۶/۸۹	۴۲	۲۳۵۸۸۸۲۴۹/۶۶	درون گروه‌ها
			۴۶	۳۹۷۴۲۴۳۱۱/۵۹	کل

جدول ۴. نتایج آزمون دانکن بر روی مقادیر SLCH در سطح ۱ درصد.

محصول	تعداد مزرعه	۱	۲	۳
چغندر قند	۱۰	۲۲۶۴/۸۸		
سیب زمینی	۹	۲۵۲۵/۳۲		
تربچه	۱۱	۴۱۰۱/۹۴	۴۱۰۱/۹۴	
سیر	۹		۶۲۷۳/۷۴	۶۲۷۳/۷۴
چغندر لبویی	۸			۶۹۵۲/۵۰

جدول ۵. نتایج آزمون دانکن بروی مقادیر SLCH در سطح ۵ درصد

زیر مجموعه‌ها برای سطح معنی داری پنج درصد		تعداد مزرعه	محصول
۲	۱		
-	۲۲۶۴/۸۸	۱۰	چغندر قند
-	۲۵۲۵/۳۲	۹	سیب زمینی
۴۱۰۱/۹۴	۴۱۰۱/۹۴	۱۱	تربچه
۶۲۷۳/۷۴	-	۹	سیر
۶۹۵۲/۵۰	-	۸	چغندر لبویی

خاک کمتری به آن‌ها بچسبد. با توجه به اینکه این دو محصول در اردیبهشت ماه و دیرتر از سایر محصولات برداشت می‌شوند، خشکی بیشتر خاک می‌تواند دلیلی برای چسبیدن کمتر خاک به غده‌ها باشد. بیشترین میزان SLCH مربوط به چغندر لبویی است که می‌تواند به دلایل مختلفی باشد. زمان برداشت این محصول اسفند ماه سال ۱۳۹۲ بود که رطوبت زیادتر خاک در این زمان می‌تواند عامل مهمی در بالا بودن SLCH باشد. همچنین با توجه به این‌که در زمان برداشت، اندازه غده‌ها نسبتاً کوچک بود، بالا بودن سطح ویژه غده‌ها می‌تواند دلیل دیگری برای بالا بودن SLCH باشد. عوامل مختلفی ممکن است در بالا بودن مقدار SLCH برای سیر موثر باشد. حالت رشته‌ای ریشه‌های انتهایی غده‌های سیر باعث می‌شود خاک بیشتری به غده‌ها بچسبد. همچنین اندازه کوچک غده‌های سیر باعث افزایش سطح تماس با خاک می‌شود. بعد از سیر، بیشترین مقدار SLCH مربوط به تربچه است که میزان SLCH آن نسبت به سایر محصولات متوسط است. از طرفی به دلیل زمان برداشت که رطوبت خاک نسبتاً زیاد است و اندازه کوچک غده‌ها مقدار SLCH نسبتاً زیاد و از طرف دیگر به دلیل صاف بودن غده‌ها، خاک زیادی به آن‌ها نمی‌چسبد.

بررسی انجام شده در بلژیک نشان داد که حدود ۵۰ درصد از تغییرات خاک از دست رفته مربوط به تغییرات رطوبت و در درجه بعد با افزایش رس، میزان خاک چسبیده به غده‌ها و میزان کلوخه‌های برداشت شده توسط دستگاه برداشت افزایش می‌یابد [۲۷]. همچنین در این بررسی مقدار خاک خارج شده توسط سیب زمینی نسبت به چغندر قند کمتر بود. این تفاوت ممکن است ناشی از صاف‌تر بودن غده‌های سیب زمینی و کاشت سیب زمینی

محصولات مورد بررسی از نظر میزان خاک خارج شده از مزارع در دو گروه قرار می‌گیرند. چغندر قند، سیب زمینی و تربچه در یک گروه، تربچه، سیر و چغندر لبویی در گروه دیگر قرار می‌گیرند (جدول ۵).

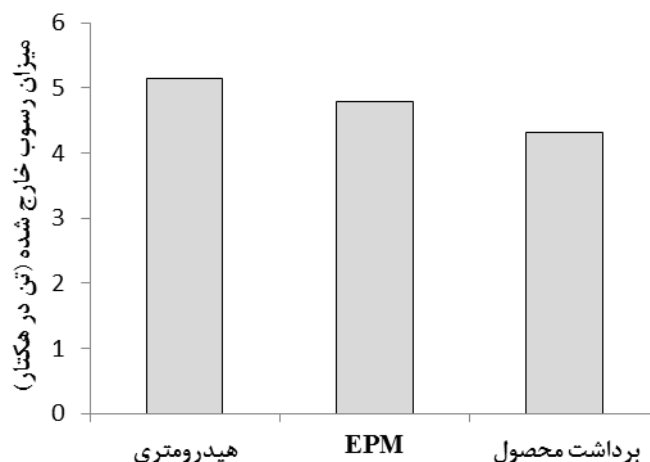
مقدار SLCH می‌تواند به عوامل متعددی از جمله خاک، نوع محصول، عملیات کشت و کار و روش برداشت (دستی یا مکانیکی) بستگی داشته باشد [۳۰]. همچنین خصوصیتی از خاک شامل درصد رطوبت، بافت خاک، مقدار ماده آلی و درصد آهک، ویژگی‌های محصول از جمله مورفولوژی ریشه، اندازه غده‌ها و تراکم محصول در واحد سطح می‌توانند بر روی مقدار SLCH تاثیر داشته باشند [۲۳]. بنابراین، تفاوت در اندازه و مورفولوژی غده‌های محصولات مورد بررسی در این تحقیق می‌تواند یکی از عوامل مهم در معنی دار بودن تفاوت میزان SLCH باشد. همچنین با توجه به تنوع مکان‌های نمونه‌برداری، تفاوت در بافت، درصد ماده آلی، ساختمان و درصد رطوبت خاک می‌تواند دلیل مهم دیگری در وجود این تفاوت‌ها در میزان SLCH باشد. کشت روی پشته‌ها (مثل سیب زمینی) و یا کشت روی زمین‌های مسطح (مثل چغندر قند) می‌تواند عامل مهم دیگری در میزان SLCH باشد. از عوامل دیگری که ممکن است منجر به تفاوت در میزان SLCH گردد برداشت محصولات با خاک بیشتر توسط برخی کشاورزان با هدف بالا بردن وزن و کسب درآمد بیشتر در مناطق و مزارع مختلف است.

به نظر می‌رسد مقادیر کم SLCH برای سیب زمینی و چغندر قند (جدول ۲) می‌تواند ناشی از عوامل متعددی باشد. اندازه درشت غده چغندر قند کل سطح تماس غده‌ها با خاک را در هکتار کاهش می‌دهد. همچنین صاف بودن و اندازه نسبتاً درشت غده‌های سیب زمینی باعث می‌شود

نظر آماری وجود ندارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان هدر رفت خاک از هر هکتار طی فرآیند برداشت محصول نه تنها پایین نیست، بلکه در حد مقدار خاک خارج شده از حوزه‌های آبخیز کشور در اثر فرسایش آبی است. میزان رسوب ویژه محاسبه شده بر اساس آمار ایستگاه‌های هیدرومتری و روش EPM بیشتر مربوط به حوزه‌های آبخیزی است که بخش کمتری از آن‌ها را اراضی کشاورزی تشکیل می‌دهد و به طور معمول، شیب که نقش مهمی در فرسایش آبی دارد، در این حوزه‌ها زیاد است. در حالی که در اراضی کشاورزی که شیب معمولاً کم است این مقدار فرسایش را می‌توان بسیار قابل توجه دانست. بررسی نتایج تحقیق نشان داد که در ۹۴ درصد از منطقه مورد بررسی در اسکاتلند، مقدار SLCH مربوط به محصولاتی مثل سیب زمینی و هویج، بیشتر از مقدار فرسایش آبی توسط سیل‌های شدید با دوره بازگشت ۲۰ ساله بوده است [۹]. بررسی دیگری در روسیه نشان داد که میزان SLCH مربوط به سیب زمینی، چغندر قند و هویج به ترتیب برابر با ۳۳، ۴۸ و ۲۲ درصد فرسایش آبی است. در بلژیک، مقدار SLCH حدود ۱۹ درصد کل خاک از دست رفته توسط فرسایش آبی است و در اراضی مسطح این مقدار می‌تواند به ۱۰۰ درصد هم برسد [۲۱]. خروج رسوب از اراضی منطقه فلاندرز بلژیک ۳/۷ تن در هکتار و سهم برداشت محصول ۴۶ درصد و سهم فرسایش آبی در این مقدار رسوب ۵۴ درصد برآورد شده است [۲۸].

بر روی پشته‌ها باشد. خاک روی پشته‌ها به دلیل نرم‌تر بودن و خشک شدن سریع‌تر، کمتر به غده‌ها می‌چسبد. در بررسی انجام شده در آلمان نشان داده شد که حدود ۳۰ درصد از تغییرات خاک چسبیده به غده‌ها به دلیل تغییرات رطوبت خاک است [۲۳]. در بررسی دیگری در کرواسی، مشخص شد که بیشترین مقدار SLCH در مزارع چغندر قند مربوط به خاک‌هایی با بیشترین درصد رطوبت بود [۱۱]. میزان خاک چسبیده به غده‌ها رابطه مستقیم با سطح ویژه دارد [۳۱]. همچنین سطح ویژه با کاهش اندازه غده‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین با افزایش اندازه غده‌ها، مقدار SLCH کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش تراکم محصول در واحد سطح اندازه غده‌ها کوچکتر و در نتیجه مقدار SLCH افزایش می‌یابد.

بر اساس آمار رسوب ویژه ۲۰۵ ایستگاه هیدرومتری کشور [۱]، میانگین مقدار رسوب ویژه برای این ایستگاه‌ها برابر با ۵/۱۵ تن در هکتار در سال محاسبه گردید (شکل ۱). همچنین بر اساس نتایج کار برد مدل EPM در این ایستگاه‌ها، میانگین رسوب ویژه برابر با ۴/۷۹ تن در هکتار در سال به دست آمد (شکل ۱). میانگین این دو مقدار برابر با ۴/۹۷ تن در هکتار است که با میانگین مقدار خاک خارج شده از هر هکتار توسط محصولات مورد بررسی تفاوت زیادی ندارد. نتایج تجزیه واریانس ارایه شده در جدول ۶ نشان می‌دهد که بین میزان خاک خارج شده از مزارع تحت کشت محصولات مورد بررسی و میزان رسوب خارج شده از حوزه‌های آبخیز کشور تفاوت معنی‌داری از



شکل ۱. مقادیر خاک خارج شده از هر هکتار در اثر برداشت محصول، محاسبه شده از آمار ایستگاه‌های هیدرومتری و روش EPM.

با توجه به این که این محصولات حدود ۲۰۰ سال و به طور متوسط هر ۲ سال یک بار کشت می‌شده‌اند، طی این مدت حدود ۶۶ میلیمتر از عمق خاک کم شده است [۲۱].

جدول ۷ سطح زیر کشت و میزان خروج خاک مربوط به سه محصول سیر، چغندر قند و سیب زمینی در کل کشور و استان خوزستان برای سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ را نشان می‌دهد. با توجه به این که آمار دقیقی در مورد سطح زیر کشت تربچه و چغندر لبویی موجود نبود، اطلاعاتی در این خصوص ارائه نشده است. مقدار کل خاک خارج شده از سطح اراضی تحت کشت سیر با مساحت ۹۰۸۷/۷ هکتار برابر با ۵۶۹۵۷/۲، برای سیب زمینی با سطح زیر کشت ۱۷۰۶۷۳/۷ هکتار برابر با ۴۳۱۰۰۵/۶ و برای چغندر قند با سطح زیر کشت ۱۰۱۶۶۴/۷ هکتار برابر با ۲۴۳۷۴۷/۶ تن به دست آمد (جدول ۷). مجموع کل خاک خارج شده از مزارع زیر کشت این سه محصول در کل کشور و استان خوزستان به ترتیب برابر با ۷۳۱۸۰۷/۸ و ۲۶۸۰۰/۱ تن به دست آمد. با توجه به این که سطح زیر کشت محصول سیر در کشور نسبتاً کم و این داده‌ها فقط مربوط به سه محصول غده‌ای است، به نظر می‌رسد خروج این مقدار خاک از مزارع قابل توجه و چشمگیر است. نتایج تحقیقی در ترکیه نشان داد که سالانه از ۳۲۰ هزار هکتار اراضی تحت کشت چغندر قند حدود ۱/۵ میلیون تن خاک از مزارع خارج می‌شود و هزینه انتقال این خاک از مزارع به کارخانه‌های شکر حدود ۱۰ میلیون دلار می‌باشد [۳۰]. در کشور چین از سطح ۳۳۰۰۰۰ هکتار اراضی زیر چغندر قند و ۴۷۲۵۰۰۰ هکتار اراضی زیر کشت سیب زمینی، سالانه حدود ۶ میلیون تن خاک از مزارع خارج می‌شود [۱۳].

با توجه به مقدار متوسط SLCH که برابر با ۴۳۱۰/۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد، می‌توان تخمین زد که هر سال حدود ۰/۳ میلیمتر از ضخامت خاک مزارع زیر کشت محصولات غده‌ای در کشور کاسته می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که سرعت تشکیل خاک معمولاً کندتر از سرعت تخریب آن است [۱۷ و ۲۲]. بنابراین، این مقدار از دست رفتن خاک ممکن است در اثر فرآیندهای خاک سازی جبران نشود و به مرور زمان باعث کاهش عمق خاک گردد. در تحقیقی با استفاده از ایزوتوپ برلیوم ۱۰ بر روی خاک‌های استرالیا، آمریکای جنوبی و آمریکای شمالی، مشخص شد که سرعت تشکیل خاک در خاک‌های عمیق کمتر از خاک‌های کم عمق است که دلیل آن را کاهش اثر عوامل هوازدگی روی مواد مادری زیرین در خاک‌های عمیق است [۲۹]. بنابراین، با توجه به اینکه خاک‌های کشاورزی، به خصوص در خوزستان ضخیم هستند، می‌توان نتیجه گرفت که سرعت تشکیل خاک در آن‌ها کم است. میانگین جهانی سرعت تشکیل خاک ۱۱۴/۲۷ میلیمتر در هر هزار سال است و تشکیل ۳۰ سانتیمتر خاک در شرایط پایدار حدود ۲۶۲۵ سال زمان نیاز است. در حالی که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در طول هزار سال، حدود ۳۰۰ میلیمتر خاک در اثر برداشت محصولات غده‌ای می‌تواند خارج شود. میزان خاک از دست رفته در اثر برداشت چغندر در دانمارک معادل ۰/۱ میلی‌متر در سال است [۱۰]. بررسی تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که برداشت چغندر قند باعث از دست رفتن ۰/۲۸ میلی‌متر خاک در سال می‌شود [۲۳]. بر اساس داده‌های SLCH مربوط به چغندر قند و کاسنی از سال ۱۹۶۸ تا ۱۹۹۶ در بلژیک، متوسط SLCH این محصولات در سال حدود ۵ تن در هکتار (معادل ۰/۳۳ میلیمتر در سال) است.

جدول ۷. میزان خاک خارج شده از مزارع تحت کشت سیر، سیب زمینی و چغندر قند در استان خوزستان و کل کشور در هر سال.

استان خوزستان		کل کشور		محصول
SLCH (ton)	سطح زیر کشت (ha)	SLCH (ton)	سطح زیر کشت (ha)	
۵۶۳۳/۸۲	۸۹۸	۵۶۹۵۷/۱۵	۹۰۸۷/۶۶	سیر
۱۴۳۷۱/۶۰	۵۶۹۱	۴۳۱۰۰۵/۶۲	۱۷۰۶۷۳/۶۶	سیب‌زمینی
۶۷۹۴/۶۴	۳۰۰۰	۲۴۳۷۴۷/۵۵	۱۰۱۶۶۴/۶۷	چغندر قند
۲۶۸۰۰/۱۰	۹۵۸۹	۷۳۱۸۰۷/۸۴	۲۸۱۴۲۵/۹۹	کل

EPM محاسبه شده بود، تفاوت معنی‌داری نداشت این امر بیانگر اهمیت میزان خروج خاک از مزارع توسط محصولات غده‌ای است.

(۴) بر اساس میانگین مقدار SLCH به دست آمده برای محصولات مختلف، هر سال حدود ۰/۳ میلی‌متر از عمق خاک اراضی زراعی تحت کشت محصولات غده‌ای کاسته می‌شود که با توجه به سرعت کند تشکیل خاک و خشک بودن بخش بزرگی از کشور، جبران آن تقریباً امکان پذیر نیست.

(۵) میزان کل SLCH برای سه محصول چغندر قند، سیر و سیب زمینی در کشور و استان خوزستان به ترتیب برابر با ۷۳۱۸۰۷/۸ و ۲۶۸۰۰/۱ تن در سال به دست آمد. با توجه به این‌که اراضی کشاورزی مسطح و یا دارای شیب کم هستند، این مقادیر چشمگیر و قابل توجه است.

به طور کلی نتایج این تحقیق به خوبی نشان می‌دهد که در اثر برداشت محصولات مختلف غده‌ای بخش قابل توجهی از خاک سطحی و حاصل‌خیز اراضی کشاورزی از مزارع خارج می‌شود که در مطالعات فرسایش و رسوب نادیده گرفته می‌شود. با توجه به این‌که بخش بزرگی از کشور ایران دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است و شرایط کلی برای تشکیل خاک مناسب نبوده و حساسیت خاک‌ها به انواع فرسایش‌های آبی و بادی بالاست، خروج سالانه حدود ۷۳۰ میلیون تن خاک آن هم توسط سه محصول از اراضی حاصلخیز کشور می‌تواند زنگ خطری جدی برای تخریب خاک باشد. بنابراین، برای جلوگیری از اثرات نامطلوب مستقیم و غیر مستقیم خروج خاک از مزارع زیر کشت محصولات غده‌ای، باید این نوع تخریب خاک که می‌توان آن را فرسایش پنهان نامید در مطالعات فرسایش و رسوب در مناطق زیر کشت این محصولات در کشور مورد توجه قرار گیرد. همچنین باید آموزش‌های لازم به کشاورزان داده شود تا با آگاهی از پیامدهای منفی این نوع فرسایش و با مدیریت مناسب از جمله برداشت محصول در رطوبت مناسب، افزایش و حفظ ماده آلی خاک، تمیز کردن غده‌ها قبل از برداشت و استفاده از روش‌های مناسب برداشت، تا حد امکان از مقدار SLCH بکاهند.

در تحقیقی، تغییرات مکانی و زمانی میزان SLCH، در کشور بلژیک از سال ۱۸۴۶ تا کنون مورد بررسی قرار گرفت [۲۸]. نتایج نشان داد که خروج خاک با توجه به تغییر شرایط از جمله سطح کشت و مکان‌های کشت، از تغییرات بسیار زیادی برخوردار بوده است و در طی این مدت حدود ۱۶۳ میلیون تن خاک از مزارع توسط محصولات غده‌ای خارج شده است که معادل خاکی با ضخامت ۱/۱۵ سانتیمتر می‌باشد. در این بررسی همچنین مشخص شد که در حال حاضر سالانه ۱/۴ میلیون تن خاک از اراضی کشاورزی کشور بلژیک خارج می‌شود. نتایج تحقیقی در ترکیه نشان داد که سالانه حدود ۳۰۰ هزار تن خاک از اراضی منطقه ارزوروم و ۱/۲ میلیون تن از کل کشور ترکیه در اثر برداشت محصول چغندر قند از مزارع خارج می‌شود [۱۹]. نتایج مطالعه دیگری در کشور ترکیه نشان داد که سالانه ۴۷۸۶۶ تن خاک از مزارع تحت کشت چغندر قند در استان آنکارا خارج می‌شود [۲۰].

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این تحقیق با هدف بررسی میزان از دست رفتن خاک از مزارع آبی در اثر برداشت محصولات غده‌ای سیر، چغندر قند، سیب‌زمینی، تربچه و چغندر لبویی در استان خوزستان و تعیین نتایج به کل کشور انجام گرفت. به طور کلی نتایج زیر به دست آمد:

(۱) میانگین میزان SLCH برای سیر، سیب زمینی، چغندر قند، تربچه و چغندر لبویی به ترتیب برابر با ۶۲۷۳/۷، ۲۵۲۵/۳، ۲۲۶۴/۹، ۴۱۰۱/۹ و ۶۹۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

(۲) نتایج نشان دهنده تغییرات زیاد SLCH هم برای یک محصول در مزارع مختلف و هم بین محصولات مختلف بود و همچنین تفاوت معنی‌داری بین محصولات مختلف از نظر میزان برداشت خاک وجود داشت که می‌تواند ناشی از تفاوت در عواملی از جمله نوع خاک، نوع محصول، روش برداشت و عملیات کشاورزی باشد.

(۳) میانگین میزان خاک خارج شده از مزارع طی برداشت محصول (۴/۳۱) تن در هکتار) با میزان رسوب خارج شده از حوزه‌های آبخیز کشور (۴/۹۷) تن در هکتار) که بر اساس داده‌های ایستگاه‌های هیدرومتری و روش

References

- [1]. Arabkhedri, M. (2013). Assessment of allowable erosion and scrutinizing water erosion data in different climatic zones of Iran, part 1: Collection and assessment erosion and sediment delivery data and information of watersheds of Iran. Final Research Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Ministry of Agriculture Jihad, (in Farsi).
- [2]. Auerswald, K., Gerl, G., & Kainz, M. (2006). Influence of cropping system on harvest erosion under potato. *Soil and Tillage Research*, 89, 22–34.
- [3]. Bai, Z. G., Dent, D. L., Olsson, L. & Schaepman, M. E. (2008). Global assessment of land degradation and improvement. Identification by remote sensing. Report 2008/01, ISRI-World Soil Information, Wageningen.
- [4]. Belotserkovsky, Y., & Larionov, A. (1988). Removal of soil by harvest of potatoes and root crops. *Vestnik Moskovskogo Universiteta Serii. Geografia*, 4, 49–54.
- [5]. FAO. (2006). Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin, No, 16, Rome, Italy, FAO.
- [6]. FAO. (2007). Land evaluation: Towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper, No 6, Rome, Italy, FAO.
- [7]. FAO. (2012). FAOSTAT. Production. Crops. Retrieved July 10, 2014, from <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- [8]. FAO. (2014). FAOSTAT: Crops. Retrieved July 10, 2014, from <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- [9]. Frost, C.A., & Speirs, R.B. (1996). Soil erosion from a single rainstorm over an area in East Lothian, Scotland. *Soil Use and Management*, 12, 8–12.
- [10]. Hasholt, B. (1983). Dissolved and particulate load in Danish water courses. International Association of Hydrological Sciences Publication, 141, 255–264.
- [11]. Jurisic, A., Kisik, I., Basic, F., Zgorelec, Z., & Matotek, S. (2001). Soil losses and soil degradation processes caused by harvest of sugar beet. 10th Alps-Adria Scientific Workshop, 60, 255-258.
- [12]. Lal, R., Stewart, B. A. (2010). Food security and soil quality. CRC Press.
- [13]. Li, Y., Ruyschaert, G., Poesen, J., Zhang, Q. W., Bai, L. Y., Li, L., & Sun, L. F. (2006). Soil losses due to potato and sugar beet harvesting in NE China. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31, 1003–1016.
- [14]. Ministry of Agriculture Jihad. (2013). Agriculture data, part 1: Field crops. Centre for Information and Communication Technology, Tehran, Iran, Ministry of Agriculture Jihad, (in Farsi).
- [15]. Ministry of Agriculture Jihad. (2011). Agriculture data, part 1: field crops. Centre for Information and Communication Technology, Tehran, Iran, Ministry of Agriculture Jihad, (in Farsi).
- [16]. Ministry of Agriculture Jihad. (2010). Agriculture data, part 1: field crops. Centre for Information and Communication Technology, Tehran, Iran, Ministry of Agriculture Jihad, (in Farsi).
- [17]. Montgomery, D. R. (2007). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104 (33), 13268–13272.
- [18]. Oruc, N., & Gungör, H. (2000). A study on the soil tare of sugar beet in Eskisehir-Turkey. In: *Proceedings of the International Symposium on Desertification*. Konya, Turkey, pp. 258–261.
- [19]. Oztas, T., Ozbek, A. K., & Turan, M. (2002). The cost of soil lost from fields due to removal on harvested sugar beet: a case study in Turkey. *Soil Use and Management*, 18, 236–237.
- [20]. Palak, M., Karaka, S., & Turkme, M. (2008). The cost of soil lost caused by sugar beet harvest: a case study for Turkey. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 2, 14, 284-287.
- [21]. Poesen, J. W. A., Verstraeten, G., Soenens, R., & Seynaeve, L. (2001). Soil losses due to harvesting of chicory roots and sugar beet: An underrated geomorphic process? *Catena*, 43, 35–47.
- [22]. Quinton, J. N., Govers, G., Van Oost, K., & Bardgett, R. D. (2010). The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. *Nature Geoscience*, 3 (5), 311–314.

- [23]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Verstraeten, G., & Govers, G. (2004). Soil loss due to crop harvesting: significance and determining factors. *Progress in Physical Geography*, 28, 467–501.
- [24]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Verstraeten, G., & Govers, G. (2005). Interannual variation of soil losses due to sugar beet harvesting in West Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 107, 317–329.
- [25]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Verstraeten, G., & Govers, G. (2006). Soil losses due to mechanized potato harvesting. *Soil and Tillage Research*, 86, 52–72.
- [26]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Verstraeten, G., & Govers, G. (2007). Soil loss due to harvesting of various crop types in contrasting agro-ecological environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 120, 153-165.
- [27]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Auerswald, A., Verstraeten, G., & Govers, G. (2007). Soil losses due to potato harvesting at the regional scale in Belgium. *Soil Use and Management*, 23, 156–161.
- [28]. Ruyschaert, G., Poesen, J., Notebaert, B., Verstraeten, G., & Govers, G. (2008). Spatial and long-term variability of soil loss due to crop harvesting and the importance relative to water erosion: A case study from Belgium. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126, 217–228.
- [29]. Stockmann, U., Minasny, B., & McBratney, A. B. (2014). How fast does soil grow? *Geoderma*, 216, 48–61.
- [30]. Tuğrul , K.M., İçöz, E., & Altınay Perendeci, N . (2012). Determination of soil loss by sugar beet harvesting. *Soil and Tillage Research*, 123, 71–77.
- [31]. Vermeulen, G. D., & Koolen, A. J. (2002). Soil dynamics of the origination of soil tare during sugar beet lifting. *Soil and Tillage Research*, 65, 169-184.

Study of soil loss due to various root crops harvesting in irrigated fields

1- M. Faraji, Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Khuzestan

faraji@bkatu.ac.ir

2- A. Amirian Chakan, Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Khuzestan

3- M. Jafarizadeh, MSc in Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Khuzestan

Received: 29 Jul 2014

Accepted: 13 Mar 2015

Abstract

Water and wind erosion are the main processes considered in erosion and sediment yield, studies. While Soil Loss due to Crop Harvesting (SLCH) is another type of land degradation, which is usually not considered in these studies. During root crops harvesting, a significant amount of soil adhering to roots is exported from the fields. Despite these crops are widely harvested in the world, a few studies have been done on SLCH and no attempt has been presented to investigate SLCH in Iran. Therefore, this study aimed to investigate the amount of SLCH for potatoes, garlic, sugar beet, radish and beet root in 47 selected fields located in Khuzestan province. Crops together with the adhering soils were collected from three 2×2 plots in each field. Soil tares were separated from the roots and dried at 105°C . Result showed that the SLCH values for potatoes, garlic, sugar beet, radish and beet root were 6273.7, 2525.3, 2264.9, 4101.9 and 6952.5 Kg ha^{-1} , respectively, and there were significant differences in SLCH between crops types. The average of SLCH for all crops was 4310 ton ha^{-1} which results in a denudation rate of 0.3 mm yr^{-1} and is the same as the magnitude of soil losses caused by water erosion in watershed catchments of Iran. Given the harvested areas, total SLCH was estimated for Khuzestan province and whole country at 26800.1 and 731807.8 ton, respectively. In general, because of the importance of SLCH, farmers should be informed to reduce SLCH, as well as it should be considered when calculating soil denudation rates and sediment budgets.

Keywords: Soil erosion; Root crops; Crop harvesting; Soil loss; SLCH.