تغییرات زمانی میزان تولید رواناب و رسوب در طول فصل زراعی کشت دیم عدس (مطالعه موردی: منطقه‌ی تیکمه‌داش آذربایجان شرقی)

*عباس احمدی**: گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
مهران آقابابا پروین: گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
علی بنده‌حق: گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
محمدابراهیم صادق‌زاده: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی

تاریخچه مقاله (تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۰۹)

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات میزان تولید رواناب و رسوب در طول فصل زراعی، به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در زمان و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح تراکم کشت (۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار)، در ایستگاه تحقیقاتی تیکمه‌داش اجرا شد. در طول فصل زراعی مقدار رواناب و رسوب تولیدی، به ترتیب با روش‌های حجم سنجی و فیلترا سیون اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه‌ی واریانس حاکی از آن بود که اثر تراکم کشت و زمان بر میزان رواناب و رسوب، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد؛ به‌طوری‌که میزان رواناب ایجاد شده در مرحله‌ی رشد گیاه و مرحله‌ی رسیدن، به ترتیب ۴۴/۷۱ ٪ و ۵۴/۳۱ ٪ و مقدار رسوب تولیدی، به ترتیب ۶۷/۱۰ ٪ و ۷۵/۲۰ ٪ نسبت به مرحله‌ی استقرار گیاه کمتر بود. همچنین نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی، تنها بین درصد تاج پوشش عدس با رواناب و رسوب، همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده شد و نقش گیاه عدس در کاهش رسوب نسبت به رواناب مؤثرتر بود. بیشترین درصد تاج پوشش و کمترین میزان رواناب و رسوب، در تیمار تراکم بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار تولید شد؛ بنابراین برای شرایط مشابه اقلیمی و مدیریتی، میزان تراکم بذر فوق توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: تاج پوشش، تراکم بذر، کرت‌های آزمایشی، مراحل رشد گیاه

۱ـ مقدمه

افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات کشاورزی، موجب شده تا پوشش‌های طبیعی زمین به‌ویژه مراتع با سرعت هشداردهنده‌ای توسط انسان تخریب و به اراضی کشاورزی تبدیل شود. این اراضی کشاورزی جدید، حاشیه‌ای و دارای حاصلخیزی کم و غالباً فاقد آب کافی برای کشاورزی هستند و به‌صورت دیم کشت می‌شوند. هر چند کشتزارهای دیم نقش مهمی در تأمین غذای کشور دارند، اما این تغییر کاربری به دلیل کاهش پوشش گیاهی و به هم خوردگی سطح خاک، سبب هدر رفت خاک و جاری شدن رواناب‌های سطحی می‌شود و کیفیت پویای خاک را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (احمدی‌ایلخچی و همکاران، ۱۳۸۱).

* نویسنده مسئول: A_ahmadi@tabrizu.ac.ir

عامل میزان تراکم پوشش گیاهی در سطح خاک یا به بیان دیگر، نسبت سطحی از خاک که پوشیده از گیاه است به کل سطح خاک، از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان فر سایش نا شی از بارندگی و آب‌دوی ا ست (Elwell , 1976 and Stocking). ذکر این نکته لازم است که اثر پوشش گیاهی در کاهش رواناب و فرسایش به نوع، ارتفاع، تراکم و مرحله‌ی رشد گیاه بستگی دارد و معمولاً همگام با رشد و نمو آن افزایش می‌یابد (رفاهی، ۱۳۸۵)؛ به‌طوری‌که Lull (1964) در تحقیقی به منظور بررسی تأثیر مرحله‌ی رشد گیاه، مشاهده کرد که در اوایل رشد به علت کامل نبودن تاج پوشش، از کل بارندگی رخ‌داده ۲۲ ٪ آن به صورت رواناب سطحی هدر می‌رود. هر چند با افزایش رشد و نمو و کامل شدن چرخه‌ی رشد گیاه، در صد تراکم تاج پوشش گیاهی بالا می‌رود، اما به دلیل متفاوت بودن فرم رویشی گیاهان، عملکرد هر یک از آنها در مهار رواناب و رسوب در طول فصل زراعی متفاوت می‌باشد (قدیری، ۱۳۷۲). لذا ویژگی‌هایی مانند سطح برگ نسبتاً کوچک با ارتفاع کم و تاج پوشش متراکم، ممکن است معیاری خوب برای انتخاب گونه‌ها به‌منظور بهبود خواص خاک و کنترل رواناب و رسوب باشد (Gray and Sotir, 1995).

Zhao و همکاران (2014) نقش هر یک از گیاهان چچم، یونجه و گندم در سه مرحله‌ی رشد اولیه، میانی و انتهایی را در تولید رواناب و رسوب تو سط باران ساز مورد ارزیابی قراردادند. نتایج آنها نشان داد که با رشد پوشش گیاهی، نقش چچم و یونجه در کاهش رواناب و رسوب افزایش می‌یابد؛ در حالی که گندم در مرحله‌ی رشد میانی نسبت به مراحل اول و آخر رشد، بهترین عملکرد را در کاهش رواناب و رسوب دارد. همچنین با افزایش رشد، نقش هر سه گیاه در کاهش رواناب نسبت به رسوب مؤثرتر است. Ben-Hur (1994) با بررسی میزان تولید رواناب سطحی تحت شرایط آبیاری بارانی در مورد چهار محصول کتان، سیب‌زمینی، ذرت و بادام‌زمینی مشاهده کرد که در مراحل اولیه‌ی رشد، میزان تولید رواناب بیش از مراحل انتهایی است؛ به‌طوری‌که در مراحل اولیه، میزان رواناب تولیدی حدود ۱۰ ٪ باران بود و در مراحل بعدی میزان رواناب تولیدی به ۳۷/۵ ٪ باران افزایش پیدا کرد. وی دلیل این امر را نفوذپذیری زیاد خاک در اوایل دوره‌ی رشد ذکر کرده‌است. وی همچنین اظهار کرد که باگذشت زمان در اثر برخورد قطرات باران با سطح خاک، نفوذپذیری به شدت کاهش می‌یابد. Wang و همکاران (2011) نیز با بررسی تأثیر نوع کاربری اراضی در اقلیم‌های مختلف بر میزان تولید رواناب و تولید رسوب، به این نتیجه رسیدند که تأثیر نوع پوشش گیاهی بر میزان تولید رواناب و رسوب در فصول مختلف سال و در شرایط مختلف اقلیمی متفاوت است. Ashiagbor و همکاران (2013) اظهار کردند که میزان تولید رواناب و رسوب به نوع پوشش گیاهی، مرحله‌ی رشد و تراکم این پوشش بستگی دارد. همچنین آنان اظهار کردند که پوشش گیاهی از طریق باران گیرش، سبب افزایش نفوذپذیری خاک و کاهش انرژی جنبشی باران می‌شود.

بقولات دانه‌ای از جمله عدس در تناوب با محصولات زراعی نسبت به سایر انواع تناوب، نقش مهمی در حاصلخیزی خاک، افزایش نفوذپذیری و رطوبت آن، کاهش شیوع علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات ایفا می‌کند؛ لذا در مقایسه با سیستم غله- غله یا غله - آیش، کشت آن در تناوب با غلات از لحاظ حفظ منابع آب‌وخاک سودمند بوده‌است و کشت این محصولات گسترش زیادی دارد (Frade and Valenciano, 2005). عدس اغلب در مناطق دیم، در تناوب با گندم دیم کشت می شود (روستا و افشاری، ۱۳۷۸). منطقه‌ی تیکمه‌داش در استان آذربایجان شرقی نیز یکی از مناطق اصلی دیم‌کاری است و بیشتر، عدس در تناوب با گندم کشت می‌شود.

بررسی منابع نشان می‌دهد که با توجه به متفاوت بودن فرم رویشی، تأثیر گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد بر کاهش رواناب و فرسایش متفاوت است (کردوانی، ۱۳۸۹). با این‌همه، متأسفانه مطالعات جامعی در کشور در این زمینه صورت نگرفته‌است؛ لذا با توجه به مطالب فوق و اهمیت کشت گیاه عدس در تناوب با غلات، این تحقیق به‌منظور بررسی تغییرات تولید میزان رواناب و رسوب در طول فصل زراعی و در تراکم‌های مختلف کشت دیم گیاه عدس، در ایستگاه تحقیقات حفاظت خاک تیکمه‌داش آذربایجان شرقی صورت پذیرفت.

۲ـ مواد و روش

۲ـ ۱ـ منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در ایستگاه تحقیقاتی تیکمه‌داش صورت گرفت. این ایستگاه با ۳۰۲ هکتار وسعت، در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان تبریز در کنار جاده‌ی تبریز ـــ تهران و در موقعیت جغرافیائی ´۲۷ °۳۷ درجه‌ی عرض شمالی و ´۳۳ °۴۵ درجه‌ی طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار دارد. ارتفاع اراضی آن از سطح دریا ۱۸۰۰ الی ۲۰۰۰ متر است و جزء حوزه‌ی آبخیز قزل‌اوزن به شمار می‌رود. براساس آمار هواشناسی، شهرستان تیکمه‌داش و حومه دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد است و در منطقه‌ی نیمه خشک قرار دارد. حداقل مطلق درجه حرارت آن در زمستان، ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد زیر صفر و حداکثر مطلق آن در تابستان، تا ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد بالای صفر نیز می‌رسد. متوسط بارندگی ده ساله‌ی آن نیز ۳۸۶ میلی‌متر در سال است. بیشتر از ۵ ماه از سال، منطقه پوشیده از برف و یخبندان است (خانجانی صفدر و همکاران، ۱۳۹۴). گیاهان طبیعی منطقه اغلب به علت تبدیل مراتع به زمین کشاورزی، از بین رفته و مقدار کمی از آنها از جمله خارشتر و خاکشیر دیده می شود و از کل اراضی زیر کشت و آیش منطقه، ۸۰/۲ در صد آن به کشت دیم محصولات زراعی به‌ویژه گندم، عدس، نخود و جو اختصاص دارد و یکی از مناطق اصلی دیم‌کاری استان به شمار می‌رود. لذا به علت کشت وسیع گیاه عدس در منطقه، اهمیت آن به‌عنوان منبع پروتئین و وجود ایستگاه تحقیقاتی حفاظت آب‌وخاک در این منطقه، به عنوان بهترین منطقه برای تحقیق انتخاب شد.

۲ـ۲ـ روش تحقیق

تحقیق حاضر در ۹ کرت آزمایشی در ۳ تیمار و ۳ بلوک انجام شد. کارشناسان داخلی و سازمان خواروبار جهانی، این کرت‌ها را در شیب ۹٪ طراحی کردند و آن را ساختند. ابعاد کرت‌ها (۴۰ × ۴/۸) مترمربع بود و برای جمع‌آوری رواناب و رسوب ناشی از آن، در انتهای هر کرت مخزنی با ظرفیت ۳۰۰ لیتر تعبیه شد. تیمارهای مورد مطالعه و سطوح تراکم بذر عدس به ترتیب ۳۰، ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار بود.

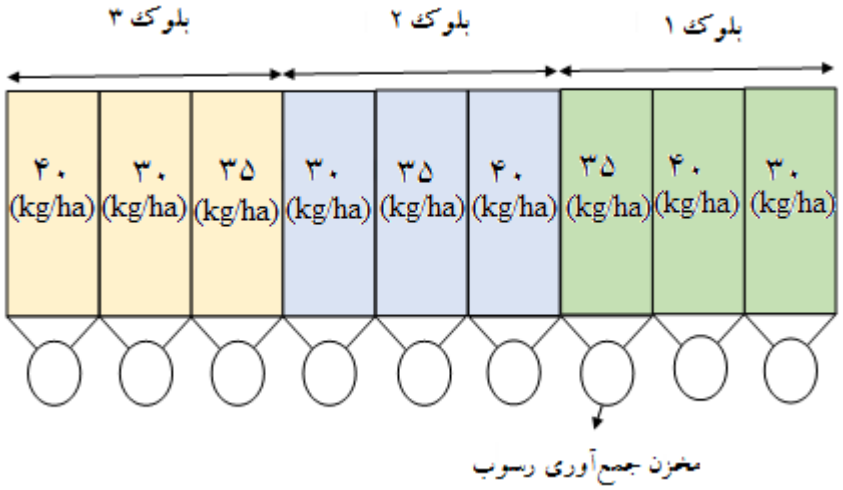
رقم عدس انتخاب‌شده برای کشت، رقم کیمیا از گونه‌ی کالیناریس[1] بود که با شرایط آب و هوایی منطقه سازگاری بالایی داشت. در اکثر منابع برای این رقم، مقدار بذر ۴۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار توصیه شده‌است (مجنون‌حسینی، ۱۳۸۷)؛ لذا در این تحقیق نیز از سه تراکم بذر در محدوده‌ی توصیه‌شده، استفاده شد.

قبل از کشت، برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی لایه سطحی خاک کرت‌های آزمایشی، شامل بافت خاک به روش هیدرومتر چهار قرائته (Gee and Or, 2002)، مواد آلی به روش والکلی - بلک (Nelson and Sommers, 1982)،

[1] Culinaris L

کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید و تیتر کردن با سود (Hide, 1954)، EC و pH در عصاره‌ی سوسپانسیون ۱:۱ خاک و آب مقطر اندازه‌گیری شدند تا از یکنواخت بودن شرایط کرت‌های آزمایشی و مناسب بودن خاک برای کشت گیاه مذبور اطمینان حاصل شود. ذکر این نکته لازم است که نتایج تجزیه‌ی خاک محل تحقیق نشان داد که خاک منطقه‌ی مورد مطالعه به ترتیب دارای ۰/۱٪، ۱۰/۶ و ۲۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب می‌باشد که همگی بیش از حد بحرانی (۱۰ و ۲۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب برای فسفر و پتاسیم) ارائه‌شده برای حبوبات دیم بوده‌است (ملکوتی، ۱۳۷۹)؛ لذا هیچ‌گونه توصیه‌ی کودی برای تیمارها صورت نگرفت.

با توجه به اینکه زراعت دیم عدس اغلب در بهار، بعد از سپری شدن فصل سرما صورت می‌گیرد. لذا در اوایل بهار، کرت‌ها توسط پنجه غازی در جهت شیب شخم، سپس مطابق نقشه‌ی کشت (شکل ۱) در ۱۹ فروردین‌ماه سال ۱۳۹۲ کشت شد؛ به‌طوری‌که بذرها به طور یکنواخت در هر کرت پاشیده و با دیسک در عمق حدود ۵ سانتی‌متر خاک (عمق مناسب کشت دیم عدس) قرار داده شد.



شکل ۱: نقشه‌ی کشت تیمارها با تراکم‌های مختلف در کرت‌های آزمایشی

بعد از کشت، مقدار رواناب در هر یک از کرت‌ها در طول فصل زراعی بعد از وقوع هر بارندگی ــ در صورت ایجاد رواناب قابل اندازه‌گیری ــــــ، به روش حجم‌سنجی اندازه‌گیری شد. همچنین از هر مخزن پس از هم زدن رواناب و همگن سازی، نمونه‌ی یک لیتری تهیه شد و با استفاده از روش فیلترا سیون و قرار دادن کاغذهای صافی (واتمن ۴۰) حاوی ذرات ته‌نشین شده به مدت ۲۴ ساعت در آون، با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سلسیوس و وزن کردن هر یک توسط ترازوی دیجیتالی، میزان رسوب هر نمونه تعیین گردید. همچنین در هنگام نمونه‌گیری، برخی ویژگی‌های محصول نظیر میانگین درصد پوشش آسمانه محصول، علف‌های هرز و ارتفاع گیاه در هر کرت با تراکم‌های مختلف با استقرار پلات اندازه‌گیری شد. نتایج به دست‌آمده با نرم‌افزار MSTATC و SPSS، به صورت طرح کرت‌های خرد شده در زمان و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد تحلیل آماری قرار گرفت.

۳ـ یافته‌ها (نتایج)

نتایج به‌د ست‌آمده از تجزیه‌ی آزمای شگاهی نمونه‌های خاک لایه سطحی خاک (۳۰-۰cm) بلوک‌ها، در جدول (۱) آمده‌ا ست. تحلیل نتایج ن شان داد که بین خ صو صیات خاک شنا سی بلوک‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد؛ بنابراین ماده‌ی آزمایشی درون کرت‌ها، دارای یکنواختی مناسبی بود و می‌توان تیمارها را بر آنها اعمال کرد.

جدول ۱: میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی لایه سطحی خاک در بلوک‌ها

بلوک	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	EC (دسی زیمنس بر متر)	pH	کربنات کلسیم معادل (٪)	ماده آلی (٪)
۱	۲۰	۳۲	۴۸	۰/۳۴	۷/۸	۱۱/۶	۱/۱
۲	۲۱	۳۵	۴۴	۰/۳۶	۷/۶	۱۱/۵	۰/۹
۳	۲۱	۳۲	۴۷	۰/۳۳	۷/۷	۱۱/۶	۱/۳

گزارش ایستگاه باران‌سنجی در مورد بارش‌های رخ‌داده طی دوره‌ی تحقیق، در جدول (۲) ذکر شده‌است. این گزارش ن شان می‌دهد که در طول ف صل رویش، مجموعاً ۸۲/۵ میلی‌متر بارندگی رخ داده‌ا ست. کمترین مقدار بارندگی مربوط به تاریخ ۸ خرداد و بیشترین آن مربوط به تاریخ ۱۹ اردیبهشت می‌باشد. از بین ۱۷ بارندگی رخ‌داده، تنها سه واقعه‌ی بارندگی (ردیف‌های ۷، ۱۰ و ۱۷) به ایجاد رواناب قابل‌اندازه‌گیری منجر شده‌است. بنابراین اندازه‌گیری خصوصیات پوشش سطح خاک، رواناب و رسوب در تاریخ‌های ۲۲ و ۲۸ اردیبهشت و ۱۱ خرداد صورت گرفت. بررسی آمار میزان بارندگی، بیانگر آن است که گرچه بیشترین میزان بارندگی در تاریخ ۱۹ اردیبهشت اتفاق افتاده، در طی این بارندگی روانابی در کرت‌ها ایجاد ن شده‌ا ست. این امر می‌تواند به دلیل اندک بودن مقدار رطوبت اولیه‌ی خاک در آغاز مرحله‌ی رشد، یا پایین بودن میزان شدت بارندگی باشد.

جدول ۲: بارش‌های رخ‌داده در طول دوره‌ی تحقیق

ردیف	تاریخ رگبار	مقدار کل بارش (mm)	ردیف	تاریخ رگبار	مقدار کل بارش (mm)
۱	۲۸ فروردین ۱۳۹۲	۳	۱۰	۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۲	۸
۲	۳۱ فروردین ۱۳۹۲	۷	۱۱	۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۲	۲
۳	۱ اردیبهشت ۱۳۹۲	۷	۱۲	۳۱ اردیبهشت ۱۳۹۲	۱/۵
۴	۳ اردیبهشت ۱۳۹۲	۳	۱۳	۱ خرداد ۱۳۹۲	۱/۵
۵	۱۹ اردیبهشت ۱۳۹۲	۱۰	۱۴	۶ خرداد ۱۳۹۲	۳/۵
۶	۲۱ اردیبهشت ۱۳۹۲	۷	۱۵	۸ خرداد ۱۳۹۲	۱
۷	۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۲	۹	۱۶	۹ خرداد ۱۳۹۲	۵
۸	۲۴ اردیبهشت ۱۳۹۲	۵	۱۷	۱۱ خرداد ۱۳۹۲	۶/۵
۹	۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۲	۲/۵			

جدول (۳)، تجزیه‌وتحلیل واریانس مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی رواناب، رسوب و درصد تاج پوشش گیاه عدس را در طول فصل زراعی نشان می‌دهد. چنان که مشاهده می شود، اثرات ا صلی تیمارها بر متغیرهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار ($P< ۰/۰۱$) بوده‌ا ست؛ به عبارت دیگر، میزان تراکم تاج پو شش گیاه عدس در طول ف صل زراعی به صورت معنی‌داری

افزایش یافته و مقدار رواناب و رسوب به صورت چشمگیری کاهش یافته‌است. اما اثرات متقابل تیمارها بر مقدار تولید رواناب و رسوب غیر معنی‌دار می‌باشد؛ یعنی در طول مراحل مختلف رشد، تأثیر تیمارها بر میزان ایجاد رواناب و رسوب الگوی خاصی طی نکرده‌است. از سوی دیگر، تغییرات تاج پوشش گیاهی در طی مراحل مختلف رشد از الگوی کاملاً یکنواختی تبعیت نمی‌کند. اگر چه این مسئله ممکن است به صورت بصری از روی نمودارهای ارائه شده قابل تشخیص نباشد، نتایج تجزیه‌ی واریانس ارائه شده در جدول (۳)، بیانگر این امر بوده‌است و نشان می‌دهد که اثرات متقابل بین تراکم بذر و زمان، بر درصد تاج پوشش گیاه عدس معنی‌دار بوده‌است.

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) رواناب، رسوب و تاج پوشش در تراکم‌های مختلف کشت دیم عدس در طول فصل زراعی

منبع تغییر	درجه آزادی	رواناب	رسوب	تاج پوشش گیاه عدس
تکرار	۲	۰/۰۰۴	۰/۰۴۵*	۲۹/۲۲۵*
زمان	۲	۰/۲۸۶**	۰/۹۳۰**	۷۸۳/۰۷۸**
خطای اول	۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۲/۳۷۳
تراکم کشت	۲	۰/۰۳۲**	۰/۲۰۶**	۱۶۵/۱۰۰**
تراکم کشت × زمان	۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۱۱/۱۴۸**
خطای دوم	۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۸۷۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۰/۷۱	۳/۴۱	۴۲/۰۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

Wischmeier and Smith (1978) برای تعیین عامل مدیریت زراعی در فرسایش سالانه، ۶ مرحله‌ی رشد در نظر گرفت که عبارتند از: ۱- مرحله‌ی آیش (از زمان شخم اولیه تا شروع عملیات شخم ثانویه برای کشت)؛ ۲- مرحله‌ی بستر بذر (از زمان شخم ثانویه برای کشت تا توسعه‌ی آسمانه گیاه به میزان ۱۰ درصد)؛ ۳- مرحله‌ی استقرار گیاه (از پایان مرحله‌ی بستر بذر تا توسعه‌ی آسمانه گیاه به میزان ۵۰ درصد)؛ ۴- دوره‌ی رشد گیاه (از پایان مرحله‌ی استقرار گیاه تا توسعه‌ی آسمانه گیاه به میزان ۷۵ درصد)؛ ۵- مرحله‌ی رسیدن گیاه (از پایان مرحله‌ی رشد تا برداشت محصول)؛ ۶- مرحله‌ی کاه و کلش و بقایای گیاهی (از زمان برداشت تا شخم بعدی).

با توجه به مطالب فوق و آمار ذکر شده، مشاهده می‌شود که تنها در سه مرحله از این تحقیق (مرحله‌ی استقرار گیاه، رشد و رسیدن گیاه) بارش‌هایی رخ داده که به تولید رواناب و رسوب منجر شده‌است. مرحله‌ی اول نمونه‌برداری در این تحقیق منطبق با مرحله‌ی استقرار گیاه، مرحله‌ی دوم منطبق با مرحله‌ی رشد گیاه و مرحله‌ی سوم نمونه‌برداری منطبق با رسیدن گیاه بوده‌است (شکل ۲). از این به بعد به جای عبارت مراحل نمونه‌برداری از مراحل رشد استفاده خواهد شد.

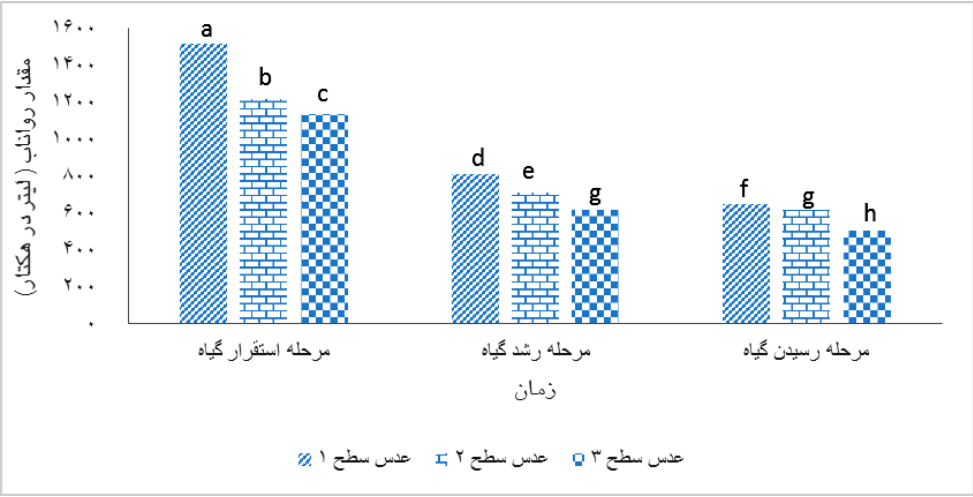
نتایج مقایسه‌ی میانگین مقدار رواناب تولید شده در تراکم‌های مختلف کشت دیم عدس، در هر یک از مراحل رشد این گیاه در شکل (۳) نشان داده شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار رواناب تولیدی، از رخداد اول تا آخر کاهش یافته‌است. این مسئله می‌تواند هم به دلیل روند کاهشی میزان و شدت بارندگی در سه رخداد فوق و هم افزایش تراکم آسمانه گیاه عدس در طول فصل رشد باشد. در مرحله‌ی رشد، کمترین رواناب در تراکم بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار و بیشترین رواناب، در تراکم بذر ۳۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد.

الف) مرحله‌ی استقرار گیاه

ب) مرحله‌ی رشد گیاه

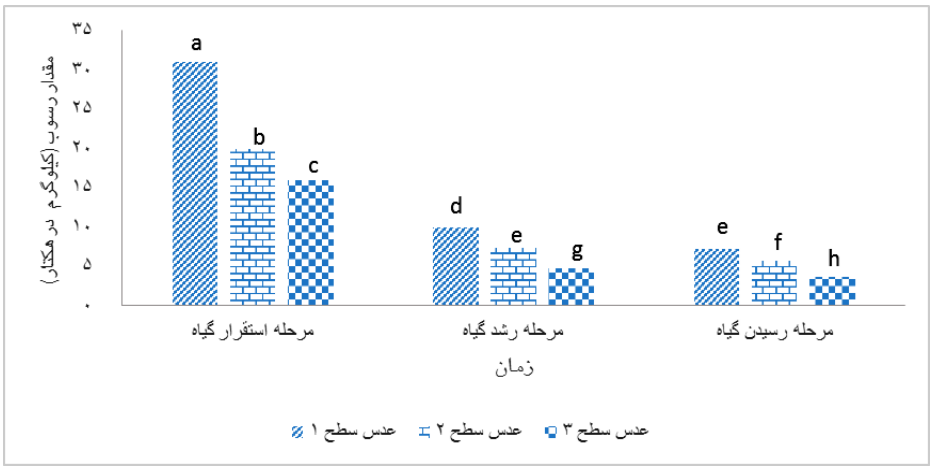
ج) مرحله‌ی رسیدن

شکل ۲: نمایی از وضعیت پوشش گیاهی در مراحل مختلف مطالعه



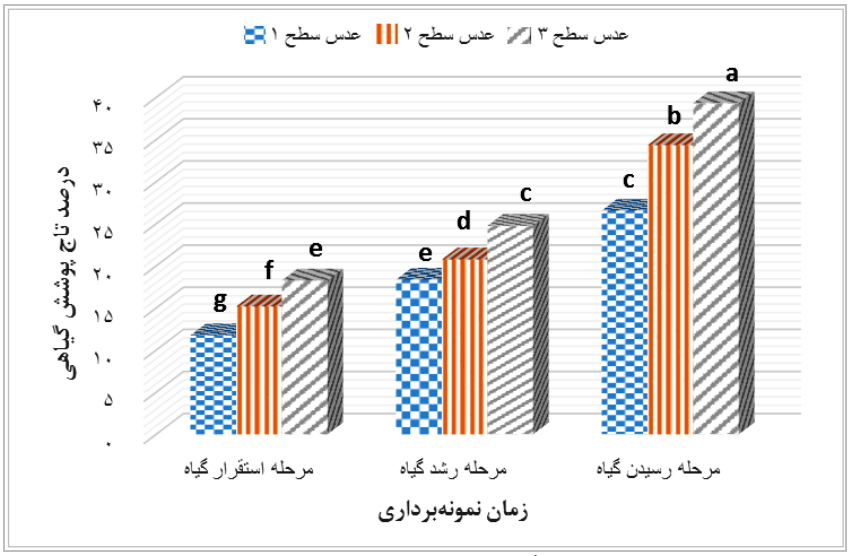
شکل ۳: مقدار رواناب ایجاد شده در تراکم‌های مختلف عدس و در طول مرحله‌ی رشد این گیاه

نتایج مقایسه‌ی میانگین مقدار هدر رفت خاک در تراکم‌های مختلف کشت عدس، در هر یک از مراحل رشد این گیاه در شکل (۴) نشان داده شده‌است. نتایج حاکی از آن است که در طول فصل رویشی با افزایش تراکم کشت دیم عدس از ۳۰ به ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار، مقدار رسوب به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. چنان‌که در طول فصل رویشی میزان رسوب ایجادشده در تراکم ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار، تقریباً دو برابر میزان تولید رسوب تراکم ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار بوده‌است.



شکل ٤: مقدار هدر رفت خاک در تراکم‌های مختلف عدس و در طول مرحله‌ی رشد این گیاه

با توجه به تغییر تراکم تاج پوشش گیاهی در طول فصل زراعی و معنی‌دار بودن اثرات توأم تراکم کشت و مرحله‌ی رشد گیاه، مقایسه‌ی میانگین اثرات توأم تراکم و مرحله‌ی رشد گیاه، بر درصد تاج پوشش این گیاه در شکل (۵) ذکر شده‌است. نتایج نشان داد که در هر یک از مراحل رشد، بین تیمارها از نظر درصد تاج پوشش گیاهی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بیشترین درصد تراکم تاج پوشش گیاه عدس در طول فصل رویشی، مربوط به تراکم ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین آن مربوط به تراکم ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار می‌باشد. باقری و همکاران (۱۳۷۶) نیز به ارتباط معنی‌دار بین تراکم و تاج پوشش گیاهی اشاره کرده‌اند. آنها معتقدند باگذشت زمان به دلیل کامل شدن چرخه‌ی رشد گیاه، تاج پوشش گیاهی نیز به حد مطلوب خود می‌رسد.



شکل ٥: میانگین اثرات توأم تراکم و مرحله‌ی رشد بر درصد تاج پوشش گیاه عدس

میانگین مقادیر ارتفاع گیاه عدس و درصد علف‌های هرز در هر یک از مراحل رشد، همچنین میانگین درصد سنگریزه در هر یک از کرت‌ها با تراکم‌های مختلف در جدول (۴) ذکر شده‌است. نتایج مقایسه‌ی میانگین ارتفاع گیاه عدس (جدول ۴) نشان داد که در مرحله‌ی استقرار گیاه، تفاوت بین تیمارها غیر معنی‌دار و باگذشت زمان، اختلاف بین تیمارها از لحاظ ارتفاع گیاه معنی‌دار می شود. در هر سه مرحله‌ی نمونه‌گیری، ارتفاع گیاه در تراکم ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار تا حدی بیش از سایر تیمارها بود. این امر ممکن است به دلیل کاهش رقابت برای جذب آب و عناصر غذایی با کاهش تراکم کشت دیم عدس باشد (مجنون‌حسینی، ۱۳۸۷؛ Weber et al, 1966).

جدول ٤: میانگین ارتفاع گیاه عدس، درصد علف‌های هرز و درصد سنگریزه در هر یک از مراحل رشد

تراکم کشت عدس	ارتفاع گیاه عدس (cm)			علف‌های هرز (٪)			سنگریزه (٪)
	مرحله استقرار گیاه	مرحله رشد گیاه	مرحله رسیدن	مرحله استقرار گیاه	مرحله رشد گیاه	مرحله رسیدن	-
۳۰ کیلوگرم در هکتار	۹/۲۷^{a}	۱۲/۴۷^{a}	۱۷/۹۰^{a}	۳/۵۸^{a}	۴/۷۳^{a}	۵/۸۳^{a}	۱/۱۷
۳۵ کیلوگرم در هکتار	۹/۱۳^{a}	۱۲/۳۳^{ab}	۱۷/۶^{b}	۲/۷۵^{a}	۳/۵۰^{b}	۴/۵۳^{b}	۰/۶۷
۴۰ کیلوگرم در هکتار	۹/۰۰^{a}	۱۲/۲۰^{b}	۱۷/۸۰^{ab}	۳/۰۸^{a}	۴/۱۰^{ab}	۴/۲۷^{b}	۰/۰

اعداد داخل هر ستون درصورتی‌که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

همچنین نتایج نشان داد که بیشترین درصد علف‌های هرز مربوط به تراکم ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار بود و با گذ شت زمان، تفاوت بین میزان علف‌های هرز تیمارها افزایش یافت؛ به‌طوری‌که در مرحله‌ی ا ستقرار گیاه گرچه بین هیچ‌یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، در مرحله‌ی رسیدن، بین تراکم بذر ۳۰ کیلوگرم در هکتار با تراکم‌های ۳۵ و ۴۰ کیلوگرم بذر در هر هکتار، تفاوت چشمگیری مشاهده شد. تحقیقات Grundy و همکاران (1998) نیز نشان دادند که سرعت تسخیر فضا، از ا صول مهم در بهبود توانایی رقابت گیاهان زراعی ا ست؛ لذا گیاهان زراعی می‌توانند با ایجاد پو شش متراکم، به کاهش ر شد علف‌های هرز منجر شوند که این نتیجه هم‌سو با نتایج تحقیق حا ضر است. همچنین نتایج ارائه‌شده در جدول (۴)، حاکی از تفاوت ناچیز میزان سنگریزه در کرت‌های مورد مطالعه است.

به منظور برر سی عکس‌العمل رواناب و ر سوب بر تاج پو شش گیاه عدس، ارتفاع آن و در صد سنگریزه در طول فصل زراعی، از آزمون همبستگی استفاده شد. نتایج (جدول ۵) حاکی از آن است که بین میزان رواناب و رسوب با تاج پوشش گیاه عدس در هر سه مرحله‌ی رشد گیاه (زمان‌های نمونه‌گیری)، ارتباط قوی و معنی‌داری هست که با تحقیقات وهابی و مهدیان (۲۰۰۸) مطابقت دارد. این امر را می‌توان به سبب تأثیر مثبت و مؤثر تاج پوشش گیاهی در کاهش انرژی جنبشی قطرات باران دانست که تأثیر آن با رشد و نمو گیاه افزایش می‌یابد.

جدول ۵: همبستگی تاج پوشش و ارتفاع گیاه عدس و سنگریزه، با رواناب و رسوب

متغیر	تاج پوشش گیاه عدس			سنگریزه			ارتفاع گیاه		
	مرحله استقرار گیاه	مرحله رشد گیاه	مرحله رسیدن	مرحله استقرار گیاه	مرحله رشد گیاه	مرحله رسیدن	مرحله استقرار گیاه	مرحله رشد گیاه	مرحله رسیدن
رواناب	-۰/۹۱**	-۰/۸۴**	-۰/۹۱**	۰/۴۱	۰/۴۷	۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۱۴
رسوب	-۰/۹۵**	-۰/۹۷**	-۰/۹۶**	۰/۵۰	۰/۵۹	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۱۳	۰/۳۵

ارتفاع گیاه عدس در میزان تولید رواناب و رسوب تأثیر چندانی ندارد. دلیل این امر آن است که عدس، گیاهی علفی است و ارتفاع زیادی ندارد. لذا قطرات باران پس از برخورد با تاج پوشش این گیاه و کاسته شدن از انرژی جنبشی آنها، از ارتفاع کم آن گیاه به‌آرامی سقوط می‌کند و نمی‌تواند فرساینده باشد (Shrestha et al, 2001). همچنین تغییرات ارتفاع این گیاه در طول فصل رشد، چندان قابل‌توجه نبوده‌است. دیگر آنکه سنگریزه‌ی سطح خاک با رواناب و رسوب همبستگی معنی‌داری نداشته‌است. دلیل این امر شاید سهم اندک سنگریزه‌ی سطحی در مقایسه با پوشش گیاهی به‌عنوان پوشش سطح خاک است. در اکثر تحقیقات مربوط به حفاظت خاک، سنگریزه‌ی در شت (۱۳-۷۵ میلی‌متر) با تولید رواناب و رسوب ارتباط معنی‌داری داشته است (Li, 2003)؛ درحالی‌که در این تحقیق، نخست کرت‌ها عاری از سنگریزه‌ی درشت بودند. دوم اینکه نسبت سنگریزه‌ی سطحی خاک در مقایسه با تاج پوشش گیاهی ناچیز بوده‌است.

۴ـ نتیجه‌گیری

در کل، نتایج نشان‌دهنده‌ی آن است که با گذشت زمان از آغاز کشت گیاه عدس، کارایی این گیاه در حفاظت از خاک به طور چشمگیری افزایش می‌یابد؛ به طوری که مقدار رواناب تولیدی در مرحله‌ی رشد گیاه و مرحله‌ی رسیدن به ترتیب ۴۴/۷۱ ٪ و ۵۴/۳۱٪ و مقدار رسوب به ترتیب ۶۷/۱۰ ٪ و ۷۵/۲۰ ٪ نسبت به مرحله‌ی استقرار گیاه کمتر بود. نتایج زنگی‌آبادی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در بررسی فاکتورهای مؤثر در فرسایش خاک با اقلیم نیمه‌خشک، نشان دادند که سه عامل درصد تراکم پوشش گیاهی، سنگریزه‌ی درشت (۱۳-۷۵ میلی‌متر) و شیب زمین به ترتیب مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مقدار فرسایش خاک است که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. همچنین مشخص شد که در طول فصل زراعی، نقش گیاه عدس در کاهش هدر رفت خاک نسبت به رواناب مؤثرتر بوده‌است.

گیاه عدس در طول فصل زراعی و در شرایط دیم منطقه‌ی مورد مطالعه، با تراکم ۴۰ کیلوگرم بذر در هکتار و با فرم رویشی خاص (سطح برگ نسبتاً کوچک با ارتفاع کم) و تاج پوشش نسبتاً متراکم خود، کمترین میزان رواناب و رسوب را نسبت به سایر تیمارها تولید می‌کند؛ بنابراین به منظور حفظ حداکثری آب و خاک کشت در شرایط مرسوم در منطقه، کشت گندم دیم با تراکم بذر ۴۰ کیلوگرم در هکتار به زارعین توصیه می شود. نتایج اندازه‌گیری مربوط به مرفولوژی آبراهه نشان داد که از سراب آبراهه به سمت پایین دست، پهنای آبراهه افزایش و شیب آن کاهش می‌یابد.

منابع

۱. احمدی‌ایلخچی، ع.؛ حاج‌عباسی، م. و ا. جلالیان، ۱۳۸۱. اثر تغییر کاربری زمین‌های مرتعی به دیم‌کاری بر تولید رواناب، هدر رفت و کیفیت خاک در منطقه‌ی دوراهان، چهارمحال بختیاری، *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۶ (۴)، ۱۱۴ - ۱۰۳.

۲. باقری، ع.ر.؛ گلدانی، م. و م. حسن‌زاده، ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح عدس، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۴۸ ص.

۳. خانجانی صفدر، ع. ر.؛ احمدی، ع. و م. ا. صادق‌زاده‌ریحان، ۱۳۹۴. تعیین عامل پوشش گیاهی در مراحل مختلف رشد نخود دیم منطقه نیمه‌خشک برای استفاده در معادله جهانی فرسایش خاک (مطالعه موردی در تیکمه‌داش استان آذربایجان‌شرقی)، *مجله‌ی تحقیقات کاربردی خاک*، ۳ (۱)، ۸۷ - ۷۸.

۴. رفاهی، ح. ق، ۱۳۸۵. فرسایش آبی و کنترل آن، چاپ هفتم، *انتشارات دانشگاه تهران*، ۶۷۴ ص.

۵. روستا، م. ج. و م. افشاری، ۱۳۷۸. کاهش مصرف کودهای ازته با وارد کردن بقولات در تناوب زراعی. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه‌ی فنی، دوره ....، شماره‌ی ۵۵، ..... .

۶. زنگی‌آبادی، م.؛ رنگ‌آور، ع.؛ رفاهی، ح. ق.؛ شرفا، م. و م. بی‌همتا، ۱۳۸۹. بررسی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرآیند فرسایش خاک در مراتع نیمه‌خشک کلات، *نشریه آب‌وخاک*، ۲۴ (۴)، ۷۴۴ - ۷۳۷.

۷. قدیری، ح.؛ ۱۳۷۲. حفاظت خاک تألیف نورمن هادسون، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، .... ص.

۸. کردوانی، پ.؛ ۱۳۸۹. حفاظت خاک، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۴ ص.

۹. مجنون‌حسینی، ن.؛ ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۲۸۴ ص.

۱۰. ملکوتی، م. ج.؛ ۱۳۷۹. روش جامع تشخیص و مصرف بهینه کودهای شیمیایی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۴ (۲)، ۲۱۲ - ۲۱۰.

11. Ashiagbor, G.; Forkuo, E. K.; Laari, P.; & R. Aabeyir, 2013. Modeling soil erosion using RUSLE and GIS tools, *International Journal of Remote Sensing & Geoscienc*, 2, 7 - 17.

12. Ben-Hur, M., 1994. Runoff, erosion, and polymer application in moving-sprinkler irrigation, *Soil Science*, 158 (4), 283 – 290.

13. Elwell, H. A., & M. A. Stocking., (1976). Vegetal cover to estimate soil erosion hazard in Rhodesia. *Geoderma*. 15 (1), 61 - 70.

14. Frade, M. M. M., & J. B. Valenciano., (2005). Effect of sowing density on the yield and yield components of spring-sown irrigated chickpea (Cicer arietinum) grown in Spain, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33, 367 - 371.

15. Gee, G.W., & D. Or., (2002). Particle-size analysis. In: Warren AD (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods. pp.255-295, Soil Sci. Soc. Am. Inc.

16. Gray, D. H., & R. B. Sotir., (1995). Biotechnical stabilization of steepened slopes. Prepared for Transportation Research Board, Washington, D.C.

17. Grundy, A. C.; Green, J. M.; & M. Lennartsson, 1998. The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost. *Compost Science & Utilization*, 6 (3), 26 - 33.

18. Hide, J., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, US Salinity Laboratory Staff; LA Richards (Ed.) US Dept. of Agriculture, Washington, DC, rev. ed., 160 pp.

19. Li, X. Y., 2003, Gravel–sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena*, 52 (2), 105 - 127.

20. Lull, H.W.; 1964, Ecological and silvicultural aspects, In: VT Chow (ed.) , Handbook of Applied Hydrology.
21. Nelson, D. W., & L. Sommers., (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter, *Methods of soil analysis*, Part 2, *Chemical and microbiological properties*, (methods of soilan2), pp.539 - 579.
22. Shrestha, A.; Fisk, J. W.; Jeranyama, P.; Squire, J. M.; & O. B. Hesterman, 2001. Annual medics. Department of crop and science Michigan State University.
23. Vahabi, J., & M. H. Mahdian., 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Soil Conservation and Watershed Management Research Center, P.O. Box 13445-1136, Tehran. Iran. 95, 1439 - 1445.
24. Wang, Y.; Shao, M. A.; Zhu, Y.; & Z. Liu, 2011. Impacts of land use and plant characteristics on dried soil layers in different climatic regions on the Loess Plateau of China, *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(4), 437 - 448.
25.Weber, C.; Shibles, R. M.; & D. E. Byth, 1966. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production, *Agronomy Journal*, 58 (1), 99 - 102.
26. Wischmeier, W. H., & D. D. Smith., (1978). Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning, *Science and Education Administration United States Department of Agriculture in cooperation with Purdue Agricultural Experiment Station.*
27. Zhao, X.; Huang, J.; Wu, P.; & X. Gao, 2014. The dynamic effects of pastures and crop on runoff and sediments reduction at loess slopes under simulated rainfall conditions. *Catena*, 119, 1 - 7.

Temporal Variations of Runoff and Sediment Generation during the Growing Season in Rain-Fed Lentil: A Case Study in Tikmehdash Region of Eastern Azerbaijan

Abbas Ahmadi*: *Soil Science and Engineering Department, Agriculture Faculty, University of Tabriz*

Mehran Aghababaparvin: *Soil Science and Engineering Department, Agriculture Faculty, University of Tabriz*

Ali Bandeh Hagh: *Department of Plant breeding and Biotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Tabriz*

Mohammad Ebraim Sadeghzadeh: *Agriculture and Natural Resources Research Center, East Azerbaijan University*

Article History (Received: July 01, 2016 Accepted: January 28, 2017)

Extended abstract

1- INTRODUCTION

The contribution of crop cover to reducing runoff and erosion depends on the type, height, density and stage of plant growth. The literature review indicates that because of the different life forms, the effect of plants on the reduction of runoff and erosion are different at different growth stages [13]. However, no comprehensive studies have been conducted in Iran in this field. Therefore, the aim of this study was to investigate the changes of runoff and sediment production during the growing season and in different densities of lentil dry farming in the soil conservation research station of Tikmeh in eastern Azerbaijan.

2- METHODOLOGY

This study was carried out in nine experimental plots (4.8 × 40 m^2 in size), with three treatments including three levels of sowing densities (30, 35 and 40 kg of seed per hectare) of Kimiya cultivar of lentil (Culinaris L.), in three blocks. For this reason, in spring, plots were plowed and sowed on 8 April 2013. The amount of runoff in each plot during the growing season after each rainfall was measured through volumetric method and the amount of sediment in the runoff was determined. Moreover, some agronomical characteristics of lentil such as the canopy cover and plant height were measured. The results were analyzed as split-plot design in time by MSTATC and SPSS softwares.

3- RESULTS

In this study, only in three growth stages, rainfall resulted in runoff and sediment. The first stage of sampling in this research was consistent with the stage of the plant establishment; the second stage was in accordance with plant growth; and the third stage of sampling was consistent with the plant ripening. Results showed that the amount of runoff decreased from the first event to the last one. In other word, after the lentil germination, its efficiency in soil conservation dramatically increased, so that the amount of runoff at the stage of plant growth and ripening stage respectively was 44.71% and 54.31%, and the amount of sediment was 67.10% and 75.20% less than the plant establishment. During the growing season, through increasing the density of lentil dry cultivation from 30 to 40 kg of seed per hectare, the amount of sediments declined significantly. The total amount of sediment resulting from a density of 30 kg seed per hectare was almost two times more than the density treatment of 40 kg of seed per hectare.

The results showed that, over the time, the difference between the treatments in the weeds increased, so that, at the stage of the plant establishment, although there was no significant difference between the

* **Corresponding Author: a_ahmadi@tabrizu.ac.ir**

* Corresponding Author: A_ahmadi@tabrizu.ac.ir

treatments, the treatment of 30 kg per hectare had the highest percentage of weed density at ripening stage.

4- CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

Reducing the runoff and sediment at the end of the growing season can occur due to the reduction in the amount and intensity of rainfall in the above three events, and also due to the increased canopy density of the lentils during the growing season. In addition, results showed that during the growing season, the lentil role in reducing soil loss was more effective than the runoff.

Since in the dry farming of lentil in the study area, crop density of 40 kg per hectare resulted in a minimum amount of runoff and sediment compared to the other treatments; therefore, the sowing rate of 40 kg per hectare is recommended to the farmers of this region.

Key Words: Canopy cover; Experimental plots; Plant growth stages; Seeding density.