

تأثیر پخش سیلاب بر حاصلخیزی خاک در استان سمنان

محمود گودرزی^۱ و محمد حسن شریعتی^۲

چکیده

در این پژوهش سعی شده است تا اثرات پخش سیلاب بر حاصلخیزی خاک عرصه پخش مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور سه نوار اولیه از شبکه پخش سیلاب انتخاب و هر یک از نوارها به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم گردید. نمونه برداری از حدود ۱/۳ عرض نوار و در پائین هر یک از قطعات ایجاد شده از عمق‌های ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ سانتیمتری بردای انجام گرفت. در کنار هر نوار انتخابی قطعاتی که سیلاب پخش نشده به عنوان شاهد در نظر گرفته شده است از مناطق شاهد نیز مانند منطقه پخش نمونه خاک برداشته شده و همراه سایر نمونه‌ها جهت انجام و آزمایشات به آزمایشگاه ارسال شده‌اند.

جدول تجزیه واریانس اثر پخش سیلاب بر حاصلخیزی خاک بر پایه طرح آماری کرت‌های خرد شده (Split plots) انجام پذیرفت که پخش سیلاب و عدم پخش به عنوان تیمارهای اصلی و تغییرات خاک در سه عمق مذکور به عنوان تیمارهای فرعی و نوارهای پخش سیلاب به عنوان تکرارهای طرح در طی ۳ سال می‌باشند.

جدول تجزیه واریانس نشان دهنده این است که تأثیر پخش سیلاب بر افزایش میزان سیلت (Slit)، مواد آلی (OM)، درصد اشباع (sp)، آنیون کلر (Cl)، ازت کل خاک (N) و فسفر خاک (P) با احتمال ۹۹٪ معنی‌دار بوده و بر افزایش میزان رس (Clay)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک (Ec)، کاتیونهای کلسیم (Ca^{++})، منیزیم (Mg^{++})، سدیم

۱- کارشناس ارشد پژوهشی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع Email: goudarz_ms@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان سمنان

(Na⁺) و پتاسیم (K⁺) با احتمال ۹۵٪ معنی دار است. همچنین اثر پخش سیلاب بر کاهش میزان نسبی شن (Sand)، اسیدیته (pH) با احتمال ۹۹٪ معنی دار می باشد. ولی در مقدار آهک (CaCO₃)، ظرفیت تبادل کاتیونی (CEC) و پتاسیم قابل جذب خاک (K) تغییر معنی داری مشاهده نگردیده است.

واژه‌های کلیدی: پخش سیلاب، غلام در گردش، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، حاصلخیزی

مقدمه

یکی از ویژگی‌های اقلیمی مناطق خشک و نیمه خشک، علاوه بر کمی نزولات جوی و محدود بودن منابع آب، نزول بارشهایی با شدت نسبتاً زیاد در مدت زمان کوتاه می باشد که منجر به وقوع سیلابهای مخرب می گردد. ضمن اینکه اغلب این سیلابها بدون استفاده از دسترس خارج شده همچنین باعث فرسایش خاکهای حاصلخیز و بروز خسارات فراوانی برای دامداران و کشاورزان نیز می گردد. لذا محدود بودن منابع آب و خسارات سیلاب در این مناطق سبب توجه به استفاده از سیلابهای زودگذر شده است. در این راستا احداث شبکه‌های پخش سیلاب بر روی مخروط افکنه‌ها، دشتهای و اراضی شنی یکی از روشهایی است که برای بهره برداری از سیلاب در مناطق خشک و نیمه خشک توصیه می شود. ورود حجم زیادی از سیلاب حاوی املاح و بار معلق فراوان با منشاءهای متفاوت با برجای گذاردن رسوبات فراوان به مرور زمان سبب تغییرات قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اولیه می شود. اهمیت پخش سیلاب در ارتباط با منابع خاکی از آن جهت است که ته نشینی مواد معلق دارای کیفیتی خوب بر روی خاکهای جوان زمینهای فرسوده باعث بارور نمودن خاک آن مناطق می شود (کوثر ۷۴). مهار سیلاب و نفوذ آن در مخروط افکنه علاوه بر افزایش حاصلخیزی خاک و بالا آمدن سطح آب زیر زمینی از پیشروی کویر جلوگیری می نماید

(غفاری ۱۳۷۴). همچنین از رسوبات انباشته شده در شبکه‌های پخش سیلاب می‌توان به عنوان ماده اصلاح کننده خاک اراضی شنی و نامرغوب استفاده کرد. لذا اطلاع از کمیت و کیفیت رسوبات انباشته شده در محل پخش سیلاب می‌تواند نقش مهمی در بهره برداری از اراضی و توسعه آینده منطقه داشته باشد. تحقیق حاضر به منظور شناسایی اثر پخش سیلاب و تأثیر آن بر حاصلخیزی خاک در ایستگاه پخش سیلاب قوشه انجام پذیرفته است.

مواد و روشها:

تشریح اجمالی منطقه

منطقه مورد مطالعه (پخش سیلاب قوشه) در ۷۵ کیلومتری شرق سمنان (جاده اصلی تهران - مشهد)، در ۷ کیلومتری جنوب روستای قوشه با طول جغرافیایی '۰۴ و °۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی '۴۵ و °۳۵ شمالی با مساحت حدود ۱۲۰ هکتار و در خروجی حوزه آبخیز دریان و بر روی دشت قوشه احداث گردیده است. که حوزه آبخیز آن (حوزه دریان) از ارتفاعات کوه نیزوا در شمال شرقی سمنان سرچشمه گرفته و با آبراهه اصلی به طول ۶۲ کیلومتر به سمت جنوب شرقی (شهر دامغان) ادامه پیدا کرده است موقعیت جغرافیایی حوزه بین '۱۹ و °۵۳ تا '۱۰ و °۵۴ طول شرقی و '۴۳ و °۳۵ تا '۵۸ عرض شمالی و مساحت ۸۱۹ کیلومتر مربع می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه حوزه بین ۱۲۰ میلیمتر در جنوب منطقه تا ۴۵۰ میلیمتر در ارتفاعات حوزه دریان متغیر می‌باشد که مجموعاً متوسط بارندگی سالیانه حوزه حدود ۲۸۱ میلیمتر می‌باشد. این منطقه از نظر پوشش گیاهی ضعیف بوده و دارای گونه‌های گیاهی از جنس درمنه (*Artemisia herba-alba*)، قیج (*Zygophyllum eurypperum*)، شور (*Salsola sp.*)، کاروانکش (*Atraphaxis spinosa*)، اسفند (*Peganum harmala*) و چرخک (*Launaea acanthodes*) می‌باشد.

این منطقه از لحاظ زمین شناسی متنوع بوده و دارای سازندهای مختلفی از دوران پالئوزوئیک تا کواترنز می باشد. منطقه پخش سیلاب از نظر فیزیوگرافی شامل آبرفت‌های بادبزنی شکل سنگریزه دار بوده که دارای خاک عمیق، سنگریزه دار همراه با بافت سبک می باشد خاکهای منطقه عموماً دارای ساختمان توده‌ای، مواد آلی بسیار کم، کربنات کلسیم (Caco3) زیاد، شوری کم (بدون شوری)، واکنش (pH) قلیایی و فاقد تکامل پروفیلی هستند.

معرفی سیستم پخش سیلاب:

حوزه آبخیز دریان از ارتفاعات کوه نیزوا در شمال شرقی شهرستان سمنان سرچشمه گرفته، و با جهت جنوب شرقی به سمت شهرستان دامغان ادامه پیدا می کند. رواناب خروجی این حوزه پس از گذر از جاده اصلی سمنان دامغان وارد دشت قوشه شده و پس از طی مسافتی وارد کویر حاج علیقلی در جنوب شهرستان دامغان می گردد. در سال ۱۳۷۰ اداره کل امور آب استان در جنوب روستای قوشه به منظور افزایش طول مسیر رودخانه، تأخیر در حرکت سیلاب و تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی اقدام به اجرای سیستم پخش سیلاب به روش غلام در گردشی نمود. این سیستم شامل تعداد ۴ خاکریز (پشته) بوده که جمعاً طول پشته‌ها حدود ۶ کیلومتر بوده است. بدلیل اینکه حجم زیاد سیلاب مسیل دریان زیاد بوده و پس از طی مسیر حادثاتی و تخریب زمینهای کشاورزی پائین دست، وارد کویر حاج علیقلی می شده است، مدیریت آبخیزداری سازمان جهاد سازندگی استان به سفارش و هماهنگی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان در سال ۱۳۷۲ اقدام به احداث سیستم پخش سیلاب در ادامه سیستم قبلی به مساحت ۷۵ هکتار با تعداد ۱۲ خاکریز (پشته) با طول ۳۵۰ تا ۴۰۰ متر و فاصله حدود ۱۴۰ متر نمود.

دبی طراحی شده برای این سیستم ۴ متر مکعب در ثانیه می‌باشد. هر پشته توسط ۲ دروازه در ابتدا و انتهای خود، سیلاب را به کانال بعدی منتقل می‌نماید. سیلاب از طریق لبه کانال در عرصه پخش شده و پس از تجمع در پشت خاکریز یا پشته بعدی توسط دروازه‌ها وارد کانال بعدی می‌شود.

روش تحقیق

در این مطالعه ابتدا سه نوار اولیه از شبکه پخش سیلاب انتخاب گردیده و طول پشته‌های خاکی بین نوارهای پخش سیلاب بوسیله متر اندازه‌گیری شد و هر یک از نوارها به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم گردید. سپس در هر یک از قطعات ایجاد شده قطر آنها را رسم نموده و روی دو قطر ۱۴ نمونه از اعماق ۱۵-، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتیمتری برداشت گردید. نمونه‌های ۱۴ گانه فوق مربوط به هر عمقی را روی هم ریخته و از مخلوط کردن آنها حدود ۲ کیلوگرم خاک (یک نمونه) برای هر عمقی به عنوان قطعه مورد نظر انتخاب گردید. بدین ترتیب هر یک از قطعات دارای سه نمونه مربوط به اعماق فوق خواهد بود.

در هر سه نوار پخش بعنوان تکرار عملیات فوق انجام گردید. برای شاهد از قطعاتی که پخش سیلاب بر روی آنها انجام نشده بود نیز نمونه برداری به روش فوق به عمل آمد. با این ترتیب برای هر نوار ۳۶ نمونه در پخش سیلاب، ۳ نمونه از سه عمق‌های مختلف به عنوان شاهد انتخاب گردید که در کل حدود ۱۱۷ نمونه تهیه گردید. قابل ذکر است با توجه به کمبود هزینه و با مشورت مراکز علمی و مجری ملی طرح از نمونه‌ها متوسط‌گیری به عمل آمد بدین شرح که ۱۲ نمونه خاک مربوط به هر عمقی با هم مخلوط گردیده و یک نمونه تهیه شد. به این ترتیب تعداد نمونه‌های هر نوار از ۳۶ به ۳ نمونه تقلیل یافت. در سالهای دوم و سوم طرح نیز عملیات فوق تکرار گردید.

و در پایان نمونه‌های خاک تهیه شده برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه ارسال گردیدند.

پس از اتمام آزمایشات و آماده شدن نتایج (ضمیمه ۱)، برای آنالیز و تجزیه و تحلیل نتایج از طرح آماری کرتها‌ی خرد شده زمانی مکانی (Split plot) استفاده گردید که در این طرح عامل «A» پخش سیلاب و عدم پخش (شاهد) آن به عنوان تیمارهای اصلی، عامل «B» سه عمق نمونه برداری به عنوان تیمارهای فرعی، عامل «R» سه پخش به عنوان تکرارهای طرح و عامل «C» سالهای اجرای طرح به عنوان تیمار در نظر گرفته شده‌اند. آنالیز آماری با استفاده از رایانه و نرم افزار C-MSTAT انجام گرفته شده است. لازم به ذکر است بدلیل اینکه در این طرح اندازه‌گیری فاکتورهای اصلی مهم بوده، که در همان تجزیه و تحلیل اولیه (جدول تجزیه واریانس) جواب لازم گرفته شده است. بنابراین نیازی به مقایسه میانگین‌ها نبوده است.

تغییرات هر یک از عوامل مورد اندازه‌گیری که از جداول تجزیه واریانس (ضمیمه ۲) بدست آمده، برای به طور جداگانه در جدول ذیل بیان شده است.

ردیف	عامل مورد اندازه گیری	شرح
۱	سیلت، مواد آلی، درصد اشباع، آنیون کلر، ازت کل خاک و سفر خاک	افزایش با احتمال ۹۹٪ معنی دار
۲	رس خاک، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، کاتیونهای کلیم، میریم، سدیم و پتاسیم	افزایش با احتمال ۹۵٪ معنی دار
۳	کاهش شن، اسیدیته	کاهش با احتمال ۹۹٪ معنی دار
۴	آهک، ظرفیت تبادل کاتیونی. درصد سدیم تبادل و پتاسیم قابل جذب خاک	تغییر معنی دار وجود نداشته است

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بافت خاک عرصه پخش در اثر پخش سیلاب تغییر نموده است از بافت سبک (Very gravelly loamy sand) به طرف خاکهای متوسط بافت (Loam, Loamy sand) تغییر یافته است همچنین نتایج مطالعات سررشته‌داری (V) در پخش سیلاب کرمان نشان می‌دهد که بافت خاک در اثر پخش سیلاب بهبود یافته است. که تغییرات عوامل تشکیل دهنده بافت (شن، سیلت و رس) به تفکیک در ذیل آورده شده است.

- نتایج حاصله از تجزیه واریانس نمونه‌های شن نشان می‌دهد که مقدار شن (sand) در سیستمهای پخش سیلاب کاهش یافته است که علت اصلی آن مربوط به جنس تشکیلات زمین شناسی، بافت خاک و حوزه بالادست که دارای فاصله سیستم پخش با منابع برداشت رسوبات می‌باشد. این نتیجه با نتایج رهبر (۱) نیز همخوانی دارد.

- نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس همچنین نشان دهنده این است که مقدار سیلت (silt) عرصه پخش افزایش یافته است که این افزایش بیشتر در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر مشاهده شده و مربوط به جنس تشکیلات زمین شناسی و بافت خاک حوزه بالادست می‌باشد که به عرصه‌های پخش حمل شده‌اند این موضوع با نتایج رهبر (۱) نیز همخوانی دارد.

- همچنین مقدار رس (clay) خاک عرصه در اثر پخش سیلاب افزایش یافته است که این افزایش نیز به دلایل فوق می‌باشد با نتایج رهبر (۱) و نادری (۳) مطابقت دارد.

- نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان دهنده افزایش درصد اشباع خاک می‌باشد و نظر به اینکه درصد اشباع خاک با بافت خاک رابطه معنی‌داری دارد. لذا در این نتایج با عنایت به افزایش ذرات ریز دانه و کاهش ذرات درشت دانه، افزایش میزان درصد اشباع خاک منطقی نشان می‌دهد.

- مقدار مواد آلی در عرصه پخش سیلاب افزایش یافته است که این افزایش نتیجه حمل خاکهای سطحی از منابع با مواد آلی (خاکهای مرتعی و اراضی کشاورزی حوزه بالادست) بیشتر بوده است. این موضوع با نتایج سررشته‌داری (۲) نیز همخوانی دارد. همچنین تجزیه و تحلیل نتایج نادری (۳) در سالهای متوالی که بر روی پخش سیلاب گریبایگان نموده‌اند نشان می‌دهد که افزایش مواد آلی در آن منطقه نتیجه توسعه پوشش گیاهی در سیستم پخش سیلاب بوده است.

- مقدار آهک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان نمی‌دهد. که علت اصلی آن را می‌توان قلت بارندگی منطقه و عدم توانایی شستشوی آهک از نیمرخ خاک دانست. لذا آنچه از طریق سیلاب حمل می‌گردد با آنچه که در خاک وجود دارد تقریباً برابر است.

- نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که مقدار PH خاک در اثر پخش سیلاب کاهش یافته است که علت اصلی آن را می‌توان وجود مواد آلی در سیلاب برشمرد.

- مقدار هدایت الکتریکی (EC) خاک در اثر پخش سیلاب به مقدرا اندکی افزایش یافته است که به نظر می‌رسد از جنس تشکیلات حوزه آبخیز بالاست و یا با توجه به دمای منطقه در اثر تبخیر آبها و ماندن نمکها در سطح خاک باشد. در پی افزایش - هدایت الکتریکی، میزان کاتیونهای موجود در خاک که شامل سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم می‌باشند نیز به مقدار اندکی افزایش یافته است. این موضوع با نتایج رهبر (۱) نیز مطابقت دارد.

- مقدار یون کلر بخصوص در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد که با نتایج رهبر (۱) نیز مطابقت دارد.

مقدار ظرفیت تبادل کاتیونی خاک تغییرات زیادی نداشته است. با عنایت به اینکه مقدار رس و مواد آلی افزایش یافته نکته حائز توجه می‌باشد و نیاز به بررسی دقیق تر دارد.

- میزان ازت خاک در اثر پخش سیلاب افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد که علت اصلی آن را می‌توان حمل خاکهای غنی از مواد آلی اراضی بالا دست بوسیله سیلاب دانست. این موضوع با نتایج سررشته‌داری (۲) نیز همخوانی دارد.

- مقدار پتاسیم قابل جذب در اثر پخش سیلاب نیز تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

- مقدار فسفر خاک در اثر پخش سیلاب افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد که این موضوع با نتایج رهبر (۱) و سررشته‌داری (۲) نیز همخوانی دارد.

سپاسگزاری

در پایان لازم به یادآوری است که این تحقیق در مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان سمنان انجام شده که بدینوسیله از زحمات همکاران محترم آن مرکز از جمله بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، آقای مهندس بیژن مژدارانی و آقای مهندس علی محمد عمویی تشکر و قدردانی می‌شود.

پاورقی‌ها

Floodwater spreadin
Gallery manner
Physical and chemical properties of soli
Soil fertility

منابع مورد استفاده

- رهبر، غلامرضا، ۱۳۷۶، بررسی تأثیر پخش سیلاب بر حاصلخیزی خاک در استان فارس (گزارش نهایی طرح تحقیقاتی)
- غفاری، حمید رضا ۱۳۷۴، بررسی پخش سیلاب بر روی رسوبات آبرفتی و تأثیر آن در تغذیه آبهای زیر زمینی در استان خراسان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- نادری، علی اصغر، ۳۷۶، اثر پخش سیلاب بر پاره ای از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک شنی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- گزارش مطالعات زمین شناسی حوزه آبخیز دریان شرکت خدمات مهندسی جهاد - دفتر سمنان ۱۳۷۶.
- گزارش مطالعات خاک و قابلیت اراضی حوزه آبخیز دریان شرکت خدمات مهندسی جهاد- دفتر سمنان ۱۳۷۶.
- گزارش مطالعات پوشش گیاهی حوزه آبخیز دریان شرکت خدمات مهندسی جهاد - دفتر سمنان ۱۳۷۶.
- گزارش عملکرد ایستگاههای تحقیقاتی آموزشی و ترویجی پخش سیلاب در آبخوان، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان سمنان - ۳۷۷.
- Sarreshtehdari, Amir, 2002, The impact of a floodspreading project on soil properties, Kerman province, MSc Thesis, ITC, Enschede, The Netherlands.

ضمیمہ شماره ۱- جدول نتایج آزمایشات خاک

No	Description	pH	Ec *10 ³	Cations meq/l					Cl ⁻ Meq/l	%CaCo ₃	%O M	%N	Pp.p. m	Kp.p. m	CECme q/100g soil	%sp	Mechanical analyze		
				Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺									Sand %	Silt %	Clay %
1	a1 t1 b1	7.5	1.35	10.2	6.4	3.8	3	0.62	3.6	28.7	0.48	0.031	10.2	6.4	12	32.9	52	30	18
2	a1 t1 b2	7.5	1.1	7.6	4.2	3.4	3	0.5	4.4	30	0.33	0.02	5.6	5.2	10	29.7	70	14	16
3	a1 t1 b3	7.48	1.1	7.8	4.2	3.6	3	0.35	4.1	33.5	0.25	0.01	3.4	4	8	29.3	74	12	14
4	a1 t2 b1	7.46	1.6	10.5	6.6	3.6	5	0.74	4.0	30.2	0.42	0.025	10.8	6.4	10	33.4	56	16	28
5	a1 t2 b2	7.53	1.25	9.4	5.4	4.0	3	0.26	4.0	30.9	0.13	0.011	5.2	5.4	8	26	74	12	14
6	a1 t2 b3	7.56	1.4	8.8	5	3.9	5	0.42	2.8	33.6	0.34	0.21	3.0	3.6	8	28.4	78	10	12
7	a1 t3 b1	7.5	1.25	8.2	4.8	3.4	4	0.6	3.2	30	0.33	0.21	9.6	12.4	10	33.9	54	26	20
8	a1 t3 b2	7.57	0.9	4.9	2.8	2.1	4	0.36	2.4	30.8	0.27	0.017	8.6	5.2	8	26.5	72	12	16
9	a1 t3 b3	7.51	0.91	7.0	4.1	2.9	2	0.3	2.4	32.0	0.21	0.13	2.2	4.0	8	23.2	78	12	10
10	Cs b1	8.2	1.1	7.2	4	3.2	1	0.29	1.6	35	0.05	0.01	2.4	4	6	26.1	80	8	12
11	Cs b2	8	0.97	3.8	2.1	1.7	5	0.56	1.2	31.2	0.14	0.02	3.6	5.2	8	24	84	6	10
12	Cs b3	8	2.1	4.8	2.9	1.9	3	0.2	2.4	34.6	0.1	0.01	3.2	5.2	8	26.6	82	10	8

منطقه شامل: Cs: عمق b: سال بھش t: نوار بھش a:

ضمیمه شماره ۲: نمونه جداول تجزیه واریانس همراه با علائم بکار رفته علائم بکار رفته در جدول تجزیه واریانس به شرح ذیل می‌باشد.

علائم	شرح
Replication	تفاوت بین نوارهای پخش (۳ تکرار)
Factor A	تفاوت بین پخش و عدم پخش
Factor B	تفاوت بین اعماق مختلف (۳ عمق)
AB	اثر متقابل بین سیستم پخش و عدم پخش و اعماق مختلف
C	تفاوت در زمانهای مختلف (۳ سال)
AC	اثر زمان (سالها) در سیستم پخش و عدم پخش
BC	اثر زمان (سالها) در عمق
ABC	اثر ۳ عامل بر هم (زمان - عمق - سیستم پخش و عدم پخش)
n.S	عدم وجود تفاوت معنی‌دار
*	با احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار
**	با احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار

آنالیز واریانس مقادیر شن (Sand)

K value	Source	Degrees of freedom	Sum of Squares	Mean Square	F value	Prob.
1	Replication	2	57.333	28.667	6.7895 ^{n.s}	0.1284
2	Factor A	1	1176.000	1176.000	278.5263 ^{**}	0.0036
3	Error (a)	2	8.444	4.222		
4	Factor B	2	3073.778	1536.889	53.8210 ^{**}	0.0013
5	Error (b)	4	114.222	28.556		
6	AB	2	263.111	131.556	91.0769 ^{**}	0.0005
7	Error (c)	4	5.778	1.444		
8	Factor c	2	67.111	33.556	4.4195 ^{**}	0.0232
10	AC	2	21.778	10.889	1.4341 ^{n.s}	0.2580
12	BC	4	39.111	9.778	1.2878 ^{n.s}	0.3026
14	ABC	4	60.444	15.111	1.9902 ^{n.s}	0.1282
15	Error (d)	24	182.222	7.593		
	Total	53	5069.333			

آنالیز واریانس مقادیررس (Clay)

K value	Source	Degrees of freedom	Sum of Squares	Mean Square	F value	Prob.
1	Replication	2	4.000	2.000	0.6932 n.s	
2	Factor A	1	96.000	96.000	33.2308 *	0.0288
3	Error (a)	2	5.778	2.889		
4	Factor B	2	529.333	264.667	66.1667 **	0.0009
5	Error (b)	4	16.000	4.000		
6	AB	2	3.111	1.556	0.2188 n.s	
7	Error (c)	4	28.444	7.111		
8	Factor c	2	59.111	29.556	12.8710 **	0.0002
10	AC	2	9.333	4.667	2.0323 n.s	0.1530
12	BC	4	27.556	6.889	3.0000 *	0.0385
14	ABC	4	11.556	2.889	1.2581 n.s	0.3137
15	Error (d)	24	55.111	2.296		
	Total	53	845.333			