

# معرفی یک نوع بارانساز مصنوعی قابل حمل برای بررسی فرسایش و رسوب

روانبخش رئیسیان و فرهاد موسوی

به ترتیب عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، [Raesiyan@yahoo.com](mailto:Raesiyan@yahoo.com) و استاد گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

برای اندازه گیری میزان فرسایش خاک، روش های گوناگونی اعمال می گردد که از جمله این روش ها، اندازه گیری فرسایش خاک، در پلات های تحت شرایط طبیعی است. در این روش، وجود اطلاعات کافی و طولانی مدت، لازم و ضروری است. مشکل دیگر آن است که نتایجی که از باران های طبیعی بدست می آید به دلیل تغییر پذیری باران و عدم وجود روش های مشخص برای اندازه گیری دامنه قطر قطرات باران، سرعت برخورد قطرات و انرژی باران با هم قابل مقایسه نیستند [۸ و ۱۰]. علاوه بر این صرف هزینه و زمان زیاد از دیگر معایب این روش می باشند. از این رو اندازه گیری فرسایش خاک با استفاده از بارانسازهای مصنوعی مورد توجه محققان واقع شده و کاربرد فراوانی یافته است. از بزرگترین مزیت های انجام تحقیق با بارانساز مصنوعی، سرعت، کارایی و کنترل بیشتر نسبت به مطالعه با استفاده از باران طبیعی است.

استفاده از بارانسازهای مصنوعی برای انجام تحقیقات در زمینه هیدرولوژی، فرسایش خاک و رسوبی کاربردی وسیعی داشته و محققین زیادی از جمله وهابی (۱۳۶۸)، ازشم (۱۳۷۵)، رئیسیان و موسوی (۱۳۶۷)، صباح (۱۳۷۶)، آهوزاده (۱۳۷۷)، شکل آبادی (۱۳۷۹)، احمدی ایلخچی (۱۳۷۹)، خسروی فرد (۱۳۸۱)، Warington (۱۹۸۹)، Bolton Ward (۱۹۹۱)، Bissonais و Singer (۱۹۹۳)، Zuzec and Pikul (۱۹۹۳)، Koen و Eldrige (۱۹۹۳)، Navas (۱۹۹۳)، Goff (۱۹۹۳)، Bryan (۱۹۹۴)، Blum و Gomer (۱۹۹۳)، Cerda (۱۹۹۹) در انجام تحقیقات خود از این وسیله استفاده نموده اند.

وهابی (۱۳۶۸) در تحقیق خود پیرامون بررسی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی، ترکیب گیاهی، تولید علف و سرعت نفوذ در وضعیت قرق و چرا در فریدن اصفهان از بارانساز مصنوعی استفاده نمود [۹]. ازشم (۱۳۷۵) با استفاده از بارانساز به بررسی تولید رواناب و رسوب در سازندهای مختلف زمین شناسی در یکی از حوزه های آبخیز استان خوزستان در شیبهای مختلف پرداخته است [۳]. رئیسیان (۱۳۷۶) نیز به کمک بارانساز تأثیر بافت خاک، شدت بارندگی، پوشش گیاهی و شیب زمین بر روی میزان رواناب و نفوذ در چند حوزه آبخیز از استان

چهارمحال و بختیاری را مورد بررسی قرارداد [۵]. صباح (۱۳۷۶) در بررسی رابطه بین فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) در معادله USLE با ثبات خاکدانه ها در سربهای عمده خاک منطقه دشت قزوین از بارانساز استفاده نمود [۷]. آهوزاده (۱۳۷۷) نیز با بکارگیری بارانساز، میزان رواناب و تولید رسوب در بخش لهری سازند آغاچری در زیر حوضه گلال مورت را مورد مقایسه قرار داده اند [۱]. شکل آبادی (۱۳۷۹) با استفاده از بارانساز، فرسایش پذیری نسبی خاک برخی از سازندهای زمین شناسی و رابطه آن با تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای حوزه آبخیز گل آباد را مورد بررسی قرار داد [۶]. احمدی ایلخچی (۱۳۷۹) نیز در تحقیق پیرامون اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر تولید رواناب و کیفیت خاک منطقه دورهان در استان چهارمحال و بختیاری از بارانساز استفاده بعمل آورد [۲]. خسروی فرد (۱۳۸۱) با ایجاد بارش به وسیله بارانساز مصنوعی، اثر تند و جهت شیب در فرسایش مارن ها را مورد بررسی و مقایسه قرار داد [۴].

Warington و همکاران (۱۹۸۹) با استفاده از بارانساز مصنوعی به بررسی اثر شیب و گچ فسفردار بر رواناب و فرسایش خاک پرداختند [۱۹]. Bolton و Ward (۱۹۹۱) پارامترهای هیدرولوژی را برای خاکهای جنگلی و مرتعی یکی از مناطق را با استفاده از بارانساز مورد بررسی قرار دادند [۱۸]. Bissonais و Singer (۱۹۹۳) نیز با استفاده از بارانساز مصنوعی تشکیل سله، رواناب و فرسایش داخل شیار را در ۱۷ نوع خاک کالیفرنیا مورد تحقیق قرار داده اند [۳۶]. Zuzec و Pickul (۱۹۹۳) نیز با استفاده از بارانساز، اثر مانع کاه و کلس بر روی هرس آب و فرسایش در کرت های کوچک کشاورزی را بررسی کردند [۲۰]. Koen و Eldrige (۱۹۹۳) هرس آب و تولید رسوب یک منطقه جنگلی نیمه خشک واقع در شرق استرالیا را با کاربرد بارانساز مصنوعی مورد بررسی قرار دادند [۱۵]. Navas (۱۹۹۳) تولید رسوب از بوته زارهای نیمه خشک در اسپانیا را تحت شرایط شبیه سازی باران مورد بررسی قرار دادند [۱۷]. Goff و همکاران (۱۹۹۳) نیز وضعیت فرسایش را با استفاده از دستگاه بارانساز در نواحی تپه ماهوری تحت شرایط رطوبتی مرطوب و خیلی مرطوب بررسی نمودند [۱۶]. Bryan (۱۹۹۴) پیرامون واکنش های هیدرولوژی

مقدار افت سطح آب در مدت دو دقیقه صورت بگیرد شدت بارندگی معادل  $30 \text{ mm/h}$  است.

### ج - سرعت سقوط و انرژی جنبشی

سرعت اولیه سقوط قطرات باران برابر صفر بوده و سرعت برخورد قطرات باران به سطح خاک تابع ارتفاع سقوط است. ارتفاع شبکه تولید قطرات باران از سطح زمین نیز برابر  $165$  سانتیمتر می باشد. بنابراین بر اساس رابطه سرعت سقوط آزاد سرعت قطرات باران در لحظه برخورد با زمین برابر  $4$  متر بر ثانیه است. از آنجا که تمام قطره چکانهای نصب شده از نظر اندازه و شکل یکسان هستند قطر تمام قطرات یکسان بوده و برابر  $4$  میلیمتر است [۶]. با فرض کروی بودن قطرات و در نظر گرفتن جرم مخصوص آب برابر  $1 \text{ g/cm}^3$  جرم هر قطره  $0.1$  گرم و در نتیجه انرژی جنبشی قطر در لحظه برخورد با زمین برابر  $0.18$  ژول است.

### د - یکنواختی توزیع بارش

از آنجا که قطره چکانها قابل تنظیم می باشند. کنترل یکنواختی توزیع بارش با باز و بسته نمودن و تنظیم ریزش تعداد قطره از قطره چکانها در واحد زمان به راحتی انجام می گیرد.

### ه - قابلیت کاربرد دستگاه

اجزاء دستگاه قابل جدا شدن بوده و به دلیل سبکی وزن، و سهولت مونتاژ و نصب و آب مورد نیاز نسبتاً ناچیز کاربرد آن در هر شرایطی امکان پذیر است. برای ایجاد بارش به شدت  $40$  میلیمتر در ساعت و مدت مداوم یک ساعت تنها  $40$  لیتر آب مورد نیاز است و دو نفر قادر به نصب و راه اندازی دستگاه و انجام آزمایش می باشند.

### و - نحوه راه اندازی دستگاه

برای ایجاد باران و انجام آزمایش، ابتدا دستگاه را در خارج از پلات مونتاژ و نصب نموده و برای شدت بارندگی مورد نظر تنظیم می شود. سپس شیر کنترل مخزن آب را بسته و توسط دو نفر دستگاه را به آرامی جابجا نموده و بر روی پلات اصلی قرار داده می شود. برای اینکه بتوان رواناب و رسوب تولید شده از پلات را به یک نقطه هدایت و جمع آوری نمود، یک قاب (چارچوب) به ابعاد  $1 \times 1$  متر از ورق فلزی با طول یک متر، عرض ده سانتیمتر و ضخامت دو میلیمتر به نحوی ساخته شد که انتهای آن به شکل قیف باشد (شکل ۳). در انتهای قسمت قیف مانند چارچوب یک لوله فلزی کوتاه نصب گردید تا رواناب و رسوب تولید شده از طریق آن خارج گردد. برای نصب قاب لازم است قبل از شروع آزمایش، پس از آنکه محل پلات با توجه به شرایط مورد نظر انتخاب گردید، قاب را در محل انتخاب شده قرار داده و با وارد نمودن ضربه های آرام در خاک فرو برده شود تا آنکه لبه های چارچوب به عمق  $5$  سانتیمتر در خاک فرو رود.

و انتقال رسوب تحت شرایط شبیه سازی باران در تیه ماهوره های مناطق نیمه خشک کنیا تحقیقاتی را به انجام رسانده اند [۱۴]. Blum و Gomer (۱۹۹۹) میزان تولید هرز آب در تشکیلات مارنی را در مناطق مارنی مغرب و الجزایر با استفاده از بارانساز مورد بررسی قرار دادند [۱۲]. Bruce و همکاران (۱۹۹۶) برای اندازه گیری میزان نفوذ آب باران به خاک از بارانساز مصنوعی استفاده نمودند. ایشان اظهار می دارند که بینگهام و همکاران (۱۹۹۴)، سیمتتون و همکاران (۱۹۹۰)، هاتن و گیفورد (۱۹۸۸) و چاو و هربرگ (۱۹۶۵) نیز از بارانساز مصنوعی استفاده نموده و نتایج خوبی بدست آورده اند [۱۳]. بنابراین، چنانچه منابع علمی نشان می دهد بارانساز مصنوعی در ابعاد مختلف در بررسی ها و تحقیقات مربوط به فرسایش و رسوب کاربرد وسیعی دارد. ولی به این نکته بایستی توجه داشت که هدف تحقیق با بارانساز بایستی بدست آوردن داده های کاربردی از آن باشد و نکته دیگر آنکه نوع بارانساز مورد استفاده بایستی بر اساس هدف تحقیق انتخاب شود.

### مشخصات و ویژگیهای بارانساز

#### الف - اجزاء دستگاه

مجموعه دستگاه باران ساز مصنوعی ( Rainfall Simulator Set ) مورد نظر متشکل از یک شبکه تولید قطرات باران به ابعاد  $1 \times 1 \text{ m}$  قاب نگهدارنده شبکه تولید باران، چهار پایه، چارچوب محصور کننده پلات و مخزن آب می باشد (شکل ۱). شبکه تولید قطرات باران از اتصال  $13$  قطعه لوله پلی اتیلن با قطر  $16 \text{ mm}$  که به فواصل  $8$  سانتیمتر از هم بطور موازی قرار گرفته اند ساخته شده است (شکل ۲). بر روی  $11$  لوله میانی تعداد  $49$  قطره چکان به فاصله  $4$  سانتیمتر ( $25$  قطره چکان در یک طرف و  $24$  قطره چکان در سمت مقابل) و بر روی دو لوله کناری  $24$  قطره چکان (در سمت داخل شبکه) نصب شد. بدین ترتیب شبکه تولید باران دستگاه شامل  $588$  قطره چکان قابل تنظیم است. این شبکه از یک سمت توسط لوله رابط به مخزن آب متصل می شود.

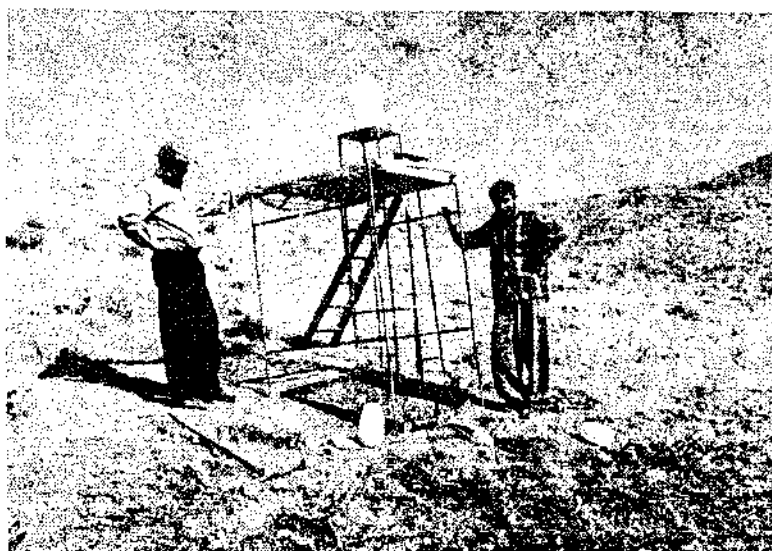
#### ب - شدت بارندگی

با توجه به اینکه تعداد نسبتاً زیادی قطره چکان در واحد سطح نصب گردید لذا در آن واحد به تعداد قطره چکان ها امکان ریزش قطرات باران وجود داشته و لذا محدودیتی از نظر ایجاد بارندگی با شدت زیاد وجود ندارد. از طرف دیگر به دلیل قابل تنظیم بودن قطره چکان های مورد استفاده، امکان کاهش تعداد ریزش قطره از هر قطره چکان در واحد زمان و حتی مسدود نمودن اختیاری بخشی از قطره چکانها وجود داشته و علاوه بر این با کنترل میزان آب ورودی به سیستم از طریق تنظیم شیر مخزن آب می توان شدت بارندگی را تنظیم نمود. بدین ترتیب امکان ایجاد باران با شدت پایین نیز وجود دارد. با قرائت تغییرات سطح آب داخل مخزن نسبت به زمان می توان میزان شدت بارندگی در دوره های زمانی کوتاه را اندازه گیری نمود. مخزن آب به گونه ای مدرج گردیده که هر واحد افت سطح آب معادل یک میلیمتر بارندگی است. بطور مثال اگر میزان افت سطح آب در مدت یک دقیقه  $1$  واحد باشد، شدت بارندگی معادل  $60 \text{ mm/h}$  است و اگر همین

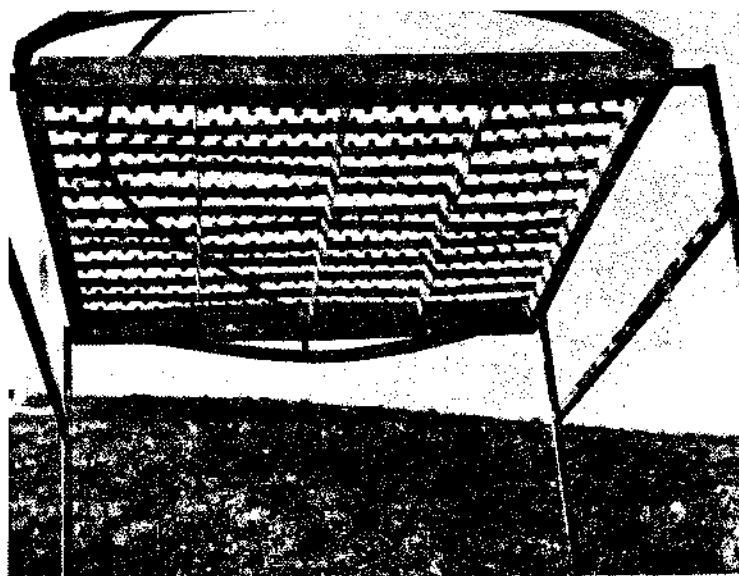
**موارد استفاده از بارانساز معرفی شده در تحقیقات**

دستگاه بارانساز معرفی شده تاکنون، در موارد گوناگون توسط دانشجویان و محققان در دانشگاههای مختلف و مراکز تحقیقاتی بکار برده شد و حتی در مواردی مشابه سازی نیز صورت گرفت که به بعضی از آنها اشاره می شود. رژیسیان برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه صنعتی اصفهان  
 آهوزاده برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران  
 شکل آبادی برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه صنعتی اصفهان

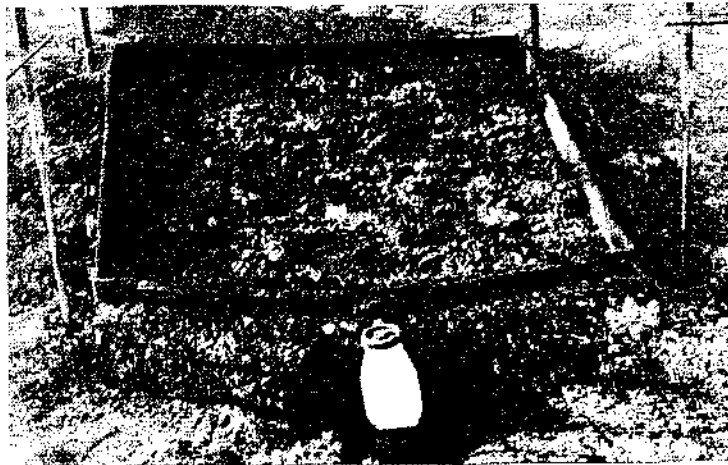
خسروی فرد برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز  
 نورانیان برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گرگان  
 پژوهش برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران  
 احمدی ایلخچی برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی اصفهان  
 اسکندری و همکاران برای اجرای طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان  
 محمود آبادی برای انجام پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران



شکل (۱) مجموعه کامل دستگاه بارانساز قابل حمل معرفی شده



شکل (۲) صفحه ریزش باران دستگاه بارانساز متشکل از ۵۸۸ قطره چکان از نوع قابل تنظیم



شکل (۳) قاب محصور کننده پلات که بر روی زمین در زیر باران ساز قرار می گیرد

فریدن اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. کرج.

10- Agassi, M. and J.M. Bradford. 1999. Methodologies for interill soil erosion. *Soil Tillage Res.*, 49: 277-287.

11- Bissonais, Y.L. and M.J. singer. 1993. " Seal formation, Runoff and Intrill Erosion from seventeen California Soils". *Soil Sci. Am. J.* 57, 224-229.

12- Blum, W. and D. Gomer. 1999. Runoff from soils on marls under semi - arid Mediterranean conditions, 105.

13- Bruce, W.B., P.M. allen, and N.L. Bingham. 1996. A portable rainfall Simulator for assessing infiltration. *J. Soil and Water Cons.* 51(6): 508 - 510.

14- Bryan, R.B. 1994. Microcatchment hydrological response and sediment transport under simulated rainfall on semi-arid hillslope.

15- Eldrige, D.J. and T.B. Koen. 1993. Runoff and sediment Yield from a semi-arid woodland in Eastern Australia II. Variation in some soil hydrological properties along a gradient in soil surface condition.

16- Goff, B.f., G. Bent and G.E. Hart. 1993. Erosion response and disturbed sagebrush steppe hill slope.

17- Navas, A. 1993. Soil losses under simulated rain fall in semi-arid shrub lands of the Ebro Valley, Spain.

18- Ward, T.J. and S.M. Bolton. 1991. Hydrology parameters for selected in Arizona and New Mexico as determined by Rainfall Simulation.

19- Warrington, I., I. Shainberg., M. Agassi, and J. Morin. 1989. Slope and Phosphogypsum effect on runoff and Soil Erosion. *Sci. Soc. Am. J.* 53: 1201 - 1205.

20- Zuzec, J.F. and J.L. Pikul. 1993. Effects of Straw Mulch on Runoff and erosion from small agricultural plots in North-Eastern Oregon.

### منابع مورد استفاده

- ۱- آهوزاده، م. ۱۳۷۷. میزان رواناب و تولید رسوب در بخش لهری سازند آغاچری در زیر حوضه گلال مورت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۲- احمدی ایلخچی، ع. ۱۳۷۹. اثر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر تولید رواناب و کیفیت خاک منطقه دو. اهان در استان چهار محال و بختیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.
- ۳- ارشم، ع. ۱۳۷۵. بررسی تولید رواناب و رسوب در سازندهای مختلف زمین شناسی در یکی از حوزه های آبخیز استان خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۴- خسروی فرد، م. ۱۳۸۱. اثر تند و جهت شیب در فرسایش مارن ها با استفاده از باران ساز مصنوعی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۵- رئیسیان، ر. ۱۳۷۶. بررسی تأثیر بافت خاک، شدت بارندگی، پوشش گیاهی و شیب زمین بر روی میزان رواناب و نفوذ در چند حوضه آبخیز چهار محال و بختیاری پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.
- ۶- شکل آبادی، م. ۱۳۷۹. بررسی فرسایش پذیری نسبی خاک برخی از سازندهای زمین شناسی و رابطه آن با تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای حوضه آبخیز گل آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان.
- ۷- صباح، آ. ۱۳۷۶. بررسی رابطه بین فاکتور فرسایش پذیری خاک (K) در معادله USLE با ثبات خاکدانه ها در سرپهای عمده خاک منطقه دشت قزوین. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. کرج.
- ۸- مورگان، آر. ۱۳۶۸. فرسایش و حفاظت خاک. ترجمه ا. علیزاده. (۱۳۶۸). مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد: ۲۵۸.
- ۹- وهابی، م. ۱۳۶۸. بررسی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی، ترکیب گیاهی، تولید علوفه و سرعت نفوذ در وضعیتهای قرق و چرا در منطقه