# مقايسة سرعت نفوذ آب به خاک در اراضي بدون پوشش و با الگوي پوشش دايره‌اي شکل گونه‌هاي ***Iris songarica*** و ***Scripoides holoschoenus*** و ارزيابي معادله‌های نفوذ گرين-آمپت و هورتون

اصغر مصلح‌آراني*[1] و حميدرضا عظيم‌زاده[1]
[1] استاديار دانشکده منابع طبيعي و کويرشناسي و پژوهشکدة مناطق خشک و بياباني دانشگاه يزد، ايران
(تاريخ دريافت: ۹۰/۴/۱۴ ، تاريخ تصويب: ۹۰/۷/۲۵)

## چکيده

حلقه‌هاي گياهي با اندازه‌هاي مختلف توسط گونه‌هايي از تيره زنبق، گندميان، اويارسلام و بعضي تيره‌هاي ديگر در مناطق نيمه‌خشک تشکيل مي‌شود. مکانيسم تشکيل حلقة نوعي واکنش به خشکسالي و سازش با شرايط کمبود منابع آب است. تاکنون نقش اين گياهان در نفوذ آب به خاک و تاثير توسعة اين گونه‌ها در هيدرولوژي حوزه‌هاي آبخيز کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در اين پژوهش نفوذ تجمعي و شدت نفوذ آب در درون حلقه‌هاي گياهي دو گونة *Iris songarica* و *Scripoides holoschoenus* اندازه‌گيري شد. نفوذ تجمعي و شدت نفوذ در خاک بين حلقه‌هاي گياهي نيز به عنوان محدودة فاقد پوشش (شاهد) نيز اندازه‌گيري شد. اندازه‌گيري نفوذ تجمعي و شدت نفوذ به کمک استوانه‌هاي زوجی انجام پذيرفت. نفوذپذيري در سه تکرار براي هر گياه که به‌طور تصادفي انتخاب گرديد ,تکرار شد. در خاک بين حلقه‌ها نيز در سه تکرار مقادير نفوذ تجمعي و شدت نفوذ به‌دست آمد. در هر اندازه‌گيري نفوذ فاصله‌هاي زماني، پنج دقيقه در نظر گرفته شد تا زماني که نفوذ آب به خاک يا درون حلقه گياهي ثابت گرديد. در بيشتر مدل‌هاي برآورد عمق و حجم رواناب سطحي در حوزة آبخيز مانند نرم‌افزار HEC-HMS از معادله‌های نفوذ استفاده مي‌شود. دانستن اجزاء معادله‌های نفوذ گرين-آمپت و هورتون داخل حلقة زنبق، حلقة اويارسلام و در خاک منطقة بدون پوشش، کمک مي‌کند تا از داده‌هاي ورودي دقيق‌تر براي اجراء مدل‌هاي هيدرولوژي استفاده کرد. کارايي مدل‌هاي گرين-امپت و هورتون در برآورد نفوذ با محاسبة ضريب کارايي ناش- ساتکليف به‌دست آمد. نتايج حاصل از آزمون t جفت شده نشان داد؛ بين شدت نفوذ آب و نفوذ تجمعي دو تيمار گونه‌هاي با پوشش حلقه‌اي و خاک بين حلقه‌ها اختلاف معني‌داري وجود دارد (p<۰/۰۱). مقادير نفوذ تجمعي پس از يک ساعت براي زنبق، اويارسلام و خاک لخت به ترتيب ۵۶/۵±۲/۸، ۸۹/۵±۵/۴ و۴۲/۷±۱/۳ ميلي‌متر به‌دست آمده است. شدت نفوذ اشباع براي زنبق۲ ±۳۹/۶، آويارسلام ۵۴±۲/۷ و شاهد ۲۷/۶±۱/۴ ميلي‌متر بر ساعت محاسبه شد. اين اختلاف به علت نفوذ بيشتر آب در مرکز حلقة گونه‌هاي گياهي، حاکي از اثر مثبت زيتوده ريشه و بافت‌هاي مرده در مرکز حلقه مي‌باشد. کارايي مدل‌هاي گرين-امپت و هورتون در برآورد شدت نفوذپذيري در الگوي پوشش حلقه‌اي و شاهد در حد قابل قبول از نظر شاخص ناش ساتکليف قرار دارد.

واژه‌هاي کليدي: رشد حلقه‌اي، گرين- آمپت، ناش ساتکليف، نفوذپذيري، هورتون

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۱۵۷۵۲۱۸ فاکس: ۸۲۱۰۶۹۸۰۳۵۱ E-mail: amosleh@yazduni.ac.ir

## مقدمه

ايران سرزميني خشک و نيمه‌خشک با نزولات جوي بسيار کم است به طوري‌که ميانگين بارش سالانه آن در حدود ۲۴۰ ميلي‌متر مي‌باشد (Mahdavi, 2009). در مقايسه با ميانگين بارش در سطح کره زمين (حدود ۸۶۰ ميلي‌متر)، اين مقدار بسيار کم است. اين نشان دهندة آن‌است که خشکي در ايران يک واقعيت اقليمي است (Mahdavi, 2009; Alizadeh, 2009). با وجود اين، به دلايل مختلف استفادة کافي از اين مقدار بارندگي نيز به عمل نمي‌آيد و آمار و ارقام نشان مي‌دهد که سالانه بيش از ۷۵ درصد از آب حاصل از نزولات آسماني بدون استفاده و به صورت رواناب از دست مي‌رود (Habibzadeh, 2003). از طرفي ديگر بهره‌برداري بي‌رويه از منابع زيرزميني که مهم‌ترين منبع تامين کنندة آب در مناطق خشک است، موجب شده تا سفره‌هاي آب زيرزميني با افت کمي و کيفي شديد آب مواجه شود. افت سفره‌هاي آب آزاد و تحت فشار، در مکان‌هايي که بيشترين نياز آبي از منابع زيرزميني تامين مي‌شود، از مصداق‌هاي مهم تخريب اکوسيستم‌هاي مرتعي و از عوامل مهم بيابان‌زايي به شمار مي‌رود (Kousar, 1993).

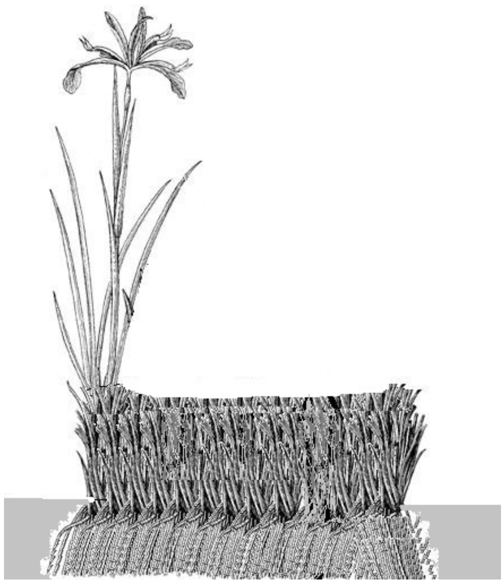
پوشش گياهي بهترين عامل جلوگيري از هدر رفتن آب به صورت جريانات سطحي است. پوشش گياهي از طريق دريافت باران و انتقال آهستة آن به سطح زمين و در عين حال با ايجاد مانع در مقابل حرکت آب سبب افزايش نفوذ آب به داخل خاک مي‌شود. تاثير پوشش گياهي روي نفوذ آب و ميزان رواناب به وسيلة تعدادي از محققان (Wood and Blackburn, 1981) و (Busby and Gifford, 1981) بررسي شده و نتايج بدست آمده، مشخص کرده است که افزايش پوشش گياهي سبب کاهش ضريب رواناب مي‌شود (Alidoust *et al.*, 2005). به بررسي نقش پوشش گياهي در کاهش رواناب در حوزة آبخيز پل‌رود پرداخته و به اين نتيجه رسيدند که وجود پوشش گياهي درختي و درختچه‌اي و لاشبرگ، رواناب را به ميزان قابل توجهي کاهش مي‌دهد. نتايج مشابه توسط (Gholami, 1994; Sadeghi, 1995; Tavakoli & Ghodousi, 2001) ارائه شده است.

اگر چه تاثير نوع و تراکم پوشش گياهي در کاهش يا افزايش نفوذپذيري آب توسط محققين نشان داده شده است، اما نقش الگوهاي رشدي گياهان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. يکي از مهم‌ترين و جالب‌ترين اين الگوها حلقه‌هاي گياهي است (شکل ۱، ۶ و ۷) که اغلب توسط گياهاني از تيره‌هاي گندميان، اوپارسلام، زنبق و چند تيرة ديگر تشکيل مي‌شود. بسياري از گياهان پشته‌اي و متراکم که داراي ريشه‌هاي کلاف مانند هستند و از طريق غيرجنسي و به ويژه از طريق ريزوم و پياز تکثير مي‌شوند، قابليت تشکيل حلقه‌هاي گياهي را دارند. مطالعات نشان مي‌دهد که عوامل متعددي از جمله تغيير اقليم و فرسايش خاک در تشکيل اين حلقه‌ها موثر است. تجمع رسوبات بادي (حاصل از فرسايش) در مرکز اين گياهان باعث کاهش نفوذ آب در اين بخش از گياه و در عوض هدايت رواناب حاصل از آن به محيط گياه مي‌شود. نبود تعادل در جذب آب بين مرکز و محيط گياه از يک طرف و رقابت براي آب در مناطق خشک, باعث خشک شدن بخش‌هاي مرکزي گياه شده و با گذشت زمان گياه به شکل حلقه درآمده به صورتي که در مرکز حلقه مجموعة کلاف مانندي از ريشه‌هاي مرده قرار دارد (Ravi et al., 2008). ايشان همچنين نشان دادند؛ رسوباتي که در مرکز حلقه‌هاي تشکيل شده وجود دارد، دوباره فرسايش يافته و نفوذ آب در مرکز (بخش مرده) و محيط (بخش سبز و زنده) گياه برابر مي‌شود. بدين ترتيب نقش بخش‌هاي مرده و زيتوده ريشه در نفوذ آب در مقايسه با بخش زنده نشان داده شد.

شدت نفوذ آب به خاک و نفوذ تجمعي آن را با استفاده از مدل‌هاي مختلف مي‌توان برآورد کرد که از جمله مهم‌ترين مدل‌ها مي‌توان به مدل گرين امپت و هورتون اشاره کرد. اين مدل‌ها از جمله مهم‌ترين روش‌هاي برآورد نفوذ آب در خاک در نرم‌افزارهاي WEPP[1]، SWAT[2] و

[1] Water Erosion Prediction System
[2] Soil and Water Assessment Tools

HEC-HMS[1] است. بررسي‌هاي زيادي در اين زمينـه بـه ويژه درخارج از كشور وجود دارد. از جملة اين بررسـي‌هـا مي‌توان به (Stahr *et al.*, 2004) اشاره كرد كه در آن به ارزيابي مدل گرين امپت در شش منطقه بر پوشـش‌هـاي حاشيه رودخانه پرداختند و نتيجه‌گيري كردنـد مـدل در پنج منطقه داراي قابليت مناسب در برآورد مقـادير نفـوذ تجمعي است.



شكل ۱- شماتيک حلقه زنبق كه در حاشيه داراي تودة زنده و درمركز داراي بافت مرده با هدايت هيدروليكي بالا است

پژوهش حاضر نيز با هدف تعيين اثرات حلقه‌هاي تشكيل شده توسط دو گونة *Iris songarica* و *Scripoides holoschoenus* بر نفوذ آب در داخل حلقة گياهي و خاک حد فاصل حلقه‌ها (شاهد) در منطقة باغ شادي هرات در استان يزد انجام شد. هدف از انتخاب اين دو گونه در ابتدا قابليت آنها در تشكيل حلقه‌هاي گياهي بود. لازم به ذكر است بررسي‌هاي اوليه بر روي گونه‌هاي بالا نشان داد، تراكم اين گونه‌ها بالغ بر پنج درصد مي‌باشد. از طرف ديگر با توجه به اينكه فرآيند نفوذ تحت تاثير ويژگي‌هاي خاک‌شناسي است بنابراين انتخاب گونه‌هايي كه در شرايط خاكي مشابه قرار دارند ضروري مي‌نمود. از ديگر اهداف مقاله؛ تعيين اجزاء معادله هاى نفوذ گرين آمپت و هورتون و بررسي كارايي اين دو مدل نفوذ به عنوان ابزار اوليه برآورد رواناب سطحي در نرم‌افزارهاي هيدرولوژي است.

## مواد و روش‌ها

### نتايج

بررسي ويژگي‌هاي خاک‌شناسي بستر رويشگاه در مجاورت حلقه‌هاي گياهي و در حد فاصل گونه‌ها نشان داد پروفيل خاک داراي لايه‌هايي يكسان با بافت لوم تا لوم شني، فاقد محدوديت شوري-سديمي بوده و آهكي است. درصد مواد آلي ناچيز و حاوي سنگريزه در لايه هاي مختلف است كه تفاوتي بين مناطق نمونه‌برداري شده وجود ندارد (جدول۱). از طرفي ديگر ساختار گياهاني كه تشكيل حلقه مي‌دهند نشان از وجود بافت مردة گياهي به صورت رشته‌هاي موازي و هادي جريان آب به درون تودة خاک است. هر چند در بين اين رشته‌ها در ضخامت كمي از سطح رويي ذرات ريزدانه ناشي از فرسايش بادي قرار دارد اما وجود رشته‌هايي كه به صورت عمود بر سطح خاک قرار دارد, به خوبي نقش هدايت آب به زير تودة گياهي را انجام مي‌دهد. بدين ترتيب تودة مرده توسط حاشيه‌اي از تودة زنده محاصره شده است. اين موضوع به صورت شماتيک و در عكس‌هاي موجود در مقاله نشان داده شده است (شكل ۱، ۱۰-الف و ۱۰-ب). مقايسة تراكم كلاف تودة مرده نشان داد زنبق داراي تراكم بيشتر نسبت به اويارسلام است (شكل ۱۱-الف و ۱۱-ب).

تغييرات نفوذ تجمعي و سرعت نفوذ به‌دست‌آمده از سه تكرار در شكل‌هاي ۲ و ۳ نشان داده شده است. نتايج نشان مي‌دهد سرعت نفوذ در حلقه‌هاي گياهي نسبت به شاهد بيشتر است. شدت نفوذ اشباع براي زنبق ۲ ±۳۹/۶، آويارسلام ۲/۷±۵۴ و شاهد ۱/۴±۲۷/۶ ميلي‌متر بر ساعت است. به همين ترتيب مقادير نفوذ تجمعي پس از يک ساعت به ترتيب ۲/۸±۵۶/۵، ۵/۴±۸۹/۵ و ۱/۳±۴۲/۷ ميلي‌متر به‌دست آمده است.

[1] Hydrologic Engineering Center

جدول ۱- برخي از ویژگي‌هاي مهم خاکشناسي باغ شادي هرات، محدوده مورد یررسي.

| عمق خاک (cm) | سنگریزه (%) | مواد آلي (%) | گچ (%) | موادخنثي شونده(%) | pH | شوري (dS/m) | بافت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۱۵ | ۱۵ | ۰/۷۰ | - | ۳۲/۸ | ۷/۵ | ۰/۶۷ | L |
| ۱۵-۳۵ | ۲۶ | ۰/۵۰ | - | ۳۶/۱ | ۷/۶ | ۰/۳۵ | L |
| ۳۵-۷۵ | ۲۳ | ۰/۴۶ | - | ۴۷/۳ | ۷/۸ | ۰/۵۲ | SL |

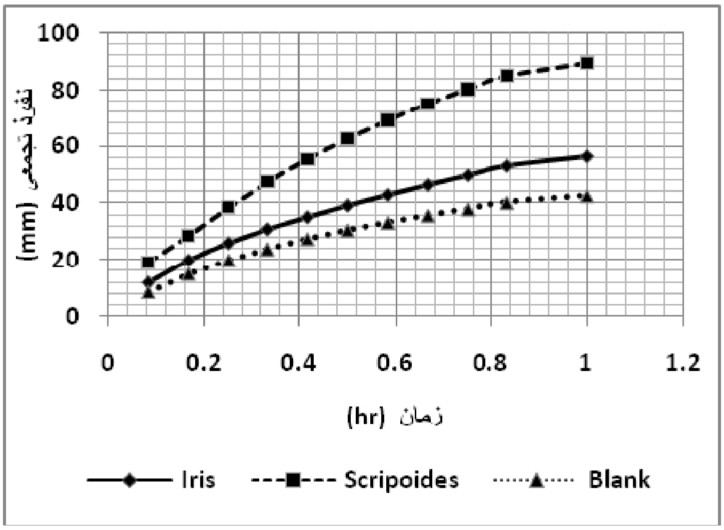
مطابق شکل ۲، نفوذ تجمعي و شدت نفوذ پس از یک ساعت در اویارسلام در حدود دو برابر و براي زنبق یک و نیم برابر شاهد مي‌باشد. روند تغییرات شدت نفوذپذیري شاهد با حلقة زنبق انطباق بیشتري دارد. این در حالي است که شیب کاهش شدت نفوذ در اویارسلام کمتر است. مقایسة t جفتي داده‌هاي نفوذ تجمعي و شدت نفوذ به صورت دو به دو به ترتیب زنبق-شاهد ($pvalue$=۰/۰۰۲)، اویارسلام-شاهد ($pvalue$=۰/۰۴) و زنبق-اویارسلام ($pvalue$<۰/۰۱) نشان مي‌دهد هر سه مقایسه داراي اختلاف معني‌دار است. با توجه به نتایج نقش حلقه‌هاي گیاهي به عنوان معبرهاي نفوذ آب به خاک قابل توجه است.

ضرایب معادله‌های گرین-آمپت و هورتون براي سه تیمار در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج به‌دست‌آمده از برآورد شدت نفوذ با استفاده از معادلة گرین-آمپت و هورتون براي زنبق، اویارسلام و شاهد به ترتیب در شکل‌هاي ۳ ، ٤ و ٥ نشان داده شده است. درشکل‌هاي ٥ و ٦ مشخص است که مدل هورتون در زمان‌هاي اولیه برآورد شدت نفوذ داراي خطاي قابل ملاحظه‌اي است و با گذشت زمان انطباق بهتري با شدت نفوذ در مورد حلقه‌هاي گیاهي زنبق و اویارسلام دارد. این وضعیت در مورد شدت نفوذ شاهد نیز وجود دارد. انطباق منحني شدت نفوذ در مورد معادله گرین امپت برعکس است.

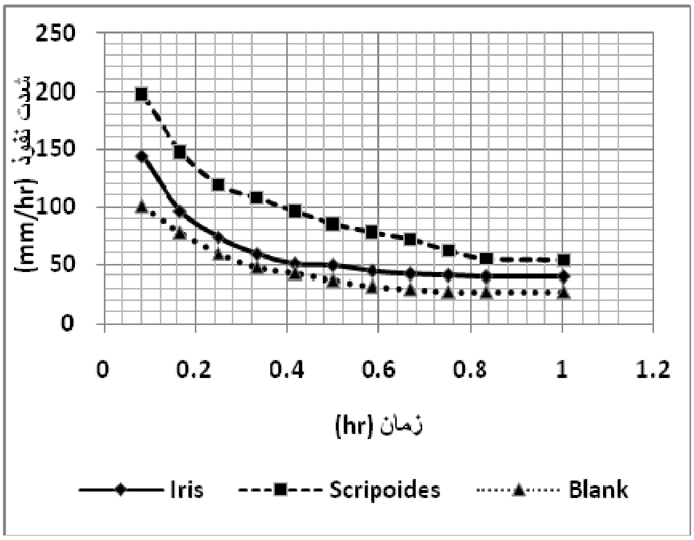
بدین ترتیب که در زمان‌هاي اولیه و نهایي نفوذ آب در خاک هماهنگي برآورد مدل با شدت نفوذ بیشتر و در زمان‌هاي حد واسط نمودارها ازهم فاصله مي‌گیرد. ضریب کارایي ناش-ساتکلیف ($R^2_{NS}$) براي دو مدل نشان مي-دهد (جدول ۲)، در مجموع کارایي مدل‌ها درمورد هر سه تیمار در محدودة بسیار کارا تا مناسب قرار دارد. ضرایب کارایي براي حلقه‌هاي گیاهي در دامنة ۰/۷ تا ۰/۸۵ به-دست‌آمد. در حالي‌که مقدار آن براي شاهد بین ۰/۵ تا ۰/۸ است. صحت و دقت معادله هاي نفوذ، مقادیر برآورد و اندازه‌گیري شدة شدت نفوذ در حلقه‌هاي گیاهي زنبق و اویارسلام و شاهد در شکل‌هاي ۷، ۸ و ۹ به صورت ابرنقاط ارائه شده است.

جدول ۲- ضرایب پارامترهاي معادله هاي نفوذ گرین امپت و هورتون و ضرایب کارایي مدل ناش-ساتکلیف

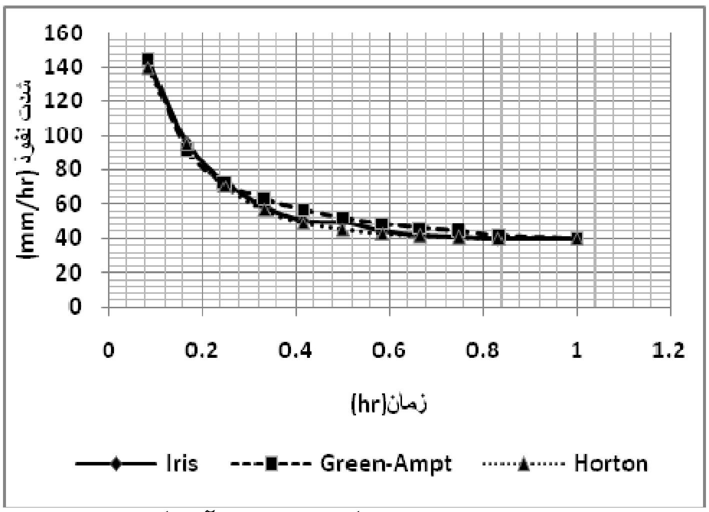
| تیمار | گرین- آمپت | | | هورتون | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $B$ ($mm^2$/hr) | $K_e$ (mm/hr) | $R^2_{NS}$ | $f_0$ (mm/hr) | $f_c$ (mm/hr) | $m$ | $K$ | $R^2_{NS}$ |
| **شاهد** | ۷۳۷/۵۵ | ۱۲/۹۹ | ۰/۷۹ | ۱۰۰/۸۰ | ۲۷/۶۰ | -۰/۴۰ | ۵/۷۶ | ۰/۵۵ |
| **زنبق** | ۷۶۵/۴۹ | ۹/۶۷ | ۰/۸۴ | ۲۱۹/۶۰ | ۳۹/۶۰ | -۰/۳۳ | ۷/۰۷ | ۰/۸۴ |
| **اویارسلام** | ۳۵۱۳/۷۵ | ۱۴/۷۴ | ۰/۸۱ | ۱۹۶/۸۰ | ۵۴ | -۰/۷۳ | ۳/۱۷ | ۰/۷۱ |



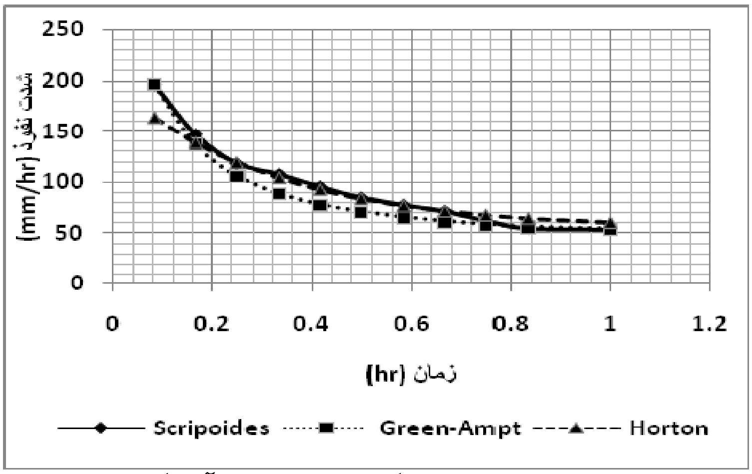

شکل ۲- نفوذ تجمعي در اراضي فاقد پوشش **(blank)** و داراي پوشش حلقه‌اي



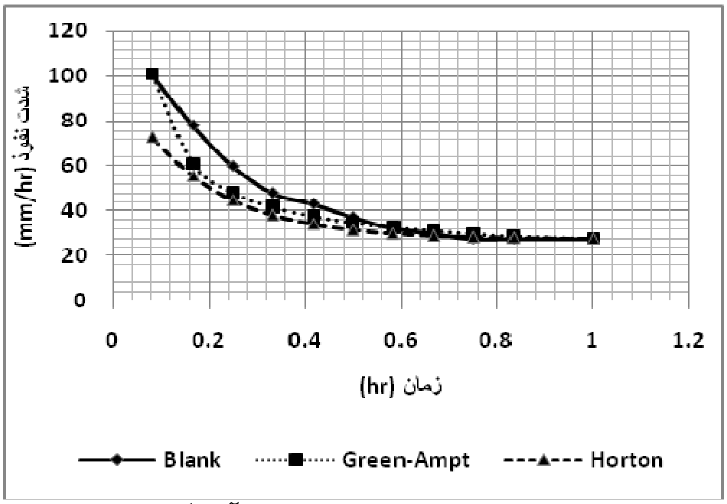

شکل ۳- سرعت نفوذ در اراضي فاقد پوشش **(blank)** و داراي پوشش حلقه‌اي.



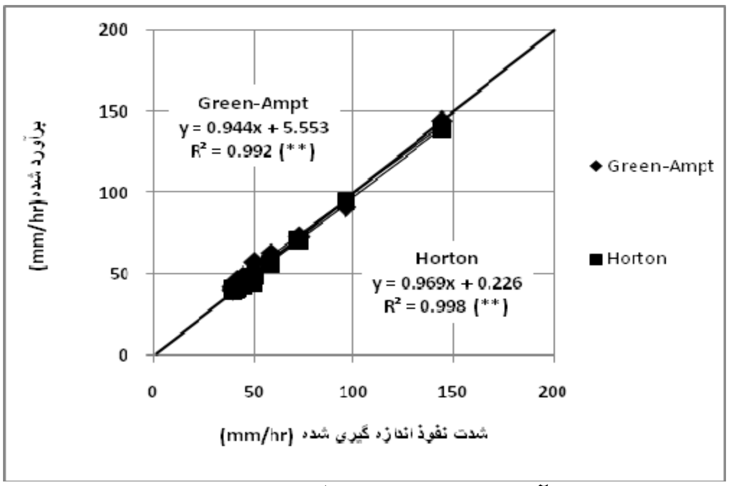

شکل ۴- مقايسة شدت نفوذ در حلقه‌هاي گياهي زنبق و برآورد گرين امپت و هورتون.



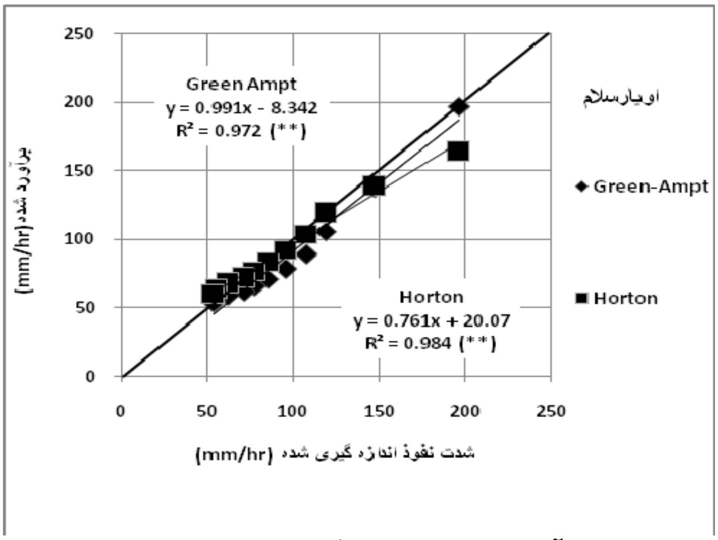

شکل ۵- مقايسة شدت نفوذ در حلقه‌هاي گياهي اويارسلام و برآورد گرين امپت و هورتون.



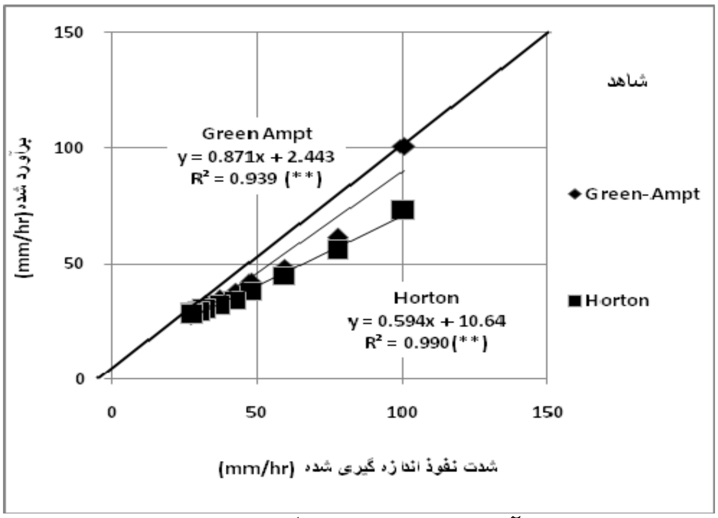

شکل ۶- مقايسة مقادير شدت نفوذ در تيمار شاهد و برآورد گرين امپت و هورتون.




شکل ۷- مقايسة برآورد و واقعي شدت نفوذ گرين امپت و هورتون در حلقة زنبق.




شکل ۸- مقايسة برآورد و واقعي شدت نفوذ گرين امپت و هورتون در حلقة اويارسلام.




شکل ۹- مقايسة برآورد و واقعي شدت نفوذ گرين امپت و هورتون در شاهد.

نتايج مقايسه مقادير برآورد و واقعي نشان داد که معادله های در برآورد شدت نفوذ در حلقه‌هاي گياهي داراي انحراف کمتري نسبت به شاهد است. خطوط برازش داده شده در دو نوع حلقة گياهي از زاوية ٤٥ درجه انحراف کمي داشته و ضرايب همبستگي براي هر دو معادله نفوذ معني‌دار است ($p<0/01$). در تيمار شاهد با اينکه ضريب همبستگي معني‌دار مي‌باشد اما نسبت به حلقه‌هاي گياهي برآورد معادله های کمتر از مقادير واقعي است. دليل اين امر را مي‌توان در يکنواخت نبودن محيط طبيعي خاک شاهد نسبت به محيط زيتوده حلقه‌هاي گياهي دانست.

الف

ب

شکل ۱۰- پوشش حلقه‌اي ***I .songarica*** (الف) - نمايش بافت مرده و زندة حلقه و رشته‌هاي هدايت کننده آب به لايه‌هاي پائين (ب).

## بحث و نتيجه‌گيري

نتايج اين آزمايش نشان داد که ساختار حلقه‌هاي گياهي به نحوي است که اختلاف معني‌داري را در نفوذ آب به خاک ايجاد مي‌کند. از سوي ديگر احاطه شدن بافت مرده وسط حلقه توسط بخش‌هاي زنده به عنوان تشتک با نگه‌داشتن باران، زمان نفوذ آب را بالا مي‌برد که همراهي آن با نفوذ سريع آب به خاک قابليت و توان توده گياهي را در نفوذ و ذخيرة آب مي‌افزايد. گياهان بدون حلقه از چنين مزيت ريخت‌شناسي برخوردار نيستند. علت نفوذ بالاي آب در مرکز دو حلقة گياهي حاکي از اثر مثبت زيتودة ريشه و بافت‌هاي مرده در مرکز حلقه‌ها مي‌باشد که مانند آوند و لوله‌هاي عمقي باعث نفوذ آب در خاک مي‌شوند. در ايران مطالعه‌اي که نقش بافت‌هاي مرده گياهان را در نفوذ آب نشان دهد، وجود ندارد. بررسي‌هاي «حسيني» در زمينة اثر شدت چرا بر نفوذپذيري مراتع شور و قليا اينچه‌برون استان گلستان نشان داد ؛شدت و ميزان نفوذ نهايي آب در دو ناحيه با فشار چرايي سنگين و محدوده چرايي ثابت، به طور معني‌داري نسبت به محدودة بدون چرا کاهش نشان مي‌دهد. نتايج اين آزمايش همچنين نشان داد که شدت نفوذ در بين لکه-هاي گياهي که در سه تيمار چراي سنگين، چراي متوسط و بدون چرا قرار داشتند، اختلاف معني‌داري ندارد. اين بدين معني است که در نفوذپذيري آب زيتودة ريشه نقش اساسي‌تري نسبت به تاج پوشش در گياهان مرتعي دارد (Hosseini, 2001).

بنابراين تاثير زيتودة ريشه در ايجاد شرايط بهتر و بيشتر نفوذ آب در خاک نتايج اين پژوهش را نيز تائيد مي‌کند. (Vahabi, 1990) اهميت رشد و توسعة ريشه گياهان و افزايش مواد آلي خاک در نفوذپذيري آب را در پژوهشات خود نشان داده است. اين نتايج نيز به نوعي تاييد كننده نتايج پژوهش حاضر است.

الف

ب

شكل ۱۱- پوشش حلقه‌اي تشكيل شده در ***S. holoschoenus*** (الف) و در حال تشكيل (ب).

در بررسي‌هاي خارجي مهمترين پژوهش مربوط به (Ravi *et al.*, 2008) است كه نشان دادند اختلاف معني‌داري بين نفوذ آب در بافت‌هاي مردة مركز حلقه در گونة *Bouteloua gracilis* و قسمت سبز محيط آن وجود ندارد. پژوهشپژوهش حاضر براي نخستين‌بار بار نقش زيتودة ريشه و بافت‌هاي مردة گياه را با انتخاب پديدة حلقه گياهي تشكيل شده توسط دو گونة *Scripoides holoschoenus* و *Iris songarica* كه متعلق به دو تيرة متفاوت هستند و مقايسة آنها با خاک لخت را نشان داد (Ravi *et al.*, 2008). نتايج اين پژوهش نيز مويد نتايج پژوهش عنوان شده در بالا است. بسياري از محققين افزايش تراكم پوشش گياهي را يكي از عامل‌هاي مهم كاهش رواناب و نفوذ آب در خاک مي‌دانند. اما در مناطق خشک و نيمه‌خشک گياهان به‌صورت پراكنده و با تراكم كم گسترش دارند. از طرفي ديگر ميزان بارندگي در اين مناطق به حدي است كه گياهان قادر به گسترش تاج پوشش خود نيستند، چون تامين نياز آبي براي آن‌ها دشوار مي‌شود. بنابراين اكثر گياهان در اين مناطق نقش كمي در مقايسه با مناطق جنگلي در كاهش رواناب دارند. در اين ميان ژئوفيت‌ها كه تشكيل دهندة حلقه‌هاي

گياهي هستند با داشتن اندام‌هاي زيرزميني مانند ريزوم، پياز و يا غده، قادرند به علت ذخيرة مواد غذايي اين اندام‌ها در مقابل خشکي و عوامل نامساعد مقاومت کنند. اندام‌هاي زيرزميني تا عمق زيادي در زمين نفوذ مي-کنند،هنگام گرما و خشکي اين گياهان اندام‌هاي هوايي خود را از دست داده به خواب رفته و خود را در برابر عوامل ناسازگار حفظ مي‌کنند و با فراهم شدن شرايط مناسب رطوبت و رسيدن روزهاي سرد پاييز رشد خود را از نو آغاز مي‌کنند. هر سال در محيط اطراف خود پياز يا ريزوم‌هاي جديد به‌وجود مي‌آورند و به دليل رقابت در جذب آب پايه‌هاي قديمي که در مرکز گياه قرار دارند از بين مي‌روند. حاصل اين عمل پوششي از بافت‌هاي مرده است که البته جبران تراکم کم پوشش زنده را در اين مناطق نمي‌کند ولي نقشي برابر با پوشش زنده در نفوذ آب بازي مي‌کنند. اگر حلقه‌هاي گياهي نوعي سازگاري براي جذب بيشتر آب و استراتژي گياه در برابر بي‌نظمي در بارندگي در مناطق خشک باشند، افزايش آنها را مي‌توان نشانه‌هايي از تغييرات اقليمي دانست. استراتژي که حيات گياه را تضمين و از طرف ديگر با کاهش روانآب و نفوذ آب باعث افزايش سفره‌هاي آب زيرزميني مي-شوند. از آنجا که مدل‌هاي گرين امپت و هورتون در برآورد شدت نفوذ آب به خاک و نفوذ تجمعي از جمله مهم‌ترين مدل‌هاي مورد کاربرد در نرم‌افزارهاي حال حاضر مورد استفاده در زمين مرتع و آبخيزداري است، بنابراين کارايي آن مورد بررسي قرار گرفت. بررسي مدل گرين امپت نشان داد؛ مدل داراي کارايي بالا در برآورد نفوذ به ويژه در شرايط حلقه‌هاي گياهي است. دليل اين امر را مي‌توان در ايجاد محيط متخلخل همگن‌تر در بخش مردة وسط حلقه‌هاي گياهي برشمرد. از آنجا که مدل گرين امپت و هورتون در شرايط محيط خاک يکنواخت برآورد بهتري دارد لذا ضرايب کارايي مدل در حلقه‌هاي گياهي به يک نزديکتر است. نتايج حاضر با نتايج (Stahr *et al.*, 2004) که کارايي مدل گرين امپت را در برآورد نفوذ آب در بافرهاي گياهي حاشيه رودخانه بررسي کرد، برابري مي‌کند.

## References


- Alidoost, M., Sobhzahedi, Sh., Poornasrollah, M., R., 2005. The effect of vegetation on decreasing runoff and soil erosion, in Polrood watershed, 56-61, Proceeding of second national conference on watershed and water and soil resources management.

- Alizadeh, A., 2009. Applied Hydrology, 13th Edition, Astan-e-ghods press, 816 p.

- Alizadeh, A., 2009. Soil and Water Relationship, 9th Edition, Astan-e-ghods press, 484 p.

-ASTM, 2003. D3385-03 Standard test method for infiltration rate of soils in field using double-ring infiltrometer. Annual Book of ASTM Standards 04.08. Amer. Soc. Testing Materials, West Conshohocken, PA.

- Azimzadeh, H. R., M. H. Mokhtari, A. Fatahi, M.H. Mobin, M. Ataeizadeh, 2008. Detailed study on land suitability for extensive pistachio gardens in Marvast (phase 1), Technical Report, Arid land and Desert Research Institute, 145p.

- Bihamta, M.R., M.A. Zare Chahouki, 2010. Principle of statistics for the natural resources science, University of Tehran press, 300p.

- Busby, R.E., Gifford, G. E., 1981. Effects of livestock grazing on infiltration and erosion rates measured on chained and unchained pinygon-junipersites in Southeastern Utah, J. of Range Mange., 34: 400-405.

- Gholami, S.A., 1994. The Effect of Vegetation Management (forest and rangeland) on Hydrograph Shape, (decreasing flood hazards). Journal of Forest and Rangeland, 14: 71-85.

- Green, W.H., Ampt, G.A., 1911. Studies of soil physics, 1. Flow of air and water through soils.

- Habibzadeh, A., 2003. Study on effects of furrow, pitting, ripping and seeding on rainfall storage, technical report, Natural Resources and Agricultural Research Institute of Eastern Azarbaijan, 80p.

- Hosseini, S.A.H., 2001. Study on grazing tension effects of on infiltration of saline-sodic rangelands of Incheh Boron, Golestan Province. Technical report, Natural Resources and Agricultural Research Institute of Gorgan, 39 p.

- Kousar, A., 1993. Combat to Desertification by water spreading; a coordinated effort, Technical report, Natural Resources and livestock Research Institute of Fars Province, 58 p.
- Mahdavi, M., 2009, Applied Hydrology (Vol: 1), 7th Edition, Tehran University press, 364pp.
- Mozaffarian, V., 2000. Flora of Yazd. Yazd Publication, 473pp.
- Ravi, S., D'Odorica, P., Wang, L., 2008. Form and function of grass ring pattern in arid grasslands: the role of abiotic controls. Oecologia, 158: 545-555.
- Sadeghi , S.H.R., 1995. An investigation on runoff coefficient changes and forest canopy coverage of Kaspalian Watershed. Forest and Rangeland Journal 43, 108-114.
- Stone, J.J., Lane, L.J., Shirley, E.D., Hernandez, M., 1995. Hillslope surface hydrology. In: Flanagan, D.C., Nearing, M.A. (Eds.), USDA—water erosion prediction project: hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report #10, 1995, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN, 4.1–4.20pp.
- Tavakoli, M., Ghodoosi, J., 2001. The effect of protection management and revival in part of “Sade Raeesali Delavari” watershed, Boosher province, proceeding of rangelands and deserts congress of Iran.
- Vahabi, M., 1990. Study on vegetation cover changes , forage production and infiltration rate in preserve and grazing areas of Fereidan- Isfahan. MSc. thesis. University of Tehran. 400 p.
- van Reeuwijk, L.P. (Ed.), 2002. Procedures for soil analysis. Technical Paper 9. 6th edition. International Soil Reference and Information Centre. 101p. (www.isric.org).
- Wood, M., Blackburn, E. H., 1981. Grazing systems: Their influence on infiltration in the Rolling Plains of Texas. J. of Range Manage., 34: 331-335.
Stahr, L.M., D.E. Eisenhauer, M.J. Helmers, M.G. Dosskey, T.G. Franti, 2004, Green-Ampt Infiltration Parameters in Riparian Buffers, proceeding of ASAE/CSAE Annual International Meeting, Ottawa, Ontario, Canada. Available in: http://abe.ufl.edu/carpena/files/pdf/software/vfsmod/GreenAmptInfiltration Parameters InRiparianBuffers.pdf

# Comparison of Infiltration Rate in Bare Soil and Ring-shaped Growth Pattern of *Iris songarica* and *Scripoides holoschoenus* species and Evaluation of Green-Ampt and Horton Infiltration Models

**A. Mosleh Arany*[1] and H.R. Azimzadeh[1]**
[1] Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, I.R. Iran
(Received: 2011/July/05, Accepted: 2011/October/17)

## Abstract
Plant cover is one of the most important factors affecting infiltration rate of water into the soil and decreasing runoff. Distribution of plants in arid and semi-arid areas is almost patchy and form different patterns. One of the fascinating patterns is ring-shaped growth pattern. Ring patterns of varying size are formed by clonally reproducing grasses, sedges and even shrubs growing in resource-limited (water and nutrient) environments. Study on the role of ring pattern in infiltration rate is lacking. In this study infiltration rate was compared between ring patterns formed by *Iris songarica* and *Scripoides holoschoenus* and soil without plant cover (bare soil). Infiltration rate was measured by double ring in different time interval until infiltration was constant. Infiltration models efficiency were analyzed by calculation Nash-Sutcliffe coefficient. Result from paired T test analysis showed that infiltration rate was significantly different between two plants and also with bare soil ($p<0.01$). The results showed the cumulative infiltration rate for *Iris*, *Scripoides* and bare soil were 56.5±2.8, 89.5±5.4 and 42.7±1.3mm, respectively. On the other hand, infiltration rate for *Iris*, *Scripoides* and bare soil were 39.6±2.0, 54±2.7 and 27.6±1.4 mm/hr, respectively. The root system and dead parts of plants in center of the rings were responsible for high infiltration rate in two plants. It is concluded that formation of ring is an adaptive characteristic of plant to use rainfall in one hand and in another hand it would increase groundwater level. Nash Sutcliffe ranges showed Green-Ampt and Horton models are in acceptable levels of performance for predicting infiltration rate of vegetal ring patterns and bare soil.

**Keywords**: Green-Ampt, Horton, Infiltration, Nash-Sutcliffe, Ring pattern

*Corresponding author: Tel: +98 913 1575218 Fax: +98 351 8210698 E-mail: amosleh@yazduni.ac.ir