



دانشگاه گواران و منابع آب

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک  
جلد بیست و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## تعیین ابعاد بهینه حوضچه رسوب‌گیر با در نظر گرفتن خصوصیات هیدرولیکی، رسوبی و سازه‌ای با استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان

\*علیرضا عمادی<sup>۱</sup> و ساحله کاکویی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،  
<sup>۲</sup>دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری  
تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۲۰

### چکیده

یکی از سازه‌های متداول برای کاهش مقدار ورود رسوب به کانال‌های انتقال آب، حوضچه رسوب‌گیر می‌باشد. در این سازه‌ها با افزایش سطح مقطع، سرعت جریان کاهش یافته و ذرات رسوبی در اثر نیروی ثقل ته‌نشین می‌شوند. عوامل مختلفی مانند خصوصیات ذرات رسوبی، دبی جریان و راندمان تله‌اندازی مورد نیاز در طراحی حوضچه‌های رسوب‌گیر مؤثر می‌باشند. از طرف دیگر ابعاد دیواره‌های حوضچه نیز باید به صورتی تعیین شوند که از نظر سازه‌ای پایدار باشند. در این پژوهش براساس الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچگان یک مدل کامپیوتری به منظور طراحی بهینه حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز واقع در استان مازندران با در نظر گرفتن خصوصیات هیدرولیکی، رسوبی و سازه‌ای تهیه شد. متغیرهای تصمیم شامل طول، عرض و ارتفاع حوضچه رسوب‌گیر، عرض و ارتفاع کانال ورودی و ابعاد قسمت‌های مختلف دیواره حوضچه می‌باشد. تابع هدف ترکیبی از راندمان تله‌اندازی و ضرایب اطمینان لغزش و واژگونی در نظر گرفته شده است. مدل نام برده در سه راندمان تله‌اندازی ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد اجرا شد. نتایج نشان داد مقادیر طول، عرض و ارتفاع بهینه به دست آمده توسط مدل در هر سه راندمان تله‌اندازی کم‌تر از شرایط موجود می‌باشد. طول، عرض و ارتفاع بهینه در راندمان تله‌اندازی ۷۰ درصد به ترتیب ۳۸/۸۹، ۴/۲ و ۲/۰۵ متر به دست آمد. مقایسه نتایج این پژوهش با نتایج به دست آمده از الگوریتم SCE نشان داد الگوریتم جامعه مورچگان طول حوضچه را ۱۰/۵ درصد بیش‌تر و ارتفاع حوضچه را ۱۰/۷۳ درصد کم‌تر به دست آورده است.

**واژه‌های کلیدی:** بهینه‌سازی، حوضچه رسوب‌گیر، سد انحرافی گنج‌افروز، دهانه آبگیر، الگوریتم جامعه مورچگان

\*مسئول مکاتبه: [emadia355@yahoo.com](mailto:emadia355@yahoo.com)

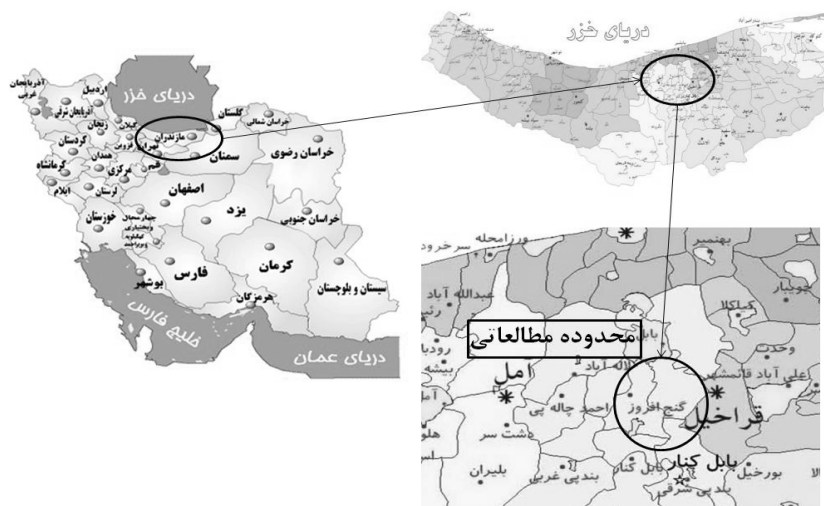
## مقدمه

جریان رودخانه‌ها همواره دارای رسوب می‌باشد و در صورت انحراف آب، رسوبات همراه با آب وارد سیستم انتقال و توزیع می‌شوند. با احداث حوضچه‌های رسوب‌گیر در ابتدای سیستم انحراف از انتقال رسوبات معلق به قسمت‌های مختلف می‌توان جلوگیری نمود. در این حوضچه‌ها سرعت در آن به اندازه‌ای کم می‌شود که ذرات معلق تا قطر مشخصی ته‌نشین شده و در نتیجه آب بدون رسوب وارد کانال شود. حوضچه رسوب‌گیر می‌تواند برای کنترل مقدار رسوبات معلق جابه‌جا شده به وسیله تغییر ابعاد سازه و در نتیجه مدت زمانی که آب در حوضچه نگهداری می‌شود، طراحی شود (ونونی، ۱۹۷۵). با توجه به بالا بودن هزینه ساخت حوضچه‌های رسوب‌گیر، طراحی این سازه با توجه به همه عوامل تأثیرگذار بسیار دارای اهمیت است. سوآمی و تیاگی (۱۹۹۶) براساس درصد راندمان تله‌اندازی، توزیع اندازه ذرات و معادله شستشو، رابطه‌هایی را برای طول و عرض مخزن رسوب‌گیر نوع یک ارائه دادند. ویتال و راقو (۱۹۹۷) با استفاده از تحلیل ابعادی روابطی را برای تعیین طول، عرض و عمق حوضچه رسوب‌گیر ارائه دادند. نتایج به‌دست آمده با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه شده و نشان داد این روابط ابعاد حوضچه رسوب‌گیر را با ضریب تصحیح بالا و خطای استاندارد کمی به‌دست می‌آورند. سو و همکاران (۲۰۰۸) از الگوریتم ژنتیک برای تعیین ابعاد بهینه برای حوضچه رسوب‌گیر در زیر حوضه مخزن و و شه در تایوان مرکزی استفاده کردند. شتاب‌بوشهری و همکاران (۲۰۱۰) از مبحث برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم شمارش ضمنی الفبایی برای طراحی بهینه حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی نکوآباد (شبکه آبیاری زاینده‌رود اصفهان) استفاده نمودند. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش که به ارزیابی هزینه ساخت دو حوضچه رسوب‌گیر پرداخته است، نشان داد طراحی دوباره این حوضچه‌ها با ابعاد جدید به‌دست آمده توسط مدل، باعث کاهش قابل‌قبولی در هزینه ساخت آن‌ها می‌شود. زعفری (۲۰۱۱) با در نظر گرفتن مسایل سازه‌ای، هیدرولیکی و رسوبی و با استفاده از الگوریتم SCE ابعاد بهینه حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز را به‌دست آورد. در این پژوهش ابعاد بهینه حوضچه در راندمان‌های مختلف به‌دست آمد. توسعه روش‌های جدید بهینه‌سازی می‌تواند شیوه‌های حل مسایل را از نظر سرعت همگرایی و یافتن پاسخ بهینه سراسری بهبود بخشد. یکی از روش‌های نوین بهینه‌سازی مسایل پیچیده مهندسی، روش کلونی مورچگان است که توسط دوریگو و همکاران (۱۹۹۱) ارائه گردید. تئوری این روش با الگو گرفتن از رفتار جستجوی غذا توسط کلونی مورچه‌ها بنا شده است. عباسپور و همکاران (۲۰۰۱) از الگوریتم‌های جامعه مورچه‌ها برای تخمین پارامترهای هیدرولیکی خاک‌های غیراشباع استفاده نمودند. در این مطالعه با استفاده از روش

مدل‌سازی معکوس به تعیین پارامترها پرداخته شد. مقایسه نتایج ۸ گزینه مختلف کاربرد ACO در بهینه‌سازی پارامترها نشان داد که الگوریتم جامعه مورچگان توانسته است پارامترهای نامعلوم مدل را به خوبی تخمین بزند. ناگش کومار و جانگاردی (۲۰۰۵) از الگوریتم جامعه مورچگان برای بهره‌برداری مخازن چندمنظوره استفاده کردند. این پژوهشگران به این نتیجه دست یافتند که در صورت کافی بودن آب برای نیازهای آبیاری و محدود بودن کنترل سیلاب با مدل ACO می‌توان انرژی بیشتری را در مقایسه با الگوریتم ژنتیک تولید کرد. جلالی و همکاران (۲۰۰۶) از این الگوریتم در طراحی و بهره‌برداری بهینه از هیدروسیستم‌ها استفاده نمودند. قدوسی (۲۰۰۷) از این الگوریتم برای بهره‌برداری بهینه از کانال‌های آبیاری با توجه به انواع جریان‌های غیرماندگار از دیدگاه بهره‌برداری استفاده نمود. افشار و همکاران (۲۰۰۶) الگوریتم جامعه مورچه‌های پیوسته را برای بهینه‌سازی طراحی شبکه‌های فاضلاب به‌کار برد. با توجه به تأثیر عوامل مختلف در طراحی حوضچه‌های رسوب‌گیر، استفاده از روش‌های بهینه‌سازی فراکاشی در حل این مسأله مؤثر می‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش استفاده از الگوریتم جامعه مورچگان در طراحی بهینه ابعاد حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز با در نظر گرفتن هم‌زمان مسایل هیدرولیکی و سازه‌ای می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز:** سد انحرافی گنج‌افروز در ۱۴ کیلومتری جنوب شهر بابل در پایین‌دست محل تلاقی دو رودخانه سجادرود و بابل‌رود در حوالی روستای گنج‌افروز قرار گرفته است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی سد انحرافی گنج‌افروز را نشان می‌دهد. هدف از احداث سد انحرافی گنج‌افروز بالا آوردن سطح آب و فراهم آوردن امکان آب‌گیری و انحراف مطمئن جریان رودخانه به مقدار ۲۳ مترمکعب بر ثانیه به‌منظور آبیاری ۲۱۱۰۰ هکتار اراضی تحت پوشش سد انحرافی گنج‌افروز می‌باشد. مقدار کل رسوبات سالیانه رودخانه بابل‌رود (محل تلاقی بابل‌رود و سجادرود) حدود ۶۰۴ هزار تن برآورد گردیده است. براساس اطلاعات موجود و تجربیات مهندسی میانگین قطر ذرات ۰/۲۷ میلی‌متر می‌باشد. درصد احتمال نشست در حوضچه ترسیب در جدول ۱ ارائه شده است. حوضچه رسوب‌گیر گنج‌افروز از ۵ واحد به طول ۵۰ متر در ۴ بلوک به طول ۱۲/۵ متر احداث گردیده است. ارتفاع و عرض مفید هر واحد به ترتیب ۲/۶ و ۷ متر و شیب کف ۱/۵ درصد می‌باشد (زعفری، ۲۰۱۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی سد انحرافی گنچ افروز.

جدول ۱- درصد احتمال نشست در حوضچه ترسیب (زعفری، ۲۰۱۱).

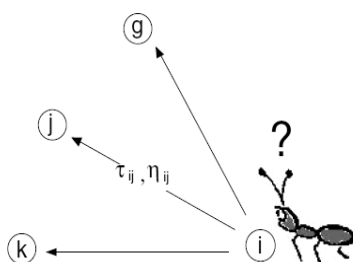
اندازه ذرات	ذرات بین ۰/۷۵-۰/۲۵ میلی متر	ذرات بین ۰/۵-۰/۱ میلی متر	ذرات بزرگتر از ۱ میلی متر
درصد	۷۰	۹۵	۱۰۰

الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچگان: این الگوریتم الهام گرفته از رفتار طبیعی مورچه‌ها می‌باشد. این حشرات در طبیعت به‌طور عموم کور هستند اما می‌توانند با استفاده از حس قوی بویایی خود، کوتاه‌ترین مسیر بین لانه و منبع غذا را تعیین نمایند. اولین الگوریتم مورچه تحت عنوان الگوریتم سیستم مورچه‌ها (AS)<sup>۱</sup> توسط دوریگو و همکاران (۱۹۹۱) برای حل مسأله فروشنده دوره‌گرد پیشنهاد شد. سپس الگوریتم جامعه مورچگان (ACS)<sup>۲</sup> توسط دوریگو و گامباردلا (۱۹۹۷) با کارایی بیشتری در حل مسایل نسبت به الگوریتم AS ارائه شد. در الگوریتم جامعه مورچگان ابتدا باید یک گراف مناسب با مسأله تعریف شود. مورچه مصنوعی در هر گام تصمیم‌گیری از یک مسأله با فضای جستجوی گسسته، با تعدادی گزینه انتخاب روبرو می‌شود و در هر نقطه تصمیم  $i$  (با توجه

1- Ant System

2- Ant Colony System

به شکل ۲) برای انتخاب گزینه بعدی از بین گزینه‌های قابل انتخاب از رابطه ۱ استفاده می‌کند. این روند برای عبور از همه نقاط تصمیم ادامه می‌یابد.



شکل ۲- تصمیم‌گیری مورچه واقع در نقطه  $i$  برای انتخاب نقطه بعدی حرکت با استفاده از  $\tau_{ij}$  و  $\eta_{ij}$  (کاوه و شرفی، ۲۰۰۷).

$$j = \begin{cases} \arg \max_{h \in S} \tau_{ih}^\alpha \cdot \eta_{ih}^\beta & \text{if } q \leq q_c \\ P_{ij} = \frac{\tau_{ij}^\alpha \cdot \eta_{ij}^\beta}{\sum_{h \in S} \tau_{ih}^\alpha \cdot \eta_{ih}^\beta} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

که در آن،  $\tau_{ij}$ : فرامان<sup>۱</sup> مصنوعی مسیر  $(i, j)$ ،  $\eta_{ij}$ : هدایت‌کننده کاوشی،  $P_{ij}$ : احتمال انتخاب گره  $j$  توسط مورچه واقع در گره  $i$ ،  $\alpha$  و  $\beta$ ، به ترتیب پارامترهای وزنی تنظیم فرامان و اطلاعات کاوشی می‌باشند. در صورتی که یک مقدار تصادفی  $q$  متعلق به بازه  $[0, 1]$  کوچک‌تر از پارامتر  $q_c \in [0, 1)$  باشد بهترین ترکیب فرامان و مقدار کاوشی انتخاب می‌گردد در غیر این صورت انتخاب بعدی براساس احتمال  $P_{ij}$  می‌باشد. به منظور تمرکز بیشتر فرایند جستجوی مورچه‌ها بر یک نقطه مناسب از فضای جستجو، فرامان مسیرهای انتخاب شده توسط مورچه‌ها به‌هنگام می‌شود. به این منظور در پایان هر تکرار، جواب‌های ساخته شده تمامی مورچه‌ها توسط تابع هدف سنجیده می‌شود و بهترین جواب

1- Pheromone

تولید شده مشخص می‌گردد. سپس فرامان مسیرهای مربوط به بهترین مورچه افزایش می‌یابد و فرامان همه مسیرها به منظور شبیه‌سازی فرایند تبخیر کاهش می‌یابد. در این الگوریتم شکل به‌هنگام‌سازی فرامان به صورت رابطه ۲ است (جلالی، ۲۰۰۵).

$$(1 - \rho)\tau_{ij} + \rho\Delta\tau_{ij} \rightarrow \tau_{ij} \quad \forall i, j \in [1, n] \quad (2)$$

که در آن،  $\rho \in [0, 1]$  پارامتری است که میزان از دست دادن فرامان را در هر دوره تبخیر نشان می‌دهد.  $\Delta\tau_{ij} = \frac{1}{L^+}$  که در آن،  $L^+$  مقدار تابع هدف بهترین مورچه تا آن تکرار می‌باشد (قدوسی، ۲۰۰۷).

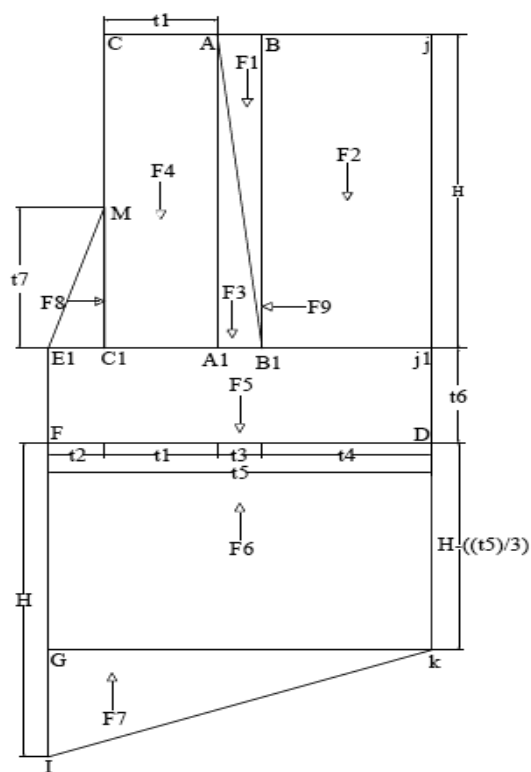
براساس اصول حاکم بر الگوریتم جامعه مورچگان، یک برنامه کامپیوتری به زبان فرترن تهیه شد. مدل **ODISBM**: مدل کامپیوتری **ODISBM** مدلی است که در این پژوهش به منظور طراحی بهینه ابعاد حوضچه رسوب‌گیر با در نظر گرفتن عوامل مختلف سازه‌ای، هیدرولیکی و رسوبی تهیه شده است. یکی از مسائلی که در طراحی حوضچه رسوب‌گیر باید تعیین شود ابعاد دیواره جانبی و ضخامت کف حوضچه می‌باشد. هر یک از دیواره‌ها به صورت یک دیواره حایل عمل نموده که باید در برابر نیروهای ناشی از وزن، رسوب، فشار هیدرواستاتیک، زیر فشار و خاک‌های اطراف، مقاومت کند. در شکل ۳ یک دیواره حایل با ابعاد پارامتریک و نیروهایی که به آن وارد می‌شوند، نشان داده شده است. که در این شکل،  $t_1$  عرض دیوار در رأس،  $t_2$  طول پاشنه در قسمت داخل،  $t_3$ ، مازاد عرض دیوار در کف نسبت به سطح بالا،  $t_4$ ، طول پاشنه در قسمت خاک بیرون دیوار،  $t_5$ ، طول کل پاشنه در مقطع عرضی دیوار،  $t_6$ ، ضخامت بتن در پاشنه (ضخامت بتن کف)،  $t_7$ ، ضخامت رسوبات جمع شده در حوضچه و  $H$ ، ارتفاع دیوار تا پاشنه آن می‌باشد.  $F_1$ ، نیروی قائم وارده از قسمت  $ABB_1$ ،  $F_2$ ، نیروی قائم وارده از قسمت  $BB_1J_1J$ ،  $F_3$ ، نیروی قائم وارده از قسمت  $AA_1B_1$ ،  $F_4$ ، نیروی قائم وارده از قسمت  $AA_1C_1C$ ،  $F_5$ ، نیروی قائم وارده از طرف پاشنه، قسمت  $E_1FJ_1D$ ،  $F_6$ ، نیروی قائم وارده از طرف آب‌های نفوذیافته، قسمت  $FGKD$ ،  $F_7$ ، نیروی قائم وارده از طرف آب‌های نفوذیافته قسمت  $GIK$ ،  $F_8$ ، نیروی افقی رانش خاک در قسمت بالادست دیوار  $ME_1C_1$  و  $F_9$ ، نیروی رانش خاک از طرف بیرون به دیوار می‌باشند. در این پژوهش به منظور در نظر گرفتن حالت بحرانی و پایدار نمودن دیوار حایل در زمان خالی بودن حوضچه نیروی هیدرواستاتیک در نظر گرفته نشده است. ضریب اطمینان در مقابل لغزش با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$SF_v = \frac{f \sum F_v}{\sum F_H} \quad (3)$$

که در آن،  $\sum F_v$ : مجموع نیروهای عمودی،  $f$ : ضریب اصطکاک بتن و خاک و  $\sum F_H$ : مجموع نیروهای افقی می‌باشند. ضریب اطمینان در برابر واژگونی به صورت رابطه ۴ تعریف می‌شود.

$$SF_r = \frac{\sum M_r}{\sum M_d} \quad (4)$$

که در آن،  $\sum M_r$  و  $\sum M_d$  به ترتیب مجموع گشتاورهای مقاوم و محرک در مقابل چرخش می‌باشند.



شکل ۳- نمایش شماتیک یک دیوار حایل با ابعاد پارامتریک و نیروهای وارد بر آن.

به‌منظور محاسبه ابعاد حوضچه رسوب‌گیر فرض می‌شود که کوچک‌ترین دانه رسوب که باید از آب برداشت شده جدا گردد، در ابتدای حوضچه رسوب‌گیر قرار دارد. این دانه رسوب تحت تأثیر دو سرعت  $\omega$  و  $V_a$  که به ترتیب سرعت افقی و سرعت ته‌نشینی می‌باشند، قرار می‌گیرد و باید در انتهای حوضچه ته‌نشین شود. سرعت ته‌نشینی ذرات رسوب یکی از متغیرهای اساسی طراحی حوضچه‌های رسوب‌گیر می‌باشد. ژیاو و همکاران (۲۰۰۸) رابطه ۵ را به‌منظور تعیین سرعت سقوط ذرات رسوبی ارائه دادند. نتایج مقایسه این رابطه با دیگر رابطه‌های ارائه شده برای تعیین سرعت سقوط، بیانگر میانگین دقت خطای کم‌تر و ضریب تغییرات کم‌تر این رابطه نسبت به دیگر معادله‌ها می‌باشد که این امر نشان‌دهنده دقت بیشتر این رابطه می‌باشد. بنابراین در این پژوهش از این رابطه برای محاسبه سرعت سقوط استفاده شد.

$$\omega_s = \frac{g}{d} d_*^r \left[ 38/1 + 0/43 d_*^{12} \right]^{\frac{-r}{8}} \quad (5)$$

راجو و همکاران (۱۹۹۹) رابطه‌ای برای تعیین راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوب‌گیر ارائه دادند. طی تحلیل‌هایی که روی داده‌ها انجام شد، برای تمام حوضچه‌های مطالعه شده توسط این پژوهشگران، هر گاه  $\frac{\omega_s}{u_*} > 2/5$  باشد راندمان تله‌اندازی ۱۰۰ درصد به‌دست آمده است. برای مقادیر  $\frac{\omega_s}{u_*} < 2/5$ ، تحلیل رگرسیون چندمتغیره حاصل برای تعیین راندمان تله‌اندازی حوضچه رسوب‌گیر عبارتست از:

$$\eta = 11/7 \left( \frac{\omega_s}{u} \right)^{1/81} \left( \frac{LB}{bh} \right)^{1/23} \left( \frac{\sqrt[3]{D}}{n\sqrt{g}} \right)^{1/98} \quad (6)$$

که در آن،  $\omega_s$ : سرعت سقوط ذرات رسوب،  $u_*$ : سرعت برشی جریان در کانال ورودی،  $u$ : متوسط سرعت جریان در حوضچه،  $L$ : طول حوضچه،  $B$ : عرض حوضچه،  $b$ : عرض کانال ورودی،  $h$ : عمق جریان در کانال ورودی،  $D$ : عمق جریان در حوضچه،  $n$ : ضریب زبری مانینگ حوضچه و  $g$ : شتاب جاذبه زمین می‌باشند. با توجه به کامل و دقیق بودن رابطه راجو و همکاران در این پژوهش برای به‌دست آوردن راندمان تله‌اندازی از این رابطه استفاده شده است.



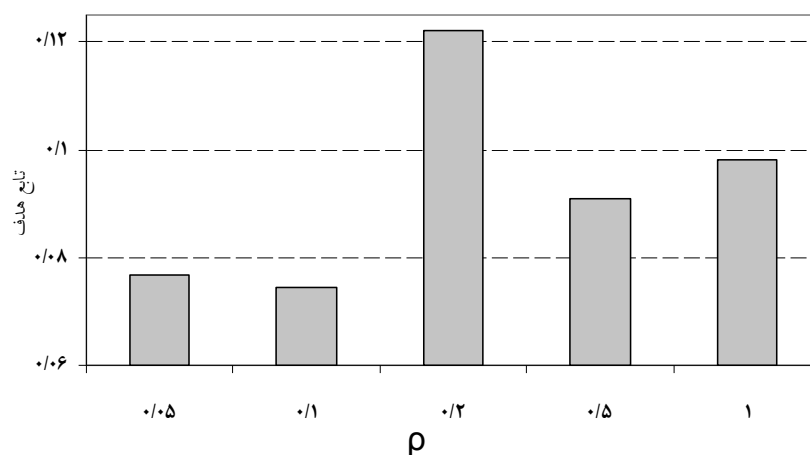
تشریح اجزای مدل **ODISBM**: در طراحی بهینه حوضچه رسوب‌گیر متغیرهای تصمیم شامل طول، عرض و ارتفاع حوضچه رسوب‌گیر، عرض و ارتفاع کانال ورودی و متغیرهای  $t_1$  تا  $t_6$  می‌باشند. تابع هدف در این پژوهش به صورت رابطه ۷ در نظر گرفته شده است.

$$OF = \frac{|SF_1 - 2|}{2} + \frac{|SF_2 - 2|}{2} + 2 \times \frac{|\eta - \eta_{Req}|}{\eta_{Req}} \quad (7)$$

که در آن،  $\eta_{Req}$ : راندمان تله‌اندازی مورد نیاز در طراحی حوضچه رسوب‌گیر می‌باشد. در این پژوهش متغیرهای تصمیم برای راندمان‌های تله‌اندازی ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد تعیین شده‌اند. مقدار ضریب اطمینان لغزش و واژگونی، ۲ در نظر گرفته شده است. ضریب ۲ در مرحله سوم در این رابطه به علت همسان‌سازی تأثیر مسایل سازه‌ای و هیدرولیکی در تعیین متغیرهای تصمیم می‌باشد.

### نتایج و بحث

پارامترهای الگوریتم جامعه مورچگان باید برای هر مسأله خاص به صورت دقیق تنظیم گردد. در این مسأله به دلیل غیرقابل جداسازی بودن متغیرها تعریف مقدار کاوشی امکان‌پذیر نبوده و بنابراین  $\beta = 0$  منظور شده است. در شروع انجام تحلیل حساسیت مقادیر  $\alpha$ ،  $\rho$ ،  $q$ ، تعداد مورچه‌ها و حداکثر تعداد تکرارها به ترتیب برابر ۱، ۰/۱، ۰/۹۵، ۵۰ و ۱۰۰ انتخاب شدند و پس از تعیین مقدار مناسب هر پارامتر، آن مقدار برای انجام تحلیل حساسیت پارامترهای دیگر در مدل وارد گردید. شکل ۴ تغییرات تابع هدف در مقادیر مختلف  $\rho$  را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، بهترین مقدار برای  $\rho$  در این مسأله ۰/۱ می‌باشد. با توجه به نتایج  $q = 0/9$  بهترین مقدار می‌باشد. همچنین به منظور بررسی نحوه تغییرات جواب براساس تعداد مورچه‌ها و تعداد تکرارها اجراهایی با ۲۰۰-۳۰ مورچه و ۳۰-۵۰ تکرار صورت گرفت. با توجه به نتایج با افزایش تعداد تکرارها از ۱۵۰ و همچنین افزایش تعداد مورچه از ۵۰، مقادیر تابع هدف تغییرات چندانی پیدا نمی‌کند. مقادیر مناسب پارامترهای الگوریتم جامعه مورچگان در جدول ۲ ارائه شده است.



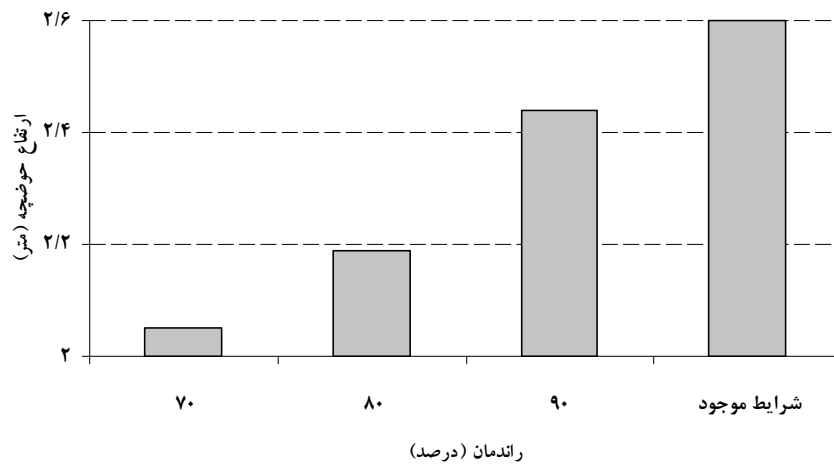
شکل ۴- مقادیر متوسط تابع هدف با ضرایب مختلف  $\rho$  در ده اجرا.

جدول ۲- پارامترهای مناسب الگوریتم جامعه مورچگان.

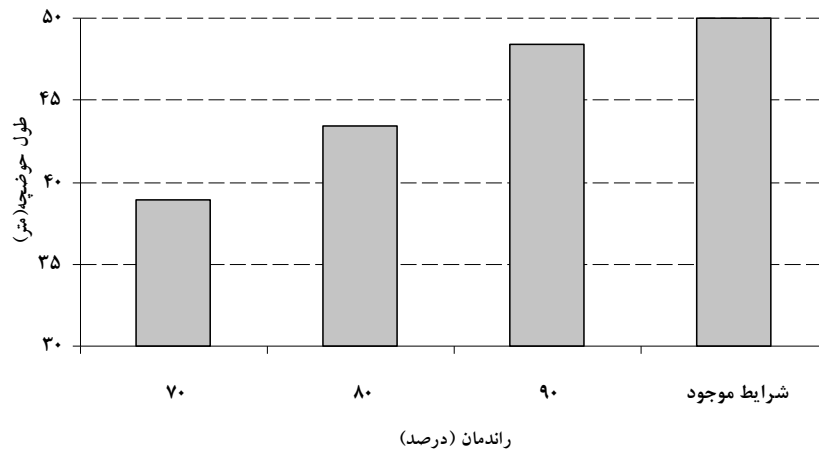
حداکثر تعداد تکرارها	تعداد مورچه	$q$	$\rho$
۱۵۰	۵۰	۰/۹	۰/۱

شکل‌های ۵، ۶ و ۷ به ترتیب ارتفاع، طول و عرض موجود و بهینه حوضچه رسوب‌گیر گنج‌افروز را در راندمان‌های مختلف تله‌اندازی نشان می‌دهند. با توجه به نتایج می‌توان گفت مقادیر بهینه طول، عرض و ارتفاع حوضچه رسوب‌گیر با افزایش راندمان تله‌اندازی افزایش می‌یابند. طول حوضچه رسوب‌گیر بند انحرافی گنج‌افروز از طول‌های بهینه محاسباتی در تمام راندمان‌های تله‌اندازی بیش‌تر است. تفاوت طول موجود با طول در راندمان ۹۰ درصد تقریباً کم و به میزان ۱/۶۱ متر می‌باشد. بیش‌ترین مقدار تفاوت برابر با ۱۱/۱۱ متر می‌باشد که مربوط به راندمان ۷۰ درصد است. عرض حوضچه رسوب‌گیر از عرض‌های بهینه محاسباتی در تمام راندمان‌های تله‌اندازی بیش‌تر است. کم‌ترین و بیش‌ترین مقادیر اختلاف در عرض‌های موجود و محاسباتی به ترتیب برابر با ۲/۰۹ و ۲/۷۹ متر می‌باشد که مربوط به راندمان‌های ۹۰ و ۷۰ درصد است. عرض موجود در مقایسه با مقادیر محاسباتی بسیار بیش‌تر است. این در حالی است که اختلافات به‌زای راندمان‌های مختلف تغییر

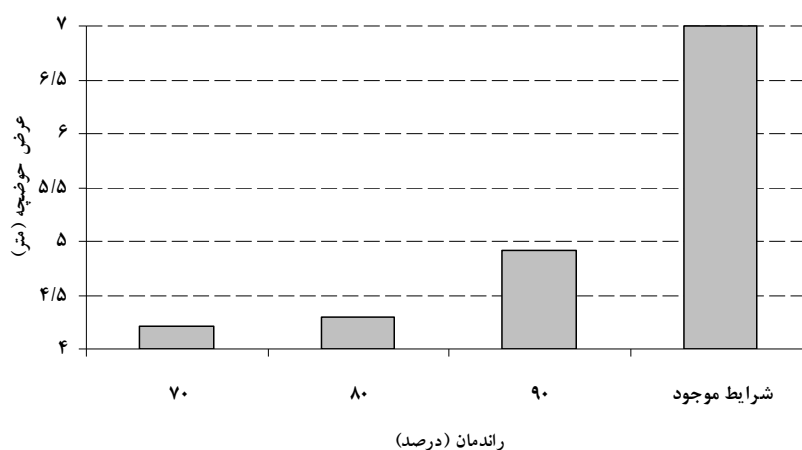
چندانی نمی‌کند. ارتفاع حوضچه رسوب‌گیر بند انحرافی گنج‌افروز از ارتفاع‌های بهینه محاسباتی در تمام راندها‌های تله‌اندازی بیشتر است. اختلاف ارتفاع بهینه در راندها‌های ۷۰ و ۹۰ درصد به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۵۵ متر به دست آمد.



شکل ۵- ارتفاع موجود و بهینه حوضچه رسوب‌گیر.



شکل ۶- طول موجود و بهینه حوضچه رسوب‌گیر.



شکل ۷- عرض موجود و بهینه حوضچه رسوب‌گیر.

با استفاده از توزیع اندازه ذرات موجود و درصد مربوط به هر یک در حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز، مقدار میانگین ذرات برابر با  $0/27$  میلی‌متر می‌باشد که براساس درصد احتمال نشست ذرات با این اندازه (جدول ۱)، راندمان تله‌اندازی  $70$  درصد مورد نیاز است. بنابراین باید در مقایسه متغیرهای تصمیم بهینه به‌دست آمده با داده‌های موجود حوضچه رسوب‌گیر گنج‌افروز از راندمان تله‌اندازی  $70$  درصد برای متغیرهای تصمیم بهینه استفاده نمود. طول، عرض و ارتفاع بهینه به‌دست آمده توسط مدل به‌ترتیب  $22/22$  درصد،  $39/85$  درصد و  $21/15$  درصد کم‌تر از شرایط موجود می‌باشد. به‌طورکلی، در مقایسه طول، عرض و ارتفاع بهینه به‌دست آمده در این پژوهش در راندمان تله‌اندازی  $70$  درصد با ابعاد موجود حوضچه رسوب‌گیر گنج‌افروز، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای به چشم می‌خورد که این امر نشان‌دهنده اقتصادی‌تر بودن ابعاد بهینه به‌دست آمده می‌باشد. در جدول ۳ مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم در راندمان‌های مختلف تله‌اندازی ارائه شده است. مقایسه نتایج این پژوهش با پژوهش زعفری (۲۰۱۱) نشان داد که در راندمان  $70$  درصد، روش SCE نسبت به الگوریتم جامعه مورچگان طول حوضچه را  $10/5$  درصد کم‌تر و ارتفاع حوضچه را  $10/33$  درصد بیش‌تر به‌دست آورده است. عرض حوضچه در هر دو روش یکسان به‌دست آمده‌اند که این خصوصیت ناشی از تصادفی بودن جستجوی این روش‌ها می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم در راندمان‌های مختلف تله‌اندازی (متر).

متغیر تصمیم										راندمان (درصد)
$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	H.	B.	B	L	H	
۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۳۶	۱/۳۳	۰/۴	۱/۰۵	۱/۳۹	۴/۲۱	۳۸/۸۹	۲/۰۵	۷۰
۰/۸۸	۰/۵۵	۰/۱۴	۱/۴۶	۰/۷۷	۱/۹۴	۱/۳۸	۴/۳	۴۳/۴	۲/۱۹	۸۰
۰/۷۲	۰/۸۹	۰/۲۹	۰/۹۲	۰/۴۵	۱/۳۷	۲/۱۵	۴/۹۱	۴۸/۳۹	۲/۴۴	۹۰

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش براساس مسأله طراحی ابعاد حوضچه رسوب‌گیر با در نظر گرفتن مسایل سازه‌ای، هیدرولیکی و رسوبی و الگوریتم جامعه مورچگان مدل کامپیوتری ODISBM به زبان فرترن تهیه شد. مدل تهیه شده برای حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز در راندمان‌های ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد اجرا و نتایج به‌دست آمده از آن با روش SCE مقایسه شد. طول، عرض و ارتفاع بهینه به‌دست آمده توسط مدل برای حوضچه رسوب‌گیر سد انحرافی گنج‌افروز در راندمان ۷۰ درصد به ترتیب ۲۲/۲۲ درصد، ۳۹/۸۵ درصد و ۲۱/۱۵ درصد کم‌تر از شرایط موجود به‌دست آمد که این مهم نشان‌دهنده اقتصادی‌تر بودن ابعاد بهینه به‌دست آمده می‌باشد. همچنین طول حوضچه نسبت به روش SCE، ۱۰/۵ درصد بیش‌تر و ارتفاع حوضچه ۱۰/۷۳ درصد کم‌تر به‌دست آمد. عرض حوضچه در هر دو روش مقدار یکسانی به‌دست آمده است. نتایج نشان‌دهنده توانایی الگوریتم جامعه مورچگان در بهینه‌سازی ابعاد حوضچه‌های رسوب‌گیر می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان اهداف متفاوتی را بهینه نمود.

### سپاسگزاری

به این وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که اعتبارات این پژوهش را تامین نموده صمیمانه سپاسگزاری می‌نمائیم.

### منابع

1. Abbaspour, K.C., Schulin, R., and Van Genuchten, M.T. 2001. Estimating unsaturated soil hydraulic parameters using ant colony optimization. J. ADV Water Resour. 24: 8. 827- 841.
2. Afshar, A., Maknoon, R., and Afshar, A. 2006. Optimum layout for water quality monitoring stations through ant colony algorithm. J. Water Wastewater. 59: 2-11. (In Persian)

3. Dorigo, M., Maniezzo, V., and Coloni, A. 1991. Ant System: An autocatalytic optimizing process. Technical Report 91-016, Italy. Pp: 1-21.
4. Dorigo, M., and Gambardella, L.M. 1997. Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *J. IEEE T. Evol. Com.* 1: 1. 53-66.
5. Ghodousi, H. 2007. Mathematical model development comprehensive and optimal operation of unsteady flow in irrigation canals. Agricultural Department. Tarbiat Modares University Press, 195p. (In Persian)
6. Hsu, N.S., KuoJ, T., and Chiu, S.K. 2008. Optimal Design of Settling Basin for a Small-Scale Drainage Area. *J. Irrig. Drain. E.* 134: 3. 372-379.
7. Jalali, M.R. 2005. Optimum design and operation of hydrosystems by ant colony optimization algorithms; A new metaheuristic approach. Civil Engineering Department. Iran University of Science and Technology. Press. 158p. (In Persian)
8. Jalali, M.R., Afshar, A., and Marino, M.A. 2006. Reservoir operation by ant colony optimization algorithms. *Iran. J. Sci. Technol.* 30: 107-117.
9. Kaveh, A., and Sharafi, P. 2007. Ant colony optimization: principles and concepts. Building and housing Research center, Press. 181p. (In Persian)
10. Nagesh Kumar, D., and Janga Reddy, M. 2005. Ant colony Optimization for Multi- purpose Reservoir operation. *J. Water Resour. Manage.* 20: 879-898.
11. Raju, K.G., Kothiyari, U.C., Srivastav, S., and Saxena, M. 1999. Sediment Removal Efficiency of Settling Basin. *J. Irrig. Drain. E.* 125: 5. 308-314.
12. Shetab-Boushehri, N., Mousavi, F., and Shetab-Boushehri, B. 2010. Design of Settling Basins in Irrigation Network Using Simulation and Mathematical Programming. *J. Irrig. Drain. E.* 136: 2. 99-106.
13. Swamee, P.K., and Tyagi, A. 1996. Design of Class-I Sedimentation Tanks. *J. Environ. Eng.* 122: 1. 71-73.
14. Vanoni, A. 1975. Sedimentation Engineering. ASCE manual and Reports on Engineering Practice. 418p.
15. Vittal, N., and Raghav, M.S. 1997. Design of Single-Chamber Settling Basin. *J. Hydraul. Eng.* 123: 5. 469-471.
16. Zafari, M. 2011. Optimal Design of a Settling Basin Using SCE Algorithm (Case Study: Ganj-afrooz Diversion Dam). Islamic Azad University. Press, 87p. (In Persian)
17. Zhiyao, S., Tingting, W., Fumin, X., and Ruijie, L. 2008. A Simple Formula for Predicting Settling Velocity of Sediment Particles. *J. WSE.* 1: 1. 37-43.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 21(2), 2014*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Determination of optimal dimensions of settling basin using ACS algorithm considering hydraulic, sediment and structural attributes**

**\*A.R. Emadi<sup>1</sup> and S. Kakouei<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources  
Received: 10/13/2012; Accepted: 05/10/2013

### **Abstract**

Settling basin is one of the structures built for separation of suspended sediments at the beginning on intake canal. In these structures, flow velocity decreases by increasing cross section and sediments deposit owing to gravity force. Several factors affect settling basin design such as sediment attributes, flow discharge and trap efficiency. On the other hand, settling basin wall dimensions must be determined stable structurally. In this study a computer model was prepared for optimal design of Gannjafrooz settling basin in Mazandaran province considering hydraulic, sediment and structural attributes based on Ants colony optimization algorithm. Decision variables were consisted of length, width and height of settling basin, width and height of input canal and dimensions of various parts of settling basin wall. Objective function is a combination of trap efficiency and sliding and overturning safety factor. Mentioned model was applied in three trap efficiencies of 70, 80 and 90 percent. Results showed that optimal length, width and height in all three trap efficiencies were lower than existing condition. Optimal length, width and height obtained were, 38.89, 4.2 and 2.05 meter in trap efficiency of 70 percent respectively. Comparison of the results of this research with results of SCE algorithm showed that, ACS algorithm calculated length and height of basin, were 10.5 percent more and 10.73 percent less than SCE algorithm, respectively.

**Keywords:** Optimization, Settling basin, Gangafrooz diversion dam, Intake, ACS algorithm

---

\* Corresponding Author; Email: [emadia355@yahoo.com](mailto:emadia355@yahoo.com)

