بررسی نحوه تخلیه پساب سایت آب شیرین کن بندر خمیر به کمک روابط تجربی

مهدی نژادنادری[۱] و محمد جواد خانجانی[۲] و رضا منتظمی وظیفه دوست[۳]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۸/۰۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۹/۲۵

چکیده

بیشتر مناطق ساحلی، خشک هستند ولی منابع آب شور زیادی در دسترس دارند. آب شیرین مصرفی کشورهای حوزه خلیج فارس توسط تقطیر آب دریاها با استفاده از انرژی سوخت‌های فسیلی تامین می‌شود. اما با توجه به افزایش قیمت نفت و همچنین آلودگی حاصل از مصرف سوخت‌های فسیلی جهت تامین انرژی مورد نیازآب شیرین، بسیاری از این کشورها توجه زیادی به تقطیر خورشیدی به عنوان گزینه‌ای امید بخش و سازگار با محیط زیست کرده‌اند. اما استفاده از سایت‌های آب شیرین کن موجب تولید پساب به مراتب با غلظت نمک بالاتری از آب دریا می‌باشد که فارغ از معایب زیست محیطی نیست و لذا می‌بایست نحوه دفع پساب به نحوی باشد که کمترین اثر را بر روی محیط پذیرنده پساب (دریا در اکثر مواقع) داشته باشد. میزان ترقیق اولیه و خصوصیاتش نقش مهمی را در طراحی دفع فاضلاب به دریا ایفا می‌کند. استفاده از مدل‌های ناحیه اختلاط تخمین ترقیق اولیه بسیار مرسوم است. در این مطالعه به عملکرد پخشاننده‌های T شکل در آبهای کم عمق با استفاده از معادلات تجربی پرداخته می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پخشاننده T، ترقیق اولیه، سایت آب شیرین کن، شوراب، ناحیه اختلاط.

۱ - دانشجوی دکترا مهندسی عمران سازه های هیدرولیکی دانشگاه شهید باهنر کرمان Email: mehdi2930@yahoo.com
۲ - استاد گروه مهندسی عمران سازه های هیدرولیکی دانشگاه شهید باهنر کرمان؛ Email: khangani@yahoo.com
۳ - کارشناس ارشد عمران سازه های هیدرولیکی Email: Rezamontazemi@gmail.com

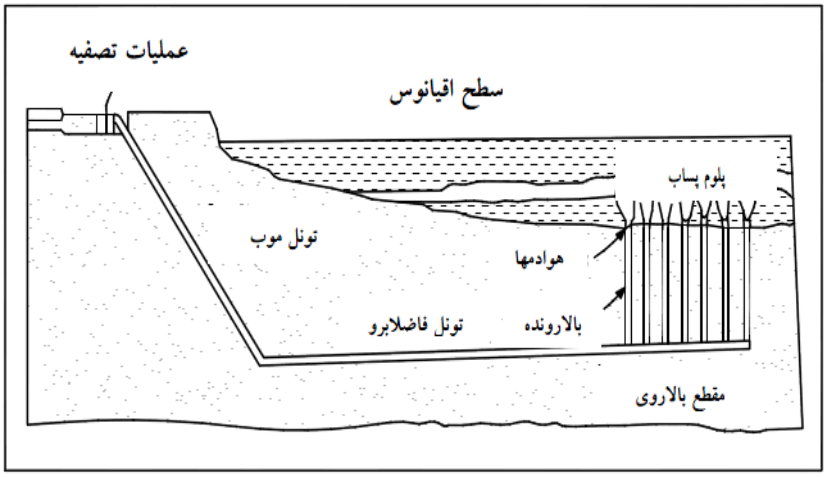
مقدمه

تهیه آب سالم یکی از مشکلات اساسی درکشورهای درحال توسعه و توسعه نیافته می‌باشد. مقادیر آب موجود در این کشورها به میزان آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها بستگی داشته و آلودگی آن‌ها و حتی آب دریاها توسط پساب‌ها و فاضلاب‌های صنعتی از جمله مشکلات اساسی در تهیهٔ آب سالم می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که ۹۴ درصد آب‌های در دسترس روی زمین شور هستند؛ ۳ درصد آب شیرین در قطب‌های شمال و جنوب و اکثراً به صورت یخ وجود دارند و تنها حدود ۳ درصد آب‌های موجود بر روی کره زمین سالم و قابل شرب هستند. وجود مناطق بسیاری در کشور که دسترسی به آب شیرین و سالم مورد نیاز در آن‌ها به سهولت امکان‌پذیر نیست، لزوم تحقیق و سرمایه‌گذاری برای بررسی روش‌های متفاوت شیرین سازی آب‌های شور احساس می‌شود. در نگاه نخست استفاده از آب شیرین کن‌ها بسیار مطلوب به نظر می‌رسند البته در مواقعی حجم آب استحصال شده از آن‌ها کم باشد همانگونه است، اما در مواقعی که حجم آب استحصالی زیاد باشد هزینه‌های مالی و مسائل اجرایی، در تامین زمین، احداث سازه، تامین و نصب تاسیسات و سازه‌های جانبی (مانند آبگیر، خطوط انتقال و سیستم دفع پساب) را دارا می‌باشد. جنبه دیگر این نوع آب شیرین کن‌ها اثرات مخرب زیست محیطی در اطراف محل دفع پساب حاصل از فعالیت آب شیرین کن می‌باشد. از جمله این تاثیرات می‌توان به خطرات حاصل از افزایش شوری برای ماهیان و سایر جانوران ساکن در محیط دریا که می‌تواند موجب از بین رفتن و یا فرار آن‌ها از منطقه گردد. خطر دیگر تخریب بافت گیاهی منطقه با برهم زدن خصوصیات شیمیایی و میزان شوری و حرارت آب دریا گردد. خطر دیگر که حتی زندگی انسان‌ها ساکن در مناطق محاور دریا را مورد تهدید قرار می‌دهد، شور شدن منابع آب زیرزمینی بدلیل افزایش میزان شوری آب دریا می‌باشد. با توجه به موارد یاد شده از اثرات مخرب آب شیرین کن در محیط دریا و ساحل نشانگر اهمیت طراحی دقیق سیستم دفع پساب آب شیرین کن می‌باشد. در این تحقیق ابتدا در مورد تخلیه کننده‌ها دریایی و مکانیسم اختلاط تعریف جت و پلوم مطالبی ارائه می‌گردد سپس به معادلات حاکم پرداخته شده و با بیان خصوصیات سایت آب شیرین کن بندر خمیر ترقیق اولیه پخشاننده‌ها پیش‌بینی می‌گردد.

معادلات حاکم

هنگامی که فاضلاب به دریا تخلیه می‌گردد، بلافاصله با محیط پذیرنده مخلوط می‌گردد. اختلاط اولیه ناحیه‌ای به شعاع حدودا" ۱۰۰ متر و در دقایقی کوتاه بعد از تخلیه فاضلاب از طریق پخشاننده به محیط انجام می‌گردد که به این ناحیه، ناحیه نزدیک (Near field) اطلاق می‌گردد. این ناحیه بوسیله شدت اختلاطی که به سبب آشفتگی تولید شده توسط نیروی شناوری و اندازه حرکت جت تخلیه ایجاد شده است معین می‌گردد. فرآیندهایی که در این ناحیه رخ می‌دهند شامل اختلاط در پلوم آزاد، اصابت پلوم به سطح آب، پخش افقی و اختلاط اضافی در آن سوی ارتفاع خیز نهایی پلوم می‌باشد. ناحیه نزدیک زمانی به انتها می‌رسد که آشفتگی ناشی از تخلیه کمتر از تاثیر آشفتگی ناشی از نیروی شناوری شود. برای لایه‌ای که درست در زیر سطح آب پخش می‌گردد این افت تاثیر اندازه حرکت بعلت گسترش پروفیل چگالی پایدار در داخل همان لایه می‌باشد. همچنین این افت برای لایه‌ای که زیر سطح آب به خاطر لایه‌بندی بودن چگالی محیط پذیرنده محصور گشته است، بعلت پروفیل چگالی محیط پذیرنده می‌باشد. آنسوی ناحیه نزدیک پلوم آلودگی با جریان محیط پذیرنده حرکت نموده و بوسیله آشفتگی این محیط پخش می‌گردد که به این ناحیه، ناحیه دور (far Field) اطلاق می‌گردد. اختلاط در ناحیه دور بسیار آرامتر از ناحیه نزدیک می‌باشد. در نهایت فاضلاب ورودی با غلظت اولیه با حجم آب مواد موجود در ناحیه مخلوط شده و میانگین غلظت آلاینده را تا حد قابل قبول استاندارد آب ساحلی کاهش خواهد داد. اگرچه درناحیه نزدیک غلظت آلاینده‌ها بیشتر از حد مجاز بوده و امکان صدمه دیدن اکوسیستم دریایی وجود دارد اما با توجه به حجم اندک این ناحیه نسبت به دریا از اثرات سوء تخلیه فاضلاب در این نواحی صرف نظر می‌شود. تخلیه یک سیال از یک سوراخ یا شیار به درون حجم بزرگی از سیال مشابه که دارای اندازه حرکت اولیه باشد جت نامیده می‌شود. در فتار جت عامل حرکت سرعت اولیه است و مقدار دبی

تخلیه شده در نحوه حرکت جت اهمیت زیادی دارد. تخلیه آب توسط یک لوله در یک استخر مثال واضحی از جت می‌باشد. پلوم نیز جریانی شبیه به جت می‌باشد با این تفاوت که عامل حرکت در پلوم سرعت اولیه جریان نمی‌باشد بلکه وجود اختلاف چگالی سیال با محیط پذیرنده عامل حرکت آن می‌باشد. به عنوان مثال جریان هوای ایجاد شده توسط شعله آتش مثال واضحی از پلوم می‌باشد در این حالت پلوم ایجاد شده بدون سرعت اولیه و تنها به علت وجود اختلاف چگالی که ناشی از گرم شدن هوا می‌باشد، به حرکت در می‌آید در عمل هنگام تخلیه آلاینده به دریا جت و پلوم ساده به ندرت ایجاد شده و معمولا رفتار آلاینده ترکیبی از جت و پلوم است. ابتدا جریان به علت وجود سرعت اولیه و شار اندازه حرکت ایجاد شده به صورت جت عمل کرده و پس از طی مسافتی با استهلاک انرژی ناشی از سرعت اولیه به صورت پلوم عمل می‌نماید. همانند حرکت جریان در لوله‌های، رفتار آلاینده نیز می‌تواند شرایط لایه‌ای یا آشفته به خود بگیرد که در این حالت معیار آشفتگی عدد رینولدز بالاتر ۴۰۰۰ می‌باشد که در اکثر موارد شرایط جریان به صورت آشفته می‌باشد. برای شوراب‌ها چون دارای چگالی بیشتری از آب دریا می‌باشد و امکان نشست بر روی بستر وجود دارد. لذا می‌بایست تخلیه شوراب به نوعی باشد که حالت جت در آب را هنگام تخلیه در شروع ایجاد نماید تا بتواند در آب محیط حرکت نماید و با ایجاد اغتشاش بیشتر در محیط باعث اختلاط شوراب با آب محیط گردد تا روند ترقیق شوراب تسریع گردد تا قبل از افت سرعت و ته نشین شدن آن غلظت به اندازه‌ای کم گردد. که از محیط اطراف قابل تفکیک نباشد. لازم بذکر است براساس استانداردهای ارائه شده آژانس محیط زیست آمریکا این فرایند باید در شعاع حداکثر ۲۰۰ متر از محل تخلیه فاضلاب صورت گیرد (مشیرپناهی و همکاران، (۱۳۸۹)).



شکل(۱): نوعی از فاضلابروی تونلی جهت تخلیه فاضلاب به داخل آب دریا(تکدستان و همکاران، (۱۳۸۵))

جریان خروجی فاضلاب می‌تواند از طریق پخشاننده تک مجرا یا چند مجرایی خارج شود. پخشاننده چندمجرایی (multiport diffuser) در تخلیه حرارتی نسبت به پخشاننده تک مجرا میزان ترقیق اولیه بیشتری می‌دهد. یک پخشاننده چند مجرایی ساختار پخش خطی دارد که شامل یک چند شاخه با مجراهای زیاد و فاصله‌دار که از هر کدام از این مجراها فاضلاب حرارتی خارج می‌گردد. یک پخشاننده تک سویه دارای مجراهایی است که تمام مجراها در یک جهت و به صورت عمود بر محور پخشاننده تخلیه می‌شوند. راستای لوله تغذیه کننده یک پخشاننده T شکل که در این مقاله نیز از نتایج همین نوع پخشاننده استفاده گردیده است موازی راستای جریان محیط است. (آدامز، ۱۹۸۲) معادله ترقیق و پخشاننده T شکل را با استفاده از معادلات برنولی و معادله ممنتوم برای پیوستگی فشار در طول محور پخشاننده به دست آورد. در حالت پخشاننده T شکل، افت ممنتومی که به سبب سکون جریان محیط اطراف در معادله ممنتوم بین مقطع عقب و جلوی پخشاننده وجود داشت را مورد توجه قرار داد. سپس با ترکیب معادلات انرژی و معادلات

ممنتوم، میزان ترقیق در منطقه نزدیک به تخلیه را برای پخشاننده‌های T شکل به صورت زیر محاسبه کرد.

(۱)

$$\frac{S_t}{S_o} = 1 - C_d M_r$$

که S_t حداقل ترقیق سطحی برای پخشاننده‌های T شکل، C_d ضریب مربوط به تاثیر سکون جریان اطراف و M_r نسبت ممنتوم جریان اطراف به ممنتوم تخلیه که به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

(۲)

$$M_r = \frac{(U_a)^2 H}{(U_0)^2 D}$$

که در این فرمول H عمق تخلیه، D قطر مجرای تخلیه، U_a سرعت جریان اطراف و U_O سرعت تخلیه است. S_o میزان ترقیق در حالت سکون جریان اطراف است که به صورت زیر توسط (آدامز، ۱۹۸۲) ارائه شده است:

(۳)

$$S_0 = \sqrt{\frac{H cos\theta_0}{2B}}$$

θ_0 زاویه بین مجرا و کف دریاست که معمولا" کمتر از ۴۵ درجه انتخاب می‌گردد. (سابرامانیا و پوری(۱۹۸۴) Subramanya and Porey) یک تابع نمایی را بر پایه آزمایشات سه بعدی جت در جریان عبوری پیشنهاد کردند. (ون سو و همکاران(۲۰۰۱) .Won Seo et al) ضرایب ثابت مربوط به معادله را با تطبیق داده‌های آزمایشگاهی به صورت زیر به دست آوردند:

(۴)

$$\frac{S_t}{S_o} = \frac{1}{1-[60\ \exp\left(-5{M_r}^{0.2}\right)]M_r}$$

با جایگزینی معادله (۳) در معادله (۴) خواهیم داشت:

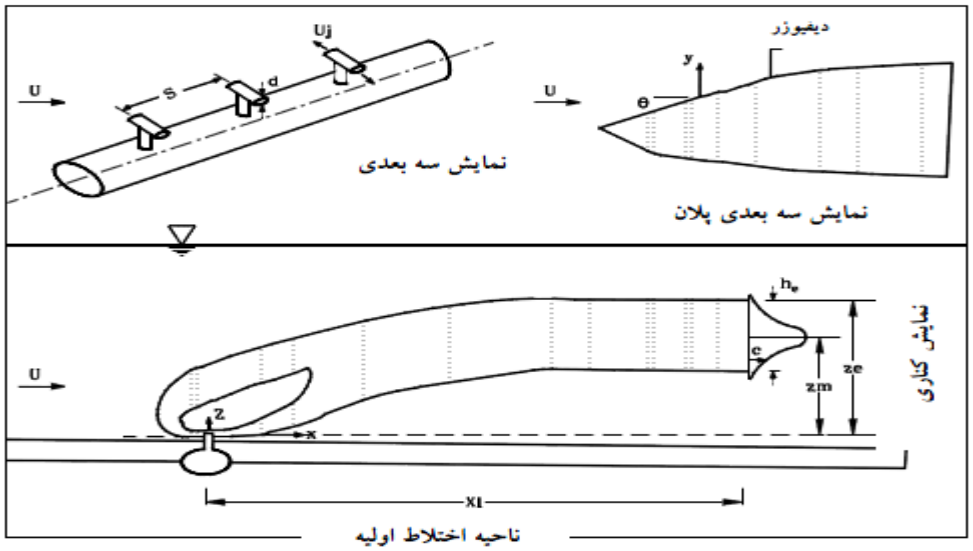
(۵)

$$S_t = [1 - [60\exp\left(-5{M_r}^{0.2}\right)]M_r]\sqrt{\frac{H cos\theta_0}{2B}}$$

ابتدا لازم است پارامتری برای پخشاننده‌ها تعریف شود. این پارامتر که آن را با حرف B نشان می‌دهیم، نسبت سطح مقطع هر کدام از سوراخ‌های پخشاننده به فاصله بین سوراخ‌ها در طول پخشاننده است:

(۶)

$$B = \frac{A_0}{l}$$



شکل ۲- خروج پلوم پساب از دیفیوزر به داخل آب دریا همراه با پارامترهای دریایی(تکدستان و همکاران، (۱۳۸۵))

مشخصات آب شیرین کن بندر خمیر و محیط پیرامون

آب شیرین کن مورد بررسی در استان هرمزگان و در نزدیکی بندر خمیر با استفاده از تکنولوژی اسمزمعکوس (RO) با ظرفیت تامین آب شیرین ۴۰۰۰۰ متر مکعب در روز برای مصرف آب شرب مورد مطالعه جهت طراحی تمامی سیستم‌ها مورد نیاز می‌باشد. به دلایلی که در بخش مقدمه ذکر گردید، یکی از مهمترین بخش‌های سایت آب شیرین کن سیستم دفع پساب می‌باشد. اهمیت این موضوع هم به دلیل اثرات زیست محیطی و هم هزینه‌های اقتصادی طرح می‌باشد. اگر طول خط انتقال پساب به داخل دریا حتی اگر چند ده متر اضافه محاسبه گردد با توجه به اینکه اجرا این خط انتقال در اعماق دریا می‌باشد، باعث افزایش بار مالی زیادی به کارفرمای طرح می‌گردد. بنا به اطلاعات دریافتی از نوع سیستم این آب شیرین کن و راندمان سیستم آن مشخصات پساب حاصل از آن مطابق جدول(۱) می‌باشد.

محاسبه حداقل ترقیق سطحی برای پخشاننده‌های T شکل:

با توجه به اینکه قطر مجراها ۴۰ سانتیمتر درنظر گرفته می‌شود و میزان فاصله بین سوراخ های تخلیه ۱۲ متر می‌باشد مقدار B با توجه به فرمول(۶) برابر ۰/۰۱۰۴۶۷ می‌باشد. سپس با توجه به مقادیر H (عمق در جدول ۲) و سرعت آب در ستون دوم جدول(۲) و سرعت تخلیه پساب که از تقسیم دبی پساب بر سطح مقطع خروجی بدست می‌آید و قطر خروجی، نسبت ممنتوم جریان اطراف به ممنتوم تخلیه (M_r) بدست می‌آید همچنین مقدار θ_0 برابر ۴۵ درجه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مقادیر معلوم برای یافتن S_t موجود می‌باشد. برای سناریوهای بیان شده S_t را بدست می‌آوریم.

جدول(۱): مشخصات پساب سایت آب شیرین کن ۴۰ هزار مترمکعب در روز بندر خمیر(مشیرپناهی و همکاران، (۱۳۸۹)).

دبی پساب	0.463 m3/s
غلظت پساب	90000 mg/lit
دمای پساب	25°C

جدول(۲): پارامتر های محیطی آب شیرین کن ۴۰ هزار متر مکعب در روز بندر خمیر(مشیرپناهی و همکاران، (۱۳۸۹)).

سرعت جریان	0.5 to 3 m/s
سرعت باد	0 to 2 m/s
دمای محیط	25°C
ضریب دارسی ویسباخ در نزدیک ساحل	0.018
ضریب دارسی ویسباخ در محل تخلیه	0.2
شیب در نزدیکی ساحل	٪2.5
شیب در محل تخلیه	٪0.6
غلظت در محیط	30000 mg/lit

جدول(۳): سناریو های مورد بررسی(مشیرپناهی و همکاران، (۱۳۸۹)).

ردیف	سرعت آب(m/s)	سرعت باد(m/s)	محل تخلیه(m)	عمق(m)
سناریوی اول	۱	۰	۱۰۰۰	۹,۸
سناریوی دوم	۲	۰	۱۰۰۰	۹,۸
سناریوی سوم	۳	۰	۱۰۰۰	۹,۸
سناریوی چهارم	۰/۵	۰	۵۰۰	۶,۸
سناریوی پنجم	۱	۰	۵۰۰	۶,۸
سناریوی ششم	۰/۷	۰	۷۰۰	۸
سناریوی هفتم	۱	۰	۷۰۰	۸
سناریوی هشتم	۰/۵	۰	۸۵۰	۸,۸

جدول(۴): مشخصات تخلیه کننده چند مجرایی آب شیرین کن ۴۰ هزار متر مکعب در روز بندر خمیر (مشیرپناهی و همکاران، (۱۳۸۹)).

قطر لوله	40cm
تعداد تخلیه کننده ها	3
فاصله تخلیه کننده ها از یکدیگر	12m
فاصله اولین تخلیه کننده از ساحل	826m
فاصله دومین تخلیه کننده از ساحل	838m
فاصله سومین تخلیه کننده از ساحل	850m
ارتفاع تخلیه کننده از کف دریا	1.2m

جدول(۵): نتایج حاصل از معادلات تجربی برای سناریوهای مختلف

ردیف	M_r	S_o	S_t
سناریوی اول	۱۶/۱۹۶۴	۱۸/۱۹۴۰۵	۱۵/۳۲۶۵
سناریوی دوم	۶۴/۷۸۶۵	۱۸/۱۹۴۰۵	۱۷/۴۸۸۳
سناریوی سوم	۱۴۵/۷۷۰۳	۱۸/۱۹۴۰۵	۱۷/۹۸۵
سناریوی چهارم	۲/۸۱۵۲	۱۵/۱۵۵	۹/۶۹۳
سناریوی پنجم	۱۱/۲۳۲	۱۵/۱۵۵	۱۲/۰۸۸
سناریوی ششم	۹/۲۵۵۲۴	۱۶/۴۳۸۴	۱۲/۷۰۸۴
سناریوی هفتم	۱۳/۲۲۱	۱۶/۴۳۸۴	۱۳/۴۴۵۸
سناریوی هشتم	۱/۴۶۹	۲۴/۳۸۲	۱۶/۱۶۴

در بین سناریوهای بالا سناریو سوم بهترین حالت و سناریو چهارم بدترین حالت را در بر دارند.

نتیجه‌گیری

استفاده از تقطیر خورشیدی در مناطقی که منابع آب شور زیادی در دسترس دارند راهی مناسب برای تهیه منابع آب شیرین می‌باشد. اما استفاده از سایت‌های آب شیرین کن موجب تولید پساب به مراتب با غلظت نمک بالاتری از آب دریا می‌باشد. نحوه دفع پساب باید به نحوی باشد که کمترین اثر را بر روی محیط پذیرنده پساب (دریا در اکثر مواقع) داشته باشد. میزان ترقیق اولیه و خصوصیاتش نقش مهمی را در طراحی دفع پساب به دریا ایفا می‌کند. استفاده از مدل‌های ناحیه اختلاط تخمین ترقیق اولیه بسیار مرسوم است. در این مطالعه به عملکرد پخشاننده‌های T شکل در دفع پساب سایت آب شیرین کن خورشیدی بندر خمیر با استفاده از معادلات تجربی پرداخته شده است. ترقیق اولیه وابسته به عمق آب، قطر دهانه، سرعت جریان، فاصله بین دهانه‌ها، سرعت آب محیط می‌باشد. با در نظر گرفتن شرایط محیطی مختلف بحرانی‌ترین و بهترین حالت ترقیق اولیه مشخص گردید.

منابع

۱- اسماعیل نیا، ع. و ا.ا. شهیدی. ۱۳۸۷. " بررسی میزان ترقیق اولیه در پخشاننده‌های T شکل و اثر تغییر زاویه عمودی پخشاننده"، هفتمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه صنعت آب و برق شهید عباسپور.

۲- تکدستان، ا.، ن. حاجی زاده و ن. جعفرزاده. ۱۳۸۵. " تخلیه فاضلاب به دریا گزینه مطلوب برای دفع فاضلاب شهری در مناطق ساحلی"، هفتمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی، سازمان بنادر و کشتیرانی، تهران.

۳- مشیرپناهی، د.، م. قاهری و ف. رعنایی. ۱۳۸۹. " مکان‌یابی و نحوه دفع پساب سایت آب شیرین کن بندر خمیر"، چهارمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران.

4- Adams, E.E. 1982. Dilution analysis for unidirectional diffusers, Journal of the Hydraulic Division, ASCE, Vol. 108, No. HY3, PP. 327- 342.
5- 7-Subramanya, K. and P.D. Porey. 1984." Trajectory of a turbulent cross" j.hydr.res., delft,the Netherlands, 22(5), 343- 345.
6- Won Seo, I.I., H.S. Kim, D. Yu and D.S. Kim. 2001. Performance of Tee diffusers in shallow water with cross flow. J. of Hydr Eng., 34, 53-61.

Investigation of form of discharging waste water in Bandar Khamir by the empirical equations

[۴]M. Nezhad naderi., M. J. Khangani[۵]., R. Montazemi Vazifeh doust[۶]

Abstract
The use of solar distillation of saline water resources are in areas that are available in many convenient ways to obtain fresh water resources. But the sites that produce waste water and desalination of sea water is much higher salt concentrations. Waste must be disposed of in such a way that the least effect on the acceptor water environment (sea, in most cases). Initial dilution of effluent disposal into the sea and its characteristics play an important role in designing plays.Using the mixing model estimates of initial dilution is very common. In this study the waste disposal site in Bandar Khamir solar desalination using empirical equations have been addressed. Initial dilution related to water depth, diameter, flow rate, the distance between the openings, the velocity of the water is. The most critical with regard to different environmental conditions and the best initial dilution was determined

Keywords: Making freshwater site, Saltwater, Mixing zone, Initial dilution,T form Diffuser.

4 -Ph. D. Student of civil engineering in Hydraulic structures; Shahid Bahonar University of Kerman; Email: Mehdi2930@yahoo.com
5 - Ph. D. Candidate of Hydraulic Structures, Shahid Bahonar University of Kerman; Email: khangani@yahoo.com
6 -M.Sc of civil engineering in Hydraulic structures; Email: rezamontazemi@Gmail.com