مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۵

موضوع:

# طراحی ایده‌ای تزریق بخار آب به درون خاک به منظور تشکیل حوضچه موضعی آب زیرزمینی، با استفاده از انرژی خورشیدی

تألیف:

مهندس رضا جواهر دشتی[۱]

## چکیده

از مهمترین مسائل کشورهائی نظیر ما کمبود آب می‌باشد. بدلیل تبخیر سطحی آب روشهای فعلی آبیاری نیز نیاز به بازبینی و بهینه سازی دارند. ایده اصلی این مقاله بررسی جنبه‌های نظری تزریق بخار حاصل از تبخیر آب توسط اشعه حرارتی خورشید در یک گنبد شفاف پلکسی گلاس با سینی‌های فولادی که آب روی آنها جریان داشته باشد، می‌باشد. این بخار به درون اعماق معینی از خاک تزریق می‌شود و در آنجا بدلیل تفاوت شرایط فیزیکی میعان صورت گرفته و حوضچه‌های موضعی آب تشکیل می‌شود. در همین رابطه محاسبات ترمودینامیکی نیز ذکر شده‌اند.

## مقدمه

ایران کشوری است که چهار پنجم آن از تابش روزانه ۴/۵ تا ۵/۴ $kwh/m^2$ برخوردار می‌باشد[۱]. از طرفی بدلیل موقعیت خاص جغرافیائی، کشور مادر رده کشورهای نیمه خشک طبقه‌بندی می‌گردد. از حل مسئله کم آبی و انرژی خورشیدی رایگان موجود باید در طرحی که فصل مشترک آن مسئله کشاورزی و استحصال بهینه خاک است با یکدیگر هماهنگ شوند. آنچه ارائه می‌شود طراحی ایده‌ای است که می‌تواند در صورت عملی شدن، با استفاده از انرژی خورشیدی، برای زمین‌های کشاورزی که از کمبود آب به شکل عدم وجود حوضچه‌های زیرزمینی آب رنج می‌برند مفید باشد.

۱- سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران - تهران - صندوق پستی ۱۹۷۶ - ۱۵۸۱۵

## پایه نظری

می‌دانیم که بر اثر گرفتن (یا بازدادن ) حرارت، در انتالپی تغییراتی بوجود می‌آید. این تغییرات را می‌توان در نمودارهای انتالپی – دما به شکل انتالپی‌های ذوب ($\Delta H_m$) و تبخیر ($\Delta H_v$) مشاهده کرد. آب نیز از این مقاعده مستثنی نمی‌باشد: اگر در محیط، در حالتی که آب به شکل مایع است، درجه حرارت (یا دمای) آنرا به $T_b$ نمایش دهیم و فرض کنیم که این آب تا دمای $T_a$ گرم شود بنحوی که $T_a \geq T_v$ تغییرات انتالپی (Enthalpy) را از دمای b به a می‌توان به این شرح محاسبه نمود:

$$(۱)\quad \Delta H^{b\to a} = \int_{T_b}^{T_v} (cp)_l dT + \Delta H_{L\to v} + \int_{T_v}^{T_a} (cp)_v dT$$

دمای ذوب $= T_m$

دمای تبخیر $= T_v$

$$T_m < T_b < T_v < T_a$$

با تبدیل $-\Delta H^{b\to a} = \Delta H^{a\to b}$ داریم:

$$(۲)\quad \Delta H^{a\to b} = \int_{T_v}^{T_b} (cp)_l dT + \int_{T_a}^{T_v} (cp)_v dT - \Delta H_{L\to v}$$

با فرض آنکه بخار آب حاصل سوپر هیت نبوده و آب کمی هم داشته باشد یعنی $T_v \simeq T_a$

$$(۳)\quad \int_{T_a}^{T_v} (cp)_v dT \simeq ۰$$

پس می شود نوشت:

$$(۴)\quad \Delta H^{a\to b} = \int_{T_v}^{T_b} (cp)_l dT - \Delta H_{L\to v}$$

با عنایت به قانون اول‌ترمودینامیک می‌توان، تغییر مقدار انرژی آزاد سیستم (System's Free Energy Change) را به شکل زیر نمایاند:

$$(۵)\quad dG^{a\to b} = dH^{a\to b} - T_{a\to b} dS^{a\to b}$$

یا بطور مختصر:

$$(۶)\quad dG = dH - TdS \qquad (a\to b)$$

بنابراین، سیستم بخار موجود با دمای $T_a$ برای آنکه به حالت مایع، $T_b$، رسیده و در دمای $T_b < T_v$ قرار گیرد نیاز به تغییر انرژی آزادی دارد که در معادله (۶) بیان شد. حال باید توجه داشت که دو احتمال می‌تواند وجود داشته باشد:

احتمال اول: بخار سوپر هیت باشد و $T_v \neq T_a$، بنابراین مقدار تغییر انتالپی همان معادله (۲) است. تغییر انتالپی در این حالت را به $(dH^{a\to b})_۱$ نشان می‌دهیم. برای این سیستم تغییر مقدار انرژی آزاد نیز به شکل $(dG)_۱$ خواهد بود.

احتمال دوم: بخار سوپر هیت نیست و $T_v \simeq T_a$. مقدار تغییر انتالپی سیستم در اینحالت معادله (۴) است. تغییر انتالپی در این حالت را به $(dH^{a\to b})_۲$ و تغییر مقدار انرژی آزاد نیز $(dG)_۲$ خواهیم نمایاند.

برای هر دو احتمال مقدار dG را محاسبه می‌کنیم:

$$(dG)_1 = (dH^{a\to b})_1 - TdS \quad (a\to b)$$
$$(dG)_2 = (dH^{a\to b})_2 - TdS \quad (a\to b) \qquad (۷)$$

اگر فرض شود که Tds در هر دوی معادلات بالا عددی مثبت و یکسان باشد از آنجا که $(dH^{a\to b})_1 > (dH^{a\to b})_2$ پس $(dG)_1 > (dG)_2$. از اینجا این نتیجه حاصل می‌شود که براساس پیش‌بینی‌های ترمودینامیکی تبدیل گاز(بخار) به مایع در حالتی که بخار سوپر هیت نباشد، از ارجحیت برخوردار خواهد بود، زیرا تغییر انرژی آزاد سیستم کمتر است و از لحاظ انرژیتیک ، سیستم مورد نظر در حالت مطلوبتری نسبت به حالت بخار سوپر هیت قرار خواهد داشت.

حال اگر در یک سیستم، آب را به بخار آبدار تبدیل نموده و سپس این بخار را به سیستم دیگری وارد کنیم که در آن دمای سیستم پائین‌تر از دمای تبخیر آب باشد، این بخار لامحاله تبدیل به مایع شده (میعان) و انرژی آزاد داخلی خود را کاهش خواهد داد.

## توضیح سیستم

سیستم پیشنهادی ما در شکل پیوست دیده می‌شود. در این سیستم آب از منبع یا چاه (a) توسط پمپ خورشیدی (p) و از طریق لوله‌های (b) داخل گنبد شفاف(c) می‌شود. جنس این گنبد می‌تواند از پلکسی گلاس یا شیشه انتخاب گردد. البته درصورتیکه پلکسی گلاس انتخاب شود هزینه ساخت افزایش خواهد یافت اما در عوض خواص فیزیکی پلکسی گلاس از شیشه بسیار بهتر است.

در داخل این گنبد سینی‌های فلزی (t) قرار دارند. آبی که از طریق لوله‌های (b) به درون گنبد هدایت می‌شود، روی سینی‌ها پخش شده و در معرض اشعه حرارتی خورشید قرار می‌گیرد. بدیهی است بمنظور جذب انرژی بیشتر، سطح داخلی سینی ها به رنگ سیاه خواهد بود. می‌توان سینی‌هارا طوری طراحی نمود که با حالت مارپیچی نسبت به یکدیگر قرار بگیرند و آب بتدریج از سینی‌های پائین‌دستی منتقل شده و انرژی گرمائی که در این مسیر جذب می‌کند بتدریج افزایش یابد. آبی که به این ترتیب بخار شده از طریق خروجی‌های (d) وارد لوله (e) خواهد شد. لوله های (e) می‌توانند از جنس فولاد یا پلیمر یا هر ماده مناسب دیگری انتخاب شوند. بخار حاصل ، بخار غیر سوپر هیت بوده و دارای مقداری آب است. وقتی که این بخار به داخل زمین وارد شد، در اثر اختلاف دمای بین گنبد و داخل زمین و نیز دفع انرژی گرمائی اضافی در حین عبور از لوله‌های (e) بتدریج از فاز بخار به فاز مایع تبدیل می‌شود. عمق‌های $h_1$ و $h_2$ که لوله‌های (e) در آن اعماق کار گذاشته خواهند شد، باید بر اساس پارامترهای فیزیکی - شیمیائی خاک، از جمله دانه‌بندی، دمای محلی (local) لایه های خاک، جنس لایه و ... تعیین گردند. بعنوان یک اصل کلی می‌توان چنین در نظر گرفت که با بازتر بودن فضای بین دانه‌های خاک، بدلیل نفوذ راحت‌تر هوا و اکسیژن و بوجود آمدن هرچه سهل‌تر گرادیان دما در بیرون و درون خاک، مقدار بیشتری از بخار آبدار تبدیل به مایع خواهد شد. این مایع در عمق های دلخواه باقی‌مانده تشکیل یک بستر موضعی از آب را در هر عمق دلخواهی خواهد داد.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله پیشنهاد گردید با تزریق بخار آب به عمق‌های مناسب و میعان این بخار در آن اعماق ، بسترهای آب زیر زمینی بوجود آید که بالخصوص توسط گیاهانی که ریشه افشان ندارند بتوانند مورد استفاده قرار گیرند. یکی از مزایای این روش آنستکه از تبخیر سطحی آب جلوگیری می‌شود و به این‌ترتیب نه تنها از انرژی رایگان خورشید استفاده می‌گردد بلکه امکان این هست که با انتقال مقادیر نه چندان زیاد آب به مناطق خشک و یا کم آب در وضعیت کشاورزی و ویژگیهای فیزیکی و شیمیائی خاک آن نواحی نیز تغییرات مثبتی ایجاد گردد.

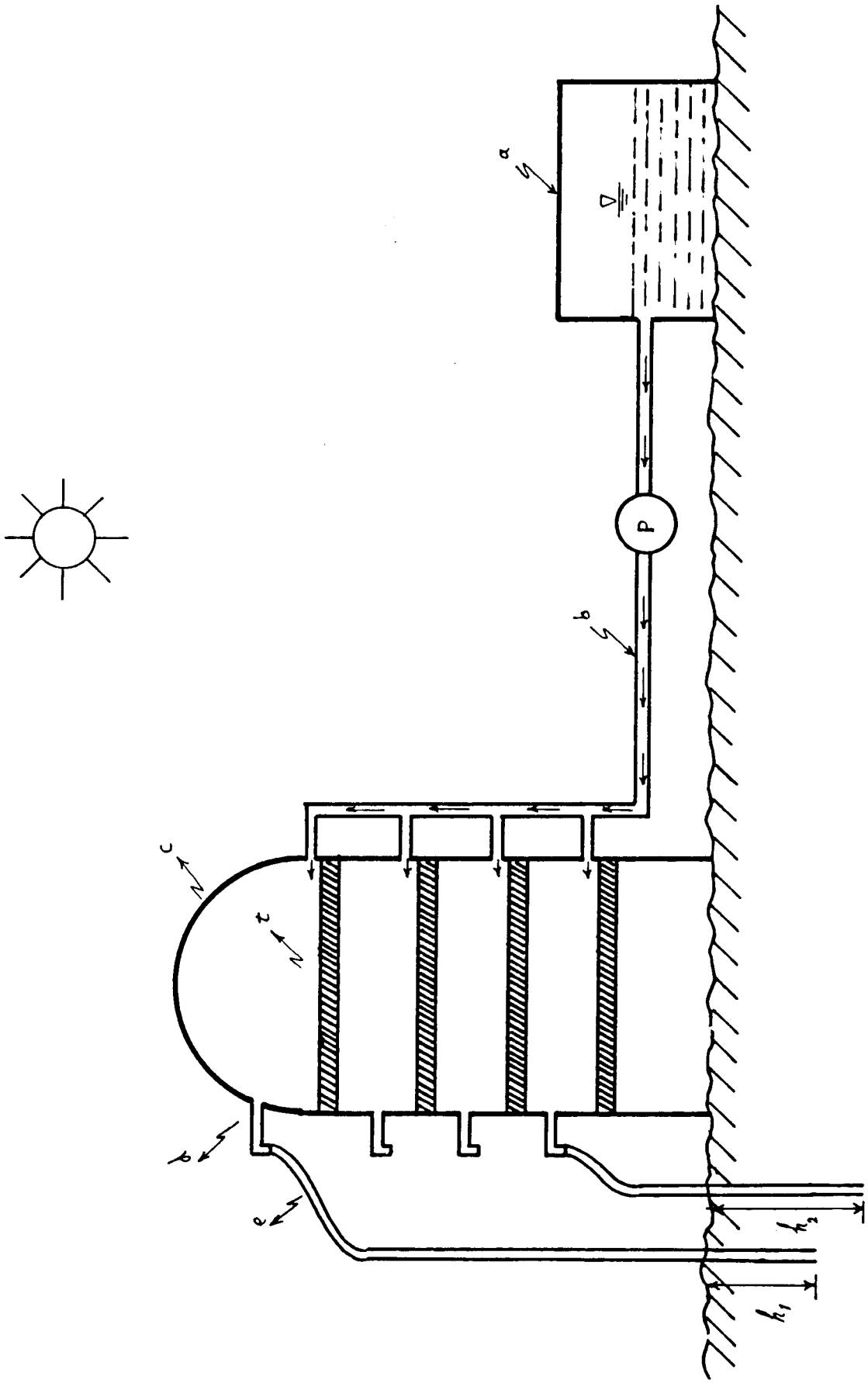
## منابع

(۱) دکتر جلال صمیمی ، مجله فیزیک ، شماره ۱۲، ۱۳۷۳

## ABSTRACT:

In countries like iran, agricultural soils suffer mainly from insufficient water content.Also, it is evident that due to surface evaporation of water, common watering methods need improvement. The idea of this paper is to consider theoretical aspects of injecting water vapor deep into certain depths of soil so that it would be liquified there and, due to physical changes, would form underground local water pools.

For vapor- making, use of transparent doms- made up of plexyglass- with metallic trays within it are suggested. Related thermodynamical calculations are also included.


a
P
b
c
d
e
$h_2$
$h_1$