



ما مصمم هستیم تا کلیه آموخته هایمان را در اختیار دانشجویان و دانش پژوهان برجسته کشور قرار دهیم و معتقدیم که با این

عمل، در سازندگی های آتی که توسط شما توانمندان بوجود خواهد آمد شریک خواهیم بود.

شما نیژیا پکارگیری علوم تان، ایران را سرفرازتر کنید

## آبیاری عمومی

با تشکر از استاد پرنور گوارچناب آقای دکتر پروموند نسپ که خالصانه کلیه علوم خود را در اختیار دانشجویان قرار میدهد

مقدمه :

میزان آب دریافتی سرانه (یک نفر) در سال، مطابق گزارش سازمان ملل در سال ۱۹۹۵، در ایران ۱۷۰۰ متر مکعب و میزان آب مصرفی یک نفر در سال ۱۲۰۰ متر مکعب بوده است. ( مصرف آب در بخشهای کشاورزی ( بیشترین مصرف و حدود ۷۰٪) - در بخش صنعت و در بخش خانگی (کمترین مصرف و حدود ۱۰٪) میباشد. (اصلی ترین منبع تامین آب ایران، تروالت آسمانی میباشد). یکنواخت نبودن توزیع ( از نظر زمانی و مکانی) باعث کمبود آب در ایران است و همچنین نداشتن سدهای کافی دلیل دیگر آن میباشد. در ادامه گزارش ذکر شده آمده است که در سال ۲۰۲۵ مقدار مصرف سرانه در ایران ۱۲۰۰ و مقدار آب دریافتی نیز ۱۲۰۰ متر مکعب میباشد. ( به دلیل بالا رفتن فرهنگ مردم و همچنین افزایش جمعیت). در همین گزارش پیش بینی شده است که در سال ۲۰۵۰ میلادی مقدار آب دریافتی ۷۰۰ و مقدار مصرف سرانه ۱۲۰۰ متر مکعب میباشد. از آن سال به بعد قطعاً هر سال مشکل کم آبی خواهیم داشت. در حال حاضر تلاش میشود تا گیاهانی تولید گردد که بتوانند با آب شور تامین گردند، در چنین صورتی مسئله کمبود آب حل خواهد شد.

آبیاری: در قدیم آبیاری را چنبن تعریف میکردند؛ رساندن آب کافی به خاک به منظور تامین رطوبت مورد نیاز گیاه، یعنی خاک واسطه ای بین آب و گیاه است.

تکثیر خاک: همانند یک ظرف پر از رساندن آب به گیاه عمل میکند و عدم وجود خاک یعنی رساندن دایم آب به گیاه. خاک نیاز دایمی گیاه به آب را به نیاز دوره ای تبدیل میکند.

اهداف آبیاری:

۱- تامین رطوبت مورد نیاز برای رشد گیاه.

۲- تامین ذخیره رطوبتی خاک در دوره های خشک. در برخی از مناطق آبیاری دیمی صورت میگیرد، اینگونه آبیاری نیاز به آبیاری کمکی دارد. در چایی که پارتنگی کفاف تامین رطوبت گیاه را میکند، اگر به علتی میزان پارتنگی کم گردد، باید پایک سیستم موقتی آبیاری زمین تامین گردد.

۳- خنک کردن خاک و محیط اطراف گیاه و ایجاد شرایطی مناسب برای رشد بهتر گیاه. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد واقع در شمال خوزستان در یک شرایط مساوی کشت سه نوع آبیاری را مورد آزمایش و نتایج آن را مورد بررسی قرار داد. ( آبیاری قطره ای: این آبیاری توسط درپیر یا به اصطلاح قطره چکان صورت میگیرد. با این روش کمترین آبیاری صورت میگیرد، ۲

آبیاری پارانئ (مصرف آب در این روش از روش آبیاری قطره ای بیشتر است) و ۳) آبیاری سطحی که بیشترین مصرف آب را برای تامین نیاز آبی گیاه دارد. نتایج نشان داده است که آبیاری با آب پارانئ باعث رشد، ارتفاع و چتر اندازی بهتر برای گیاه شده است و عملکرد محصول بهتری نیز بدست آمد. دما در قطعه ای که با روش آبیاری پارانئ آبیاری گردیده بود بین ۵ تا ۱۲ درجه کاهش داشته و میزان رطوبت هوا نیز افزایش داشته است. نتیجه: آبیاری با روش پارانئ باعث خنک کردن خاک و محیط اطراف گیاه میشود. (توجه: این آزمایش نمیتواند نماینده بهترین آبیاری باشد زیرا در یک منطقه مشخص و با آب و هوایی مشخص امتحان گردیده است).

۴- کاهش خطر یخبندان. در مناطق سرد سیرگاهی در فصل بهار (تشکیل شدن شکوفه و ابتدای مرحله زایشی) یک چپه هوای سرد وارد منطقه شده و دما را تا زیر صفر کاهش میدهد و خسارت زیادی به باغ میوه وارد میکند. از قدیم با راهایی دما را افزایش میدادند و آبیاری یکی از راهایی است که باعث کاهش خطر یخبندان میشود. در باغ میوه این روش با آبیاری پارانئ صورت میگیرد. این آبیاری به اندازه ای صورت میگیرد که آب از برگها و گلها ریزش کند در نتیجه این گونه آبیاری یک لایه نازک از یخ روی اندامهای مختلف گیاه را می پوشاند و رابطه بین گیاه با دمای محیط قطع میشود (هرگز به کمتر از صفر درجه نخواهد رسید) در نتیجه خسارت پیش پینی شده کاهش خواهد یافت. این خصوصیت فقط مخصوص خواص آب میباشد. (آب تنها ماده ای است که وقتی یخ میزند، وزن مخصوص آن کم میگردد) در منطقه خوزستان خطر یخبندان نداریم ولی خطر سرمازدگی وجود دارد. نیشکر به سرما حساس است و اگر دما به صفر برسد گیاه نیشکر از شکر درون خودش استفاده میکند. در چنین شرایطی باید مزارع نیشکر غرق آب گردد.

۵- به تاخیر انداختن تشکیل گل در بعضی از گیاهان. اکثر گیاهان با افزایش دما به گل مینشینند. با آبیاری مرتب چنین گیاهانی، محیط اطراف گیاه خنک میگردد و گل دهی به تاخیر می افتد.

۶- نرم کردن کلوخه های خاک پس از شخم. کلوخه ها مواعی هستند برای چوانه زدن پدر، لذا با آبیاری اینگونه کلوخه ها را نرم میکنند.

۷- رقیق کردن غلظت املاح در اطراف ریشه. اختلاف غلظت مواد داخل یا خارج از ریشه باعث حرکت مواد به درون ریشه میگردد (اگر غلظت محلول در خاک کمتر از غلظت محلول در ریشه باشد، حرکت مواد از خاک به سمت ریشه خواهد بود) برای جلوگیری از عکس این عمل، باید آبیاری را بطور مرتب انجام دهیم.

۸- کنترل آفات و داندن کود و سموم همراه با آب آبیاری. بهترین روش سمپاشی برای گیاهانی که روی آنها را آفات گرفته است، (دغام سموم با آب و آبیاری به روش پارانئ میباشد. کود را هم باید با روش آبیاری قطره ای یا سطحی به خاک اضافه نمود و در دسترس گیاه قرار داد).

۹- شنستشوی خاک و خارج کردن نمکهای اضافی. (واحد EC میلی موژ یا دسی ژیمنس است. moh هم واحد هدایت الکتریکی است از آنجا که واحد آن بزرگ است لذا آن را با میلی یا میکرو میخوانند. moh عکس ohm است). آب مصرفی حدودا ۳۰۰۰ میکرو موژ است. EC آب کارون در مبداء ۰.۰۶، در اهواز ۳ و در آبادان بین ۷ تا ۸ میلی موژ است. در زمان پارتدگی EC رودخانه ها کم و در خشکسالی زیاد میشود. برای بیان راحتتر مقدار شورى آب باید از رابطه TDS استفاده نمود. این اصطلاح برای دهقانان نیز قابل فهم میباشد.  $TDS = EC \cdot 0.64$ .

سوال : یک هکتار زمین با گیاه نیسکر کشت شده است ، EC آب کارون ۳ میباشد . میزان آب مصرفی گیاه نیسکر ۲۰۰ میلی متر است ( ۲ متر در واحد سطح ) . مقدار نمکی که به خاک در سال اضافه میشود =

$$10000 \times 2 = 20000 \text{ m}^3$$
$$1.92 \times 20000 = 38400 \text{ kg / m}^3$$
$$\text{TDS} = 3 \times .64 = 1.92 \text{ g / lit} = 1.92 \text{ Kg / m}^3$$

رقم ۲۰۰۰۰ از ارتفاع آب مورد نیاز نیسکر در هکتار بدست آمده است . محاسبه نشان میدهد که هر سال حدود ۳۸،۴ تن نمک به خاک اضافه میگردد . نیسکر یک گیاه تقریباً ۵ ساله است و نمکی که در طی این ۵ سال به خاک اضافه میگردد بسیار زیاد خواهد بود .  $192000 = 5 \times 38400$  متر مکعب .

شبهه های آبیاری : یک شبهه آبیاری به مجموعه ای از بخشهای مختلف گفته میشود که این مجموعه آب را تا در اختیار قرار گرفتن گیاه هدایت نماید . یک شبهه آبیاری ممکن است از ۵ قسمت تشکیل شده باشد : ( ۱ ) منبع آب ؛ ( ۲ ) تاسیسات ( انحراف آب ؛ ۳ ) مغازن ذخیره موقت آب ؛ ( ۴ ) تاسیسات انتقال آب ؛ ( ۵ ) روشهای توزیع آب در مزرعه ؛

( ۱ ) منبع آب :- حیاتی ترین بخش یک شبهه آبیاری میباشد و الباقی قسمت های شبهه تابع این قسمت است . رودخانه ، چاه ، چشمه ، قنات ، برکه ، دریاچه آب شیرین و ... بعنوان منابع آب محسوب میشوند . شرایط منبع آب ؛ برای استفاده از منبع در اراضی کشاورزی باید الف) کیفیت آب ب) کثافت منبع ( درخورستان برای کشت های مختلف حدوداً ۱/۵ لیتر در ثانیه در هکتار ، آب نیاز داریم ولی اگر فقط کشت مورد نظر نیسکر باشد مقدار آب مورد نیاز یک هکتار در ثانیه ، ۳ لیتر میباشد .

به این نیاز آب گیاه در هکتار هیدرومدول گویند ) . ج) تداوم جریان آب در منبع د) فاصله منبع آب تا اراضی کشاورزی .

( ۲ ) تاسیسات انحراف آب ؛ به سازه هایی گفته میشود که این سازه ها آب را در جهت اراضی کشاورزی هدایت میکند . این سازه ها شامل انواع سدها ، ایستگاههای پمپاژ و کانالهای انحرافی میباشد . در اینجا لازم است تا توضیحی مختصر در خصوص ایستگاههای پمپاژ داده شود ؛ نقش ایستگاههای پمپاژ در آبیاری ؛ یک ایستگاه پمپ از یک پمپ و ضامن آن ، قسمت مکش و ضامن آن و قسمت دهنش و ضامن آن میباشد . ( معمولاً قطر لوله مکش از دهنش بیشتر است ) . اصطلاحاتی در خصوص پمپ بکار میرود که برخی از آنها بشرح ذیل است ؛

ارتفاع مکش ؛ فاصله عمودی از محور پمپ تا سطح آب در منبع

ارتفاع دهنش ( رانش ) ؛ فاصله عمودی از محور پمپ تا محل خروج آب از لوله

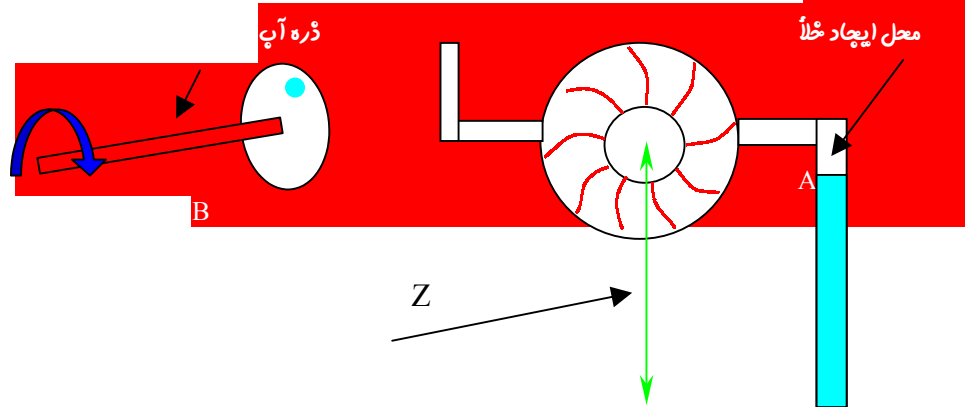
حد اکثر مکش ؛ با توجه به فشار اتمسفر و در صورتی که هیچگونه افت انرژی وجود نداشته باشد ، حداکثر مکش ۱۰ متر خواهد بود ( تلفات انرژی که در اثر وجود اصطکاک بوجود می آید ، باعث کمتر شدن مکش میگردد ) . ارتفاع استاتیکی پمپاژ ؛

جمع ارتفاع مکش و ارتفاع رانش را ارتفاع ثابت پمپاژ یا ارتفاع استاتیکی پمپاژ گویند .

ارتفاع دینامیکی ؛ جمع چبری تلفات انرژی با ارتفاع ثابت پمپاژ را ارتفاع دینامیکی گویند .

کاویتاسیون ؛ پدیده ای است که در اثر بیشتر شدن ارتفاع مکش ، موجب خراب شدن و شکسته شدن پروانه پمپ میگردد . در صورت افزایش ارتفاع پمپ ، در محدوده نزدیک به پروانه پمپ ، خلأ ایجاد گشته و با توجه به فشار اتمسفر ، بالاترین ذرات آب نزدیک به پروانه پمپ تبدیل به بخار گشته و در همان محدوده ، آن ذرات منفجر گشته و خسارات سنگینی به پمپ وارد میکند . این پدیده با صدایی هماتند گردش خرده سنگ در پمپ همراه است .

چون آب بعد کامل به موتور نرسیده است لذا پمپ دور خود را بالا برده و موتور سیستم چاپایی هوا پیشتر میگردد و در محدوده ایجاد شده ( در شکل A نمایان است ) روی سطح آب خلأ ایجاد میکند . بدلیل وجود این مسئله چپایی در محدوده خلأ ایجاد گشته که بسیار فشار زیادی دارد و این فشار باعث شکستن نوک تیغ پروانه ها میشود . در اصل محل پمپ ( Z ) پیش از حد ، بالا انتخاب شده است .



در شکل بالا ( b ) یک ذره از مایع را در نظر میگیریم این ذره تحت تاثیر نیروی گرینز از مرکز قرار دارد و زمانی که ذره پرتاب میشود یک خلأ جای آن را میگیرد اگر خلأ ایجاد شده کمتر از فشار تغییر مایع باشد ایجاد اشکال نموده و آب جای آن را پر میکند و در غیر این صورت بصورت چپایی و خلأ در جریان قرار میگیرد . هر چقدر مولکولها بطرف بیرون رانده میشوند جمع تر گشته یعنی چپایی بطرف هسته قطب متراکم و بصورت دانه هایی به بدنه پمپ برخورد میکنند .

۳) مخازن ذخیره موقت آب : این مخازن سازه هایی هستند که برای نگه داشتن آب در زمانهایی که منبع آب به دلایلی چو آبگویی سیستم نباشد، مورد استفاده قرار میگیرند . این مخازن پیشتر در شبکه های آبیاری کوچک استفاده میگردد .

۴) تاسیسات انتقال آب : به سازه هایی گفته میشود که برای انتقال آب و تنظیم جریان آب در شبکه مورد استفاده قرار میگیرد. یکی از مهمترین بخشهای تاسیسات انتقال آب ، مجاری انتقال آب است که شامل مجاری بسته ( لوله ها ) و مجاری باز ( کانالها ) می شوند . این مجاری دارای شکلهای مختلفی هستند .

هر کدام از این شکلهای دارای مشخصاتی میباشدند . این مشخصات عبارتند از عرض کف = b

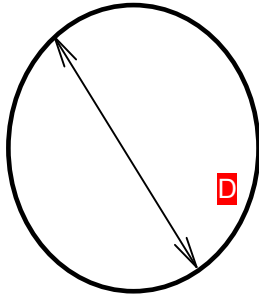
عمق جریان = y شاخص شیب بدنه = z = cotg & ۵ = سطح مقطع جریان = A

شعاع هیدرولیکی = R پیرامون خیس شده (محدوده تماس آب با چداره) = P

بهترین مجاری ، جهت جریان آب ، ( بهترین مقطع هیدرولیکی ) مقطع نیم دایره ای میباشد و علت استفاده از مقطع ذوزنقه در پروژه ها ، راحتی کار میباشد . شعاع هیدرولیکی : نسبت سطح مقطع جریان به پیرامون خیس شده را گویند و واحد آن طول است . بهترین مقطع هیدرولیکی به مقطعی گفته میشود که به ازای یک سطح مقطع جریان مشخص ( A ) کمترین پیرامون خیس

شده را داشته باشد (عبارتی دیگر بیشترین شعاع هیدرولیکی را دارا باشد) .

دایره

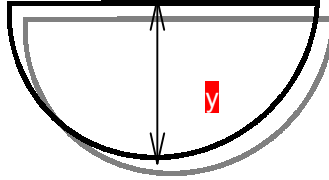


$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$p = \pi D$$

$$R = \frac{D}{4}$$

نیم دایره

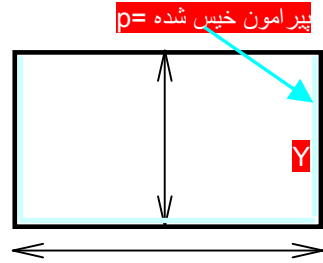


$$A = \frac{\pi y^2}{2}$$

$$p = \pi y$$

$$R = \frac{Y}{2}$$

مستطیل

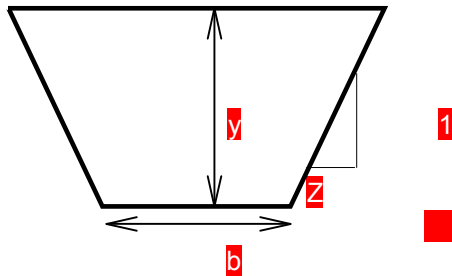


$$A = by$$

$$p = b + 2y$$

$$R = \frac{by}{b + 2y}$$

ذوزنقه

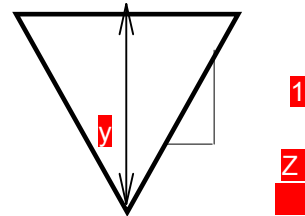


$$A = by + y^2 z$$

$$p = b + 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$R = \frac{by + y^2 z}{b + 2y\sqrt{1+z^2}}$$

مثلث



$$A = y^2 z$$

$$p = 2y\sqrt{1+z^2}$$

$$R = \frac{y^2 z}{2y\sqrt{1+z^2}}$$

دبی: حجم آب عبوری از یک مجرا در واحد زمان

مثال: دبی چریانی در یک کانال مستطیلی یک متر مکعب در ثانیه است. سرعت چریان در این کانال برابر با نیم متر در ثانیه میباشند. برای بهترین مقطع هیدرولیکی، این کانال را طراحی کنید.

$$Q = 1 \text{ m}^3/\text{s} \quad b=? \quad y=y \quad V = 0.5$$
$$Q = A V \quad 1 = A \cdot 0.5 \quad A = 1 / 0.5 = 2 \text{ m}^2$$

باید حساب شود که کدام یک از مقاطع، کمترین پیرامون را برای خیس شدن دارد.

$$A = by, \quad b = A/y, \quad p = b + 2y$$

حالا یک مسئله با یک متغیر داریم  $P = A/y + 2y$  نسبت به  $y$  مشتق میگیریم که مراحل آن چنین است  $dp/dy$

$$-by^2 + 2 = 0 \quad \text{پس } A = -Ay^{-2} + 2 = 0$$

در نتیجه برای تمام مقاطع هیدرولیکی مستطیلی می توان نوشت  $b = 2y$

$$by = 2 \quad 2y^2 = 2 \quad y = 1 \quad b = 2$$

$$R = \frac{by}{b + 2y} = \frac{2y \cdot y}{2y + 2y} = \frac{2y^2}{4y} \Rightarrow R = \frac{y}{2}$$

این نتیجه به مجاری نیم دایره مربوط میگردد و نشان میدهد که نیم دایره بهترین مقطع برای طراحی هیدرولیکی است.

$$b = 2y \tan \frac{\alpha}{2}$$

معادله مانینگ: معادله ای که برای تعیین سرعت و دبی چریان در کانالها استفاده میشود را معادله مانینگ گویند.

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

در فرمول مانینگ  $Q$  = دبی بر حسب متر مکعب در ثانیه  $A$  = سطح مقطع چریان  $R$  = شعاع هیدرولیکی بر حسب متر

$$S = \text{شیب کف کانال} \quad n = \text{ضریب زبری}$$

معادله مانینگ فقط در سیستم متریک قابل استفاده است و برای استفاده از آن در سیستم FPS از این فرمول استفاده میشود

$$Q = \frac{1.486A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

مقدار ضریب زبری برای کانالهای بتنی ۰/۱۶ تا ۰/۱۳، برای کانالهای سنگی ۰/۲۲ و برای کانالهای خاکی ۰/۲۵ میباشد

مثال: تعیین کنید  $Q$  یک کانال ذوزنقه شکل را که دارای شرایط زیر باشد:

$$b = 1 \text{ m} \quad y = 0.8 \text{ m} \quad s = 0.001$$
$$b = 2y \tan \frac{\alpha}{2}, \quad 1 = 2 * 0.8 \tan \frac{\alpha}{2}, \quad \frac{\alpha}{2} = 32^\circ, \quad \alpha = 64^\circ$$
$$\tan \frac{\alpha}{2} = 2.05, \quad \cot \frac{\alpha}{2} = 1 / 2.05 \quad \text{در نتیجه} \quad z = 0.488$$

$$Q = \frac{1.12}{0.016} 0.4^{2/3} 0.001^{1/2} = 1.134 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

مقدار  $R$  از فرمول  $R = \frac{Y}{2}$  بدست می آید و در فرمول فوق جاگذاری میشود.

روشهای توزیع آب در مزرعه: روشهای توزیع آب در مزرعه به روشهایی گفته میشود که آب را در سطح مزرعه در اختیار گیاه قرار میدهد، (این روشها به دو دسته تقسیم میشوند، (۱) روشهای آبیاری سطحی (۲) روشهای آبیاری تحت فشار روشهای آبیاری سطحی: به روشهایی گفته میشود که آب را تحت اثر نیروی ثقل (چاژپه) روی سطح مزرعه پخش میکنند. به این روشهای آبیاری، روشهای ثقلی هم گفته میشود. روشهای آبیاری سطحی به ۳ دسته تقسیم میشوند:

الف) کرتی (حوضچه ای یا عرقاپی): این روش برای گیاهانی مناسب است که بصورت مترام کاشته میشوند (عوفه، یونجه، غلات) همچنان این روش آبیاری برای گیاهانی مناسب است که نسبت به حالت عرقاپی حساسیتی ندارند (مانند سالیزارها). روش آبیاری کرتی برای خاکهای سنگین مناسبتر است. این روش آبیاری باعث سله بستن خاک میگردد. در این روش از آنجا که آب با سرعت ملایم وارد زمین میگردد و چون زمین مرتبند شده فاقد شیب و یا دارای شیب اندک است لذا سطح زمین بطور یکنواخت آبخیزی نمیشود. در این روش تمام سطح زمین آبیاری میگردد.

ب) آبیاری نواری (کرت شیب دار): این نوارها دارای عرضی به مراتب کمتر از طول آن است و در جهت طول نوار، شیب دار میباشد و مناسبتر است که در جهت عرضی هیچ شیبی نداشته باشد. جهت استفاده از این روش، اطراف زمین را مرتبند می کنند. وظیفه مرتبند فقط تفکیک قطعات است و از ارتفاع کمتری نسبت به پشته برخوردار است. آب تامین شده برای زمین، از یک ضلع (عرض بالا) وارد نوار شده و با توجه به شیب طولی زمین، چپه پیش روی آب منظم خواهد بود. انتهای این نوارها باز است تا آب مازاد از آن خارج گردد. عرض نوارها مضرری از عرض ادوات کشاورزی میباشد. روش آبیاری نواری برای اکثر خاکهای سبک و سنگین قابل استفاده است و برای گیاهانی مناسبتر است که نسبت به حالت عرقاپی حساسیت متوسط دارند مانند سبزیجات، غلات، حبوبات و اکثر درختان میوه. در این روش تمام سطح زمین آبیاری میگردد.

ج) آبیاری چویچه ایی (نشستی، چوی و پشته، شیاری، فارو): این روش مدرتترین روش آبیاری سطحی میباشد و جریان آب را میتوان کنترل نمود زیرا آب فقط درون چویها جاری میگردد. در این روش آبیاری کل زمین را به چوی و پشته تبدیل میکنند که معمولاً آب داخل چویها حرکت میکنند و گیاه نیز از بالاترین حد داغ آب تا روی پشته کشت میگردد. این روش آبیاری برای گیاهانی استفاده میگردد که نسبت به رطوبت حساسیت دارند (برخی از سیفیجات، سبزیجات و برخی از درختان خصوصاً مرکبات) بطور کلی این روش برای گیاهانی است که بصورت مکانیزه کشت میگردد.

گیاه نسبت به دو عامل رطوبت و نمک واکنش نشان میدهد، با توجه به حساسیت گیاه باید تصمیم گیری شود که گیاه را روی پشته کشت نمایند و یا در محل داغ آب. (توجه بیشتری نمک حاصل از آبیاری تا قبل از سبز شدن و سایه اندازی گیاه، روی بالاترین نقطه پشته قرار دارند. پس از آنکه گیاه سبز سبز شد و سایه انداز گردید میتوان جای چوی و پشته را عوض نمود. فاصله بین پشته ها به نوع گیاه و به بافت خاک بستگی دارد. در خاکهای سبک چویها کم عرض و عمیق و در خاکهای سنگین چویها دارای عمق کم و عرض میباشد. طول این چویها به عوامل مختلفی بستگی دارد از جمله بافت خاک (هر چه سبکتر باشد طول چوی کمتر است) شیب زمین و ابعاد مزرعه.

۲) روشهای آبیاری تحت فشار: به روشهایی گفته میشود که آب را با فشار بیشتر از یک اتمسفر از طریق یک شبکه انتقال در مزرعه توزیع میکنند. روشهای آبیاری تحت فشار به دو دسته تقسیم میشوند.

الف) روشهای آبیاری بارانی ب) روشهای آبیاری قطره ایی (موضعی)

الف) روشهای آبیاری پارانی؛ روشهای آبیاری پارانی به روشهایی گفته میشود که آب را با فشار بیشتر از یک اتمسفر از طریق یک شبکه انتقال و با استفاده از آبیاش ها در اطراف گیاه پخش می کنند.

قسمتهای مختلف یک سیستم آبیاری پارانی (۱- سیستم پمپاژ ۲- لوله اصلی ۳- لوله جانبی و ۴- آبیاش ها، گاهی برای تامین فشار از اختلاف ارتفاع نیز استفاده میکنند). روشهای آبیاری پارانی انواع مختلفی دارد در جاهایی که روشن بادها شدید باشند، کارایی خوبی ندارند همچنین در شرایط گرم و خشک نیز تلفات آب زیاد خواهد بود.

ب) روشهای آبیاری قطره ای (موضعی) روشهای آبیاری قطره ای (موضعی) مشابه روش آبیاری پارانی است با این تفاوت که بجای آبیاش از قطره چکان استفاده میشود که برای هر درختی معمولاً از تعدادی قطره چکان استفاده میشود. میزان آبدهی هر قطره چکان بین ۲ تا ۴ لیتر در ساعت است. قسمتهای مختلف آن همانند سیستم آبیاری میباشند با این تفاوت که بعد از سیستم پمپاژ یک پخش فیلتراسیون دارد که معمولاً دوپخش میباشند. پخش اول این فیلتر ذرات درشت دانه و پخش دیگر آن ذرات ریز دانه را از آب آبیاری جدا میکند. یکی از محدودیتهای آبیاری قطره ای خطر گرفتگی قطره چکان ناشی از مواد معلق موجود در آب است. این آبیاری برای گیاهانی استفاده میشوند که دائمی باشند. بغير از روش آبیاری قطره ای روش دیگری هم در سالهای اخیر مورد استفاده قرار گرفته است با نام سیستم آبیاری تراوا، در این روش آبیاری بصورت آبیاری زیرسطحی صورت میگیرد و آب از طریق لوله هایی به ریشه گیاه میرسد. جنس این لوله ها لاستیکی بوده (لاستیکی اسفنجی) و قطر آنها حدود ۲ cm است. آب موجود در این لوله ها از دیواره لوله تراوش کرده و در اختیار گیاه قرار میدهند. از محدودیتهای این روش، حمله ریشه گیاهان پسمت لوله و سوراخ کردن لوله توسط ریشه است. در حال حاضر از این روش برای شیلات و جهت هوارساندن به استخرهای پرورش ماهی مورد استفاده قرار میگیرند.

نتیجه: هنوز آبیاری سطحی بیشترین کاربرد را دارد و پیش از ۹۰٪ زمینهای کشاورزی جهان به روش سطحی آبیاری میشوند.

مزایا و معایب آبیاری سطحی:

مزایا:

- ۱) دانش کم جهت بهره برداری از سیستم
- ۲) روشهای آبیاری سطحی دارای سیستم تنظیم و کنترل آب ساده و با دوام هستند.
- ۳) هزینه اجرای روشهای آبیاری سطحی کمتر از روشهای آبیاری تحت فشار است.
- ۴) در جاهایی که منبع آب از اراضی کشاورزی فاصله دارد و سطح آب در منبع در نوسان باشد، کار برای آبیاری سطحی بهتر انجام میشود. در آبیاری سطحی تنظیم و میزان آبدهی به گیاه در مزرعه انجام میشود ولی در آبیاری تحت فشار این تنظیم در منبع انجام میشود.

۵) روشهای آبیاری سطحی کمتر تحت تاثیر شرایط اقلیمی و کیفیت آب قرار دارند.

معایب:

- ۱) علی رغم سادگی روشهای آبیاری سطحی، کاربرد از این روش نیاز به تجربه دارد.
- ۲) نیاز به نیروی کارگری زیادی دارد. (البته شرایط کشورهای مختلف در خصوص این عیب مطرح شده متفاوت است.
- ۳) مشکل در دادن آب به میزان کم در ابتدا و انتهای رشد گیاه.

### ۴) راندمان روشهای آبیاری سطحی پایین است

$100 \times$  میزان آب داده شده به مزرعه / میزان آب ذخیره شده در منطقه ریشه = راندمان کاربرد آب

راندمان در آبیاری سطحی بین ۳۰ تا ۸۰٪ ، در آبیاری بارانی بین ۶۰ تا ۷۵٪ و در آبیاری قطره ای بین ۸۰ تا ۹۰٪ میباشد .

علت پایین آمدن راندمان در آبیاری سطحی تا ۳۰٪ ، نفوذ آب به درون زمین و خروج آب در انتهای محدوده کشت است . گیاه

قادر به استفاده از تمامی آبهایی که به داخل زمین نفوذ میکنند نیست و فقط از آب موجود در محدوده ریشه استفاده میکند الباقی

آب نفوذ کرده در زمین که مورد استفاده گیاه قرار نخواهند گرفت ، آب تلف شده خواهد بود . به این تلفات ، تلفات عمقی گویند . کم

کردن تلفات سطحی و عمقی باعث افزایش راندمان خواهد شد .

توجه : تبخیر در آبیاری قطره ای و بارانی بسیار تاثیر دارد ولی در آبیاری سطحی اثر چندانی ندارد و میتوان آن را صفر در نظر

گرفت .

روابط آب و خاک

خاک چسبست : از نظر کشاورزی ، خاک محیطی است که در آن گیاه رشد میکند و متشکل از ۲ بخش است

۱) - بخش جامد : این بخش از مواد آلی و معدنی تشکیل شده است .

۲) - بخش سیال : که شامل آب و گاز ( هوا ) میباشد .

بخش مواد معدنی خاک از ذراتی تشکیل شده است که اندازه های مختلفی دارد . پراکنده ای این ذرات نسبت به توزیع آنها را

پاقت خاک گویند . این ذرات عبارتند از شن ، ماسه ، لای و رس .

پاقتهای مختلف خاک کشاورزی پرتیب عبارتند از :

ماسه ایی : اندازه آنها بزرگتر از یک میلیمتر است ، فاقد چسبندگی است و قادر به نگهداری آب و مواد غذایی در خود نیست

نفوذپذیری این خاک بسیار زیاد میباشد ( خاکهای ماسه ایی را استخوان خاک می نامند )

لوم ماسه ایی : خاکی است مختصرا چسبنده و دارای نفوذپذیری زیاد و به میزان کم میتواند آب را در خود نگهدارد .

لومی : خاکی نسبتا چسبنده است و نفوذپذیری متوسط دارد و نگهداشت آب در این نوع خاک نیز متوسط است . لومی خاکی

است که مقدار رس آن کم و مقدار لای و ماسه آن زیاد است .

لومی سیلتی : چسبنده ، صاف ، آردی شکل ، نفوذپذیری آن کم و نگهدارنده آب در خاک است . مشکل (پنکونه خاکی) آن است که اثر

پا آبی آبیاری شود که میزان سدیم معلول در آب زیاد باشد باعث دیسپرس شدن خاک میشود .

لومی سیلتی رسی : خاکهایی هستند چسبنده که نفوذپذیری آن کم است و آب را بمقدار زیاد در خود نگه میدارد و در صورت

اشباع شدن حالتی پراق دارد ( خاکهای منطقه اهواز عمدتا اینگونه اند ) .

لومی رسی : بسیار چسبنده هستند در این خاکها کلوخه تشکیل میشود و این کلوخه ها پسختی میشوند . این خاک ، آب را به

میزان زیاد در خود نگه میدارد و آن را پسختی از خود عبور میدهد . بدون ایجاد یک رطوبتی مناسب ، نمیتوانیم از این خاکها بهره

برداری پایدار داشته باشیم . ( خاکهای جنوب خوزستان )

رسی : این خاکها مناسب برای کشاورزی نیستند و وجود آن در خاک ، یک لایه نفوذ ناپذیر محسوب میشود و برای کارهای

عمرانی ( راهسازی ، پریم کانالها ، سد های خاکی و ... ) کاربرد دارد .

رابطه بین آب و خاک دارای پارامترهایی میباشد که عبارتند از: رطوبت خاک و وزن مخصوص خاک درصد تخلخل خاک درجه اشباع خاک

رطوبت خاک به دو شکل بیان میگردد ۱- درصد رطوبت وزنی  $\theta_w = \frac{M_w}{M_s} \times 100$

۲- درصد رطوبت حجمی  $\theta_v = \frac{V_w}{V_t} \times 100$

وزن مخصوص خاک نیز به دو شکل بیان میشود:

۱- وزن مخصوص حقیقی خاک (وزن واحد حجم ذرات خاک خشک)  $f_s = \frac{M_s}{V_s}$

۲- وزن مخصوص ظاهری خاک (وزن واحد حجم خاک در شرایط مزرعه (خاک دست نخورده))  $f_b = \frac{M_s}{V_t}$

معرفی علائم

$M_w$  = وزن آب در خاک  $M_s$  = وزن خاک خشک  $f_w$  = جرم مخصوص  $n$

$V_w$  = حجم آب خاک  $V_t$  = حجم کل خاک  $V_s$  = حجم ذرات  $V_a$  = حجم هوا

$V_s + V_w + V_a = V_t$   $V_f$  = حجم منافذ خاک  $S_r$  = درجه اشباع خاک

مقدار وزن مخصوص حقیقی خاک بین ۲/۵ تا ۲/۸ گرم پرسانتیمتر مکعب است و مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک بین ۱/۸ تا ۱/۸ گرم پرسانتیمتر مکعب است.

بین رطوبت خاک و وزن مخصوص خاک روابط زیر برقرار است:

$$\theta_v = f_b \times \theta_w \rightarrow \frac{M_s}{V_t} \times \frac{M_w}{M_s} \times 100 \Rightarrow \frac{M_w}{V_t} \times 100 \text{ و } f_w = \frac{M_w}{V_w} \rightarrow 1 = \frac{M_w}{V_w} \Rightarrow M_w = V_w$$

$$\frac{M_w}{V_t} \times 100 \text{ و } M_w = V_w \Rightarrow \frac{V_w}{V_t} \times 100 = \theta_v$$

۳- درصد تخلخل خاک (عبارتست از نسبت حجم منافذ خاک به حجم کل خاک بصورت درصد)  $n$

از آنجا که معادله  $V_w$  و  $V_a$  مشکل است لذا از رابطه  $n = \frac{V_f}{V_t} \times 100$  و  $V_f = V_w + V_a$

$$n = (1 - \frac{f_b}{f_s}) \times 100 \text{ استفاده میکنیم}$$

۴- درجه اشباع خاک (پارامتری است متغیر)  $S_r$

عبارتست از نسبت حجم آب موجود در خاک به حجم منافذ خاک  $S_r = \frac{V_w}{V_f}$  این مقدار بین صفر و یک متغیر است. وقتی

تمام منافذ خاک را آب فرا بگیرد یعنی  $V_w$  مساوی  $V_s$  است و حاصل آن یک میشود و وقتی  $V_w$  مساوی صفر باشد حاصل نیز

صفر خواهد شد. راه دوم بدست آوردن درجه اشباع خاک از این فرمول میباشد:  $S_r = \frac{\theta_v}{f_s}$



الگوی دو

الگوی یک

الگوی یک خاک طبیعی دست نخورده است که مورد آزمایش قرار میگیرد و فرض میگردد که پس از خشک شدن خاک، مقدار حجم الگوی دو از آن آب بخار شده است. در الگوی یک داریم  $V_t = A \times D$  و در الگوی دو نیز داریم  $V_w = A \times d$ . همچنین میدانییم درصد رطوبت حجمی از رابطه  $\frac{V_w}{V_t} \times 100 = \theta_v$  بدست میآید. با چاکداری فرمول مربوط به الگوی یک و دو خواهیم داشت. با ساده کردن مقدار A داریم  $\frac{A \times d}{A \times D} \times 100 = \theta_v$  یا  $\frac{d}{D} \times 100 = \theta_v$ . از این فرمول میتوانیم d را بدست آوریم  $d = \frac{\theta_v \times D}{100}$ . همچنین در فرمول درصد رطوبت وزنی به نتیجه  $\theta_v = f_b \times \theta_w$  رسیدیم و حالاً  $\theta_v$  را در

فرمول اخیر d جایگزین میکنیم و نهایتاً خواهیم داشت:

$$d = \frac{f_b \times \theta_w \times D}{100}$$

مسئله: از یک مزرعه به وسعت ۰ هکتار نمونه بهم نخورده ایی به حجم ۱۰۰ cm<sup>3</sup> بر میداریم. وزن خاک مرطوب ۱۸۰ گرم، و وزن خاک خشک شده ۱۶۰ گرم و وزن مخصوص حقیقی خاک ۲/۶۵ گرم بر cm<sup>3</sup> است.

تعیین کنید الف) درصد رطوبت وزنی ب) درصد رطوبت حجمی ج) وزن مخصوص ظاهری خاک

د) درصد تخلخل خاک ر) درجه اشباع خاک ز) عمق آب موجود در خاک س) در صورتی که در این مزرعه گیاهی کاشته شده باشد و میزبان تبخیر و تعرق گیاه در هر روز برابر ۵ میلی متر باشد تعیین کنید درصد رطوبت وزنی و درصد رطوبت حجمی این خاک را پس از ۱۰ روز (عمق ریشه گیاه ۸۰ cm است)

ص) در صورتی که در این مزرعه پس از ۱۰ روز بارانی پیار و تمامی باران در عمق ریشه گیاه (۸۰ cm) ذخیره شود، رطوبت وزنی و حجمی خاک مزرعه پس از بارندگی چند درصد است (ارتفاع باران ۵۰ cm).

ط) اگر همین مزرعه ۰ هکتاری را بمدت ۰ ساعت با دبی ۰ لیتر در ثانیه آبیاری نماییم (این آبیاری در پایان ۱۰ روز انجام شده است یعنی پس از تبخیر و تعرق) پس از اتمام آبیاری درصد رطوبت وزنی و حجمی خاک چقدر است. با فرض اینکه تمامی آب داده شده در عمق ۸۰ cm خاک ذخیره شده باشد.

پاسخ: یاد آوری علامات

$M_w =$  وزن آب در خاک -  $M_s =$  وزن خاک خشک -  $f_w =$  چرم مخصوص n -  $V_w =$  حجم آب خاک -  $V_t =$  حجم کل خاک -  $V_s =$  حجم ذرات -  $V_a =$  حجم هوا -  $V_s + V_w + V_a = V_t$  -  $V_f =$  حجم منافذ خاک -  $S_r =$

درجه اشباع خاک

$V_t = 100 \text{ cm}^3$  -  $A = 0.1 \text{ ha}$  -  $f_s = 2.65 \text{ g/m}^3$  -  $M_s = 160 \text{ gr}$  -  $M = 180 \text{ gr}$

$M_w = 180 - 160 = 20 \text{ g}$  وزن آب در خاک

الف) درصد رطوبت وزنی  $\theta_w = \frac{M_w}{M_s} \times 100$  در نتیجه  $\theta_w = \frac{20}{160} \times 100 = 12.5$

ب) وزن مخصوص ظاهری خاک  $f_b = \frac{M_s}{V_t}$  در نتیجه  $f_b = \frac{160}{100} = 1.6 \text{ g/cm}^3$

پ) درصد رطوبت حجمی  $\theta_v = f_b \times \theta_w$  در نتیجه  $\theta_v = 1.6 \times 12.5 = 20\%$

د) درصد تخلخل خاک  $n = (1 - \frac{f_b}{f_s}) \times 100$  در نتیجه  $n = (1 - \frac{1.6}{2.65}) \times 100 = 39.6\%$

ر) درجه اشباع خاک  $S_r = \frac{\theta_v}{n}$  در نتیجه  $S_r = \frac{20}{39.6} = 0.504$

ز) عمق آب موجود در خاک  $d = \frac{\theta_v \times D}{100}$  در نتیجه  $d = \frac{20 \times 80}{100} = 16 \text{ cm}$

س) هر روز ۵ mm لدا در ۱۰ روز ۵۰ mm معادل ۵ cm تعرق صورت میگیرد لذا عمق آب (۱۱ - ۵ = ۶) خواهد شد. حالاً مراحل رسیدن به نتیجه را، عکس روند فوق پدست می آوریم:

عمق آب موجود در خاک  $d = \frac{\theta_v \times D}{100}$  در نتیجه  $11 = \frac{Q_v \times 80}{100} \Rightarrow Q_v = 13.75\%$

درصد رطوبت حجمی  $\theta_v = f_b \times \theta_w$  در نتیجه  $13.75 = Q_w \times 1.6 \Rightarrow Q_w = 8.59\%$

ص) ۵۰ mm تبخیر و ۵۰ mm باران، در نتیجه درصد رطوبت حجمی با درصد رطوبت وزنی یکسان است.

ط) ابتدا معاسبه میکنیم که به هکتار زمین چند متر مکعب آب دادیم  $\frac{100}{1000} \times 10 \times 3600 = 3600 \text{ m}^3$

میدانیم که مقدار ارتفاع آب، از رابطه حجم آب داده شده تقسیم بر مساحت پدست می آید لذا  $\frac{3600}{10000} = 0.036 \text{ cm} = d$  ارتفاع اولیه پس از ۱۰ روز، طبق معاسبه در قسمت (س) ۱۱ cm بوده است. از آنجا که این مزرعه مجدداً آبیاری شده است لذا ۶

۱۴/۶ + ۳ = ۱۷/۶ عمق آب موجود خواهد بود در نتیجه  $d = \frac{\theta_v \times D}{100}$  پس  $14.6 = \frac{\theta_v \times 0.8}{100} \Rightarrow \theta_v = 18.25$

لذا  $\theta_v = f_b \times \theta_w$   $18.25 = 1.6 \times \theta_w \Rightarrow \theta_w = 11.4\%$

طبقه بندی آب موجود در خاک: (۱) آب ثقلی (۲) آب کاپیلاری (۳) آب پوسته ای (غشایی)

(۱) آب ثقلی: آبی است که توسط نیروی ثقل، با سرعت از خاک خارج میگردد و اگر زمین دارای یک سیستم زهکشی مناسب باشد توسط زهکشها خارج میگردد. این آب برای گیاه قابل استفاده نیست زیرا سریعاً از دسترس گیاه خارج میگردد و اگر هم خارج نگردد باعث مرگ گیاه بدلیل نرسیدن اکسیژن به آن خواهد شد. در بالاترین حد ثقلی، رطوبت خاک اشباع است.

(۲) آب کاپیلاری: آبی است که توسط نیروی چاژبه از خاک خارج نمی شود و برای جدا کردن این آب از ذره خاک، مکشی معادل حد اقل (۱۰ تا نیم اتمسفر نیاز است). (۱) اتمسفر برای خاکهای سبک و نیم اتمسفر برای خاکهای سنگین است. بطور متوسط ۳/۱ اتمسفر نیرو برای جدا کردن آب کاپیلاری از خاک نیاز است. این آب برای گیاه قابل مصرف است. حد فاصل بین ثقلی و کاپیلاری را اصطلاحاً FC میگویند.

(۳) آب پوسته ای (غشایی، هیدروسکپی): قشر نازکی از آب است که اطراف ذره خاک را میپوشاند و برای جدا کردن آن مکشی معادل ۷ تا ۴۰ اتمسفر مورد نیاز است. ۷ اتمسفر برای خاکهای سبک و ۴۰ اتمسفر برای خاکهای سنگین است. (مکش)

آب از خاک به نوع گیاه و چگنس خاک بستگی دارد). میتوان بطور متوسط ۲۸ اتمسفر را برای جدا کردن آب غشایی از خاک اعلام نمود. رطوبت خاک در این حالت، رطوبت پژمردگی میباشد. این آب برای گیاه قابل استفاده نمی باشد. فاصله بین FC و پژمردگی را آب قابل استفاده گیاه گویند.

کل آب قابل استفاده گیاه از رابطه  $TAW = FC - P.W.P$  بدست می آید (حد فاصل بین کاپیلاری و غشایی را P.W.P گویند)

رطوبت سهل الوصول؛ این رطوبت بخشی از آب TAW می باشد که اگر توسط گیاه مصرف شود، باید مجدداً زمین آبیاری گردد تا آب بطور سهل الوصول در اختیار گیاه قرار گیرد. به این آب RAW گویند و از این رابطه بدست می آید  $RWA = P * TAW$  در این فرمول P ضریب سهل الوصول بوده و کوچکتر از یک است. مقدار P به نوع گیاه و مرحله رشد گیاه بستگی دارد. اگر گیاه به کم آبی خیلی حساس باشد مقدار P بین ۰/۳ تا ۰/۴ است و اگر مقاوم باشد به عدد یک نزدیکتر است. توجه: اگر در مسائل مقدار P.W.P داده نشود باید آن را از راه  $FC / 2$  بدست آورد.

سوال: عمق ریشه گیاه یک متر، رطوبت خاک در حالت FC برابر با ۲۲٪ وزنی، در حالت پژمردگی ۱۰٪ وزنی، و وزن مخصوص ظاهری خاک  $1/5 \text{ gr/cm}^3$ ، ضریب سهل الوصول ۶۵٪ میباشد. عمق آب در هر نوبت آبیاری برای ۶۰٪ عمق ریشه گیاه را تعیین کنید؛  $FC = 22\%$  و  $P.W.P = 10\%$  و در نتیجه  $TAW = FC - P.W.P = 22 - 10 = 12$  و  $f_b = 1.5$  و  $P = 0.65$

حالا باید آب سهل الوصول را محاسبه کنیم  $RWA = P * TAW$  در نتیجه  $RWA = 0.65 * 12 = 7.8$  یعنی ۷/۸ درصد وزنی میتواند از حد FC آب کم گردد و پس از آن باید تا حد FC آبیاری گردد. میدانیم که اگر کل ریشه گیاه را ۱۰۰٪ در نظر بگیریم مقدار ۴۰٪ آن در ۱/۴ بالاً و مقدار ۳۰٪ آن در ۱/۴ بعدی و مقدار ۲۰٪ آن در ۱/۴ بعدی و مقدار ۱۰٪ باقیمانده در ۱/۴ انتهایی خواهد بود لذا با توجه به صورت مسئله خواهیم داشت:  $100 \text{ cm} / 4 = 25 \text{ cm}$  مقدار هر ربع ریشه ۲۵ cm میباشد لذا در ربع اول ۴۰٪ از ریشه قرار دارد. مابقی ۲۰٪ دیگر داریم. در ربع دوم ۳۰٪ ریشه برابر ۲۵ cm است. با ایجاد یک تناسب ساده خواهیم داشت  $30 = 16/67$  (  $20 \times 25$  ) و با جمع نمودن آن با مقدار ریشه در ۴۰٪ اول داریم  $41/67 = 25 + 16/67$  یعنی باید عمق آبیاری را برای ۴۱/۶۷ cm (از طول ریشه تعیین نماییم).

در مسئله عنوان شده است که (عمق آب در هر نوبت آبیاری) یعنی نوبت آبیاری فرا رسیده باشد. این جمله چنانچه میگوید وضعیت به حد RAW رسیده است. یعنی رطوبت خاک طبق محاسبه انجام شده بمقدار ۷/۸٪ باید اضافه گردد.  $d = \frac{f_b \times \theta_w \times D}{100} = \frac{1.5 \times 7.8 \times 41.67}{100} = 4.88 \text{ cm}$  در نتیجه عمق آب آبیاری مورد نیاز ۴/۸۸ cm خواهد بود.

سوال: رطوبت خاک مزرعه ای (۱٪ وزنی است، عمق ریشه گیاه ۸۰ cm، ضریب سهل الوصول ۰/۶، مقدار  $FC = 20\%$  وزنی، تعیین کنید. الف) آیا زمان آبیاری فرا رسیده است؟ ب) در صورتی که جواب مثبت باشد تعیین کنید عمق آب آبیاری را.  $\theta_w = 11\%$  و  $D = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$  و  $FC = 20\%$  کل آب قابل استفاده از رابطه

$TAW = FC - P.W.P$  بدست می آید  $TAW = 20 - 10 = 10$  و حالاً آب سهل الوصول را حساب میکنیم؛  $RWA = P * TAW$  در نتیجه  $RWA = 0.6 * 10 = 6$  یعنی ۶ درصد وزنی میتواند از حد FC آب کم گردد و پس از آن باید تا حد FC

آبیاری گردد.  $FC - RAW = \min \%$  با محاسبه این فرمول خواهیم داشت  $14 = 6 - 20$  یعنی رطوبت نباید از ۱۴٪ کمتر شود چنانچه رطوبت این خاک در حال حاضر ۱۱٪ است یعنی ۹٪ تا رسیدن به حد FC، رطوبت کم دارد. لذا این زمین تا حد رسیدن به FC نیاز به آبیاری دارد. مقدار آبیاری از رابطه زیر بدست می آید. ( در مسئله وزن مخصوص ظاهری خاک داده نشده است و آن را ۱/۵ فرض نمودیم )

$$d = \frac{f_b \times \theta_w \times D}{100} \quad \text{در نتیجه} \quad d = \frac{1.5 \times 9 \times 0.8}{100} = 0.108 \text{ m}$$

عمق آب آبیاری مورد نیاز ۱۰/۸ cm خواهد بود.

توزیع ریشه در خاک: گسترش ریشه به ۴ عامل بستگی دارد (۱- نوع گیاه ۲- بافت خاک ۳- موقعیت آب زیرزمینی و ۴- روش آبیاری). برای توزیع ریشه در خاک، الگوی ساده ای معرفی شده است که جهت طراحی ها از آن استفاده میشود. از این الگو زمانی استفاده میگردد که اطلاعات دقیقی در مورد عوامل گسترش ریشه (ذکر شده در بالا) نداشته باشیم.

طبق این الگو، طول ریشه را به ۴ قسمت مساوی تقسیم میکنیم و از بالا به پایین خواهیم داشت: در ربع اول ۴۰٪ از کل ریشه در ربع دوم ۳۰٪ از کل ریشه در ربع سوم ۲۰٪ از کل ریشه و در ربع چهارم ۱۰٪ از کل ریشه قرار میگیرد.

کاربرد الگو: گاهی منابع آب ما برای آبیاری اراضی کافی نیست لذا در برنامه ریزی به گونه ای عمل میکنیم که همه ریشه گیاه آبیاری نگردد لذا نسبت به درصد عمق ریشه، اندازه ای از ریشه که باید آبیاری گردد را محاسبه نموده و مطابق محاسبات انجام شده اقدام به آبیاری مینماییم.

باید توجه داشته باشیم که این الگو زمانی بکار میرود که درصدی از کل ریشه مدنظر باشد نه درصدی از عمق ریشه.

حرکت آب در خاک: این حرکت در دو حالت بررسی میگردد (۱) در خاک اشباع (۲) در خاک غیر اشباع

در سال ۱۸۵۶ شخصی به نام هنری داری در فرانسه موضوع حرکت آب در خاک اشباع را مورد بررسی قرار داد. این بررسی بایک آزمایش ساده انجام گردید و نتیجه این آزمایش منجر به یک تعریف برای حرکت آب در خاک اشباع گردید. داری اقدامات ذیل را انجام داد:

- نمونه ای از ماسه را اشباع نمود - آن را داخل استوانه دوسر پاژ قرار داد - در ورودی آن یک سطح آب ثابت قرار داد. متغیرهای این آزمایش  $A$  و  $L$  و  $h$  میباشد و  $Q$  نیز تابعی از این متغیرها میباشد. داری مشاهده کرد که با افزایش سطح مقطع، دبی افزایش می یابد و متوجه شد که با افزایش طول نمونه دبی کم و با افزایش طول لوله  $h$  دبی افزایش پیدا میکند.

داری متوجه شد که برای برقراری یک تساوی بین  $Q$  و دیگر متغیرها، باید یک ضریب به قسمت متغیرها اضافه نماید، این ضریب همان ضریب هدایت هیدرولیکی ( $K$ ) یا ضریب آبگذری می باشد.

$$K = \frac{QL}{A\Delta H}$$

البته باید توجه داشت که  $K$ ، به نوع خاک و نوع مایع بستگی دارد.

شخص دیگری به نام پوزل در سال ۱۸۴۲ رابطه ای را بدست آورد که مربوط به حرکت سیالات در لوله های موئینی میباشد.

$$Q = \frac{AR^2 g}{8\nu} \times \frac{h}{L}$$

علامت  $\nu$  (نو) لزجت کینماتیک مایع (سینماتیک) را نشان میدهد.

علامت رابطه پوزل چنین است. دبی  $Q$ ، سطح مقطع  $A$ ، گرانش  $g$ ، شعاع لوله های موئی  $R$  (اختلاف پتانسیل آبی =

$h$  و طول لوله کاپیلاری  $L$ )

$$K = \frac{R^2 g}{8v} = \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^2}{8v} = \frac{d^2 g}{32v} \quad C = \frac{g}{32v} \Rightarrow Cd^2$$

حدود اعتبار رابطه داری؛ رابطه داری در ۲ مورد صدق نمی کند؛

اول؛ در شرایطی که سرعت حرکت آب زیاد باشد. این حالت معمولاً در بافت‌های آهکی بوجود می آید. این جریان باعث شسته شدن آنها و ایجاد حفره در ساختمان خاک می‌گردد.

در سیالات اصطلاحاتی وجود دارد به نام جریان متلاطم یا جریان آرام و یا جریان بین آیین. این جریانها به سرعت مایع بستگی دارد. پس از بررسی سرعت مایع، عدد رینولدز بوجود آمد.

دوم؛ در شرایطی که بافت خاک خیلی سنگین باشد. (رسی) (ذرات رس بدلیل قدرت فراوان در جذب آب، باعث مسدود شدن کلیه منافذ خاک می‌گردد.)

نفوذپذیری خاک: نفوذپذیری یکی از پارامترهای بسیار مهم در طراحی روشهای آبیاری می باشد بعبارتی بدون داشتن نفوذپذیری، نمی توانیم یک سیستم آبیاری را بصورت علمی طراحی کنیم. رابطه مستقیمی بین انتخاب نوع وسایل مربوط به آبیاری (برای مثال آبیاری پاره‌ای) و نفوذپذیری خاک است برای مثال اگر در آبیاری پاره‌ای قدرت آبشش ۵ mm در ساعت و نفوذپذیری خاک ۰ mm در ساعت باشد، در این حالت مقدار ۵ mm اتلاف آب خواهیم داشت.

عواملی که بر نفوذپذیری خاک موثرند: - نوع خاک (بافت و ساختمان خاک) - رطوبت خاک (رابطه مستقیم دارد)

- عمق آب روی خاک (رابطه مستقیم دارد) - شیب زمین (رابطه عکس دارد)

- پوشش گیاهی (بسته به نوع گیاه، اثرش بر نفوذپذیری خاک متفاوت است).

عمق نفوذ تجمعی: (I) عبارتست از سرعت نفوذ آب در خاک در هر زمان نسبت به شروع آبیاری. واحد آن از جنس سرعت است (سرعت نفوذ آب با گذشت زمان کاهش می یابد).

سرعت نفوذ پایه (f): پس از گذشت ساعتی از آبیاری سرعت نفوذ آب در خاک تقریباً ثابت می شود، این سرعت را سرعت نفوذ پایه یا سرعت نفوذ پایه گویند و واحد آن از جنس سرعت است.

سرعت نفوذ متوسط ( $\bar{I}$ ): متوسط سرعت نفوذ در یک فاصله زمانی مشخص می باشد و واحد آن از جنس سرعت است.

معادلات نفوذ: تاریخچه این معادلات به سال (۱۹۱۱) برمیگردد اولین معادله نفوذ توسط گرین و آمپت ارائه شده است و پس از مدتی شخصی به نام فیلپ معادله دیگری را معرفی کرد. این دو معادله و همچنین دیگر معادلات ارائه شده برای نفوذ دقت زیادی نداشته است. (پعلت تنوع زیاد نوع خاک). معادله کاستیاکوف تقریباً دقت خوبی دارد و معادله ای آسان است. این معادله یک معادله تجربی میباشد و فرمول آن  $Z = aT^n$  است z عمق نفوذ تجمعی و T زمان و a و n نیز ضرایب معادله میباشد  $0 < n < 1$  نزدیک بودن n به عدد صفر بیانگر سنگینی بافت خاک است.

مثال: معادله نفوذ تجمعی خاک مزرعه ای  $Z = 8T^{0.6}$  میباشد z برحسب میلی مترو T برحسب دقیقه میباشد. تعیین کنید چه مدت طول میکشد تا ۱۰ cm آب در خاک نفوذ کند.

$$100 = 8T^{0.6} \Rightarrow T^{0.6} = \frac{100}{8} = 12.5 \Rightarrow 12.5^{\frac{1}{0.6}} = 67.33$$

برای محاسبه معادله نفوذ لحظه ای (z نسبت به زمان مشتق میگیریم و نتیجه  $I = anT^{n-1}$  خواهد شد. با چاگذاری اعداد

$$I = 8 \times 0.6 \times 67.33^{0.6-1} = 0.89$$

بدست آمده خواهیم داشت

سرعت نفوذ لحظه ای این مزرعه در یک ساعت پس از آبیاری چند میلی متر در ساعت است؟

$$I = 4.8 \times 60^{0.6-1} = 0.93 \text{ mm/min}$$

اول باید از معادله بدست آمده مشتق بگیریم و بجای T زمان درخواست شده (۶۰ دقیقه) را چاگذاری میکنیم

در صورت مسئله چند mm در ساعت درخواست شده است. حاصل بدست آمده mm در دقیقه است لذا باید حاصل در عدد ۶۰ ضرب شود  $0.93 \times 60 = 55.8 \text{ mm/h}$

سرعت نفوذ متوسط : سرعت نفوذ متوسط از رابطه  $\bar{I} = aT^{n-1}$  بدست می آید. این رابطه از

$$\bar{I} = \frac{Z}{T} = \frac{aT^n}{T} \Rightarrow \bar{I} = aT^{n-1}$$

ادامه مثال) سرعت نفوذ متوسط در فاصله یک ساعت آبیاری چقدر است (چند mm در ساعت)؟

$$\bar{I} = 8T^{0.4} = 1.56 \Rightarrow 1.56 \times 60 = 93.3 \text{ mm/h}$$

تعیین ضرایب معادله نفوذ (n و a) : استوانه های دوگانه برای این آزمایش از دو استوانه با قطرهای مختلف استفاده میشود

که درون یکدیگر قرار میگیرند. این دو استوانه را به اندازه مشخص در خاک فر و پرده و سپس درون استوانه ها آب میریزیم.

و تخلیه استوانه بزرگتر مرطوب کردن خاک اطراف محل آزمایش، بصورت اقی و وظیفه استوانه کوچکتر نفوذ آب در زمین بصورت

عمودی میباشد. اندازه آب تخلیه شده در زمان مشخص، در این آزمایش مورد بررسی قرار میگیرد. این اندازه گیری توسط

یک خط کس مدرج موجود در استوانه کوچک صورت میگیرد.

محاسبه نفوذ آب در خاک: در این روش زمان بصورت تجمعی محاسبه میشود. (زمان بر حسب دقیقه، سطح آب بر حسب

سانتیمتر و عمق نفوذ تجمعی بر حسب میلیمتر است.)

زمان تجمعی	۰	۱	۲	۵	۱۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۹۰	۱۲۰
سطح آب	۱۲	۱۱/۵	۱۱/۲	۱۰/۵	۹/۵	۸/۷	۷	۶	۱۰/۷	۸/۵	۷/۸
عمق نفوذ تجمعی	۰	۵	۸	۱۵	۲۵	۳۳	۵۰	۶۰	۶۸	۹۰	۹۷

دو استوانه استاندارد و مخصوص این آزمایش را در خاک فرورده و درون آنها آب میریزیم. درون استوانه کوچکتر یک خط کس

مدرج برای کنترل سطح آب وجود دارد. سطح آب را در زمانهای قید شده در قسمت زمان تجمعی، کنترل میکنیم. (این روش

یک روش استاندارد میباشد). در صورتی که آب کاهش یابد، جهت ادامه آزمایش (مطابق زمان ۶۰ دقیقه در جدول فوق)

میتوانیم سطح آب را تا ارتفاع اولیه (در این آزمایش ۵/۸ cm و در زمان ۴۵ دقیقه) با افزودن آب بالابیاوریم. عمق نفوذ را

نیز بصورت تجمعی در ستون سوم قید میکنیم. (این جدول جهت محاسباتی علمی و همچنین ترسیم رگرسیون آماده است.)

روش استفاده از کاغذ لگاریتمی:

فاصله بین عدد ( تا ) بعدی را سیکل لگاریتمی می‌نامند. برای مثال در یک کاغذ لگاریتمی  $5 \times 3$  ، ۵ سیکل لگاریتمی افقی و ۳ سیکل لگاریتمی عمودی وجود دارد. محور افقی ( ۵ سیکله ) را برای زمان و ۳ سیکله ( محور عمودی ) را عمق نفوذ تجمعی آب در نظر می‌گیریم. کوچکترین عدد ما، عدد یک می‌باشد. اگر یک را مبنای شروع سیکل اول بدانیم لذا به ترتیب خواهیم داشت ( و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ . یعنی یک آخر را عدد ۱۰ می‌نامیم و به همین ترتیب برای سیکل دوم و در ادامه همین راستا خواهیم داشت ۱۰ و ۲۰ و ۳۰ و ۴۰ و ۵۰ و ۶۰ و ۷۰ و ۸۰ و ۹۰ و ۱۰۰ و به همین ترتیب سیکل سوم خواهد شد ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ و ۶۰۰ و ۷۰۰ و ۸۰۰ و ۹۰۰ و ۱۰۰۰ والی آخر. با این توضیحات میتوان نتیجه گرفت که حتما مبداء نباید از ۱ شروع شود و میتوان عدد مبداء را با توجه به نیاز کاربر تغییر داد برای مثال میتوان از ۱۰۰ (یا از ۱۰) شروع نمود.

علت استفاده از کاغذ لگاریتمی؛ معادله مورد استفاده  $z = aT^n$  می‌باشد. اگر این معادله را روی کاغذ میلیمتری پیاده کنیم به شکل سهمی خواهد شد. از آنجا که هدف از استفاده از این کاغذ، محاسبه ضرایب  $a$  و  $b$  می‌باشد لذا خط سهمی کاربردی نداشته و جدول لگاریتمی با ارائه یک خط مستقیم و شیب دار توانایی محاسبه  $a$  و  $b$  را به ما میدهد. ( یادآوری از ریاضیات:  $a$  میزان فاصله از مبداء، درجهت محور  $y$ ، و  $b$  زاویه خط تشکیل شده با محور  $x$  می‌باشد. با منتقل کردن اعداد ستون اول و ستون سوم به کاغذ لگاریتمی، چندین نقطه که تقریباً در یک جهت می‌باشند، مشاهده می‌گردد. خط پرازش خطی است که از بیشترین نقاط ممکنه ایجاد شده روی کاغذ لگاریتمی عبور میکند و نقاطی که خارج از خط قرار می‌گیرند، کمترین فاصله عمودی را با خط پرازش دارند. از رابطه  $b = \frac{y}{x}$  مقدار  $b$  یعنی شیب خط بدست می آید ( مقدار  $y$  را با خط کش بدست می آوریم). مقدار  $a$  نیز از تقاطع دادن خط پرازش با محور  $y$  ها بدست می آوریم.

تذکر مهم: گاهی نقطه شروع از عدد یک نیست و بنا به نیاز کاربر از قبل از رقم یک ( مانند ۱۰ یا ۱۰۰ یا ۱۰۰۰ ) و یا بعد از رقم یک ( مانند ۱۰ یا ۱۰۰ یا ۱۰۰۰ ) شروع شده است. در این صورت محاسبه  $a$  بصورت زیر خواهد بود.

اگر از عدد پیشتر از یک شروع شده باشد، باید محور  $x$  ها را بسمت عدد یک میل دهیم ( درجهت منگی ) تا به رقم یک برسیم و روی این نقطه ( ۱ ) ، محور  $y$  را بصورت خط چین ترسیم نماییم. خط پرازش را تا رسیدن به محور  $y$  تازه ایجاد شده امتداد می‌دهیم از محل برخورد خط پرازش تا محور  $y$  ، یک خط درجهت محور  $x$  ها و بسمت محور اصلی  $y$  ترسیم می‌کنیم ( نام این محل تلاقی را  $o$  می‌نامیم). فاصله مبداء انتخاب شده ( که پیشتر از یک می‌باشد) را تا نقطه  $o$  را  $a$  می‌نامیم.

اگر از عدد کمتر از یک شروع شده باشد، باید محور  $x$  ها را بسمت عدد یک پیمایش نماییم ( درجهت مثبت) تا به رقم یک برسیم و روی این نقطه ( ۱ ) ، محور  $y$  را بصورت خط چین ترسیم نماییم. یقیناً خط پرازش، هم  $y$  ایجاد شده و هم  $y$  اصلی را قطع می‌کند. حداقل بین یک، ( نقطه ای که روی محور  $x$  ها تار رسیدن به رقم یک پیمایش کردیم ) تا محل تقاطع خط پرازش با محور  $y$  جدید، همان  $a$  خواهد بود.

تبخیر و تعرق: تبخیر و تعرق از دو قسمت تبخیر و تعرق ایجاد شده است. تبخیر عبارتست از تلفات آب از سطح خاک و تعرق عباریست از تلفات آب بصورت تبخیر از گیاه. ۹۹٪ آب آبیاری بصورت تبخیر و تعرق تلف می‌گردد و کمتر از ۱٪ در گیاه ذخیره میشود. پس میتوان نیاز آبی یک گیاه را با مقدار تبخیر و تعرق بدست آورد. تبخیر و تعرق یک تابع است و چندین عوامل بستگی دارد. عوامل موثر بر تبخیر و تعرق ( ۵ عامل مهم از ۱۶ عامل ):

( ۱) دمای هوا -- نسبت مستقیم ( ۲) تشعشعات خورشید -- نسبت مستقیم

۳) رطوبت نسبی هوا -- نسبت معکوس ۴) سرعت وژن باد -- نسبت مستقیم

۵) فشار هوا -- نسبت معکوس

تبخیر و تعرق پتانسیل؛ عبارتست از شدت تبخیر و تعرق از یک سطح تا محدود زراعی که در آن گیاهان ارتفاع یکسانی داشته و با سایه خود سطح را پوشانند، همچنین گیاه رشد فعالی داشته و رطوبت خاک در حد مطلوبی باشد.

تبخیر و تعرق واقعی؛ تبخیر و تعرق گیاه است در شرایط موجود که معمولاً مقدار آن از تبخیر و تعرق پتانسیل کمتر است. مقدار تبخیر و تعرق واقعی در مقایسه با تبخیر و تعرق پتانسیل به ۳ عامل بستگی دارد:

(۱) رطوبت خاک ( رابطه ای مستقیم دارد)

(۲) مرحله رشد گیاه ( مربوط به پوشش سبز گیاه است و رابطه مستقیم دارد بشرطی که زمین مرطوب نباشد).

(۳) تغییرات فیزیولوژیکی در گیاه ( همانند خزان که با وقوع آن تبخیر و تعرق کاهش مییابد).

روشهای اندازه گیری تبخیر و تعرق؛

۱- روشهای مستقیم (لایسیمتر)

۲- پکارگیری تبخیر سنج ها

۳- استفاده از روابط تجربی و ریاضی

روشهای مستقیم (لایسیمتر)

عبارتند از معازنی که در خاک مزرعه نصب می شوند و با استفاده از پیلان رطوبتی خاک، تبخیر و تعرق گیاه را اندازه گیری می کنند. لایسیمترها دقیقترین روش برای اندازه گیری تبخیر و تعرق است و به دو دسته تقسیم میشوند:

الف- لایسیمترهای وزنی ب- لایسیمترهای تفاضلی

الف- لایسیمترهای وزنی؛ دقیقترین لایسیمترها میباشد که تبخیر و تعرق را اندازه گیری میکنند. تعیین تبخیر و تعرق در این روش، بر اساس تغییرات وزن انجام می گیرد.

ب- لایسیمترهای تفاضلی؛ از نوع ساده، تفاضلی میباشد و میزان تبخیر و تعرق بر اساس پیلان (توازن) آب موجود در خاک اندازه گیری میشود.

در کارگذاری لایسیمترها باید نکاتی را در نظر گرفت که عبارتند از؛

(۱) - حجم لایسیمتر باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا مانعی در رشد گیاه ایجاد نکند. برای گیاهان با عمق ریشه کم، حجم لایسیمتر یک متر مکعب و برای گیاهانی با عمق ریشه زیاد (این حجم تا چند متر مکعب میباشد).

(۲) - شرایط خاک در داخل لایسیمتر باید مشابه شرایط خاک مزرعه باشد یعنی بافت خاک در لایسیمتر مشابه بافت خاک در مزرعه باشد و لایسیمتر دارای یک سیستم رهکشی مناسب باشد.

(۳) - گیاه کاشته شده در لایسیمتر می بایست وضعیتی مشابه گیاه کاشته شده در مزرعه داشته باشد یعنی فاصله گیاهان همان فاصله اجرا شده در مزرعه باشد. همچنین مقدار کود و سموم مصرف شده نیز همانند مزرعه اصلی باشد.

(۴) - در اطراف لایسیمتر تا فاصله ۰ (برابر ابعاد لایسیمتر از همان پوشش گیاهی که در لایسیمتر وجود دارد، موجود باشد.

استفاده از روابط تجربی و ریاضی؛ تبخیر سنج ها به دو دسته تقسیم میشوند:

الف) صفحات متخلخل: صفحاتی هستند که از جنس سفال یا کاغذهای مخصوص که برای اندازه گیری تبخیر و تعرق پکار میروند و روش استفاده از این صفحات بدینگونه است که این صفحات را بمدت ۱۰ تا ۱۵ ساعت داخل آب میگذاریم تا کاملاً اشباع شود. سپس آنها را وزن نموده و در معرض هوای آزاد قرار میدهیم (برای مدتی معین (۶ یا ۱۲ یا ... ساعت)) تا تبخیر صورت گیرد. کاهش وزن بدست آمده از وزن نمودن مجدد آن، همان میزان تبخیر است. اندازه گیری تبخیر و تعرق در این روش دقت خوبی ندارد ولی آن عبارتند از: - حساسیت زیاد این صفحات نسبت به وزش باد - جذب گرد و خاک معلق در هوا و پدید آمدن وزن کاژب - حساسیت کم این صفحات به تشعشعات خورشید

ب) تستهای تبخیر: ظروفی هستند که میزان تبخیر آب ریخته شده از آن قابل محاسبه است. (در این مبحث تست کلاس A مورد مطالعه قرار میگیرد. تست کلاس A از نوع آمریکایی بوده و تمامی ایستگاههای هواشناسی ایران از آب بهره میجویند). این تست استوانه ای است و قطر آن ۴۷/۵ اینچ است. ارتفاع آن ۱۰ اینچ بوده و جنس آن از گالوانیزه است. این تست روی یک قطعه چوبی به ارتفاع ۴ اینچ نصب میشود و معمولاً درون تست به مقدار ۹ اینچ آب میریزند. این تست در ساعات ۶ و ۱۲، توسط دیده یا کنترل شده و میزان کم شدن آب را اندازه گیری میکنند. این اندازه گیری را  $E_{pan}$  میگویند.  $E_{pan}$  را باید به تبخیر و تعرق پتانسیل ( $E_{Tp}$ ) تبدیل نمود روش این تبدیل از فرمول  $ET_p = E_{pan} \times C_{et}$  بدست می آید.  $C_{et}$  ضریب تست می باشد. برای بدست آوردن ضریب تست از جدول مخصوص استفاده میشود.

اگر سرعت باد ۲۵۰ کیلومتر در روز باشد و پوشش سبز در اطراف تست ۱۰۰ متر باشد، همچنان رطوبت هوا نیز ۳۰٪ محاسبه گردد، ضریب تست را با استفاده از جدول مربوطه بدست می آوریم که ۰/۶۵ میباشد. و اگر پوشش سبز وجود نداشته باشد، از دو ستون سمت راست جدول استفاده نموده و رقم مربوطه را بدست می آوریم. حال اگر از این تست ۴ mm تبخیر داشته باشیم خواهیم داشت  $ET_p = 0.65 \times 4 = 2.6 \text{ mm}$

تذکر اول: جدول تهیه شده مربوط به منطقه مرطوب میباشد و برای تبدیل آن به ارقام قابل استفاده در مناطق خشک مانند خوزستان باید ارقام بدست آمده از جدول را بر رقم ۰/۸۷ تقسیم نماییم

تذکر دوم: تبخیر و تعرق پتانسیل باید به تبخیر و تعرق واقعی تبدیل شود (تبخیر و تعرق واقعی یعنی تبخیر و تعرق در شرایط موجود). برای این کار باید از فرمول  $ET_a = K_c \times ET_p$  استفاده نمود.  $ET_a = ET_p$  = تبخیر و تعرق واقعی و همچنین  $K_c$  نیز ضریب گیاهی میباشد.

مقدار ضریب گیاهی به ۲ عامل (۱- نوع گیاه و ۲- مرحله رشد گیاه بستگی دارد. مقدار این ضریب نیز از جدول مربوطه پیدا میشود. در این جدول، ضریب گیاهی، برای چند گیاه محدود ذکر شده است. در ردیف اول این جدول، ارقام ۰ تا ۱۰۰٪ پوشش سبز نوشته شده است و مشاهده میشود که با افزایش پوشش سبز، ضریب گیاهی افزایش می یابد.

در قسمت پایین این جدول، جدولی دیگر وجود دارد که برحسب روز محاسبه شده است و با افزایش روز، مقدار ضریب گیاهی کم میشود. اگر مثال بالا را در نظر بگیریم، ضریب گیاهی در یونجه از رابطه زیر بدست می آید

$$ET_a = K_c \times ET_p \text{ در نتیجه } ET_a = 0.9 \times 2.6 = 2.34 \text{ mm/day}$$

استفاده از روابط تجربی و ریاضی: از این روش زمانی استفاده میشود که وسایل آزمایش نداشته باشیم.

رابطه پلینی و کریدل یک رابطه ساده برای محاسبه تبخیر و تعرق میباشند. شکل کلی این رابطه چنین است:

$$ET_p = P(0/46T + 8/13) \quad \text{که در آن } T \text{ دمای متوسط روزانه بر حسب } C^0 \text{ و } ET_p \text{ نیز تبخیر و تعرق پتانسیل بر حسب}$$

میلیمتر در روز و P نیز متوسط درصد ساعات روشنایی روزانه در ماه نسبت به کل ساعات روشنایی سالانه میباشند.

توضیح در خصوص P: فرض کنیم از ساعت ۷ تا ۱۷/۳۰، مقدار ۱۲/۵ ساعت آن روشنایی ( بدون ابر) داشته باشیم. این ۱۲/۵ ساعات را یادداشت نموده و بمدت یک ماه هر روز این محاسبه را انجام میدهیم. کل اعداد بدست آمده را با هم جمع نموده و بر کل ایام تقسیم میکنیم تا میانگین روشنایی در آن ماه بدست آید. فرض میگرد که این میانگین رقم ۱۱ باشد. این رقم بدست آمده را بر کل ساعات روز در سال تقسیم و حاصل را در ۱۰ ضرب میکنیم. حال اگر تصور شود که کل ساعات روشنایی در سال

$$P = \frac{11}{3500} \times 100 = 0/314 \quad \text{داشتیم } ۳۵۰۰ \text{ ساعت باشد خواهیم داشت}$$

رقم P در یک جدول محاسبه شده است و نیاز به پیمایش چنین راه طولانی برای بدست آوردن P نیست. اگر عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و در نیمکره شمالی باشد و همچنین برای مثال در ماه JULY باشیم مقدار P برابر ۰/۳۱ خواهد شد لذا  $ET_p = (0/31(0/46 \times 28/5) + 8/13) = 6/6 \text{ mm/day}$  رقم ۲۸/۵ درجه حرارت متوسط میباشند. ضرب ۶

در ضرب گیاهی = تبخیر و تعرق واقعی.

اشکال رابطه فوق: نقش دما بسیار مهم نشان داده شده است و الباقی عوامل مانند فشار هوا و تشعشعات خورشید و رطوبت نسبی نادیده گرفته شده است. سازمان جهانی FAO با ارائه جدولی اقدام به اصلاح رابطه پلینی و کریدر نموده است. روند

استفاده از جدول FAO بشرح ذیل است:

اگر رطوبت نسبی ۳۰٪ باشد، با استفاده از شکل‌های ۲ و ۵ و ۸، باید رقم مورد نظر را جستجو کرد. (محدوده درصد‌های رطوبت نسبی، در بالای این جدول مشخص شده است). در سمت راست این جدول نسبت تشعشعات خورشید ذکر شده است  $n/N$  که n ساعات آفتابی موجود و N حد اکثر ساعات آفتابی ممکنه میباشند. این حالتها به سه قسمت زیاد (۰/۹)، متوسط (۰/۷) و کم (۰/۴۵) تقسیم بندی شده است. اگر برای تکمیل مثال فوق، مقدار این تشعشع پین متوسط تا زیاد اعلام شده باشد، از ۳ جدول انتخاب شده در قسمت رطوبت نسبی، فقط اشکال ۲ و ۵ باقی میماند.

اگر جدول انتخابی، برای مثال ۲ تعیین گردد، ۶/۶ را روی محور x ها در جدول ۲ پیدا کرده و یک خط از نقطه بدست آمده در محور

x ها به موازات محور y ها ترسیم میکنیم. (این خط تا کجا امتداد یابد؛

اگر سرعت و ریش باد ۳ متر بر ثانیه بدست آمده باشد، خط ترسیم شده در فوق را، تا خط شماره ۲ که مربوط به محدوده سرعت باد بدست آمده میباشند امتداد میدهیم و پس از برخورد با خط ۲، به موازات محور x ها، پسمت محور y، خط را امتداد میدهیم. خواهیم دید که این خط عدد ۸/۵ را نشان میدهد. با انجام همین کارها بر روی جدول شماره ۵ به رقم ۷/۵ میرسیم و حالاً

$$\text{رقم بدست آمده، یعنی عدد ۸ همان رقم اصلاح شده FAO میباشند.} \quad \frac{7.5 + 8.5}{2} = 8$$

در صورتی که تمایل دارید تا مطالب علمی و مقالاتتان در این سایت قرارگیرد با مدیریت سایت تماس بگیرید

فهرست نچفی پور

