

ضرایب گیاهی (K_c) جهت استفاده در رسم منحنی تغییرات آن در دوره رشد

نوع گیاه	ضریب گیاهی			حداکثر ارتفاع گیاه (h) متر
	K_{c-end}	K_{c-mid}	K_{c-ini}	
کاج و سرو	1.00	1.05	1.05	10
سیب	0.45	0.95	0.95	8
هلو	0.45	0.90	0.65	3
گلابی	0.45	0.90	0.90	4
زیتون	0.65	0.75	0.70	6-10
خرما	0.95	0.95	0.95	8
پسته	0.30	1.15	0.45	3-6
گردو	0.50	1.10	0.65	4-5
مرکبات	0.65	0.70	0.65	4
بادام	0.40	0.95	0.65	5
کیوی	0.30	1.05	1.05	3-5
انگور	0.30	0.85	0.45	2
چای	0.40	0.95	0.65	5
تمشک	0.30	1.05	0.50	1.5
پنبه	0.32	1.15	0.70	0.7-1.5
زیره	0.34	0.74	0.43	0.25
زعفران	0.43	0.75	0.55	0.20
آفتابگردان	0.32	1.15	0.32	2
گندم	0.30	1.15	0.25	1.0
جو	0.30	1.15	0.25	1.0
سورگوم	0.30	1.0	0.22	1.0
برنج	1.10	1.20	0.90	1.0
یونجه	0.40	1.20	1.15	0.7
نیشکر	0.40	1.25	0.75	3-4
جالیز	0.40	1.05	0.75	0.4
سبزیجات	0.40	1.15	0.80	0.8
چغندر قند	0.35	1.20	0.60	0.6

برنامه ریزی آبیاری

به کلیه عملیاتی که طی آن مشخص شود چه موقع و چه مقدار آب به زمین داده شود برنامه ریزی آبیاری (irrigation scheduling) گویند. مقدار آبی که باید به زمین داد (I_n) بستگی به سه عامل زیر دارد:

- حداکثر تخلیه مجاز رطوبت از خاک MAD (بصورت اعشار)
- عمق توسعه ریشه ها، D_r (بر حسب متر)
- مقدار کل رطوبت موجود، TAM (mm/m)

به عنوان مثال چنانچه حداکثر تخلیه مجاز رطوبت در مورد یک زراعت ۰/۵۵ و عمق توسعه ریشه ها ۷۵ سانتی متر و مقدار کل رطوبت ۱۲۰ میلی متر در هر متر عمق خاک باشد ارتفاع آبیاری در هر نوبت از فرمول زیر محاسبه می شود که تقریباً برابر ۵۰ میلی متر آب خواهد بود.

$$i_n = (MAD)(D_r).TAW$$

$$i_n = (0.55)(0.75)(120) = 49.5$$

تعیین زمان آبیاری

روشهای مختلفی وجود دارد که بر اساس آن ها زارع می تواند زمان آبیاری را مشخص کند. این روشها در سه گروه خلاصه می شوند که عبارتند از:

- استفاده از نمایه های گیاهی
- استفاده از نمایه های خاک
- استفاده از روشهای بیلان آبی.

در کاربرد نمایه های گیاهی و خاک از برخی خصوصیات مربوط به گیاه و خاک که بستگی به وضعیت آبی آن ها دارد استفاده می شود حال آنکه روش بیلان آبی مبتنی بر حسابرسی روزانه آب در مزرعه است.

نمایه های گیاهی:

ساده ترین روش برای تعیین زمان آبیاری این است که برخی از خصوصیات بارز گیاه را گرفته و تغییرات آن را در روزهای بعد از آبیاری تعقیب کنیم. نمایه های ظاهری مانند شادابی برگها و شاخه ها و رنگ برگ ها از جمله پارامترهایی می باشند که با تغییر شدید آن ها در هنگام تشنگی گیاه می توان زمان آبیاری را تعیین کرد. با اندازه گیری روزانه قطر ساقه و ارتفاع گیاه می توان به سرعت رشد پی برد و هر زمان که این سرعت متوقف گردید نشانه آن است که باید آبیاری صورت پذیرد. در استفاده از نمایه های ظاهری باید دقت کافی به عمل آید تا عوامل دیگری که ممکن است تغییرات ظاهری در گیاه ایجاد کنند با تشنگی گیاه اشتباه نشوند. از جمله این عوامل آفات و بیماریها و برخی عوامل محیطی را می توان ذکر کرد با این وجود تنها مزیت استفاده از وضع ظاهری گیاه ساده بودن آن است که اکثر زارعین با تجارب زیاد با نگاه کردن به مزرعه متوجه تشنگی آن می شوند.

نمایه‌های خاک

نمایه‌های خاک که در تعیین زمان آبیاری بکار می‌روند مشتمل بر تعیین رطوبت خاک و مقایسه آن با حداقل رطوبت است که باید خاک قبل از آبیاری داشته باشد. برای این منظور لازم است که این حداقل رطوبت قبلاً تعیین شده باشد. حداقل رطوبت در مراحل مختلف رشد متفاوت است و نمی‌توان در تمام طول دوره رشد از یک معیار رطوبتی استفاده کرد. از روی نمایه‌های خاک می‌توان مقدار آبی را نیز که باید به زمین داده شود بدست آورد. مثلاً اگر قرار باشد آبیاری هنگامی صورت گیرد که رطوبت خاک به ۱۶ درصد حجمی برسد و براساس داده‌های روزانه تغییرات رطوبت از روز اول خرداد که در این روز پس از آبیاری است به شرح زیر باشد:

روز	⊖ (درصد حجمی رطوبت)
1	22.5
2	21.7
3	19.6
4	18.4
5	17.1
6	15.6

مشخص می‌شود که آبیاری باید در روز ۶ خرداد که رطوبت حدوداً به ۱۶ درصد می‌رسد مجدداً انجام شود.

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک می‌توان از یکی از روشهای معمول مانند روشهای جرمی و حجمی، بلوگ گچی، تانسیومتر، نوترون متر و یا حتی روشهای با دست استفاده کرد. اما اندازه‌گیری پتانسیل خاک و تعیین زمان آبیاری از روی مکش خاک مطمئن‌ترین روش در بین روشهای نمایه‌ای خاک است. برای این منظور تانسیومتر ساده‌ترین وسیله‌ای است که در بازار موجود است. تانسیومترها دامنه کار محدودی داشته و می‌توانند بین ۰ تا ۸۰ سانتی‌بار را نشان دهند. بنابراین اعدادی که توسط تانسیومتر قرائت می‌شود باید به دقت مورد تفسیر قرار داده شوند. قرائت صفر نشانه این است که خاک در وضعیت اشباع بوده و باید یکی دو روز پس از آبیاری این حالت برطرف شود. اگر برای مدت طولانی عقربه تانسیومتر بین ۰ تا ۱۰ ثابت بماند نشانه ماندابی بودن خاک و یا خراب بودن تانسیومتر است. اعداد بین ۱۰ تا ۳۰ نشان دهنده این است که خاک در وضعیت ظرفیت زراعی بوده و نیازی به آبیاری نمی‌باشد. هنگامی که عقربه به عدد ۴۰ می‌رسد، نشانه این است که آبیاری می‌تواند از این روز به بعد شروع شود (در خاکهای شنی و لوم شنی). در خاکهای لومی و یا سیلت لوم آبیاری هنگامی شروع می‌شود که عقربه تانسیومتر بین ۴۰ تا ۵۰ باشد. حال آنکه زمان شروع آبیاری در خاکهای رس سیلتی هنگامی است که عقربه تانسیومتر بین ۵۰ تا ۶۰ باشد.

در طراحی سیستم آبیاری مقدار رطوبت موجود بین دو حد ظرفیت زراعی و آب سهل الوصول اساس تعیین دور آبیاری قرار می گیرد

مثال

در یک مزرعه گوجه فرنگی عمق موثر ریشه ها ۱/۵ متر است. حداکثر تبخیر-تعرق در اواسط فصل رشد که تعیین دور آبیاری بر اساس آن صورت می گیرد ۹ میلی متر در روز تخمین زده شده است. چنانچه در هر آبیاری رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی افزایش یابد حساب کنید:

(الف) در خاک لوم شنی اگر بخواهیم در هر آبیاری ۴۰ درصد آب قابل دسترسی تخلیه شود فاصله آبیاری ها تا چند روز مجاز است؟ - اگر بخواهیم تا ۶۰ درصد آب قابل دسترسی تخلیه شود این فاصله چقدر خواهد بود؟

(ب) اگر خاک رس سیلتی باشد فاصله آبیاری ها چند روز می تواند باشد.

حل

برای خاک لوم شنی (sandy loam) اگر حد پژمردگی دائم ۹ درصد حجمی (۹۰ میلی متر آب در هر متر عمق خاک) و حد ظرفیت زراعی (FC) ۲۱ درصد حجمی یا ۲۱۰ میلی متر آب در هر متر عمق خاک باشد. تفاوت این دو مقدار کل آب قابل دسترسی (total available moisture) یا TAM است.

$$TAM = FC - PWP$$

$$TAM = 21\% - 9\% = 12\% = 120 \text{ mm/m}$$

مقدار آب سهل الوصول (RAW) با در نظر گرفتن اینکه ۴۰ درصد کل آب قابل دسترسی می باشد برای ۱/۵ متر عمق برابر است با:

$$RAW_{40} = (0.4) (120) (1.5) = 72 \text{ mm}$$

در این صورت فاصله بین آبیاری ها (I_{fr}) برابر است با:

$$I_{fr} = \frac{RAW}{ET_{max}} = \frac{72.0}{9} = 8 \text{ روز}$$

و اگر آب سهل الوصول ۶۰ درصد آب قابل دسترسی باشد خواهیم داشت:

$$RAW_{60} = (0.6)(120)(1.5) = 108 \text{ mm}$$

در این صورت فاصله آبیاری ها عبارت خواهد بود از:

$$I_{fr} = \frac{108}{9} = 12 \text{ روز}$$

(ب) برای خاک رسی سیلتی (silty clay)

$$TAM = 40\% - 20\% = 20\% = 200 \text{ mm/m}$$

به ازاء ۴۰ درصد تخلیه:

$$RAW_{40} = (0.4) (200) (1.5) = 120 \text{ mm}$$

فاصله آبیاری ها عبارت است از:

$$I_{fr} = \frac{120}{9} \approx 13 \text{ روز}$$

و به ازاء ۶۰ درصد تخلیه فاصله آبیاری ها عبارت خواهد بود از:

$$RAW_{40} = (0.6) (200) (1.5) = 180 \text{ mm}$$

$$I_{fr} = \frac{180}{9} = 20 \text{ روز}$$

تمرین

مزرعه‌ای سه هکتاری گندم با عمق ریشه ۸۰ سانتی‌متر، $FC = 0.25$ ، $PWP = 0.1$ (درصد حجمی)، چگالی ظاهری خاک $1/3$ و $MAD = 0.6$ با دبی ۱۰۰ لیتر بر ثانیه و با راندمان کاربرد ۰/۶۰ آبیاری می‌گردد. در صورتی که تبخیر تفرق گیاه مرجع ۶ میلیمتر در روز، ضریب گیاهی در مرحله دوم رشد ۱/۱ باشد، الف- مطلوبست تعیین حداکثر عمق خالص آبیاری، نیاز آبی واقعی گیاه در مرحله دوم رشد، دور آبیاری و مدت زمان آبیاری.

سیستم های آبیاری

اجزای سیستم آبیاری

برای تأمین آب و انتقال آن به مزرعه و توزیع آن در سطح زمین بسته به شرایط و وضعیت های مختلف روش های گوناگونی بکار گرفته میشود. آب ممکن است از رودخانه تأمین شود. اما اگر منبع آب چاه و لایه های آبدار زیرزمینی باشد در این صورت ناچاراً باید از پمپ استفاده کرد. انتقال آب از منبع تا مزرعه ممکن است توسط کانال روباز و یا لوله های تحت فشار صورت گیرد. پس از اینکه آب به مزرعه رسید با سیستم های مختلف در سطح مزرعه پخش میشود. سیستم های سطحی یا ثقلی gravity، سیستم های بارانی sprinklers و سیستم های موضعی (خرد آبیاری یا قطره ای) micro سه روش عمده توزیع آب در سطح مزرعه می باشند. این سیستم ها هیچ کدام بر دیگری ارجحیت نداشته و هر کدام دارای محاسن و معایب می باشند که باید متناسب با شرایط طبیعی، فنی، اقتصادی و اجتماعی و دیگر عوامل موثر یکی از آن ها را انتخاب نمود. مثلاً در زمین های که شیب آن ها کمتر از ۲ درصد بوده و یا در مواردی که کارگر فراوان در اختیار است سیستم های سطحی مناسب تر می باشند. بخصوص این که سرمایه گذاری اولیه برای این سیستم ها نیز اندک است. حال آنکه در اراضی سبک با نفوذپذیری زیاد و یا اراضی شیبدار و فرسایش پذیر می توان از سیستم های بارانی استفاده کرد. اما هزینه و سرمایه گذاری اولیه برای این سیستم ها بیشتر از سیستم های ثقلی است. در وضعیتی که ارزش آب زیاد و مقدار آن نیز کم باشد و یا آنکه آب شور بوده و بخواهیم فقط برای هر بوته یا درخت به تنهایی آب را تأمین کنیم روش آبیاری قطره ای ارجح است.

آخرین قسمت از یک سیستم آبیاری بخشی است که آب اضافی باید از مزرعه خارج شود. زارعین معمولاً این بخش را نادیده گرفته و حتی ممکن است از خروج آب اضافی جلوگیری نمایند. مثلاً غالباً مشاهده میشود که انتهای کرت ها یا جوبچه ها را سد کرده مانع خروج آب اضافی از زمین میگردند و چنین تصور می کنند که بدین صورت جلو تلفات آب گرفته میشود. حال آنکه در این وضعیت قسمت انتهای مزرعه غرقاب شده و باعث خفگی گیاه و از بین رفتن آن میگردد. در صورتی که باید به این نکته مهم توجه شود که زه آب بخشی از آب آبیاری بوده و همانطور که در تأمین آب برای مزرعه دقت میشود در خروج و زهکشی آب اضافی نیز باید دقت کافی بعمل آمده و تمهیدات لازم برای انجام آن در نظر گرفته شود.

عملکرد سیستم های آبیاری مزرعه

سیستم های آبیاری مزرعه با این هدف طراحی می شوند که آب مورد نیاز زراعت را با حداقل تلفات تأمین نمایند. تلفات آب ممکن است به دلیل نفوذ آب در جدار کانال ها، نفوذ عمقی به خارج از منطقه توسعه