دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی
۲ خرداد ماه ۱۳۸۷

مدیریت آبیاری در دوره گل آب کردن اراضی شالیزاری

ولی‌الله کریمی[۱]

چکیده

گیاه برنج، عمدتاً به صورت نشایی کشت شده و آبیاری آن به صورت غرقابی (دائم یا متناوب) است. عملیات گل آب کردن[۲] با هدف: کاهش نفوذ عمقی، نرم کردن لایه شخم جهت نشا یا کشت مستقیم آسان، هموار نمودن سطح مزرعه، کاهش رشد علف‌های هرز و مخلوط شدن کود و خاک در لایه شخم انجام می‌شود. بخش قابل توجهی از کل آب مصرفی شالیزار، به دوره گل آب کردن مربوط می‌گردد. دراین تحقیق، آب مصرفی یک کرت شالیزاری در دوره گل آب کردن و دوره رشد گیاه (از شروع نشاکاری تا زمان برداشت محصول که ۸۰ روز به طول انجامید) اندازه‌گیری شد. مقدار آنها به ترتیب ۲۵۴ و ۶۷۲ میلیمتر بوده که آب مصرف شده در دوره گل آب کردن ۲۷٪ کل آب مصرفی بوده است. با تعیین عمق لایه شخم و تهیه نمونه‌های خاک از این لایه، قبل از شروع آبیاری، راندمان گل آب کردن به دست آمد که بسیار پایین بوده است. با طراحی مناسب سازه ورودی آب به کرت، دبی ورودی، ابعاد کرت و اعمال مدیریت صحیح ماشینی می‌توان این راندمان را به مقدار خیلی زیادی افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: عملیات گل آب کردن، راندمان گل آب کردن، آبتخت، لایه شخم، نفوذ عمقی، نشت جانبی

مقدمه

وسعت اراضی شالیزاری در ایران در حدود ۶۴۰۰۰۰ هکتار می‌باشد که روش کشت غالب آن به صورت نشایی، و آبیاری آن غرقابی است. با توجه به روش کشت و نوع آبیاری گیاه برنج، میزان آب مصرفی آن در مقایسه با اغلب محصولات زراعی بسیار زیاد می‌باشد. لذا نیاز است تا آب مورد نیاز دوره آماده

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی و مسئول گروه فن‌آوری پایه «مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز»

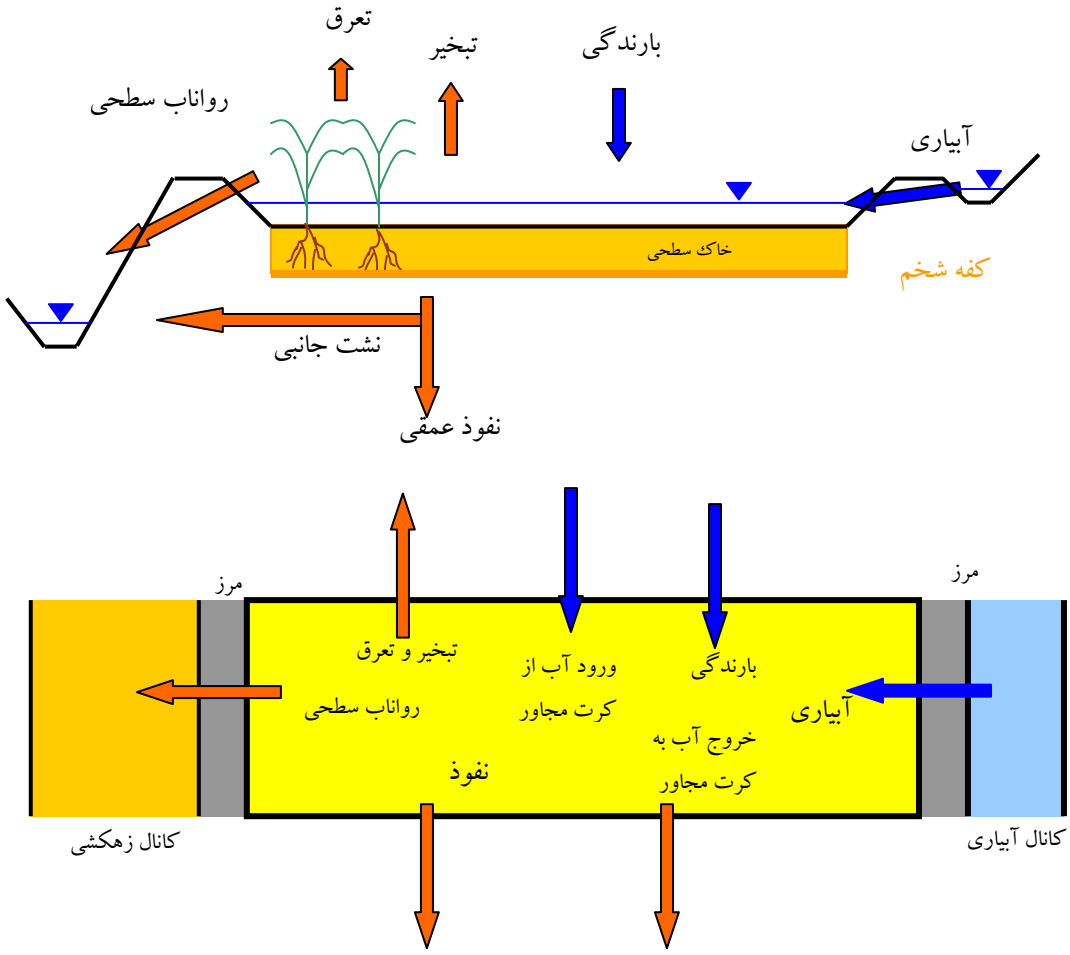
E – mail: vkarimi80@hotmail.com
vkarimi80@gmail.com

2- Puddling

سازی زمین و رشد برنج به صورت مجزا محاسبه شده تا بتوان ضمن بالا بردن راندمان آبیاری، در طراحی و ساخت کانال‌ها و همچنین برنامه ریزی آبیاری از آن استفاده کرد.

بیلان آبی در یک کرت شالیزاری

کرت شالیزاری، قطعه زمین مسطح بدون شیبی است که جهت حفظ آب بر روی آن توسط مرز یا پشته احاطه می‌شود. تلفات آب در یک کرت شالیزاری شامل، تبخیر و تعرق (ET)، نفوذ عمقی، نشت جانبی و رواناب سطحی است.



شکل-۱- بیلان آبی در یک کرت شالیزاری

میزان آب مصرفی اراضی شالیزاری در کشورهای مختلف بسیار متغیر می‌باشد که مقدار آن در یک فصل زراعی برای برخی از کشورها در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول-۱- آب مصرفی شالیزار در یک فصل زراعی

ردیف	کشور	کل آب مصرفی	توضیحات
۱	سنگال	۱۰۰۰-۵۰۰ میلیمتر	مقدار نفوذ تقریبا صفر
۲	شمال چین	۱۵۰۰- ۹۰۰ میلیمتر	۱۵۰۰-۱۲۰۰ میلیمتر برای کشت مستقیم و ۱۰۵۰-۹۰۰ میلیمتر برای نشاکاری
۳	هند	۱۶۸۰ میلیمتر	مقدار نفوذ ۱۲۰۰ میلیمتر
۴	مصر	۲۲۰۰-۱۸۰۰ میلیمتر	
۵	ژاپن	۲۵۰۰-۱۵۰۰ میلیمتر	دامنه وسیع نفوذ: بین صفر تا ۵۰ میلیمتر در روز
۶	مالزی	۲۸۱۰ میلیمتر	میزان تبخیر وتعرق ۱۵۷۰ میلیمتر
۷	تگزاس آمریکا	۱۲۰۰ میلیمتر	۷۵۹ میلیمتر آبیاری و ۴۳۲ میلیمتر بارندگی
۸	ایتالیا	۱۶۰۰ میلیمتر	
۹	برزیل	۱۰۰۰ میلیمتر	معادل ۸/۶ میلیمتر در روز
۱۰	استرالیا	۱۷۰۰-۱۵۰۰ میلیمتر	میزان تبخیر و تعرق ۱۲۰۰ میلیمتر

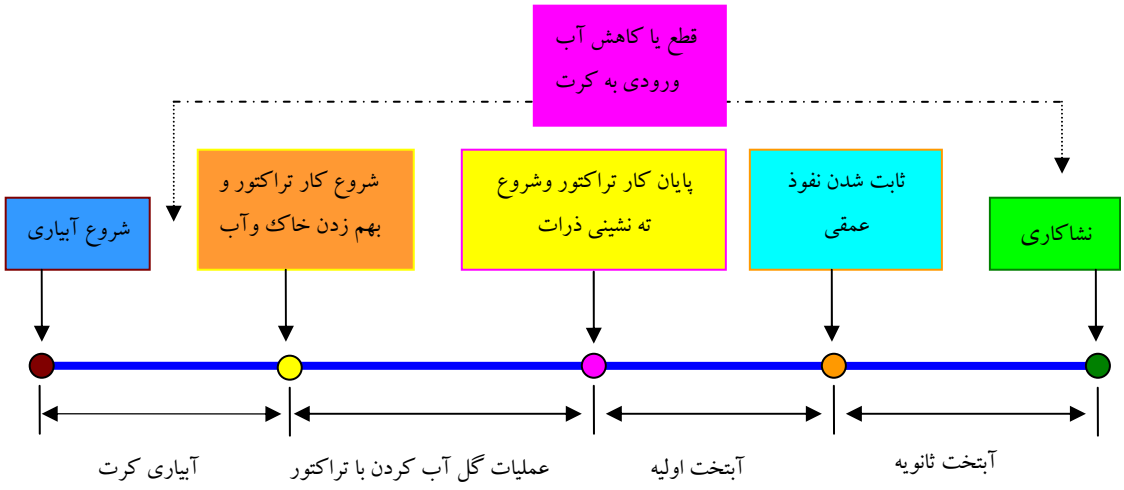
مقدار آب مورد نیاز جهت گل آب کردن (تا قبل از نشاکاری) اراضی شالیزاری در کشور ژاپن بسیار متغیر است. به گونه ای که در اراضی دارای سطح ایستابی بالا این کمیت بین ۸۰ تا ۱۲۰ میلیمتر و در اراضی دارای سطح ایستابی پائین بین ۱۰۰ تا ۱۸۰ میلیمتر در نوسان است. در حالی که در مطالعات امکان سنجی دشت هراز، مقدار آب مورد نیاز جهت اشباع نمودن لایه شخم (۳۰ سانتیمتر)، ۷۵ میلیمتر، ارتفاع آب روی سطح زمین، ۵۰ میلیمتر، مقدار نفوذ در ۳ روز اول، ۱۵ میلیمتر(۵ میلیمتر درروز) و در ۲۲ روز بعدی ۴۴ میلیمتر (۲ میلیمتر در روز)، میزان تبخیر وتعرق در مجموع ۲۵ روز ، ۱۲۰ میلیمتر محاسبه شد که مجموع این مقدار ۳۰۴ میلیمتر می‌باشد. این محاسبات برای شرایط موجود(مدت زمان گل آب کردن ۲۵ روزه) انجام گرفت. چنانچه کل مدت زمان گل آب کردن به ۳ روز کاهش یابد، آب مورد نیاز ۱۵۵ میلیمتر به دست می‌آید.

گل آب کردن: به عملیاتی اطلاق می‌گردد که در آن لایه شخم از آب اشباع شده و با به هم زدن خاک و آب به وسیله ادوات کشاورزی، ذرات متلاشی شده و به حالت روان در می‌آیند که در نتیجه آن بستر مناسب جهت نشاکاری آماده شده و تلفات آب به حداقل می‌رسد. دوره گل آب کردن، از آبیاری کرت تا قبل از شروع نشاکاری به طول می‌انجامد، و شامل آبیاری کرت، عملیات بهم زدن خاک و آب، پایان کار تراکتور یا تیلر که زمان شروع ته نشینی ذرات پراکنده شده است، قطع یا کاهش آب ورودی به کرت، آبتخت اولیه که از زمان شروع ته نشینی ذرات (خروج تراکتور یا تیلر از زمین) تا ثابت شدن نفوذ عمقی خاک ادامه دارد و آبتخت ثانویه می‌باشد. ممکن است بین شروع آبیاری و بهم زدن خاک و آب فاصله بیفتد که با

توجه به بالابودن نفوذ عمقی در این دوره، تلفات آبی زیادی را به همراه خواهد داشت. همچنین طولانی شدن آبتخت ثانویه باعث بالا رفتن مصرف آب در یک کرت می‌گردد.

فواید گل آب کردن عبارت است از: ۱- کاهش نفوذ عمقی ۲- نرم کردن لایه شخم جهت نشا یا کشت مستقیم آسان ۳- هموار نمودن سطح مزرعه ۴- کاهش رشد علف‌های هرز ۵- مخلوط شدن کود و خاک لایه شخم

حفظ آبتخت: پس از پایان عملیات بهم زدن خاک و آب و خروج ماشین از کرت آغاز شده و تا شروع نشاکاری طول می‌کشد. فاصله زمانی بین خروج ماشین از کرت و ثابت شدن نفوذ عمقی به عنوان آبتخت اولیه و از آن زمان تا قبل از نشاکاری به عنوان آبتخت ثانویه تعریف می‌گردد. ضمناً عمق مشخصی از آب بر روی سطح زمین حفظ می‌گردد تا از رشد علف‌های هرز جلوگیری کرده و خاک برای بستر نشاکاری آماده گردد.



شکل ۲- دیاگرام شماتیک عملیات مربوط به دوره گل آب کردن کرت شالیزاری

نفوذ عمقی و نشت جانبی: نفوذ عمقی و نشت جانبی بخش قابل توجهی از آب مصرفی شالیزار را به خود اختصاص می‌دهد. نفوذ عمقی به آن قسمت از آب نفوذ یافته در خاک اطلاق می‌گردد که به صورت عمودی از سطح خاک به اعماق حرکت کرده و از منطقه توسعه ریشه گیاه خارج شده به آب‌های زیر زمینی می‌پیوندد. اما نشت جانبی بخشی از آب نفوذ یافته به داخل خاک است که حرکت افقی یا شعاعی داشته و از طریق مرز یا زهکش از داخل کرت خارج می‌گردد، که می‌توان در پائین دست مجددا از آن استفاده نمود. هر دو پارامتر را به عنوان تلفات در نظر می‌گیرند، اما برای رشد برنج، یک حداقل نفوذ عمقی نیاز است تا بهترین عملکرد حاصل شود.

مطالعات انجام شده توسط ژاپنی‌ها و همکاران ایرانی در مطالعات امکان‌سنجی و همچنین کریمی و همکاران (۱۳۸۳) نشان می‌دهد که پیک مصرف آب در زمان گل‌آب کردن می‌باشد. گل‌آب کردن باعث

کاهش منافذ بزرگ خاک نظیر ترک‌های حاصل از خشک شدن و متلاشی‌کردن خاکدانه‌ها می‌گردد. تغییر میزان نفوذ عمقی بعد از عمل گل‌آب کردن به بافت خاک خصوصاً ذرات ریز خاک که با گل‌آب کردن پراکنده می‌شوند بستگی دارد. آداچی (۱۹۹۲) میزان تغییرات نفوذ عمقی را که از دبی زهکش‌ها اندازه‌گیری کرده بود مورد بررسی قرار داد (جدول-۲).

جدول ۲- تغییرات میزان نفوذ (میلیمتر در روز) نسبت به زمان

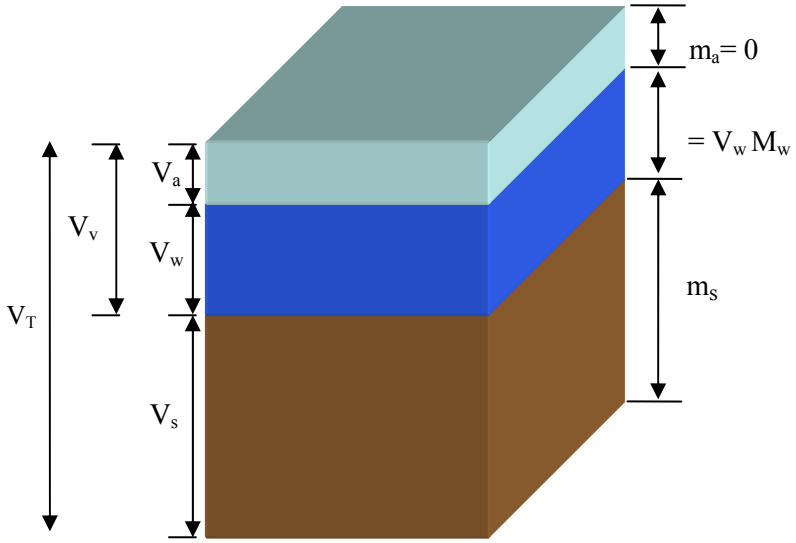
زمان	مزرعه		
	خاک رسی سنگین	خاک رسی سبک	خاک لومی رسی
قبل از گل‌آب کردن	۵۲٫۳	۵۷٫۹	۵۷٫۱
۵ ساعت بعد	۲۲٫۶	۴۳٫۴	۱۲
۲ روز بعد	۹٫۲	۳۸٫۵	۶٫۸
۴ روز بعد	۳٫۳	-	۱۲٫۶ – ۸

مواد و روش‌ها

این تحقیق، در دوره زمانی عملیات گل آب کردن منطقه، بر روی کرت شالیزای یک هکتاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز انجام گرفت. این کرت دارای یک سازه ورودی آب بوده که با قرار دادن پارشال فلوم ۳ اینچی، مقدار آب ورودی به آن دقیقا اندازه گیری شد. تمام خروجی‌ها و ورودیهایی دیگر آب موجود در مرزها (پشته‌ها) بسته شدند. با دو روش استفاده از نفوذ سنج مخروطی و وزن مخصوص ظاهری خاک عمق لایه شخم تعیین گردید.

با تعیین نسبت حجمی و وزنی عناصر اصلی تشکیل دهنده خاک (ذرات جامد خاک، آب و هوا)، می‌توان ارتفاع آب لازم برای اشباع کردن لایه شخم را به دست آورد. با به کار بردن حلقه‌های فلزی ۱۰۰ سانتیمتر مکعبی که در دسته نمونه گیر خاک قرار می‌گیرد، نمونه‌های دست نخورده ای از لایه‌های مختلف، در سطح مزرعه گرفته شد. با مشخص بودن حجم (۱۰۰ سانتیمتر مکعب) و به دست آوردن وزن مرطوب و خشک (پس از خشک شدن در آون الکتریکی) نمونه خاک و همچنین تعیین وزن مخصوص دانه ای یا حقیقی خاک (G_S) مورد نظر در آزمایشگاه ، مقدار ارتفاع آب مورد نیاز برای اشباع کردن لایه شخم (به میلیمتر) به دست می‌آید.

با توجه به توضیحات ذکر شده در بالا و شکل (۳)، وزن ذرات جامد خاک (m_S) و آب موجود در خاک (m_w) از وزن نمونه مرطوب و تفاضل آن با نمونه خشک به دست می‌آید. حجم آب موجود در خاک (V_w) با وزن آن(m_w) برابر است. برای تعیین درصد هوای موجود در خاک(که نشان دهنده آب مورد نیاز برای اشباع نمودن خاک است) نیاز است تا با محاسبه وزن مخصوص دانه ای خاک، حجم ذرات جامد خاک تعیین وپس از آن، حجم هوا مشخص گردد.



شکل ۳- عناصر اصلی تشکیل‌دهنده خاک

روابط زیر برای محاسبه ارتفاع آب لازم جهت اشباع نمودن عمق مشخصی از خاک به کار می‌روند.

$$\rho_b(t) = \frac{M_t}{V_T} \quad (۱)$$

$$\rho_b(d) = \frac{M_S}{V_T} \quad (۲)$$

$$\theta_S(v) = n = \frac{V_V}{V_T} \quad (۳)$$

$$\theta_t(v) = n = \frac{V_W}{V_T} \quad (۴)$$

$$\theta_S(m) = \frac{V_V}{m_S} \quad (۵)$$

$$\theta_t(m) = \frac{m_W}{m_s} \quad (۶)$$

$$G_S = \frac{m_S}{V_S} \quad (۷)$$

$$V_V = V_T - \frac{m_S}{G_s} \quad (۸)$$

$$\rho_b(d) = \frac{\rho_b(t)}{1+\theta_t(m)} \quad (۹)$$

$$\theta_S(v) = \theta_S(m) \times \rho_b(d) \quad (۱۰)$$

$$\left(\theta_S(v) - \theta_t(v)\right) \times D = d \longrightarrow \left(\theta_S(m) - \theta_t(m)\right) \times \rho_b(d) \times D = d \quad (۱۱)$$

n: تخلخل (درصد)

V_a : حجم هوای موجود در خاک (سانتیمتر مکعب)

V_S: حجم ذرات جامد خاک (سانتیمتر مکعب)

V_w: حجم آب موجود در خاک (سانتیمتر مکعب)

V_v: حجم خلل و فرج خاک (سانتیمتر مکعب)

V_T: حجم کل خاک (۱۰۰ سانتیمتر مکعب)

m_T : وزن کل خاک (گرم)

m_s : وزن ذرات جامد خاک (گرم)

m_w: وزن آب موجود در خاک (گرم)

m_a: وزن هوای موجود در خاک (گرم)

$\theta_S(v)$: رطوبت حجمی اشباع (٪)

$\theta_S(m)$: رطوبت وزنی اشباع (٪)

$\theta_t(v)$: رطوبت حجمی موجود (٪)

$\theta_t(m)$: رطوبت وزنی موجود (٪)

G_S : وزن مخصوص دانه ای خاک (بدون بعد)

$\rho_b(d)$: وزن مخصوص ظاهری خشک (گرم بر سانتیمتر مکعب)

$\rho_b(t)$: وزن مخصوص ظاهری مرطوب (گرم بر سانتیمتر مکعب)

D: عمق لایه شخم (میلیمتر)

d : عمق آب مورد نیاز برای اشباع نمودن لایه شخم (میلیمتر)

با بدست آمدن مقدار آب مورد نیاز جهت اشباع نمودن لایه شخم و تقسیم آن بر کل آب مصرف شده در زمان گل آب کردن (البته مقدار ارتفاع آب روی کرت در نظر گرفته نمی‌شود) راندمان گل آب کردن به دست می‌آید.

همچنین مقدار آب مصرفی و نفوذ عمقی در طول دوره رشد اندازه گیری شد.

بحث و نتیجه‌گیری

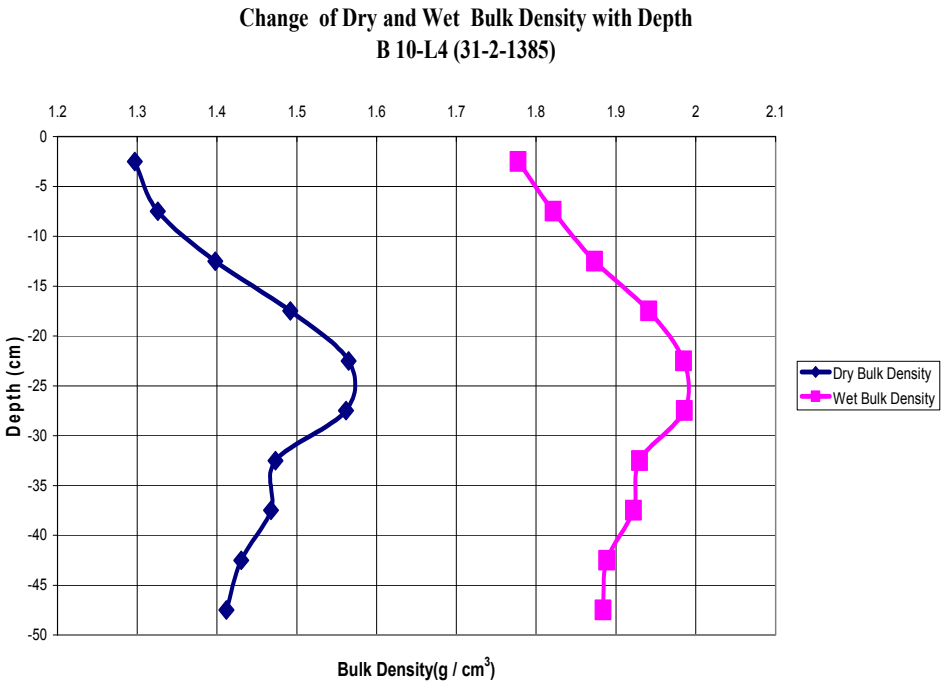
عمق لایه غیر قابل نفوذ با نفوذ سنج مخروطی[1](شکل (۴)) و تهیه نمونه‌های خاک دست نخورده اندازه گیری شد که میانگین آن ۲۵ سانتیمتر بوده است (شکل(۶) و شکل (۷)). با تهیه نمونه‌های خاک دست نخورده از عمق ۰ تا ۲۵ سانتیمتری و انتقال آن به آزمایشگاه پارامترهای دیگر اندازه گیری و محاسبه شد (جدول (۳)).

پارشال فلوم ثبات نصب شده در ورودی کرت، دبی ورودی را در دوره گل آب کردن به صورت تابعی از زمان رسم نموده که با انتقال آن به رایانه به صورت شکل (۸) در آمده است.

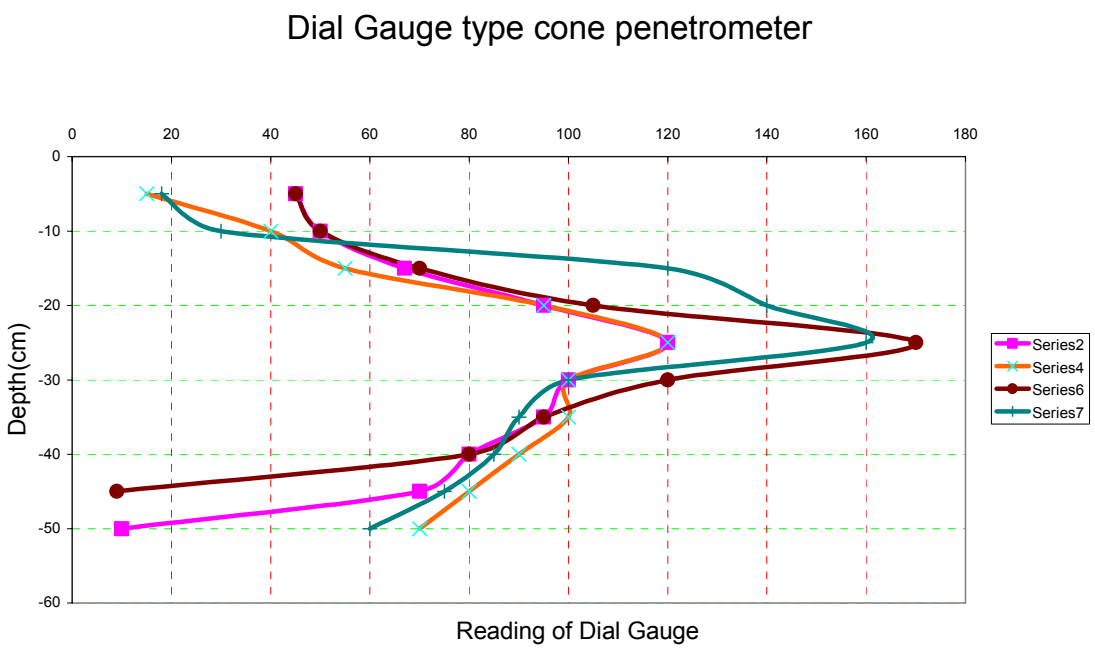
شکل ۴ - نفوذ سنج مخروطی (Cone Penetrometer)

1- Cone Penetrometer

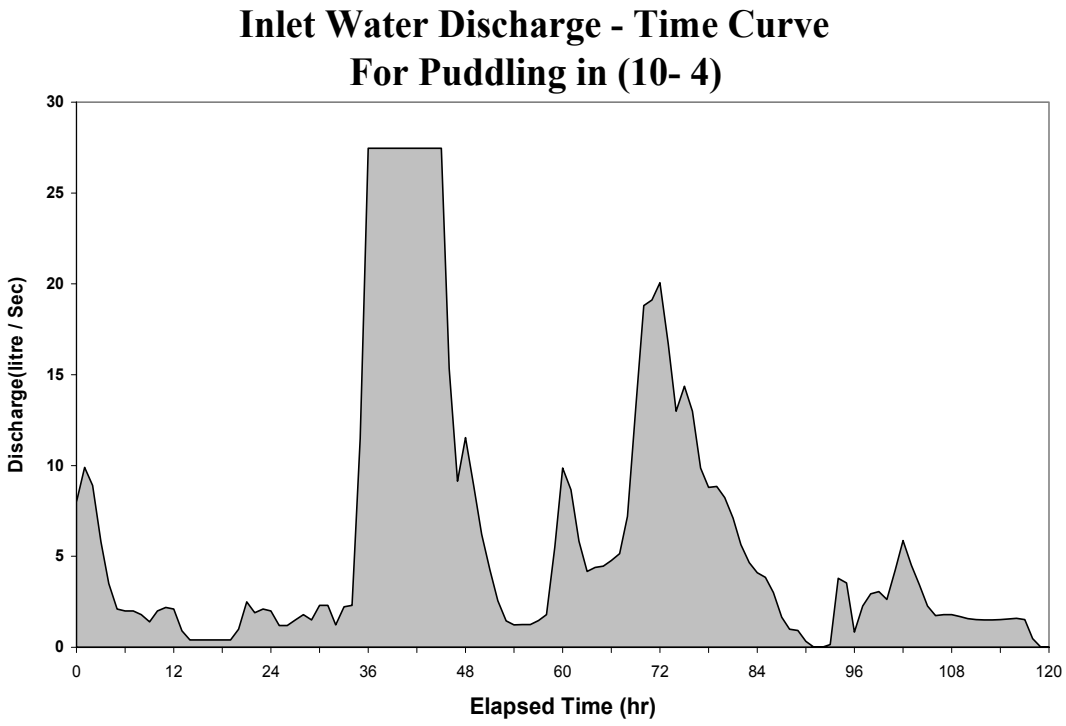
شکل ۵- پارشال فلوم نصب شده در ورودی کرت شالیزاری



شکل ۶- تعیین لایه شخم با استفاده از وزن مخصوص ظاهری خاک



شکل ۷- تعیین لایه شخم با استفاده از نفوذ سنج مخروطی



شکل ۸- هیدروگراف دبی ورودی به کرت در زمان گل آب کردن

جدول ۳- محاسبه آب مورد نیاز جهت اشباع نمودن لایه شخم

عمق	وزن ظرف با درپوش	وزن نمونه مرطوب با ظرف و درپوش	وزن نمونه خشک با ظرف و درپوش	وزن نمونه مرطوب	وزن نمونه خشک	وزن آب	درصد رطوبت وزنی	حجم سیلندر	چگالی مرطوب	چگالی خشک	Gs	e	n	psat	psub	θs(m)	Sr
۰ – ۵	۹۲/۶۶	۲۴۸/۸۳	۲۰۶/۲۰	۱۵۶/۲	۱۱۳/۵	۴۲/۶	۳۷/۵	۱۰۰	۱/۵۶	۱/۱۴	۲/۶۳	۱/۳۲	۰/۵۷	۱/۷۰	۰/۷۰	۵۰/۰۵	۰/۷۵
۵ – ۱۰	۹۹/۹۶	۲۷۱/۶۲	۲۲۲/۱۲	۱۷۱/۷	۱۲۲/۲	۴۹/۵	۴۰/۵	۱۰۰	۱/۷۲	۱/۲۲	۲/۶۳	۱/۱۵	۰/۵۴	۱/۷۶	۰/۷۶	۴۳/۸۴	۰/۹۲
۱۰ – ۱۵	۱۰۰/۰۳	۲۷۹/۵۱	۲۳۰/۱۴	۱۷۹/۵	۱۳۰/۱	۴۹/۴	۳۷/۹	۱۰۰	۱/۷۹	۱/۳۰	۲/۶۳	۱/۰۲	۰/۵۱	۱/۸۱	۰/۸۱	۳۸/۸۴	۰/۹۸
۱۵ – ۲۰	۹۲/۹۱	۲۸۲/۹۵	۲۳۷/۷۳	۱۹۰/۰	۱۴۴/۸	۴۵/۲	۳۱/۲	۱۰۰	۱/۹۰	۱/۴۵	۲/۶۳	۰/۸۲	۰/۴۵	۱/۹۰	۰/۹۰	۳۱/۰۳	۱/۰
۲۰ – ۲۵	۹۳/۱۴	۲۸۶/۷۴	۲۴۴/۱۷	۱۹۳/۶	۱۵۱/۰	۴۲/۶	۲۸/۲	۱۰۰	۱/۹۴	۱/۵۱	۲/۶۳	۰/۷۴	۰/۴۳	۱/۹۴	۰/۹۴	۲۸/۱۹	۱/۰
میانگین										۱/۳۲						۳۸/۳۹	

رطوبت اشباع ۰/۳۸

رطوبت موجود ۰/۳۲

وزن مخصوص ظاهری خشک ۱/۳۲

عمق شخم ۲۵۰

آب مورد نیاز برای اشباع کردن لایه شخم ۱۹/۸ (mm)

نتایج بدست آمده از بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های مزرعه‌ای و آزمایشگاهی نشان می‌دهد که آب مورد نیاز جهت اشباع نمودن لایه شخم در حدود ۲۰ میلیمتر بوده در حالی که ۲۵۴ میلیمتر آب به کرت داده شده

است با احتساب ۵۰ میلیمتر ارتفاع آب روی کرت راندمان گل آب کردن برای این کرت در حدود ۱۰٪ بوده است. کل آب مصرف شده در داخل کرت ۹۲۶ میلیمتر بوده که با توجه به پایین بودن نفوذ عمقی(۲-۱ میلیمتر در روز) و نشت جانبی (با پلاستیک زدن مرزها ، مقدار آن بسیار کم می‌شود) در صورتی که آبیاری غرقابی اعمال شود، تلفات آب بیشتر در زمان آماده سازی زمین اتفاق می‌افتد. لازم به ذکر است که در مدت زمان اندازه‌گیری، تمام بارندگی‌های اتفاق افتاده زیر ۳ میلیمتر و تنها در یک مورد، آنهم در زمان رشد برنج ۸ میلیمتر بوده است. در صورت طراحی مناسب ابعاد کرت، سازه ورودی آب ، دبی ورودی، سرعت جریان آب سطحی روی کرت(وجود بقایای گیاهی) و به کارگیری به موقع ادوات کشاورزی و.... می‌توان راندمان گل آب کردن را به مقدار خیلی زیاد افزایش داد.

منابع

۱. نجفی، غ.، م.ر . باباتبار.، و. کریمی و ف. غلامی. ۱۳۸۰، طراحی سیستم‌های آبیاری. مرکز توسعه منابع انسانی کشاورزی هراز. ۱۶۲ صفحه.

۲. کریمی، و.، ع. کیا و ف. غلامی.۱۳۸۳. تاثیر مدت زمان گل آب کردن بر طراحی کانال‌های آبیاری در پروژه‌های یکپارچه سازی اراضی. اولین کارگاه آموزشی «مبانی طراحی در تجهیز و نوسازی اراضی شالیزاری». دانشگاه گیلان. رشت

3. Adachi, k., Effect of rice-soil puddling on water percolation. Trans. 14th Int.Cong.Soil Sci. vol.1: 146-151.
4. Japan International cooperation Agency, 1993. The feasibility study on the Irrigation and drainage development project in the Haraz River Basin. Appendixes (A , B), P: (B2-73)-(B2-79) and Main Report. P: (4-38) – (4-43).
5. JSIDRE, 1999. Advanced paddy field engineering. Shizan- Sha. Sci & Tech. P: 71-88.
6. Watanbe, T., 1995.Paddy Irrigation and Drainage System. In: T. Tabuchi and S. Hasegawa(Eds.). Paddy Fields in World. Japanese Society of Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering, Tokyo: pp. 281-302.