

شرکت ابزار توسعه سهند

طراح و تولیدکننده دستگاههای تخصصی آزمایشگاههای کشاورزی و محیط زیست

# دستگاه سندباکس

*Sandbox*

اندازه گیری رطوبت خاک در مکش های

(0 hPa - 100 hPa)

(0 bar - 0.1 bar)

(pF 0 - pF 2.0)

کاتالوگ و راهنمای نصب و راه اندازی



## سندباکس چیست ؟

سندباکس یا جعبه شن دستگاهی است برای اندازه گیری میزان رطوبت (در نمونه خاک بهم نخورده) تحت مکش در محدوده ی اشباع تا  $0.1 \text{ bar}$  یا  $100 \text{ hPa}$  به بیان دیگر با اعمال مکش (0 تا 0/1 بار) بر روی نمونه های دست نخورده ی اشباع و اندازه گیری میزان آب خارج شده ، درصد رطوبت خاک در مکش اعمال شده محاسبه میشود.

نتایج حاصله از این دستگاه در ترسیم منحنی رطوبتی ( $pF$ ) کار برد دارد. برای ترسیم یک منحنی رطوبتی در محدوده ی اشباع تا نقطه پژمردگی دائم از سه دستگاه متفاوت استفاده میشود.

- دستگاه سندباکس برای اندازه گیری میزان رطوبت در محدوده ی اشباع تا 0/1 بار
- دستگاه سندکائولن باکس برای محدوده ی مکش مابین 0/1 بار تا 0/5 بار
- دستگاه صفحه فشاری برای محدوده ی 0/3 بار تا 15 بار

### مشخصات فنی و اساس کار سندباکس:

دستگاه سندباکس از 8 قسمت تشکیل یافته است:

1. محفظه ی اصلی شن
2. سیستم زهکشی و فیلترهای مربوطه
3. شن فراوری شده با دانه بندی مشخص
4. سیستم لوله کشی و شیرآلات مخصوص
5. محفظه ی ذخیره و تامین آب
6. سیستم ایجاد و تنظیم مکش در محدوده ی 0 الی 0/1 بار
7. خط کش امگا
8. رینگ های نمونه برداری

بدنه دستگاه از پلیمری به نام پلی کربنات ساخته میشود. استفاده از این متریاال باعث کاهش وزن و همچنین دقت فوق العاده محصول مونتاژ شده می شود. این ماده برخلاف فلز در مجاورت آب هیچگونه واکنش شیمیایی از خود بروز نمی دهد.

## ابعاد دستگاه :

- بدنه اصلی : 56\*35\*38 سانتیمتر (طول\*عرض\*ارتفاع)
- مخزن آب : 56\*35\*35 سانتیمتر (طول\*عرض\*ارتفاع)
- طول سیستم مکش : 114 سانتیمتر

## ظرفیت دستگاه :

- با رینگ 2 اینچ 40 نمونه
- با رینگ 2/6 اینچ 30 نمونه

## شرایط محیطی لازم برای نصب و راه اندازی:

- نصب در محیط عمومی آزمایشگاه
- میز با استحکام کافی و بدون لرزش به طول حداقل 1/5 متر و عرض استاندارد با قابلیت تنظیم پایه
- ارتفاع میز 100 سانتیمتر
- ترازو با دقت 0.01 گرم
- آون 110 درجه

## نصب دستگاه سندباکس

1- محفظه اصلی و مخزن ذخیره آب را بر روی میز بدون لرزشی با ارتفاع حداقل 100 سانتی متر و به صورت کاملاً تراز قرار داده شود.

2- منبع آب نزدیک جعبه قرار می گیرد و پس از آن شیلنگ مربوطه را به شیر خروجی مخزن و انتهای آن را به شیر ورودی محفظه ی اصلی که در سمت چپ دستگاه قرار دارد متصل می کنیم

3- سیستم ایجاد خلاء (سیستم ماریوت) را با استفاده از دو عدد پیچ در

محل خود و بر روی محفظه اصلی دستگاه متصل می نمایم



و پس از آن شیلنگ های مربوطه را با توجه به کدهای مشخص شده در محل های خود محکم می نمایم.  
سیستم مکش دارای سه اتصال شیلنگ خور میباشد که 2 عدد از آنها خروجی و یک عدد ورودی می باشد.  
قسمت فوقانی سیستم مکش مربوط به جبران بخار می باشد که قبل از شروع بکار توسط آب مقطر پر شده و  
در آن سوراخ فوقانی آن با چوب پنبه پلاستیکی بسته میشود.

4- آماده سازی و نصب سیستم زهکشی و نصب فیلترهای پارچه ای در شرکت سازنده انجام شده است.  
5- اتصال شیلنگها در محل های مخصوص و اطمینان از آبیندی کامل که توسط سازنده صورت می گیرد.

### پر کردن ماسه درون محفظه ی اصلی دستگاه

با باز کردن شیر مخزن آب و شیر A و قرار دادن شیر اصلی دستگاه در وضعیت supply اجازه می دهیم آب تا  
ارتفاع حدود 5 سانتیمتر در محفظه ای دستگاه بالا بیاید.



در حالی که آب به طور ثابت تکان داده می شود ماسه تمیز شده به آرامی اضافه می گردد. برای خروج تمام

هوای محبوس، ماسه باید کاملاً با آب مخلوط

شود. در حین اضافه نمودن شن درون جعبه می

بایستی با فشار معقول از چسبیدن شن به جداره

دستگاه مطمئن شد. در حین پر کردن محفظه باید

اطمینان حاصل شود که درون ماسه هیچ هوایی باقی

نماند.



بسیار مهم است که ماسه به طور کامل با دیوارهای جانبی جعبه در تماس باشد.

عمل پر کردن و مخلوط نمودن تا زمانی که سطح ماسه به 10-11 سانتی متری زیر لبه جعبه برسد ادامه می یابد.

حال آب اضافی با باز کردن شیر B از دستگاه خارج می شود در این حالت شیر A در وضعیت بسته قرار دارد.

سیستم تنظیم کننده مکش در پایین ترین ارتفاع قرار داده می شود.

برای خارج کردن هوای باقی مانده در ماسه به روش زیر عمل می شود:

با اتصال یک شیلنگ به شیر آب اجازه داده می شود تا آب بر روی سطح ماسه جریان بیابد، برای جلوگیری از بهم

خوردگی سطح ماسه در اثر اغتشاش، سطح ماسه با یک پارچه پلاستیکی ( که در محلول شوینده کاملاً شسته

شده است) پوشانده می شود. در این حالت شیر ورودی دستگاه بسته و شیر خروجی دستگاه باز می باشد. سطح ماسه باید در زیر آب باقی بماند در غیر این صورت هوا به داخل ماسه مکیده خواهد شد.

این فرایند تا چندین ساعت ادامه می یابد تا لوله ها از تمام حباب های هوا تخلیه شوند.

شیر خروجی از دستگاه بسته می شود. (این در حالی است که سطح ماسه در زیر آب قرار دارد). برای تخلیه حباب های باقی مانده مسیر جریان آب معکوس می شود. شیر ورودی دستگاه (ورودی از مخزن) باز می شود تا منبع آب از طریق لوله زهکشی، جعبه را پر کند. (در صورت تخلیه کامل آب در مرحله قبل می بایست برای پر کردن جعبه از طریق منبع آب مدت زمانی بگذرد چرا که ممکن است جریان سریع آب سبب به هم خوردگی احتمالی ذرات ماسه شود) به همین دلیل اختلاف سطح آب منبع با کف جعبه نباید از 30 سانتی متر بیشتر باشد. در این زمان باید بررسی شود که لوله های رابط بین منبع و جعبه فاقد حباب هوا باشند.

در صورت وجود حباب های هوا با باز کردن همزمان شیر های ورودی و خروجی می توان این حباب ها را خارج نمود. زمانی که جعبه تقریباً به طور کامل با آب پر شده شیر ورودی آب به دستگاه از مخزن با بسته و شیر خروجی از دستگاه را باز می نمایم. وقتی ارتفاع آب بالای سطح ماسه حدود یک میلی متر شود تمام شیر ها باید بسته شوند. در نهایت سطح ماسه را با پارچه نایلونی موجود پوشانید (این پارچه نایلونی باید ابتدا در یک محلول شوینده کاملاً شسته شود سپس به طور کامل با آب اشباع شود و برای جلوگیری از ریشه ریشه شدن کناره های پارچه می توان لبه های پارچه ها با حرارتی کم بسوزانیم). برای خارج کردن هوای محبوس میان پارچه ی نایلونی و سطح ماسه از وسط به سمت طرفین، پارچه را به آرامی با سطح ماسه تماس می دهیم. در صورتی که سطح ماسه نامسطح باشد باید پیش از آن که پارچه را بر روی سطح ماسه مستغرق در آب پهن کنیم سطح ماسه را با وسیله ای مانند یک خط کش پلاستیکی، کاملاً مسطح نمائیم و سپس با پارچه نایلونی پوشانیم.

سپس به آرامی و به نحوی که اغتشاشی در سطح ماسه ترازشده به وجود نیاید بر روی سطح پارچه نایلونی که در آب مستغرق است از بالا آب اضافه می کنیم به صورتی که سطح آب بر روی ماسه به حدود 2/5 تا سه سانتی

متر برسد سپس نشانه را باید در حالی ثابت کنیم که پس از خروج آب اضافی

2/5 سانتی متر ارتفاع آب بر روی سطح ماسه باقی بماند. دلیل نیاز به 2/5 سانتی

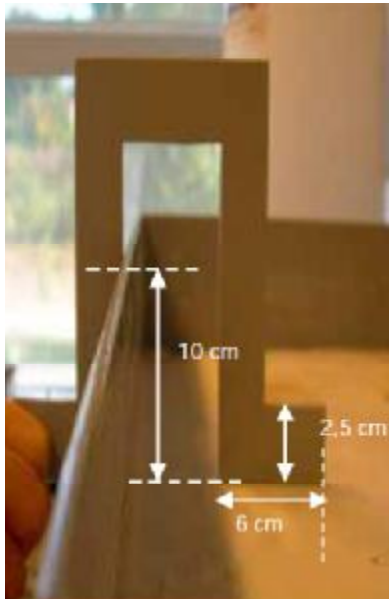
متر ارتفاع آب بر روی سطح ماسه این است که ارتفاع رینگ های نمونه برداری

5 سانتی متر می باشد و نصف آن برابر با 2/5 سانتی متر است و برای رسیدن به

مکش صفر باید 2/5 سانتی متر ارتفاع آب بر روی ماسه وجود داشته باشد. حال

اگر از رینگ های نمونه برداری با ارتفاع 6 سانتی متر استفاده شود به 3 سانتی

متر ارتفاع آب بر روی سطح ماسه برای بدست آوردن نقطه صفر نیاز است و ....

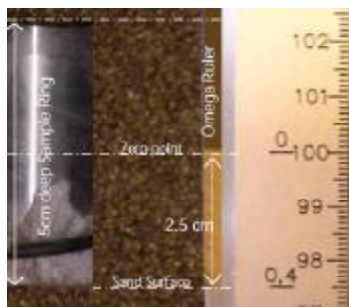


خط کش امگا

. به طور کلی برای بدست آوردن نقطه صفر باید تنظیم کننده مکش در نقطه ای

ثابت شود که در زمان تعادل 2/5 سانتی متر ارتفاع آب روی سطح ماسه وجود

داشته باشد.



نحوه ی تنظیم نقطه ی صفر سیستم مکش با توجه به ارتفاع نمونه خاک با استفاده از خط کش امگا

شاید مراحل اشباع کردن و هواگیری لوله ها که در بالا شرح داده شد کمی پیچیده به نظر بیاید برای ساده سازی

مراحل گفته شده در بالا می توان هواگیری از لوله ها را به صورت زیر بیان نمود. ابتدا مخزن دستگاه را پر کرده و

بعجز شیر برنجی کوچکی که از یک طرف به مخزن و از طرف دیگر رو به هوا باز است و در تمام مراحل آزمایش بسته می ماند، بقیه شیر ها را باز می نمایم (بهتر است سیستم تنظیم گرمکش را نیز با برداشتن در پوش بالایی و قراردادن انگشت در جلوی خروجی آب تنظیم گر پر از آب کنیم) حال سیستم تنظیم گرمکش را در پایین ترین سطح خود قرار می دهیم و اجازه می دهیم آب از آن خارج شود و حباب های موجود در شیلنگ های بین مخزن و جعبه و تنظیم گر مکش از مجموعه تا جای ممکن خارج شوند (باید مراقب سطح آب درون مخزن نیز باشیم که همواره در سطحی حدود 30 سانتی متر از کف جعبه قرار داشته باشد و در صورت افت کردن به مخزن آب اضافه کنیم) سپس شیر خروجی را بسته و اجازه می دهیم تنها آب به درون جعبه جریان پیدا کند و از کف، جعبه را کاملاً اشباع کند.

اگر ارتفاع آب درون مخزن به طور مرتب بیش از 30 سانتی متر باشد باعث اغتشاش در موقعیت ماسه موجود در جعبه شده و سطح ماسه را به هم میزند (پس اجازه می دهیم ماسه به آرامی با استفاده از مخزن، جعبه را از طریق زهکش های کف اشباع نماید). جریان آب از مخزن تا زمانی که آب سطح ماسه را به ارتفاعی حدود 2 الی 3 سانتی متر پوشاند ادامه می یابد. در صورتی که سطح ماسه به هم بخورد سعی می کنیم با وسیله ای مانند خط کش آن را مسطح کنیم.

سپس شیر ورودی از مخزن را بسته و شیر خروجی را باز می کنیم (نیازی به باز و بسته کردن شیر مخزن در این مراحل نیست و آن را در طول هواگیری باز نگه می داریم و تنها با دو شیر که بر روی جعبه نصب شده اند کار می کنیم) با این عمل حباب های هوای موجود از سیستم خارج می شوند، می توانیم برای اطمینان از خروج کامل تمامی هوای موجود در مخزن با اضافه کردن آب به آرامی از بالا بر روی ماسه (با استفاده از یک جریان آرام



بر روی سطح ماسه) و خارج کردن آب از جعبه هوای موجود در جعبه و شیلنگ ها را خارج نماییم. برای اطمینان از خروج کامل هوا از جعبه

می توان سیستم تنظیم را به آرامی بالا آورد و با سرعت بیشتر به پایین برگردانیم این کار با ایجاد مکش ناگهانی در سیستم باعث خروج حباب های باقی مانده می شود می توان این عمل را چند بار برای خارج نمودن حباب های موجود در سیستم انجام داد. و پس از آن سیستم تنظیم را در پایین ترین سطح خود قرار می دهیم (در تمام مراحل آب روی سطح ماسه قرارداد)، سپس شیر خروجی را بسته و شیر ورودی از مخزن را باز می کنیم و پس از آن هر دو شیر را برای چند ثانیه همزمان باز نگه داشته و در نهایت شیر ورودی از مخزن را می بندیم این عمل نیز باعث می شود کلیه حباب های باقی مانده در جعبه خارج شوند و با انجام مراحل بالا ماسه را اشباع نموده و مرحله پهن کردن پارچه نایلونی و تنظیم مکش را آنطور که شرح داده شد انجام می دهیم.

### نحوه قراردادن نمونه ها در سندباکس

نقطه صفر مکش با ارتفاع 2/5 سانتی متری آب بر روی سطح ماسه به وسیله بستن تنظیم کننده مکش در نقطه 3 سانتی متر ایجاد می شود (بهتر است حدوداً کمی بیشتر از 2/5 سانتی متر آب بر روی سطح ماسه قراردادشته باشد تا زمانی که تنظیم مکش رو بروی نقطه 3 سانتی متر بسته می شود پس از گذشت مدت زمانی با خروج آب اضافی ارتفاع 2/5 سانتی متری به راحتی بر روی سطح باقی می ماند) پس از آن نمونه های دست نخورده همراه با پارچه های نایلونی (که با یک ماده شوینده کاملاً شسته شده اند) در مکش صفر بر روی سطح ماسه که آن نیز به وسیله پارچه نایلونی پیش تر پوشانده شده است (پارچه های نایلونی مزبور جهت جلوگیری از مخلوط شدن نمونه های خاک با ماسه استفاده شده اند) در هنگام قراردادن نمونه ها در درون دستگاه برای ایجاد تماس مناسب بین نمونه ها و سطح ماسه ، باید فشار مختصری به سمت پایین بر نمونه ها اعمال کرد. البته باید دقت شود که در اثر اعمال این

فشار، نمونه ها متراکم نشوند. پس از اشباع شدن نمونه ها و توزین آنها مکش های مورد نظر به ترتیب از کم به زیاد اعمال می شوند.

با افزایش ستون آب آویزان، مقدار مکش افزایش داده می شود و در هر مکش جدید نمونه ها دو روز یک بار با ترازوی الکترونیکی (با دقت 0/01 گرم) وزن می شوند نمونه ها در مکش جدید زمانی به حالت تعادل می رسند که اختلاف دو وزن متوالی آنها از 0/2 گرم کمتر باشد.

در حالت تعادل وزن اندازه گیری شده به عنوان وزن مرطوب کل سیلندر خاک در مکش اعمال شده ثبت میشود. باید دقت شود که قبل از اعمال هر مکش جدید ابتدا نمونه ها داخل دستگاه قرار گیرند و سپس مکش زیاد شود. پس از اندازه گیری تمام مکش های مورد نظر، نمونه ها با

استوانه های نمونه برداری خود درون آورن قراردادده می شوند تا وزن خشک آنها تعیین شود همچنین وزن استوانه های نمونه برداری و تکه پارچه کف استوانه ها نیز در پایان آزمایش اندازه گیری می شوند.

### نگه داری دستگاه سندباکس ای در شرایط مطلوب

امکان دارد که خلل و فرج ماسه در اثر رشد جلبک ها یا باکتری ها مسدود شود. بنابراین برای جلوگیری از این امر سندباکس ای را باید یک یا دو بار در سال با آب گرم شستو داد و یا برای جلوگیری از رسوب کلسیم، از اسید استیک استفاده کرد. در تنظیم کننده مکش نیز برای جلوگیری از رشد جلبک یک واشر مسی قراردادده می شود.

شستن سندباکس ای تا زمانی ادامه می یابد که آب خروجی از جعبه تمیز شود. همچنین توصیه می شود که پوشش ناپلونی ماسه به طور منظم شسته شود.