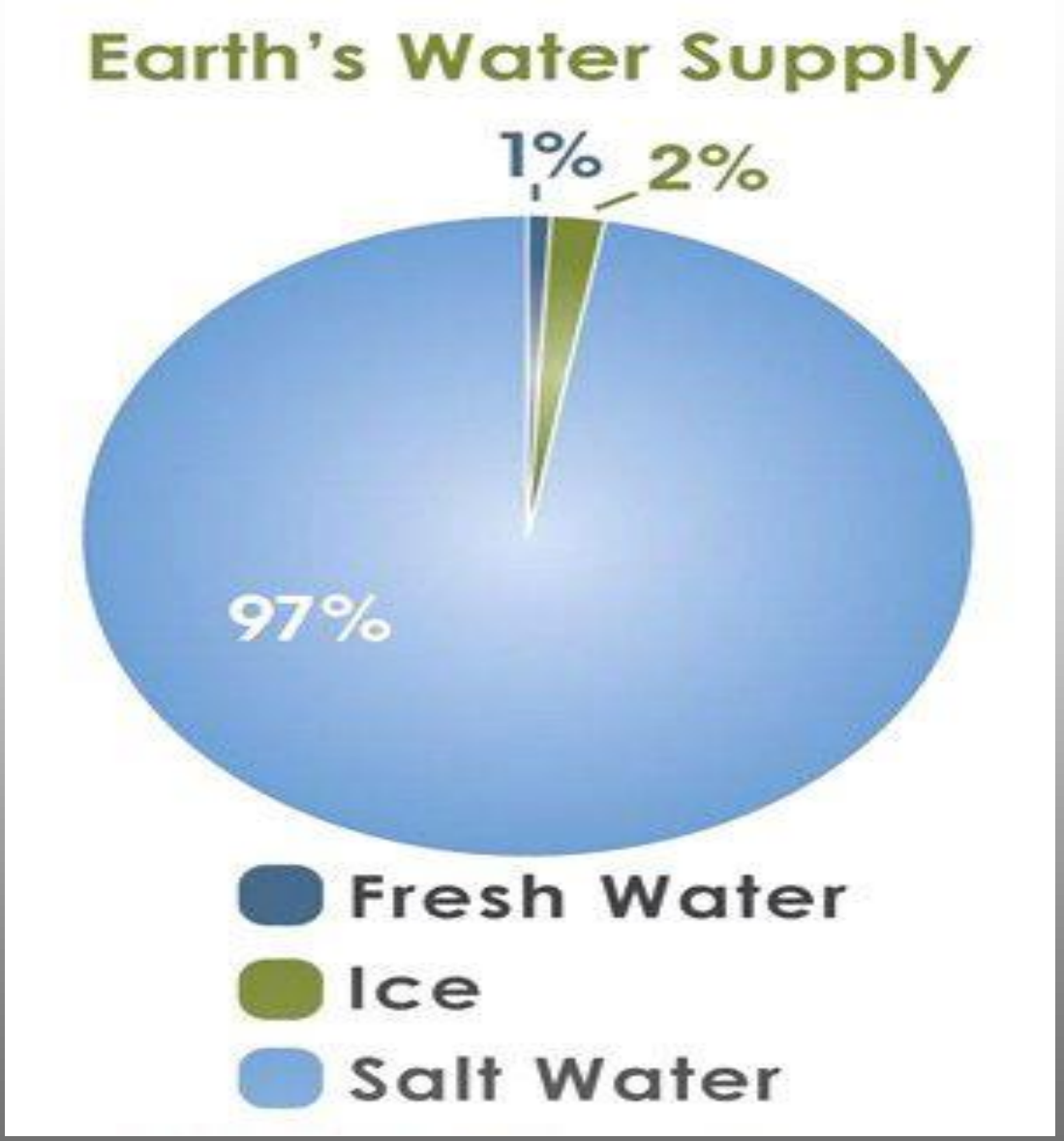
نظم الري والبزل

م.د. عاصم ناصر المنصور

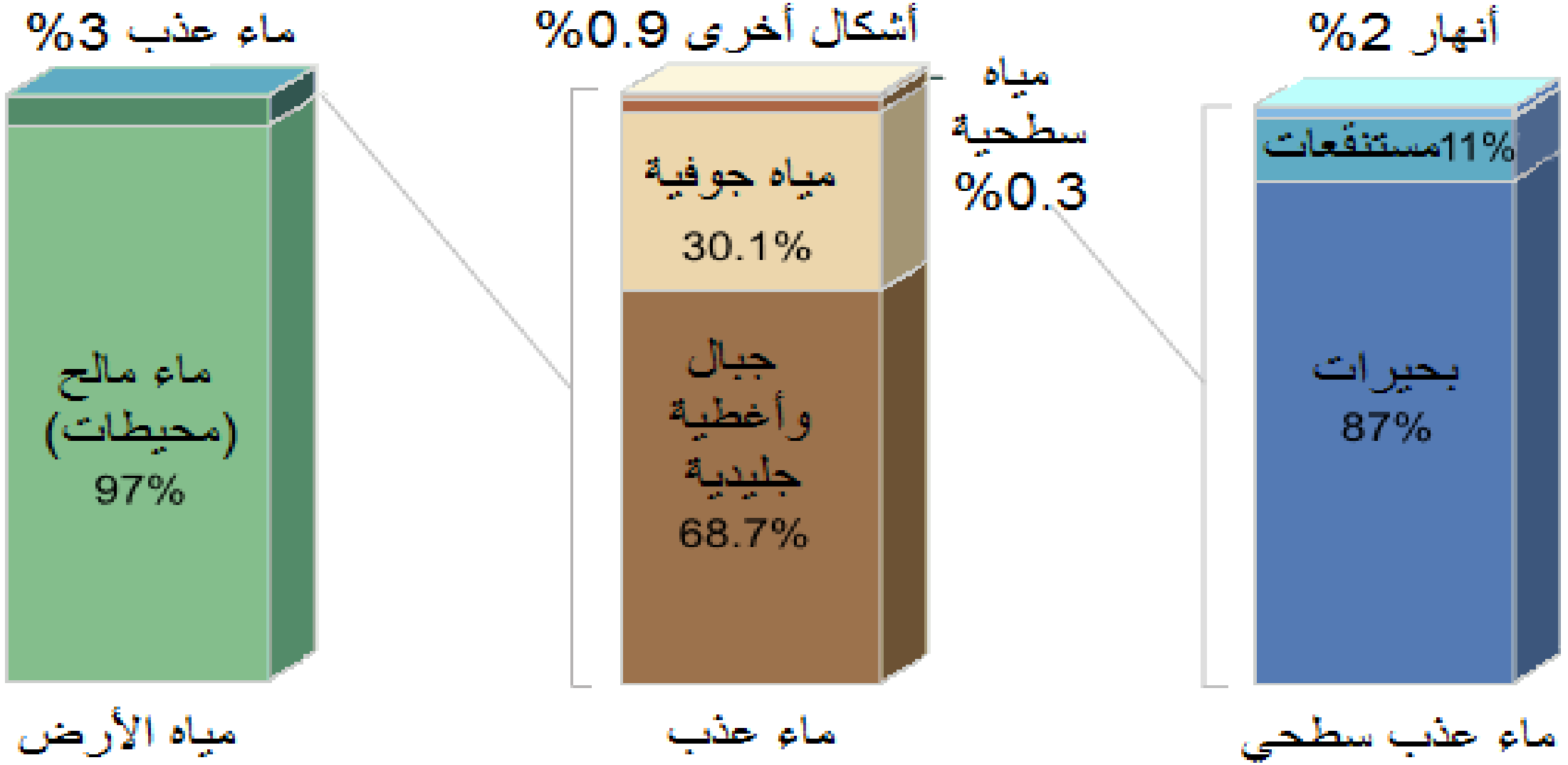
دكتوراه (أدارة تربة ومياه) كلية الزراعة – جامعة البصرة 2022م

ماجستير هندسة الري والصرف الحقلي –كلية الزراعة –جامعة عين شمس 2015 م

المحاضرة الثانية
مصادر المياه
قياس كمية المياه


Earth's Water Supply
1%
2%
97%
Fresh Water
Ice
Salt Water

توزع الماء على سطح الأرض



توزيع الماء في الطبيعة، يوجد الماء على الكرة الأرضية في أشكال كثيرة تبعًا للمكان المتواجد به:

1- مياه المحيطات: تشكل مياه المحيطات والبحار نحو 71% من مساحة سطح الأرض وتشكل 96% من مجموع مياه الأرض. معدل ملوحة هذه المياه 35% أي 35 غم/لتر.

2- الجليد: نعني بالجليد المياه المتجمدة في الأقطاب وعلى قمم الجبال العالية. توجد معظم هذه الكتل الجليدية في القارة المتجمدة الجنوبية حيث تشكل نحو 85% من جميع المياه المتجمدة .

3- المياه الجوفية: مياه مخزونة في باطن الأرض في مسامات الصخور أو الشقوق بينها. تحتوي المياه الجوفية على ثاني أكبر كمية من المياه العذبة بعد الكتل الجليدية. تدعى مجموع الطبقات الحاملة للمياه الجوفية الأكوافير. جزء من هذه المياه يدعى المياه الأحفورية وهي المياه التي لا نستطيع إستغلالها ولا يتم تجديدها .

مصادر المياه

توزيع المياه على الأرض. حوالي 3% فقط من مياه الأرض هي مياه عذبة. أغلب هذه المياه العذبة موجودة في الأغطية والجبال الجليدية (69%) وفي المياه الجوفية (30%)، والكمية المتبقية موجودة البحيرات والأنهار والجداول والتي يمثل مجموعها نسبة صغيرة (0.3%) من النسبة الكلية للمياه العذبة في الأرض..وتتنوع المصادر المائية التى تصلح للرى فى العراق الى :

أولا مصادر تقليدية :-

1- نهري دجلة والفرات

2- مياه جوفية

3- مياه الأمطار

ثانيا مصادر غير تقليدية :-

1- مياه الصرف الزراعى

2- مياه الصرف الصحى

وجدير بالذكر أن المصادر الغير التقليدية لا تعتبر من الموارد المائية المستقلة ولا يمكن أن تضاف الى حصة العراق من المياه العذبة وانما هى فى الحقيقة اعادة لاستخدام الموارد الأصلية (مياه دجلة والفرات)بطريقة تزيد من كفاءة هذا الاستخدام وكلما زادت عدد مرات اعادة الاستخدام ارتفعت الكفاءة الكلية لاستخدام المياه على المستوى القومى بشرط ان تتم معالجة المصادر الغير تقليدية قبل اعادة استخدامها

مصادر المياه الموجودة في العراق ومن أهم مصادر المياه هي

1-الامطار والثلوج

تمثل الامطار المصدر الاساسي الذي تعتمد علية الزراعة في العراق وهي مسؤولة عن تموين المياه الجوفية وتؤثر تأثيرا واضحا في حجم تصريف المياه في أنهار ونهيرات القطر والذي تمتد معظم أراضية عبر مناطق جافة وشبة جافة مما ينجم عنه شح في الامطار وندرة في الموارد المائية ويجعل من مسألة تجدد المياه وتغذية الاحواض المائية أمرا نادر الحدوث.

وتزداد الامطار الهاطلة فوق سفوح الجبال الواقعة شمال وشمال شرق العراق وتتناقص الكمية بالابتعاد عن الجبال كما يتمتع القطر ببعض الامطار خلال فصل الربيع نتيجة للعواصف المطرية بين بضعة دقائق الى ساعة أوأكثر،ويتميز نظام المطر بعدم الانتظام والفصلية وندرة الحدوث ويسود النمط الشتوي في شمال العراق وتتراوح كمية الامطار بين 50-100ملم وقد ترتفع أحيانا الى 1200ملم.

*الثلوج

تمد الثلوج المياه السطحية والجوفية بجزء كبير من مياهها فأن قلت الثلوج في أحدى السنين يظهر بوضوح على قلة الينابيع والجداول الصغيرة فتتحول النهيرات الى مجرد مسيلات هزيلة لذلك تزداد أهمية الثلوج بزيادة المطر فقد تبقى الثلوج لمدة شهرين فوق الجبال على ارتفاع 1000م أي مع أمتداد خط الثلج الدائم (900-1200)م مما يجعل لعامل الارتفاع دورا بارزا في سمك الثلوج وكذلك مواجهة المحطة التي تقيس الثلج للرياح الشمالية الشرقية الباردة،ويبدأ سقوط الثلج في أواخر كانون الثاني وذوبانه يبدأفي أواخر نيسان أو أوائل مايس مما يؤدي الى تكوين غطاء يمنع تبخر الماء خلال تلك الاشهر وأن الارض في تلك المحطات لاتجمد تحت الثلج ممايهيء فرصة لتسرب الماء الذائب خلال مسام الصخور وهكذا تكون الثلوج المتراكمة مصدرا مهما يغذي كلا من المياه الجوفية (العيون والابار)والمياه السطحية (الانهاروالبحيرات)

-المياه الجوفية
وهي المياه التي توجد تحت سطح الارض سواء كانت راكدة أم جارية ،وتظهرالى السطح أما بصورة طبيعية كالعيون والينابيع أوعن طريق تدخل الانسان كالابار والكهاريزوتغزر المياه الجوية في المنطقة الجبلية بسبب غزارة الامطار وتراكم الثلوج مياهها عذبة لأن غالبية صخورها تتكون من أحجار الكلس كما في وادي جوارنا وقلعة دزه ووادي بنجوين ووادي رانية حيث تستخدم تلك المياه لأغراض الري والرعي والأغراض المنزلية ،وافضل نوعية للمياه الجوفية هي التي تستمد مائها من طبقات البختياري مثل سهل اربيل وكركوك وشمال سنجار وزاخو فالابار هنلك قليلة العمق مياهها غزيرة تليها في الاهمية طبقات الفارس الاعلى الذي يتكون من حجر رملي تتخللة طبقات طينية كما في سنجار أما طبقات الحجر الكلسي الفراتي التي يبلغ سمكها حوالي 180م فهي تجهز مياه العيون المنتشرة في شمال القطر وربما أيضا تجهز المنطقة الممتدة من عانة الى الناصرية غرب الفرات .
وعموما يمكن تقسيم أماكن وجود المياه الجوفية الى خمس مناطق وهي
1-المنطقة الجبلية:مياهها غزيرة نوعيتها ممتازة لأن صخورها من حجر الكلس التي تجهز أفضل أنواع المياه.
2-المنطقة المتموجة:وتمتد من سنجار الى خانقين مرورا بالموصل واربيل وكركوك ومياهها كافية ونوعيتها جيدة وابارها ليست عميقة وصخورها من الحصى والحجرالرملي والمكتلات وحجر الكلس وتتراوح من 15-25م وقد تصل الى 40م ففي سهلي الموصل وسنجار تتراوح من 5-15م وفي سهل اربيل من25-40م وفي سهل كركوك من 5،7-35م
3-السهل الفيضي:وفائدة مياهه محدودة لرداءة نوعيتها واعتماد السكان على مياه دجلة والفرات.
4-بادية الجزيرة:ويمكن أن تجهزبعض مناطقها بمياه غزيرة ألاأن نوعيتها رديئة لكثرة الاملاح الذائبة في مياهها كما أن أبارها عميقة.
5-الصحراء:وتشمل الباديتين الشمالية والجنوبية مياهها عميقة ونوعية مياه البادية الشمالية أفضل من الجنوبية وكمية مياهها قليلة بسبب قلة الامطار.
وتختلف نوعية المياه الجوفية من مكان الى اخر ففي الاجزاء الشمالية من السهل الفيضي لايتجاوز عمق الابار عن 150م وتتراوح الاملاح الذائبة فيها من 1000-5000جزء بالمليون ويقل الاعتماد على الابار في المنطقة بسبب وفرة المياه من نهري دجلة والفرات أما السهل الفيضي في جنوب محافظة بغداد فأن المياه الجوفية غزيرة ويتراوح عمقها من قرب سطح الارض الى10م ولاتصلح لأي غرض بسبب أرتفاع نسبة الاملاح الذائبة فيها .

ونوعية المياه الجوفية في شمال السهل الفيضي أفضل مما هي في جنوب محافظة بغداد لأن الطبقات الحاملة للمياه في الجزء االشمالي هي من تكوينات البختياري الاسفل الذي يقل فية الجبس أما في جنوب المحافظة فهي من الترسبات الحديثة الحاوية على الجبس بالاضافة الى قرب منسوب الماء الباطني من سطح الارض حيث يحدث التبخر مما يزيد من كمية الاملاح.وتغزر المياه الجوفية في المنطقة المحصورة بين جبال حمرين ونهري دجلة والعظيم وانتاج كل بئر فيها يتراوح من100-400غالون في الدقيقة والاملاح الذائبة فيها تصل الى 1000جزء بالمليون ويصل عمق المياه الجوفية فيها بين 5و55م من سطح الارض أما النطاق المحصور بين نهر دجلة ووادي الثرثار (غرب قضائي تكريت وسامراء)فيجهز مياه غزيرة مستمدة من طبقات فارس الاعلى والاسفل ولكن نوعيتها رديئة في أماكن وافضل في أماكن غيرها وتزيدالاملاح المذابة فيها على 3000جزء بالمليون وتوجد ضمن هذه المنطقة مواقع ذات نوعية أفضل من المياه تتراوح الاملاح المذابة فيها من 2000جزء بالمليون في بئر رشيت في الجزء الاوسط من النطاقالى 4000جزء بالمليون في بئر bفي الجزء الشمالي الغربي من النطاق قرب وادي الشوارمية.

3-المياه السطحية:

يقصد بها جميع المياه الناتجة عن الدورة الهيدرولوجية العالمية السنوية للمياه والمتمثلة في جميع انواع الهطول وذوبان الجليد والمياه شبة السطحية التي تكون الايراد المستديم للأنهر طول العام.وتتعرض الموارد المائية السطحية الى فواقدتبخر عالية في منطقة الاهوار جنوب العراق والخزانات المتكونة أمام السدود الاروائية في مناطق العراق المختلفة وتشمل المياه السطحية الانهار الدائمة الجريان والاودية الموسمية والبحيرات الطبيعية ،يبلغ متوسط الهطول السنوي عند منابع النهرين في جنوب شرق تركيا الى أكثر من 1000ملم وفي جنوب تركيا بين 542ملم في أورفة و686ملم في ماردين يضاف اليها تساقط الثلوج في الاحباس العليا التي تؤمن تصريفا اضافيا خلال الصيف بعد ذوبانها في فصلي الربيع وبداية الصيف.

تقع حقول الثلوج التي تزود مياه فيضان الفرات على أرض أعلى مما هي في دجلة ولهذا تكون درجة حرارتها أقل وبالتالي تذوب بعد ذوبان ثلوج دجلة كما أن فيضان الفرات يستغرق وقتا أطول حتى تدخل مياهه الحدود العراقية ولاتستفيد المزروعات الشتوية من مياه الفضيان لأن هذه المياه تأتي في نهاية الموسم كذلك لاتستفيد المزوعات الصيفية منها لان الفضيان يحصل في وقت مبكر بالنسبة لتلك المزروعات أذ ان مياه دجلة تصل الى أعلى مستوى لها في شهر نيسان والفرات في أوائل مايس.

وتبلغ مساحة حوض نهري دجلة والفراتبنحو784000كم2 تتوزع على خمس دول يقع 46%منها في العراق و20،5%من مساحة الحوض تقع في تركيا و19%في ايران و9%في سوريا و5،5%في المملكة العربية السعودية.

تختلف التقديرات حول كمية المياه السطحية للنهرين وروافدهما فمنهم من قدرها بنحو72مليارم سنويا ومنهم من قدرها بحوالي 69مليار م3 سنويا موزعة كما يلي.

المجرى الرئيسي لنهر دجلة ويجهز 17،03مليار م3 ومصدرها تركيا

الزاب الكبير (الاعلى)ويجهز 11،60 مليار م3منها 58%تتجهز داخل العراق و42% مصدرها تركيا

الزاب الصغير(الاسفل)ويجهز 7،02مليار م3منها 64%من داخل العراق و36%تأتي من أيران

العظيم ويجهز 0،81مليار وجميع مياهه مصدرها العراق .

ديالى ويجهز 6،20مليار م3منها 66%يأتي داخل العراق و34%من أيران .

الفرات ويجهز 26،36مليار م3 وجميع مصدرها من تركيا.

نوعية مياه الرى
Irrigation Water Quality
تتغير نوعية مياه الرى حسب نوع و كمية الأملاح الموجودة فى المياه و التتؤثر على نمو النبات و إنتاجيته . فزيادة تركيز الأملاح يرفع الضغط الأسموزى لمحلول التربة والذى يؤثر على قدرة النبات على أمتصاص المياه من خلال الجذور،وعند ذوبان الأملاح فى التربة تنفصل و ينتج عنها أيونات . IONSعندما تحمل الأيونات شحنة موجبة تسمى كاثيونات CATIONSو عندما تحمل شحنة سالبة تسمى أنيونات .ANION

الكاتيونات الأساسية PRINCIPAL CATIONS

***الكالسيوم Ca++**

يعتبر الكالسيوم من العناصر الأساسية فى تغذية النبات ، و يساعد على الأحتفاظ بالتربة فى حالة طبيعية جيدة من ناحية نفاذية المياه و سهولة حرث التربة.

*** الماغنسيوم Mg++**

يعتبر الماغنسيوم من العناصر الأساسية فى تغذية النبات

*** الصوديوم Na++**

لا يعتبر الصوديوم من العناصر الأساسية فى تغذية النبات بل يعتبر من أكثر الكاتيونات الموجودة فى مياه الرى خطورة. عندما تمتص حبيبات الطين الصوديوم :

- تميل الى التفريق
- تكون ذات ملمس منزلق
- تخفض من نفاذية المياه فى التربة و تكوين كتل متحجرة
- للصوديوم تأثير سام على النبات

التربة المتأثرة بالصوديوم يمكن تحسينها عن طريق غسيل املاح الصوديوممع إضافة - :

- GYPSUMالجبس
- حامض الكبريتيك SULFURIC ACID
- الكبريت SULFUR
- *البوتاسيوم K++

يعتبر البوتاسيوم من العناصر الأساسية فى تغذية النبات و يوجد بكميات قليلة فى مياه الرى حيث يعتبر عنصر نادر.

PRINCIPLE ANIONSالأنيونات الأساسية

* الكبريتات So -- 4

لا يشكل أنيون الكبريتات أيه ضرر سواء على التربة أوالنبات و لكن يسهم فى زيادة ملوحة محلول التربة.

* الكلوريد Cl -

أنيون الكلوريد له تأثير سام مباشر على النباتات و يسهم فى زيادة ملوحة التربة.

- البيكربونات و الكربونات Hco 3- & Co 3--
- تسهم الكربونات Co 3 -- و البيكربونات Hco 3-فى زيادة ملوحة التربة

درجة الحموضة أو القلوية PH

يعتبر تركيز أيون الهيدروجين) (PHفى مياه الرى مقياس لدرجة الحموضة أو القلوية . فالرقم 7يعتبر متعادل Neutralأى لا تعتبر المياه حامضية أو قلوية.أما إذا زاد عن 7فتعتبر المياه قلوية ، و أذا قل عن 7تعتبر المياه حامضية.

Electrical Conductivityالتوصيل الكهربى

يقاس التركيز الكلى للأملاح فى مياه الرى بدرجة توصيل الأيونات للتيار الكهربى

ppm –mmhos/cm

تقسيم مياه الرى حسب كمية الأملاح الكلية الذائبة طبقا لتقسيم معمل الملوحة الأمريكى

التقسيم الأمريكي: وهو تقسيم معمل الملوحة الأمريكي بكاليفورنيا عام 1954 ويبني هذا التقسيم علي أساس متوسط ظروف التربة من حيث الصرف الداخلي و المناخ كما روعي فيه تحمل المحاصيل المختلفة للملوحة وتبعا لذلك تقسم المياه كما يلى :

1- مياه منخفضة الملوحة : C_1و هي ما تقل فيها درجة التوصيل الكهربائي عن 0.25 ملليموز / سم أي ما يقابل 160 جزء في المليون تقريباً ، وتعتبر هذه المياه جيدة و يمكن استعمالها في ري جميع المحاصيل في جميع أنواع الأراضي دون خشية تجمع الأملاح في التربة إلي الحدود الضارة خاصة إذا كان يراعي إعطاء زيادة قليلة من مياه الري و هذا ما يتبع عادة في الزراعة العادية.

2- مياه متوسطة الملوحة : C_2و هي ما تتراوح درجة التوصيل الكهربائي بها بين 0.25 0.75 ملليموز/ سم أي ما يقابل 160 – 500 جزء في المليون تقريباً. وتعتبر هذه المياه أقل جودة من مياه القسم الأول إذ أن المحاصيل الحساسة للملوحة سوف تتأثر باستعمال هذه المياه فيراعي اختيار المحاصيل ذات المقاومة المتوسطة للملوحة كما يراعي إعطاء زيادة متوسطة في ماء الري لمنع تراكم الأملاح في التربة.

3- مياه عالية الملوحة : C_3و هي ما تتراوح فيها درجة التوصيل الكهربائي بين 0.75 – 2.25 ملليموز / سم أي ما يقابل 500 – 1500 جزء في المليون تقريباً. و هذه المياه يتعذر استعمالها في الأراضي المحدودة الصرف ، وحتى لو كان الصرف كافياً فإن مجال إختيار المحصول يصبح قاصرا علي المحاصيل المقاومة للملوحة ، كما يتطلب إستعمالها إختيار التربة الملائمة و مراعاة الاحتياجات الغسيلية و القواعد العامة السالفة الذكر.

4- مياه عالية جداً في الملوحة : C_4و هي ما تزيد فيها درجة التوصيل الكهربائي عن 2.25 ملليموز/سم أي ما يزيد عن 1500جزء في المليون ، وهذه المياه لا تصلح للاستعمال تحت الظروف العادية وقد تستعمل في بعض الظروف الخاصة مع المحاصيل العالية جدا في مقاومتها للملوحة في الأراضي العالية النفاذية مع مراعاة الاحتياجات الغسيلية كذلك.وفي عام 1955 طور Thorne and Petersonتقسيم معمل الملوحة الأمريكي حيث وضعوا الحدود التالية لملوحة مياه الري:

جدول(٢)

نوعية المياه	درجة التوصيل الكهربائي ملليموز / سم
قليلة الملوحة	صفر ــ ٠.٢٥
معتدلة الملوحة	٠.٢٥ ــ ٠.٧٥
متوسطة لملوحة	٠.٧٥ ـ٢.٢٥
عالية الملوحة	٢.٢٥ ــ ٤.٠٠
عالية الملوحة جدا	٤.٠٠ ــ ٦.٠٠

إستعمال مياه ري مالحة وأثره علي المحصول والتربة: زيادة الملوحة في ماء الري تؤثر علي المحصول بتحديد النوع الممكن زراعته وينقص غلته ويتغير صفاته . ويرجع ذلك لأسباب فسيولوجية أهمها نقص مقدره النبات في الحصول علي كفايته من الماء اللازم لنموه.

ومن الدراسات والمشاهدات العديدة أصبح من المؤكد إن النباتات تختلف فيما بينهما (سواء من ناحية النوع أو السلالة أو حتى من ناحية طور النمو في السلالة الواحدة إبتداء من القدرة علي الإنبات وسرعة نمو البادرات إلي طور النضج) في درجة تحملها لملوحة مياه الري ولقد أمكن في كثير من المناطق وتحت ظروف خاصة من البيئة الصناعية ترتيب المحاصيل حسب قدرتها علي تحمل ملوحة المياه التي تروي منها . وفي الجدول التالى ترتيب لبعض المحاصيل الحقلية ومحاصيل الخضر والفاكهة تبعا لدرجة مقاومتها للملوحة.

جدول(٣)

نوع المحاصيل	ملوحة الري بالمليموز/سم (التي يصحبها نقص ٥٠% من المحصول)	إسم المحصول
١- محاصيل الخضر	٤ ١٠ ١٢	جل– الكرفس- الفاصولياالخضراء طماطم- روكولي- كرنب – فلفل اخضر- قرنبيط- س- بطاطس- جزر- بصل- بسلة – قرع – خيار بنجر المائدة – الاسبراجاس- السبانج
٢- محاصيل الحقل	٤ ٦ ١٠	الفول . القمح – الارز – الذرة – الكتان – عباد الشمس – الخروع –الذرة السكرية . الشعير – بنجر السكر – القطن
٣- محاصيل العلف	١٢ ١٨	حشيشة السودان – البرسيم الحجازي Bormuda grass –Satt grass
٤- محاصيل الفاكهة	حساسة للملوحة متوسطة المقاومة شديدة المقاومة	لكمثري – التفاح – البرتقال – البرقوق- وز- المشمش- الخوخ – الشليك – الليمون الاضاليا. الرمان – التين – الزيتون – العنب النخيل .

ويمكن الاسترشاد بهذا الجدول عند النظر في صلاحية الماء من ناحية الملوحة الكلية لري المحاصيل المختلفة حتى يتجمع لدينا المعلومات كافية لترتيب المحاصيل تحت ظروف التربة والمناخ السائدة من حيث تحملها لملوحة مياه الري .إما من ناحية تأثير ملوحة مياه الري علي التربة فإذا اقترضنا إن لدينا قطعة منعزلة من الأرض الزراعية وأنه لا توجد أي فرصة لتصريف المياه الزائدة من مياه الري ، الأمر الذي يقتضي إعطاء المياه علي قدر حاجة النبات فقط ، وكانت هذه المياه تحتوي علي نسبة ما من الأملاح الذائبة ولتكن مماثلة لما تحتويه مياه نهر النيل (200- 250 جزء في المليون) فسنجد بعملية حسابية بسيطة إن نسبة الأملاح في التربة ستزداد عاما بعد عام بسبب ما تستقبله من هذه الأملاح الواردة في ماء الري ، وبتوالي السنين تصبح التربة تحت هذا الظروف ذات ملوحة محدده للمحصول في كميته ونوعه .

ولو كانت ملوحة المياه المستعملة للري عشرة أضعاف الملوحة المذكورة فلا شك أن الخطر علي التربة والمحصول سيزداد إلي عشرة أضعاف وفي وقت أقل .

أما إذا كان الصرف الداخلي (أي النفاذية في جسم التربة) ممتاز وكان هناك مخرج لتصريف المياه الزائدة عن حاجة النبات بعيدا عن العمق الزراعي في التربة وكانت مياه الري متوفرة فإنه يصبح من الممكن منع تراكم الأملاح في التربة أو علي الأقل الاحتفاظ بمستوى معين من الملوحة في منطقة الجذور وذلك عن طريق إعطاء زيادة من ماء الري مع كل رية ، ووظيفة هذه الزيادة في ماء الري إذابة وإزالة المتراكم من الأملاح أولا بأول من منطقة نمو الجذور . وسوف تتوقف نسبة هذه الزيادة من ماء الري (وهى ما تعرف بالاحتياجات الغسيلية (Leaching requirementعلي ملوحة ماء الري والملوحة المراد الاحتفاظ بها في منطقة الجذور ويمكن التوصل لمعرفتها بقياس ملوحة ماء الصرف.

وعلي هذا الأساس تكون :

$$\text{الاحتياجات الغسيلية (L. R.)} = \frac{\text{درجة التوصيل في ماء الري}}{\text{درجة لتوصيل في ماء الصرف}} \times ١٠٠$$

و الجدول الاتي يبين الاحتياجات الغسيلية من مياه الري المختلفة الملوحة لكل درجة ملوحة في منطقة الجذور (تعبيرا عن ماء الصرف) :

جدول (٣)

درجة التوصيل كهربائي في ماء الري ملليموز / سم	الاحتياجات الغسيلية % بالنسبة للحد الأقصى من الملوحة المسموح بها في منطقة الجذور			
	٤ ملليموز / سم	٨ ملليموز / سم	١٢ ملليموز / سم	١٦ ملليموز / سم
٠.١	٢.٥	١.٢	٠.٨	٠.٦
٠.٢٥	٦.٢	٣.١	٢.١	١.٦
٠.٧٥	١٨.٨	٩.٤	٦.٢	٤.٧
٢.٢٥	٥٦.٢	٢٨.١	١٨.٨	١٤.١
٥.٠٠	-----	٦٢.٥	٤١.٧	٣١.٢

و يمكن إيضاح ذلك في المثال التالي:
إذا كانت ملوحة ماء الري 0.75 ملليموز / سم والمحصول المراد زراعته يمكن أن يتحمل ملوحة حتى 8 ملليموز / سم دون نقص كبير في غلته فإنه ينبغي أن نضيف مع كل رية يروي بها هذا المحصول (0.75 / 8) X100 = 9.4 % من كمية المياه التي تقابل إحتياجاته الفعلية للري.
وهناك حقيقتين يجب أن تؤخذ في الاعتبار و هي :
1- أن بلوغ الاتزان بين ملوحة ماء الري و ملوحة التربة عند استعمال احتياجات غسيليه معينة يحتاج إلي وقت طويل علي أن تكون التربة خالية من عوائق الصرف الداخلي ويكون تصريف المياه خارج منطقة الجذور متيسراً .
2- إن ملوحة التربة(المحلول الأرضي) مهما كانت الزيادة المستعملة من مياه الري – لن تقل عن ملوحة ماء الري ، بل أنها ستتراوح بالزيادة بين ضعف وثلاثة أو أربعة أمثال هذا التركيز حسب السعة الحقلية و نقطة الذبول و الفترة بين الريات المتعاقبة.
غير أنه كثيرا ما يتعذر استعمال نسب عالية من الاحتياجات الغسيلية لغرض إزالة الملوحة المتراكمة أولا بأول بسبب بطئ نفاذية التربة أو بطئ تصريف المياه الزائدة بعيدا عن منطقة الجذور الأمر الذي يترتب عليه (لو اتبع) إيجاد حالة من الغدق المؤقت قد تسبب تلف المحصول لنقص التهوية و في مثل هذا الظروف قد تعطي المياه الإضافية دفعة واحدة في وقت غير حرج بالنسبة للمحصول. وإذا كان هناك مصدر آخر للمياه الخالية نسبياً من الأملاح فإنه يمكن الالتجاء إلي الري بالتبادل مع المياه الملحية كل مرة أو كل مرتين أو ثلاث حسب الظروف أو أن تخلط المياه الملحية مع المياه الخالية من الأملاح بالنسب الممكنة قبل الري ، و في جميع هذه الحالات يجب عمل حساب كمية الماء اللازم إضافته لغرض غسيل الأملاح المتراكمة في التربة من مياه الري. وتوضح تجارب العالم كوفدا Kovda في الاتحاد السوفيتي أن الضرر الفسيولوجي لمياه الري يبدأ عندما تكون درجة تركيز المياه من 5000 - 6000 جزء في المليون و يكون التأثير ضار جدا عندما تروي النباتات بمياه ذات تركيز 12000 جزء في المليون . كما أوضح أن درجة تركيز الأملاح في التربة تزداد بتوالي استعمال مثل هذه المياه.و بمقتضي ذلك توصل إلي أنه يجب أن يصحب الري بالماء المالح ري بماء عذب يعمل
علي طرد الأملاح التي تحتفظ بها الأرض من المياه الملحية في منطقة الجذور أو يحدد التركيز الملحي لها . و تزداد عدد مرات الري بالماء العذب كلما ازداد تركيز الأملاح كما يلي:
1- إذا كان تركيز الأملاح في الماء من 2 – 3 جم / لتر تغسل الأرض مرة كل عام بماء عذب.
2- إذا كان تركيز الأملاح في الماء من 4 – 5 جم / لتر تغسل الأرض 4 – 5 مرات كل عام.
3- إذا زاد تركيز الأملاح عن ذلك يزداد عدد الريات العذبة كما يزداد مقدار الماء في كل رية لتأمين الغسيل.

Water Measurement

Units

- Volume
  - Quantity of water; Water “at rest”
  - Gallon, cubic foot, etc.
  - V = A d (units: acre-inch, acre-foot, hectare-meter etc.)
- Depth
  - Rainfall measured as depth; Useful for irrigation applications as well
  - Inch, foot, millimeter, centimeter, etc.
  - D = V / A (units: usually inches or millimeters)
- Flow
  - Volume of water per unit time; Water “in motion”
  - Gallons per minute, cubic feet per second, acre-inches per day, liters per second, cubic meters per second etc.
  - Q = V / t (units must be consistent)

Table 3.1. Conversion factors used in water measurement.

English System	Metric System
Volume Units	
1 gallon = 8.33 pounds	1 cubic foot = 0.02832 cubic meters
1 cubic foot = 7.48 gallons	1 liter = 0.264 gallons
1 acre-inch = 3,630 cubic feet	1 gallon = 3.79 liters
1 acre-inch = 27,154 gallons	1 cubic meter = 264.2 gallons
1 acre-foot = 43,560 cubic feet	1 cm^3 = 1mL
1 acre-foot = 325,851 gallons	
Flow Units	
1 cfs = 449 gpm (450 for practical purposes)	1 cfs = 0.02832 cms
1 cfs = 1 acre-inch/hr	1 cms = 35.31 cfs
452 gpm (450 for practical purposes) = 1 acre-inch/hr	1 gpm = 0.06309 L/s
1 gpm = 0.00223 cfs	1 L/s = 15.85 gpm
1 gpm = 0.00221 acre-inches/h	1 gal/h = 63.1 mL/s
Length Units	
1 mile = 5280 feet	1 foot = 0.3048 meters
1 rod = 16.5 feet	1 meter = 3.281 feet
Area Units	
1 acre = 43,560 square feet	1 acre = 0.4047 hectare
	1 hectare (ha) = 2.471 acres

cfs = cubic feet per second
cms = cubic meters per second
gpm = gallons per minute
L/s = liters per second

- Volume balance (Qt=Ad)
  - V = Q t and V = A d, so Q t = A d
  - (Flow rate) x (time) = (area) x (depth)
  - Knowing any of the three factors, you can solve for the fourth
  - Units must be consistent (conversion constant, k_v, to balance units: $Qt=k_vAd$)

English Units Conversion for Irrigation Flows

Values of conversion constant, k_v, based on combinations of units.

Q, **Flow Rate Units**	**t,** **Time Units**	**A, Units for Area**			
		Acres		Square Feet	
		d, Depth Units		**d, Depth Units**	
		inches	feet	inches	feet
gallons/minute (gpm)	minutes	27,150	325,830	0.62	7.48
	hours	453	5,430	0.0104	0.125
	days	18.9	226	0.000433	0.00519
cubic feet/second (ft^3/sec) (cfs)	minutes	60.5	726	0.00139	0.0167
	hours	1.01	12.1	0.0000231	0.000278
	days	0.042	0.50	0.000000965	0.0000116

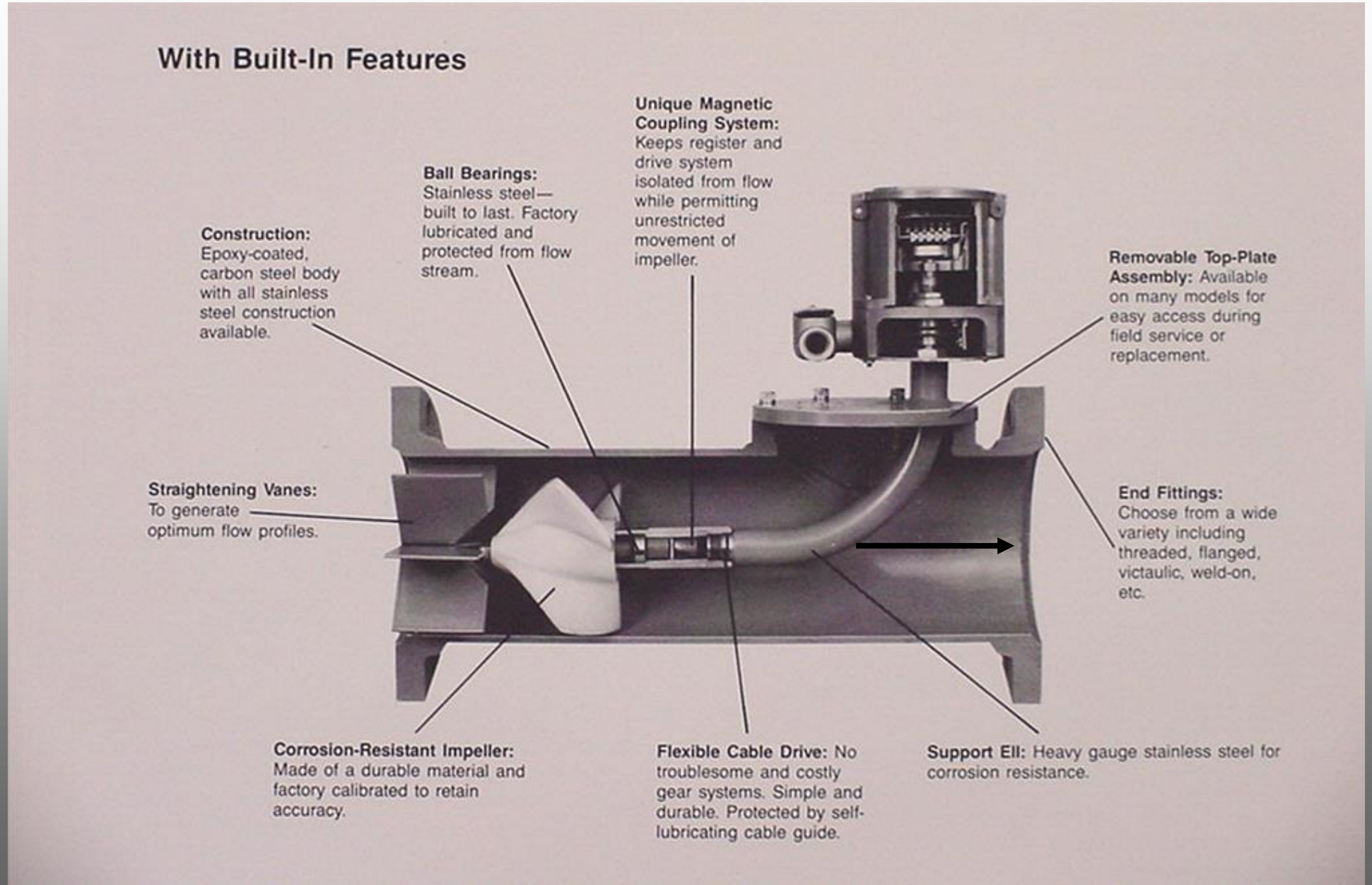
Flow Measurement

- "Good water management begins with water measurement"
- Basic principle
  - $Q = V_m A_f$
  - Q = flow rate in a pipeline or channel
  - V_m = mean or average velocity of flow in the pipeline or channel
  - A_f = cross-sectional area of flow
- Velocity is not constant throughout the cross-section

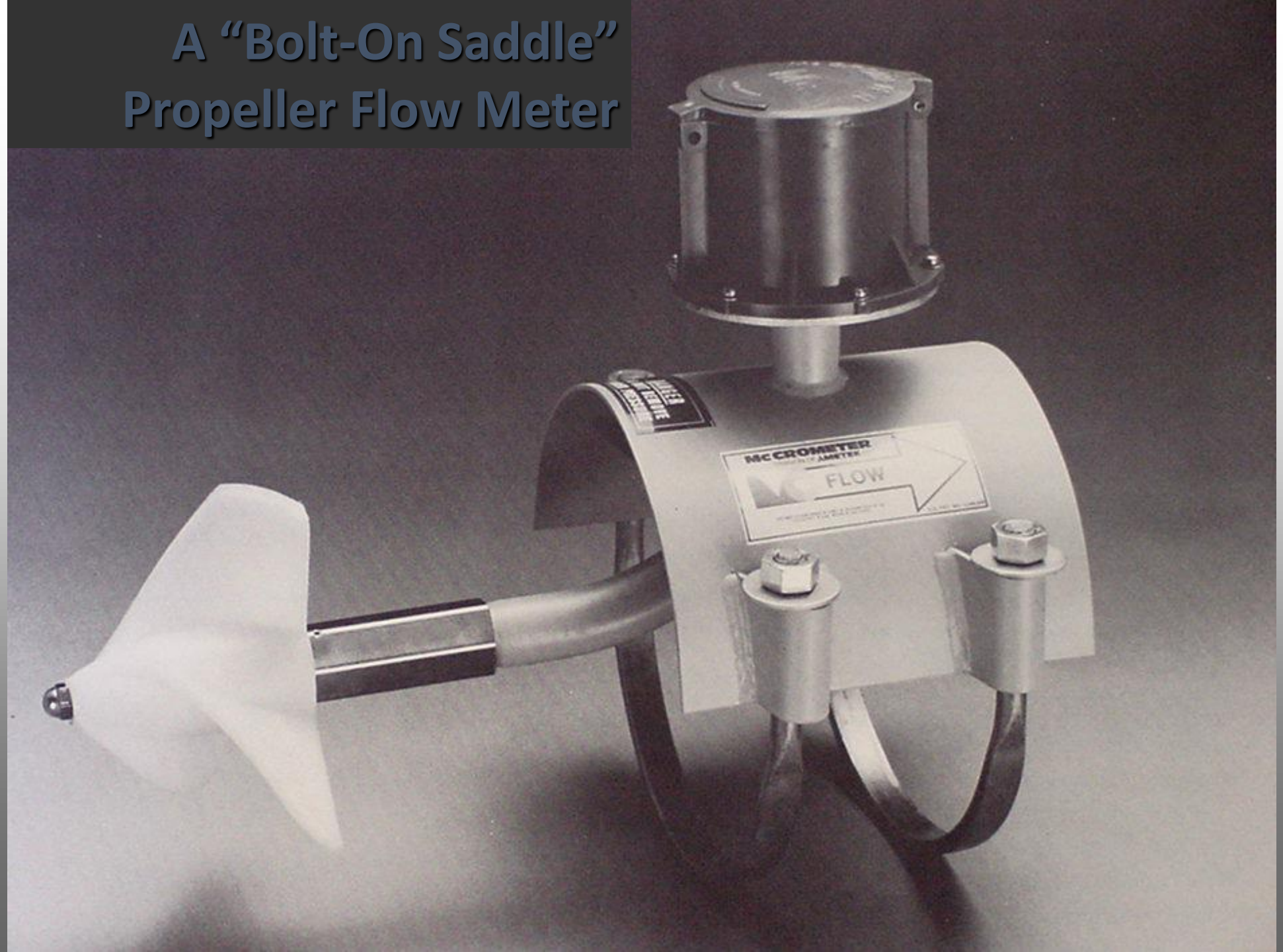
Flow Measurement in Pipelines

- Mechanical meters
- Propeller senses velocity; Converted to flow rate via gear ratios
  - Straight section of pipe is best (avoid turbulence); Pipe must be full
- Pressure differential methods
  - Difference in pressure is directly related to velocity (fundamental energy relationship in hydraulics)
  - Pitot tubes, Venturi meters, orifice methods
- Ultrasonic methods
  - Non-intrusive (transducers clamped on the outside of the pipe)

Typical Propeller Flow Meter



A “Bolt-On Saddle” Propeller Flow Meter



Options for Propeller Meter Read-Outs

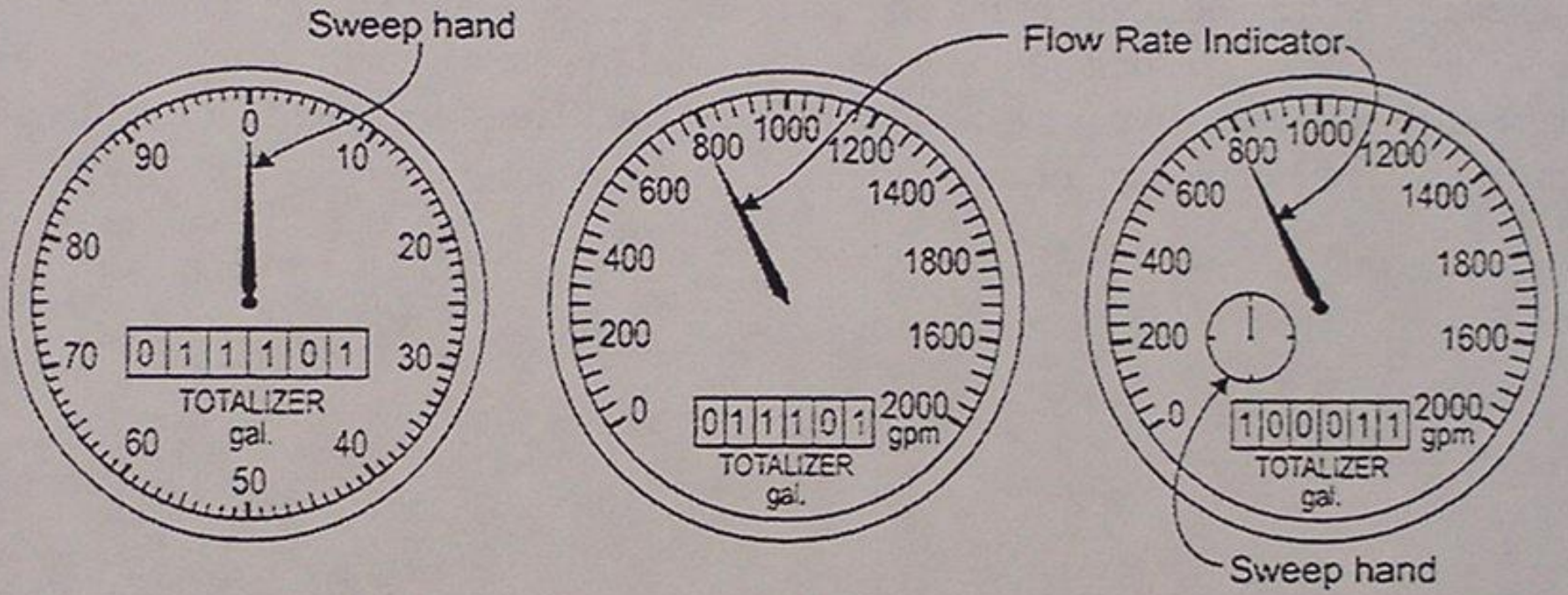
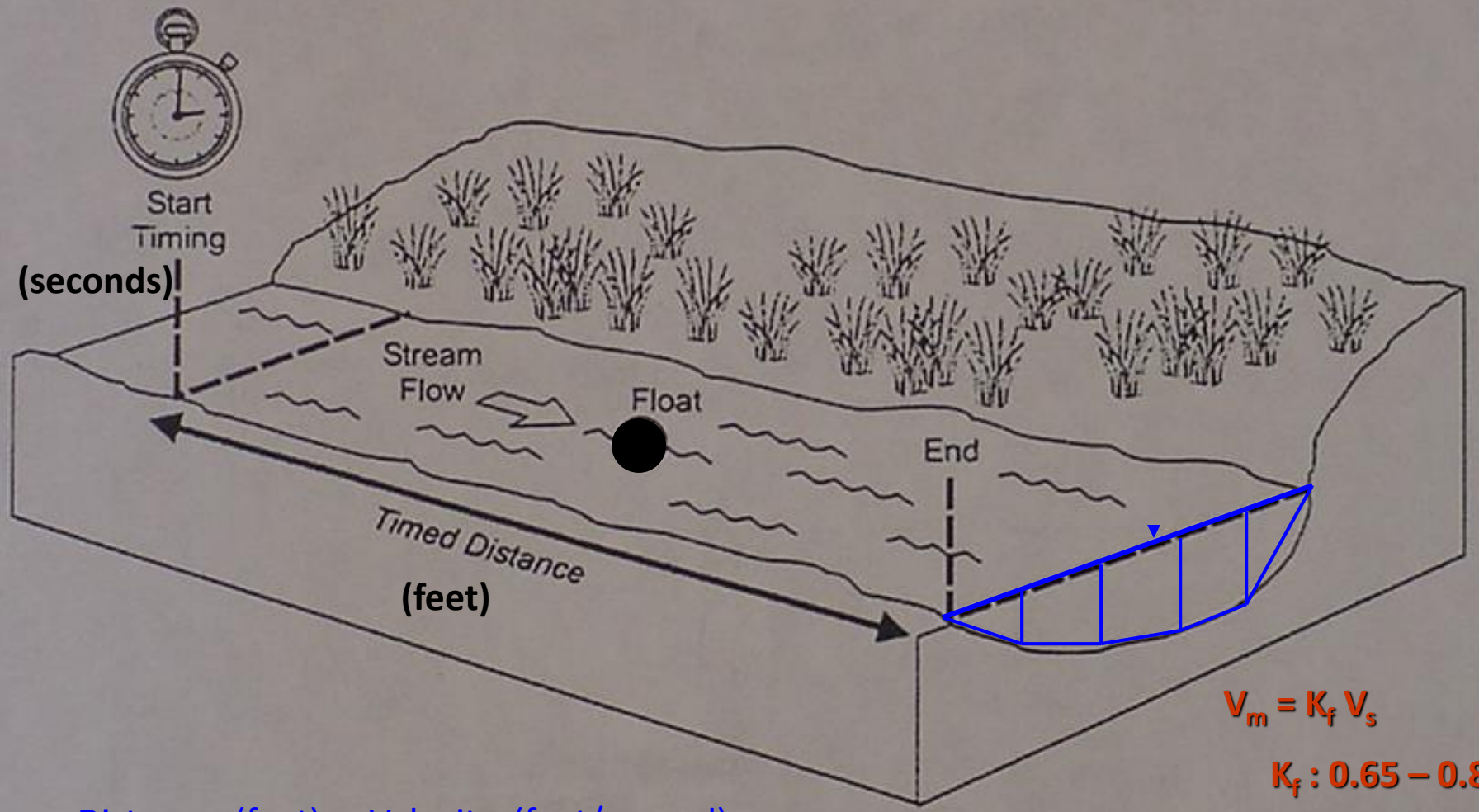


Figure 3.5. Options available for registers on a propeller meter.

Open Channels

- Different from pipe flow because water surface is at atmospheric pressure
- Velocity methods ($Q = V_m A_f$)
  - Current meter (measure velocity at a number of points in the cross-section using a calibrated meter)
  - Float method ($V_m = K_f V_s$ where V_s is surface velocity measured with a float, and K_f is a velocity correction factor ranging from 0.65 to 0.8)

Estimating Surface Velocity, V_s, of a Straight Stream with a Float and Stopwatch



$V_m = K_f V_s$

K_f : 0.65 – 0.80

$K_f = 0.65$ (if $d \leq 1$ ft)

$K_f = 0.80$ (if $d > 20$ ft)

Distance, (feet) = Velocity, (feet/second)
Time, (seconds)

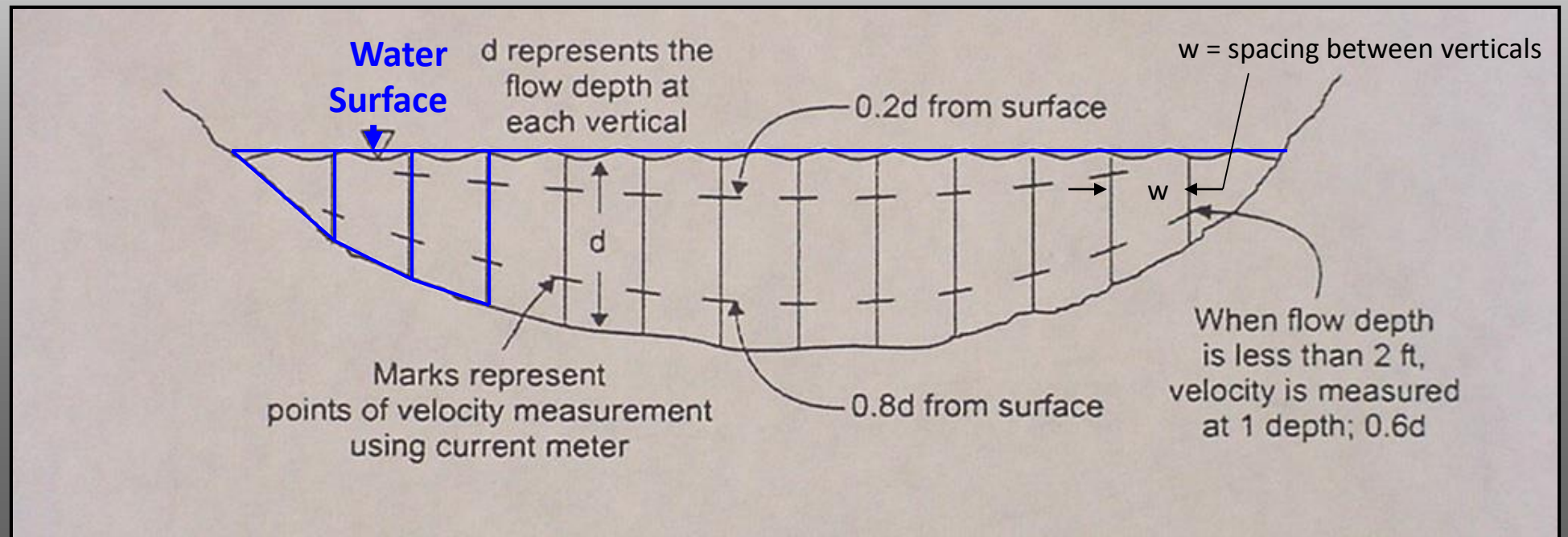
Estimating the Cross-Sectional Area of Flow, A_f

Dividing the Streambed into Triangles, Rectangles and Trapezoids

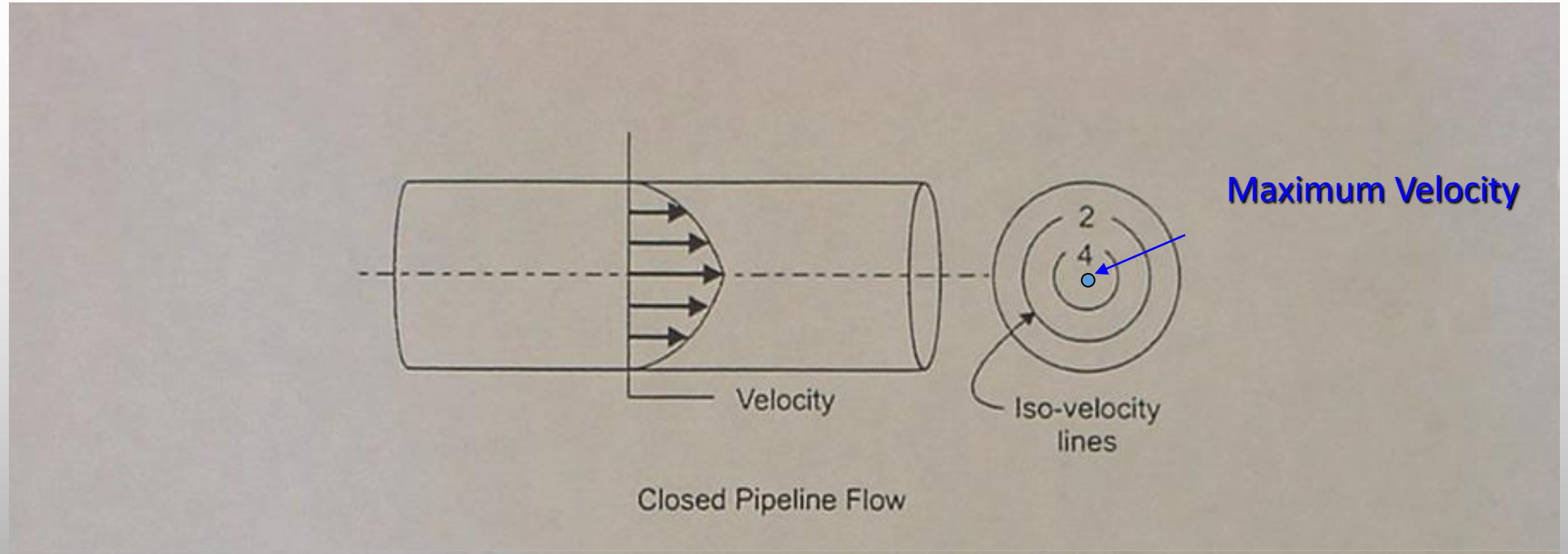
Rectangle Area $A_r = d\ w$

Trapezoid Area, $A_{tz} = ½\ (d_i + d_{i+1})\ w$

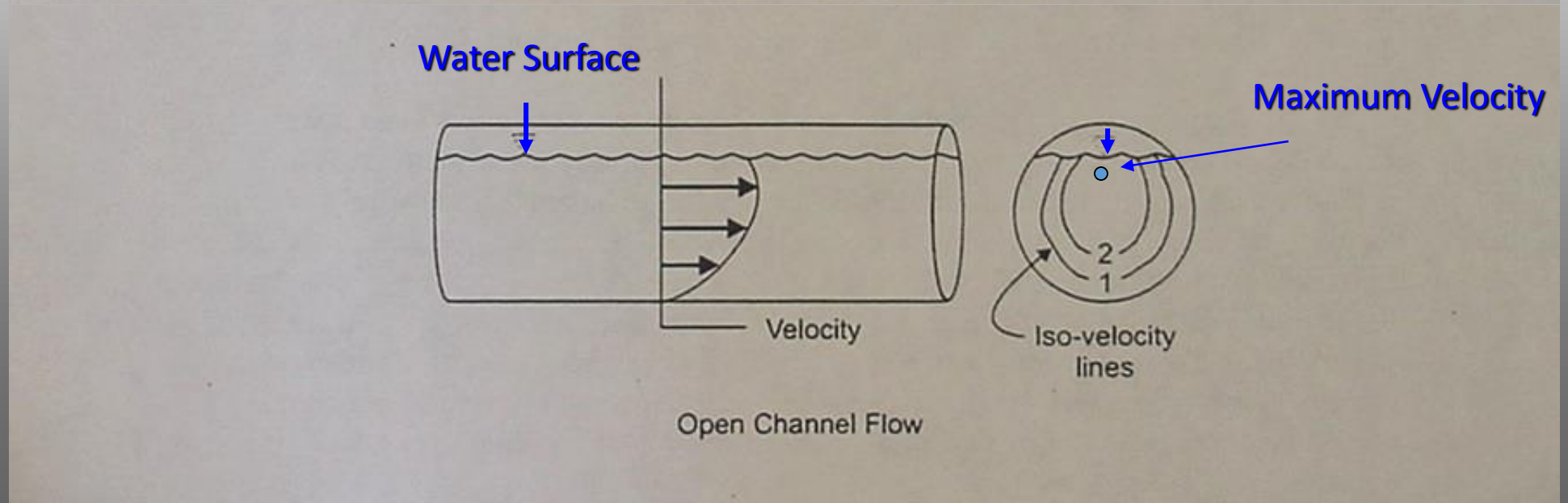
Triangle Area, $A_{tr} = ½\ d\ w$



Velocity Profiles



Closed Pipeline Flow

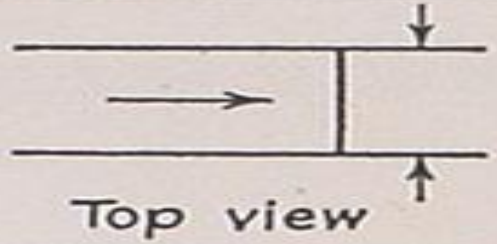
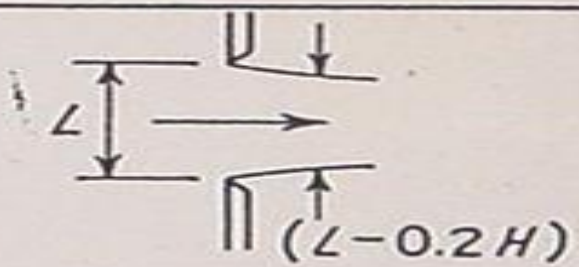
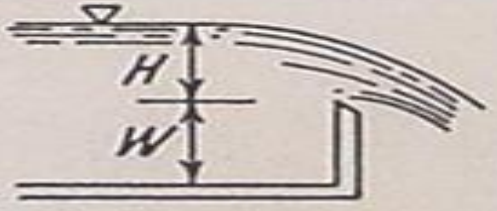
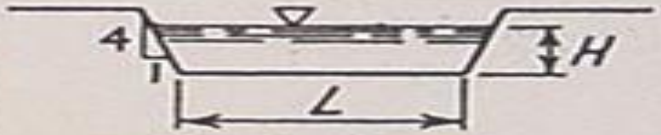


Open Channel Flow

Open Channels Contd…

- Pressure differential methods
  - Contract the flow through a metering section, and measure the depth of water upstream of the metering section
  - Use a calibrated depth-flow relationship
  - Weirs -- rectangular, trapezoidal, triangular
  - Flumes -- many types
  - Submerged orifices

Weir Shapes and Formulas

Measuring Device (all sharp crested)	Views (H and L are in ft; Q is in ft^3/sec)		Formula
Rectangular Weir (without contraction)	 Top view		$Q = 3.33LH^{3/2}$
Rectanguiar Weir (with contraction)	 Top view	 Side view	$Q = 3.33(L - 0.2H)H^{3/2}$
Trapezoidal Weir	 End view		$Q = 3.37LH^{3/2}$
90° Triangular Weir	End view		$Q = 2.49H^{5/2}$