تأثير الري بأنواع مختلفة من المياه وشدة المغنطة في إنتاجية محصول الذرة الصفراء

محمد بنانه، د. زياد عبود، د. محمد العبسي، د. محمد السويد
قسم الهندسة الريفية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة إدلب

الملخص:

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية بكفر يحمول، عام 2024، لدراسة تأثير الري بأنواع عدة من المياه ومغنطتها بشدات مغناطيسية مختلفة في الصفات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء.

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة، إذ توزعت معاملات نوعية المياه في القطع الرئيسة (مياه البئر بتركيز S1 0.7 ds/m، مياه مالحة بتركيز S2 10 ds/m، مياه صرف صحي معالج بتركيز S3 1.3 ds/m)، ومعاملات شدة المغنطة في القطع الثانوية (بدون مغنطةNMT ، مجالان مغناطيسيانMT1 ، أربع مجالات مغناطيسية MT2، ثماني مجالات مغناطيسية MT3).

أثّر نوع مياه الري على الصفات المدروسة، إذ سجلت معاملة S3 أعلى متوسط في صفة طول النبات 218.82 سم، مساحة المسطح الورقي10473.5 سم^2، عدد الحبوب في العرنوس الرئيس 484.2 حبة، وزن 1,000 حبة 268.97 غ، إنتاج الحبوب 10.3809 طن/هـ، الغلة الحيوية 24.3877 طن/هـ. كما أظهرت النتائج أن زيادة شدة المغنطة لها تأثير معنوي في تحسين قيم جميع الصفات المدروسة، مع تأثيرها في تخفيض الاحتياج المائي، إذ حققت معاملات المغنطة MT3، MT2، MT1، NMT متوسط إنتاج حبي (9.8688، 8.8611، 7.7237، 6.9391) طـن/هـ، و(24.1856، 21.2644، 18.4558، 16.5869) طن/هـ متوسط الغلة الحيوية، على التوالي.

زيادة شدة المغنطة أدت لزيادة معنوية في الصفات المدروسة لكل نوع من أنواع المياه، باستثناء الاحتياج المائي إذ تناقص بمعاملتي S1 وS3 وازداد في معاملة S2.

الكلمات المفتاحية: ري، مغنطة، ذرة صفراء، صرف صحي معالج، أملاح.

The Effect of Irrigation with Different Types of Water and Magnetized Strengths on Maize productivity

Mohamad Bananah, Dr. Ziyad Aboud, Dr.Mohammed Al-Absi, Dr. Muhammed Al-Suvaid

Department of Rural Engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Idlib University

Abstract:

The research was conducted at the Agricultural Scientific Research Center in Kafr Yahmul in 2024 to study the effect of irrigation with different types of water, magnetized at different magnetic strengths, on the productive traits of maize. The experiment was designed according to a split-plot design, where water quality parameters were distributed in the main plots (Well Water at 0.7 ds/m S1, Saline Water at 10 ds/m S2, Treated Wastewater at 1.3 ds/m S3), And the magnetization intensity coefficients in the secondary pieces (No Magnetization NMT, Two Magnetic Fields MT1, Four Magnetic Fields MT2, Eight Magnetic Fields MT3).

irrigation water type influenced the studied traits, with treatment S3 recording the highest average values in:

- Plant height: 218.82 cm
- Total leaf area: 10473.5 cm²
- Kernel number per main ear: 484.2 kernels
- Weight of 1,000 kernels: 268.97 g
- Grain yield: 10.3809 ton/ha
- biomass yield: 24.3877 ton/ha

increasing magnetization strength had a significant impact on improving all studied traits, as well as reducing water consumption. The magnetization treatments (MT3, MT2, MT1, NMT) achieved average grain yield of (9.8688, 8.8611, 7.7237, 6.9391) ton/ha, and average biomass yield of (24.1856, 21.2644, 18.4558, 16.5869) ton/ha respectively.

It was also observed that increasing the intensity of magnetization significantly improved all studied traits across the different water types. However, water requirement decreased under S1 and S3 treatments, while it increased under S2.

Keywords: Irrigation, Magnetization, Maize, Treated Wastewater, Salinity.

1- المقدمة:

تمثل التغيرات المناخية والضـــغوط المتزايدة على الموارد المائية تحدياً كبيراً للقطاع الزراعي، ما يستدعي البحث عن حلول مبتكرة لضمان استدامة الإنتاج وتحسين كفاءة استعمال المياه. مع تراجع كميات المياه العذبة المتاحة للري، أصبح الاعتماد على مصادر غير تقليدية مثل المياه المالحة، ومياه الصرف الصحي المعالجة خياراً ضرورياً، رغم التباين الواضح في خصائصها الفيزيائية والكيميائية وتأثيراتها على نمو المحاصيل الزراعية. إلى جانب نوعية المياه، برزت تقنية المغنطة كأحد الأساليب الحديثة في تحسين خصـــائص المياه المســـتعملة في الري وتشـــير بعض الدراســـات إلى أن تعريض المياه لمجالات مغناطيسية يؤدي إلى تغييرات في بنيتها الفيزيائية، ما يعزز نفاذيتها داخل التربة ويزيد من كفاءة امتصاص النبات لها (Samarah *et al*., 2021).

الذرة الصفراء (*Zea mays L*) من المحاصيل الأساسية ذات الأهمية الاقتصادية (Ahmad *et al*., 2024)، وتعتمد إنتاجيتها بشكل كبير على نوعية المياه المستعملة في الري. التباينات في التركيب الكيميائي لمصادر المياه المختلفة تؤثر على قدرة النبات على امتصـاص العناصـر الغذائية، ما يسـتدعي البحث في مدى تأثير هذه العوامل على نمو المحصول وتطوره الفيزيولوجي.

2- أهداف البحث:

يهدف البحث لدراســـة تأثير الري بعدة أنواع من المياه ومغنطتها بشـــدات مغناطيســـية مختلفة في الخواص الإنتاجية والغلتين الحبية والحيوية وكذلك في الاحتياج المائي لنباتات الذرة الصفراء.

3- الدراسات المرجعية:

استعملت تقنية الماء الممغنط في الزراعة عالمياً وعربياً لمعالجة مشاكل الترب والمياه المالحة ولزيادة نمو النباتات وزيادة الإنتاج (Fakhar and Kaviani, 2024؛ المعاضيدي، 2006؛ أمين وقاسم، 2009)، إذ تشير الدراسات إلى أن مغنطة مياه الري يمكن أن تكون أداة واعدة للزراعة المستدامة، خاصة في الأماكن التي توجد فيها مشاكل

في المياه والتربة (Boix *et al*., 2023)، إذ إن مغنطة الماء تحدث تغييراً في ترتيب الجزيئات المائية وتغيير في بنية الروابط الهيدروجينية، ما يزيد من قدرة الماء على التفاعل مع الأيونات والمواد الغذائية بحيث تضعف الروابط الهيدروجينية لجزيئات الماء، وتقلل من التوتر السطحي للماء (Alsuvaid *et al*., 2022; Sheng *et al*., 2021; Zhou *et al*., 2021). يحفز استعمال الماء الممغنط نمو النبات ويزيد إنتاجيته، بسبب الكثير من التحسينات في خواص الماء كتعديل الكثافة والشد السطحي واللزوجة ورفع قابلية الماء على إذابة المعادن والفيتامينات والاملاح (Morejon *et al*., 2007; Ibrahim *et al*., 2010). تسبب مغنطة المياه بعض التغيرات الفيزيائية والكيميائية لهذه المياه، التي تسبب تغيرات في خصائص النبات والنمو والإنتاجية (He *et al*., 2014; Alattar *et al*., 2019; Alsuvaid, 2021; Singh and Singh, 2021; Alsuvaid and Demir, 2022)، وأن قيم الموصلية ودرجة الحموضة (pH) تزداد في المياه الممغنطة، كما يزداد محتوى الأكسجين المذاب (Liu *et al*., 2016).

إن التغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الممغنطة تجعل جزيئات الماء أكثر نفاذية وقابلية للذوبان أثناء التنقل في الترب، ما يعزز من إذابة المعادن في التربة ويحسن من توفر العناصر الغذائية المذابة (Wang et al., 2018; Alsuvaid, 2021; Alsuvaid et al., 2022). وتظهر نتائج دراسة (Liu *et al*., 2016 ; Sarraf *at* ; *et*., 2020 ;Ferrer *at et*., 2022) أن الري بمياه مالحة معالجة مغناطيسياً زاد من امتصاص المحاصيل للعناصر الغذائية وحسنت من الإنتاج.

أثبتت الدراسات التي أجراها (Blake, 2000) إمكانية استعمال الماء المالح عن طريق معالجته مغناطيسياً وهذا يؤدي إلى تفكيك المركبات الملحية الذائبة وتحويلها إلى أيونات ما يقلل أثرها الضار على النبات، كما تعمل على تحسين خصائص التربة وتقليل أضرار ملوحتها من خلال زيادة سرعة غسل الأملاح وتخليص المنطقة الجذرية من ضررها.

وفقاً لدراسة (Abdel Kareem, 2018) عن تأثير المغنطة على المياه، وجد أن تعريض المياه للمغنطة يؤدي لتحسين خصائصها الفيزيائية والكيميائية، ما يعزز من كفاءة امتصاص النباتات للمياه وللعناصر الغذائية ويُسرّع من عملية النمو للعديد من المحاصيل،

ووجدت دراسته أن النسب المئوية لتوفير المياه 11% و13.5% و14.2% للباذنجان والفول والبندورة على التوالي.

تؤثر مغنطة مياه الري في مجموعة من الصفات الإنتاجية لنبات الذرة الصفراء، مثل طول النبات ووزن الحبوب (عبد المنعم ونزار، 2008). كما وجد (فهد وآخرون، 2005) أن استعمال ماء ممغنط عند شدة 2500 غاوس يعطي زيادة معنوية في ارتفاع نباتات الذرة الصفراء والوزن الجاف والوزن الحيوي.

وجد (Abdalla *et al*., 2023) أن استعمال الماء الممغنط يزيد نسبة إنبات حبوب الذرة الصفراء، ويحسن نمو الجذور والسيقان في النباتات مقارنة بالري بمياه غير ممغنطة.

تشير نتائج (Bakhtiari and Okhovat, 2024) أن الري بالمياه الممغنطة يُحسّن إنتاجية المحاصيل من خلال زيادة وجود الصبغات الضوئية (الكلورفيل) وزيادة تركيب السكر، حيث وجدا أن استعمال الماء الممغنط أدى إلى زيادة نسبة إنبات حبوب نباتات الذرة الصفراء مقارنةً بتلك المروية بالماء غير الممغنط، وكان طول العرنوس ووزنه وعدد الحبوب فيه أعلى من معاملة المياه غير المعالجة، ما أدى لزيادة الإنتاجية بنسبة 30%.

وجد (Alattar *et al*., 2019) في تجربته عن تأثير الماء الممغنط مقارنة مع ماء الصنبور (شاهد) لري نباتات الذرة في فلسطين، أن لاستعمال الماء الممغنط أثر على الخصائص المورفولوجية والإنتاجية لنباتات الذرة، إذ زاد من طول النباتات وقطر الساق كما ازداد عدد الأوراق والمساحة الورقية وأيضاً ازدادت الغلة الحبية والخضرية مقارنةً مع معاملة الشاهد.

أدى ري الذرة الصفراء بالمياه الممغنطة إلى زيادة في (ارتفاع النبات، المساحة الورقية، عدد الأوراق، قطر السيقان، طول الجذور، الأوزان الرطبة والجافة) وأدى أيضاً إلى زيادة في (الكلوروفيل أ وب، الكاروتينات، الكربوهيدرات، البروتين، إجمالي الأحماض الأمينية، محتويات البرولين، إجمالي الإندول، إجمالي الفينول، الكينتين، RNA، DNA) والمعادن غير العضوية (K^+، Na^+، Ca^{+2}، P^{+3}) في جميع أجزاء النبات (Abedinpour and Rohani, 2017).

بين (الجوذري، 2006) في دراســـة أثر المعالجة المغناطيســـية لمياه الري في بعض الصفات الكيميائية للتربة ونمو حاصل الذرة الصفراء وجود تأثير معنوي لتلك المياه في زيادة وزن الحاصل الجاف.

وجد (ســلامة والجودي، 2008) تفوق معاملات المياه الممغنطة في توفير المياه لتشـكيل حبوب الذرة الصـفراء على معاملات المياه العادية بنسـبة 39% من أجل احتياج مائي مقدم بنســـبة 100% من التبخر نتح، و32% من اجل 66.6%، و60% من أجل 50%.

وجد (Mohrazi *et al*., 2021) أنه يُوجد ارتباط قوي بين استعمال الماء الممغنط وزيادة الوزن الجاف لحبوب الذرة الصفراء، ما يعني إنتاجية أعلى، إذ تظهر النتائج أن استخدام المياه الممغنطة بقي لفترة أطول في التربة ما أدى لزيادة في فترة رطوبة التربة، وبدوره حسن من نمو النباتات وأعطى إنتاجاً أفضل، إلى جانب تقليل حجم المياه المُستعملة في الري. كما أشار (Zlotopolski, 2017; Alsuvaid, 2021; Alsuvaid *et al*., 2022) إلى فعالية تقنية Magnetic treatment water (MTW) في تحسين كفاءة استعمال المياه دون التأثير سلباً على إنتاجية المحاصيل.

أظهرت نتائج (عبد والزغيبي، 2016) انخفاض واضح في الإنبات وحاصل الحبوب من 6.70 الى 2.87 طن/هـ بسبب الزيادة في ملوحة مياه الري بتركيز 8 ds/m مقارنةً مع 1.4 ds/m.

أدى الري بمياه مالحة بتركيز 12 ds/m إلى تراجع في قيم بعض الصفات مثل عدد الحبوب في العرنوس، وعدد الصفوف في العرنوس، وطول العرنوس، ووزن الحبوب في العرنوس، ووزن العرنوس (خطاب وآخرون، 2019).

4- مواد وطرائق البحث:

4-1- موقع التجربة: نفّذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في كفريحمول الواقعة في 36.051705° شمالاً و36.704358° شرقاً، في شمال غربي سوريا.

4-2- المادة النباتية: نبات الذرة الصفراء صنف (NK FAMOSO).

4-3- الأجهزة المستعملة: استعملت ثلاثة أجهزة لمغنطة مياه الري وصفَت في الجدول رقم (1).

الجدول (1): مواصفات أجهزة المغنطة المستعملة بالتجربة

رمز الجهاز	القطر (انش)	شدة المغنطة (عدد المجالات المغناطيسية)	عدد المغناطيسات	طول الجهاز (سم)	الوزن (غ)
MK24S	3/4	2	4	12.5	384
MK24G	3/4	4	8	21	630
MK37S	3/4	8	16	37	1222

نوع المغناطيس المستعمل: نيوديميوم NdFeB N52 مقاس 25 × 25 × 5 مم بشدة 4800 غاوس.

4-4- المعاملات المدروسة:

نوع مياه الري: استعملت ثلاث معاملات لمياه الري وهي:

1- مياه البئر الموجود في محطة بحوث كفر يحمول بتركيز 0.7ds/m (S1).

2- مياه مالحة بتركيز 10 ds/m (S2) بإضافة (كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم وكبريتات المغنيزيوم لمياه البئر بنسبه 50%، 25%، 25%) والتأكد من وصول تركيز الأملاح في المياه الى التركيز المطلوب باستعمال جهاز قياس الملوحة.

3- مياه صرف صحي معالج من محطة معالجة كفر يحمول بتركيز 1.3 ds/m (S3).

شدة المغنطة: استعملت أربع معاملات متباينة في شدة المغنطة وهي:

1- بدون مغنطة NMT، 2- مجالين مغناطيسيين MT1، 3- أربع مجالات مغناطيسية MT2، 4- ثماني مجالات مغناطيسية MT3.

4-5- القراءات المدروسة:

- ارتفاع النبات (سم)، وذلك بقياس ارتفاع النبات من قاعدته عند سطح التربة وحتى قاعدة النورة المذكرة بعد انتهاء طور الإزهار.
- المساحة الورقية (سم^2) = (طول الورقة× أقصى عرض لها× 0.75) لأوراق النبات كافة بعد اكتمال تشكل العرنوس الرئيس (الساهوكي، 1990).
- عدد العرانيس في النبات الواحد.

- عدد الحبوب بالعرنوس الرئيس.
- وزن الألف حبة (غ)، بعد تجفيفها حتى ثبات الوزن.
- الإنتاجية الحبية (طن/هـ)، بعد تجفيفها حتى ثبات الوزن.
- الإنتاجية الحيوية (طن/هـ)، بعد تجفيفها حتى ثبات الوزن.

أخذت جميع القراءات السابقة على ست نباتات وسطية في الخط الوسطي من القطعة التجريبية.

- الاحتياج المائي: كمية مياه الري اللازمة لتغطية احتياجات المعاملة من الزراعة وحتى الحصاد، حسبت كمية المياه في الرية الواحدة وفق المعادلة التالية (الضرير والحاج حسين، 2008):

$$D = \frac{(f_c - m_d) \times Z}{100}$$

إذ إن:

D عيار السقاية (mm).

f_c نسبة الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية (42.2%) وفق قراءة الجهاز (%).

m_d نسبة الرطوبة الحجمية المأخوذة من قراءة جهاز قياس رطوبة التربة (%).

Z عمق القراءة (mm). "عمق القراءة تمثل زيادة واحد سنتمتر عن كل يوم من عمر النبات حتى العمق 45 سم".

حسب حجم الماء المعطى في الرية الواحدة باستخدام العلاقة التالية:

$$V = D \times A$$

إذ إن:

V حجم الماء في الرية للقطعة التجريبية الواحدة (m^3).

D عيار السقاية (m).

A مساحة القطعة التجريبية (m^2).

4-6- تصميم التجربة:

صممت التجربة وفق تصميم القطع المنشقة إذ توزعت معاملات نوعية المياه في القطع الرئيسة ومعاملات شدة المغنطة في القطع الثانوية، (3 أنواع للمياه بالإضافة لـــ 3

شدات للمغنطة ومعاملة بدون مغنطة) بواقع 3 مكررات لكل معاملة. عدد القطع التجريبية 4*3*3= 36 قطعة، عدد الخطوط في القطعة الواحدة 3 خطوط، المسافة بين الخطوط 70سم، عدد النباتات في الخط الواحد 8 نباتات، مسافة 25 سم بين كل نبات وآخر على نفس الخط، عدد النباتات الكلي في القطعة التجريبية الواحدة 24، مساحة القطعة التجريبية الواحدة 2.1*2=4.2 متر مربع.

4-7- العمليات الزراعة وتنفيذ التجربة:

أجري تحليل كيميائي للتربة وأضيفت الأسمدة المناسبة وفق توصيات (الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية) بمعدل (130.4 كغ يوريا 46% و217.3 كغ سوبر فوسفات 46%) / هكتار قبل الزراعة، وأعيد اضافة 130.4 كغ/ هكتار يوريا 46% بعد 30 يوم من الزراعة.

أجري بتاريخ 2024/6/24 فلاحة لتربة التجربة بالمحراث القلاب المطرحي عند عمق 35 سم، ثم تنعيم للتربة عند عمق 15 سم بمحراث رجل البطة، وفي اليوم التالي أُنشِئت الأحواض (المساكب) ووزعت شبكات الري ثم زرعت التجربة بتاريخ 26 / 6/ 2024 بوضع 48 حبة في القطعة التجريبية وبعد 15 يوماً من الزراعة تم الخف وترك 24 نبات في القطعة، بمعدل 14.4 كغ/هـ حبوب.

رويت أرض التجربة رية الإنبات بمعدل 90.8 ملم (بمياه البئر) بتاريخ 2024/6/27، وبدأ تطبيق معاملات الري التجريبية عند وصول مستوى السعة الحقلية إلى 70% وذلك بتاريخ 2024/7/17. واستمرت عمليات الري للمعاملات التجريبية حتى 2024/9/21 موعد الفطام بمعدل 13 رية. كما أجريت عمليات الخدمة الزراعية وإزالة الأعشاب النامية داخل القطع التجريبية ومكافحة الأمراض والحشرات بشكل دوري طوال مدة التجربة، أخذت قراءة ارتفاع النبات في 2024/8/22، وقراءة مساحة المسطح الورقي في 2024/8/28، تم الحصاد من 2024/9/27 حتى 2024/10/3.

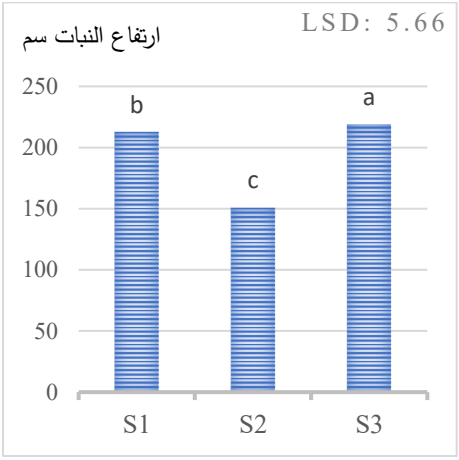
4-8- التحليل الاحصائي: تم التحليل الإحصائي باستخدام برنامج Genstat V12 لتقدير قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى معنوية 5%.

5- النتائج والمناقشة:

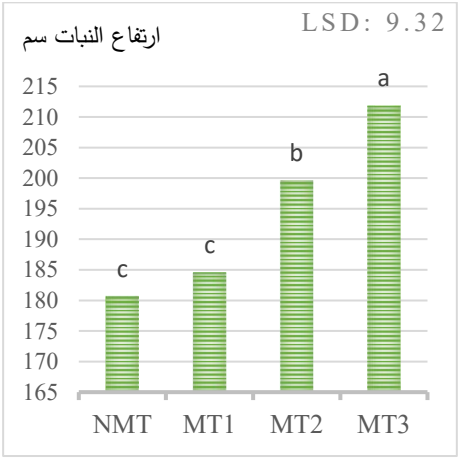
5-1- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في ارتفاع النبات:

يتضح من الشكل رقم (1) أن هناك تأثيرًا واضحاً لمعاملات نوع مياه الري في ارتفاع نبات الذرة الصفراء. إذ تفوقت معاملة S3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات تلتها معاملة S1 بوجود تفوق معنوي على معاملة S2 بمتوسط (218.82، 212.82، 150.98) سم على التوالي، هذه النتائج تشير إلى أن لنوع مياه الري تأثيراً في ارتفاع النبات.

ونلاحظ من الشكل رقم (2) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه في ارتفاع نبات الذرة الصفراء، إذ تفوقت معاملة MT3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات، تلتها MT2، ثم MT1 دون فروق معنوية مع معاملة NMT بمتوسط ارتفاع (211.86، 199.67، 184.59، 180.71) سم على التوالي، إذ استجاب ارتفاع النبات لمغنطة مياه الري وهذه النتائج تتوافق مع نتائج (عبد المنعم ونزار، 2008) و(فهد وآخرون، 2005).



الشكل (1) تأثير نوع مياه الري في ارتفاع النبات



الشكل (2) تأثير شدة المغنطة في ارتفاع النبات

يظهر الجدول رقم (2) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في ارتفاع النباتات إذ سجلت معاملة MT3/S3 أعلى ارتفاع بمتوسط 237.87 سم، بزيادة غير معنوية على معاملتي MT2/S3، MT3/S1، وبتفوق معنوي على باقي المعاملات وكان أقل ارتفاع عند NMT/S2 بمتوسط 141.77 سم. نلاحظ أيضاً أن زيادة شدة المغنطة أدت إلى زيادة معنوية في ارتفاع النبات في كل نوع من أنواع المياه، نسبة الزيادة

في ارتفاع النبات بمعاملة S1 (2.7، 11.8، 17.5) %، و(1.0، 7.8، 17.2) % بمعاملة S2، و(2.4، 11.2، 17.0) % بمعاملة S3.

الجدول (2): التفاعل بين نوع مياه الري وشدة المغنطة في كل من ارتفاع النبات، مساحة المسطح الورقي، عدد الحبوب في العرنوس الرئيس، ووزن الألف حبة

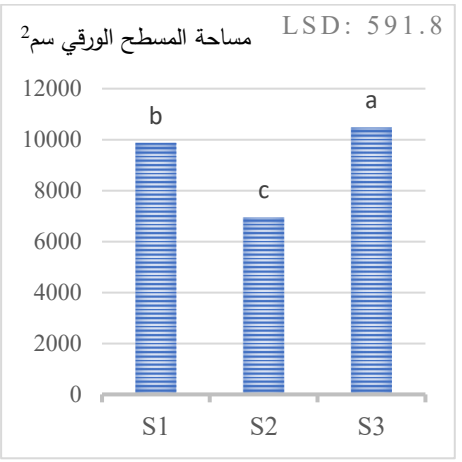
نوع المياه	شدة المغنطة	ارتفاع النبات سم	مساحة المسطح الورقي سم^2	عدد الحبوب في العرنوس الرئيس	وزن الالف حبة غ
S1	NMT	197.07 ^{d}	8811.7 ^{e}	423.83 ^{f}	254.3 ^{d}
	MT1	202.47 ^{d}	9531.3 ^{de}	458.94 ^{e}	258.77 ^{d}
	MT2	220.23 ^{bc}	10362.9 ^{bc}	489.28 ^{cd}	271.95 ^{abc}
	MT3	231.5 ^{ab}	10757.8 ^{bc}	518.83 ^{ab}	280.99 ^{a}
S2	NMT	141.77 ^{f}	6288.2 ^{h}	278.44 ^{i}	175.03 ^{f}
	MT1	143.17 ^{f}	6653.8 ^{gh}	320.22 ^{h}	179.75 ^{ef}
	MT2	152.8 ^{ef}	7105 ^{fg}	340.11 ^{gh}	189.72 ^{e}
	MT3	166.2 ^{e}	7732.6 ^{f}	356.83 ^{g}	189.82 ^{e}
S3	NMT	203.3 ^{d}	9249.4 ^{e}	432.09 ^{f}	261.02 ^{cd}
	MT1	208.13 ^{cd}	10066.7 ^{cd}	467.78 ^{de}	265.76 ^{bcd}
	MT2	225.97 ^{ab}	11068.7 ^{ab}	500.56 ^{bc}	274.87 ^{ab}
	MT3	237.87 ^{a}	11509.4 ^{a}	536.39 ^{a}	274.22 ^{ab}
المتوسط		194.21	9094.8	426.94	239.68
$LSD_{0.05}$		14.48	733.3	22.76	11.84
CV%		4.8%	4.3%	3.3%	2.7%

2-5- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في مساحة المسطح الورقي:

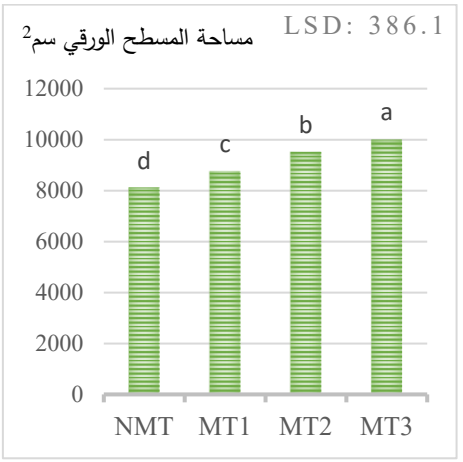
يتضح من الشكل رقم (3) أن هناك تأثيرًا واضحاً لمعاملات نوع مياه الري في مساحة المسطح الورقي. إذ تفوقت معاملة S3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات تلتها معاملة S1 بوجود تفوق معنوي على معاملة S2 بمتوسط (10473.5، 9865.9، 6944.9) سم^2 على التوالي، هذه النتائج تشير إلى أن لنوع مياه الري تأثيراً في مساحة المسطح الورقي.

وتبين من الشكل رقم (4) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه في مساحة المسطح الورقي، إذ تفوقت معاملة MT3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات، تلتها MT2

بفروق معنوية مع معاملة MT1 والتي تفوقت معنوياً على معاملة NMT بمتوسط (10000، 9512.2، 8750.6، 8116.4) سم^2 على التوالي. إذاً زيادة شدة مغنطة مياه الري تساهم في تحسين نمو النباتات، تتوافق هذه النتائج مع نتائج (Abedinpour and Alattar *et al*., 2019; Rohani, 2017; Abdalla *et al*., 2023)، التي تؤكد أن الري بالمياه الممغنطة يزيد مساحة المسطح الورقي.



الشكل (3) تأثير نوع مياه الري في مساحة المسطح الورقي



الشكل (4) تأثير شدة المغنطة في مساحة المسطح الورقي

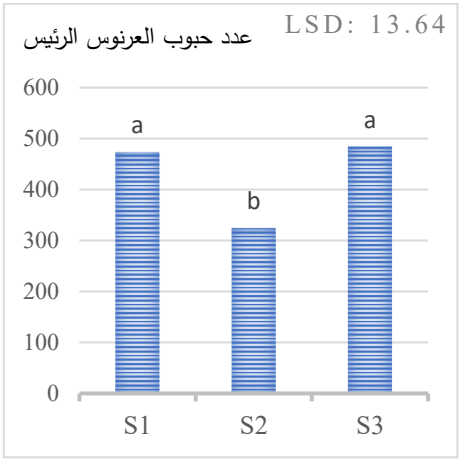
يظهر الجدول رقم (2) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في مساحة المسطح الورقي إذ سجلت معاملة MT3/S3 أعلى قيمة بمتوسط 11509.4 سم^2، بزيادة غير معنوية على معاملة MT2/S3، وبتفوق معنوي على باقي المعاملات وكانت أقل مساحة عند NMT/S2 بمتوسط 6288.2 سم^2. نلاحظ أيضاً أن زيادة شدة المغنطة أدت إلى زيادة معنوية في مساحة المسطح الورقي لكل نوع من أنواع المياه، نسبة الزيادة في مساحة المسطح الورقي بمعاملة S1 (8.2، 17.6، 22.1) %، و(5.8، 13.0، 23.0) % بمعاملة S2، و(8.8، 19.7، 24.4) % بمعاملة S3.

3-5- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في عدد حبوب العرنوس الرئيس:

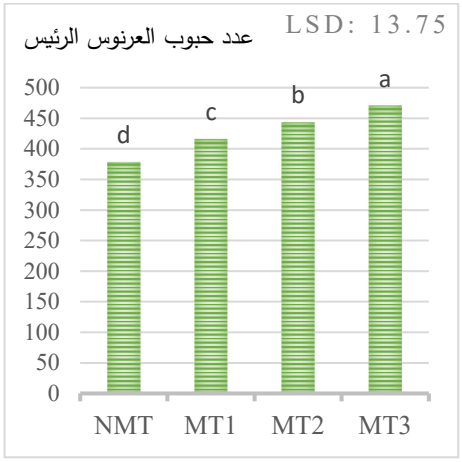
يتضح من الشكل البياني (5) أن هناك تأثيرًا واضحاً لمعاملات نوع مياه الري في عدد حبوب العرنوس الرئيس. سجلت معاملة S3 زيادة غير معنوية على معاملة S1

وتفوقت معنوياً على معاملة S2 بمتوســـط (484.2، 472.7، 323.9) حبة على التوالي، هذه النتائج تشير إلى أن لنوع مياه الري تأثيراً في عدد حبوب العرنوس الرئيس.

وتبين من الشكل رقم (6) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه في عدد الحبوب في العرنوس الرئيس، إذ تفوقت معاملة MT3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات، تلتها MT2 بفروق معنوية مع معاملة MT1 المتفوقة معنوياً على معاملة NMT بمتوســـط (470.7، 443.3، 415.7، 378.1) حبة على التوالي. هذا يدل على أن زيادة شدة المغنطة تعمل على زيادة عدد الحبوب في العرنوس الرئيس، ما يشـير إلى أهمية هذه المعالجة في تحسين إنتاجية النباتات. تتوافق هذه النتائج مع (Bakhtiari and Okhovat, 2024) التي أثبتت تفوق معاملات الري بالمياه الممغنطة على الري بالمياه غير الممغنطة في صـــفة عدد حبوب العرنوس الرئيس.



الشكل (5) تأثير نوع مياه الري في عدد حبوب العرنوس الرئيس



الشكل (6): تأثير شدة المغنطة في عدد حبوب العرنوس الرئيس

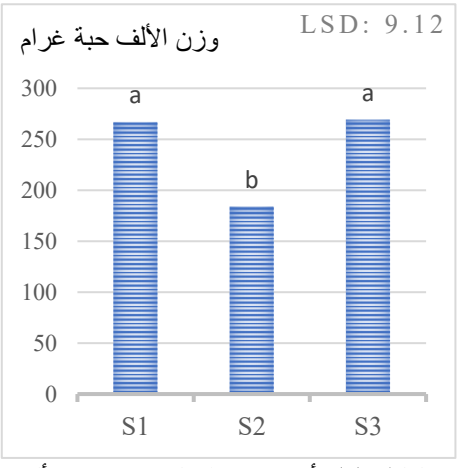
يظهر الجدول رقم (2) التأثير المشـترك لنوعية مياه الري مع شـدة المغنطة في عدد الحبوب في العرنوس الرئيس إذ سجلت معاملة MT3/S3 أعلى قيمة بمتوسط 536.4 حبة، بزيادة غير معنوية على معاملة MT3/S1، وبتفوق معنوي على باقي المعاملات وكان أقل عدد للحبوب في العرنوس الرئيس عند NMT/S2 بمتوسط 278.4 حبة. نلاحظ أيضـاً أن زيادة شـدة المغنطة أدت إلى زيادة معنوية في عدد الحبوب في العرنوس الرئيس لكل نوع من أنواع المياه، نســبة الزيادة في عدد الحبوب في العرنوس الرئيس بمعاملة S1

(8.3، 15.4، 22.4) %، و(15.0، 22.1، 28.2) % بمعاملة S2، و(8.3، 15.8، 24.1) % بمعاملة S3.

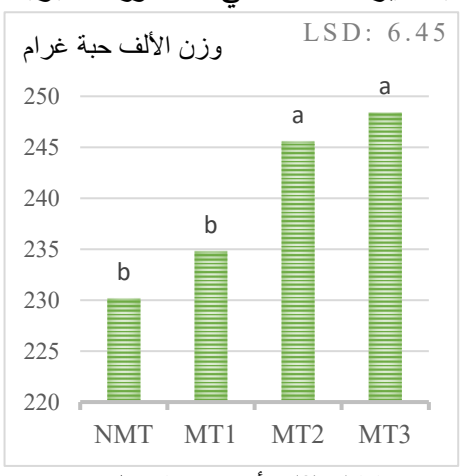
4-5- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في وزن الألف حبة:

يتضح من الشكل رقم (7) عدم وجود تفوق معنوي لمعاملة S3 على معاملة S1 مع تفوقهما معنوياً على معاملة S2 بمتوسط (268.97، 266.51، 183.58) غرام على التوالي.

وتبين من الشكل رقم (8) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه في وزن الالف حبة، إذ سجلت معاملة MT3 زيادة غير معنوية على معاملة MT2 وتفوقاً معنوياً على معاملة MT1 ومعاملة NMT بمتوسط (248.34، 245.51، 234.76، 230.12) غرام على التوالي. وهذا يدل على أن زيادة شدة المغنطة تزيد وزن الألف حبة، وبالتالي رفع إنتاجية النباتات، تتوافق هذه النتائج مع (Bakhtiari and Okhovat, 2024) التي أثبتت تفوق معاملات الري بالمياه الممغنطة على الري بالمياه غير الممغنطة في صفة وزن الحبوب.



الشكل (7) تأثير نوع مياه الري في وزن الألف حبة



الشكل (8): تأثير شدة المغنطة في وزن الألف حبة

يظهر الجدول رقم (2) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في وزن الألف حبة إذ سجلت معاملة MT3/S1 أعلى قيمة بمتوسط 280.99 غرام، بزيادة غير معنوية على معاملات MT3/S3، MT2/S3، MT2/S1، وبتفوق معنوي على باقي المعاملات وكان أقل وزناً للألف حبة عند NMT/S2 بمتوسط 175.03 غرام. نلاحظ أيضاً أن زيادة شدة المغنطة أدت إلى زيادة معنوية في وزن الألف حبة لكل نوع من أنواع

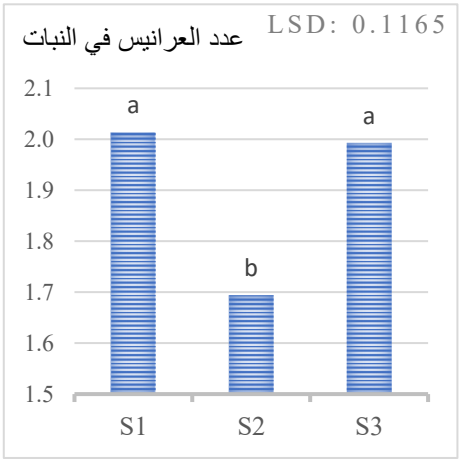
المياه، نسبة الزيادة في وزن الألف حبة بمعاملة S1 (1.8، 6.9، 10.5) %، و(2.7، 8.4، 8.4) % بمعاملة S2، و(1.8، 5.3، 5.1) % بمعاملة S3.

5-5- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في عدد العرانيس في النبات:

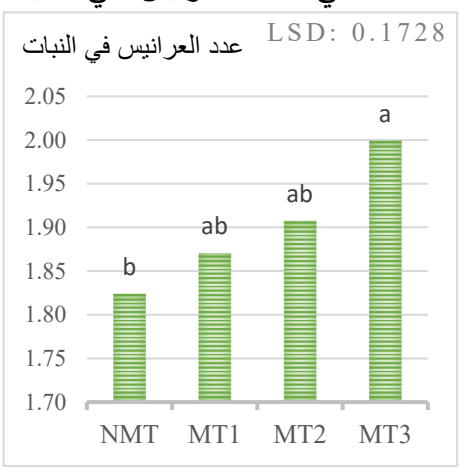
يتضح من الشكل رقم (9) أن هناك تأثيرًا لمعاملات نوع مياه الري في عدد العرانيس في النبات. إذ تفوقت معاملة S1 بزيادة غير معنوية على معاملة S3 وتفوقاً معنوياً على معاملة S2 بمتوسط (2.0137، 1.9928، 1.6939) عرنوس على التوالي. مع تفوق معنوي لمعاملة S3 على معاملة S2.

وتبين من الشكل رقم (10) أن معاملة MT3 هي الأعلى في متوسط عدد العرانيس في النبات بزيادة غير معنوية على معاملتي MT2 وMT1، وبتفوق معنوي على NMT، بمتوسط (1.9993، 1.9070، 1.8702، 1.8239) عرنوس على التوالي.

لا يوجد تأثير كبير لمعاملات المغنطة في عدد العرانيس في النبات.



الشكل (9): تأثير نوع مياه الري في عدد العرانيس في النبات



الشكل (10): تأثير شدة المغنطة في عدد العرانيس في النبات

يظهر الجدول رقم (3) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في عدد العرانيس في النبات إذ سجلت معاملة MT3/S1 أعلى قيمة بمتوسط 2.1663 عرنوس، بتفوق معنوي فقط على جميع معاملات S2 وكانت أقل قيمة عند NMT/S2 بمتوسط 1.611 عرنوس. نلاحظ أيضاً أنه لا يوجد أثر معنوي لزيادة شدة المغنطة في زيادة عدد العرانيس في النبات لكل نوع من أنواع المياه، نسبة الزيادة في عدد العرانيس في

النبات بمعاملة S1 (0.0، 2.8، 11.4) %، و(6.9، 6.9، 6.8) % بمعاملة S2، و(1.5، 4.3، 10.1) % بمعاملة S3.

الجدول (3): التفاعل بين نوع مياه الري وشدة المغنطة في كل من عدد العرانيس في النبات، الإنتاجية الحبية، الغلة الحيوية، والاحتياج المائي

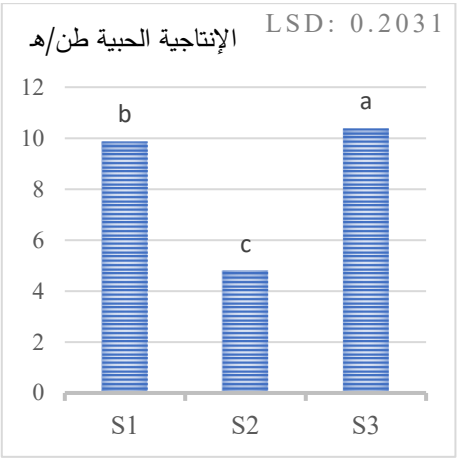
نوع المياه	شدة المغنطة	عدد العرانيس	الإنتاجية الحبية طن/هـ	الغلة الحيوية طن/هـ	الاحتياج المائي مم
S1	NMT	1.9443 ab	8.4262 f	18.9752 d	491.03 ab
	MT1	1.9443 ab	9.1157 e	20.5249 d	476.87 bcd
	MT2	1.9997 a	10.3788 d	24.3176 b	458.8 d
	MT3	2.1663 a	11.5418 b	28.1339 a	458 d
S2	NMT	1.611 c	3.7785 i	10.7575 f	392.23 e
	MT1	1.722 bc	4.5691 h	12.3145 f	392.37 e
	MT2	1.7217 bc	5.2483 g	14.0445 e	396.5 e
	MT3	1.7209 bc	5.5963 g	14.8591 e	395.9 e
S3	NMT	1.9165 ab	8.6126 f	20.028 d	502.05 a
	MT1	1.9443 ab	9.4862 e	22.5279 c	485.87 abc
	MT2	1.9997 a	10.9563 c	25.4311 b	471.27 cd
	MT3	2.1107 a	12.4684 a	29.5637 a	469.23 cd
المتوسط		1.90	8.3482	20.12317	449.18
$LSD_{0.05}$		0.2709	0.4082	1.7168	19.3
CV%		9.2%	3.1%	4.6%	2.5%

5-6- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في الإنتاجية الحبية:

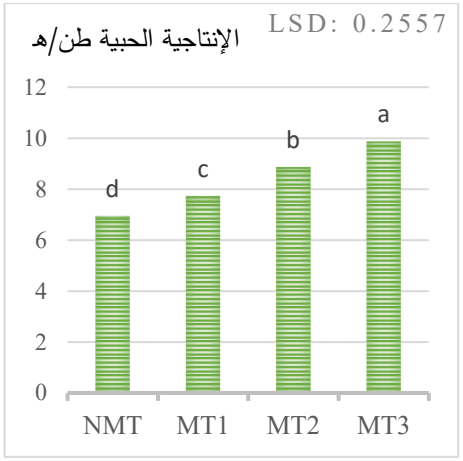
يتضح من الشكل رقم (11) أن هناك تأثيرًا معنوياً لمعاملات نوع مياه الري في الإنتاجية الحبية. إذ تفوقت معاملة S3 تفوقاً معنوياً على معاملة S1 ومعاملة S2 بمتوسط (10.3809، 9.8656، 4.798) طن/هـ على التوالي، مع وجود تفوق معنوي لمعاملة S1 على معاملة S2.

وتبين من الشكل رقم (12) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه في الإنتاجية الحبية للذرة الصفراء، إذ تفوقت معاملة مغنطة المياه MT3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات، تلتها MT2 بفروق معنوية مع معاملة MT1 المتفوقة معنوياً على معاملة NMT بمتوسط (9.8688، 8.8611، 7.7237، 6.9391) طن/هـ على التوالي، تتوافق هذه

النتائج مع (فهد وآخرون، 2005; الجوذري، 2006; Abedinpour and Rohani, 2017) التي أثبتت تفوق معاملات الري بالمياه الممغنطة على الري بالمياه غير الممغنطة في الإنتاجية الحبية



الشكل (11): تأثير نوع مياه الري في الإنتاجية الحبية



الشكل (12): تأثير شدة المغنطة في الإنتاجية الحبية

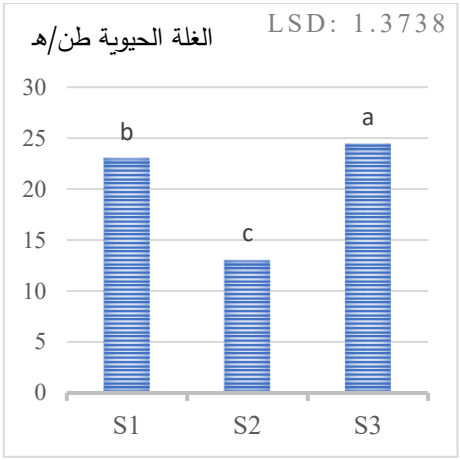
يظهر الجدول رقم (3) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في الإنتاجية الحبية إذ سجلت معاملة MT3/S3 أعلى إنتاجية بمتوسط 12.4684 طن/هـ، بتفوق معنوي على جميع المعاملات وكانت أقل قيمة عند NMT/S2 بمتوسط 3.7785 طن/هـ. نلاحظ أيضا أن لزيادة شدة المغنطة أثراً معنوياً في زيادة الإنتاجية الحبية لكل نوع من أنواع المياه، نسبة الزيادة في الإنتاجية الحبية بمعاملة S1 (8.2، 23.2، 37.0) %، و(20.9، 38.9، 48.1) % بمعاملة S2، و(10.1، 27.2، 44.8) % بمعاملة S3.

5-7- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في الغلة الحيوية:

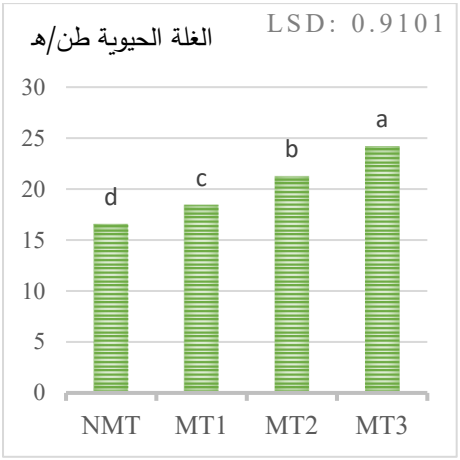
يتضح من المخطط (13) أن هناك تأثيرًا معنوياً لمعاملات نوع مياه الري في الغلة الحيوية. إذ تفوقت معاملة S3 تفوقاً معنوياً على معاملة S1 ومعاملة S2 بمتوسط (24.3877، 22.9879، 12.9939) طن/هـ على التوالي، مع وجود تفوق معنوي لمعاملة S1 على معاملة S2.

وتبين من الشكل رقم (14) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه على الغلة الحيوية، إذ تفوقت معاملة مغنطة المياه عند MT3 تفوقاً معنوياً على باقي المعاملات، تلتها MT2 بفروق معنوية مع معاملة MT1 المتفوقة معنوياً على معاملة NMT بمتوسط

(24.1856، 21.2644، 18.4558، 16.5869) طن/هـ على التوالي، تتوافق هذه النتائج مع (Abedinpour and Rohani, 2017; Alattar, *et al*. 2019; فهد وآخرون، 2005; الجوذري، 2006)، التي أثبتت تفوق معاملات الري بالمياه الممغنطة على الري بالمياه غير الممغنطة في الغلة الحيوية.



الشكل (13): تأثير نوع مياه الري في الغلة الحيوية



الشكل (14): تأثير شدة المغنطة في الغلة الحيوية

يظهر الجدول رقم (3) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في الغلة الحيوية إذ سجلت معاملة MT3/S3 أعلى غلة حيوية بمتوسط 29.5637 طن/هـ، بتفوق معنوي على جميع المعاملات وكانت أقل قيمة عند NMT/S2 بمتوسط 10.7575 طن/هـ. نلاحظ أيضاً أن لزيادة شدة المغنطة أثراً معنوياً في زيادة الغلة الحيوية لكل نوع من أنواع المياه، نسبة الزيادة في الغلة الحيوية بمعاملة S1 (8.2، 28.2، 48.3) %، و(14.5، 30.6، 38.1) % بمعاملة S2، و(12.5، 27.0، 47.6) % بمعاملة S3.

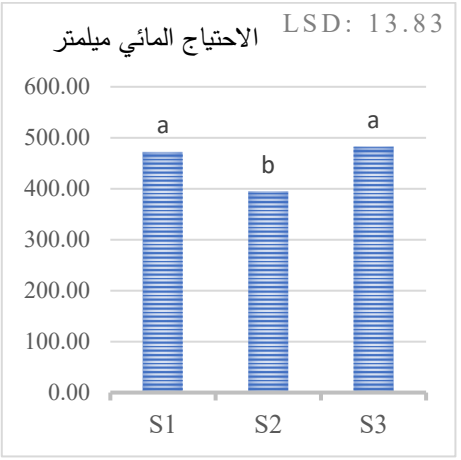
تفسر الزيادة بأن المغنطة تستعمل لتعديل انسيابية الماء، ما يسهل امتصاص العناصر الغذائية لدى جذور النباتات (Alsuvaid *et al*., 2022) ويُحسّن إنتاجية المحاصيل من خلال تسهيل نقل السكريات من خلال زيادة وجود الصبغات الضوئية وزيادة تركيب السكر لنباتات الذرة (Bakhtiari and Okhovat, 2024). وأثناء عملية مغنطة المياه يتأثر التركيب المائي، إذ يحدث تغيير في ترتيب الجزيئات المائية وتغيير في بنية الروابط الهيدروجينية، ما يزيد من قدرة الماء على التفاعل مع الأيونات والمواد الغذائية بحيث تضعف الروابط الهيدروجينية لجزيئات الماء، وتقلل من التوتر السطحي للماء، مما

يؤدي إلى زيادة التغلغل عند سطح التربة (Sheng *et al*., 2021)، ويسبب الكثير من التحسينات في خواص الماء كتعديل الكثافة والشد السطحي واللزوجة ورفع قابلية الماء على إذابة المعادن والفيتامينات والاملاح، (Morejon, *et al*., 2007 ; Ibrahim, *et al*., 2010) ، كما يزداد محتوى الأكسجين المذاب في المياه (Liu *et al*., 2016).

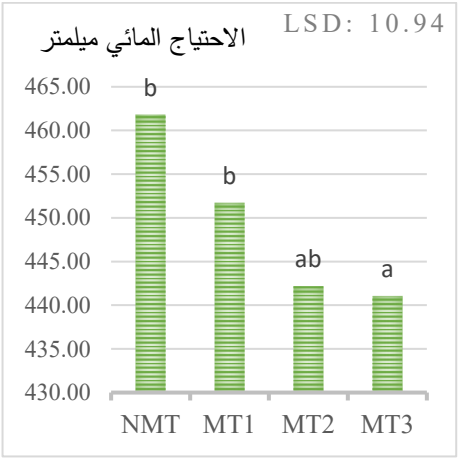
5-8- تأثير نوع مياه الري وشدة المغنطة في الاحتياج المائي:

يتضح من المخطط (15) أن هناك تأثيرًا معنوياً لمعاملات نوع مياه الري في الاحتياج المائي. إذ تفوقت معاملة S3 بزيادة غير معنوية على معاملة S1 وتفوقاً معنوياً على معاملة S2 بمتوسط (482.1، 471.18، 394.25) مليمتر على التوالي. مع وجود تفوق معنوي لمعاملة S1 على معاملة S2.

وتبين من الشكل رقم (16) وجود تأثير معنوي لشدة مغنطة المياه على تقليل الاحتياج المائي، إذ كان أقل احتياج مائي عند معاملة MT3 ثم MT2 ثم MT1 وأخيراً NMT، بمتوسط (441.04، 442.19، 451.7، 461.77) مليمتر على التوالي. تتوافق هذه النتائج مع (Ergashova and Kasymbetova, 2023; Abdel Kareem, 2018; Putti *et al*., 2023; Mohrazi, *et al*., 2021; سلامة والجودي، 2008) التي أثبتت انخفاض كمية المياه اللازمة سواء للذرة الصفراء أو نباتات أخرى عند استعمال المياه الممغنطة مقارنة مع الري بالمياه غير الممغنطة.



الشكل (15): تأثير نوع مياه الري في الاحتياج المائي



الشكل (16): تأثير شدة المغنطة في الاحتياج المائي

يظهر الجدول رقم (3) التأثير المشترك لنوعية مياه الري مع شدة المغنطة في الاحتياج المائي إذ سجلت معاملة NMT/S3 أعلى احتياج مائي بمتوسط 502.05 ميليمتر، بزيادة غير معنوية على معاملتي NMT/S1 وMT1/S3 وبتفوق معنوي على باقي المعاملات وكانت أقل قيمة عند NMT/S2 بمتوسط 392.23 ميليمتر. إن زيادة شدة المغنطة زادت من فعالية مياه الري وبالتالي ساهمت في تقليل الاحتياج المائي لمحصول الذرة الصفراء في معاملتي S3 وS1 بينما زاد الاحتياج المائي في معاملة S2.

نسبة تقليل الاحتياج المائي بمعاملة S1 (2.9، 6.6، 6.7) %، و(3.2، 6.1، 6.5) % بمعاملة S3، ونسبة زيادة الاحتياج المائي في معاملة S2 (0.0، 1.1، 0.9) %.

6- الاستنتاجات:

1- أظهرت نتائج التجربة أن نوعية مياه الري كان لها تأثير معنوي في الصفات المدروسة لنبات الذرة، إذ تميزت مياه الصرف الصحي المعالجة بقدرتها على دعم نمو النبات وزيادة الانتاج.

2- إن للمغنطة تأثيراً إيجابياً في تحسين مؤشرات النمو والإنتاج، وقد تبين أن زيادة شدة المغنطة تؤدي إلى تعزيز هذا التأثير الإيجابي، خاصةً فيما يتعلق بصفات مساحة المسطح الورقي وعدد حبوب العرنوس الرئيس والإنتاجية الحبية والحيوية.

3- إن الانخفاض الملحوظ في الاحتياج المائي ضمن معاملتي مياه البئر ومياه الصرف الصحي المعالج، بالتوازي مع تحسّن الإنتاج، يُبرِز إمكانية اعتماد المياه الممغنطة كخيار مزدوج يحقق الحفاظ على الموارد المائية وزيادة المحصول في زراعة الذرة.

4- رغم أن معالجة المياه المالحة مغناطيسيًّا أدت إلى زيادة طفيفة في الاحتياج المائي، إلا أنه سُجّل تحسن ملحوظ في مؤشرات النمو والإنتاج، هذا التباين يشير إلى أن المغنطة، ساعدت النبات في مقاومة الإجهاد الملحي.

5- لاحظت الدراسة تفاعلاً مهماً بين نوع المياه وشدة المغنطة، ما يؤكد أن الاستجابات الفسيولوجية للنبات تعتمد تكامل الظروف البيئية والفيزيائية.

7- المراجع العربية:

1- الجوذري حياوي، يوه عطية. (2006). "أثر التكييف المغناطيسي لمياه الري والسماد البوتاسي في بعض الصفات الكيميائية ونمو حاصل الذرة الصفراء". رسالة ماجستير، كلية الزراعة جامعة بغداد، العراق،195 صفحة.

2- الساهوكي، مدحت مجيد. (1990). الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها. جامعة بغداد.

3- الضرير عبد الناصر، الحاج حسين مروان. (2008). "الري والصرف"، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة، ص 350.

4- المعاضيدي، علي فاروق قاسم (2006). تأثير التقنية المغناطيسية في بعض نباتات الزينة. اطروحة دكتوراة. قسم البستنة. كلية الزراعة. جامعة بغداد. 171ص.

5- أمين، سامي كريم محمد وعلي فاروق قاسم. (2009). "تأثير ملوحة ماء الري الممغنط في صفات النمو الخضري لنبات الجربيرا *Jamesonii* Gerbera". مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية .25 (1): 63 – 74.

6- خطاب محمد نائل، درويش مجد، مرهج علاء. (2019). "الانتخاب الفردي في عشيرة محلية من الذرة الصف الصفراء (Zea mays L) لأهم الصفات الاقتصادية تحت ظروف الإجهاد الملحي". المجلة السورية للبحوث الزراعية (2)6 324 -308.

7- سلامة معن، الجودي حسان. (2008). "تأثير الاختلاف الكمي في احتياجات مياه الري العادية والممغنطه على محصول الذرة". مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية – سلسلة العلوم الهندسية المجلد 30 العدد1.

8- عبد المنعم، سنان نزار. (2008). "تأثير مغنطة مياه الري في بعض الصفات الفيزيائية لعينات ثلاث ترب كلسية وجبسية ونمو الذرة الصفراء Zea mays L". رسالة ماجستير، قسم علوم التربة والمياه – كلية الزراعة – جامعة بغداد ع ص 98.

9- عبد مهدي عبد الكاظم، الزغيبي الدين كريم لهيمص سيف. (2016). "تأثير نوعية مياه الري في محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L*)". مجلة الفرات للعلوم الزراعية، 8(4), 724-713.

10- فهد، علي عبد، قتيبة محمد حسن، عدنان شبار فالح وطارق لفتة رشيد. (2005). "التكييف المغناطيسي لخواص المياه المالحة لأغراض ري المحاصيل: 2. الذرة الصفراء والحنطة". مجلة العلوم الزراعية العراقية .36(1) :34-29.

8- References:

1- Alsuvaid, M. (2021). The effects of irrigation water salinity and different magnetic treatment on evapotranspiration, yield, quality parameters of red pepper (Capsicum Annum Cv. Kapija) and soil salinity. (Ph.D. Thesis) Ondokuz Mayıs University, Graduate Education Institute, Samsun, Turkey.

2- Alsuvaid, M., & Demir, Y. (2022) The Effect of Salinity (NaCl) Stress and Different Magnetic Applications on The Germination of Cucumber Seeds (Cucumis sativus L.). Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(3), 529-540

3- Alsuvaid, M., Demir, Y., Kiremit, M. S., & Arslan, H. (2022). Interaction Effect of Water Magnetization and Water Salinity on Yield, Water Productivity and Morpho-Physiological of Balkız Bean (Phaseolus vulgaris). Gesunde Pflanzen, 1-16.

4- Abdalla M. Zain Eldin, Mahmoud E. Attia, T.K. Zien El-Abedin, A.E. Ahmed, Abdelaziz I. Omara; (2023); Effect of Magnetizm on Saline Irrigation Water Properties. Misr Journal of Agricultural Engineering; 40 (4): 331 – 350.

5- Abdel Kareem, N. S. (2018). "Evaluation of Magnetizing Irrigation Water Impacts on the Enhancement of Yield and Water Productivity for Some Crops".Journal of Agricultural Science and Technology A 8 .271-283

6- Abedinpour, M. Rohani, E. (2017). "Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water". Journal of Water Reuse and Desalination. 07.3

7- Ahmad, U., Hussain, M., Ahmad, W., Javed, J., Arshad, Z., & Akram, Z. (2024). Impact of global climate change on maize (Zea mays): physiological responses and modern breeding techniques. *Trends Biotech Plant Sci*, *2*(1), 62-77.

8- Alattar, E. M., Elwasife, K. Y., Radwan, E. S., & Abuassi, W. A. (2019). Influence of magnetized water on the growth of corn (Zea mays) seedlings. *Romanian Journal of Biophysics*, *29*(2).

9- Bakhtiari, H., & Okhovat, M. (2024). Exploring the Impact of Magnetic Water on the Physiological and Functional Parameters of Maize as a Vital Industrial Crop. *Agrotechniques in Industrial Crops*, *5*(1), 57-69.

10- Blake, W. (2000). "Physical and Biological effect of magnet in santwani". M. T(ed) the art of magnetic healing. B.Jain. India Gyaa.Com. India.
11- Boix, Y. F., Dubois, A. F., Victório, C. P., Quintero, Y. P., Aguilera, J. G., Alemán, E. I., Betancourt, M. N., & Morales-Aranibar, L. (2023). Magnetically Treated Water in *Phaseolus vulgaris* L.: An Alternative to Develop Organic Farming in Cuba. *Plants, 12*(2), 340. https://doi.org/10.3390/plants12020340
12- Ergashova, D., & Kasymbetova, S. (2023). Efficiency of use of magnetic water in drip irrigation of cotton. *E3S Web of Conferences, 365,* 01010. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336501010
13- Fakhar M.S., Kaviani A. 2024. Estimation of water consumption volume and water efficiency in irrigated and rainfed agriculture based on the WaPOR database in Iran. Journal of Water and Climate Change 15(6): https://doi.org/10.2166/wcc.2024.655
14- Ferrer-Dubois, A.E.; Zamora-Oduardo, D.; Rodríguez-Fernández, P.; Fung-Boix, Y.; Isaac-Aleman, E. Water treated with a static magnetic field on photosynthetic pigments and carbohydrates of Solanum lycopersicum L. Rev. Cuba. De Química (2022), 34, 34–48. Available online: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212022000100034&lng=es&tlng=en (accessed on 20 September 2022).
15- He,J.S.; Qi, F.Y.; Pei, L.W.; Yang, H.W.; Cai, R.; Ye, Z.Y. Integrated index assessing effect of magnetic treatment on liquid water's associative structure. Trans. Chin. Soc. Agric. Eng. (2014), 30, 293–300.
16- Ibrahim, M. Abdel-Aal, M. Seleiman, F. Khazaei, H. and Monneveux, P. (2010). "Effect of different water regimes on agronomical traits and irrigation efficiency in bread wheat". (*Triticumaestivum*L.) grown in the nile delta. From Internet: Http: // Www.Shigen. Nig. Ac. Jp / Ewis / Article / Html / 73Article. Html.PP:55-63.
17- Liu,X.M.; Wang,L.; Wang,H.T.; Wang,Y.P.; Ma, F.Y.; Wan, X.; Zhu, H.Effects of magnetic brackish water irrigation on composition of soil exchangeable base ions. J. Soil Water Conserv. (2016), 30, 266–271.
18- Morejon, L. Palacio, C. Abad, A. Abadand, P and V. Govea, L. (2007)."Stimulation of Pinustropicalis seeds bymagnetically treated water". IntAgrophysics.21:173-177.
19- Mohrazi, A., Ghasemi-Fasaei, R., Ronaghi, A., & Moosavi, A. A. (2021). Zinc behavior in maize cropping system as influenced by coal application and magnetized Zn contaminated water. *Journal of Plant Nutrition*, *45*(4), 583-593.

20- Putti, F. F., Vicente, E. F., Chaves, P. P. N., Mantoan, L. P. B., Cremasco, C. P., Arruda, B., Forti, J. C., Silva Junior, J. F., Campos, M., dos Reis, A. R., & Gabriel Filho, L. R. A. (2023). Effect of Magnetic Water Treatment on the Growth, Nutritional Status, and Yield of Lettuce Plants with Irrigation Rate. *Horticulturae, 9*(504), 1–17. https://doi.org/10.3390/horticulturae9040504
21- Samarah, N.H.; Bany Hani, M.A.M.I.; Makhadmeh, I.M.(2021). Effect of Magnetic Treatment of Water or Seeds on Germination and Productivity of Tomato Plants under Salinity Stress. Horticulturae, 7, 220.
22- Sarraf, M.; Kataria, S.; Taimourya, H.; Santos, L.O.; Menegatti, R.D.; Jain, M.; Ihtisham, M.; Liu, S. Magnetic Field (MF) Applications in Plants: An Overview. Plants (2020), 9, 1139. [CrossRef] [PubMed]
23- Sheng, T.M.; Zhang, S.J.; Xiao, B. Effect of magnetized water irrigation on soil water and salt distribution and spring corn yield. J. Soil Water Conserv. 2021, 35, 289–295.
24- Singh, O. P., & Singh, P. K. (2021). Effects of drip and alternate furrow method of irrigation on cotton yield and physical water productivity: A case study from farmers' field of Bhavnagar district of Gujarat, India. *Journal of Applied and Natural Science, 13*(2), 677–685.
25- Wang, L.; Guo, J.Y.; Liu, X.M.; Ma, F.Y.; Zhu, H.; Ma, X.S.; Wang, W.B. (2018), Effects of irrigation with magnetized salty water on biochemical properties of salty soil. J. Nucl. Agric. Sci. 32, 150–156.
26- Zhou, B., Yang, L., Chen, X., Ye, S., Peng, Y., & Liang, C. (2021). Effect of magnetic water irrigation on the improvement of salinized soil and cotton growth in Xinjiang. *Agricultural Water Management, 248,* 106784.
27- Zlotopolski, V. (2017). The impact of magnetic water treatment on salt distribution in a large unsaturated soil column. *International Soil and Water Conservation Research, 5*(3), 253–257. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.07.003