مجلة الفلاحة (٢٠٢٢) ٩٩ (٢): ١٩ - ٢٥

الزراعة المغناطيسية ودورها في تنظيم الوظائف الحيوية للنباتات الطبية والعطرية وتعزيز نموها و تحملها للضغوط البيئية

د. عالية عامر، د. أمل شاهين
قسم بحوث النباتات الطبية والعطرية – معهد بحوث البساتين – مركز البحوث الزراعية

المقدمة:

يعد الإنتاج الزراعي عنصراً اساسياً من عناصر الدخل القومي حيث انه نشاط مازال يعمل به اكثر من ربع القوى العاملة بالريف المصري، الا انه يواجه تحديات ما زال لذلك فانه لابد من العمل على حل المشكلات التي يواجها مع العمل على تحسين وزيادة الانتاجية لعل ابرزها وقوع مصر فى الاقليم شبه جاف مناخيا مع قلة الموارد المائية المتاحة وزيادة نسبة الملوحة بها، بالإضافة الي التقلبات المناخية مما يؤثر التأثير على الانتاجية وانخفاضها ويتزايد الطلب على استعمال كميات اكثر من الاسمدة ومبيدات الآفات والموارد الوراثية المناسبة بشكل شائع لتحسين انتاجية المحاصيل مما يؤدي لزيادة تكاليف الانتاج وعدم القدرة على زراعة محاصيل جديدة والتقيد بمحاصيل معينة قد لا تتوافق مع الاحتياجات المطلوبة. لذا تتجه السياسات في مصر الى انتهاج سياسة التوسع الأفقي جانبا مع التوسع الرأسي لزيادة المساحات المنزرعة الا انها تواجه بعض التحديات تعرض هذه الأراضي للتملح نتيجة زيادة نسبة الاملاح فى مياه الري خاصة مياه الابار، مع حدوث تعديات على الأراضي بالدلتا.

ومن هنا كان من الضروري الاهتمام بمواجهة هذه العقبات والعمل على تذليلها سواءا باستعمال الاصناف المحسنة وراثيا أو باتباع التقنيات العلمية الحديثة المستخدمة في سائر العمليات الزراعية سواء الري او التسميد أو عمليات الخدمة وغيرها لمواجهة تلك المشكلات. ومن ضمن هذه التقنيات اتباع بعض المعاملات الفيزيائيه فى الزراعه مثل استخدام التقنيات المغناطيسيه وتطبيقاتها فى الزراعه ويسمى ذلك الفيزياء الزراعية.

الفيزياء الزراعية:

هي العلم الذي يبحث خصائص العمليات الفيزيائية التي تؤثر على إنتاج النبات حيث تتمثل أساسيات الفيزيائية الزراعية في نقل الكتلة (الماء والهواء والمغذيات) والطاقة (الضوء والحرارة) في سلاسل التربة والنبات والغلاف الجوي والتربة والنبات والآلة والمنتجات الزراعية والأغذية وطريقة تنظيمها للوصول إلى الكتلة الحيوية كما ونوعا مع الحفاظ على استدامة البيئة. كما يتيح معرفة الظواهر الفيزيائية في البيئة الزراعية الى زيادة الكفاءة في استخدام المياه والمواد الكيميائية في الزراعة وتقليل خسائر الانتاج أثناء الحصاد والنقل والتخزين والمعالجة. فهي تعتبر أسلوب زراعي بيئي ذو أبعاد اقتصادية واجتماعية يهدف إلى إنتاج غذاء نظيف بطرق آمنة، مع مراعاة التوازن الطبيعي دون الإخلال بالنظام البيئي. تعمل هذه الأنظمة في اتخاذ خصوبة التربة كأساس للقدرة الانتاجية من خلال المدخلات التي تكمن في النبات اوالحيوان. لا تنفصل الزراعة الفيزيائية عن الزراعه العضوية والحيوية بل هى مكملة لتلك النظم بل نجد فى بعض الاحيان ان وسائل مكافحه الامراض والآفات والحشائش في نظم الزراعة العضوية والحيوية تستند فى اساسها العلمى الى مبادئ ونظريات علم الفيزياء الحيوية والتي تغلبها صفة الاستدامة حيث تعمل بصورة دورية على رفع خصوبة التربة مما ينعكس على النبات من حيث النمو الجيد والمحصول العالي والقدرة على مقاومة الآفات.

يتطلَّب الارتقاء في الإنتاج الزراعي حنكة في طريقة إدارة مدخلات العملية الزراعية وهو ما توصل أطرافها الفيزياء الزراعية. اذ تستهدف عناصر مدخلات الإنتاج الزراعي النباتي مثل التربة (التركيب والنسيج والبناء واللون والمسامية)، المناخ (الحرارة والضغط والرطوبة والرياح والامطار والضوء)، النبات (النوع والصنف والتراكيب الفسيولوجية والمورفولوجية والتشريحية)، المواد الداخلة في التسميد (التركيب البنائي والفراغي للمواد المسمدة سواء عضوية او كيمائية) وايضا مياه الري (عذبة و مطيرة وجوفية ومعالجة سواء كانت ناتج معالجتها صرف صحي او زراعي) للعمل على استعاده التوازن الطبيعي للشحنات الداخلة في تركيب هذه العناصر السالفه الذكر مما يحسن من عمليه الانتاج ويقلل تكاليفها. ويمكن استخدام التقنيات الفيزيائية النووية في التتبُّع والتقدير الكمي لحركة وديناميات الكربون والمياه والمغذيات ضمن نظم إيكولوجية زراعية متنوعة من أجل تحسين ممارسات الزراعة النظيفه. ومن امثله استخدام الفيزياء فى التطبيقات الزراعيه نجد بعض المصطلحات الرنانه فى الاونه الاخيره مثل تقنيات التكنولوجيا المغناطيسية'

تقنيات التكنولوجيا المغناطيسية:

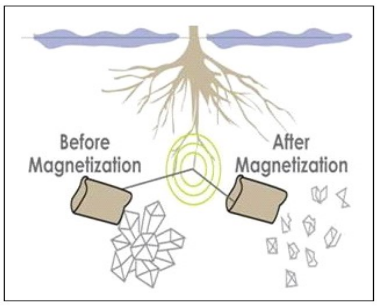
حيث أن الطاقة المغناطيسية أحد أنواع الطاقة الكونية المحيطة بالأرض التي تدخل تأثيراتها حولنا بدرجات متفاوتة حيث ان من ضمن تأثيراته على المساحات الزراعية اذ تحفز الإشعاعات الكهرومغناطيسية القادمة من الشمس نمو النباتات وتطورها من خلال عملية التمثيل الضوئي، كما تنشأ الموجات المغناطيسية تغييرًا في التوازن الكهروستاتيكي لنظام النبات على مستوى غشاء الخلية مما يعمل على زيادة نمو النبات.

ميكانيكية التأثير الإيجابي للمغناطيسية الحيوية في الماء والبذور وامتصاص العناصر :

يكمن الأساس النظري لاستخدام الموجات المغناطيسية في ان المادة العضوية التي تتكون منها الكائنات الحية تحتوي على بنية قطبية بسبب الروابط الكيميائية المستقطبة المختلفة، والتي قد تكون مرتبطة بجزيئات الماء والأملاح المعدنية المنفصلة التي تمنح خصائص مغناطيسية فان الحقل المغناطيسي الأرضي يؤثر المجال المغناطيسي الأرضي على الوظائف البيولوجية الأساسية للبذور وتطور النبات من خلال توليد الشحنة الكهربائية المتحركة المجال المغناطيسي حولها (مثل الإلكترون أو الأيون أو الجسيم المستقطب).

حيث يعد تعرض النباتات للمجال المغناطيسي أحد التطبيقات الفيزيائية المحتملة والآمنة وقليلة التكلفة لتعزيز إنتاجية المحاصيل ولتحسين الخصائص الكمية والنوعية للإنتاج الزراعي والنباتي في البيوت المحمية أو الظروف الميدانية. لا تصدر هذه التقنية نفايات من أي نوع ، ولا تولد إشعاعات ضارة ولا تتطلب طاقة ، لذا فهي صديقة للبيئة واقتصادية ومستدامة وتنسب إلى الزراعة الحديثة مرغوبة للغاية. و لديها القدرة على زيادة إنتاج المحاصيل وإنتاجية المياه لكل وحدة مساحة من الأرض دون أن يكون له أي تأثير ضار تجاه أي مكون بيئي. على سبيل المثال يتم استخدام تقنيات التكنولوجية المغناطيسية عن طريق أجهزة معينة في توليد مجال مغناطيسى قوى تتعرض له البذور او النباتات بهدف زيادة معدلات الانبات والنمو كذلك، مقاومة الظروف غير المناسبة للنمو. فمثلا عند تعريض البذور لمجال مغناطيسي محدد قبل الانبات تزيد حيويتها أكثر فتصل لأقصى نسبة انبات ممكنة. كما يتم تعريض الشتلات اثناء مرحلة البادرة للمجال المغناطيسى لتحسين نموها وتختلف مدة وقوة التعرض تبعا للغرض المطلوب وكذلك تبعا لنوعية العمر النباتي (سواءا بذور او بادرات او شتلات) وايضا حسب التركيب الفسيولوجى والتشريحى لكل نوع نباتى.

•تأثير المجال المغناطيسي في جزيئات الماء:



بداية يطلق العلماء على الماء العادى (الماء الميت) وهو مصطلح يطلق على مياه الابار والانهار على حد سواء فهو ماء فاقد للنشاط والحيوية من الناحية البيولوجية نتيجة رحلته الطويله التى افقدته طاقته ونشاطه وحيويته كما أصبحت جزيئاته موزعه بصورة عشوائية وكذلك نتيجة تعرض الماء اثناء عملية التحلية الى التكثيف وضغط الهواء العالي ،كذلك إضافة المواد المعقمة التي تضاف إلى الماء المستخدم مثل الكلور تؤدى لفقده الكثير من خواصه الحيوية ويجعل النبات لا يستفيد الاستفاده القصوى من هذا الماء الميت الفاقد للطاقه والنشاط والحيويه.

كل هذا فى النهايه مما يؤدى لعدم جودة مياه الرى ويؤثر على نمو النبات ومن ثم يؤدى الى نقص المحصول وتدنى جودته والماء وجزيء الماء في غاية البساطة يتكون من ذرات هيدروجين وأوكسجين ، هذه الجزيئات ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينية، وقد تكون هذه الروابط ثنائية أو متعددة الروابط، وعند وضع جزيئات الماء داخل مجال مغناطيسي فإن الروابط الهيدروجينية بين الجزيئات إما تتغير أو تتفكك وهذا التفكك يعمل على امتصاص الطاقة ويقلل من مستوى اتحاد جزيئات الماء ويزيد من قابلية التحليل الكهربائي ويؤثر على تحلل البلورات (شكل 1) .

وتعمل عملية ممغنطة المياه على إعادة إحياء وتغذية الماء ، وتعيد له الكثير من الخواص المفقودة ، إذ ان عملية الممغنطة تعيد تنظيم شحنات الماء بشكل صحيح في الوقت الذي يكون فيه شكل هذه الشحنات عشوائياً في الماء العادى مما يؤدى الى إعادة إحياء الماء فيمنح النبات نشاطا وحيويه فائقه، وقدره عاليه على الإستفاده القصوى من كل ما يحتوى عليه الماء من عناصر غذائيه، كما يمنح النبات قدره عاليه على امتصاص الاسمده و مقاومة الامراض والتخلص من الميكروبات.

كما يؤثر المجال المغناطيسى على الروابط الهيدروجينية والغير هيدروجينية الموجودة فى المياه تاثيرا قويا مما يؤدى لتغيير الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه فتصبح ميسرة بصورة افضل منها قبل المعالجة كما يقلل قوى التوتر السطحى وتجاذب جزيئاتات الاملاح مما يساعد على فصلها من الماء بالاضافة لعمل المغنطة على تحسين قلوية المياه اذ يحولها لمياه شبه حامضية 7.6"" .

إن جزيئات الماء فى الطبيعه تتجمع على شكل مجموعات مما يجعل حجمها كبيرا كما أصبحت جزيئاته موزعه عشوائيا وبدون انتظام وهنا تظهر اهمية مغنطة المياه كمحاولة لاعادتها لحالتها الطبيعية مثل مياه الامطار حيث تعمل على تكسير وتفتيت مجموعات جزيئات الماء والاملاح الى جزيئات غايه فى الصغر وذات ترتيب منتظم .

اى ان عملية الممغنطة تعيد تنظيم شحنات الماء بشكل صحيح في الوقت الذي يكون فيه شكل هذه الشحنات عشوائياً في الماء العادى واتسعت استخدامات الماء المغناطيسي لتدخل عالم الصناعة من أوسع الأبواب. كما في حالات التلوث الطبيعي لمياه البحيرات فإن المياه المعالجة المغناطيسية جعلت مياه البحيرة صالحة للاستهلاك الآدمي. حيث ان الماء المغناطيسي يجري وينساب بشكل أسرع وبعد هذه النتائج حدث اهتمام بالغ بالأبحاث التي تستهدف تطوير طرق الحصول على المياه الممغنطة حتى أصبحت تكنولوجيات إنتاج الماء

المغناطيسي من الأشياء المهمة لدى العديد من الدول لما تتيحه من امكانية استخدام المياه المالحة في الزراعة وكذلك المساعدة في عملية غسل التربة من الأملاح بصورة كبيره.

•السيطرة على مسببات الامراض النباتية:

لذا فان الاتجاه الحالي لاستخدام تقنية الزراعة المغناطيسية يساعد فى التغلب على بعض من المشكلات وبالتالى امكانية زراعة المحاصيل المطلوبة، فقد كان لتطبيق المجال المغناطيسي علي النباتات دورا فعالا في التغلب على الأمراض وزيادة التحمل ضد عوامل البيئة المعاكسة حيث يؤثر المجال المغناطيسي علي البذور والنباتات ويسرع من عملية التمثيل الغذائي ، مما يؤدي إلى تحسين الإنبات. يتم إعادة تنظيم المركبات الأولية والثانوية وأنشطة الإنزيمات وامتصاص المغذيات والماء لتحفيز نمو النبات والإنتاجية في ظل الظروف المواتية. أثناء الظروف المعاكسة للإجهاد اللاأحيائي مثل الجفاف والملوحة والتلوث بالمعادن الثقيلة في التربة ، يخفف التعرض للمجالات المغناطيسية من آثار الإجهاد عن طريق زيادة مضادات الأكسدة وتقليل الإجهاد التأكسدي في النباتات. كما يمكن التغلب على توقف نمو النبات في ظل ظروف الإضاءة ودرجات الحرارة المختلفة الغير مواتية عن طريق التعرض لتلك المجالات المغناطيسية. كما ينخفض معدلات الإصابة بالامراض النباتية عند التعرض لتلك المجالات بسبب تعديل شحنات عنصر الكالسيوم، ومسارات البرولين والبولي أمين.

جـ امتصاص العناصر:

كما يؤثر المجال المغناطيسي على الاتجاه الطبيعي لذرات الحديد والكوبلت ويستخدم طاقاتها لمواصلة إزاحة العناصر الدقيقة في الخلايا المرستيمية للجذور، مما يؤدي إلى زيادة نمو النبات. الجرعات المختلفة من المجال المغناطيسي تغير من الكتلة الحيوية للجذور، ومحيط السيقان، وحجم الورقة. علاوة على ذلك، فقد وجد ان نمو الجذور يكون أكثر حساسية من نمو البراعم عند التعرض للمجالات المغناطيسي. أدت المعالجة المسبقة للبذور بواسطة المجال المغناطيسي إلى نمو البادرات، وحيوية البذور، وزيادة انتاجية المحاصيل). يعمل المجال المغناطيسي على تسريع النمو عن طريق تحفيز تخليق البروتين وتنشيط انحناء الجذور عن طريق تغيير الحركة داخل خلايا بلاستيدة (الغلاف) النشا الموجودة في الخلايا العضوية للقلنسوة (root cap وهو نوع من الأنسجة الموجودة على طرف جذور النباتات). تؤثر معالجات المجال المغناطيسي أيضًا على عمليات التمثيل الغذائي للنبات التي تتضمن الشقوق الحرة وتحفيز نشاط البروتينات والإنزيمات لتعزيز قوة انبات البذور وايضا تحفيز نمو البراعم مما يؤدي بالتالي إلى زيادة الإنبات وعدد الفروع و بالتالي زيادة الوزن الطازج.

التأثيرات المختلفة للمجال المغناطيسي على البذور في مراحل النمو

أولا: إنبات البذور

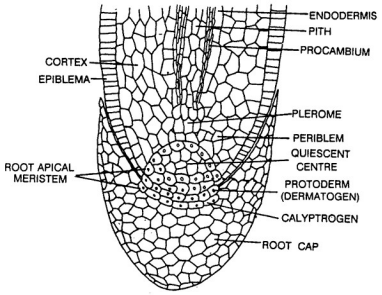
تعد مرحلة الانبات من اهم المراحل في حياه النبات حيث تعتمد عليها نجاح نمو وانتاجية المحاصيل.اذ يحفز المجال المغناطيسي مراحل النمو الأولية والظهور المبكر للبادرات. حيث يعمل المجال المغناطيسي على تكوين الشقوق الحرة ويحفز نشاط البروتينات والإنزيمات لتعزيز قوة البذور. وقد تكون الخصائص البارا مغناطيسية للبلاستيدات هي المسؤولة عن زيادة جودة وقوة البذور. كما يزيد المجال المغناطيسي الطاقة عند اختراقها شقوق حيث تتوزع هذه الطاقة إلى الجزيئات الحيوية التي تعمل بدورها علي تحفيز عملية التمثيل الغذائي فتعزز إنبات البذور. يتم ذلك من خلال احتواء الخلية النباتية النشطة على شقوق حرة تلعب دورًا حيويًا في نقل الإلكترون وحركية التفاعلات الكيميائية الحيوية، وتمتلك الشقوق الحرة إلكترونات حرة غير مرتبطة بأنشطة مغناطيسية والتي يمكن التأثير عليها وتوجيهها تحت المجال المغناطيسي الخارجي، فيتم امتصاص الطاقة الكهرومغناطيسية نتيجة للتفاعل بين المجال المغناطيسي الخارجي والنشاط المغناطيسي للإلكترونات الحرة. وبالتالي يتم تحويل هذه الطاقة إلى شكل كيميائي يعمل علي تسريع العمليات الأساسية في البذور.

من ناحية اخري يعزز التعرض للمجال المغناطيسي نشاط البذور من خلال التأثير على نشاط البروتينات والإنزيمات والعمليات الكيميائية الحيوية التي تشمل الشقوق الحرة، الأوكسينات والعناصر المغذية وكذلك امتصاص الماء. فيزيد المجال المغناطيسي من محتوى الأكسينات وكذلك أنشطة الإنزيمات التي تنظم استطالة جدار الخلية النباتية حيث ان الاوكسينات هي جزيء إشارة تتواجد في قمم الجذور وتنظم أنشطة الخلايا المجاورة في جدار الخلية النباتية عن طريق الإشارات الكهروكيميائية. كما ان انتقال الأكسين في النباتات يرتبط بالعوامل البيئية مثل الجاذبية والمجال المغناطيسي والضوء موجود في قمم الجذر ، والذي يدير أنشطة الخلايا المجاورة عبر الإشارات الكهروكيميائية. يرتبط انتقال الأوكسين في النباتات بالعوامل البيئية مثل الجاذبية ، المجال المغناطيسي ، والضوء. يزيد المجال المغناطيسي من محتوى الأوكسين وكذلك أنشطة الإنزيمات التي تنظم استطالة جدار الخلية النباتية. اكدت الدراسات حول تأثير المجال المغناطيسي على التعديلات في نشاط البروتين والإنزيم البروتيني والتأثير علي بعض العناصر مثل الحديد والنحاس والمنجنيز والزنك والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم وكذلك الكالسيوم وذلك من خلال التأثير علي الاغشية النباتية والالكترونات المستقبلة للعناصر المغذية.

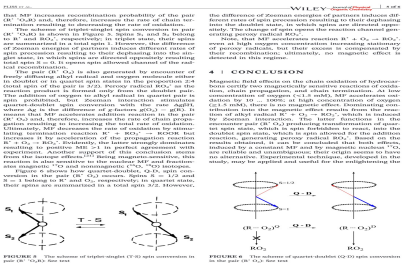
ثانيا: مرحلة النمو:

يؤثر المجال المغناطيسي بشكل إيجابي على نمو النباتات عن طريق زيادة طول الساق والجذر. فيعتمد نمو الجذور على الانقسام الخلوي في الخلايا المريستيمية الجذرية وهي الخلايا المسؤولة عن نمو النبات وزيادة عدد خلاياه وما يتبع ذلك من تمايز واستطالة للخلايا. كانت خلايا القلنسوة أكبر بشكل ملحوظ وأصبحت الخلايا الخشب الثانوي metaxylem cells أطول بشكل ملحوظ بدءًا من منطقة القمة المركزية (Central apical zone) الي المنطقة المحيطية (النسيج الإنشائي المحيطي Peripheral zone) (شكل 2). يعد تعريض خلايا الخشب الثانوي بواسطة المجال المغناطيسي مكونًا مهمًا لزيادة معدل المجموع الكلي والوزن الطازج للجذر. كما أظهرت بعض النباتات التي تم تعريضها للمجال المغناطيسي في المرحلة الخضرية زيادة مساحة سطح الورقة بشكل ملحوظ ووزن جاف أعلى للأوراق

و قد يُعزى هذا التأثير إلى زيادة معدلات التمثيل الضوئي بسبب زيادة المساحة المعرضة للضوء وبالتالي زيادة معدل التمثيل الضوئي ومن ثم زيادة معدل المغذيات المتاحة للنمو الخضري. كما يمكن أن يعزى إلى الإثارة النشطة التي يسببها المجال المغناطيسي للبروتينات الخلوية والكربوهيدرات أو الماء داخل البذور.



ثالثا: التغيرات الجزيئية الحيوية



يتم تنظيم نمو النبات من خلال عمليات كيميائية حيوية مختلفة، قد يسبب المجال المغناطيسي حدوث تغييرات في واحد أو أكثر من تلك العمليات التي تؤثر على النشاط الأنزيمي ، ونقل المستقلبات metabolites بما في ذلك منظمات النمو ، والأيونات ، والماء ، وبالتالي تنظيم النمو الكلي للنبات. وقد لوحظ حدوث تحفيز لنقل الكربوهيدرات وهرمونات نمو النبات من مواقع التكوين إلى مناطق النمو المختلفة (الازهار والثمار) عن طريق التعرض للمعدلات البسيطة من المجالات المغناطيسية. قد يؤثر المجال المغناطيسي على مجموعة متنوعة من الإنزيمات مثل Ca^{2}?/calmodulin-depen dent cyclic nucleotide phosphodiesterase ، cytochrome C oxidase ، catalase ، peroxidase , Na and K-ATPases في العديد من الكائنات الحية من خلال التحويل البيني او الدوراني الثلاثي (شكل3) للشقوق الحرة للجزيئات الحيوية حيث ان بعض تفاعلات الإنزيم حساسة وتتأثر حركتها بالمجال المغناطيسي.

●الية عمل المجالات المغناطيسية لتخفيف حدة اثار تغير المناخ الضارة على النباتات

تنشأ العديد من الاثار الضارة على على نمو وإنتاجية المحاصيل الزراعية ناتجة من التغيرات المناخية لعل ابرزها الجفاف ،الملوحة ، تراكم المعادن الثقيلة في التربة ،الضوء ، التغيرات الحادة في درجة الحرارة ،انتشار الحشرات ومسببات الأمراض، كما يظهر في شكل 4.

أولا: الجفاف:

يعد الجفاف مشكلة خطيرة للغاية في الزراعة اذ تلعب رطوبة التربة في تحديد الانبات وبقاء البادرات. لذلك فان جفاف التربة يعمل على انخفاض نمو النبات. يعمل المجال المغناطيسي على تمايز نسيج الكامبيوم لتشكيل المزيد من أنسجة الخشب واللحاء مما يعمل على امتصاص المغذيات ونقل المياه لتعزيز نمو النبات تحت ظروف الجفاف كما يتسبب المجال المغناطيسي الناشئ الى زيادة النفاذية في غشاء الخلية النباتية وتدفق الماء الحر في البذور المعرضة مسبقًا بـ المجال المغناطيسي وبسبب التباين في التدفق الأيوني عبر غشاء الخلية ، تتغير القدرة الاسموذية في ظل ظروف الجفاف.

ومن ناحية اخري فقد وجد زيادة معدلات امتصاص الكالسيوم للنباتات المعرضة للمجال المغناطيسي مما يجعلها اكثر تحمل للجفاف عن

الغير معرضة. اذ تلعب الموجات المغناطيسية في تنظيم التمثيل الغذائي الهرموني ومنع ضعف غشاء البلازما وجهاز التمثيل الضوئي. كما يعزز تخليق الكلوروفيل والكاروتين في الأوراق، والذي قد يكون بسبب الزيادة في انتاج البرولين والجبريلينات مما يعمل على تراكم الماغنيسيوم المسؤول عن تخليق الكلوروفيل والبوتاسيوم المسؤول عن زيادة عدد البلاستيدات الخضراء مما يؤدي هذا في النهاية إلى زيادة سمك النسيج الوسطي، وزيادة اعداد الثغور وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون تحتها فتزيد التفاعلات الكيميائية الضوئية وغير الكيميائية للحد من تأثير الجفاف علي النباتات. كما يساعد المجال المغناطيسي علي منع حدوث تلف الإجهاد التأكسدي في النباتات المتأثرة بالجفاف عن طريق تقليل أنشطة فوق أكسيد الهيدروجين H2O2 والانزيمات المختلفة مثل سوبر أكسيد ديسميوتاز والبيروكسيديز و والكاتاليز ، والطاقة الأيضية المستخدمة في تنظيم الشقوق الحرة وتحسين نمو النبات في نهاية المطاف.

ثانيا: ملوحة التربة:

تتأثر حوالي ثلث الأراضي الزراعية بالملوحة بسبب العوامل الطبيعية و ممارسات الري الغير جيدة. يؤدي وجود نسبة عالية من الملح في التربة إلى تعطيل التوازن في إمكانات المياه وتوزيع الأيونات في الخلايا النباتية . يؤدي التراكم المفرط للصوديوم وأيونات الكلور الي التغير في بنية البروتين، مما يؤدي إلى فقدان تصلب الخلية. تعمل المعالجة المسبقة بالمجال المغناطيسي في النبات لتعزيز امتصاص الماء في البذور وبالتالي زيادة الإنبات ونمو النباتات في ظروف التربة المالحة. بالإضافة إلى ذلك، يحدث أيضًا زيادة أنشطة انزيم الفا الأميليز وانزيم البروتياز في البذور المعالجة بـ المجال المغناطيسي بسبب زيادة استخدام المواد الاحتياطية المطلوبة لمعدل إنبات أعلى. كذلك تمتص البذور المعالجة بـ المجال المغناطيسي الماء بشكل أسرع بسبب التغيرات الكهربية في الخلايا، كما يحدث تحسين معدل التمثيل الضوئي، والتوصيل الثغري ، والنتح ، وتركيزات ثاني أكسيد الكربون الداخلية في النباتات المتأثرة بالملح وبالتالي تخفيف اثر الاجهاد الملحي.

وقد طورت الخلايا النباتية العديد من المسارات الكيميائية الحيوية والفسيولوجية، فالعناصر الغذائية الموجودة داخل الخلايا النباتية تحمل شحنات كهربائية موجبة وتكون مع الأنيونات العضوية جزيئات قليلة الذوبان والتي تتأثر بالمجال المغناطيسي فيزيد معدل ذوبانها داخل العصير الخلوي مما يؤدي إلي رفع الضغط الاسموزي داخل الخلايا وتزيد قدرتها علي إمتصاص الماء من البيئة المحيطة بالجذور. ومثال لذلك فالنباتات المعرضه للمجال المغناطيس تحت الاجهاد الملحي يزداد قدرتها علي استبعاد عنصر الصوديوم وتخزينه في فجوات، وكذلك زيادة قدرتها علي تراكم المواد المذابة مثل البرولين والجليسين والبيتين والبوليولات. ومع ذلك ، فإن الآلية الدقيقة الكامنة وراء هذه التأثيرات لم يتم فهمها بالكامل بعد لأن تحمل الملوحة هو سمة متعددة الجينات . يزيد التعرض المجال المغناطيسي من محتوى السكر والبروتين في سيتوبلازم الخلايا المجهدة دون التاثير علي الجزيئات الكبيرة الأخرى أي تعمل كحاميات اسموزية.

من ناحية اخري لقد ثبت أن البرولين يلعب دورًا رئيسيًا في استقرار الغشاء الخلوي والبروتينات. قد يكون ارتفاع تراكم البرولين في الجذور ناتجًا عن زيادة معدل تثبيط اختزال واكسدة البرولين. وبالتالي فان زيادة انتاج البرولين و تراكمه في الأنسجة النباتية أثناء الإجهاد الملحي يتسبب في كما تعديل للقدرة الاسموذية في السيتوبلازم بواسطة البرولين الذي يعمل كمذاب متناغم ويشير إلى تخليق البروتين مباشرة الذي يحمي غشاء البلازما عند حدوث الاجهاد.

إن المستوى المرتفع من فوق أكسيد الهيدروجين يسرع من تفاعل هابر-فايس والذي ينتج عنه تكوين جزئ الهيدروكسيل OH- وبالتالي يساعد في تحلل تأكسدي لليبيدات مما يعمل على تكوين فوق أكسدة الليبيد (Lipid peroxidation) ، وهي العملية التي تجذب فيها الشقوق الحرة إلكترونات من الليبيدات في الأغشية الخلوية وتتسبب في تضرر الخلية. تحدث هذه العملية عبر آلية تفاعل تسلسلي للشق الحر" هابر-فايس " ، وعادة ما تؤثر على الأحماض الدهنية عديدة اللاتشبع لأنها تحتوي على عدة روابط مزدوجة تقع بين جزيئات الميثيلين (-CH_2-) تحتوي على ذرات هيدروجين متفاعلة. وتُعرف النواتج الكيميائية لهذه الأكسدة ببيروكسيدات الليبيد أو نواتج أكسدة الليبيد والتي أظهرت العديد من الدراسات أن نشاط تلك النواتج يتعزز أثناء ارتفاع درجة الملوحة. وبالتالي فقد أوضحت بعض الدراسات ان المجال المغناطيسي يعمل علي الخفض من تكوين تلك المواد في حالات الإجهاد الملحي . كذلك يساعد التعرض للمجال المغناطيسي من خفض نشاط انزيمات الكاتاليز و مضادات الاكسدة DPPH Free Radical Scavenging من خلال خفض الإجهاد التأكسدي oxidative stress حيث ان تلك الانزيمات يزداد نشاطها تحت تاثير الاجهاد الملحي .

من ناحية اخري فان المجال المغناطيسي يؤثر علي توزيع الأملاح في التربة حيث أظهرت بعض الدراسات ان المياه المالحة الغير معاملة مغناطيسا تتراكم أملاحها علي بعد من 30– 60 سم من سطح التربة بينما المياه المالحة المعاملة مغناطيسيا تراكمت أملاحها علي بعد 90 سم من سطح التربة ويرجع ذلك الي ظاهرة التجاذب والتنافر المغناطيسي ، كما أوضحت تلك الدراسات ايضا أن المجال المغناطيسي لا يزيل الأملاح الذائبة في المياه بل يبعدها فقط وإن التأثير الفعال للمياه المالحة الممغنطة يزول عند رفع درجة حرارتها الي 50 درجة مئوية.

ثالثا: التلوث بالمعادن الثقيلة:

تنتقل المعادن الثقيلة الناتجة من الصناعة والأسمدة والمبيدات إلى المسطحات المائية والتربة والتي تصل بدورها بعد ذلك إلى الانسان من خلال السلسلة الغذائية. ويمكن القول ان الترسيب المفرط للمعادن الثقيلة في التربة يحد من إنتاجية النبات. وقد ظهرت في الآونة الأخيرة التأثيرات السامة للكادميوم (Cd) والزرنيخ (As) في النباتات والتي قد تم تخفيفها عن طريق التعرض للمجالات المغناطيسية. تظهر سمية المعادن الثقيلة في النباتات في شكل انتاجها أنواعًا من الأكسجين التفاعلي (reactive oxygen species ;ROS) ، والتي تلحق الضرر

بالأغشية الخلوية وتمنع عملية التمثيل الضوئي وعمليات التمثيل الغذائي الأخرى . ومن هنا فقد وجد ان المجال المغناطيسي يقوم بتشغيل إشارات أكسيد النيتريك (NO)، والتي تعمل علي تنشيط انقسام الخلايا، والتمثيل الضوئي ، ونمو النباتات المصابة بالكادميوم. بالإضافة إلى ذلك، زاد المجال المغناطيسي من تركيزات الكربون و النيتروجين في النباتات المجهدة بالكادميوم.

رابعا: الضغوط الناتجة عن اختلاق درجات الحرارة والضوء:

تتأثر إنتاجية المحاصيل بمجموعة واسعة من أنظمة درجات الحرارة والاضاءة. ويخفف التعرض للمجال المغناطيسي من التأثير المثبط للصدمة الحرارية عن طريق استنباط بروتينات الصدمة الحرارية تحت الضغط الحراري. يحد إجهاد درجات الحرارة المنخفضة (الباردة) من المحصول والتوزيع الجغرافي للعديد من المحاصيل وقد أثبت أن إجهاد التبريد يقلل من إنبات البذور في الذرة ، لكن المعالجة بالمجال المغناطيسي تعمل على استقرار نفاذية الغشاء وتنظيم نقل الأيونات في البذور المجهدة لتخفيف إجهاد التبريد. بالإضافة إلى ذلك ، يعمل المجال المغناطيسي على تسريع عملية التمثيل الغذائي الأولية مثل التمثيل الضوئي ، والنتح ، والتوصيل الثغري أثناء الإصابة بالبرودة في النباتات. كذلك يمكن أن يكون الانتاج المتزايد للكلوروفيل والفينولات نتيجة لتأثير المجال المغناطيسي في النباتات المجهدة هو السبب في تجنب إنتاج الأكسجين التفاعلي ROS.

يختلف دور المجال المغناطيسي ضد الإجهاد الحراري تحت ظروف الإضاءة أو الظلام. ففي درجات الحرارة المنخفضة، تقوم أغشية الخلايا بتغيير تركيبة الدهون عن طريق تعزيز تحويل الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى المشبعة حيث تعتبر عملية تكسير الدهون في إنبات البذور عنصرًا هاما في توفير الطاقة للخلايا النامية. فيمكن أن يعدل المجال المغناطيسي من عملية التمثيل الغذائي للدهون في النباتات عند التعرض للضوء ودرجة الحرارة.

من ناحية اخري يعزز الضوء القوي من إنتاج الأكسجين الاحادي في البلاستيدات الخضراء عن طريق النظام الضوئي الثاني، وبالتالي يعطل الأنشطة الخلوية ويضر بنمو النبات ومن هنا فان التعرض للمجال المغناطيسي يمنع تكوين الأكسجين الاحادي وبالتالي يقلل من الطاقة الأيضية المتاحة للبلاستيدات الخضراء. كذلك في بعض الدراسات تؤثر أطوال موجات الضوء بشكل كبير على نمو النباتات وازدهارها فيمنع المجال المغناطيسي الإزهار في الضوء الأبيض والأزرق ولكنه لا يؤثر على الإزهار في الضوء الأحمر.

خامسا: الضغوط الحيوية (ام الاحيائية):

يمكن أن يؤدي استخدام المجال المغناطيسي إلى تقليل التأثير الضار للميكروبات المسببة للأمراض وزيادة نمو وإنتاجية النباتات. أظهر التحليل البيوكيميائي حدوث تراكم البروتينات بدرجة اكبر الكربوهيدرات في النباتات المصابة و المعالجة بالمجال المغناطيسي. وقد أوضحت الدراسات انه يتم تنشيط تخليق البرولين بشكل ملحوظ عن طريق المجال المغناطيسي وبالتالي دعم التركيب البنائي للخلايا وتقليل إنتاج H2O2. كما تتحكم إنزيمات مضادات الاكسدة في الشقوق الحرة التي تغير من صلابة الاغشية وتزيد من المقاومة في النباتات ضد العدوى المسببة للأمراض. كما ينظم المجال المغناطيسي من مسار إشارات عنصر الكالسيوم في الخلية. خلال فترة الاصابة حيث يحدث تحفيز لتدفق الكالسيوم إلى العصارة الخلوية مما يزيد المقاومة. وبالمثل ، يؤثر المجال المغناطيسي على إنزيمات مسار البولي امين مثل ((ODC; ornithine decarboxylase و (PAL; lyase amonia phenylalanine)) حيث تشير أنشطة ODC و PAL المعززة من خلال التعرض للمجال المغناطيسي أثناء الإصابة إلى أن تخليق البوتريسين putrescine يساعد النبات على تحمل الإجهاد الحيوي.

ايجابيات استخدام المجال المغناطيسي على انتاج النباتات الطبية والعطرية:

<u>ملوحة الماء:</u>

- تقليل تأثير الماء المالح، لأن التقنية المغناطيسية تعمل على تقليل تأثير الأملاح بنسبة تصل إلى 50%، أدى ذلك الى خفض درجات الملوحة في مستويات 2000 جزء في المليون الى مستوى ال1000 مما أدى الى زراعة شريحه واسعه من النباتات طبيه عليها عقب المعالجة.

<u>عملية الري:</u>

- رفع كفاءة عملية الري وتقليل الاستهلاك المائي، فتزيد الفترة الزمنية بين الريات وهذا يرجع إلى تأثير المياه المعالجة مغناطيسيا على تحسين صفات التربة سواء الكيميائية أو الفيزيائية.

<u>التربة:</u>

- رفع كفاءة الأراضي الملحية واستصلاحها، حيث أن التقنية المغناطيسية أثبتت أن لها قدرة كبيرة على زيادة كفاءة عملية غسيل أملاح التربة الملحية وانتقالها من حول المجموع الجذري إلى أسفل عن طريق عملية الغسيل. الأمر الذي يعمل على رفع خصوبة التربة ورفع درجة تصنيفها إلى درجة أعلى.

من الإيجابيات التي تحققت بمصر خلال أكثر من 15 عام من الدراسة واستخدام تكنولوجيا المغناطيسيه (مغنطه البذور والماء):

(1) زيادة نسبة الإنبات للبذور المعروفة بالارتفاع الباهظ في أثمانها وكذلك الحبوب.

(2) زيادة نجاح البادرات في اختراق القشرة الصلبة التي تتكون سريعاً في الأراضي المروية المتأثرة بالجير أو بالملوحة ولقد تعدت الزيادة 100%.

(3) زيادة فاعلية المياه الممغنطة في إزالة أملاح الصوديوم من مجال الجذور وفي نفس الوقت زيادة ذوبان العناصر الهامة لنمو النبات مع تقليل فقد المياه بالبخر مما يتيح استخدام المياه متوسطة الملوحة بكفاءة عالية في الري.
(4) زيادة قدرة التربة على إمداد النبات بالعناصر السمادية ويترتب على ذلك زيادة فاعلية الأسمدة المضافة وخفض التكلفة وتقليل أضرارها على البيئة.
(5) تسمح باستخدام المياه الغنية بالحديد في الري بدون الحاجة إلى تنظيف خطوط التنقيط يومياً وأتاح ذلك إمكانية استخدام نظم الري المتطور في الواحات المصرية.
(6) سرعة نضج المحاصيل المنزرعة مما يسمح بطرحها مبكراً في الأسواق لفترة تتراوح بين 20 - 25 يوم.
(7) زيادة الإنتاج المحصولي بمعدلات اقتصادية وتتراوح نسب الزيادة بين 12.7 إلى 40% حسب نوع المحصول وظروف الإنتاج.
(8) من المثير للدهشة أن الماء الممغنط يمنع وصول المعادن الضارة مثل الرصاص والنيكل إلى الثمار والبذور بينما يعمل على زيادة العناصر الغذائية مثل الفوسفور والبوتاسيوم والزنك في الثمار والبذور
9) زيادة كفاءة الاسمدة مما يعنى تكاليف اقل وسماد اسهل في الامتصاص.
10) زيادة الأكسجين فى التربة مما يحسن كفاءة نمو الجذور
11) خفض الاصابة بالنيماتودا حيث يقتل اليرقات ويبعد الحشرة الكاملة عن منطقة الجذور

- يمنع تكون ترسبات كلسية داخل انابيب الرى مما يؤدى لزيادة كفائتها.
- يساعد فى حل مشكلة تضاغط التربة التى تتراكم مع الزمن مما يحسن الميزان المائى والهوائى فى التربة
- يعمل على زيادة نمو الجذور نتيجة زيادة امتصاص العناصر الغذائية الذائبة اسرع وبذلك يساعد على نمو النبات
- تقليل نسبة اصابة النبات بالامراض بنسبة 70-60%.