تأثير البلازما اللاحرارية باستخدام مفاعل تفريغ حاجز العزل DBD على نمو سبعة أصناف من نبات البروكلي

احمد سعدي حسين جبر **صفاء الدين عبدالله سليمان**

قسم العلوم – كلية التربية الأساسية – جامعة الموصل

عقيل حسين علي العاصي

قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة تكريت

(قدم للنشر ٢٠٢١/٧/١٥ قبل للنشر ٢٠٢١/٨/١٠)

الملخص:

تم دراسة تأثير المعالجة بالبلازما غير الحرارية للبذور على معدل نمو سبعة أصناف من نبات البروكلي والتي تمت زراعتها في مدينة الموصل (الرشيدية) باستخدام تصريف الحاجز العازل في الهواء تحت الضغط الجوي ودرجة حرارة الغرفة. باستخدام مفاعل تفريغ حاجز العزل DBD لمعالجة البذور. لمدة ٠.٥ , ١ ,٣ , ٥ , ١٠ , ١٥ دقيقة ومقارنتها مع المجموعة الضابطة أظهر استخدام البلازما اللاحرارية DBD عند الضغط الجوي تأثيرًا كبيرًا على الإنبات وكذلك نمو النبات للأصناف السبعة من نبات البروكلي من البذور المستخدمة. أن التأثير الإيجابي في نمو الشتلات للمعالجة بالبلازما للتوقيت (٠.٥ و ١ دقيقة) أفضل توقيت لتعريض بذور (البروكلي) من ٣ ,٥ , ١٠ ,١٥ دقيقة للبلازما مقارنة بعينة التحكم Control. من ناحية ثانية ، عند التعرض الطويل للبذور لتفريغ البلازما ، لوحظ تأثير سلبي. قد تعزى السبب الى التأثير الميكانيكي لعملية تعرض الخدش للبذور للمعاملة بالبلازما وبالتالي انخفض نمو النبات وحيويته مقارنة بالتوقيت ٠.٥ دقيقة . أظهرت هذه النتائج أنه يمكن استخدام مفاعلات البلازما الباردة المطورة لتحسين إنبات البذور وكذلك نمو النبات بشكل كبير ، ومع ذلك ، يجب تحسين وقت معالجة البلازما لكل بذرة.

Effect of non-thermal plasma using the isolation barrier vacuum reactor (DBD) on seven broccoli cultivars

Ahmed Saadi Hussein jaber Safa Aldeen Abdullah Sulymain
University of Mosul, College of Basic Education, Department of Science
Akeel Husine Ali Al-Assie
Department of Life Sciences - College of Science - Tikrit University

Summary:

Seed treatment with a DBD isolation barrier vacuum reactor. Using the drainage of the insulating barrier in the air at atmospheric pressure and room temperature, the effect of non-thermal plasma treatment of seeds on the development rate of seven broccoli cultivars cultivated in Mosul (Al Rashidiya) was investigated. The use of DBD at atmospheric pressure had a significant influence on germination and plant growth of the seven cultivars of broccoli from the seeds used for a period of 0.5, 1, 3, 5, 10, 15 minutes as compared to the control group. In comparison to the control sample, the favorable effect of plasma therapy on seedling growth for the timing (0.5 and 1 minute) had the optimum timing of exposing (broccoli) seeds to plasma from 3, 5, 10, 15 minutes. On the other hand, a negative effect was found after the seeds were exposed to plasma discharge for an extended period of time. The explanation for this might be due to the mechanical effect of the process of exposing seeds to plasma therapy, which resulted in a decrease in plant development and vitality when compared to the time of 0.5 minutes. These findings revealed that the newly constructed cold plasma reactors may

considerably increase seed germination and plant development; however, the plasma processing duration for each seed must be tuned.

المقدمة:

يعد نبات البروكلي نبات عشبي حولي ومن الخضر الشتوية ، احد نباتات العائلة الصليبية Brassicaceae و الاسم العلمي (*Brassica oleraceae var italica*) من المثير للاهتمام يتم زراعته من اجل فوائده الطبية أولا ولأجل نوراته التي تؤكل في طور البراعم الزهرية مع الحوامل السميكة الغضة كما يستخدم كعلف حيواني للماشية والأبقار والجواميس [١] يعد البروكلي غذاء جيد كنوعية وعناصر غذائية .

ذكرت منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو) ، إن نقص الغذاء العالمي سوف يصبح أكثر بثلاث مرات نتيجة لتغير المناخ وأيضا من الصعب زيادة الأراضي الصالحة للزراعة ، فإن الطريقة الوحيدة لمعالجة نقص الغذاء هي زيادة غلة المحاصيل حيث تعتبر عملية مجدية اقتصاديًا. من خلال زيادة معدل إنبات البذور ونمو النبات يمكن تلبية الاحتياجات الغذائية لسكان العالم. غالبًا ما يرتبط السبب الرئيسي لانخفاض إنبات بذور نباتات مختلفة بسطح البذور وتلوث التربة بالبكتيريا والكائنات الحية الدقيقة والفطريات. والطرق التقليدية المستخدمة لتحسين غلة المحاصيل هي: (١) الإخصاب ، (٢) الري ، ومع ذلك ، فإن كلا الطريقتين لهما عيوب مرتبطة مثل المشاكل الاقتصادية والبيئية وانجراف المواد الغذائية والعناصر المعدنية الضرورية جراء الري المفرط وما له من اثار سلبية على النبات .

في الآونة الأخيرة ، جذبت تقنية البلازما غير الحرارية (NTP) [٢] اهتمامًا كبيرًا في مجال الزراعة كبديل لتحفيز نمو النبات وتقليل التلوث الكيميائي من أضافة الاسمدة بطريقة غير مدروسة. وأن الغاز المتأين الذي يتولد من تفريغ الحاجز العازل (DBD) ونفث البلازما بالضغط الجوي (APPJ) وتفريغ الهالة .٦–٨ للجسيمات الثقيلة (الأيونات والجزيئات) في درجة حرارة منخفضة مما يجعل NTP مناسبًا للمعالجة السطحية للمواد الحساسة. ومن ناحية أخرى ، تكون درجة حرارة الإلكترون عالية بما يكفي لإنتاج مجموعة متنوعة من الأنواع ، خاصة أنواع الأكسجين التفاعلي والنيتروجين (ROS و RNS) ، والأشعة فوق البنفسجية ، والتي بدورها

تعمل بكفاءة في إزالة التلوث وتعقيم الأسطح الملامسة لـ NTP التصريفات [٣-٥] تستخدم تقنية البلازما اللاحرارية لمعالجة البذور و لتحسين نمو النبات المبكر.

تشير الأعمال المنشورة مؤخرًا [٦-٨] إلى التأثير الإيجابي لمعالجة البلازما على إنبات البذور وتطور مراحل نمو النبات ، باستخدام البلازما لغاز الهليوم ، تحفيز بتسريع الإنبات في نبات الطماطم والباقلاء والشمام والبازلاء والذرة ، بالإضافة إلى ذلك ، يمكن أن يؤدي التغيير في زيادة قابلية البلل للبذور المعرضة عن طريق خدش سطح البذرة للمعالجة بالبلازما وبدورها الى إنبات أسرع والمزيد من الغلة [٩]. للقمح والشوفان و نتيجة أخرى لمعالجة البلازما عن طريق تعديل خصائص السطح وتعقيم البذور [٢] إلى جانب خواصها المضادة للميكروبات .

المواد وطرائق العمل

تم زرعة سبعة أصناف من نبات البروكلي المتوفرة بذوره في الاسواق المحلية العراقية وجميعها متوسطة التبكير في النضج وذات أقراص زهرية خضراء اللون تم تنفيذ التجربة الحقلية خلال الموسم الزراعي ٢٠٢٠-٢٠٢١ بحسب الظروف البيئية في محافظة نينوى الموصل منطقة الرشيدية (خط الطول: E°47.06 خط العرض: N°30.29), تم استعمال تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Randomized Complete Block Design (R.C.B.D.) للأصناف الرئيسة بواقع 7 أصناف لنبات البروكلي ومستويات النباتات المعاملة للبلازما القطع الثانوية Sub – Plot وبذلك يكون عدد المعاملات 7 معاملة وبواقع7 مكررات ليكون عدد الوحدات 49 وحدة تجريبية.

إنتاج الشتلات:

استعمل في التجربة سبعة أصناف لبذور نبات البروكلي هو الصنف MATSURI من إنتاج شركة TOKITA (ياباني المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠٢٠ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٩ % والصنف 2004 من إنتاج شركةTOKITA (ياباني المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠٢٠ بنسبة انبات ٨٥٪ والنقاوة ٩٩٪ والصنف BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria من إنتاج شركة pagan (ايطالي المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠١٩ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٩ %

و الصنف BATLLE من إنتاج شركة Huerto Y Jardin (أسباني المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠١٧ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٩ % و الصنف Vilmorin من إنتاج شركة depuis 1743 (تركي المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠١٧ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٩ % و الصنف Super Hero من إنتاج شركة ASIA SEED (كوري المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠١٨ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٨ % و الصنف CALABRESE NATALINO من إنتاج شركة ZORZI (صيني المنشأ) سنة الإنتاج ٢٠٢٠ بنسبة إنبات٨٥ % ونقاوة ٩٩ %. تم انتاج الشتلات في إطباق بولي اثيلين يحتوي كل طبق على ٧٠ شتلة ، ملئت بالبيتموس المجهز من شركة Klas man –. زرعت البذور بتاريخ 2020/9/1 بواقع بذرة واحدة لكل عين داخل ظلة مغطاة بغطاء نصف نافذ للتقليل من أشعة الشمس وتم السقي مرة كل ثلاثة أيام. أجريت العمليات كافة بشكل متماثل لجميع الاطباق من ثم نقلت الشتلات الى الحقل بعد 45 يوماً من الزراعة اي بتاريخ 2020/10/15 إذ تحتوي على 4 – 6 أوراق وبارتفاع 12 – 15 سم [١٠].

القياسات التجريبية: experimental measurements

اخذت البيانات من خمسة نباتات انتخبت بصورة عشوائية من كل وحدة تجريبية ثم يتم حساب المعدل للمكرر الواحد وشملت ما يأتي [١١]:

ارتفاع النبات (سم): plant height

تم قياس ارتفاع النبات من اتصاله بالتربة حتى قمة القرص الزهري في كل نهاية موسم النمو لكل مكرر وسجل متوسط خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية [١٢] .

قطر الساق (سم): leg diameter

تم حساب قطر الساق للنباتات بوساطة Micro Vernier تحت منطقة التفرع ب 4 سم النمو لكل مكرر وسجل متوسط خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية.

عدد الاوراق (ورقة . نبات): number of papers

تم حساب عدد الاوراق المتشكلة على النبات النمو لكل مكرر وسجل متوسط خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية [١٠].

المساحة الورقية للنبات (سم^2): The leaf area of the plant

قدرت مساحة الورقة بالمسطرة (اقرب ورقة من القرص الزهري الرئيسي)بالمعادلة التالية

طول الورقة × عرضها من منتصف الورقة ×0.95 حسب ما أورده (Thomas ,1975) [١٣] حيث تأتي أهمية الورقة النباتية كونها تجهز النبات بأكبر كمية من المواد الغذائية ما بين 75% 85%- من المواد المخزونة في القرص الزهري لنبات البروكلي)(الحيالي . شيماء,٢٠١٣)

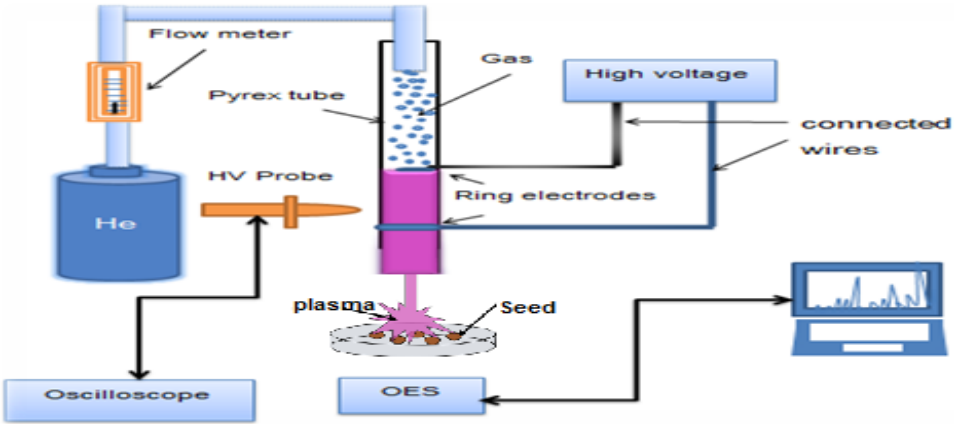
الوزن الطري للمجموع الخضري (كغم) : Fresh weight of the vegetative system

تم حساب الوزن الطري للمجموع الخضري لكل من (الساق والاوراق والثمار) عند اكتمال النمو للقرص الزهري وقبل تزهير النبات باستخدام الميزان الحساس نوع Mettler الماني المنشأ النمو لكل مكرر وسجل متوسط خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية.

منظومة البلازما(Plasma system):

ان من المكونات الرئيسية لتوليد بلازما الضغط الجوي هي مولدات البلازما وابرة البلازما وجهاز قياس سرعة تدفق الغاز الخامل و احد الغازات الخاملة المستخدم لتوليد البلازما ، ويتم استخدام طرق التفريغ او طرق التوليد ، باستخدام طريقة تفريغ الحاجز العازل (DBD)، حيث يتم استخدام قطبين احدهما يكون داخل انبوبة التفريغ ويكون ملامس بصورة مباشرة للغاز

والقطب الثاني يتم لفه حول الانبوبة من الخارج ويكونان القطبين معزولين بحاجز عازل ولهذا سميت بطريقة الحاجز العازل كما في الشكل ١ [٩, ١٤]، وتتولد البلازما داخل الابرة بتسليط عن طريق جهد كهربائي مرتفع يتم تجهيزه باستخدام مصدر فولتية تتضمن بجهد مستمر مع دائرة كهربائية تم تصميمها من اجل رفع فولتية الجهة المقترنة بمحولة رافعة، مع استخدام الغاز الخامل وهو غاز الهيليوم.



شكل (١) رسم تخطيطي لمنظومة البلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي.

التحليل الاحصائي لصفات نبات البروكلي:

تم مقارنة الفروقات بين متوسطات كلا العاملين بالاعتماد على اختبار دنكن المتعدد المدى

- تمت الاستعانة بالبرنامج الجاهز (Statistical Analysis System) SAS في تنفيذ تحليل التباين والاختبار. لقيم متوسطات كل من الاصناف وفترات التعريض المتبوعة بالحرف نفسه لا تختلف عن بعضها معنويا حسب الاختبار بطريقة دنكن المتعدد المدى Duncan Multiple Range Test [١٥].

النتائج والمناقشة:

الوزن الطري:للنبات (غم) Fresh Weight

تم الحصول على النتائج التالية لصفة الوزن الطري حيث تم تحليل بيانات الصفة كما مبين بالجدول التالي:

الجدول (١) تأثر الاصناف وفترة التعريض للبلازما اللاحرارية تحت الضغط الجوي في الوزن الطري لنبات البروكلي.

فترة التعريض للجرعة Time of Dose	الاصناف							متوسط فترة التعريض للجرعة Mean of Time Dose
	MATSURI	TOKITA .2004	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	CALABRESE NATALINO	super hero	BATLLEA	Vilmorin	
Control	١٧٢٦,١	١٦٤١,١	١٩٨٠,٩٨	٣٠١٠,١٦	٣٢٥٠,٤	٢١٠١,٦	٢٧٥٠,١٨	٢٣٥١,٥٠٣ a
min٠,٥	٣٠٥٥,١٩	٣٠٥٥,٢٢	٢٦٨٥,١٥	٤٠٩١,٤٣	٤٢٥٠,٤	٣١٠٠,٧٨	٢٩٠٠,١٣	٣٣٠٥,٤٧١ a
min ١	٢٣٥٠,٢٨	٢٢٩٠,١٦	٢٠٩٨,٩٩	٤١٣١,٢٦	٤١١٠,٢٥	٢٥٠٠,٣٩	٢٧٥٠,٥٥	٢٨٩٠,٢٦٩ a
min ٣	٢١٥٠,١٨	٢١٥٠,١٨	٢٠١٤,٨٥	٣٩٠٢,١٨	٣٩٠٠,١٥	٢٣٨٠,٧٨	٢٤٧٠,٤٥	٢٧٠٩,٨٢٤ a
min ٥	٢٢٨٠,١١	٢٢٨٠,١١	٢٠٥١,١٦	٤١٨٥,٦٧	٤١٨٠,٦٦	٢٤٧٧,٩٢	٢٧٧٨,٥٤	٢٨٩٠,٥٩٦ a
min ١٠	٢٢٠٨,٦٧	٢٢٠٨,٦٧	١٩٨٣,٨٨	٣٨٦٧,٢١	٣٨٦٧,٢	٢٤٠٠,٥٥	٢٣٩٨,٧٦	٢٧٠٤,٩٩١ a
min ١٥	٢٠٤٠,١٣	٢٠٤٠,١٣	٢٠١٣,٨١	٣٦٠٧,٠٩	٣٦٠٠,٠٩	٢٢٢٠,٧٢	٢٢٧١,١١	٢٥٤١,٨٦٩ a
متوسط الاصناف Mean of Variety	٢٢٥٨,٦٦٦ c	٢٢٣٧,٩٣٩ c	٢١١٨,٤٠٣ c	٣٨٢٧,٨٥٧ a	٣٨٧٩,٨٧٩ a	٢٤٥٤,٦٧٧ b	٢٦١٧,١٠٣ b	

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود او الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥٪ حسب اختبار دنكن المتعدد المدى.

تباينت نتائج الوزن الطري للنبات بتباين الأصناف المستخدمة في الدراسة، فقد أعطى الصنف super hero أعلى معدل لهذه الصفة بلغت ٣٨٧٩.٨٧٩ (الجدول) . زيادة الوزن الطري لنبات الصنف super hero ربما تعود الى زيادة عدد الأوراق في الصنف نفسه مما زاد في كفاءة اعتراضه للضوء ومن ثم زيادة التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه التي انعكست في هذه الصفة. فقد أعطى الصنف **Broccolo Ramoso Precoce di Calabria** أقل معدل لهذه الصفة وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكر في المصادر [١٦] . كل الذين وجدوا أن اختلاف الوزن الطري للنبات يرتبط باختلاف التراكيب الوراثية.

تشير نتائج الجدول (١) الى عدم وجود فروق معنوية بين المتوسطات في فترة التعريض للجرعة. وان وحدة قياس الوزن الطري لنبات البروكلي (غم).

الوزن الجاف : (غم) Dry Weight

تم الحصول على النتائج التالية لصفة الوزن الجاف لنبات البروكلي لكل صنف ولكل مكرر حيث تم تحليل بيانات الصفة كما مبين بالجدول التالي:

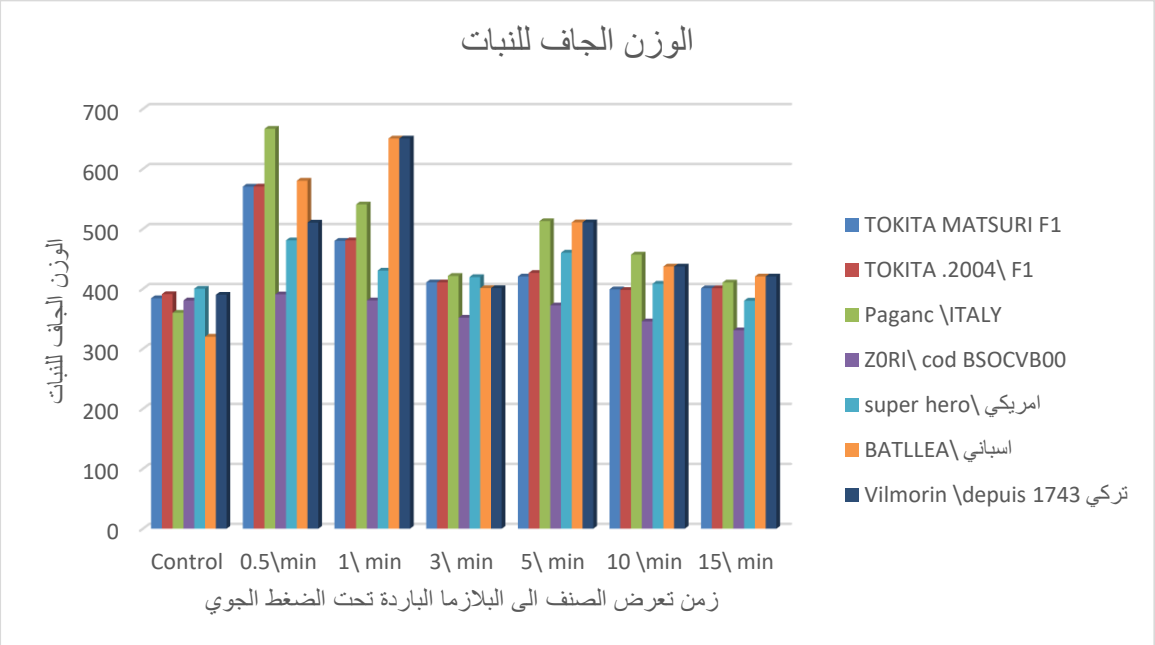
الجدول (٢) تأثير الاصناف وفترة التعريض لجرعة البلازما في الوزن الجاف للنبات

فترة التعريض للجرعة Time of Dose	MATSURI	TOKITA .2004	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	CALABRESE NATALINO	super hero	BATLLEA	Vilmorin	متوسط المعاملة
Control	٣٨٤,٣	٣٩١,٢	٣٦٠,١٨	٣٨٠,٦٥	٤٠٠,٢٢	٣٢٠,١٧	٣٩٠,١١	٣٧٥,٢٦١٤ c
min٠,٥	٥٧٠,٤	٥٧٠,٦	٦٦٦,٨٩	٣٩٠,٧٨	٤٨٠,٨٧	٥٨٠,٣٣	٥١٠,٤٤	٥٣٨,٦١٥٧ a
min ١	٤٨٠,٠٦	٤٨٠,٨٨	٥٤٠,٧٨	٣٨٠,٧٢	٤٣٠,٤٩	٦٥٠,٧٨	٦٥٠,٧٨	٥١٦,٣٥٥٧ a
min ٣	٤١٠,٨	٤١٠,٨	٤٢١,٥٣	٣٥١,٩٦	٤١٩,٥٦	٤٠١,١٦	٤٠١,١٦	٤٠٢,٤٢٤٣ c
min ٥	٤٢٠,٦٧	٤٢٦,٦٧	٥١٢,٩٦	٣٧٢,٣٣	٤٦٠,٣٤	٥١٠,٩٣	٥١٠,٩٣	٤٥٩,٢٦١٤ b
min ١٠	٣٩٩,١٣	٣٩٨,١٥	٤٥٧,١٨	٣٤٥,٧٧	٤٠٨,٤٩	٤٣٧,١٨	٤٣٧,١٨	٤١١,٨٦٨٦ bc
min ١٥	٤٠٠,٩٣	٤٠٠,٩٣	٤١٠,٥٨	٣٣٠,٩٣	٣٨٠,٢٥	٤٢٠,٦٦	٤٢٠,٦٦	٣٩٤,٩٩١٤ c
متوسط الاصناف	٤٣٨,٠٤١٤ b	٤٣٩,٨٩ b	٤٨١,٤٤٢٩ a	٣٦٤,٧٣٤٣ ab	٤٢٥,٧٤٥٧ b	٤٧٤,٤٥٨٦ a	٤٧٤,٤٦٥٧ a	

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود او الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥٪ حسب اختبار دنكن المتعدد المدى.

تبين البيانات الواردة في الجدول (٢) اختلاف الأصناف معنوياً في صفة الوزن الجاف للنبات. حقق الصنف BATLLEA أعلى نسبة لهذه الصفة إذ بلغت ٤٧٤.٤٥٨٦ .٧ و أعطى الصنف **CALABRESE NATALINO** أقل معدل لهذه الصفة. وقد يعود السبب في تفوق الصنف BATLLEA في الوزن الجاف للنبات الى الطبيعة الفسيولوجية والشكل المورفولوجي لهذا الصنف بقابلية اكثر لعدم الاحتفاظ بالماء تعود الى التكيفات البيئية للنبات مما أدى الى زيادة التنافس على الماء والعناصر الغذائية في التربة مما انعكس ذلك في زيادة التحمل للعطش وزيادة الوزن الجاف للنبات. نتيجة الدراسة الحالية تتفق مع ما ذكر [١٧] إذ إن اختلاف الوزن الجاف لنباتات البروكلي يرتبط باختلاف الاصناف المستخدمة في الدراسة.

بينت نتائج الدراسة الحالية أن التعريض الإشعاعي للجرعات لفترة منخفضة (٠.٥ و١) دقيقة ادت الى زيادة الوزن الجاف للنبات مقارنة مع معاملة الكونترول والمعاملات الاعلى



المحتوى المائي للنبات (غم) Water content of the plant

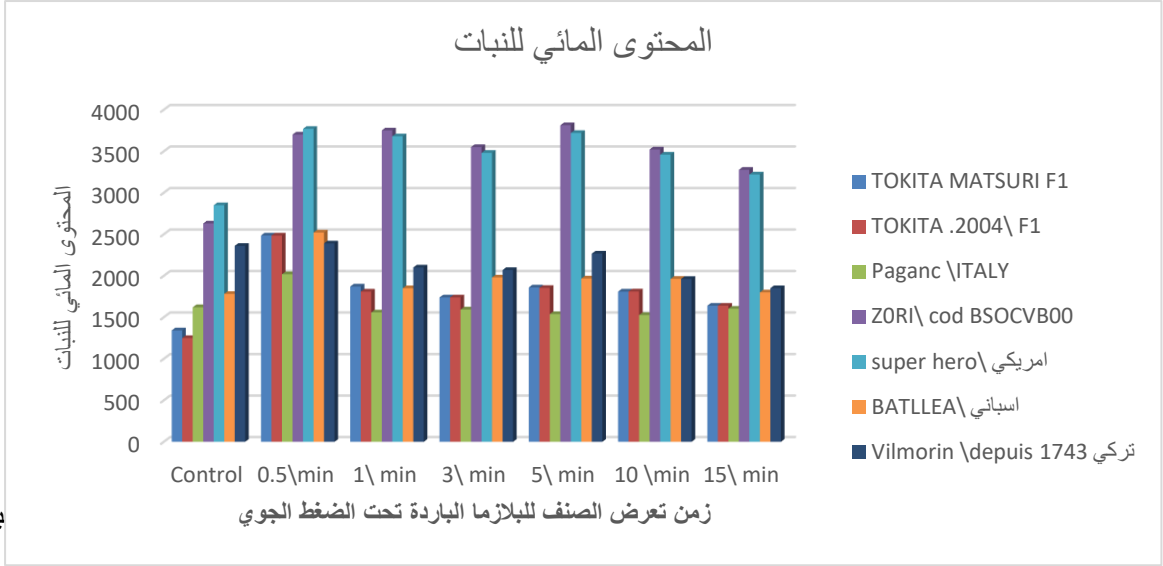
تم الحصول على النتائج التالية لصفة المحتوى المائي لنبات البروكلي لكل صنف ولكل مكرر حيث تم تحليل بيانات الصفة كما مبين بالجدول التالي:

الجدول (٣) تأثير الاصناف وفترة التعريض لجرعة البلازما في المحتوى المائي للنبات

فترة التعريض للجرعة Time of Dose	MATSURI	TOKITA .2004	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	CALABRESE NATALINO	super hero	BATLLE	Vilmorin	متوسط المعاملة
Control	١٣٤١,٨	١٢٤٩,٩	١٦٢٠,٨	٢٦٢٩,٥١	٢٨٥٠,١٨	١٧٨١,٤٣	٢٣٦٠,٠٧	١٩٧٦,٢٤١ a
min ٠,٥	٢٤٨٤,٧٩	٢٤٨٤,٦٢	٢٠١٨,٢٦	٣٧٠٠,٦٥	٣٧٦٩,٥٣	٢٥٢٠,٤٥	٢٣٨٩,٦٩	٢٧٦٦,٨٥٦ a
min ١	١٨٧٠,٢٢	١٨٠٩,٢٨	١٥٥٨,٢١	٣٧٥٠,٥٤	٣٦٧٩,٧٦	١٨٤٩,٦١	٢٠٩٩,٧٧	٢٣٧٣,٩١٣ a
min ٣	١٧٣٩,٣٨	١٧٣٩,٣٨	١٥٩٣,٣٢	٣٥٥٠,٢٢	٣٤٨٠,٥٩	١٩٧٩,٦٢	٢٠٦٩,٢٩	٢٣٠٧,٤٠ a
min ٥	١٨٥٩,٤٤	١٨٥٣,٤٤	١٥٣٨,٢	٣٨١٣,٣٤	٣٧٢٠,٣٢	١٩٦٦,٩٩	٢٢٦٧,٦١	٢٤٣١,٣٣٤ a
min ١٠	١٨٠٩,٥٤	١٨١٠,٥٢	١٥٢٦,٧	٣٥٢١,٤٤	٣٤٥٨,٧١	١٩٦٣,٣٧	١٩٦١,٥٨	٢٢٩٣,١٢٣ a
min ١٥	١٦٣٩,٢	١٦٣٩,٢	١٦٠٣,٢٣	٣٢٧٦,١٦	٣٢١٩,٨٤	١٨٠٠,٠٦	١٨٥٠,٤٥	٢١٤٦,٨٧٧ a
متوسط الاصناف	١٨٢٠,٦٢٤ bc	١٧٩٨,٠٤٩ c	١٦٣٦,٩٦ c	٣٤٦٣,١٢٣ a	٣٤٥٤,١٣٣ a	١٩٨٠,٢١٩ b	٢١٤٢,٦٣٧ b	

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود او الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥٪ حسب اختبار دنكن المتعدد المدى.

تباينت نتائج المحتوى المائي للنبات بتباين الأصناف المستخدمة في الدراسة، فقد أعطى الصنف CALABRESE NATALINOأعلى معدل لهذه الصفة بلغت ٣٤٦٣.١٢٣ و أعطى الصنف أقل BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria معدل لهذه الصفة. (الجدول ٣). زيادة المحتوى المائي للصنف CALABRESE NATALINO ربما تعود الى زيادة حجم المجموع الجذري الطري لامتصاص الماء من التربة والمساحة الورقية وعدد الأوراق في الصنف نفسه مما زاد في كفاءة اعتراضه للضوء ومن ثم زيادة التمثيل الضوئي وانتقال نواتجه التي انعكست في هذه الصفة لزيادة حجم ووزن الثمار الرئيسية. وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكر [١٨] وجد أن اختلاف المحتوى المائي للنبات لكل من الأوراق والسيقان يرتبط باختلاف الأصناف. لم تبدِ نتائج التحليل الإحصائي أية فروق معنوية في استجابة الأصناف لفترة التعريض الإشعاعي.



يقة

ادت الى زيادة المحتوى المائي للنبات مقارنة مع معاملة الكونترول والمعاملات الأعلى (١٥, ١٠) دقيقة من ذلك الجدول (٣).

وزن الثمرة الرئيسية: (غم) main fruit weight

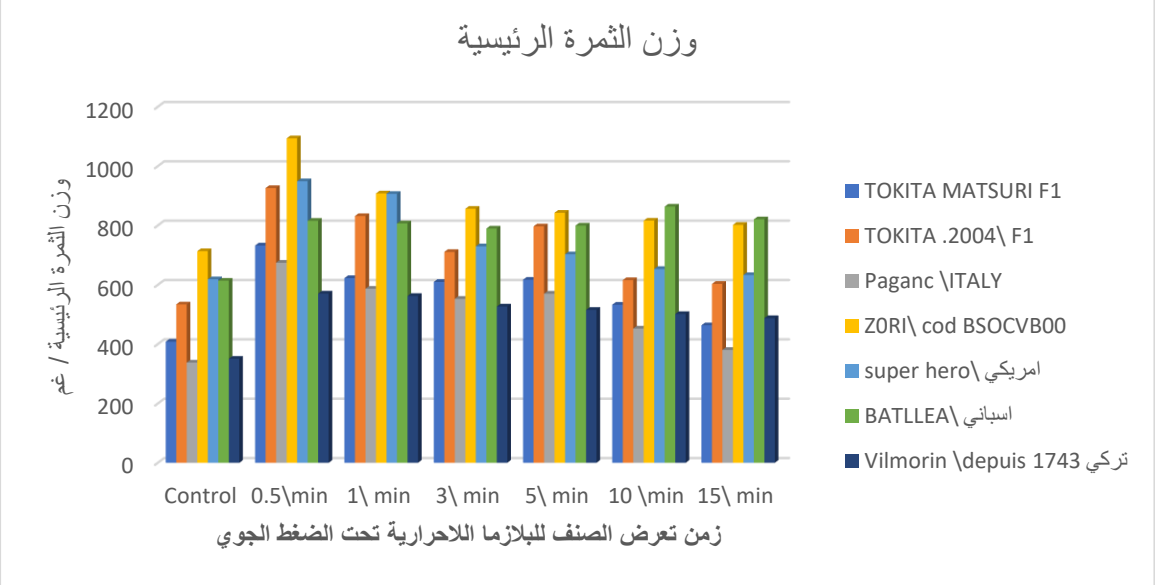
تم الحصول على النتائج التالية من تحليل بيانات الصفة لوزن وزن الثمرة الرئيسية لنبات البروكلي لكل صنف ولكل مكرر بعد النضج التام لثمرة نبات البروكلي الرئيسية ومراعاة اجراء الحصاد قبل التزهير للثمرة الرئيسية حيث تم كما مبين بالجدول التالي:

الجدول (٤) تأثير الاصناف وفترة التعريض لجرعة البلازما في وزن الثمرة الرئيسية

فترة التعريض للجرعة Time of Dose	MATSURI	TOKITA .2004	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	CALABRESE NATALINO	super hero	BATLLEA	Vilmorin	متوسط المعاملة
Control	٤٠٨,٣٤	٥٣٣,٧٣	٣٣٧,٦٦	٧١٣,٣	٦١٨,٦٣	٦١٣,٧٣	٣٥٠,٦٥	٥١٠,٨٦٢٩ e
min ٠,٥	٧٣٢,٤٥	٩٢٥,٨٧	٦٧٤,٢٥	١٠٩٣,٥٦	٩٤٨,٩٨	٨١٥,٦١	٥٧٠,٢٩	٨٢٣,٠٠١٤ a
min ١	٦٢٢,٤٩	٨٣١,٥٩	٥٨٦,٧٢	٩٠٧,٨٨	٩٠٦,٣	٨٠٦,٧٧	٥٦٢,٢٨	٧٤٦,٢٩ b
min ٣	٦٠٩,٦٢	٧١٠,٥١	٥٥٢,٦٢	٨٥٦,٢١	٧٢٩,٤٤	٧٨٩,٥٤	٥٢٦,٧٦	٦٨٢,١ c
min ٥	٦١٦,٩٢	٧٩٦,٧٧	٥٦٩,٩٢	٨٤٢,٧٤	٧٠٢,٦٢	٧٩٩,٤٩	٥١٥,٢٧	٦٩١,٩٦١٤ c
min ١٠	٥٣٢,٦٦	٦١٥,٦٥	٤٥٢,٢٦	٨١٦,٢٦	٦٥٣,١٢	٨٦٣,٥٢	٥٠١,٣٨	٦٣٣,٥٥ d
min ١٥	٤٦٣,٤٢	٦٠٢,٨٩	٣٨٠,٣٧	٨٠١,٨٤	٦٣٢,٧٦	٨٢٠,٥٨	٤٨٧,٤٦	٥٩٨,٤٧٤٣ d
متوسط الاصناف	٥٦٩,٤١٤٣ d	٧١٦,٧١٥٧ c	٥٠٧,٦٨٥٧ e	٨٦١,٦٨٤٣ a	٧٤١,٦٩٢٩ bc	٧٨٧,٠٣٤٣ b	٥٠٢,٠١٢٩ e	

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود او الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥٪ حسب اختبار دنكن المتعدد المدى.

تبين البيانات الواردة في الجداول (٤) اختلاف وزن الثمرة الرئيسية لنبات البروكلي باختلاف الأصناف المستخدمة في الدراسة، فقد أعطى الصنف CALABRESE NATALINO أعلى قيمة لهذه الصفة مقارنة مع بقية الاصناف المستعملة في الدراسة, إن تفوق الصنف CALABRESE NATALINO في صفة وزن الثمرة الرئيسية قد يعود الى الطبيعة الفسيولوجية والشكل المورفولوجي لهذا الصنف حيث تحتوي نباتات هذا الصنف محتوى مائي اكبر ووزن جذر طري اعلى مما يؤدي الى تجهيز أكبر كمية من نواتج التمثيل الضوئي يتم خزنها في الثمار الرئيسية وبالتالي له دور ايجابي في زيادة وزن الثمرة الرئيسية. وتتفق هذه النتيجة مع ما ذكره (GU, Yingjuan, et al.2012) [١٩] إذ ذكروا جميعاً اختلاف وزن الثمرة الرئيسية باختلاف الأصناف.



بينت نتائج الدراسة الحالية أن التعريض للبلازما لفترة قليلة (٠.٥ min) ادت الى تحفيز زيادة وزن الثمرة الرئيسية مقارنة مع معاملة الكونترول والمعاملات الاعلى من ذلك الجدول

مساحة الورقة: (دسم٢) leaf area

تم الحصول على النتائج التالية من تحليل بيانات صفة مساحة الورقة **(دسم٢)** لنبات البروكلي لكل صنف ولكل مكرر حيث تم كما مبين بالجدول التالي:

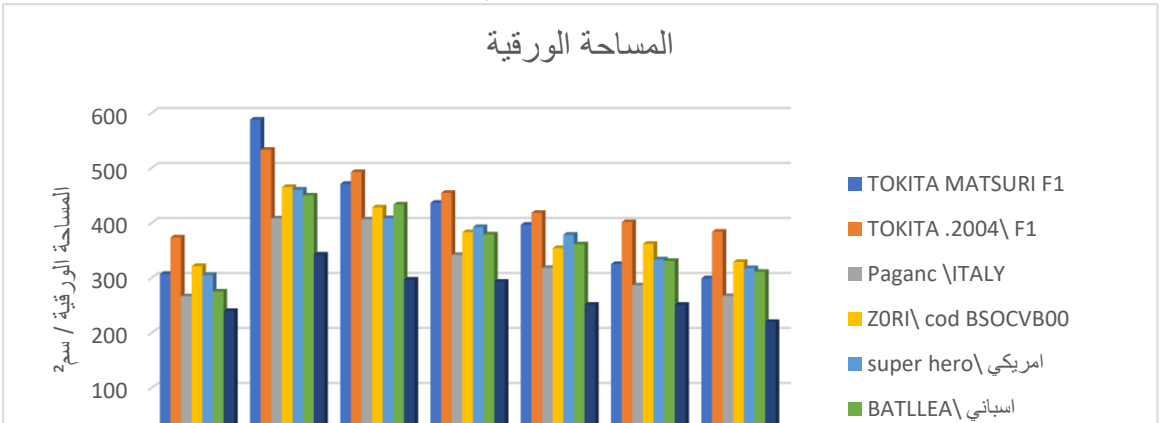
ملاحظ: المساحة السطحية للورقة النباتية (بالسنتمتر المربع)

الجدول (٥) تأثير الاصناف وفترة التعريض لجرعة البلازما في المساحة الورقية

فترة التعريض للجرعة Time of Dose	MATSURI F1	TOKITA .2004\ F1	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria	CALABRESE NATALINO\ cod BSOCVB00	super \hero امريكي	\BATLLEA اسباني	Vilmorin depuis\ ١٧٤٣ تركي	متوسط المعاملة
Control	٣٠٧,٠٣٠٥	٣٧٣,١٠٣	٢٦٦,١٥٢	٣٢١,٢١٤	٣٠٤,٨٧٤	٢٧٤,٩٦٨	٢٣٩,٤	٢٩٨,١٠٥٩ e
min ٠,٥	٥٨٧,٣٢٨	٥٣٢,٦٨٤	٤٠٧,٧٤	٤٦٤,٨٤٤٥	٤٦٠,١٨	٤٤٩,٣٥	٣٤٢	٤٦٣,٤٤٦٦ a
min ١	٤٧٠,٥١٦	٤٩٢,١٩٥	٤٠٦,٠٦٨	٤٢٧,٨٤٢	٤٠٨,١٩٦	٤٣٣,٠٨٦	٢٩٦,٤	٤١٩,١٨٦١ b
min ٣	٤٣٦,٢٤	٤٥٤,٢٦١٥	٣٤١,٢٩٧	٣٨٢,٧٥٥	٣٩٢,١٦	٣٧٨,٥٩٤	٢٩٢,٦	٣٨٢,٥٥٨٢ bc
min ٥	٣٩٦,٢٦٤	٤١٧,٩٢٤	٣١٧,٨٣٢	٣٥٣,٧٨	٣٧٨,٢٥٢	٣٦٠,٨٠٠٥	٢٥٠,٨	٣٥٣,٦٦٤٦ cd
min ١٠	٣٢٤,٨٤٣	٤٠١,١٦٦	٢٨٥,٩١٢	٣٦١,٦٠٨	٣٣٣,٢٢٢	٣٣٠,٤٨٦	٢٥٠,٨	٣٢٦,٨٦٢٤ de
min ١٥	٢٩٨,٨٧	٣٨٣,٦٠٠٥	٢٦٦,٦٣٦٥	٣٢٨,٧١٩	٣١٧,٣٧٦	٣١٠,٦٨٨	٢١٩,٤٥	٣٠٣,٦٢ e
متوسط الاصناف	٤٠٣,٠١٣١ ab	٤٣٦,٤١٩١ a	٣٢٧,٣٧٦٨ c	٣٧٧,٢٥١٨ bc	٣٧٠,٦٠٨٦ bc	٣٦٢,٥٦٧٥ bc	٢٧٠,٢٠٧١ d	

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود او الصف الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية ٥٪ حسب اختبار دنكن المتعدد المدى.

اختلفت الأصناف فيما بينها معنوياً في صفة المساحة الورقية (الجدول ٥) . أعطى الصنف TOKITA .2004 أعلى مساحة ورقية٤٣٦.٤١٩١ واعطى الصنف BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria اقل مساحة لورقة النبات مقارنة ببقية الأصناف المستخدمة في الدراسة. إنَ هذه الزيادة في مساحة الأوراق قد تعزى الى العوامل الوراثية المتعلقة بالصنف نفسه، فزيادة المساحة الورقية وعدد الأوراق في النبات الواحد قد تؤدي الى تحسين عملية التركيب الضوئي وزيادة انتقال نواتجها الى الثمار وبالنتيجة يؤدي الى زيادة حاصل الكلي. وتتفق هذه النتائج مع ما وجده كل من (NAJDENOVSKA, Olga, et al. 2013) [٢٠] إذ لاحظوا جميعهم اختلاف المساحة الورقية لنباتات البروكلي باختلاف الأصناف نتيجة اختلاف الطبيعة الفسيولوجية والشكل المورفولوجي لهذه الأصناف.



تراجع متوسط صفة المساحة الورقية بازدياد طول فترة جرعة التعريض الإشعاعي، بينما كان لفترة التعريض للتوقيت المنخفض (٠.٥) دقيقة تأثير إيجابي في صفة المساحة الورقية مع الكونترول والمعاملات للتوقيتات لفترات التعرض للبلازما لفترة طويلة. (جدول ٥)

الاستنتاجات:

يتضح من النتائج التالية لتعريض البذور للأصناف السبعة المذكورة بالبلازما الباردة تحت الضغط الجوي بطريقة (DBD) لها تأثيرات وتباينات بين الاصناف :

ت	الصفة المدروسة	اعلى صنف متفوق معنويا	أقل صنف متفوق معنويا
٢	الوزن الطري	super hero	BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria \ ITALY
٣	الوزن الجاف	BATLLEA	CALABRESE

			NATALINO
٤	**المحتوى المائي للنبات**	**CALABRESE NATALINO**	**BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria \ ITALY**
٥	**وزن الجذر الطري**	**CALABRESE NATALINO**	**TOKITA .2004**
٧	**وزن الثمرة الرئيسية**	**CALABRESE NATALINO**	**VILMORIN**
١٠	**عدد الاوراق**	**super hero**	**BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria \ ITALY**
١٢	**مساحة الورقة**	**TOKITA .2004**	**BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria \ ITALY**

١. ويبين الجدول تفوق نباتات الصنف Super hero معنويا باعلى نسبة لمتوسط الصفات الوزن الطري , , عدد الاوراق

٢. وأوضح تفوق نباتات الصنف BATLLEA معنويا باعلى نسبة لمتوسط الصفات الوزن الجاف , عدد الثمار الجانبية وكما اعطى نفس الصنف أقل نسبة معنويا لمتوسط صفة قطر الساق.

٣. وكما تفوق نباتات الصنف CALABRESE NATALINO معنويا باعلى نسبة لمتوسط الصفات المحتوى المائي للنبات , وكما اعطى نفس الصنف أقل نسبة معنويا لمتوسط صفة الوزن الجاف .

٤. و تفوق نباتات الصنف VILMORIN معنويا بأقل نسبة لمتوسط صفة وزن الثمرة الرئيسية , وزن الجذر الجاف .

٥. وتمييز تفوق الصنف TOKITA .2004 باعلى نسبة لمتوسط صفة مساحة الورقة واقل نسبة لمتوسط صفة وزن الجذر الطري ,.

٦. واظهر الصنف BROCCOLO Ramoso Precoce di Calabria عدم تفوقه في كل الصفات المدروسة معنويا لمتوسط اي صفة واعطى اقل متوسط للصفات الوزن الطري , المحتوى المائي للنبات, مساحة الورقة .

وقد يعود السبب في تباين النسب ما بين الاصناف الى طبيعة التركيب الوراثي للصنف ومدى ملائمته لظروف المنطقة. كما لوحظ ان هناك زيادة في ارتفاع نسبة الانبات بأقل فترة تعريض للبلازما الباردة, وقد يعزى ذلك لدور تركيب البروتينات والاحماض النووية DNA و RNA , او الى زيادة كمية الاوكسينات المتكونة في النبات نتيجة لإضافة النتروجين التي تؤدي الى استطالة الخلايا وزيادة حجم النبات) ,وزيادة نسبة الانبات وبالتالي الى كسر حاجز فترة السكون للبذرة عن طريق زيادة التشرب بالماء للبذور اما الزيادة في عدد الأوراق فقد تعود الى دور النتروجين الذي يزيد من فعالية النبات للقيام بعملية البناء الضوئي والتي بدورها تؤدي إلى زيادة للوزن الجاف للجذر والوزن الطري للنبات بما في ذلك وزن الثمار الجانبية والذي يعتمد عليها المزارع كحاصل ثانوي لنبات البروكلي. واظهرت المعاملة ٠.٥ افضل توقيت للمعاملة بالبلازما اللاحرارية للحصول على أفضل محصول لنبات البروكلي.

المصادر :

١. Sultan, S.J. and A.A.-H. Mohammed, *Regenerated of Broccoli (Brassica oleracea var. italica) Plants from Differentiation of the Hypocotyl Stems Callus of its Seedlings.* Rafidain Journal of Science, 2020. **29**(2): p. 39-50.

٢. Sivachandiran, L. and A. Khacef, *Enhanced seed germination and plant growth by atmospheric pressure cold air plasma: combined effect of seed and water treatment*. RSC advances, 2017. **7**(4): p. 1822-1832.

٣. Laroussi, M. and F. Leipold, *Evaluation of the roles of reactive species, heat ,and UV radiation in the inactivation of bacterial cells by air plasmas at atmospheric pressure.* International Journal of Mass Spectrometry, 2004. **233**(1-3): p. 81-86.

٤. Moisan, M., et al., *Low-temperature sterilization using gas plasmas: a review of the experiments and an analysis of the inactivation mechanisms.* International journal of Pharmaceutics, 2001. **226**(1-2): p. 1-21.

٥. Taylor, A., et al., *Influence of seed hydration on seedling performance.* HortTechnology, 1992. **2**(3): p. 336-344.

٦. Koga, K., et al., *Simple method of improving harvest by nonthermal air plasma irradiation of seeds of Arabidopsis thaliana (L.).* Applied Physics Express, 2015. **9**(1): p. 016201.

٧. Park, D.P., et al., *Reactive nitrogen species produced in water by non-equilibrium plasma increase plant growth rate and nutritional yield.* Current Applied Physics, 2013. **13**: p. S19-S29.

٨. Takahata, J., et al., *Improvement of growth rate of plants by bubble discharge in water.* Japanese Journal of Applied Physics, 2014. **54**(1S): p. 01AG07.

٩. Benstaali, B., et al., *Plasma treatment of aqueous solutes: some chemical properties of a gliding arc in humid air.* The European Physical Journal-Applied Physics, 1998. **4**(2): p. 171-179.

١٠. Schafleitner, R., et al., *Capturing candidate drought tolerance traits in two native Andean potato clones by transcription profiling of field grown plants under water stress.* Plant physiology and Biochemistry, 2007. **45**(9): p. 673-690.

١١. Wojciechowska, R., S. Rosek, and A. Rydz, *Broccoli yield and its quality in spring growing cycle as dependent on nitrogen fertilization.* Folia Hort, 2005. **17**(2): p. 141-152.

١٢. Hendrawan, Y., et al., *The Effect of Javanese Gamelan Music on the Growth of Chinese Broccoli.* Pertanika Journal of Science & Technology, 2020. **28**(1.(

١٣. Thomas, E.D., et al., *Bone-Marrow Transplantation: (Second of Two Parts).* New England Journal of Medicine, 1975. **292**(17): p. 895-902.

١٤. Lukes, P., et al., *Ultraviolet radiation from the pulsed corona discharge in water.* Plasma sources science and technology, 2008. **17**(2): p. 024012.

١٥. Boretti, A. and S. Al-Zubaidy, *E-KERS Energy management crucial to improved fuel economy*. 2016, SAE Technical Paper.

١٦. Francescangeli, N., P. Marinangeli, and N.R. Curvetto, *Paclobutrazol for height control of two Lilium LA hybrids grown in pots.* Spanish journal of agricultural research, 2007(3): p. 425-430.

١٧. Aboutorab, H., et al., *ZBWM: The Z-number extension of Best Worst Method and its application for supplier development.* Expert Systems with Applications, 2018 :١٠٧ . p. 115-125.

١٨. Williams, L. and F. Araujo, *Correlations among predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in Vitis vinifera.* Journal of the American Society for Horticultural Science, 2002. **127**(3): p. 448-454.

١٩. Gu, Y., et al., *Physiological and biochemical metabolism of germinating broccoli seeds and sprouts.* Journal of agricultural and food chemistry, 2012. **60**(1): p. 209-213.

٢٠. Najdenovska, O., et al., *Determination of broccoli leaf area and stomatal number using different application methods of microbiological fertilizer-Slavol.* Zemljiste i biljka, 2013. **62**(1): p. 1-13.