تأثير الفوسفور المشع ٣٢ على المواد الكربوايدراتية لنبات الفول المصرى

الدكتور محمد فتحى عبد الوهاب والكيميائى سامى عبد السلام القناوى

مقدمة

الله

هذا النوع من البحث قد سبقته بحوث عدة تناولت تأثير الإشعاعات على الخلايا الحية ، وكان فى مقدمة هذه البحوث ماقام به كورنك (١٠) سنة ١٩١٥ الذى لخص تأثير أشعة رونتجن القوية على نمو النباتات الراقية ، ونلت هذا البحث بحوث أخرى لخصها برسلافيتس (٥) سنة ١٩٤٦ فى تقرير ضمنه ما قام به العلماء السوفييت من بحوث عن تأثير أشعة رونتجن على بعض النباتات ونشرت هذا التقرير الجمعية العلمية الأكاديمية بموسكو .

وتبعت ذلك أعمال متتالية أثبتت أن للإشعاع الذرى تأثيراً على مختلف الخلايا الحيـــة ، فقام ديتريش ومساعدوه (٧) سنة ١٩٤٩ بتوضيح فعل الألكترونات على البادرة فى مختلف النباتات ، وتبعـــه دارلنجتون (٦) سنة ١٩٥٢ فأوضح مدى التلف الذى تسببه الطاقة الذرية للخلايا الحية ، وظهر ذلك فى كتاب نشرعام ١٩٥٢ فى أكسفورد ، ثم قام جنكل ، وسبارو ، ومورو وكريستنسن (٩) بنشر ملاحظاتهم جميعاً عن تأثير الأشعة فى الشكل الظاهرى لنبات « التراد سكانتيا بالويدوزا » عام ١٩٥٣ .

وأفاض ساكس (١١) عام ١٩٥٥ فى شرح تأثير الإشعات المتأينة على نمو النبات ، وقد انقسمت هيئة العلماء فى أبحاثها إلى مجموعتين : إحداهما ترى أن كل نوع من الإشعاع لا بد أن يقلل من النمو فى النبات ، كما أعلن ذلك جراى (٨) سنة ١٩٥١ فأوضح تأثير الأشعة المتأينة على جذر نبات الفول .

وترى المجموعة الأخرى أن التأثير الإتلافى على الكروموزومات يسير دائماً فى طريق محايد غير مرتبط بأى تأثير إشعاعى أو وقت يلزم للتعريض ، وعلى رأس هـــذه المجموعة سميث وكيرستين (١٢) اللذان درسا تأثير الأشعة السينية على بادرات مختلف النباتات .

■ الدكتور محمد فتحى عبد الوهاب : خبير بمركز النظائر المشعة ، مؤسسة الطاقة الذرية .
■ الكيميائى سامى عبد السلام القناوى : كيميائى بمصلحة الكيمياء .

هذا وقد بينا فى سلسلة بحوث سابقة (١) ، (٢) ، (٣) ، (٤) مدى تأثير الكميات القليلة من الإشعاع البانى الصادر من الفوسفور المشع ٣٢ على المركبات المختلفة المكائنة فى نبات الفول ، واخترنا لهذه الدراسة نوع الفول « ربابة ٣٤ » المهدى من وزارة الزراعة لهذا الغرض ، وقد اتضح دون أى شك أن هناك تأثيراً يميل إلى تحسين كميات البروتينات المختلفة ومنها النيوكليوتيدات الداخلة فى تركيب خلايا النبات . وعزز هذا البحث أيضاً بدراسة مستفيضة لكشف أنواع هذه النيوكليوتيدات تحت تأثير استخلاصها بحامض البركلوريك وتناولنا أيضاً مدى تأثير الكميات القليلة من الإشعاع البانى على نمو خلايا جذر الفول ، مبتدئين بكميات قدرها ١٠ ميكروكيورى لكل لتر من الماء المقطر الذى استعمل لنقع البذور مرتفعين بهذا القدر حتى ٤٠ ميكروكيورى لكل لتر من الماء ، وعزز هذا البحث برسوم للقطاعات الطولية فى جذر الفول للمعاملات المختلفة .

وقد اتضح أن للإشعاع تأثيراً متلفاً على كمية الفيتامين (حـ) فى نبات الفول مهما كان قليلا .

وفى هذا البحث نريد أن نبين مدى تأثير الإشعاع البانى بكمياته القليلة على المواد السكرية المختزلة فى مختلف أعضاء نبات الفول ، وفى الأسطر القادمة يتضح للقارىء كيف كان لهذا التأثير أثره على الجيل الأول والثانى من نباتات عوملت بكميات مختلفة من الإشعاع البانى المنبعث من الفوسفور المشع ٣٢ .

مواد البحث وطرقه

نقع ربع كيلو من الفول المصرى (ربابه ٣٤) فى لتر من الماء المقطر فى ست مجموعات تركت أولاها دون إضافة أى مادة مشعة عليها ، واعتبرت هذه تجربة المقارنة ، ثم وضعت كميات من المادة المشعة (فو ٣٢) فى صورة أورثوفوسفات الصوديوم تتراوح بين ٢٠ و ٤٠ و ٦٠ و ٨٠ و ١٠٠ ميكروكيورى فى اللتر وتركت مدة ٤٨ ساعة ، ثم أخذت البذور المنقوعة وغسلت جيداً بالماء المقطر وزرعت فى أصص متوسطة الحجم بمعدل ثلاث بذور فى كل أصص وريت يوميا مدى أسبوعين حيث أخذت منها العينات ، هذا وقد أخذ جزء آخر من البذور المنقوعة وزرع فى الحقل للحصول على بذور الجيل الثانى الذى عرض لنفس كميات الإشعاع فى العام التالى .

وأخذت عينات من البذور المنقوعة وهضمت فى حامض النيتريك المركز على حمام مائى ، وأخذت منها عينات لقياس كمية الإشعاع الممتص ؛ بواسطة عداد جيجر المتهية أنبوبته بنافذة ، وحسبت كمية الفوسفور المشع الممتص بعد إدخال التعديلات المعتادة للإشعاع .

طريقة التحليل

استعملت طريقة شافر ـ هارتمان (١٣) المعروفة لتحليل كمية السكر الموجودة فى الأنسجة وتتخلص فى أخذ عينات متجانسة لكل من المعاملات المختلفة على حدة ، ثم توزن وتجفف فى درجة ٦٠° م فى فرن التجفيف ذى المروحة مدى ٢٤ ساعة تؤخذ بعدها فتوزن وتطحن ، ثم يؤخذ منها وزن معين وتستخلص منه المواد الذائبة فى كحول ذى تركيز ٨٠ ٪ الذى يؤخذ وينقل إلى زجاجات التقطير حيث يبخر منها الكحول فى درجة ٥٠° م تحت الضغط المنخفض ، أما الجزء الباقى بعد التبخير فينقل كميا حيث يعادل باستعمال الفينول الأحمر ويغلى ، ثم تضاف اليه خلات الرصاص القاعدية ويرشح الراسب على فوسفات الصوديوم الثنائية الأيدروجين ، ثم ترشح للتخلص من خلات الرصاص الزائدة ويكمل الرشيح إلى حجم ثابت .

تقدير المواد المختزلة اختزالا مباشرا

تؤخذ كميات متساوية من محلول كبريتات النحاس والمحلول المحتوى على عينات السكر المستخلص ويخلط جيداً فى أنابيب واسعة ويمرر غاز النيتروجين داخل المحلول مدة ٥ دقائق ليحل محل الهواء ، ثم توضع الأنابيب فى حمام مائى فى درجة الغليان مدة ١٥ دقيقه ثم يبرد ، وتوضع كمية من أيوديد البوتاسيوم ثم كمية مساوية من حامض الكبريتيك المخفف فينفرد اليود الذى يعاير بواسطة محلول $\frac{1}{10}$ عيارى من ثيوسلفيت الصوديوم .

تقدير المواد الكلية المختزلة

يضاف حامض الأيدروكلوريك إلى عينة من مستخلص الأنسجة ليصير تركيز الحامض ٥ , عيارى ويسخن المخلوط فى حمام مائى عند درجة ٦٠° م مدة نصف ساعة ثم يبرد ويعادل باستخدام الفينول الاحمر ثم يكمل المخلوط إلى حجم معين ويقدر كما سبق فى تقدير المواد المختزلة اختزالا مباشرا .

النتـــائج

يبين الجـــدول التالى كميات السكر الموجودة فى الأنسجة المختلفة محسوبة على أساس ملليجرام جلوكوز فى المائة على الوزن الجاف لعينات عمرها أسبوعان

التعريض الأول	الأوراق		السوق		الفلقات		الجذور	
	ا م	ا كل	ا م	ا كل	ا م	ا كل	ا م	ا كل
تجربة مقارنة	٦,١	١٠,٩	٤,٣	٥,٩	١٣,٣	١٨,٨	١,٦	٩,٤
٢٠ م ك	٥,٣	١٣,٤	٩,٠	١١,٦	١٢,٥	١٢,٧	٣,٦	٨,٦
٤٠ م ك	٥,٣	١٢,٦	٥,٤	٧,٦	٤,٠	٦,٦	٢,١	١٠,٥
٦٠ م ك	٧,٦	١٦,٣	٢,٩	٧,٣	٣,١	٨,٨	٢,١	٩,١
٨٠ م ك	٩,٦	١١,٥	٤,٩	٦,١	٢,٩	٧,٥	٢,٩	٩,٧
١٠٠ م ك	٨,٥	١١,٣	٤,٨	٩,٥	٢,٩	٨,٩	٣,٧	٩,١
التعريض الثانى								
٢٠ م ك	٥,٨	٧,٠	٣,٨	٤,٩	١,٤	٤,٠	٢,٥	١٠,٥
٤٠ م ك	٥,٣	٨,٢	٣,٨	٦,٩	٤,٥	٨,٩	٢,٢	٨,٩
٦٠ م ك	٥,١	٧,١	٣,٧	٦,٦	٣,٩	٧,٠	١,٨	٩,٩
٨٠ م ك	٥,٦	٨,٣	٤,٣	٩,٢	٥,٢	١٠,٩	٢,٨	١٣,٢
١٠٠ م ك	٤,٨	٦,٧	٤,٩	٩,٧	٣,٠	٥,٨	١,٨	١٣,٠

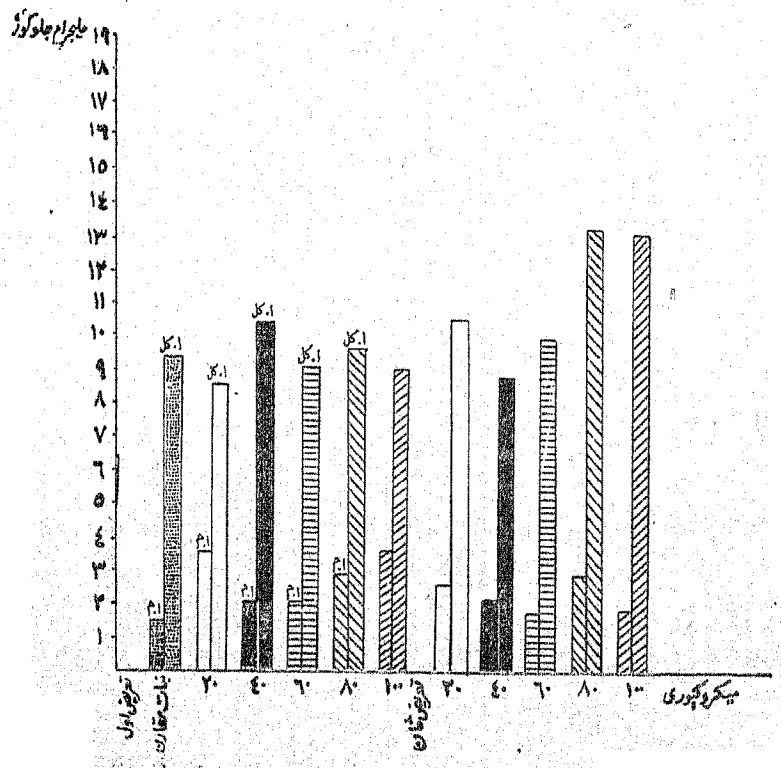
ا م = اختزال مباشر . ا كل = اختزال كلى . م ك = ميكروكيورى

المناقشـــة

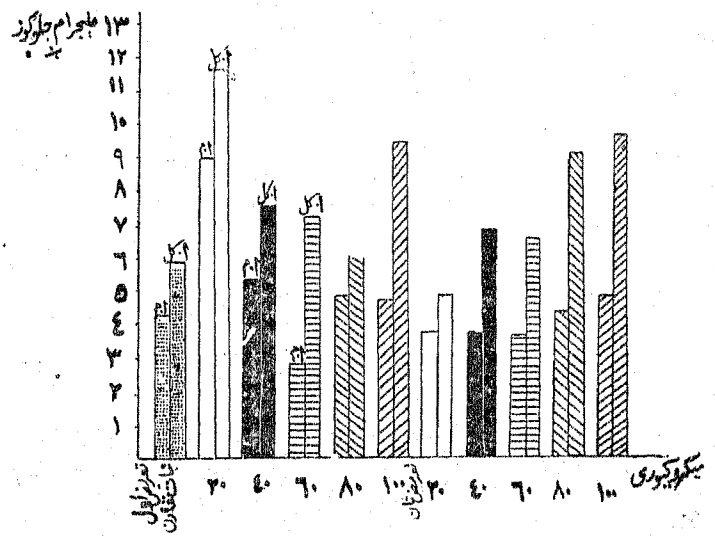
لما كانت المواد السكرية عامة هى المواد البانية للخلايا فى كل أجزاء النبات ومصدر نشاطها ، ومركز القوة التى يعتمد النبات على أداء وظائفه عامة بحرقها ، فإن الباحث فى كشف عمليات الأيض للمواد الكربوايدراتية ، يعتبر تتبع مسلك هذه المواد هو اقتفاء لأهمية المواد السالفة الذكر فى حمل هذه الوظائف المتعددة .

ولما كانت المواد السكرية هى أيضاً حلقة الاتصال ، وخاصة المواد المختزلة منها كالجلوكوز والفركتوز ، فى تكوين المواد الدهنية والبروتينية ، فى شتى أنواع الخلايا (دورة كرب) فإن دراسة التأثير الإشعاعى على كمية المواد السكرية المختزلة يعتبر بداية لمعرفة تأثير الإشعاع أيضاً على المادتين الآخريين ، لذلك بدت لنا فكرة دراسة تأثير المواد المشعة على مكونات نبات الفول ، فابتدأنا بأبسطها تركيبا وهى المواد السكربوايدراتية ، وقد تبين بوضوح من نتائج التجارب التى أجريت على محصولى عامين متتاليين لنبات الفول المصرى حين عرض لكميات مختلفة من الفوسفور المشع ثم زرع ، ما تمكن مناقشته فى الأسطر التالية :

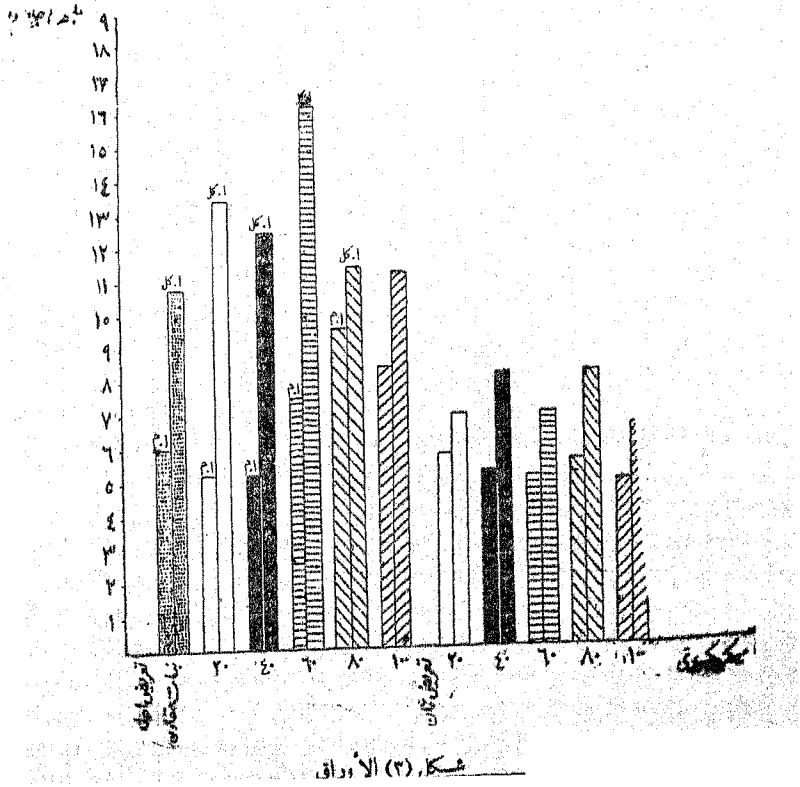
نقعت بذور الفول المصرى بمعدل ربع كيلو لكل لتر من الماء المقطر فى مجموعات ست تركت أولاها دون إضافة أى مادة مشعة ، واعتبرت هذه تجربة



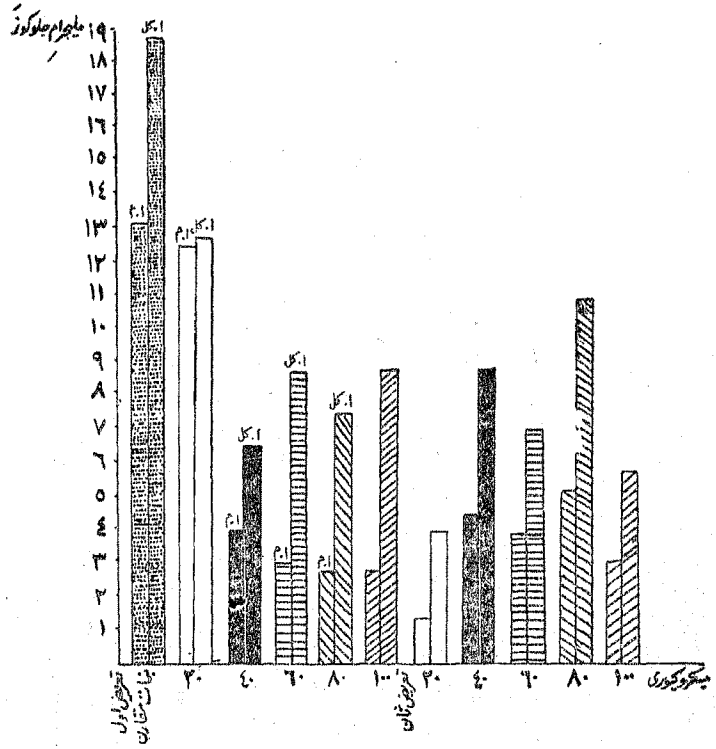
شكل (١) الجذور



شكل (٢) السوق



شكل (٣) الأوراق



شكل (٤) الفلقات

المقارنة ، ثم وضع فى المجموعات الخمس التالية ٢٠ و ٤٠ و ٦٠ و ٨٠ و ١٠٠ ميكروكيورى من الفوسفور ٣٢ على صورة أورثوفوسفات الصوديوم على التوالى وتركت هذه البذور المدة التى ذكرت فى مواد البحث وطرقه ، ثم زرعت لمدة أسبوعين فى تربة طمية ، ثم أخذت البادرة وشرحت إلى أجزاء أربعة هى : الجذور ، والسوق ، والأوراق ، والفلقات ، وأجرى التحليل لتقدير كميات السكريات المختزلة اختزالا مباشراً (جلوكوز) والسكريات المختزلة اختزالا كليا (جلوكوز + فركتوز) ثم رصدت هذه النتائج فى الجدول السابق ومثلت النتائج على صورة (هستوجرام) الأشكال ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤

والشكل (١) يوضح تزايد كميات السكريات المختزلة جميعها فى كلا التعريضين تزايدا مطردا ، ويمكن أن يعزى ذلك التأثير إلى أن الجذر هو الجزء الأول من

النبات الذى يبدأ فى الظهور ويستغل مكونات الفلقتين من مواد عديدة السكريات يبنى منها خلاياه ويختزل بعضها إلى مواد أحادية التسكر ، وتساعد على هذه العملية الأنزيمات الموجودة فى الجذير .

وتلى ذلك فى الترتيب الأوراق ثم الساق ، وتؤكد هذا نتائجنا ومقارنتها بعضها ببعض فى الأجزاء الثلاثة السابقة فلا بد أن يتبع هذا التزايد نقص فى الفلقتين، ويمكن إثبات ذلك بما هو واضح فى شكل (٤) إذ يبدو جليا أن المواد السكرية تتناقص بازدياد الكمية المشعة فى المحلول ، ويمكن ربط هذه النتيجة بعضها ببعض فى قول مجمل هو أن الإشعاع البائى تأثيرا مباشرا على زيادة كميات المواد السكرية المختزلة بعد الأسبوعين الأولين من الإنبات .

هذا ولا يزال البحث جاريا الآن لتتبع هذا التأثير فى الأيام التالية الأسبوعين الأوليين .

الملخص

يتبين من هذا البحث ما يأتى :

١ — فى الجذير : تتزايد كمية السكريات المختزلة اختزالا كليا ازديادا مطردا بعد التعريض الأول والتعريض الثانى ، كذلك تسلك السكريات المختزلة اختزالا مباشرا نفس المسلك .

٢ — فى الساق : تؤثر الإشعاعات البائية فى السكريات بنوعيها فتزيد من كمياتها سواء فيما المعرض إلى ٢٠ ميكروكيورى أو المعرض إلى كميات أعلى حتى تصل إلى ١٠٠ ميكروكيورى، وذلك فى كلا التعريضين الأول والثانى مع استثناء المواد المختزلة اختزالا مباشرا فى ثلاث حالات من التعريض الثانى كما هو موضح فى الرسم

٣ — فى الأوراق : تتبع الأوراق نفس القانون بعد التعريض الأول فقط أما فى التعريض الثانى فيحدث عكس ذلك ، إذ تقل كمية السكريات عنها فى أوراق نبات الفول التى لم تعرض للإشعاع .

٤ — فى الفلقات : لما كانت الفلقات مصدر التغذية الأولى للنبات فإن كمية السكريات فيها قد نقصت على حساب الزيادة فى الأجزاء الثلاثة السابق ذكرها كما هو موضح بالرسم .

المراجع

(1) Abd El-Wahab. M. F., and S. A. El-Kinawi
1959 a. The acid soluble nucleotides of *Vicia Faba.*
Acta. Chem. Scand. 13, 1653.

(2) Abd El-Wahab, M. F., and S. A. El-Kinawi
1959 b. The effect of P 32 on cell maturation in the root system of *Vicia Faba.*
Read before Inst. Egypt., Dec., 1959.

(3) Abd El-Wahab, M.F., and S.A. El-Kinawi
1959 c. The vitamin content of *Vicia Faba* with reference to P 32 effect.
Jour. Nufrition (in press).

(4) Abd El-Wahab, M. F., S. A. El-Kinawi, and M. I. Naguib
1959. The effect of P 32 on the nitrogen metabolism of *Vicia Faba.*
4th Chem. Confr., May, 1959.

(5) Breslavets, L. P.
1946. Plants and X-rays.
Moscow : U.S.S.R. Acad. Sci.

(6) Darlington, C. D.
1952. *IN* Biological Hazards of Atomic Energy By A. Haddow.
Oxford : Calendon Press. p. 33.

(7) Dittrich, W. M. *et al.*
1949. Uber Strahlenbiologische Wirkungen Schneller Elektronen Auf Gerstenkeimlinge.
Stralentherapie, 80 : 17

(8) Gray, L. H., and M. E. Scholes
1951. The effect of ionizing radiation on the broad bean root.
VIII. Growth rate studies and histological analysis.
Brit. Jour. Radiol., 24 : 82.

(9) Gunkel, J. E., A. H, Sparrow, I. B. Morrow, and E. Christensen

1953. Vegetative and floral morphology of irradiated and non-irradiated plants of *Tradescantia paludosa*.
Amer. Jour. Bot., 40 : 317.

(10) Koernicke, M.

1915. Uber die Verschieden Starker Rontgenstralen auf Keimung und Wachstum Bei Den Hohern Pflazen.
Jarb. Wiss. Bot., 56, 416.

(11) Sax, K.

1955. The effects of ionizing radiation on plant growth.
Amer. Jour. Bot., 42 : 360.

(12) Smith, G. F., and H. Kersten

1942. Auxin and calines in seedlings from X-rayed seeds.
Amer. Jour. Bot., 29 : 785.

(13) Shaffer, P.A., and A.F. Hartmann

1921. The iodometric determination of copper and its use in sugar analysis.
Jour Biol. chem.,45:365.